# ANEJO Nº 3

# GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES

# ÍNDICE


**1. INTRODUCCIÓN....1**

1.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO....1

1.2. METODOLOGÍA....1

1.3. ANTECEDENTES Y BIBLIOGRAFÍA....1

*1.3.1. Bibliografía específica....1*

*1.3.2. Bibliografía general....2*

*1.3.3. Normativa de obligado cumplimiento....2*

**2. GEOLOGÍA....3**

2.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS GENERALES....3

2.2. GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO....4

*2.2.1. Estratigrafía....4*

2.2.1.1. Jurásico....4

2.2.1.1.1. Dolomías (Jd)....6
2.2.1.1.2. Calizas (Jcd)....9
2.2.1.1.3. Lutita- limolitas margosas grises (Jlm)....11
2.2.1.1.4. Lutita- limolitas margosas rojizas (Jlr)....12
2.2.1.1.5. Lutita- limolitas margosas brechoides (Jb)....13

2.2.1.2. Cuaternario....14

2.2.1.2.1. Arcillas residuales, eluviales (Qel)....16
2.2.1.2.2. Depósitos litorales (Qli)....17
2.2.1.2.3. Aluviales (Qal)....18
2.2.1.2.4. Depósitos antrópicos (Qr)....19

*2.2.2. Tectónica....19*

*2.2.3. Geomorfología....24*

**3. HIDROGEOLOGÍA....25**

3.1. MARCO HIDROGEOLÓGICO....25

*3.1.1. Masa de Agua Subterránea Villaviciosa - ES018MSBT012-005....25*

3.1.1.1. Características hidrogeológicas y permeabilidad....26

3.1.1.2. Funcionamiento hidrogeológico....26

*3.1.2. Acuíferos cuaternarios....27*

3.2. HIDROGEOLOGÍA EN EL ENTORNO DEL TRAZADO....27

*3.2.1. Hidroquímica....28*

*3.2.2. Piezometría....28*

3.3. ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE LAS OBRAS Y EL MEDIO ACUÍFERO....29

*3.3.1. Posibles afecciones del trazado sobre el nivel freático. Efecto Barrera29*

*3.3.2. Posibles afecciones del trazado a puntos de agua....37*

*3.3.3. Posibles afecciones del trazado a cauces superficiales....38*

**4. SISMICIDAD....38**

4.1. CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES....38

4.2. CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA....39

4.3. ACCIONES SÍSMICAS....40

*4.3.1. Aceleración sísmica básica ($a_b$)....40*

*4.3.2. Conclusiones....41*

**5. GEOTECNIA....41**

5.1. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA RECOPILADA....41

*5.1.1. Sondeos....41*

*5.1.2. Piezómetros* ..... *42*

*5.1.3. Penetrómetros dinámicos* ..... *42*

5.2. METODOLOGÍA ..... 42

*5.2.1. Sustrato rocoso* ..... *43*

5.2.1.1. Características resistentes ..... 43

5.2.1.2. Parámetros deformacionales ..... 45

5.2.1.2.1. Métodos empíricos ..... 45

5.2.1.2.2. Medidas in situ ..... 46

5.2.1.3. Abrasividad ..... 47

5.2.1.4. Dureza ..... 47

*5.2.2. Suelos* ..... *48*

5.2.2.1. Características resistentes ..... 48

5.2.2.2. Parámetros deformacionales ..... 48

5.2.2.3. Medidas in situ ..... 49

5.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES ..... 50

*5.3.1. Sustrato rocoso* ..... *50*

5.3.1.1. Dolomías (Jd) y calizas (Jc) ..... 50

5.3.1.2. Lutitas y limolitas margosas, grises y rojizas (Jlm, Jlmr y Jb) ..... 59

*5.3.2. Suelos* ..... *66*

5.3.2.1. Arcillas residuales, eluviales (Qel) ..... 66

5.3.2.2. Aluviales y depósitos de ría (Qal) ..... 73

5.3.2.3. Arenas litorales(Qli) ..... 77

5.3.2.4. Rellenos antrópicos (Qx) ..... 81

5.1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS A ADOPTAR ..... 82

5.2. AGRESIVIDAD DEL SUBSUELO AL HORMIGÓN ..... 83

*5.2.1. Agresividad del terreno* ..... *83*

*5.2.2. Agresividad del agua* ..... *84*

5.6. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA POR TRAMOS ..... 84

5.7. CÁLCULO PANTALLAS ..... 85

*5.7.1. Tramificación geotécnica* ..... *85*

*5.7.2. Módulo de balasto horizontal* ..... *87*

**6. ESTUDIO DE MATERIALES ..... 89**

6.1. CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES ..... 89

*6.1.1. Prescripciones de los materiales para capa de forma* ..... *89*

*6.1.2. Prescripciones de los materiales para subbalasto* ..... *90*

*6.1.3. Materiales a emplear en la cubrición de túneles artificiales* ..... *91*

6.2. BALANCE DE MATERIALES ..... 91

*6.2.1. Balance de tierras de la Alternativa 1, solución Moreda* ..... *91*

*6.2.2. Balance de tierras de la Alternativa 2, solución museo* ..... *92*

6.3. PROCEDENCIA DE MATERIALES ..... 92

*6.3.1. Materiales procedentes del trazado* ..... *92*

*6.3.2. Coeficiente de paso y factor de esponjamiento* ..... *93*

6.3.2.1. Coeficiente de paso ..... 93

6.3.2.2. Factor de esponjamiento ..... 94

*6.3.3. Materiales externos al trazado* ..... *94*

6.3.3.1. Canteras y graveras .....95

6.3.3.1. Suministro de Balasto .....95

6.3.3.2. Plantas de hormigón .....96

6.4. VERTEDEROS .....96

**PLANOS**

**PLANO 1. MAPA GEOLÓGICO GENERAL**

**PLANO 2. MAPA GEOTÉCNICO GENERAL**

**PLANO 3. MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES**

**PLANO 4. PLANTA DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES**

4.1. ALTERNATIVA 1

4.2. ALTERNATIVA 2

**PLANO 5. PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS**

5.1. ALTERNATIVA 1

*Vía derecha cercanías ancho convencional*

*Vía derecha cercanías ancho métrico*

5.2. ALTERNATIVA 2

*Vía derecha cercanías ancho convencional*

*Vía derecha cercanías ancho métrico*

**PLANO 6. PLANTA DE SITUACIÓN DE CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE SUMINISTRO**

**PLANO 7. MAPA HIDROGEOLÓGICO**

**APÉNDICES**

**APÉNDICE 1. INVESTIGACIONES RECOPILADAS**

1.1. SONDEOS

1.2. PIEZÓMETROS

1.3. ENSAYOS IN SITU

*Permeabilidad*

*Presiómetros*

1.4. PENETRÓMETROS DINÁMICOS

**APÉNDICE 2. ENSAYOS DE LABORATORIO RECOPILADOS**

**APÉNDICE 3. FICHAS DE CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE SUMINISTRO RECOPILADAS**

3.1. CANTERAS

3.2. GRAVERAS

3.3. PLANTAS DE HORMIGÓN

**APÉNDICE 4. ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y MODELO DE SIMULACIÓN DE FLUJO SUBTERRÁNEO**

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto del presente Anejo es el estudio geológico-geotécnico y de materiales de las dos alternativas analizadas, dentro del Estudio Informativo de la nueva estación intermodal de Gijón.

Se estudian dos alternativas que difieren en la localización de la estación:

- Alternativa 1: Disposición de la Nueva Estación Intermodal frente al parque de Moreda.
- Alternativa 2: Disposición de la Nueva Estación Intermodal frente al Museo del Ferrocarril.

*Zona de estudio*

## 1.2. METODOLOGÍA

La zona objeto de estudio fue estudiada previamente en numerosos proyectos. El punto de partida para la realización del presente anejo ha sido, por tanto, la recopilación y análisis de la información existente sobre la zona. Se ha contado con información de campañas geotécnicas previas realizadas en la zona, pertenecientes a los proyectos que se indican en el punto 1.3.

A modo de resumen, en este Anejo se describen los siguientes aspectos:

- Descripción de los aspectos geológicos e hidrogeológicos generales y de la zona de estudio en concreto.
- Definición de las unidades geoestructurales y litológicas reconocidas en la zona de estudio.
- Síntesis de las unidades afectadas agrupadas en unidades geotécnicas.
- Estudio hidrogeológico general y específico de los túneles
- Caracterización de las distintas litologías procedentes de la excavación susceptibles de ser explotadas.
- Inventario de canteras e instalaciones de suministro situadas a una distancia razonable de la obra, incluyendo una descripción del material a explotar (o procedencia del mismo), capacidad de producción, accesibilidad, distancia a la obra y toda la información que pudiera ser considerada de interés.

## 1.3. ANTECEDENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Además de la bibliografía general existente, el principal antecedente a tener en cuenta es el “Proyecto Constructivo de la Estación Intermodal de Gijón (infraestructura y arquitectura)”, realizado por Ineco en el año 2012.

Se han consultado, además, los siguientes documentos para la realización de este anejo:

### 1.3.1. Bibliografía específica

- Estudio Informativo de la supresión de la barrera ferroviaria en Gijón. (INECO. Octubre de 2005).

- Estudio Informativo de la propuesta de variante de trazado del túnel de penetración del ferrocarril en Gijón, UTE Inegeo.
- Estudio Informativo del proyecto “Mejora de las Cercanías de Gijón. Prolongación del nuevo túnel hasta Cabueñes”, (INECO, diciembre de 2006).
- Proyecto Constructivo de actuaciones en La Calzada y Tremañes de la red arterial ferroviaria de Gijón. (INECO. Enero 2009).
- Proyecto Constructivo de la estación provisional de Gijón en Sanz Crespo. (INECO. Enero 2009).
- Proyecto Básico de Mejora de las Cercanías de Gijón. Arquitectura de las estaciones del nuevo túnel (KV Consultores, junio 2009).
- Proyecto de túnel de penetración del ferrocarril en Gijón. (Estación de Plaza de Europa y otras obras complementarias). (SAITEC. Junio 2009).
- Proyecto Constructivo de mejora de las cercanías en Gijón. Prolongación del nuevo túnel hasta Cabueñes. (Infraestructura). (AEPO. Julio 2009).
- Estudio Funcional. Estación Intermodal de Moreda. (INECO. Mayo 2010).
- Proyecto de demoliciones y levantes de las estaciones de Jovellanos y El Humedal. (INECO. Julio 2010).
- Proyecto Constructivo de supresión de la barrera ferroviaria de Gijón. Nueva Estación Intermodal (Infraestructura y Arquitectura). (INECO. Julio 2010).
- Estudio de fases para la ejecución de la supresión de la barrera ferroviaria de Gijón. (INECO, 2011).
- Proyecto Básico de superestructura de vía, electrificación e instalaciones de seguridad y comunicaciones (fase 1) de las vías de largo recorrido de la nueva estación intermodal de Gijón. (INECO, 2013).
- Proyecto Básico de superestructura de vía electrificación e instalaciones de seguridad y comunicaciones (fase 2) de las vías de cercanías y feve del nuevo túnel entre Moreda y Cabueñes. (INECO, 2013).
- Proyecto Básico de prolongación hasta la Avenida Príncipe de Asturias de la supresión de la barrera ferroviaria de Gijón. (INECO, 2014).
- Estudio complementario de la supresión de la barrera ferroviaria de Gijón. (INECO, julio 2015).

### 1.3.2. Bibliografía general

- Vera, J.A. (ed.). 2004: Geología de España. SGE-IGME, Madrid.
- Mapa Geológico de España (MAGNA) del IGME, escala 1/50.000, Gijón, hoja nº 14.
- Mapa geotécnico del IGME, escala 1:200.000, Oviedo, hoja 3.

### 1.3.3. Normativa de obligado cumplimiento

- Pliego de prescripciones técnicas particulares para los proyectos de plataforma (pgp-2011 v2), de ADIF.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, PG-3.
- Normativa N.A.V. 3-4-1.0
- Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SE-C. Seguridad Estructural. Cimientos
- Norma de Construcción Sismorresistente, NCSE-02.

## 2. GEOLOGÍA

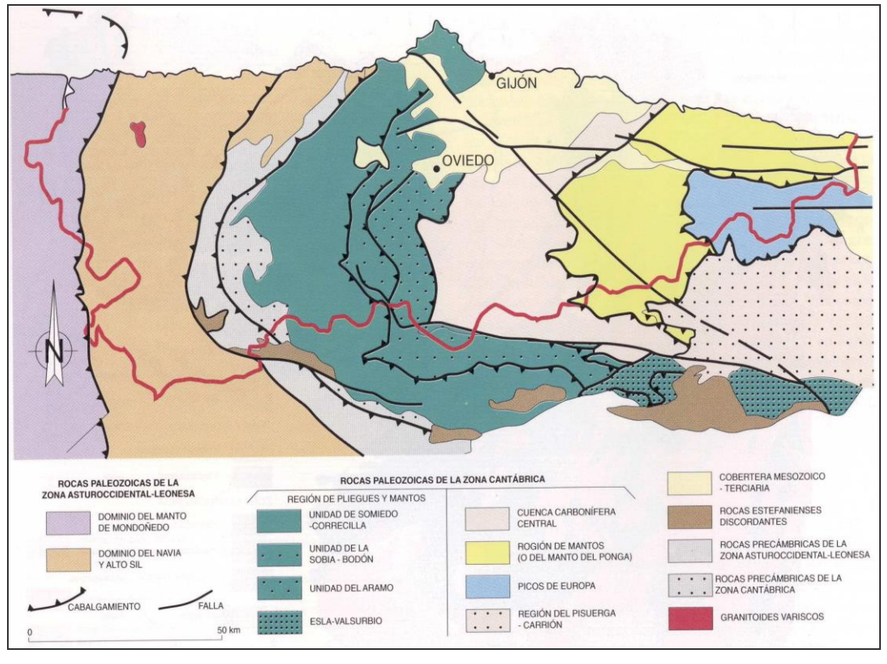
### 2.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS GENERALES

La historia geológica regional de la Cuenca Meso-Terciaria de Asturias, donde se sitúa la ciudad de Gijón, comienza al final del Carbonífero, cuando la fase de descompresión que siguió a la formación de la Cordillera Hercínica provocó el hundimiento de la parte septentrional de lo que ahora es Asturias.

Este fenómeno tuvo lugar a favor de dos accidentes profundos de dirección NE SO (Falla de Veriña) originando la Cuenca de Gijón Villaviciosa, al Norte, y la "Franja móvil intermedia", al Sur, jalonando ésta última la línea de debilidad NO-SE. Más tarde, a causa de un basculamiento general hacia el Sur y por el cambio de sentido de esta fractura intermedia, se formará el "Surco de Oviedo".

Otro rasgo paleográfico regional, obtenido por datos geofísicos, es la fractura Gijón-Candanal, de dirección NO-SE que dio origen a la alineación costera entre Gijón y Cabo de Peñas.

Desde el final de la tectónica Hercínica y hasta la transgresión triásica, la génesis de la cuenca mesozoica se vio afectada por un relieve morfológico o estructural donde se depositaron los sedimentos permotriásicos y en parte del Buntsandstein rellenando las zonas deprimidas. Posteriormente estos depósitos fueron cubiertos por la transgresión del Keuper arcilloso evaporítico.




*Bosquejo estructural de la Zona de estudio. Tomado de Aramburu y Bastida (1995)*

Durante el Liásico, en el Hettangiense, se instaura un régimen marino somero, con profundidades menores de 20-25 m, depositándose sedimentos de facies nerítica o costera que constituyen el substrato rocoso actual de la ciudad de Gijón. Al final del Hettangiense, la zona al Oeste de Gijón se eleva interrumpiendo la sedimentación aunque sin llegar a producirse una erosión significativa. La sedimentación marina se continúa durante el Sinemuriense Inferior y Medio aunque en un régimen más profundo (40 m aproximadamente) de carácter nerítico. El régimen de sedimentación es en general tranquilo (sedimentación de micritas), aunque ocasionalmente podría aumentar (calcarenitas esparíticas). Desde el Sinemuriense Inferior se observa un desplazamiento del borde de la cuenca hacia el Este y Norte, encontrándose sucesivamente los sedimentos más modernos del Jurásico marino en este sentido.

A partir del Sinemuriense Superior el mar se hace más profundo debido a un hundimiento de la cuenca, dando lugar a una sedimentación margo-calcárea que se continúa durante el Pliensbachiense.

Durante el Dogger, como efecto de las primeras fases tectónicas neokiméricas, comienza una elevación que probablemente tuvo su culminación en la Cuenca de Gijón-Villaviciosa, con una sedimentación terrígena de facies continental que comienza con el conglomerado de la "Fabuda", con mayor desarrollo hacia el suroeste debido a una mayor subsidencia. En el Malm continúa este movimiento de basculamiento siendo la sedimentación de facies lacustre y salobre al Suroeste y salobre marina al Norte-Noroeste (facies Purbeck).

Durante el Cretácico Inferior la Cuenca Gijón-Villaviciosa llegó a una emersión parcial mientras se acentuó la subsidencia de la Franja Móvil Intermedia.

En el Cretácico Superior el mar vuelve a invadir la cuenca Sur delineándose el Surco de Oviedo progresivamente.

Finalmente se inicia de nuevo una fase regresiva, el Surco de Oviedo es rellenado por sedimentos continentales terciarios y los movimientos alpinos dan lugar a los diferentes rasgos estructurales de las tres unidades descritas.

Ya en el Terciario se produce una emersión total acompañada de una erosión parcial de estos sedimentos, los movimientos alpinos se hacen más intensos, plegando la zona y acentuándose el escarpe de la Franja Móvil Intermedia que origina la formación de potentes conglomerados.

## 2.2. GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

En la zona de estudio resulta complicada la observación directa de las formaciones geológicas debido a que se trata de un área suburbana en la que se han experimentado procesos de alteración que generan materiales que tapizan toda la superficie de la zona.

Según los trabajos previos efectuados en el ámbito de la zona de estudio, el sistema estratigráfico predominante y más representativo y el que cuantitativamente mejor caracteriza a los materiales de la zona es el Jurásico junto con los materiales cuaternarios de origen diverso.

Comprendida en el Jurásico destaca la Formación Gijón, que es en la que se encuentra situada la traza del nuevo proyecto, la Formación Rodiles situada a techo de la Formación Gijón y la formación la Ñora que constituye la base del Jurásico Superior y que se dispone a techo de la formación Rodiles, aflorando estas dos últimas en las playas cercanas a la ciudad de Gijón.

También se ha constatado, aunque algo distante, la presencia del Tramo de Transición, conjunto de materiales que se hallan a muro de la Formación Gijón, concretamente en la zona del Llano.

### 2.2.1. Estratigrafía

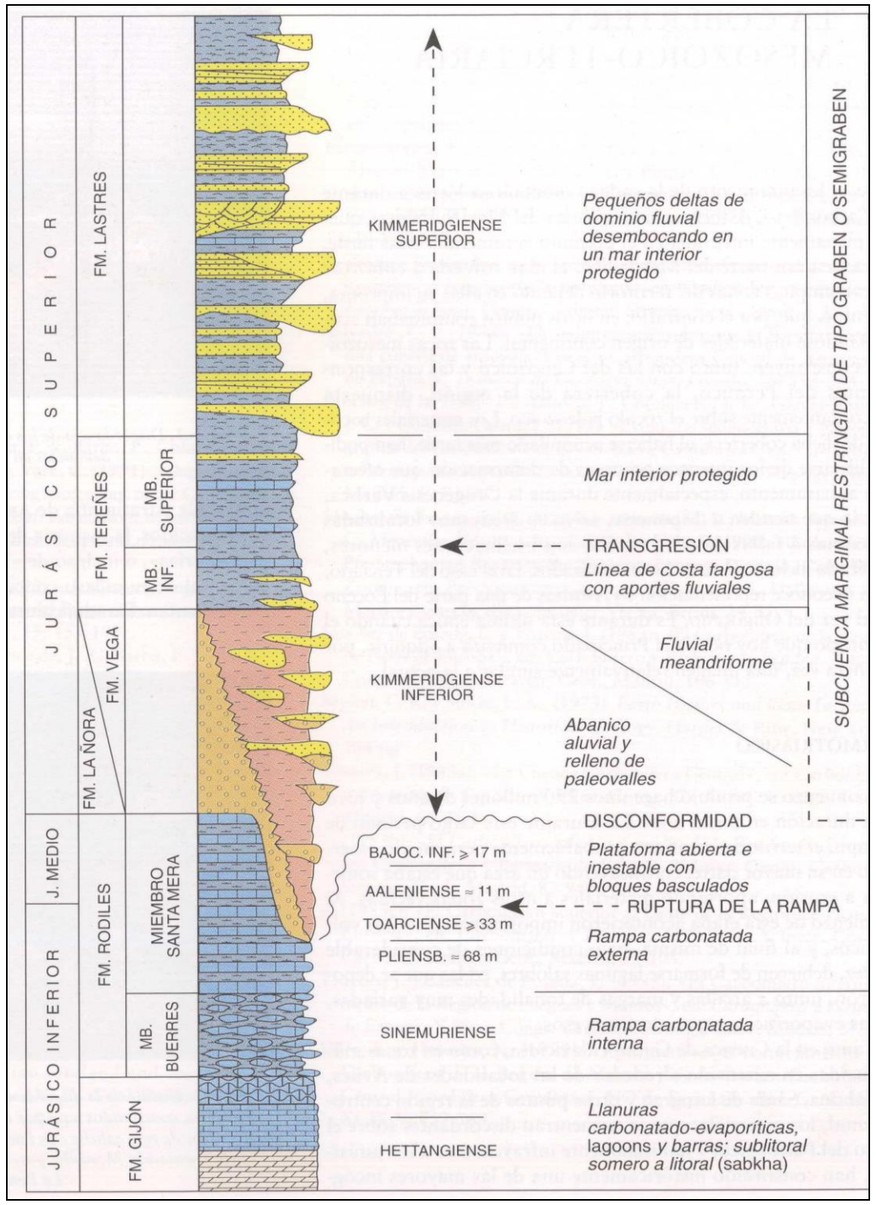
Las unidades litológicas diferenciadas en la zona de estudio corresponden a los materiales del substrato rocoso de edad liásica, encuadrados en la formación Gijón, y a los depósitos cuaternarios actuales.

Las unidades diferenciadas se describen a continuación:

#### 2.2.1.1. Jurásico

Con carácter general, para todo el ámbito jurásico asturiano, Valenzuela et al. (1986) diferencia, de muro a techo, las siguientes formaciones: Gijón, Rodiles, La Ñora-Vega, Tereñes y Lastres (ver figura adjunta).

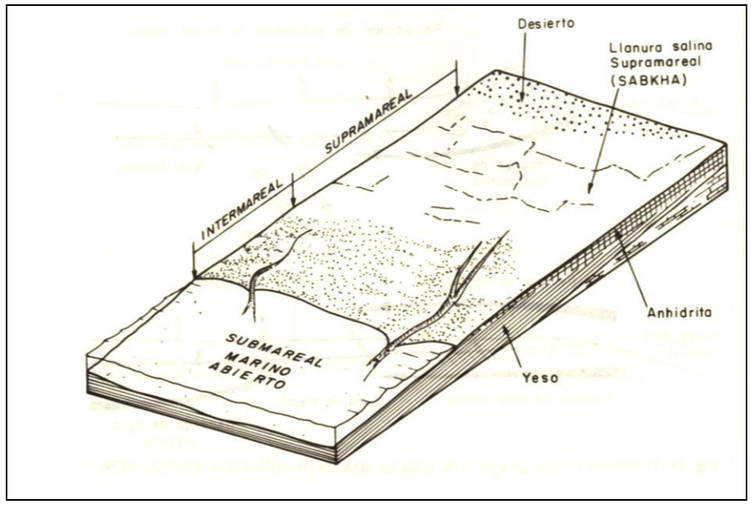
Un aspecto destacable de la serie jurásica de los alrededores de Gijón es la acusada variación lateral que presenta, tanto en lo referente a litología como a espesor.




*Columna estratigráfica general del Jurásico Asturiano. Tomado de Aramburu y Bastida (1995)*

La formación Gijón representa el Jurásico calcáreo, en el que se distinguen varios niveles de calizas, más o menos margosas, dolomías cuya sedimentación se produjo en un mar cálido donde vivía una variada fauna y lutitas grises a negruzcas con sulfatos.

Comprenden ambientes sedimentarios hipersalinos, desde el submareal somero a supramareal (sabkha), en lagoons restringidos con regímenes micromareales.




*Bloques diagrama mostrando las diversas zonas de sedimentación en mares someros y zonas áridas. Tomado de Arche et al (1992)*

Los únicos afloramientos relativamente cercanos en los que se observó dicha formación, es un resalte topográfico que se encuentra en la confluencia de la Avenida Príncipe de Asturias con la calle Puerto de Somiedo y en los acantilados costeros del Cerro de Santa Catalina.

*Dolomías de la Formación Gijón en la confluencia de la Avenida Príncipe de Asturias con la calle Puerto de Somiedo.*

*Calizas y brechas de la Formación Gijón en la zona del Cerro de Santa Catalina.*

A continuación se describen las unidades jurásicas de la Fm. Gijón que se verán afectadas por los trazados proyectados:

*2.2.1.1.1. Dolomías (Jd)*

Se encuentran, por lo general hacia muro de la serie jurásica. Presentan direcciones de buzamiento comprendidas entre N10º y N340º.

Aparecen estratificadas en bancos de espesor muy variable (desde unos centímetros hasta decenas de metros), mostrando en ocasiones laminaciones milimétricas más oscuras que se encuentran buzando entre 10 y 15º, salvo accidentes tectónicos locales donde el buzamiento puede ser mayor.

*Dolomías de la Formación Gijón en la confluencia de la Avenida Príncipe de Asturias con la calle Puerto de Somiedo.*

Dicha estratificación, viene remarcada por microbandas orientadas de acumulación de óxidos de hierro-opacos granulares que suelen contener algo de cuarzo de origen no detrítico, debido a procesos de silificación incipientes por sustitución de la calcita.

*Fragmento de testigo de dolomía con laminación relicta milimétrica buzando 10º. Techo hacia izquierda de la fotografía.*

Mineralógicamente presentan una textura de grano fino, formada por cristales de dolomita dismicrítica de tamaño 0,02 mm tal y como se indica en estudios petrográficos, apenas reaccionan con el HCl en frío y muestran coloración variable, con colores beiges, grises y grises oscuros y anaranjados por alteración al estar recubiertos por patinas arcillosas.

Su grado de alteración y fracturación es muy variable, se encuentran afectadas por un sistema de fracturación vertical a subvertical, ocasionalmente intersectado por juntas con ángulos variables, generalmente coincidentes con la estratificación y de morfología planar y/o rugosa, encontrándose selladas por rellenos lutíticos de espesor milimétrico.

*Fragmento de testigo de dolomía con laminación milimétrica buzando 10º rellena de lutita gris, intersectada por pequeñas juntas milimétricas subverticales selladas por calcita*

El espaciado de las juntas da origen a una amplia gama de intensidad de fracturación generando en ocasiones una roca formada por intraclastos angulosos de dolomía dismicrítica, cementada por dolomita y de aspecto brechoide (ver fotografías adjuntas).

*Fragmento de testigo de dolomía intersectada por pequeñas laminaciones milimétricas subhorizontales*

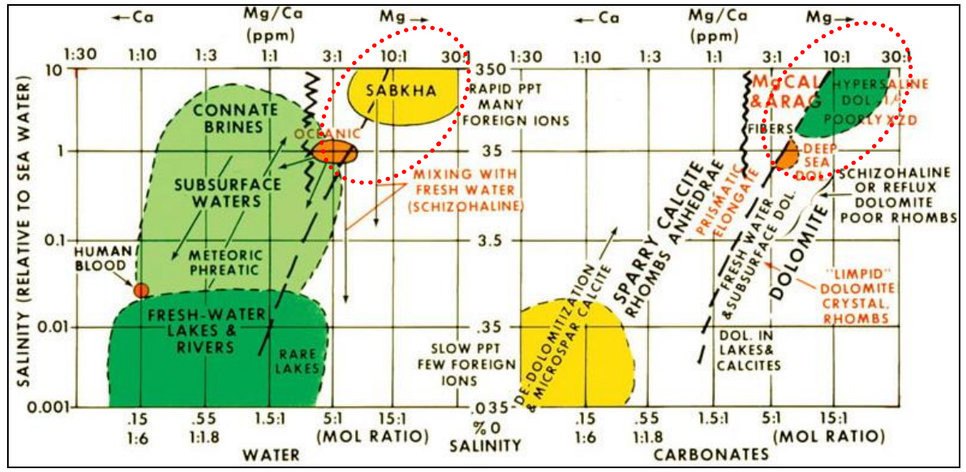
*Fragmento de testigo de dolomía con aspecto brechoide*

Esporádicamente, se ha observado la presencia de sulfuros en forma de pirita y calcopirita de tamaño milimétrico en las juntas, sobre todo en las dolomías grises oscuras y en varios fragmentos de testigos se pueden observar juntas estilolíticas transversales al eje del sondeo de carácter escalonado y tamaño milimétrico que abarcan toda la sección del mismo.

Su grado de karstificación es muy desigual, desde zonas donde la roca se encuentra prácticamente sana y sin signos de alteración, hasta pequeñas cavidades kársticas decimétricas que en ocasiones aparecen selladas selladas por limos eluviales.

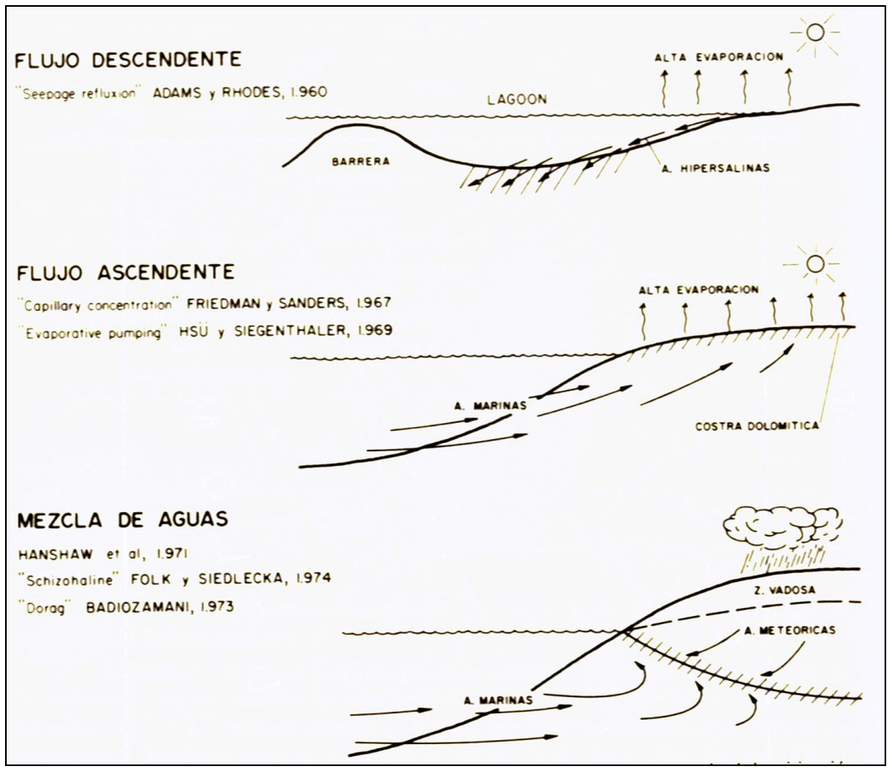
Su origen puede deberse a una causa primaria al depositarse en ambientes determinados, o por un reemplazamiento diagenético de calizas preexistentes, ya sea en una etapa temprana o tardía respecto a la formación del carbonato cálcico precursor.

Debido a ciertas características que presenta como son la laminación milimétrica, una granulometría muy fina, ausencia de fósiles, que se encuentran bien estratificadas, con continuidad lateral e interestratificadas con margas oscuras, su génesis podría haberse producido en ambientes hipersalinos con elevada temperatura y ausencia de vida o bien en plataformas cálidas cercanas a la costa por reemplazamiento precoz de calizas.




*Estabilidad mineral en función de la relación Mg/Ca y la salinidad, y ambientes sedimentarios. Señalado con círculo se encuentra la posible zona de depósito de las dolomías que nos conciernen. Tomado de http://strata.geol.sc.edu/seqstrat.html.*

Otras observaciones, como son transiciones desde dolomías a calizas (o viceversa) y que podrían corresponder con frentes de transformación de una fase mineral en la otra, lo que indicaría un proceso de formación secundario. Este proceso llamado dolomitización tiene lugar en ambientes diagéneticos próximos a los sedimentarios, diferenciándose los siguientes modelos en función de la morfología del ambiente.




*Esquemas mostrando los diversos procesos o condiciones para que se produzca el proceso de dolomitización. Tomado de Arche et al (1992)*

En llanuras costeras supramareales, junto a albuferas o marismas, con intensa evaporación y aportes periódicos de agua marina, se diferencian varios modelos: Uno por descenso evaporítico o flujo descendente debido a un incremento de la densidad de las salmueras en el lagoon y que genera un flujo a través de los carbonatos permeables de fondo que desplaza las aguas intersticiales y dolomitiza los materiales a su paso; otro modelo por ascenso evaporítico o flujo ascendente, debido a la concentración de las aguas intersticiales muy próximas a la superficie, alimentadas por capilaridad y que generan cortezas dolomíticas; un tercer caso que tiene lugar en ambientes submarinos, en el interior del sedimento, en zonas próximas a áreas emergidas húmedas, tiene lugar la mezcla de aguas dulces y marinas; se encuentran supersaturadas para la dolomita y subsaturadas para la calcita por lo que pueden dolomitizar.

Las dolomías secundarias son propias de la diagénesis, de etapas más o menos tardías, en las que el reemplazamiento se produce sobre calizas ya consolidadas. La dolomitización tiene lugar normalmente en ambientes de soterramiento profundo, donde altas temperaturas y presiones favorecen el proceso. El problema fundamental planteado es la fuente del magnesio, en este caso se han señalado como posibles fuentes: la existencia de salmueras amargas fósiles, las transformaciones en las arcillas y la expulsión de aguas marinas connatas.

#### *2.2.1.1.2. Calizas (Jcd)*

Se extienden de forma un tanto irregular a lo largo del substrato rocoso jurásico, y se presentan en general, como micritas con distintos grados de cristalización, aunque ocasionalmente pueden presentarse como esparitas. En las calizas del miembro superior suelen encontrase calizas oolíticas con laminaciones.

Las direcciones de buzamiento medidas varía entre N80º E N100º E, aparecen estratificadas en bancos de potencia variable y en la mayoría de los casos, se encuentran laminadas milimétricamente con niveles más limosos y oscuros y otros más carbonatados y claros con colores grises de tonalidad variable a ocres claros por alteración. En los afloramientos se pueden observar ripple marks linguoides en la superficie de la capa de caliza.

*Ripples linguoides en las calizas del Cerro de Santa Catalina*

Suelen encontrarse atravesadas por numerosas venas de calcita y con pequeñas geodas centimétricas selladas por cristales de calcita.

*Calizas laminadas en el Cerro de Santa Catalina*

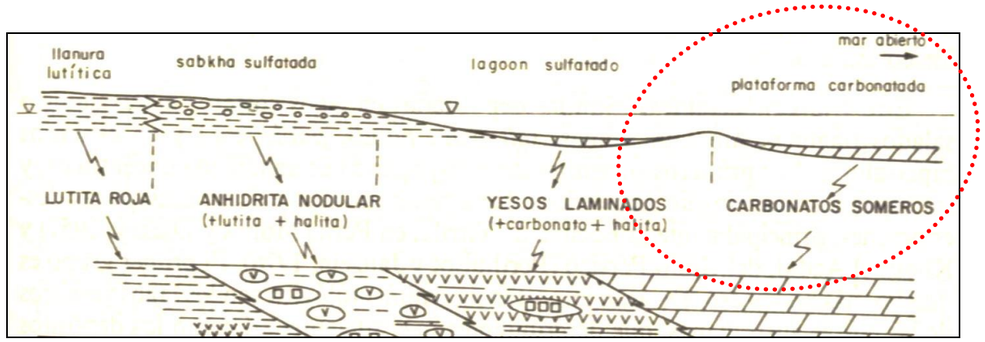
Como criterio de diferenciación entre materiales rocosos, se ha utilizado su aspecto de visu y la reacción con el HCl del corte fresco en frío. En el caso de las calizas dolomíticas, su reacción al ser muy leve pudiera pasar desapercibida, lo que haría que se encuentren asimiladas en la formación de dolomías.

*Calizas laminadas con alternancias de coloración y geodas centimétricas selladas por calcita cristalina en el Cerro de Santa Catalina*

*Fragmento de testigo de calizas ocres laminadas alternando tapices algales junto con láminas de caliza más margosa que en general muestran procesos incipientes de disolución. El techo queda hacia la parte izquierda de la fotografía procedente del sondeo SJ-09 a 27m de profundidad.*

Su sedimentación se cree que se produjo en un ambiente de plataforma somera protegida, con profundidades comprendidas entre los 5 y 15 m y cercano a zonas costeras áridas.

Las partes marginales de esta plataforma se pueden dividir en dos subzonas: una superior, cuya sedimentación está condicionada por el clima y que en zonas áridas da lugar a llanuras salinas debido a una alta evaporación; y una zona intermareal que, en áreas hipersalinas, presenta gran abundancia de algas, particularmente en charcas permanentes bajo las cuales se encuentran sedimentos de color oscuro debido a las condiciones reductoras que se generan.



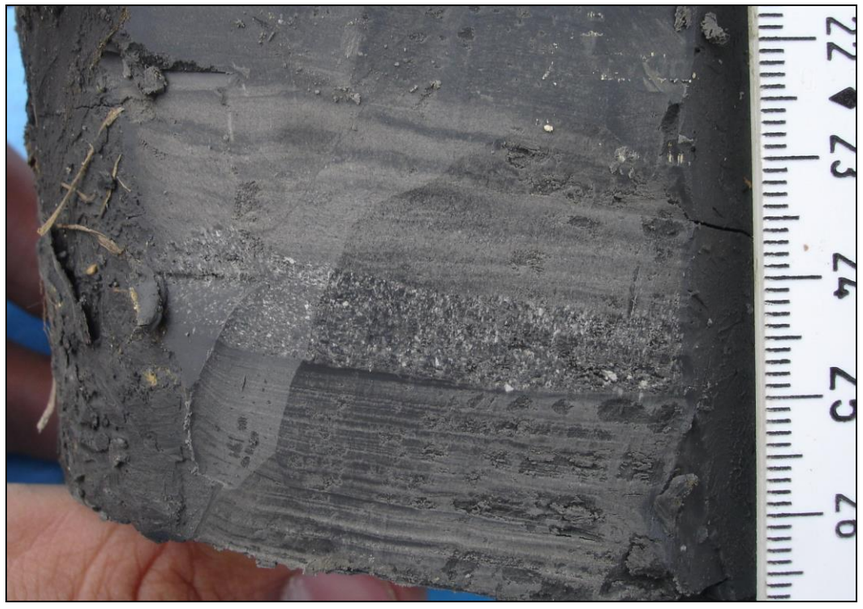

*Esquemas mostrando los subambientes carbonatados, evaporíticos y lutíticos en relación con la progradación de la sabkha carbonatada sulfatada. Tomado de Arche et al (1992)*

Hacia la parte inferior de la zona baja intermareal, se encuentran los bajíos, que son las áreas más próximas al borde de las plataformas, en las que las corrientes y las mareas alcanzan mayores velocidades por lo que se ve favorecida la formación de oolitos y otras partículas carbonatadas. El conjunto de las características comentadas, indica un ambiente para el depósito de estas calizas comprendido entre la zona de bajíos, en la que se depositarían los oolitos del miembro superior y la llanura intermareal con la formación de ripples, laminaciones milimétricas y mallas algales.

*2.2.1.1.3. Lutita- limolitas margosas grises (Jlm)*

Se presentan como intercalaciones importantes entre los estratos dolomíticos de la serie estratigráfica liásica, llegando a alcanzar unos 10 m de potencia máxima en la zona de estudio.

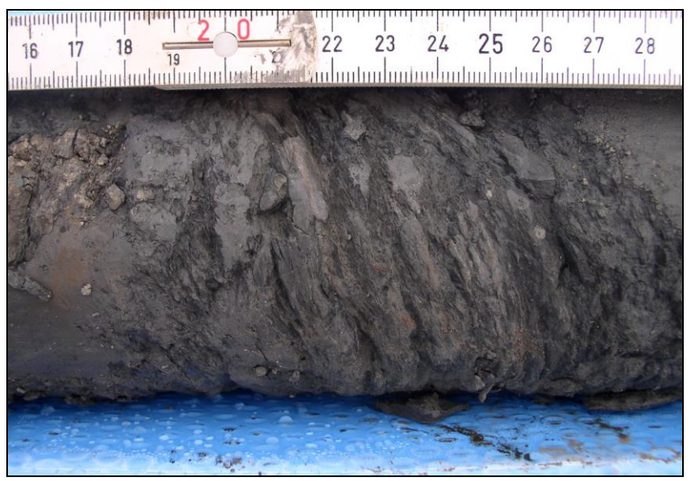
Están compuestas por lutitas y limolitas margosas con indicios de arena, ocasionalmente atravesadas por pequeños niveles dolomíticos gris oscuros intercalados de poca entidad, y presentan colores grises muy oscuros con laminaciones blanquecinas finas y consistencia firme. Reaccionan en ocasiones con el HCl, fundamentalmente las laminaciones blanquecinas. Presentan contenidos de sulfatos variables, aunque no se hayan detectado de “visu” cristalizaciones de esta composición.



*Fragmento de testigo de lutitas grises con laminación milimétrica más limosa que alterna con zonas de estructura algo más caótica.*

*Testigo de lutitas grises con laminaciones blanquecinas carbonatadas subhorizontales, intercalándose una capa centimétrica de dolomía hacia la parte izquierda de la fotografía*

Muestran frecuentemente un aspecto pizarroso subhorizontal evidenciando la presencia de laminaciones milimétricas blanquecinas de composición carbonatada y una disposición subhorizontal. En sección se hace evidente la existencia de *slickensides*.



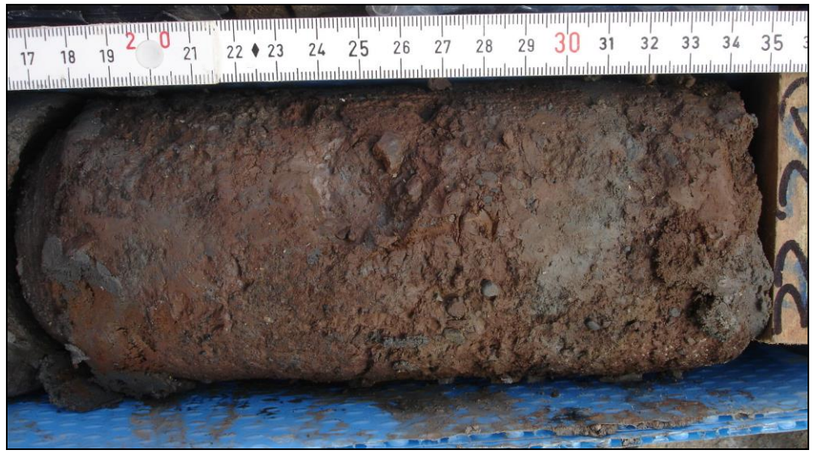
*Fragmento de testigo de lutitas grises con aspecto pizarroso y con buzamiento coincidente con el de las dolomías.*

Su grado de alteración suele ser moderado, así como su fracturación. Presentan ocasionalmente pequeños niveles dolomíticos gris oscuros intercalados de poca entidad y con elevada fracturación.

La sedimentación de estos materiales se produjo en un ambiente intermareal, en condiciones reductoras lo que le proporciona su color gris negruzco y bajo condiciones de salinidad moderada.

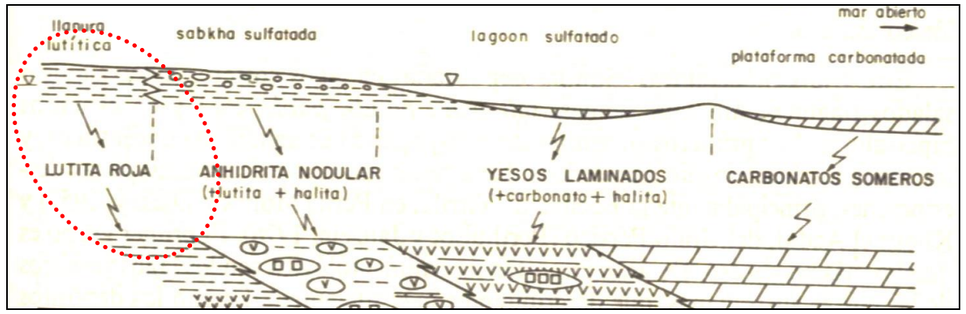
#### *2.2.1.1.4. Lutita- limolitas margosas rojizas (Jlr)*

En ocasiones las lutitas y limolitas grises muestran colores marronáceos a rojizos, siendo este el caso, de varias capas de color rojizo-vinoso localizadas en gran parte de los sondeos (por ejemplo, el sondeo SJ-09 a unos 7 m y SJ-11 a 33 m), y que parecen presentar una cierta continuidad lateral ya que puede ser utilizada como nivel guía para correlacionar los sondeos.



*Fragmento de testigo de lutitas margosas rojizas a grises*

Estas lutitas de color rojizo se generan por procesos de alteración al quedar expuestas durante lapsos de tiempo por variaciones del nivel del mar, en condiciones subaéreas.




*Esquema mostrando los subambientes carbonatados, evaporíticos y lutíticos. Tomado de Arche et al (1992)*

### *2.2.1.1.5. Lutita- limolitas margosas brechoides (Jb)*

Esta litología se compone de fragmentos angulosos de dolomía o lutitas dolomitizadas, de tamaño arena y grava en matriz lutiticomargosa a limomargosa de colores grises oscuros y con aspecto brechoide.

*Testigo brechas gris oscuro, donde se observan los fragmentos angulosos de dolomía/marga dolomitizada*

El conjunto es de geometría irregular y que no muestra estratificaciones ni ningún tipo de estructura.

*Brechas de caliza gris, donde se observan los fragmentos de tamaño variable que aun conservan la laminación subhorizontal*

*Testigo brechas gris oscuro, donde se observan los fragmentos angulosos de dolomía/marga dolomitizada, posiblemente asociadas a una zona de falla.*

Se ha diferenciado otro tipo de brechas, producto de la acción de zonas de fractura de poca entidad aunque muy abundantes. Debido a estas circunstancias, su geometría y continuidad suele ser muy errática.

En general presentan una menor compactación, con una mayor abundancia de fragmentos angulosos que las que se han reconocido como brechas de falla

Con frecuencia durante las labores de perforación se recuperan en forma de clastos de dolomía, angulosos y de tamaño variable al lavarse la matriz arcillosa.

Su origen es dudoso aunque en su mayoría son brechas intraformacionales, producto de la disolución y karstificación de materiales yesíferos intercalados en la formación que generan el posterior colapso y relleno del material. Por este motivo se disponen como lentejones tabulares que se acuñan lateralmente.

2.2.1.2. Cuaternario

Los sedimentos más recientes depositados en el concejo de Gijón tapizan casi por completo el sustrato Jurásico en el que se encuentra situada la ciudad. Ofrecen una estrecha relación con el ámbito costero que lo singulariza, siendo destacables los depósitos litorales de playa que muestran un espesor y distribución muy variable.

Otro tipo de materiales depositados en la zona de estudio son los relacionados con turberas y marismas que antiguamente cubrían una importante zona (El Humedal). Por motivos de salubridad durante el Siglo XVIII se procedió al desecado de la zona, quedando selladas por rellenos arenosos y otros materiales de origen diverso.

De modo orientativo, en la siguiente figura adjunta, se puede observar cómo fue la distribución de los materiales en la zona de proyecto previamente al proceso de desecado.

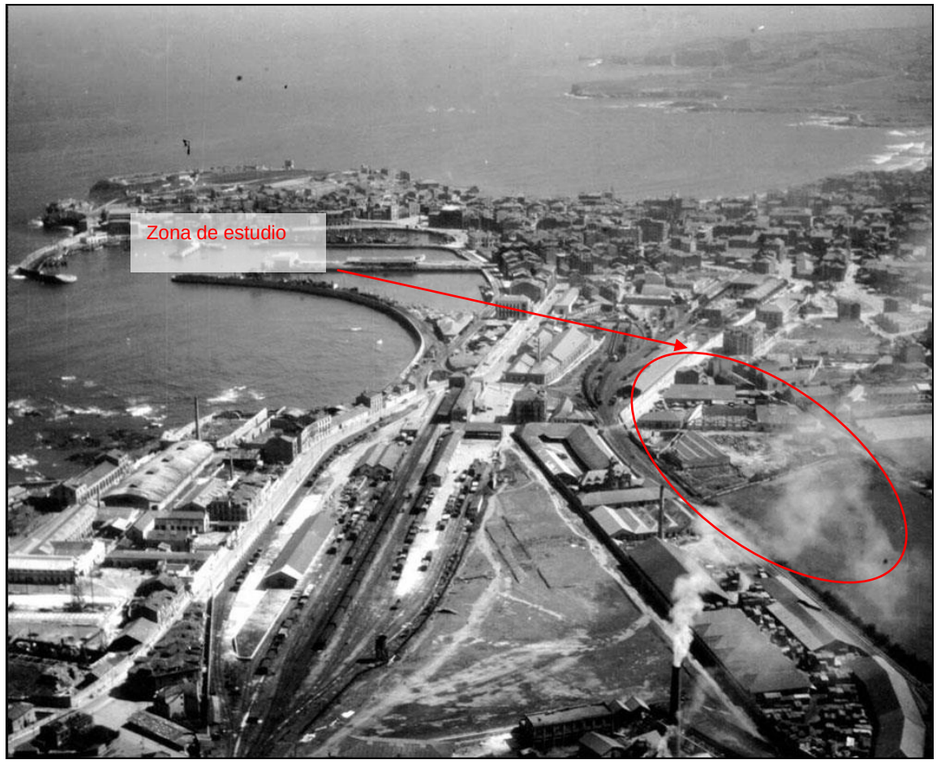
*Lámina del siglo XVII reproduciendo una vista panorámica del puerto de Gijón dibujado por Pedro Teixeira entre 1622 y 1634.*

Mencionar las arcillas residuales provenientes de la alteración del substrato, con importantes espesores en algunos puntos de la ciudad y que en nuestra zona de estudio alcanzan potencias de hasta 4 m, junto con los depósitos de ría y las terrazas fluviales en las áreas de interfluvio de los arroyos, constituidos por cantos rodados y una abundante fracción areno arcillosa.

Actualmente, tapizando el conjunto de materiales citados con anterioridad, se disponen los rellenos antrópicos propios de un área suburbana, con orígenes muy variados, de distribución y espesor erráticos.

Fundamentalmente están ligados a las actividades industriales que se desarrollaron durante los siglos XIX y XX, al concentrarse en dicha zona empresas siderúrgicas y fábricas de diversa índole. Por ese motivo, los materiales antrópicos fundamentalmente están constituidos por escorias, restos de fundición, fragmentos cerámicos y abundante materia orgánica.

En la siguiente fotografía adjunta se puede observar el anterior emplazamiento de la estación de ferrocarril de Gijón, junto con la fundición de Moreda y demás fábricas anexas, situadas en el parque que actualmente lleva ese mismo nombre.




Fotografía aérea de la antigua estación de ferrocarril de Gijón a mediados del Siglo XX, y la antigua fábrica de Moreda.

La antigua estación de ferrocarril de la ciudad, que se encontraba más próxima a la costa, y la zona industrial, en el último cuarto del Siglo XX sufrió importantes modificaciones. Se transformaron los emplazamientos por zonas residenciales, demoliéndose la mencionada fábrica de Moreda y sustituyéndose por un parque público, reubicándose la estación de ferrocarril en la estación de Jovellanos. Dicha estación fue demolida tras la construcción de la Estación Provisional de Sanz Crespo.

*Fotografía aérea de la antigua estación de ferrocarril de Gijón y la estación de Jovellanos a finales del Siglo XX. Compárese con la fotografía anterior.*

Como consecuencia del pasado industrial de la zona de proyecto, existe contaminación superficial que, previsiblemente, impregna los sedimentos superficiales, rellenos antrópicos y vertidos incontrolados que existen en la zona. En el estudio geotécnico del proyecto del túnel de penetración en Gijón se señala la existencia de contaminación por hidrocarburos en el sondeo S-2, localizado en el entorno de la antigua estación de Jovellanos, zona en la que se ubica actualmente la estación provisional de Sanz Crespo. La contaminación se extiende también a otras zonas situadas al este de la futura estación, y se ha detectado en los sondeos S-5 y S-7 de dicho proyecto.

Se dispone, además, de análisis realizados en el Estudio Hidrogeológico en el que se detecta contaminación por aceites, grasas e hidrocarburos en todas las muestras analizadas. Esto abarca desde el PK 1+250 hasta el final del trazado.

En dicho estudio, se afirma que este tipo de contaminación superficial que impregna los sedimentos, incluso que se encuentra en los rellenos antrópicos o vertidos incontrolados que existen en la zona, puede llegar a movilizarse con la elevación del nivel piezométrico de los acuíferos, ya sea de modo natural o inducido por el efecto barrera de las obras.

Para la fase de proyecto que nos ocupa, se ha realizado un *Estudio preliminar de la calidad del suelo y las aguas subterráneas para el estudio informativo de la nueva Estación Intermodal de Gijón*, el cual se puede consultar en el documento ambiental.

Ubicación sondeos con presencia de contaminación por hidrocarburos (Imagen tomada del *Estudio preliminar de la calidad del suelo y las aguas subterráneas para el estudio informativo de la nueva Estación Intermodal de Gijón,* realizado por Applus)

Como se puede observar en la imagen anterior, no se dispone de datos en el tramo inicial en estudio, por lo que no se puede acotar la zona contaminada. En fases posteriores de proyecto, tal y como se concluye en el mencionado estudio preliminar, deberá realizarse un estudio de suelos contaminados con el objeto de delimitar el volumen afectado por contaminación.

Una vez acotada la zona contaminada, se recomienda descontaminar los suelos afectados durante las obras, o transportarlos a un vertedero apropiado, para evitar la posible removilización futura de los contaminantes.

#### *2.2.1.2.1. Arcillas residuales, eluviales (Qel)*

Se trata de importantes acumulaciones de arcillas y arcillas limosas de tonos pardo-amarillentos, con moteado negruzco disperso procedente de materia orgánica.

Hacia el tramo basal (en contacto con el sustrato menos alterado) suelen aumentar la proporción de limos y englobar una fracción de tamaño arena y gravas angulosas de dolomía, al tratarse de la transición hacia el substrato rocoso.

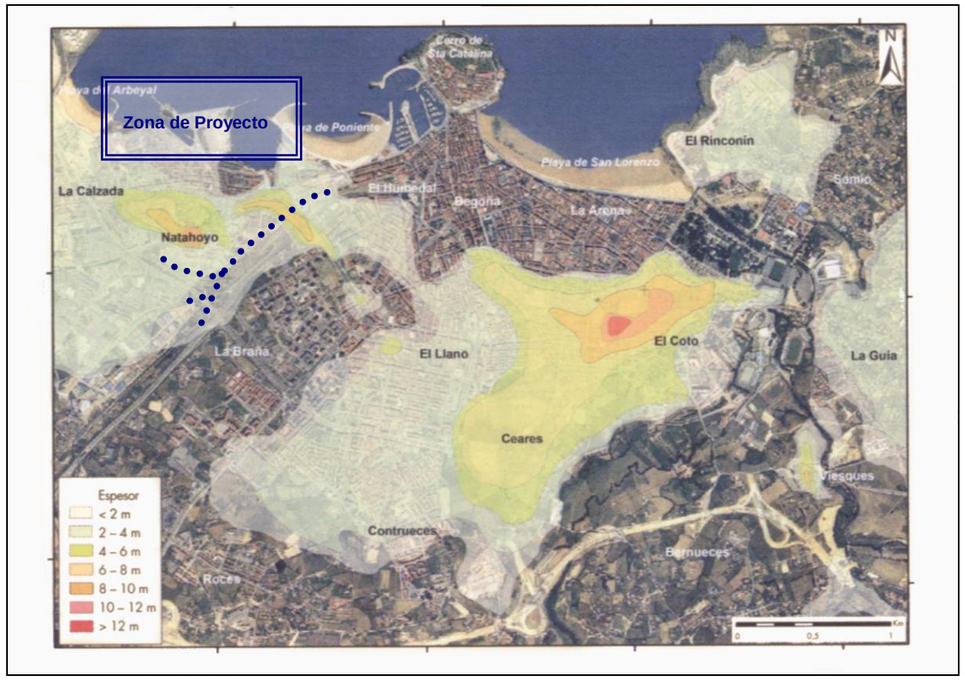
La fracción arcillosa está mineralógicamente compuesta por illita y en menor proporción caolinita y clorita. También aparecen ocasionalmente tinciones ferruginosas, nódulos de goethita y hematites

*Fragmento de testigo de arcillas y limos eluviales con fragmentos angulosos de dolomía ocre*

De todas maneras, en función del material origen que da lugar a las arcillas (bajo condicionas de alteración similares), estas poseen unas características y composición variables.

Muestran en general una consistencia de media a firme, aspecto caótico, aunque en ciertos casos, se hace evidente una laminación milimétrica versicolor de limos, sobre todo hacia muro.

En las zonas cercanas al área en estudio como es el barrio de Natahoyo (ver figura adjunta), cuentan con importantes espesores de hasta 8m y estando su presencia generalizada en toda la zona en estudio.




*Mapa geotécnico de Gijón, en el que se pueden apreciar como una capa de colores variados, las zonas de isopacas de los materiales eluviales en la ciudad de Gijón. Tomado de López-Fernández et al. (2006)*

La génesis de estos depósitos y su modo de yacer permiten deducir que proceden de la paulatina alteración eminentemente química, mediante una intensa descarbonatación conformando una formación superficial de tipo “alterita”.

Determinados factores (climatología, condiciones hidrológicas de la cuenca, etc.) han provocado la movilización del carbonato por disolución, con la consiguiente decalcificación del basamento calcáreo-dolomítico, previsiblemente bajo condiciones geoquímicas habituales de un proceso kárstico en clima templado.

El resultado de este proceso es un depósito de residuo insoluble, con un componente arcilloso mayoritariamente que fosilizan los paleorelieves. La extensión primitiva de estos depósitos debió de tener una extensión notablemente mayor; ampliamente desmantelada por la erosión terrestre y marina.

*2.2.1.2.2. Depósitos litorales (Qli)*

Se trata de arenas limpias en general, aunque en algunos puntos coexisten con arenas limosas o arcillosas. También aparecen indentados lentejones de gravas y, con cierta frecuencia, depósitos de fangos y turba.

*Excavación para colector cercana al sondeo SJ-12. Se pueden apreciar las arenas litorales de color amarillento en el fondo de excavación, a unos 2-3m de profundidad*

Estas arenas representan una unidad importante en cuanto al relleno del cuaternario del área de estudio. Su potencia oscila entre 1 y 1,5 m en el área de estudio y aumenta su espesor hacia el este, llegándose a alcanzar espesores de hasta 24 m en algunas zonas de la ciudad de Gijón.

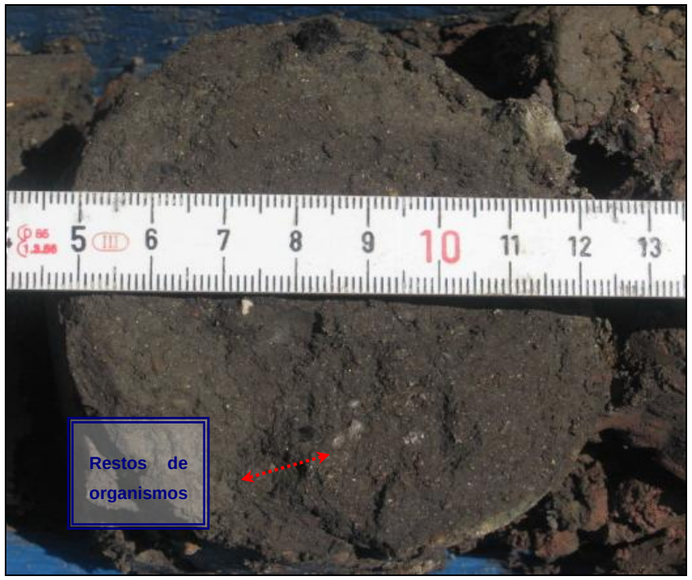
*Arenas finas con limos procedentes de la excavación para colector en la calle Juan Carlos I*

#### *2.2.1.2.3. Aluviales (Qal)*

Se trata de depósitos integrados por materiales limosos y arcillosos en ocasiones arenosos, con presencia de horizontes ricos en materia orgánica, variando su naturaleza a lo largo del río.

Se localizan mayoritariamente asociados a los afluentes de la zona de estudio, como son el río Pilón, por lo que su presencia a lo largo de la traza es muy reducida. Su espesor varía entre los 0,3 a 2 m de potencia.

Debido a las modernas labores de canalización y soterramiento parcial del río, resulta complicado conocer cuál era anteriormente el curso por el que discurría hacia el mar, por lo que la extensión y distribución real de los materiales se desconoce.




*Fragmento de testigo de arcillas limosas aluviales con restos de fauna (gasterópodos). y abundante materia orgánica.*

Durante las labores de excavación del colector para la Empresa Municipal de Aguas, se obtuvo bajo las arenas litorales, arcillas grises verdosas muy plásticas con abundantes restos vegetales y materia orgánica, junto con gravas cuarcíticas subredondeadas que pudieran corresponder con restos de la desembocadura de una ría.

*Arcillas plásticas y limos con gravas cuarcíticas en la excavación de colector en calle Juan Carlos I*

#### *2.2.1.2.4. Depósitos antrópicos (Qr)*

Corresponden a la segunda unidad por extensión superficial más importante, dado su ámbito suburbano.

Son materiales muy heterogéneos compuestos por fragmentos, cantos y bloques de naturaleza variada, tanto silíceos como carbonáticos además de escombros, escorias, ladrillos, maderas, vidrio, etc. todos ellos englobados en una matriz arenolimosa suelta y poco compacta.

*Fragmento de escoria de fundición en las inmediaciones del parque de Moreda.*

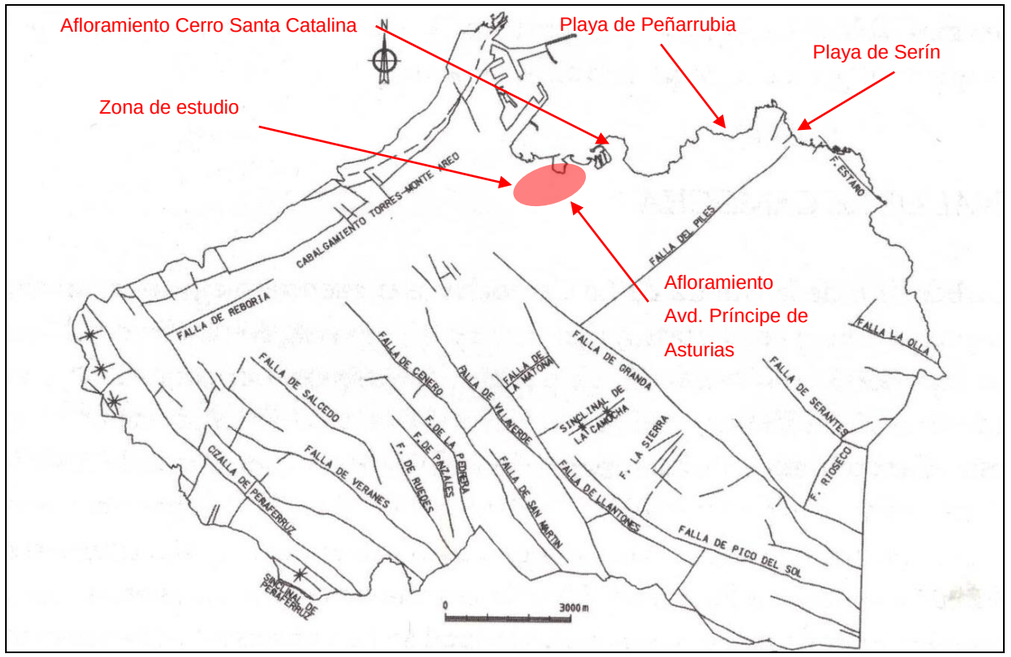
Su espesor suele ser reducido, menor de 2 a 3m, aunque en algunas zonas, como el área de la antigua estación de ferrocarril de Jovellanos, se alcanzan espesores importantes, de hasta 4 m.

### 2.2.2. Tectónica

En la zona de estudio, el substrato jurásico se dispone globalmente con buzamientos subhorizontales salvo accidentes locales, formando pliegues de amplio radio. De todas maneras, el rasgo más destacado es la deformación frágil, presentada por una importante red de fallas que afectan también al substrato paleozoico.

Los pliegues, en general, son vastas ondulaciones cuyos ejes presentan una orientación NO-SE, por lo tanto, ortogonal al producido en la Orogenia Varisca. Entre ellos destacan estructuras de plegamiento, emplazadas en la zona costera (ver fotografía adjunta) y al SSE del núcleo urbano de Gijón, poseen dirección N-S o NE-SO.

*Cierre periclinal de un pliegue en la playa de Peñarrubia. La marea baja permite la observación de la dirección de inmersión del pliegue.*




*Esquema de situación de principales fallas y pliegues de la zona. Tomado de Gutiérrez Claverol et al (2002).*

En la figura que se acompaña a continuación, se muestran los accidentes tectónicos más singulares. Sin embargo, no resulta sencillo establecer conclusiones definitorias acerca de la deformación frágil, ya que los sistemas de fracturas que afectan a la cobertera han sido, en mayor o menor grado, heredados de la orogenia varisca; con posterioridad, durante el Mesozoico y el Terciario, se suceden episodios extensionales y compresivos, produciéndose removilizaciones de fallas creadas con anterioridad.

Como ya se mencionó anteriormente, debido a las dificultades para reconocer materiales y estructuras de la zona de estudio, por la ausencia de afloramientos se realizaron trabajos de reconocimiento en acantilados, playas y otros afloramientos cercanos a la zona. También se realizaron observaciones en las obras del colector que se efectuaban en la Avenida Juan Carlos I (paralela a la traza).

El talud de la playa de Peñarrubia, constituido por materiales jurásicos (Formación Rodiles y la Ñora), se encuentra afectado por una tupida red de fracturas. Se puede observar un sistema de fallas extensionales (N115-135ºE) con bastante buzamiento (60-90º al SO) y saltos verticales de 5-10 m, que dan lugar a grandes bloques de 100-200 metros.

*Formación Rodiles en la Playa de Peñarrubia afectada por fallas subverticales*

Estas fallas han sido atribuidas a la etapa “rifting” tardo-jurásica –dirección de extensión NE-SO. Con posterioridad, durante la fase compresiva cenozoica, tiene lugar la reactivación del anterior sistema de fracturación, produciendo tanto fallas de desgarre dextral (con un ligero componente según el buzamiento), como sinestrales, o incluso inversas de pequeño desarrollo.

También en la playa de Serín se reconocen fracturas similares de rumbo NO-SE que afectan a la ritmita margo-caliza de la Fm. Rodiles, ligadas a la misma etapa compresiva cenozoica. A su vez coexisten con otras de dirección N-S a NE-SO con componente normal, interpretadas como una reactivación de anteriores fallas inversas y de desgarre durante los eventos extensionales tardo-cenozoicos.

*Formación Rodiles en la Playa de Serín. El buzamiento de las capas es de 12º y se encuentran afectadas por pequeñas fallas de salto decimétrico. La brújula sirve de escala*

Durante la perforación de los sondeos se interceptaron varias fallas, generalmente subverticales, que fragmentan y alteran en gran medida el sustrato al que afectan. Los testigos de los sondeos suelen mostrar un plano liso, con algunas estrías de falla que indican un salto de tipo normal y que se encuentran selladas por limos y arcillas de color ocre a grisáceo.

*Plano de falla afectando a un testigo del sondeo SJ-12.*

Un ejemplo de lo anteriormente comentado es la falla registrada en el sondeo SJ-12 que afecta al sustrato rocoso y lo altera en gran medida. Se han registrado algunas otras de menor entidad que no lo afectan tanto como son las registradas en los testigos del sondeo SJ-06.

A grandes rasgos, se pueden diferenciar dos tipos dominantes de fallas:

***Fallas NE-SO o longitudinales***

Son subverticales, de salto pequeño y bastante desarrollo longitudinal, que afectan tanto a materiales paleozoicos como a mesozoicos. Coinciden con el trazado de los cabalgamientos variscos, de los que parecen derivar mediante la reactivación alpina de esas antiguas estructuras. El movimiento, aunque aparentemente vertical, puede tener también un notable efecto de desgarre.

De ellas, es de destacar la Falla de la Matona, ya que limita por el noroeste el Horst de La Camocha, prolongándose este accidente hacia el norte, donde es conocido como Falla del Piles (véase esquema de situación de pliegues y fallas principales).

***Fallas NO-SE o transversales***

Poseen un rumbo similar al de la importante Falla de Ventaniella, que atraviesa la zona sudoeste del municipio de Gijón, aunque mayoritariamente ofrecen saltos muy inferiores y clara dominancia del desplazamiento vertical sobre el horizontal. Afectan tanto a los materiales paleozoicos como a los mesozoicos, desplazando con bastante nitidez a las fallas longitudinales, con un juego preferentemente verticalizado y hundiendo tanto el bloque NE como el SO.

Cabe destacar la Falla de Granda, con una orientación media N120ºE, inclinándose la superficie unos 60º hacia el NE. El desplazamiento vertical es de 180 m, con una componente horizontal dextrógira de unos 40 m. Atraviesa prácticamente todo el concejo y está limitada al nordeste por el Horst de La Camocha (véase esquema de situación de pliegues y fallas principales).

Otro emplazamiento en el que se realizaron reconocimientos para la redacción de otros proyectos, son las excavaciones que se estaban efectuando durante el año 2006 en la zona cercana al edificio de la Universidad Laboral.

Una de las excavaciones se efectuó en el extremo norte de la Universidad Laboral, con el fin de efectuar la ampliación del teatro del edificio. La excavación era de unos 60 m de largo por 10 de ancho y 5 m de profundidad, y en ella se observaron los materiales que conforman el substrato de la zona, así como los accidentes tectónicos que lo afectaban y los distintos grados de alteración presentes.

*Vista panorámica de la excavación en el extremo norte de la Universidad Laboral en marzo del año 2006*

Se observó que la estratificación se encontraba prácticamente subhorizontal, con direcciones de buzamiento de 260º y 58º y buzamientos suaves de entre 10º y 15º, como las de las fallas, mostrando estas últimas direcciones de buzamiento comprendidas entre 220º y 260º y de entre 25º y 40º con buzamientos ambas de entre 90º y 70º, prácticamente subverticales.

Se contabilizaron un total de 6 de ellas, en los 60 m de excavación, con un salto inferior a 1m. Los planos de falla presentaban morfología ondulada,

ocasionalmente con estrías horizontales que indicaban desplazamiento lateral y asociadas a ellas se encontraban cavidades kársticas que, como puede comprobarse en las fotografías adjuntas, alcanzaban tamaños métricos.

Fallas con desarrollo de karst asociado, afectando el substrato dolomítico del Lías.

El grado de alteración y fracturación que mostraba el macizo rocoso era muy variable, desde las arcillas residuales provenientes de la decalcificación del macizo hasta roca sana con una alta resistencia.

Alguna de las cavidades que se cortaron con la excavación se encontraban selladas por un relleno de limos y arcillas de color ocre amarillento con moteado negruzco, que dan lugar a bruscos cambios litológicos tanto laterales como verticales.

*Fallas afectando el substrato dolomítico del Lías. Se pueden apreciar la escala de las mismas y de las cavidades kársticas, en comparación con el martillo.*

Otra de las excavaciones a las que se tuvo acceso, fue una que se encontraba muy próxima al área de la estación técnica de Viesques.

El afloramiento consistía en una excavación de unos 70 m de largo por 10 m de ancho y 4 m de profundidad, para la construcción de viviendas.

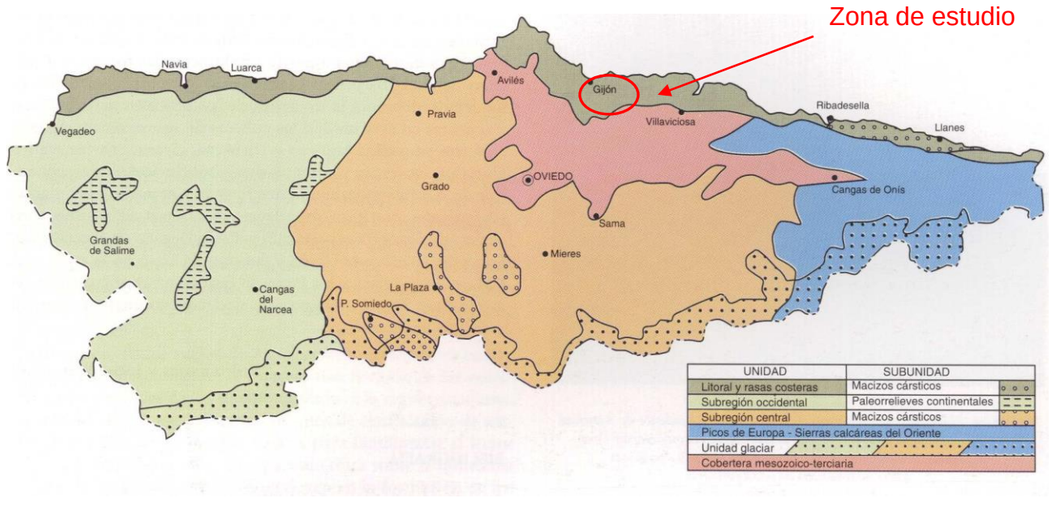
Los materiales que se pudieron observar eran dolomías micríticas en la parte superior de la excavación, que hacia muro pasan a lutitas margosas verdosas a gris oscuro con bioturbación y frecuentes *slickensides*. Se encuentran también niveles centimétricos de calizas marmóreas blanquecinas y hacia el muro de estas, se pasa de nuevo a dolomías fracturadas de color beige masivas.

En general el buzamiento es suave del orden de 10º hacia el Norte, con fallas que presentan direcciones de buzamiento de 250/60º.

*Excavación en la zona de la estación técnica de Viesques en la que se observa el buzamiento de las capas.*

### 2.2.3. Geomorfología

Dentro de un marco geográfico amplio pueden distinguirse dos zonas geomorfológicas fundamentales: zona litoral y rasas costeras y zona cobertera mesozoico-terciaria.




*Unidades geomorfológicas de Asturias. Tomado de Aramburu y Bastida (1995)*

Dentro de la zona costera se distinguen: los acantilados, formados por materiales diversos, desde materiales paleozoicos al Oeste de Gijón con alturas de hasta 100 m en el Cabo Torres, hasta materiales Jurásicos en Gijón y al Este de la ciudad con alturas que varían de 5 a 25 m; estuarios y playas sometidas a procesos mareales tales como la playa de San Lorenzo, la playa de Poniente, la playa de Peñarrubia y la playa de Serín; y por último, las realizaciones costeras antrópicas representadas por el complejos portuarios del Musel o, a menor escala, el puerto deportivo de Gijón.

La zona de rasas litorales, constituidas como plataformas de abrasión marina, se extiende hacia el interior a partir de la costa y su parte más alta, en torno a la cota 100 m.s.n.m., presenta una superficie aproximadamente llana. Esta zona de rasas suele presentar depósitos de cantos rodados de origen marino, así como formaciones periglaciares en ocasiones y señales de eolinización antigua; además suelen estar disectadas por valles fluviales encajados en ellas, lo que claramente se pone de manifiesto en el paisaje de la costa occidental.

La zona de cobertera mesozoico-terciaria, se encuentra discordante sobre el zócalo paleozoico, ocupando la parte centro-septentrional de Asturias, extendiéndose por el norte desde Avilés hasta Colunga y ocupando la depresión central desde Oviedo hasta Arriondas.

Además del suave relieve, son característicos de esta unidad los suelos ricos y profundos, presentando altitudes que van de 200 a 600 m.s.n.m. dando lugar a una morfología redondeada.

La especial naturaleza y estructura de las formaciones geológicas que componen esta unidad dan lugar a la acumulación de importantes reservas de aguas subterráneas entre las que sobresalen los acuíferos de los sistemas Gijón-Villaviciosa y Oviedo-Llanera que se detallan con más precisión en el apartado correspondiente.

# 3. HIDROGEOLOGÍA

## 3.1. MARCO HIDROGEOLÓGICO

La zona de estudio se encuadra dentro de la Cuenca Meso-Terciaria de Asturias, más concretamente dentro la Cuenca de Villaviciosa-Gijón. Está rellena por depósitos de naturaleza detrítica y calcárea, de origen marino y continental, con edades que van desde el Pérmico hasta el Terciario. Recubriendo los materiales del Mesozoico y del Terciario, aparece un manto cuaternario detrítico, de origen fluviomarino.

En el entorno de las obras, el manto cuaternario alcanza en general un espesor reducido, con valores entre 4 m y 13 m de potencia. Está representado por arcillas de origen coluvial-eluvial, por arenas litorales o de playa, por rellenos de origen antrópico y por los depósitos aluviales asociados al cauce del río Pilón. Los depósitos cuaternarios descansan sobre un substrato jurásico de naturaleza calcárea, constituido por calizas, dolomías, margas y brechas.

Desde un punto de vista hidrogeológico regional, el substrato de la zona urbana de Gijón forma parte del "Sistema acuífero Nº 1 – Unidad Mesozoica Gijón-Villaviciosa" de la clasificación del Instituto Geológico Minero de España (IGME,16). Dentro de esta unidad, el área de Gijón pertenece al subsistema situado más al Norte, en concreto al borde occidental del "Subsistema 1A - Villaviciosa", asimilable a la "Unidad Hidrogeológica 01.19 Villaviciosa" de la Confederación Hidrográfica del Norte. Localmente, limita con los materiales paleozoicos del Monte Areo-Cabo Torres que son considerados como una barrera más o menos impermeable, separado al Sur del "Subsistema 1B – Llantones" por la barrera que suponen los materiales impermeables del Permotrías.

Para dar respuesta a los artículos 5, 6 y 7 de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE; en adelante, DMA), fue llevada a cabo la caracterización de las Masas de Agua Subterránea (en adelante MASb) enmarcadas dentro de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico.

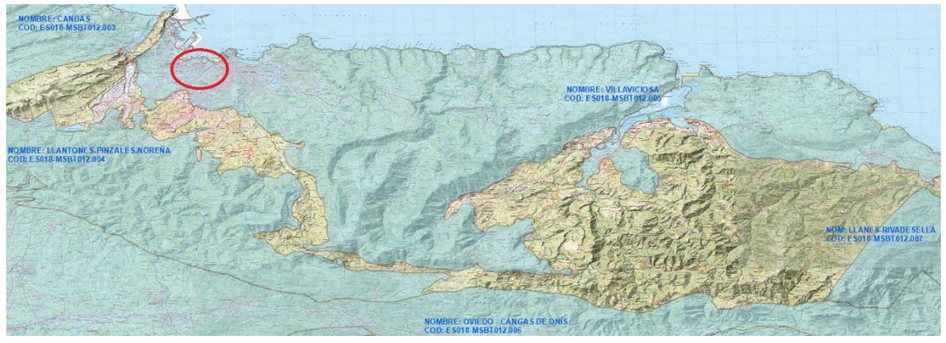
*Masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental. Obtenido de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico O. A.*

En el entorno de la localidad de Gijón se definió la MASb. 016.205 – Villaviciosa, asimilable a la "Unidad Hidrogeológica 01.19 Villaviciosa", que además se corresponde con el "Subsistema de Villaviciosa" del estudio del ITGE (1982).

### 3.1.1. Masa de Agua Subterránea Villaviciosa - ES018MSBT012-005

Se localiza en la mitad occidental de la Demarcación, dentro de la extinta Cuenca Norte II, todo ello dentro de la provincia de Asturias. Su poligonal envolvente tiene una superficie total de 295 km², de los cuales aproximadamente 98 km² constituirían sus afloramientos permeables compuestos de calizas y dolomías de edad jurásica.

Por la MASb discurren varios cursos de agua importantes y clasificados como masas de agua superficiales (MAS), entre los que se encuentran el río Aboño y su afluente el río Pinzales, en el límite occidental, el río Piles y su afluente el arroyo Peña Francia, al este de Gijón, el río España y su afluente el río Rioseco, en el sector central de la MASb, el río Valdediós y su afluente el río Rozales, al suroeste de Villaviciosa, y los ríos Pivierda y Espasa en el sector oriental de la MASb.




*Detalle de la masa de agua subterránea Villaviciosa. De rojo la zona del proyecto. Elaboración propia.*

### 3.1.1.1. Características hidrogeológicas y permeabilidad

Se han definido dos formaciones geológicas permeables (FGPs) dentro de la MASb Villaviciosa:

- Calizas y dolomías del Lías de "Villaviciosa".
- Areniscas del Dogger-Malm de "Villaviciosa".

Según el estudio del ITGE (1982) la formación carbonatada del Lías constituye la formación acuífera principal del sistema acuífero de Villaviciosa, también se le conoce como "Acuífero Jurásico Calcáreo". Las areniscas se engloban dentro del denominado "Acuífero Jurásico Detrítico" y tienen una importancia menor ya que además de constituir formaciones de reducido espesor, se encuentran desconectadas entre sí por formaciones margosas y arcillosas de baja permeabilidad.

Las calizas y dolomías se corresponderían con las Dolomías, brechas dolomíticas, carniolas y calizas en bancos (Fm. Cortes de Tajuña), del Rethiense-Dogger, de permeabilidad alta, mientras que las areniscas se engloban dentro de los Conglomerados, areniscas, arenas, y a veces calizas, dolomías y margas, del Dogger, de permeabilidad baja, todo ello según el mapa lito-estratigráfico 1:200.000.

Del estudio del ITGE (1993) se extrae que las Calizas y dolomías del Lías de "Villaviciosa" están formadas en detalle por varias formaciones lito-estratigráficas. A muro se sitúan las dolomías de Solís y Sotiello, con un espesor de 20-30 m, a continuación, se encuentran las calizas magnesianas (de Gijón) y justo encima las calizas nodulosas (de Gijón), con un espesor total comprendido entre los 40 y los 185 m. Ambas formaciones cambiarían lateralmente de facies para constituir las calizas tableadas de La Pedrera (espesor de 15 a 30 m), las calizas del Pozo de los Lobos (espesor de 204 m) y las calizas oolíticas de Deva (espesor de 20 m).

El "Acuífero Jurásico Calcáreo" estaría separado del "Acuífero Jurásico Detrítico" suprayacente por la Formación "Rodiles" de edad Sinemuriense superior – Toarciense (Lías) y 46-196 m de espesor, acuñándose hacia el oeste.

Por encima de la Formación "Rodiles" se situaría la Formación "Ñora", de edad Bajociense – pre-Kimmeridgiense (Dogger-Malm), de 80-90 m de espesor y dividida en un conjunto basal de margas y arcillas impermeables con algunos niveles arenosos y de conglomerados, y en un conjunto superior de conglomerados más areniscas y lutitas. A techo de la Formación "Ñora", culminando la serie del "Acuífero Detrítico Jurásico", se encuentra la Formación "Lastres" (facies Purbek) de más de 400 m de espesor y formada por una sucesión de areniscas más calizas y arcillas.

El substrato impermeable del sistema acuífero, así como el límite oriental, occidental y una parte del meridional, lo forman las arcillas y areniscas del Trías. El único límite abierto del sistema acuífero de Villaviciosa es un sector al sur, denominado Zona del Pozo de Lobos, justo en el límite con la zona de fallas y cabalgamientos denominada "Franja Móvil Intermedia". Por otro lado, conviene señalar que las formaciones margosas y arcillosas suprayacentes al acuífero liásico actúan de confinantes en muchos sectores, sobre todo al norte.

### 3.1.1.2. Funcionamiento hidrogeológico

La MASb Villaviciosa debe su importancia al "Acuífero Jurásico Calcáreo" ya que el "Acuífero Jurásico Detrítico" está formado por pequeños acuíferos limitados a techo y a muro por niveles impermeables. Dentro del calcáreo, destacan las

calizas oolíticas de Deva como las que presentan una mayor permeabilidad, seguidas de las dolomías de Solís – Sotiello y de las calizas del Pozo de los Lobos. Las calizas tableadas de La Pedrera, las calizas magnesianas y las calizas nodulosas presentan permeabilidades menores, así como una distribución más irregular.

El "Acuífero Jurásico de Deva" estaría formado por un tramo superior constituido por las calizas oolíticas y sus equivalentes laterales y un tramo inferior constituido por las calizas del Pozo de los Lobos, ambos presentan una dirección del flujo subterráneo que se dirige desde el sureste hacia el noroeste.

La recarga en el tramo superior se produce a partir de la infiltración de la lluvia útil, así como por la infiltración desde los cauces que discurren sobre los afloramientos permeables. El nivel piezométrico del tramo oscila entre los 700 m.s.n.m. en el borde sur hasta los 48,89 m.s.n.m. en Fuente Deva, por donde drena.

El tramo inferior recibiría una parte de la recarga procedente de la lluvia, otra de la infiltración de ríos a través de sumideros (aguas abajo de Fuente Deva) y la restante a través de la percolación del tramo superior. La descarga se produce hacia el mar Cantábrico y mediante extracciones a través de sondeos.

Respecto al "Acuífero Jurásico Detrítico", éste se alimenta de la infiltración de la lluvia útil, así como por las aportaciones procedentes de la Franja Móvil Intermedia. El drenaje se produce por manantiales y a través de pequeños arroyos de escasa importancia. No existen datos de cuantificación.

Según la bibliografía consultada los aportes generales al sistema de Villaviciosa, tanto superficiales como subterráneos, son de 183 Hm3/año, de los cuales 178 Hm3/año proceden de la precipitación y 5 Hm3/año serían aportados al sistema por los arroyos existentes en la zona. Del total de los aportes, 58 Hm3/año corresponderían a los recursos subterráneos, que para una superficie de aproximadamente 304 km2 supondría una tasa de recarga media de aproximadamente 190 mm/año.

### 3.1.2. Acuíferos cuaternarios.

En el área urbana de Gijón, los depósitos de arenas litorales o de playa conforman una unidad hidrogeológica de menor entidad, la cual, desde un punto de vista hidráulico, presenta una mayor potencialidad como acuífero. Estos depósitos cuaternarios dan lugar a una serie de acuíferos, más o menos interconectados entre sí y de carácter libre en general. El nivel acuífero asociado a los depósitos cuaternarios suele encontrarse desconectado y colgado sobre el sistema acuífero jurásico, aunque en algunos tramos se encuentra conectado al sistema jurásico subyacente.

## 3.2. HIDROGEOLOGÍA EN EL ENTORNO DEL TRAZADO

La infraestructura proyectada se emplaza sobre el macizo jurásico compuesto por la alternancia de niveles de dolomías, calizas, brechas y lutitas margosas. Estos depósitos jurásicos aparecen recubiertos por un manto cuaternario constituido por depósitos arcillosos de origen eluvial y aluvial, arenas de cordón litoral y depósitos antrópicos de naturaleza variable.

Los depósitos jurásicos forman un acuífero multicapa, en el que los niveles calizos y dolomíticos constituyen los distintos niveles acuíferos semiconfinados, separados por los tramos de lutitas y brechas que funcionarían a modo de acuitardos. Los depósitos calcáreos presentan una permeabilidad media-alta por fracturación y karstificación, en general mucho más elevada que la de los tramos lutíticos.

En la zona de la estación, los depósitos de arenas litorales forman un acuífero libre de permeabilidad media y espesor muy reducido. Los depósitos aluviales y eluviales, a menudo saturados de agua, forman acuitardos y acuicludos debido a su baja permeabilidad. Los depósitos antrópicos, en general de permeabilidad media-alta, se sitúan normalmente por encima de la zona saturada de los acuíferos.

### 3.2.1. Hidroquímica

Las facies hidroquímicas predominantes en la zona de estudio son bicarbonatadas cálcicas, sulfatado cálcicas y, en menor medida, clorurado sódicas. Esta composición indica una mezcla de aguas de origen continental con aguas de origen marino, típica de zonas costera, con un elevado contenido en sulfatos lo que le confiere un carácter agresivo hacia el hormigón.

Durante la campaña geotécnica realizada para el proyecto de 2010, se tomaron 8 muestras de agua en los sondeos SC-2, SJ-7, SJ-8, SJ-9 y SJ-11 para el análisis de aceites, grasas, hidrocarburos totales y metales pesados, con el objeto de comprobar la existencia de una contaminación de tipo doméstico-industrial en la zona, que durante la testificación de los sondeos ya se había apreciado (olor a hidrocarburos). En la siguiente tabla se exponen los resultados obtenidos:

| Sondeo | Fecha toma | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos totales (mg/l) | Arsénico (mg/l) | Cadmio (mg/l) | Cinc (mg/l) | Cobalto (mg/l) | Cobre (mg/l) | Mercurio (mg/l) | Níquel (mg/l) | Plomo (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SC-2 | 10/09/2007 | 146,60 | 48,40 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-7 | 10/09/2007 | 10,00 | 10,00 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-8 | 06/09/2007 | >500 | >500 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-8 | 06/09/2007bis | >500 | >500 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-8 | 10/09/2007 | 250,40 | 150,60 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-9 | 10/09/2007 | 11,20 | 10,80 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-11 | 06/09/2007 | 16,20 | 16,20 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-11 | 10/09/2007 | 13,80 | 12,40 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |

*Resultados de los análisis químicos de componentes orgánicos y metales pesados realizados en la campaña geotécnica del proyecto de la estación.*

En todas las muestras analizadas, se encontró un cierto contenido en aceites, grasas e hidrocarburos, resultando el contenido en metales pesados inferior al método de determinación. El contenido en aceites y grasas osciló entre 10 y valores superiores a 500 mg/l, y el de hidrocarburos totales lo hizo en la misma horquilla. Resalta el alto contenido en compuesto orgánicos analizados en el sondeo SJ-8 y SC-2. Parece pues, que es seguro que existen suelos contaminados en la zona, además de la contaminación que afecta a las aguas subterráneas, algo lógico si se considera el pasado industrial del terreno en los que hoy se emplaza el Parque de Moreda.

Este tipo de contaminación se extiende también a otras zonas situadas al este de la futura estación, tal y como se demostró en el estudio geotécnico del proyecto del túnel de penetración en Gijón, el cual señala la existencia de contaminación por hidrocarburos, en los sondeos S-2, S-5 y S-7, algo lógico si se tiene en cuenta la actividad urbana, la alta vulnerabilidad de las arenas litorales y la proximidad del nivel freático a la superficie del terreno. Además, no se puede descartar otros tipos de contaminación industrial y doméstica.

Este tipo de contaminación superficial que impregna los sedimentos superficiales, incluso que se encuentra en los rellenos antrópicos o vertidos incontrolados que existen en la zona, puede llegar a movilizarse con la elevación del nivel piezométrico de los acuíferos, ya sea de modo natural o inducido por el efecto barrera de las obras. En este sentido, se recomienda descontaminar los suelos afectados durante las obras, o transportarlos a un vertedero apropiado, para evitar la posible removilización futura de los contaminantes.

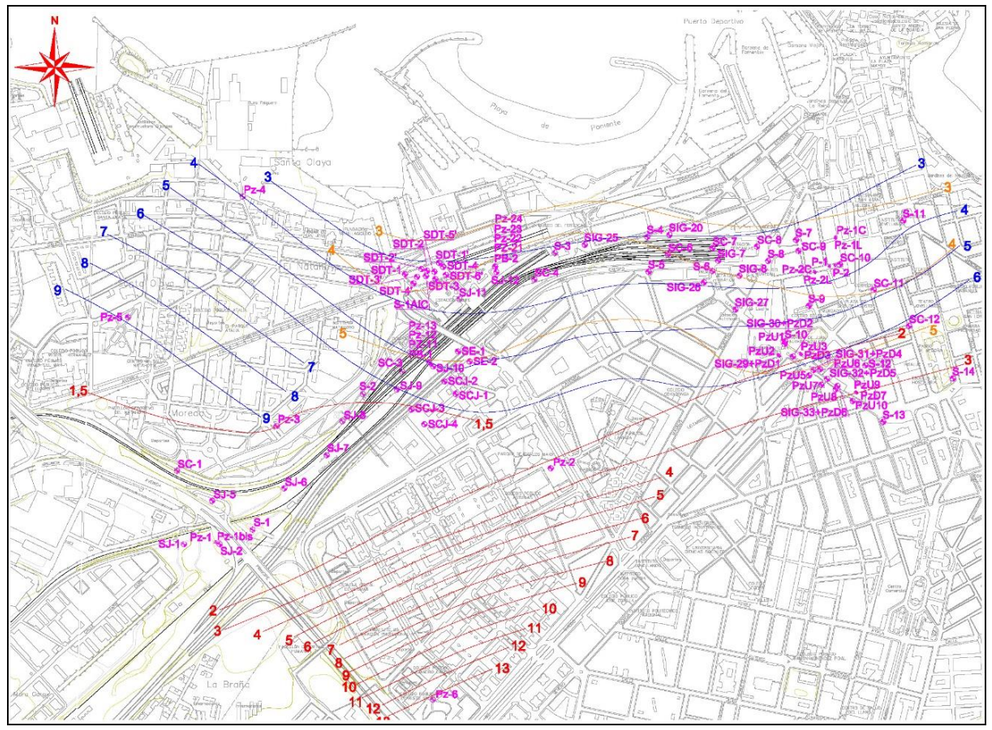
### 3.2.2. Piezometría

La distribución piezométrica de los acuíferos indica un gradiente hidráulico variable en función de la permeabilidad del terreno, así como un flujo de dirección perpendicular a la línea de costa que indica una descarga preferente hacia el mar.

Los acuíferos en la zona de la estación presentan una oscilación piezométrica muy elevada, incluso de 1 m a 2 m en cortos espacios de tiempo, probablemente relacionada con la influencia intermareal.

La dirección del flujo subterráneo de perpendicular a subperpendicular a la traza de la estación, junto a la tipología constructiva prevista entre muros pantalla, favorece la creación de un efecto barrera sobre la dinámica de los acuíferos de la zona, que podría llegar a ser muy intenso en ciertos tramos si no se adoptan las medidas correctoras adecuadas.

En la siguiente figura se muestra el plano de isopiezas de los acuíferos en la zona de estudio, obtenida del Estudio Hidrogeológico llevado a cabo por PLT en 2010.




*Plano de isopiezas de los acuíferos en la zona de estudio. En naranja las isopiezas correspondientes al acuífero cuaternario, de azul las del acuífero jurásico somero y de rojo las del jurásico profundo. Valores en m.s.n.m. Obtenido del Estudio Hidrogeológico realizado por PLT en 2010.*

## 3.3. ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE LAS OBRAS Y EL MEDIO ACUÍFERO

Las posibles afecciones que las obras pueden ejercer sobre el entorno se diferencian en tres tipos, las alteraciones sobre la piezometría, sobre las captaciones y puntos de agua existentes y sobre los cauces superficiales.

### 3.3.1. Posibles afecciones del trazado sobre el nivel freático. Efecto Barrera

La introducción de un elemento antrópico que no permita el drenaje del agua a su través (impermeabilizado) se constituirá como un obstáculo al flujo subterráneo con respecto al régimen natural, ocasionando un "efecto barrera" al flujo subterráneo. La oposición que presente a dicho flujo dependerá de la longitud de la estructura, la geometría que presente, su orientación con respecto al flujo y de si atraviesa totalmente la formación geológica que constituye el acuífero (totalmente penetrante) o no. En este sentido, el caso más desfavorable correspondería al de un elemento de gran longitud, geometría alargada, dispuesto perpendicularmente al flujo y atravesando por completo la formación acuífera, como puede ser el caso de muros pantalla.

El "efecto barrera" se manifiesta en forma de una elevación del nivel freático con respecto a la piezometría natural, de mayor o menor magnitud según la permeabilidad del medio, en el lado aguas arriba de la estructura, con respecto al flujo subterráneo. De forma más o menos simétrica, se produce una depresión de los niveles freáticos en el lado aguas abajo de dicha estructura.

Con el objetivo de cuantificar el probable efecto barrera, así como para valorar la contribución de las posibles medidas de drenaje necesarias para restituir el flujo subterráneo a través de las obras, Peñalaza – La Tercia S.L. realizó, a petición de Ineco, dos modelos de simulación del flujo subterráneo, utilizando para ambos modelos el código MODFLOW (Mc Donald y Harbaugh) del US Geological Survey.

El primero se llevó a cabo en 2010, para el "Proyecto de Construcción de la Estación Intermodal de Gijón (Infraestructura y arquitectura)" (Ineco, 2010), y contemplaba el trazado vigente por aquel entonces. La segunda modelización se ha llevado recientemente y ex profeso para el presente Estudio Informativo y estudia las principales afecciones al medio acuífero y las soluciones de restitución del flujo subterráneo de las dos alternativas de trazado objeto del mismo. En el Apéndice 4 se incluye íntegramente la memoria de detalle de esta última modelización.

La metodología utilizada para la realización de los modelos se resume en los siguientes puntos:

- *Recopilación e interpretación de la información existente y elaboración del modelo conceptual hidrogeológico:*

Como ha sido descrito, el medio hidrogeológico afectado por las futuras obras de la estación, se estructura en tres acuíferos diferenciados entre sí: en primer lugar, el acuífero cuaternario de carácter libre constituido por depósitos de arenas litorales de permeabilidad media-alta, y por los depósitos arcillosos asociados al aluvial del río pilón, que más que un acuífero formaría un acuitardo o incluso un acuicludo. Por debajo del cuaternario se encuentra el acuífero jurasico somero que corresponde a la parte superior de la serie jurásica afectada, y que aparece al final de traza. Por último, aparece el acuífero jurásico profundo que se corresponde con la serie estratigráfica jurásica más profunda cortada por los sondeos en la parte inicial de la traza.

- *Discretización de modelo: elaboración de una malla de celdas adecuada.*

El medio físico fue discretizado en el modelo en 8 capas numeradas de más somera a más profunda. La capa 1 simula el acuífero cuaternario, las capas 2, 3 y 4 simularían el “acuífero jurásico somero”, las capas 6, 7 y 8 el “acuífero jurásico profundo”, y la capa 5 el nivel de lutitas margosas que independizaría en gran medida los dos acuíferos jurásicos. Cada acuífero jurásico fue representado por 3 capas para simular el carácter multicapa de los mismos.

La malla fue constituida por 494.856 celdas con formas variables que alcanzan un mayor detalle en la zona de la estación. El área activa del modelo ocupa una banda de orientación E-W con unas dimensiones medias de 3,1 km de ancho por 2,7 km de alto.

- *Asignación de parámetros hidráulicos a las celdas de la malla.*

Para la asignación de los distintos parámetros hidráulicos a cada una de las celdas del modelo, se contó con los datos procedentes de todas las campañas geotécnicas e hidrogeológicas realizadas en la zona de estudio en 2010. Previamente interpretada toda la información disponible para obtener datos sobre permeabilidad, transmisividad, recarga, niveles piezométricos y coeficiente de almacenamiento.

- *Calibración del modelo de flujo en régimen permanente.*

Para la calibración del modelo fueron consideradas todas las medidas piezométricas recopiladas en las distintas campañas geotécnicas, dando mayor peso a aquellos datos que presentaban una mayor confianza, y a los valores procedentes de los piezómetros y pozos abiertos individualizadamente en cada uno de los acuíferos.

Los modelos fueron calibrados tomando los niveles piezométricos más bajos en la traza de la estación y los más altos en las áreas situadas aguas arriba de ésta, correspondiendo esta situación a la de mayor gradiente observado en los acuíferos durante el periodo con medidas disponibles. En las zonas situadas al este de la traza, donde las medidas disponibles corresponden a fechas distintas a las tomadas en los puntos cercanos a la estación, se ha utilizado la mediana del intervalo de máxima oscilación piezométrica de los puntos que ofrecían mayor confianza.

- *Elaboración de hipótesis de simulación.*

Una vez calibrado el modelo se diseñaron dos hipótesis de simulación correspondientes a dos escenarios piezométricos con los que se pretende conocer el efecto que provocaría sobre los niveles piezométricos del acuífero simulando la construcción de la Estación Intermodal.

Dentro de estas hipótesis, se tantearon varias soluciones de restitución del flujo con las que mitigar el ascenso o descenso de los niveles piezométricos a un lado de la estación, debido a la disminución de la sección de paso al flujo subterráneo en la zona de las obras.

En la primera de las hipótesis, el modelo se calibra utilizando las medidas observadas (“hipótesis de calibración”). Posteriormente, tomando un criterio de seguridad y puesto que no se dispone de un registro de la evolución piezométrica del acuífero suficientemente amplio, se asume una piezometría

más elevada con respecto a la hipótesis de calibración (“hipótesis húmeda”), debido a una mayor tasa de recarga que la utilizada en esta hipótesis húmeda. Esta mayor tasa de recarga estaría relacionada con una época de precipitaciones más abundantes y por lo tanto unas tasas de recarga más elevada.

- *Simulación de las hipótesis.*

Una vez diseñadas las hipótesis a simular, se ejecutaron los modelos con las nuevas condiciones del sistema hidrogeológico. Se simuló el efecto que provocaría sobre la distribución del potencial hidráulico la ejecución de las obras proyectadas, así como el efecto mitigante de las distintas medidas correctoras utilizadas.

- *Interpretación de los resultados.*

Una vez ejecutados los modelos se interpretaron los resultados de las distintas simulaciones realizadas para las distintas hipótesis simuladas.

- *Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.*

Finalmente, tras los procesos de modelización y simulación, se establecen una serie de conclusiones sobre el comportamiento hidráulico del acuífero, tanto en régimen natural, previo a la ejecución de las obras, como posteriormente, una vez que el sistema ha sido alterado por la construcción de las actuaciones previstas.

En esta etapa final se propone una serie de recomendaciones, así como medidas de control y seguimiento durante la construcción de la obra y posteriores a su finalización.

Ambos modelos fueron calibrados utilizando toda la información geológica e hidrogeológica disponible para la zona, especialmente los datos de la campaña geotécnica e hidrogeológica realizada por INECO-TIFSA para el proyecto de la estación de 2010.

Como se ha comentado anteriormente, la simulación ordinaria se denomina en ambos casos “hipótesis de calibración” y reproduce en gran medida el máximo gradiente hidráulico observado en los acuíferos durante la campaña de INECO-TIFSA. Posteriormente, adoptando un criterio de seguridad, se simuló en cada modelo una hipótesis en la que el nivel freático del acuífero fuera más elevado que en la “hipótesis de calibración”, fruto de una tasa de recarga más alta.

En el modelo llevado a cabo para el Proyecto de Construcción (Ineco, 2010) se estimaron ascensos relativos aguas arriba (al sureste de la estación) y descensos aguas abajo, tanto en la “hipótesis de calibración” como en la “hipótesis húmeda, de al menos 0,5 m, llegando incluso a darse ascensos de hasta 7 m en el acuífero jurásico somero en la “hipótesis húmeda”.

Dentro de la modelización más reciente, realizada en 2020 para el presente Estudio Informativo, en la Alternativa Moreda se han estimado ascensos de más de 1 m en toda la traza del proyecto, con valores máximos de 4,8 y hasta 7 m en una pequeña zona en torno al p.k. 0+330 de la vía del FEVE y descensos relativos de hasta 2 m para la “hipótesis de calibración”, mientras que para la ‘’hipótesis húmeda’’ los ascensos superan la cifra de 1 m en toda la zona del proyecto, con valores máximos de 5,9 m y de hasta 7 m en el p.k. 0+330 de la vía del FEVE y descensos relativos, más contenidos, con valores máximos de 1.8 m al noroeste del p.k. 1+280 de la línea de cercanías.

Por su parte, en la Alternativa Museo, se estiman las variaciones piezométricas como resultado de la construcción de las obras son muy elevadas, sobre todo los ascensos relativos aguas arriba de la estación. Los ascensos superan la cifra de 2 m en toda la traza del proyecto, con valores máximos próximos a 7 m en la capa 4 del modelo, en torno al p.k. 0+700 de vía del FEVE mientras que los descensos relativos alcanzan valores máximos de 2 m al noroeste del p.k. 1+280 de la línea de cercanías para la “hipótesis de calibración”. Para la ‘’hipótesis húmeda’ Los ascensos superan la cifra de 2 m en la zona de la estación, con valores máximos de 7 m al suroeste de los andenes de cercanías. Por su parte, los descensos relativos, más contenidos, alcanzan valores máximos de 1,2 m

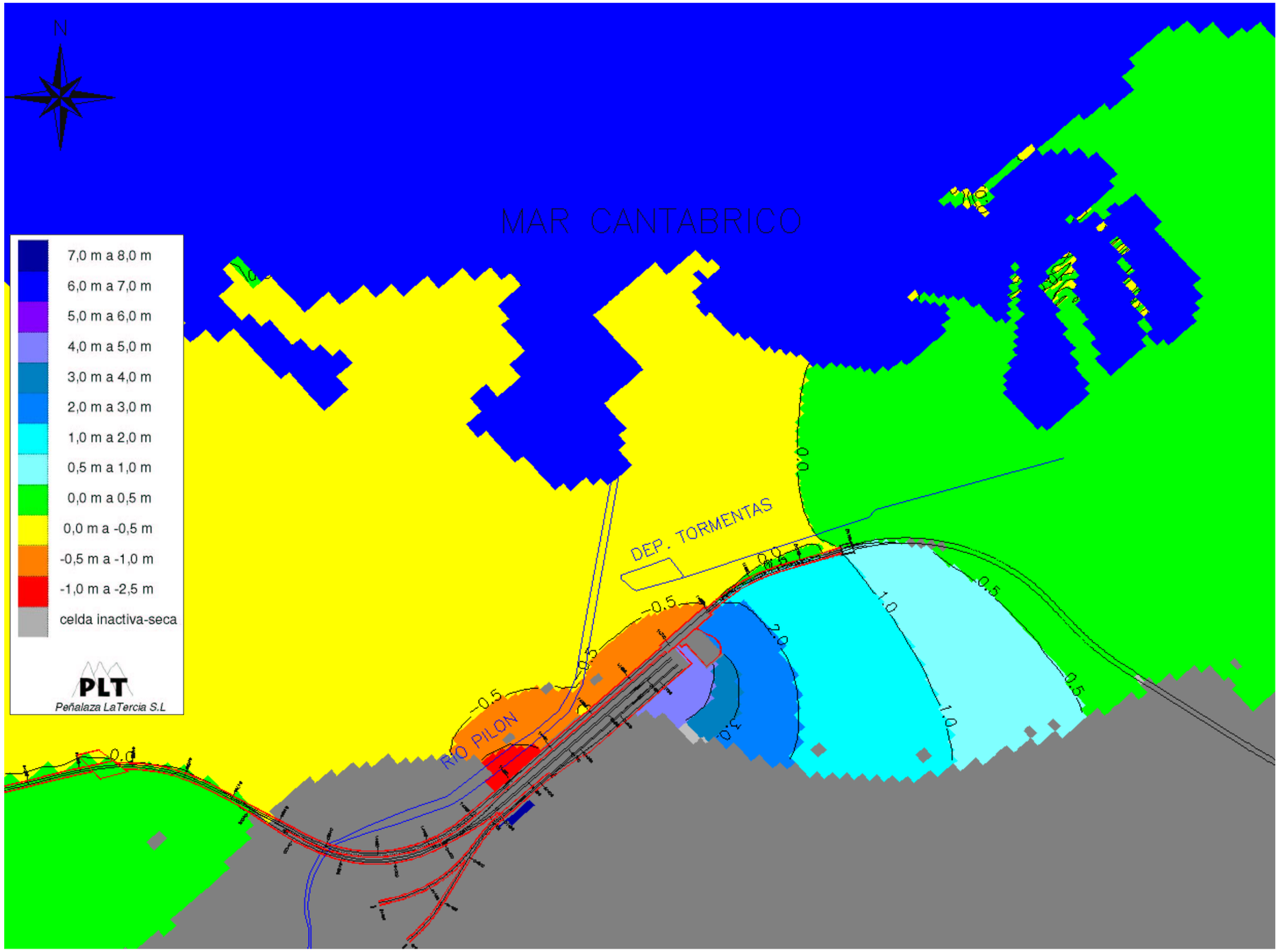



*Figura 1. Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)*

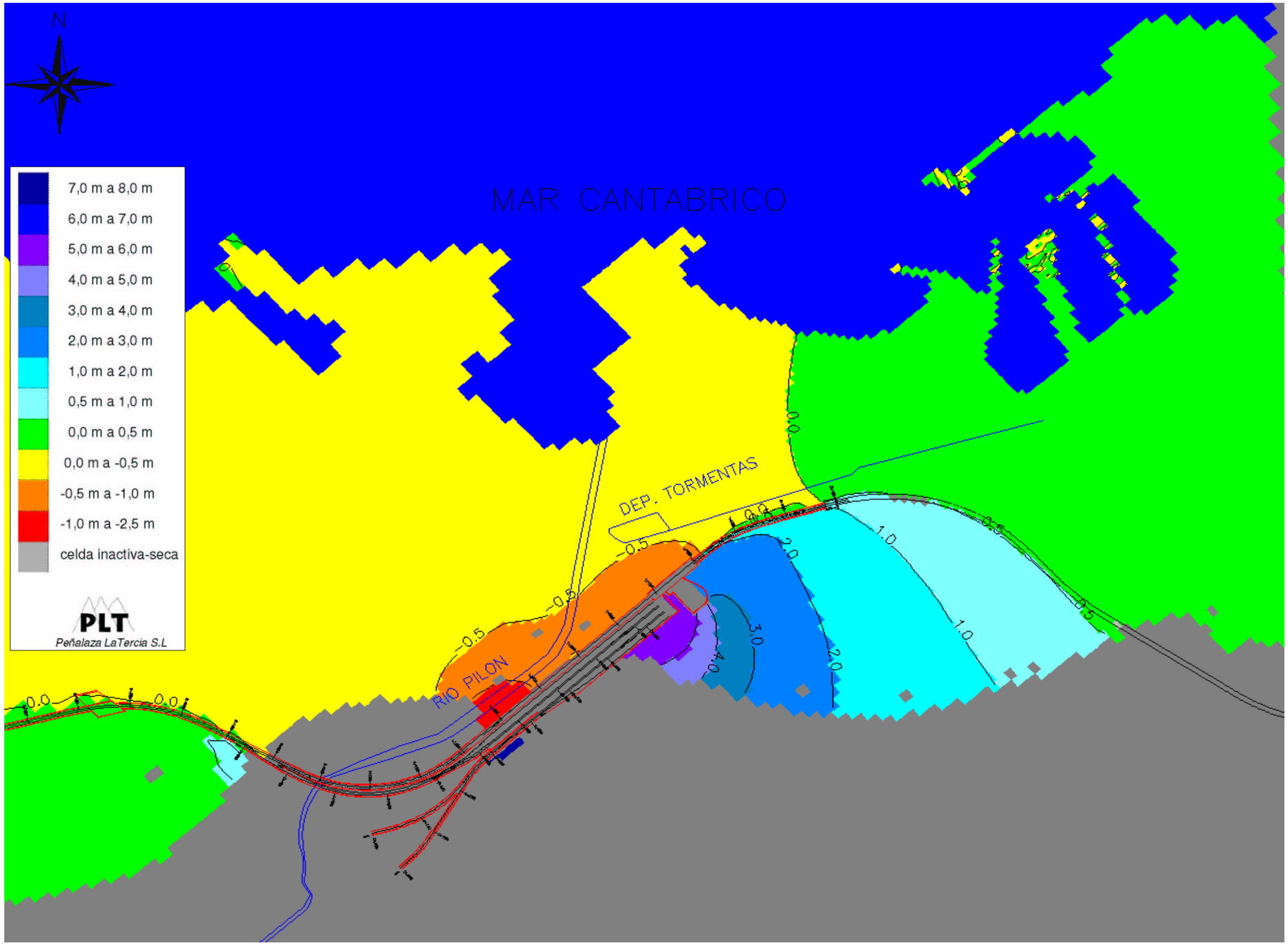



*Figura 2. Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)*

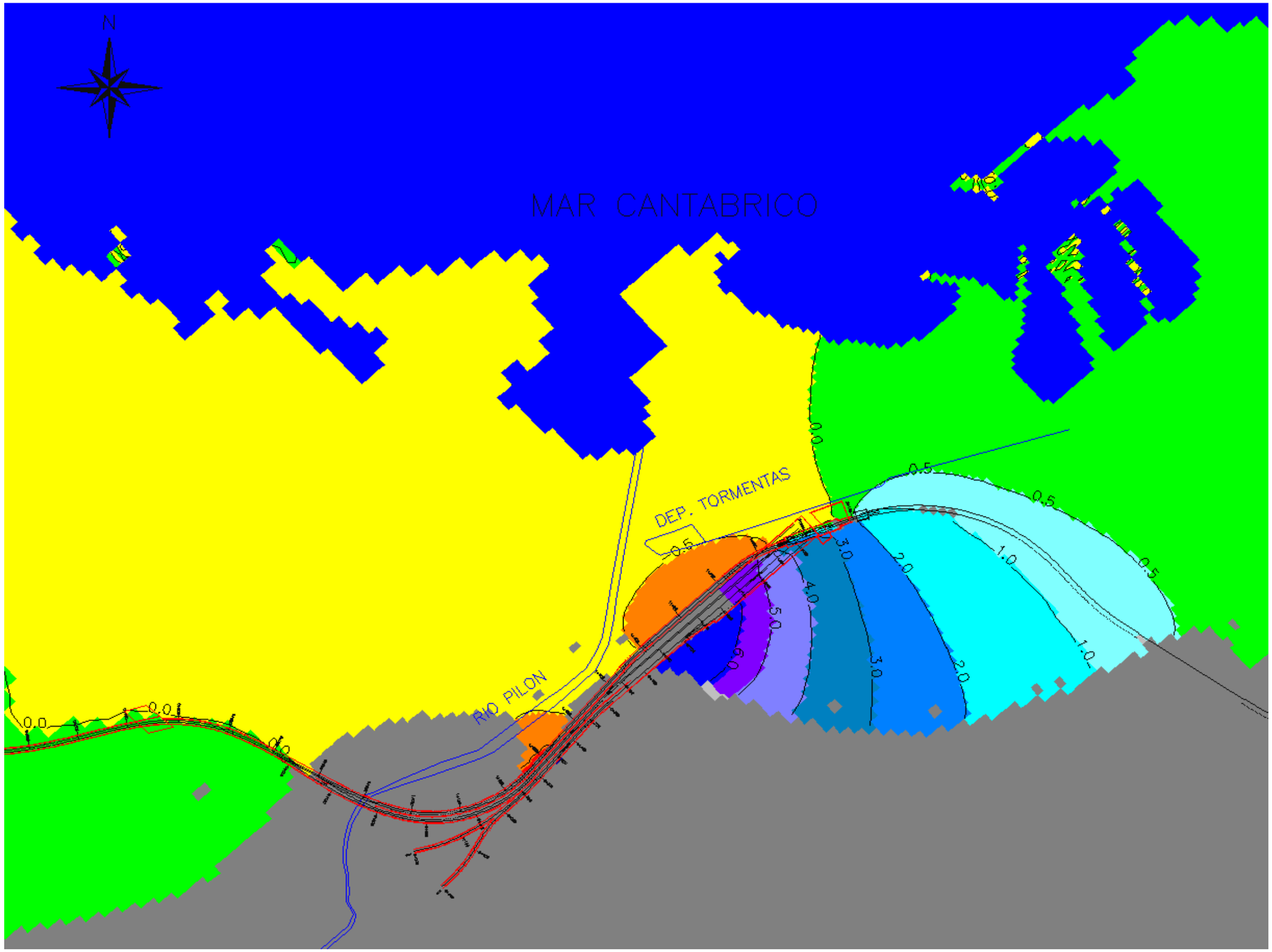



*Figura 3. Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)*

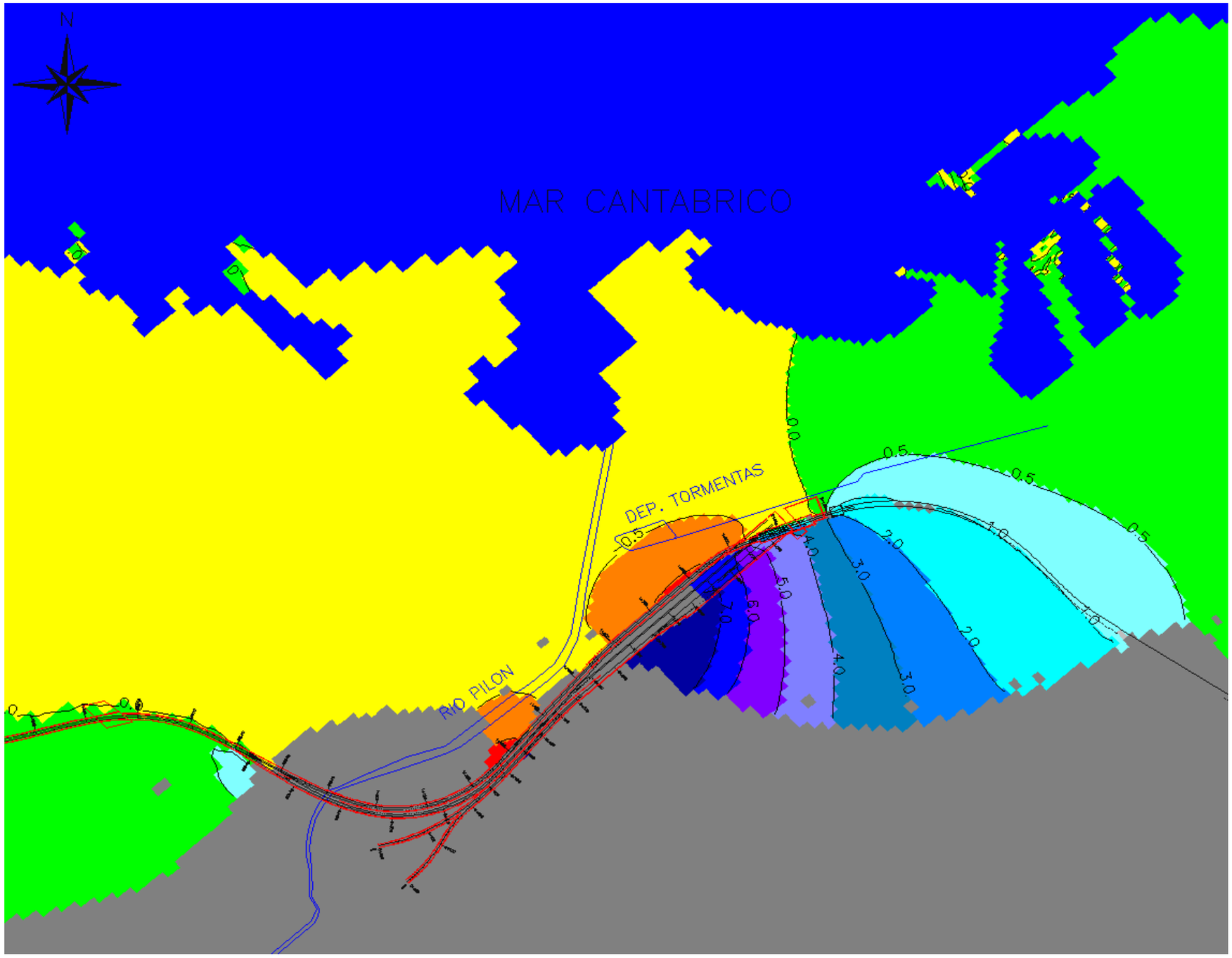



*Figura 4. Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de húmeda". (Alternativa Museo)*

A continuación, se resume la información obtenida de los modelos hidrogeológicos realizados para el presente Estudio Informativo:

- En estos modelos se analizó el probable efecto barrera provocado por las obras de las dos alternativas contempladas para la estación, bajo las condiciones establecidas en la “hipótesis de calibración” así como en la “hipótesis húmeda” Los resultados se presentan mediante planos de isoascensos para cada alternativa y cada hipótesis, indicando la probable variación piezométrica relativa producida como resultado de la construcción de las obras, considerando como punto de partida la “hipótesis de calibración”. Se analizó por separado el efecto barrera de las alternativas Moreda y Museo. Para cada una de ellas, se estudia en primer lugar el probable efecto barrera de la estación tal cual ha sido definida en el proyecto, sin considerar ningún tipo de medidas de drenaje adicionales para el restablecimiento del flujo subterráneo de los acuíferos a través de las obras. Posteriormente, se analiza para cada alternativa el probable efecto mitigante o suavizador de las medidas correctoras propuestas en el estudio.

- Las simulaciones indican que las obras de la estación pueden provocar un efecto barrera importante sobre los acuíferos de la zona, si no se aplican las medidas oportunas para restituir el flujo subterráneo a través de su traza. La construcción de las estructuras subterráneas previstas puede impedir, o dificultar en mayor o menor medida, el flujo subterráneo hacia las zonas de descarga natural de los acuíferos, de modo que éste puede verse interrumpido y/o desviado, apareciendo zonas aguas arriba de la estación en las que se produce un ascenso relativo de los niveles piezométricos, y otras aguas abajo en las que se produce un descenso relativo de los mismos.

- Además del propio impacto sobre el medio acuífero, las variaciones piezométricas pueden inducir efectos negativos sobre las edificaciones y obras preexistente, así como sobre las propias actuaciones previstas, como subpresiones y filtraciones en plantas de sótanos, afecciones a la cimentación de edificios, etc.

- Es probable que, durante la explotación de las obras, y sobre todo durante la construcción de las mismas se produzca un cierto drenaje de los distintos acuíferos, debido a los bombeos de agotamiento necesarios para la excavación de los recintos entre pantallas. El drenaje podría inducir un cierto rebaje del nivel freático asociado a los depósitos cuaternarios lo que podría ocasionar una disminución de las presiones efectivas en el terreno, y/o inducir procesos de compactación en aquellos depósitos cuaternarios constituidos por sedimentos de granulometría fina (limos y arcillas) saturados de agua.

- En cuanto a las medidas correctoras para evitar el efecto barrera o, minimizarlos a valores aceptables, se contempla entre otras medidas la construcción de portillos o sifones. La construcción de portillos es una solución definitiva que no necesita mantenimiento, a diferencia de los sifones en los que sí es necesario contemplar un cierto mantenimiento para asegurar su correcto funcionamiento. A la vista de los resultados del modelo de flujo y demás conclusiones del estudio, se recomienda adoptar las siguientes medidas de restitución del flujo subterráneo.

- Las medidas propuestas se recomiendan bajo las condiciones de la “hipótesis húmeda” por ser ésta un escenario del lado de la seguridad.

| ACUÍFERO | ALTERNATIVA MOREDA<br>HIPOTESIS HÚMEDA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Nº sifones |
| Cuaternario | 1+620 | 2+080 | 460 | 10% | 40 | 11 |
| | 1+120 | 1+260 | 140 | 10% | 40 | 3 |

| ACUÍFERO | ALTERNATIVA MOREDA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HIPOTESIS HÚMEDA | | | | | |
| | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Nº sifones |
| Jurásico somero + Acuitardo | 1+260 | 1+320 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | 1+320 | 1+560 | 240 | 10% | 40 | 6 |
| | 1+560 | 1+720 | 160 | 30% | 15 | 10 |
| | 1+720 | 2+080 | 360 | 15% | 30 | 12 |

| **ACUÍFERO** | **ALTERNATIVA MUSEO** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **HIPOTESIS HÚMEDA** | | | | | |
| | **Inicio** | **Fin** | **Longitud (m)** | **% liberado barrera** | **Separación sifones (m)** | **Nº sifones** |
| **Cuaternario** | 1+660 | 1+830 | 170 | 15% | 30 | 5 |
| | 1+830 | 2+110 | 280 | 10% | 40 | 7 |
| **Jurásico somero + Acuitardo** | 1+120 | 1+280 | 160 | 10% | 40 | 4 |
| | 1+280 | 1+340 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | 1+340 | 1+590 | 250 | 10% | 40 | 6 |
| | 1+590 | 1+830 | 240 | 30% | 15 | 16 |
| | 1+830 | 2+110 | 280 | 15% | 30 | 9 |

- Es necesario tener en cuenta que, los modelos de flujo, independientemente de lo complejos y detallados que sean, simulan el comportamiento medio de un sistema y sus resultados dependen de la calidad y el número de datos utilizados que siempre presentan una distribución discreta en el espacio modelizado, de modo que siempre es posible que se produzcan ciertos comportamientos locales, incluso generales, que escapen al funcionamiento del modelo.

- Estos comportamientos locales son, si cabe, más típicos y esperables en medios kársticos como los presentes en la zona de estudio. En este sentido, se recomienda realizar un control piezométrico estricto antes, durante y después de las obras, de todos los niveles acuíferos implicados para detectar cualquier desviación respecto a las predicciones realizadas.

- Igualmente, se recomienda valorar en fases posteriores de estudio del proyecto la implantación de portillos o, en el caso de utilizarse finalmente sifones, ajustar su número y distribución a lo largo de las obras según las necesidades de obra.

### 3.3.2. Posibles afecciones del trazado a puntos de agua

Para analizar las afecciones que las obras pudiesen tener sobre manantiales, captaciones y otros puntos de agua, se han revisado las bases de datos existentes en el Instituto Geológico y Minero Español y en la Confederación Hidrográfica del Cantábrico Occidental así como las de otros proyectos existentes, para analizar los puntos según su localización.

Teniendo en cuenta la proximidad de los puntos existentes al trazado del proyecto, no se estima que se produzca afección alguna sobre los mismos, ya que los más próximos existentes en las bases de datos se encuentran a más de 1000 m de distancia. Estos puntos de agua serán revisados en profundidad en fases posteriores del proyecto.

En cualquier caso, si algún punto de agua no identificado en estas fuentes oficiales sufriese algún tipo de afección, como un descenso prolongado del nivel freático el cual lo dejase sin agua permanentemente o la destrucción del mismo por las obras, estos serán remediados, ya sea aumentando la profundidad del mismo o reponiéndolos en otra situación.

### 3.3.3. Posibles afecciones del trazado a cauces superficiales

Debido a que las obras se van a acometer en su totalidad en entorno urbano en el cual todos los cauces naturales están debidamente soterrados o encauzados, estos se encuentran desconectados del acuífero, por lo que no constituyen un foco de recarga del mismo y no se espera interacción alguna con las obras. En cualquier caso, los colectores de los arroyos o torrentes que se vean afectados por las obras serán debidamente restituidos

## 4. SISMICIDAD

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio de la NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE. PARTE GENERAL Y EDIFICACIÓN (NCSE-02) aprobada por el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre.

Esta norma tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica, con objeto de evitar la pérdida de vidas humanas y reducir el daño y el coste económico que puedan ocasionar los terremotos futuros.

### 4.1. CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

La Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, en su capítulo I apartado 1.2.2, considera distintas clases de construcciones de acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate.

A los efectos de esta Norma las construcciones se clasifican en:

- De importancia Moderada.

Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.

- De importancia Normal.

Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

- De importancia Especial

Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos, así como en reglamentaciones más específicas y, al menos, las siguientes construcciones:

(1) Hospitales, centros o instalaciones sanitarias de cierta importancia.

(2) Edificios e instalaciones básicas de comunicaciones, radio, televisión, centrales telefónicas y telegráficas.

(3) Edificios para centros de organización y coordinación de funciones para casos de desastre.

(4) Edificios para personal y equipos de ayuda, como cuarteles de bomberos, policía, fuerzas armadas y parques de maquinaria y ambulancias.

(5) Las construcciones para instalaciones básicas de las poblaciones como depósitos de agua, gas, combustibles, estaciones de bombeo, redes de distribución, centrales eléctricas y centros de transformación.

(6) Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y de ferrocarril.

(7) Edificios e instalaciones vitales de los medios de transporte en las estaciones de ferrocarril, aeropuertos y puertos.

(8) Edificios e instalaciones industriales incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

(9) Las grandes construcciones de Ingeniería Civil como centrales nucleares o térmicas, grandes presas y aquellas presas que, en función del riesgo potencial que puede derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto, estén clasificadas en las categorías A o B del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses vigente.

(10) Las construcciones catalogadas como monumentos históricos o artísticos, o bien de interés cultural o similar, por los órganos competentes de las Administraciones Públicas.

### 4.2. CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA

Según el apartado 2.8. de la Norma NCSP-07, no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica ab del emplazamiento sea inferior a 0,04 g; siendo g la aceleración de la gravedad (se considera que, si la aceleración sísmica básica es inferior a 0,04 g, no se generan solicitaciones peores que en las demás hipótesis de carga, dada la diferencia de coeficientes de seguridad y de acciones simultáneas que deben considerarse con el sismo).

Tampoco será necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las situaciones en que la aceleración sísmica horizontal de cálculo, ac, sea inferior a 0,04 g; siendo g la aceleración de la gravedad (esta condición supone en la práctica que, en muchas ocasiones, no será necesario el cálculo con la acción sísmica del sismo frecuente y que, generalmente, no será necesario considerar el sismo durante la construcción).

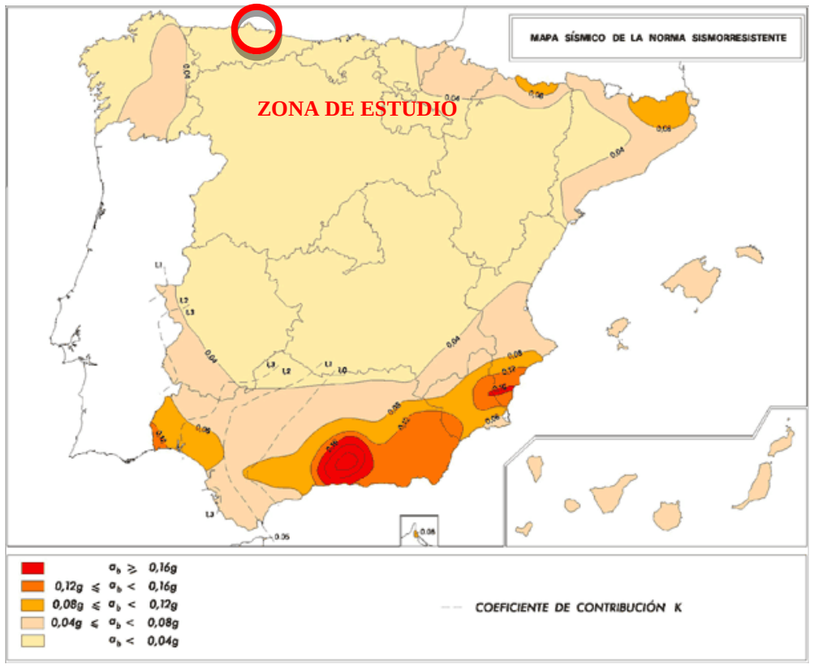
Por su parte, la aplicación de la Norma NCSE-02 es obligatoria en las construcciones que se citan en el artículo 1.2.1. de dicha normativa, con las siguientes excepciones recogidas en el punto 1.2.3 de la misma:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En las construcciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica ab (art. 2.1) sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo, ac, (art. 2.2) es igual o mayor de 0,08 g.

Si la aceleración sísmica básica es igual o mayor de 0,04 g deberá tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

Con objeto de conocer la peligrosidad sísmica asociada al territorio nacional, en la NCSE-02 se define el mapa de peligrosidad sísmica de la figura adjunta. Dicho mapa suministra, para cada punto del territorio español y expresado en relación con el valor de la gravedad g, la aceleración sísmica básica ab, como un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años; y el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.




*Mapa de peligrosidad sísmica básica, en el que se indica la zona de estudio.*

A la vista del mapa de peligrosidad sísmica, las actuaciones se enmarcan en la zona que comprende una aceleración básica ab ≤0,04g, por tanto, para las actuaciones previstas en ella no es necesaria la consideración de los efectos producidos por el sismo.

## 4.3. ACCIONES SÍSMICAS

### 4.3.1. Aceleración sísmica básica ($a_b$)

El valor de la aceleración sísmica básica (ab), expresada en relación al valor de la gravedad g, se fija para cada zona del territorio español por medio del mapa de peligrosidad sísmica que se incluye en el apartado 2.1. de la Norma NCSE-02, y cuyo listado por términos municipales para valores iguales o superiores a 0,04 g se recoge en el anejo 1 de la citada Norma. Este valor es el característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de 500 años.

Tanto en el citado mapa como en el listado de términos municipales se incluye además el coeficiente K de contribución, que considera la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto. Observando el mapa anterior se determina que las obras proyectadas se ubican sobre terrenos con una aceleración sísmica básica (ab) inferior a 0,04 g, y un coeficiente de contribución (K) menor de 1.

Por lo tanto, de acuerdo con los criterios de aplicación de la “Norma de Construcción Sismorresistente: puentes (NCSP-07)”, como en la zona de estudio la aceleración sísmica horizontal básica es inferior al valor 0,04 g, no es preceptiva su aplicación para las estructuras consideradas en este proyecto. De igual manera, como el resto de las actuaciones contempladas en el proyecto se clasifican como construcciones de importancia normal ubicadas en una zona donde la aceleración sísmica básica es inferior a 0,04 g, no resulta necesario la aplicación de la Norma NCSE-02.

### 4.3.2. Conclusiones

Dado que el municipio de Gijón, y, por tanto, el ámbito en el que se circunscribe el proyecto queda dentro de la zona donde la aceleración sísmica básica, ab, es inferior a 0,04 g, y no figurando en el listado del anejo 1 de la Norma Sismorresistente NCSE-02, se concluye que en el presente proyecto **no es necesario considerar los efectos sísmicos** para el cálculo de las obras que se incluyen en el mismo.

## 5. GEOTECNIA

En base a la información existente, se ha procedido a caracterizar las unidades litológicas descritas.

### 5.1. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA RECOPILADA

Se dispone de numerosas investigaciones en la zona de estudio. Estas investigaciones se han representado en la planta realizada para el presente proyecto.

### 5.1.1. Sondeos

A continuación, se presenta una tabla resumen con los sondeos recopilados en el área de estudio. En ella se indica su situación, profundidad, y los proyectos de los que proceden.

| *Campaña* | *Sondeo* | *Profundidad* | *Coordenadas* | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | *X* | *Y* | *Z* |
| EG PC edificio de Comisaría de Policía Local, 2018 | SR-1 | 11,5 | 283646 | 4823835 | 10,6 |
| | SR-2 | 11,2 | 283701 | 4823834 | 10,05 |
| PC de la Estación Intermodal de Gijón (infraestructura y vía), Ineco 2010 | SJ-1 | 15 | 283103 | 4823536 | 13 |
| | SJ-2 | 25,15 | 283195 | 4823537 | 20 |
| | SJ-5 | 25,05 | 283176 | 4823649 | 16 |
| | SJ-6 | 20,1 | 283362 | 4823681 | 14 |
| | SJ-7 | 25 | 283472 | 4823767 | 12 |
| | SJ-8 | 29,85 | 283403 | 4823649 | 12 |
| | SJ-9 | 30 | 283653 | 4823936 | 9 |
| | SJ-10 | 35,1 | 283747 | 4823996 | 9 |
| | SJ-11 | 35 | 283815 | 4824170 | 9 |
| | SJ-12 | 40,25 | 283911 | 4824240 | 9 |
| EG del Nuevo Trazado del Ferrocarril en Gijón. Geocontrol 2001 | S-1 | 35 | 283280 | 4823577 | 18 |
| | S-2 | 35,1 | 283579 | 4823937 | 8 |
| | S-3 | 30 | 284059 | 4824286 | 8 |
| | S-4 | 35,5 | 284300 | 4824331 | 8 |
| | S-5 | 30 | 284303 | 4824240 | 6 |
| | S-6 | 30,1 | 284468 | 4824242 | 6 |
| PC del Túnel de Penetración del Ferrocarril en Gijón. Infraestructura y Vía. Ineco 2002 | SC-1 | 23.4 | 283085 | 4823726 | 15 |
| | SC-2 | 28 | Se desconoce su posición exacta | | |
| | SC-3 | 31,3 | 283667 | 4823983 | 9 |
| | SC-4 | 40 | 284008 | 4824220 | 8 |
| | SC-5 | 35 | Se desconoce su posición exacta | | |
| | SC-6 | 40 | 284353 | 4824286 | 8 |
| | SC-7 | 35 | 284468 | 4824302 | 8 |
| | SC-8 | 31 | 284583 | 4824306 | 6 |
| | SC-9 | 35 | 284699 | 4824220 | 6 |
| EG del Depósito de tormentas. Tecnia 2005 | S-1 | 25 | 283762 | 4824264 | 8 |
| | S-2 | 25 | 283716 | 4824247 | 8 |
| | S-3 | 35 | 283705 | 4824228 | 8 |
| | S-4 | 25 | 283696 | 4824210 | 8 |
| | S-5 | 35 | 283750 | 4824241 | 8 |
| | S-6 | 25 | 283780 | 4824232 | 8 |
| EG del Nuevo Palacio de Justicia de Gijón. Seinco 2007 | S-1 | 14 | 283806 | 4823925 | 11 |
| | S-2 | 14 | 283776 | 4823958 | 10 |
| | S-3 | 16 | 283696 | 4823887 | 11 |
| | S-4 | 16 | 283726 | 4823848 | 11 |
| Estudio prospecciones UTE Inegeo 2004 y 2005 | SIG-20 | 38,5 | 284350 | 4824342 | 7 |
| | SIG-25 | 35,2 | 284130 | 4824309 | 8 |
| | SIG-26 | 35 | 284442 | 4824214 | 6 |
| | SIG-27 | 36,2 | | | |
| | SIG-7 | 35 | 284481 | 4824268 | 6 |
| | SIG-8 | 35 | 284531 | 4824248 | 7 |
| PC Sanz Crespo. (Infraestructura y Arquitectura). Ineco 2009 | SE-1 | 15 | 283811 | 4824035 | 8,8 |
| | SE-2 | 15 | 283841 | 4824009 | 8,6 |

### 5.1.2. Piezómetros

Se cuenta con la campaña de campo para el Estudio Hidrogeológico del proyecto de la Nueva Estación de Moreda. En esta campaña, se perforaron 5 sondeos con recuperación de testigo en puntos donde ya estaba prevista la instalación de pozos/piezómetros (PZ-2 a PZ-6).

El resto de los piezómetros se han perforado mediante rotopercusión y destroza.

| Campaña | Sondeo | Profundidad | Coordenadas | |
|---|---|---|---|---|
| | | | X | Y |
| Estudio hidrogeológico del proyecto de la Nueva Estación de Moreda, Ineco 2007 | PZ-1 | 26 | 283184 | 4823543 |
| | PZ-1BIS | 9 | 283187 | 4823541 |
| | PZ-2 | 24,4 | 284041 | 4823733 |
| | PZ-3 | 25,2 | 283343 | 4823842 |
| | PZ-4 | 25 | 283255 | 4824435 |
| | PZ-5 | 25,2 | 282958 | 4824123 |
| | PZ-6 | 35 | 283746 | 4823134 |
| | PB-1 | 31 | 283731 | 4824000 |
| | PZ-11 | 24 | 283736 | 4824002 |
| | PZ-12 | 31 | | |
| | PZ-13 | 36 | | |
| | PB-2 | 9 | 283899 | 4824255 |
| | PZ-21 | 9 | 283905 | 4824248 |
| | PZ-22 | 27 | | |
| | PZ-23 | 31 | | |
| | PZ-24 | 37 | | |

### 5.1.3. Penetrómetros dinámicos

A continuación, se presenta una tabla resumen con los penetrómetros dinámicos recopilados en el área de estudio. En ella se indica su profundidad, y los proyectos de los que proceden.

| Campaña | Penetrómetros dinámicos | Profundidad | Coordenadas | |
|---|---|---|---|---|
| | | | X | Y |
| EG PC edificio de Comisaría de Policía Local, 2018 | P-1 | 9,08 | 283678 | 4820862 |
| | P-2 | 7,15 | 283674 | 4823835 |
| | P-3 | 6,57 | 283669 | 4823807 |
| PC de la Estación Intermodal de Gijón (infraestructura y vía), Ineco 2010 | PD-1 | 5,2 | 283086 | 4823375 |
| | PD-2 | 8 | 283143 | 4823469 |
| | PD-3 | 7,5 | 283130 | 4823546 |
| | PD-4 | 2,4 | 283235 | 4823305 |
| | PD-5 | 11,55 | 283261 | 4823571 |
| | PD-6 | 9,15 | 283330 | 4823608 |
| | PD-7 | 4,95 | 283168 | 4823693 |
| | PD-8 | 10,2 | 283294 | 4823668 |
| | PD-9 | 5,3 | 283364 | 4823742 |
| | PD-11 | 2,45 | 283444 | 4823811 |
| | PD-13 | 1,75 | 283629 | 4824005 |
| EG del Nuevo Palacio de Justicia de Gijón. Seinco 2007 | P-1 | 2,75 | 283760 | 4823911 |
| | P-2 | | 283728 | 4823920 |
| | P-3 | | 283762 | 4823877 |
| | P-4 | 2,6 | 283727 | 4823881 |
| PC Sanz Crespo. (Infraestructura y Arquitectura). Ineco 2009 | PDE-1 | 2,75 | | |
| | PDE-2 | 2,6 | | |

## 5.2. METODOLOGÍA

Para cada unidad se describen:

- Sus características, la **identificación** de los materiales que las constituyen, recurriendo para ello a los resultados obtenidos en laboratorio mediante la realización de los ensayos de Granulometría y Límites de Atterberg. Se ha elaborado, además, la clasificación USCS para cada formación.
- Las características de **estado** de cada unidad geotécnica diferenciada, haciendo referencia a parámetros como la densidad, la humedad, el contenido en materia orgánica, sulfatos y carbonatos.

- La condición **resistente** de las diferentes unidades identificadas. Más concretamente, se indican parámetros como la resistencia a compresión simple (qu), la cohesión (c) y el ángulo de rozamiento (φ), en condiciones sin drenaje en ensayos de corte directo, además de los datos derivados de los ensayos de SPT practicados en sondeos (N30) y los golpeos derivados de la obtención de muestras inalteradas, así como los correspondientes a los ensayos de penetración dinámica efectuados.

- Las características de **deformabilidad** de las diferentes unidades se han establecido en base a los resultados de los ensayos de colapso, de hinchamiento libre y de presión de hinchamiento, habiéndose tenido en cuenta también la deformación de las probetas sometidas a compresión simple. Además, se han realizado ensayos presiométricos a distintas profundidades en el interior de algunos de los sondeos perforados.

### 5.2.1. Sustrato rocoso

5.2.1.1. Características resistentes

El **modelo de resistencia** que se considera para los **macizos rocosos** es el establecido por **Hoek & Brown**, sobre la base del índice RMR. Estas leyes son del tipo no lineal, y en su expresión las tensiones son de tipo normalizada respecto a la Resistencia a la Compresión Simple (RCS) de la roca matriz, por lo que este parámetro resulta determinante a la hora de especificar la demanda de sostenimientos.

Se considerará como “macizo rocoso” a efectos de modelo de comportamiento, aquellos que presenten un RMR superior a 30. De no ser así, se considerará como un suelo, y se utilizará un modelo de comportamiento tipo Mohr-Coulomb.

La evaluación de los parámetros que gobiernan el comportamiento geotécnico del macizo se plantea sobre la base de las leyes o modelos establecidos por Hoek y Brown (1980). En el 2002 se hizo una revisión de este criterio, resultando la siguiente expresión:

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_{ci}\left[m_b \frac{\sigma'_3}{\sigma_{ci}} + s\right]^a$$

donde:

$\sigma'_1$ = tensión efectiva principal mayor

$\sigma'_3$ = tensión efectiva principal menor

$\sigma_{ci}$ = resistencia a compresión simple de la roca intacta

a = constante, que para el caso de rocas de calidad normal, a buena, se puede adoptar un valor de n = 0,5.

$m_b$ y s = parámetros de resistencia intrínseca de Hoek y Brown

Dado n = ½ y s = 1 (laboratorio), y con a = 0,5, se puede obtener el parámetro $m_i$ para cada litogrupo según las expresiones siguientes

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sqrt{m_i \times \sigma_{ci} \times \sigma_3 + \sigma_{ci}^2}$$

Luego, el parámetro $m_i$ se puede ajustar según la expresión:

$$m_i = \frac{1}{n}\sum \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)^2 - \sigma_{ci}^2}{\sigma_{ci} \times \sigma_3}$$

dado que no se disponen de datos suficientes para realizar el cálculo del parámetro $m_i$, se obtiene de bibliografía. Por ello, se considera más fiable el emplear los valores habituales propuestos por Hoek, como los recogidos en la siguiente tabla:

| TIPO DE ROCA Y VALOR DE LA CONSTANTE $m_i$ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sedimentarias | Conglomerados | 21 ± 3 | Lutita masiva | 4 ± 2 |
| | Arenisca | 17 ± 4 | Lutita laminada | 6 ± 2 |
| | Limolita | 7 ± 2 | Grauvaca | 18 ± 3 |
| | Margas | 7 ± 2 | Creta | 7 ± 2 |
| | Dolomias | 9 ± 3 | Caliza micrítica | 8 ± 3 |
| | Caliza cristalina | 12 ± 3 | Yeso | 10 ± 2 |
| | Brecha caliza | 20 ± 2 | Anhidrita | 12 ± 2 |
| | Caliza esparítica | 10 ± 5 | | |
| Metamorficas | Mármol | 9 ± 3 | Gneiss | 28 ± 5 |
| | Cuarcita | 20 ± 3 | Esquisto | 10 ± 3 |
| | Cuarcita blanda | 19 ± 3 | Filita | 7 ± 3 |
| | Migmatita | 29 ± 3 | Pizarra | 7 ± 4 |
| | Anfibolita | 26 ± 6 | Corneana | 19 ± 4 |
| Ígneas | Granito | 32 ± 3 | Diorita | 25 ± 5 |
| | Riolita | 25 ± 5 | Andesita | 25 ± 5 |
| | Granodiorita | 29 ± 3 | Gabro | 27 ± 3 |
| | Peridotitas | 25 ± 5 | Gabro norítico | 20 ± 5 |
| | Dacita | 25 ± 3 | Basalto | 25 ± 5 |
| | Pórfidos | 20 ± 5 | Obsidiana | 19 ± 3 |
| | Aglomerado | 19 ± 3 | Ofita alterada | 16 ± 5 |
| | Brecha | 19 ± 5 | Toba | 13 ± 5 |

Una vez estimados los parámetros resistentes de la roca matriz, se pueden determinar los parámetros $m_b$, s y a del macizo rocoso a partir del índice de calidad GSI.

El índice GSI (Geological Strenght Index) fue introducido por Hoek, Kaiser and Bawden en 1995, y puede calcularse a partir del índice RMR como:

1. $RMR_{76'}$ con el valor de agua 10 y sin corrección por orientación.
2. $GSI=RMR_{89'} - 5$, siendo $RMR_{89'}$ con el valor de agua 15 y sin corrección por orientación.

Las expresiones resultantes son:

$$m_b = m_i \times e^{\left[\frac{GSI-100}{28-14D}\right]}$$

$$s = e^{\left[\frac{GSI-100}{9-3D}\right]}$$

donde D es un factor que depende del grado de alteración al que ha sido sometido el macizo rocoso por los efectos de las voladuras o por la relajación de tensiones. Varía desde 0 para macizos rocosos in situ inalterados hasta 1 para macizos rocosos muy alterados.

La resistencia a compresión simple se obtiene haciendo $\sigma'_3 = 0$, resultando:

$$\sigma_m = \sigma_{ci} \cdot s^a$$

y siendo la resistencia a tracción (haciendo $\sigma'_1 = \sigma'_3 = \sigma_t$ ) :

$$\sigma_t = -\frac{s \cdot \sigma_{ci}}{m_b}$$

La resistencia a compresión simple del macizo rocoso $\sigma_{cm}$ puede estimarse mediante la siguiente expresión propuesta por Hoek en la última revisión de su modelo de rotura (2002):

$$\sigma_{cm} = \sigma_{ci} \cdot \frac{(m_b + 4 \cdot s - a \cdot (m_b - 8 \cdot s)) \cdot (m_b/4 + s)^{a-1}}{2 \cdot (1+a) \cdot (2+a)}$$

o bien a partir de la fórmula propuesta por Hoek & Marinos (2000):

$$\sigma_{cm} = (0{,}0034 \cdot m_i^{\,0,8}) \cdot \sigma_{ci} \left[1{,}029 + 0{,}025 \cdot e^{-0,1 \cdot m_i}\right]^{GSI}$$

5.2.1.2. Parámetros deformacionales

La caracterización del terreno desde el punto de vista de su deformabilidad es vital para cualquier estudio geológico-geotécnico. Puesto que los macizos rocosos son medios no homogéneos, sus módulos de deformación presentan grandes diferencias entre los valores obtenidos en laboratorio y los valores reales del terreno (Efecto Escala).

La **deformabilidad de la roca matriz** se estudia a partir de los ensayos de resistencia a compresión simple con bandas extensométricas efectuados sobre testigos obtenidos de los sondeos.

En cuanto a los **parámetros deformacionales del macizo** pueden utilizarse los métodos empíricos o medidas obtenidas in situ.

*5.2.1.2.1. Métodos empíricos*

Pueden utilizarse, con criterio conservador, los métodos empíricos establecidos por diversos autores para el caso de **macizos rocosos**, y que son:

Bieniawski (1978), que determina Em mediante una relación lineal función del índice RMR:

$$E_m(GPa) = 2 \cdot RMR - 100$$

esta expresión es válida para RMR > 50.

Barton (1983): deduce el valor del módulo del macizo a partir del índice de calidad Q, según la expresión:

$$E_m(GPa) = 25 \cdot LgQ$$

Esta expresión es válida para Q > 1.

Serafim & Pereira (1983), que determina Em mediante una relación exponencial función del índice RMR:

$$E_m(GPa) = 10^{\frac{RMR-10}{40}}$$

También establecen una correlación entre Em y el módulo de deformación de la roca intacta (Ei):

$$E_m = E_i \cdot \left(\frac{RMR}{100}\right)^2$$

Hoek (2002), que afecta a la ecuación de Serafim & Pereira de un coeficiente dependiente de la resistencia a compresión simple de la roca intacta σc, empleándose el índice GSI (Geological Strenght Index) en lugar del RMR, y añadiendo el factor de alteración D:

$$E_m(GPa) = \left(1 - \frac{D}{2}\right)\sqrt{\frac{\sigma_c}{100}} \cdot 10^{\frac{GSI-10}{40}}$$

Hoek & Diederichs (2005), que relaciona el módulo de deformación de la roca intacta con el módulo de deformación del macizo a través de la siguiente expresión:

$$E_{rm} = E_i\left(0.02 + \frac{1 - D/2}{1 + e^{((60+15D-GSI)/11)}}\right)$$

Para aplicar estos criterios se empleará el valor del GSI (o en su caso RMR o Q) más pequeño del intervalo que define cada tipo de macizo, pues de ese modo se estará siempre del lado de la seguridad.

Respecto al **Módulo de Poisson del macizo rocoso**, hoy en día se admite la hipótesis simplificadora de que es el mismo que el módulo determinado en las probetas de roca mediante el empleo de bandas extensiométricas. Por otra parte, el coeficiente de Poisson, también puede estimarse en función de la calidad de la roca, oscilando entre ν=0,20 para roca de muy buena calidad hasta ν=0,35 para roca de mala calidad o material suelto. Se han propuesto algunas correlaciones que estiman el valor de este coeficiente en función del GSI:

$$\nu_m = 0{,}3248 - 0.0015 \cdot GSI$$

*5.2.1.2.2. Medidas in situ*

Para la obtención de medidas in situ del módulo de deformación se utilizaron medias presiométricas (o dilatométricas) y determinaciones sónicas de onda completa.

Tanto la presiometría como la onda completa deben realizarse a "sondeo desnudo" sin entubar o revestir. Por esta razón, este procedimiento no siempre pudo aplicarse, ya que frecuentemente las paredes del sondeo fueron inestables, impidiéndose frecuentemente la introducción de la sonda sónica o del presiómetro.

A continuación describiremos básicamente el fundamento teórico de estas medidas in situ, para finalmente resumir los resultados obtenidos para cada litotipo.

***Ensayo presiométrico***

El objetivo básico del ensayo es obtener una respuesta esfuerzo-deformación del terreno in situ, de modo que se pueda calcular el módulo de deformación *in situ* del terreno. Consiste en aplicar presiones crecientes al terreno a través de una camisa elástica en el interior de un sondeo.

Una vez obtenida la curva desplazamiento-carga, se realiza una descarga de la presión aplicada. Como resultado se obtiene una curva desplazamiento-carga, en la que se distinguen las siguientes etapas de deformación: adaptación de la camisa al sondeo, deformación elástica, uno o varios ciclos de descarga y carga, deformación plástica y rotura del terreno.

A partir de la información registrada durante la ejecución de los ensayos es posible determinar el módulo de deformación cortante del terreno, $G_{dil}$, y con ello la rigidez del terreno relacionado con el módulo dilatométrico del terreno, $E_{dil}$, a través del coeficiente de Poisson $\nu$, mediante la expresión:

$$E_{dil} = 2 \cdot (1 + \nu) . G_{dil}$$

Al final de este apartado se resumen los valores obtenidos para cada uno de los litotipos ensayados.

El módulo elástico del terreno guarda cierta relación con el módulo presiométrico, tal como se ha reflejado en la caracterización geotécnica realizada. De este modo, si durante el ensayo presiométrico el material se comportase como un sólido perfectamente elástico, el módulo elástico y el módulo presiométrico serían equivalentes; sin embargo, al comienzo del ensayo los materiales se comportan como un material pseudoelástico, por lo que el módulo presiométrico no coincide con el módulo elástico del terreno.

Ménard & Rousseau (1962) propusieron un factor corrector $\alpha$ para establecer la relación entre el módulo presiométrico Ep y el módulo elástico confinado Eoed de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E_{oed} = E_p/\alpha$$

Siendo $\alpha$ un parámetro que depende del tipo de terreno.

Factor $\alpha$ (rocas)

En el caso de macizos rocosos, el factor $\alpha$ puede adoptar los valores de la siguiente tabla (The Application of pressuremeter test results to foundation design in Europe. The ISSMFE European Regional Technical Committee on Pressuremeters):

| ***Estado de la roca*** | ***α*** |
|---|---|
| Ligeramente fracturada o muy debilitada | 2/3 |
| Normal | 1/2 |
| Muy fracturada | 1/3 |

Finalmente, el módulo elástico del terreno E (módulo de Young o de elasticidad en carga) está relacionado con el módulo elástico confinado Eoed a través del coeficiente de Poisson $\nu$ mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{(1+\upsilon).(1-2\upsilon)}{(1-\upsilon)} E_{oed}$$

5.2.1.3. Abrasividad

El índice de abrasividad Cerchar establece una clasificación del grado de abrasividad de las rocas. Con este ensayo se puede estimar el consumo de herramientas de corte.

**CLASIFICACIÓN CERCHAR PARA LA ABRASIVIDAD DE ROCAS (ITGE)**

| *Clasificación* | *Índice Cerchar* | *Tipo De Roca* |
|---|---|---|
| Extremadamente abrasiva | > 4,5 | Gneis, pegmatita, granito |
| Altamente abrasiva | 4,25 – 4,5 | Anfibolita, granito |
| Abrasiva | 4,0 – 4,25 | Granito, gneis, esquistos, piroxenita |
| Moderadamente abrasiva | 3,5 – 4,0 | Arenisca |
| Abrasividad media | 2,5 – 3,5 | Gneis, granito californiano, dolerita |
| Poco abrasiva | 1,2 – 2,5 | Arenisca Portland |
| Muy poco abrasiva | < 1,2 | Caliza |

En la unidad geotécnica de calizas y dolomías se ha definido la abrasividad obtenida a partir de los ensayos de laboratorio disponibles. Rozabilidad y perforabilidad

Para valorar la rozabilidad de la roca se realizaron ensayos de Schimazek. Este coeficiente, expresado en KN/m, es habitualmente empleado para evaluar la excavabilidad mediante rozadora. Para valores del índice de Schimazek superiores a 0,6 se considera que la roca es difícilmente rozable.

| *Clasificación de Schimazek* | |
|---|---|
| ***Coeficiente de desgaste F (KN/m)*** | ***Propiedades de la roca*** |
| <0,06 | Se corta bien, desgaste ligero |
| 0,06-0,42 | Se roza satisfactoriamente |
| >0,42 | Se roza con picas de metal duro y máquinas potentes |

| *Rozabilidad de las rocas en función del índice Schimazek (F)* | | |
|---|---|---|
| ***Coeficiente de desgaste F (KN/m)*** | ***Rozabilidad*** | |
| | ***Calificación*** | ***$m^3/h$*** |
| 0,2-0,3 | Muy buena | 45-65 |
| 0,3-0,4 | Buena | 30-45 |
| 0,4-0,5 | Moderada | 20-30 |
| 0,5-0,6 | Regular | 15-20 |
| 0,6-0,8 | Mala | 10-15 |
| 0,8-1,0 | Muy mala | 6-10 |

Para cada unidad geotécnica se ha definido un coeficiente de desgaste, a partir de los ensayos de laboratorio disponibles.

5.2.1.4. Dureza

La dureza de la roca es un indicador de la excavabilidad de la misma. Para su determinación se utiliza el ensayo de dureza Cerchar, que se relaciona con la excavabilidad a partir de la siguiente tabla:

Table 1. A cuttability classification for Cerchar hardness index (Bilgin et al. 1992).

| CHI (sec) | Cuttability |
|---|---|
| < 15 | Easy |
| 15-21 | Normal |
| 21-54 | Difficult |
| > 54 | Very difficult |

### 5.2.2. Suelos

5.2.2.1. Características resistentes

El **modelo de resistencia** que se considera para los **suelos** es el clásico de Mohr-Coulomb, que queda definido por sólo dos parámetros, la cohesión (c) y la fricción ($\phi$). Mediante estos dos parámetros se relaciona la resistencia a corte y la tensión normal mediante la siguiente expresión:

$$\tau = c + \tan \phi$$

Esta relación puede expresarse en términos de la tensión principal mayor y la menor mediante la siguiente expresión:

$$\sigma_1 = \frac{2 \cdot c \cdot \cos\phi}{1 - sen\phi} + \frac{1 + sen\phi}{1 - sen\phi}\sigma_3$$

Con esta expresión, si se considera necesario en el caso de rocas puede ajustarse el modelo de comportamiento de Hoek-Brown a un modelo de comportamiento de tipo Mohr-Coulomb.

Los valores de cohesión y rozamiento pueden obtenerse de ensayos de corte directo y/o triaxiales, o mediante correlaciones con otros parámetros.

Los datos del ensayo SPT permiten estimar el ángulo de rozamiento interno de los materiales granulares, bien indirectamente, a partir de la densidad relativa, bien directamente, a partir del valor del golpeo $N_{SPT}$. Se presenta a continuación, la relación entre los valores de $N_{SPT}$ y del ángulo de rozamiento orientativo, según la correlación propuesta por Muromachi (1974):

$$\emptyset' = 20 + 3{,}5 \cdot \sqrt{N_{SPT}}$$

| $N_{SPT}$ | Compacidad | ángulo de rozamiento (º) |
|---|---|---|
| < 4 | muy suelto | 28 |
| 4-10 | Suelto | 28-30 |
| 10-30 | medio denso | 30-36 |
| 30-50 | Denso | 36-41 |
| > 50 | muy denso | >41 |

5.2.2.2. Parámetros deformacionales

En el caso de **terrenos granulares** para obtener los parámetros de deformabilidad de un terreno, se puede hacer una primera aproximación a partir de los datos obtenidos en el ensayo SPT. Para los cálculos se ha tenido en cuenta las siguientes aproximaciones empíricas:

Para gravas y bolos

- Bowles (1987) E (MPa) = 7,5 + 0,5 $N_{30}$
- Wrench y Nowatzki E (MPa) = 2,22 x $N_{30}^{0,88}$

Para arenas y arenas arcillosas:

- Webb E ($Kp/cm^2$) = 5 ($N_{30}$ + 15) para arenas finas por encima del nivel freático

  E ($Kp/cm^2$) = 3,30 ($N_{30}$ + 15) para arenas arcillosas

  E ($Kp/cm^2$) = 4 ($N_{30}$ + 12) para casos intermedios

- D'Apollonia (1970) para arenas normales consolidadas

  E = ($kp/cm^2$) = $10 \cdot (1 - \mu^2) \cdot (20{,}9 + 0{,}89 \cdot N_{SPT})$

Para limos:

- Webb E (MPa) = 3,16 x $N_{30}$ + 15,8

Para arcillas o arenas arcillosas de alteración

- Denver E (Kp/cm2) = 70 x $(N_{30})^{0,5}$

5.2.2.3. Medidas in situ

Para la obtención de medidas in situ del módulo de deformación de los suelos se han utilizado medias presiométricas.

A continuación describiremos básicamente el fundamento teórico de estas medidas in situ, para obtener el módulo de deformación en suelos.

***Ensayo presiométrico***

El objetivo básico del ensayo es obtener una respuesta esfuerzo-deformación del terreno in situ, de modo que se pueda calcular el módulo de deformación *in situ* del terreno. Consiste en aplicar presiones crecientes al terreno a través de una camisa elástica en el interior de un sondeo.

Una vez obtenida la curva desplazamiento-carga, se realiza una descarga de la presión aplicada. Como resultado se obtiene una curva desplazamiento-carga, en la que se distinguen las siguientes etapas de deformación: adaptación de la camisa al sondeo, deformación elástica, uno o varios ciclos de descarga y carga, deformación plástica y rotura del terreno.

A partir de la información registrada durante la ejecución de los ensayos es posible determinar el módulo de deformación cortante del terreno, $G_{dil}$, y con ello la rigidez del terreno relacionado con el módulo dilatométrico del terreno, $E_{dil}$, a través del coeficiente de Poisson $\nu$, mediante la expresión:

$$E_{dil} = 2 \cdot (1 + \nu) . G_{dil}$$

Al final de este apartado se resumen los valores obtenidos para cada uno de los litotipos ensayados.

El módulo elástico del terreno guarda cierta relación con el módulo presiométrico, tal como se ha reflejado en la caracterización geotécnica realizada. De este modo, si durante el ensayo presiométrico el material se comportase como un sólido perfectamente elástico, el módulo elástico y el módulo presiométrico serían equivalentes; sin embargo, al comienzo del ensayo los materiales se comportan como un material pseudoelástico, por lo que el módulo presiométrico no coincide con el módulo elástico del terreno.

Ménard & Rousseau (1962) propusieron un factor corrector $\alpha$ para establecer la relación entre el módulo presiométrico Ep y el módulo elástico confinado Eoed de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E_{oed} = E_p / \alpha$$

Siendo $\alpha$ un parámetro que depende del tipo de terreno.

Factor $\alpha$ (suelos)

En el caso de suelos, $\alpha$ puede adoptar los valores de la siguiente tabla (The Application of pressuremeter test results to foundation design in Europe. The ISSMFE European Regional Technical Committee on Pressuremeters):

| ***Naturaleza del suelo*** | ***α*** |
|---|---|
| Arcillas | 1-2/3 |
| Limos | 1/2 |
| Arenas | 1/3 |
| Gravas | 1/4 |

Finalmente, el módulo elástico del terreno E (módulo de Young o de elasticidad en carga) está relacionado con el módulo elástico confinado Eoed a través del coeficiente de Poisson $\nu$ mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{(1+\upsilon).(1-2\upsilon)}{(1-\upsilon)} E_{oed}$$

## 5.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

Como base de la caracterización, se ha partido de la recopilación en el *PC de la nueva estación intermodal de Gijón*, de los ensayos realizados en las prospecciones de los proyectos consultados, los cuales se citan al inicio de este anejo. Se han definido únicamente las unidades que se van a ver afectadas por las alternativas de trazado estudiadas.

Para llevar a cabo la recopilación de las distintas caracterizaciones geotécnicas de cada uno de los proyectos, se ha elaborado la siguiente tabla resumen de las unidades geológico – geotécnicas diferenciadas.

| ***LITOTIPOS*** | ***GRUPOS GEOTÉCNICOS*** | ***DESCRIPCIÓN*** |
|---|---|---|
| Qx | Rellenos antrópicos | Arenas, gravas junto con cascotes y rellenos variados. |
| Qel | Eluvial | Arcillas: Arcillas grises y verdosas, arcillas limosas marrones. |
| Qal | Aluviales | Arcillas, limos y arenas aluviales con abundante materia orgánica. |
| Qli | Arenas | Arenas litorales. Arenas y arenas limosas |
| Jlm y Jlr Jb | Lutitas limolitas grises a rojizas y Brechas | Lutitas y limolitas margosas grises a rojizas junto con Lutitas y limolitas margosas con fragmentos angulosos de dolomías y/o caliza. |
| Jc | Dolomías y Calizas | Dolomías y Calizas |
| **Jd** | | |

A continuación, se describen cada una de las unidades que se han diferenciado, representadas por orden estratigráfico de más antigua a más moderna:

### 5.3.1. Sustrato rocoso

#### 5.3.1.1. Dolomías (Jd) y calizas (Jc)

Del análisis de los resultados obtenidos en los ensayos realizados sobre este tipo de material, se distingue un comportamiento diferente en función del grado de alteración y fracturación que presenta la roca.

***Descripción***

Los rangos de alteración que se han distinguido, a efectos de caracterización de las dolomías, comprenden desde grados de alteración de roca fresca con grado I, grados II-III hasta III-IV, llegando incluso en ocasiones a grado V, sobre todo en las zonas más superficiales y en las cercanas a fallas.

Los grados de alteración, en muchos casos, presentan una notable irregularidad en cuanto a distribución espacial, acentuándose en ocasiones en profundidad, como se pone de manifiesto en algunos sondeos, donde se ha comprobado la existencia de pequeños rellenos de limos en supuestas cavidades kársticas (por ejemplo, SJ-11 a 21 m de profundidad) y en cavidades observadas en excavaciones de la zona.

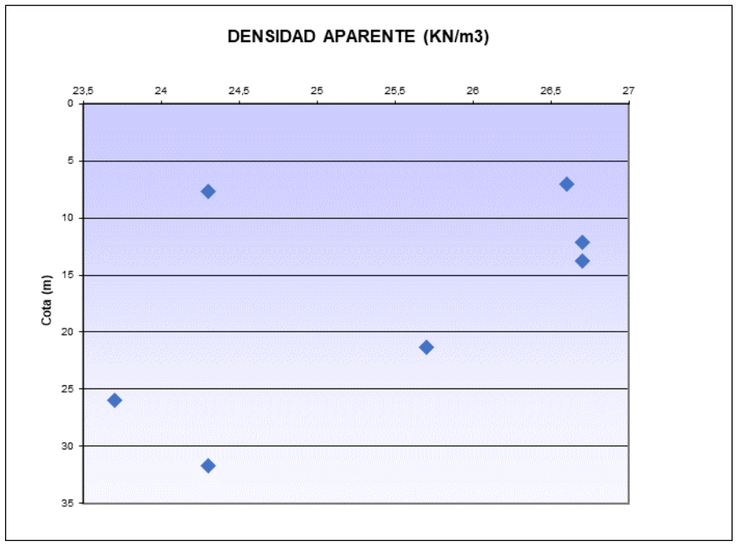
Al encontrarse selladas por limos y arcillas procedentes del sustrato alterado como se ha comentado anteriormente, las labores de perforación que las intercepten podrían lavar dicho material, complicando así su detección y observación.

Los ensayos realizados se muestran en la siguiente tabla:

| Sondeo | Tipo | Muestra. Cotas | Litología | Unidad | Identificación | | | | | | Químico | Resistencia | | | | | Otros | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Granulometría | | Límites de Atterberg | | Humedad (%) | Densidad Aparente (KN/m3) | % Carbonatos | Compresión simple | | | Carga puntual.Ind puzonamiento | Tracción indirecta (MPa) | Schimazeck (KN/m) | Cerchar |
| | | | | | <2mm | 0,08mm | L.L. | I.P. | | | | RCS (MPa) | E (MPa) | Coef. Poisson | | | | |
| SJ-1 | TP-1 | 7,00 - 7,30 | Dolomía | Jd | | | | | 0,4 | 26,6 | | 192 | | | | | | 3,152 |
| SJ-2 | SPT-7 | 12,00 - 12,08 | Dolomía. No hay muestra | Jd | | | | | | | | | | | | | | |
| | TP-1 | 13,80 - 13,97 | Dolomía | Jd | | | | | 0,3 | 26,7 | | 35,5 | | | | | | |
| SJ-6 | TP-1 | 12,10 - 12,20 | Dolomía gris | Jd | | | | | 0,4 | 26,7 | | | | | 31,9 | | | |
| | TP-2 | 12,40 - 12,60 | Dolomía gris | Jd | | | | | | | | | | | | | | |
| SJ-7 | TP-1 | 7,09 - 7,55 | Dolomía gris ocre | Jd | | | | | | | | | | | | 6,49 | 0,038 | |
| | TP-1,1 | 7,70 - 7,95 | Dolomía gris ocre | Jd | | | | | 0,8 | 24,3 | | 36,2 | | | | | | |
| SJ-8 | TP-2 | 24,00 - 24,20 | Dolomía gris | Jd | | | | | | | | | | | | | | 4,9 |
| SJ-10 | TP-1 | 4,35 - 4,60 | Dolomía muy fracturada | Jd | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-3 | 6,00 - 6,05 | Dolomía muy fracturada | Jd | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-9 | 17,00 - 17,05 | Dolomía gris oscura con pasadas lutíticas | Jd | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-10 | 18,80 - 18,85 | Dolomía gris oscura con pasadas lutíticas | Jd | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-11 | 20,70 - 20,75 | Dolomía gris oscura con pasadas lutíticas | Jd | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-13 | 24,50 - 24,60 | Dolomía gris oscura con pasadas lutíticas | Jd | | | | | | | | | | | | | | |
| | TP-4.2 | 26,00 - 26,20 | Dolomía gris oscura | Jd | | | | | | | | | | | | 9,9; 14,2 | | |
| SJ-11 | MI-2 | 16,00 - 16,35 | No sale muestra | Jc | | | | | | | | | | | | | | |
| | TP-2.2 | 20,20- 20,45 | Dolomía | Jd | | | | | | | | | | | | 5,8; 7; 5,4 | | |
| | TP-3 | 21,30 - 21,70 | Dolomía | Jd | | | | | | 25,7 | | 25 | | 0,25 | | | | |
| SJ-12 | SPT-6 | 16,40- 16,85 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Jd | | | | | | | | | | | | | | |
| | TP-2 | 26,00 - 26,40 | Caliza margosa | Jc | | | | | 2,6 | 23,7 | | 20,6 | | | | | | |
| | TP-2.2 | 31,70 - 31,90 | Dolomía | Jd | | | | | 4 | 24,3 | | 29,2 | | | | | | |
| | TP-3 | 33,55 - 34,00 | Dolomía | Jd | | | | | | | | | | | | | | 1,398 |
| SC-4 | MI | 11,30-11,85 | Dolomías alteradas GV | Jd | | | N.P. | N.P. | 17,2 | | 45 | 0,784 | 17,7 | 0,44 | | | | |
| | SPT | 11,85-12,30 | Dolomías alteradas GV | Jd | | | 42,5 | 16 | | | | | | | | | | |
| | TP | 14,10-14,40 | Dolomías alteradas GV | Jd | | | 33,9 | 13,2 | 12,8 | | 21 | 0,708 | 26,6 | 0,31 | | | | |
| | SPT | 14,40-14,47 | Dolomías alteradas GV | Jd | 54 | 36 | | | | | | | | | | | | |
| | TP | 33,20-33,50 | Dolomías | Jd | | | N.P. | N.P. | | | 85 | 55,3 | | | | | | |
| SI-2 | TP | 24,75-25,00 | Dolomías | Jd | | | | | | | | 107,6 | | | | | | |
| SI-4 | TP | 31,50-31,75 | Calizas | Jc | | | | | | | | 29,2 | | | | | | |
| Nº Ensayos | | | | | 1 | 1 | 4 | 4 | 8 | 7 | 3 | 11 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| Máximo | | | | | 54 | 36 | 42,5 | 16 | 17,2 | 26,7 | 85 | 192 | 26,6 | 0,44 | 31,9 | 6,488 | 0,038 | 4,9 |
| Mínimo | | | | | 54 | 36 | 33,9 | 13,2 | 0,3 | 23,7 | 21 | 0,708 | 17,7 | 0,25 | 31,9 | 6,488 | 0,038 | 1,398 |
| Promedio | | | | | 54 | 36 | 38,2 | 14,6 | 4,81 | 25,43 | 50,3 | 48,372 | 22,15 | 0,33 | 31,9 | 6,488 | 0,038 | 3,15 |

***Características de identificación y estado***

Los valores de densidad aparente se muestran a continuación en función de la profundidad:




A la vista del gráfico, y siendo conservadores, se toman los siguientes valores de densidad aparente:

Rocas con grado de alteración I a III: 25,0 KN/$m^3$.

Rocas con grado de alteración de IV a V: 22,5 KN/$m^3$.

La humedad media de las dolomías menos alteradas es de un 0,5%, aumentando hasta un 15% en el caso de aquellas que presentan mayor alteración.

Al presentar grados de alteración cercanos a V, gran parte del macizo rocoso aparece descompuesto formando un suelo relicto. Es en estos casos, en los que se han efectuado ensayos granulométricos y de determinación de los límites de Atterberg.

Los datos obtenidos muestran dispersiones importantes, estando influidos en gran manera por la posible diferencia en cuanto al grado de intensidad de la alteración.

***Parámetros resistentes***

*Ensayos in situ*

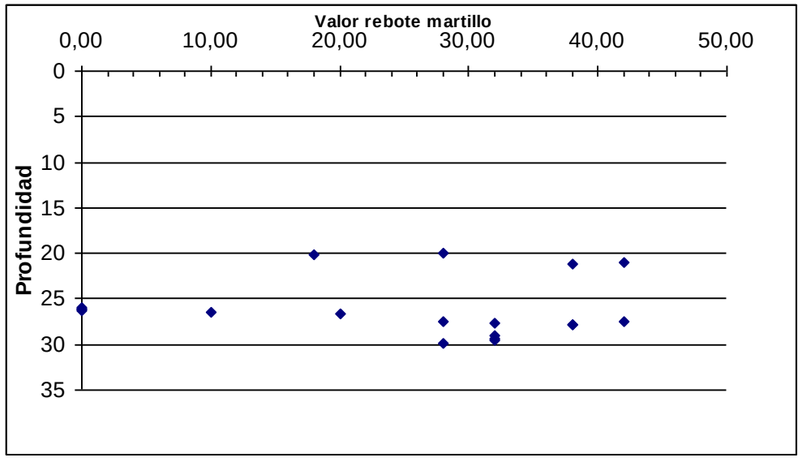
Los ensayos que se han efectuado “in-situ” mediante el martillo de Schmidt en estos materiales, se hicieron en aquellas muestras de testigo con un tamaño suficiente para permitir realizar el ensayo, pero que generalmente no cumplían para permitir parafinarlos y ensayarlos en laboratorio.

Normalmente presentaban un grado de alteración III o inferior y una fracturación baja o media, ya que una alteración superior o mayor fracturación del testigo no permite efectuar el ensayo sin que se rompa.

| Testigos de Calizas ensayadas | *Resistencias a compresión simple. Martillo Schmidt* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Valor mínimo (Mpa)* | *Valor máximo (Mpa)* | *Valor medio (Mpa)* | *Desviación est.* | *Nº de datos.* |
| | 0 | >42 | 21,3 | 148,5 | 19 |

*Valores procedentes de ensayos con martillo Schimdt (Jcd)*

Los valores en los ensayos in-situ obtenidos se han representado en comparación con la profundidad a la que se obtuvo la muestra:

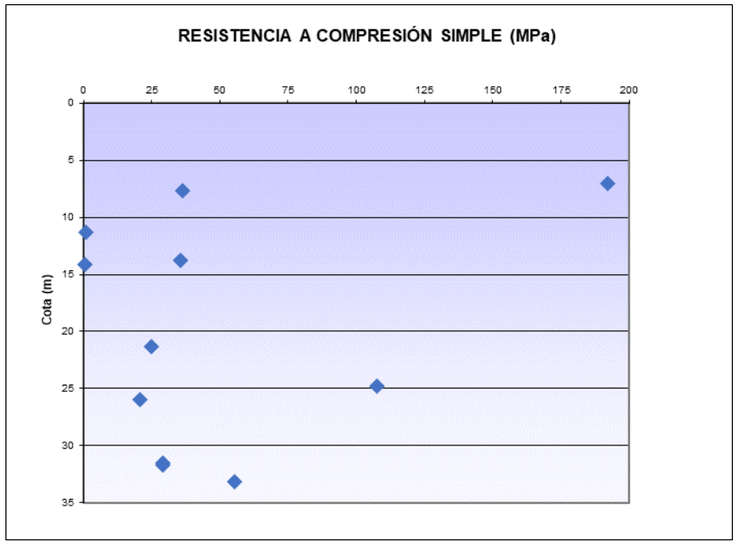



*Distribución de los valores de rebote con la profundidad para las calizas (Jc).*

En la anterior gráfica se puede observar que el valor de rebote del martillo, y por tanto el valor estimado de la compresión simple que se obtiene, no guarda relación con la profundidad, ya que a una misma cota (por ejemplo, entre 20 y 25m), se da un amplio abanico de valores.

*Ensayos de compresión*

Se dispone de 11 ensayos de resistencia a compresión simple (de estos ensayos, 2 se han realizado con bandas extensiométricas) cuyos valores se muestran a continuación en función de la profundidad:




Como se puede observar en el anterior gráfico, el valor medio de la unidad oscila alrededor de los 30 MPa. Hay 2 valores por encima de los 100 MPa y 2 valores por debajo de 1 MPa. Esta dispersión está provocada por el grado de alteración de la muestra. En este caso, se toman como valores representativos:

Rocas con grado de alteración I a III: 33 MPa

Rocas con grado de alteración de IV a V: 0,7 MPa.

Los valores superiores a los 100 MPa se consideran excesivamente elevados, por lo que no se han tenido en cuenta a la hora de realizar la media de la roca sana.

Según datos bibliográficos, Gutiérrez Claverol et al. (2002), indican unos valores de resistencia a compresión simple para las dolomías de la formación Gijón, de entre 56,1 Mpa para las calizas dolomíticas y de 44,55 Mpa para las dolomías (suponiendo grados de alteración I a III).

Un gran número de los ensayos de resistencia a compresión simple que se solicitaron no se pudieron efectuar, debido a la intensa fracturación que

presentaban, desmoronándose al comenzar el ensayo o durante el proceso de tallado de las probetas.

*Parámetros de deformación*

Los 2 ensayos de bandas extensiométricas de los que se dispone han dado los siguientes resultados:

| Sondeo | Profundidad (m) | Resistencia a compresión (KPa) | E (MPa) | Coeficiente de Poisson |
|---|---|---|---|---|
| SC-4 | 11,3 | 784 | 17,7 | 0,44 |
| SC-4 | 14,1 | 708 | 26,6 | 0,31 |

Como se puede comprobar los 2 ensayos realización se corresponden a las muestras con grado de alteración IV a V, por lo que los módulos de deformación obtenidos no son los de la roca sana.

Para la determinación del coeficiente de Poisson se dispone de 2 valores, los cuales se consideran anómalos porque son excesivamente elevados para este tipo de roca, a la vista de la tabla de valores típicos de parámetros geotécnicos de algunas rocas expuesta por José Mª Rodríguez Ortiz en el "Curso aplicado de cimentaciones" que se muestra a continuación:

VALORES TIPICOS DE PARAMETROS GEOMECANICOS DE ALGUNAS ROCAS*

| Roca | Módulo de elasticidad $E_r$ (Kp/cm²) | Coeficiente de Poisson $\nu$ | $E_r/q_u$ | c (Kp/cm²) | $\phi$ [1] (°) |
|---|---|---|---|---|---|
| Granito | 200.000-800.000 | 0,20 | 300-600 | 80-350 | 45-58 |
| Basalto | 150.000-800.000 | 0,23 | 200-500 | | |
| Cuarcita | 400.000-800.000 | 0,14 | 200-500 | | |
| Gneiss | 300.000-800.000 | 0,22 | 200-600 | | |
| Pizarra | 25.000-250.000 | | 150-600 | | |
| Esquisto | 60.000-600.000 | 0,12 | 100-700 | | |
| Arenisca | 6.000-400.000 | 0,20 | 100-400 | 40-400 | 45-50 |
| Lutita | 100-300.000 | 0,10 | 50-300 | 1-5 | 10-25 |
| Caliza | 45.000-900.000 | 0,23 | 300-600 | 35-300 | 37-54 |
| Conglomerado | 15.000-500.000 | 0,25 | — | 15-250 | 35-50 |

* Se consideran rocas sanas o con escasa fracturación y alteración.
[1] Las rocas suelen presentar una envolvente de resistencia de tipo parabólico por lo que con tensiones bajas los ángulos de rozamiento son bastante mayores.

En este caso, a la vista de la tabla, se considerará como valor representativo del coeficiente de Poisson, 0,2.

En el caso de los ensayos presiométricos efectuados, se obtienen los siguientes resultados:

| SONDEO | COTA | Ep (Mpa) |
|---|---|---|
| SJ-11 | 26,0 | 370,9 |
| SJ-12 | 28,6 | 1034,0 |
| SJ-10 | 7,0 | 10,7 |

Se transforma el módulo presiométrico en el módulo de deformación según la metodología descrita en apartados anteriores. En este caso, se toma α = 1/2 para la roca sana y α = 1/3 para roca alterada.

| SONDEO | COTA | Ep (Mpa) | α | Eo (Mpa) | μ | E (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SJ-11 | 26,0 | 370,9 | 0,5 | 741,8 | 0,20 | 667,6 |
| SJ-12 | 28,6 | 1034,0 | 0,5 | 2068,0 | 0,20 | 1861,2 |
| SJ-10 | 7,0 | 10,7 | 0,3 | 32,1 | 0,20 | 28,9 |

Como se puede observar en la anterior tabla, el último valor se corresponde prácticamente con un suelo. Este valor tiene un orden de magnitud muy similar al obtenido con los ensayos de bandas extensiométricas, también realizados en muestras alteradas. Estos resultados, más propios de suelos que de rocas, no se consideran representativos de la unidad

A la vista de los resultados de los 2 presiómetros, se estima que el primero representa la roca alterada grado IV a V mientras que el segundo valor es de una roca sana de grado I a III. Por tanto, se tiene:

Rocas con grado de alteración I a III: 1800 MPa

Rocas con grado de alteración de IV a V: 700 MPa

***Excavabilidad y abrasividad***

*Índice abrasividad Cerchar*

No se dispone de ningún ensayo de abrasividad, pero según la tabla incluida en la metodología, las calizas y dolomías son muy poco abrasivas.

*Índice Schzimazek*

Se dispone de un único ensayo, con un valor de 0,038 KN/m. Esto indica que la roca oscila entre "se corta bien, con desgaste ligero" a "se roza satisfactoriamente".

*Índice de dureza Cerchar*

Se dispone de 3 ensayos Cerchar, que dan unas durezas de 13,98, 31,52 y 49. Estos valores indican que la excavabilidad varía de normal a dificultosa. Por tanto, para la excavación de esta unidad, en algunas zonas será necesario el uso de la hidrofresa.

***Tenacidad***

Los ensayos a tracción indirecta para determinar la resistencia a tracción uniaxial, asumiendo que la rotura se produce por tracción cuando la roca se somete a un estado de esfuerzo biaxial, han proporcionado unos valores comprendidos entre 14,2 MPa y 5,4 MPa, con un valor medio de 8,13 MPa, por lo que se trata de unos valores medios a altos según Deere y Miller (1968) o según Fourmaintraux (1976), para dolomías de grado I a III.

Como comprobación de los valores obtenidos, según la correlación de Miller (1965), indicada para obtener los valores estimados de compresión simple a partir de los valores de resistencia a tracción, se obtienen unos valores de resistencia para la roca, a compresión simple medios de 45MPa que comprenden valores de entre 39,3 a 57,8 MPa, mediante dicha aproximación:

$\sigma_c = 21 * \sigma_t + 280$, siendo

$\sigma_c$ la compresión simple

$\sigma_t$ la resistencia a tracción.

Para la roca sana (grado I a III), tomando un valor de RCS de 33 MPa y una resistencia a tracción indirecta de 14,2 MPa, la tenacidad que se obtiene es de 0,43.

Para la roca alterada (grado IV a V), tomando una RCS de 0,7 MPa y una resistencia a tracción indirecta de 5,4 MPa, se obtiene una tenacidad de 0,13.

***Parámetros geotécnicos del macizo rocoso***

Para el cálculo de los parámetros del macizo a largo plazo se utiliza el programa RocLab. La explicación teórica del mismo, así como la explicación detallada de cada uno de los parámetros a introducir, se ha desarrollado en apartados anteriores.

*Resistencia a compresión simple*

Según apartado anterior, se tienen los siguientes valores de compresión simple:

Rocas con grado de alteración I a III: 33 MPa

Rocas con grado de alteración de IV a V: 0,7 MPa.

GSI

De acuerdo con los criterios de Bieniawski y en función del RMR obtenido, los macizos se clasifican en las cinco categorías (Rocas de Calidad I a VI), los cuales se detallan a continuación:

| *RMR* | *TIPO* | *CALIDAD* |
|---|---|---|
| 81 – 100 | I | Muy bueno |
| 61 – 80 | II | Bueno |

| *RMR* | *TIPO* | *CALIDAD* |
|---|---|---|
| 41 – 60 | III | Medio |
| 21 – 40 | IV | Malo |
| < 20 | V | Muy malo |

En este caso, se consideran los siguientes valores de RMR:

Rocas con grado de alteración I a III: 60

Rocas con grado de alteración de IV a V: 35

Los valores de GSi serán:

Rocas con grado de alteración I a III: 55

Rocas con grado de alteración de IV a V: 30

mi

Este valor se estima a partir de los valores propuestos por Hoek para los distintos tipos de roca. En este caso, para dalomías y calizas se toma un valor de 11.

D (Factor de disturbancia)

Se tomará igual a cero, que es el que recomienda el programa para excavaciones al abrigo de pantallas.

Módulo de deformación, Ei

Se toman los valores que se han calculado anteriormente:

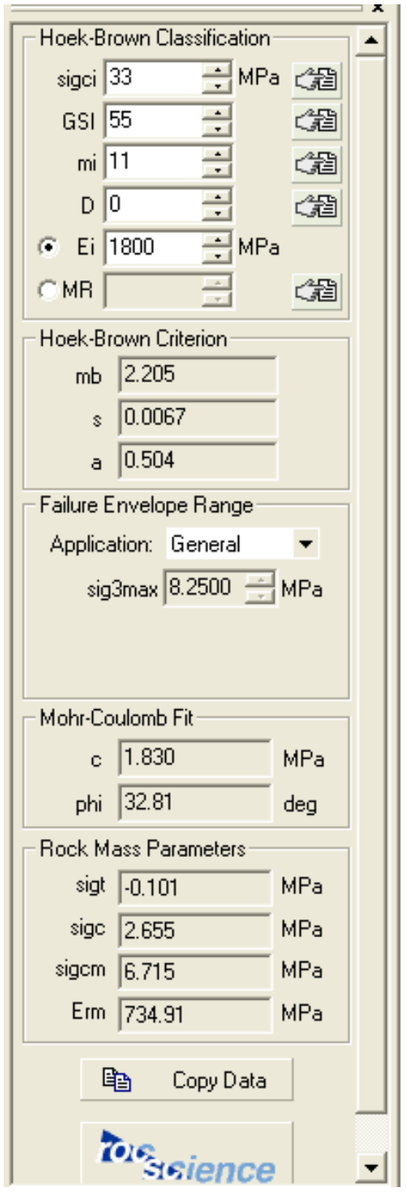
Rocas con grado de alteración I a III: 1800 MPa

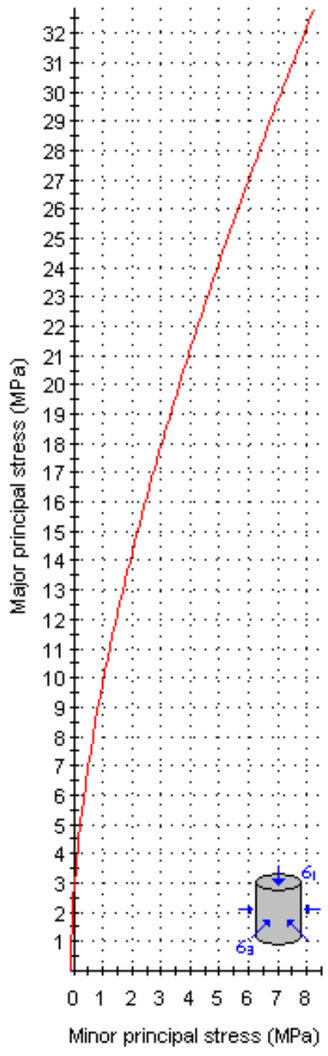
Rocas con grado de alteración de IV a V: 700 MPa

Una vez estimados todos los parámetros y según se puede comprobar en los gráficos de las siguientes páginas, los valores de cohesión y ángulo de rozamiento a utilizar son los siguientes:

Rocas con grado de alteración I a III: c' = 1830 KPa y Ø' = 33º

Rocas con grado de alteración de IV a V: c' = 25 KPa y Ø' = 26



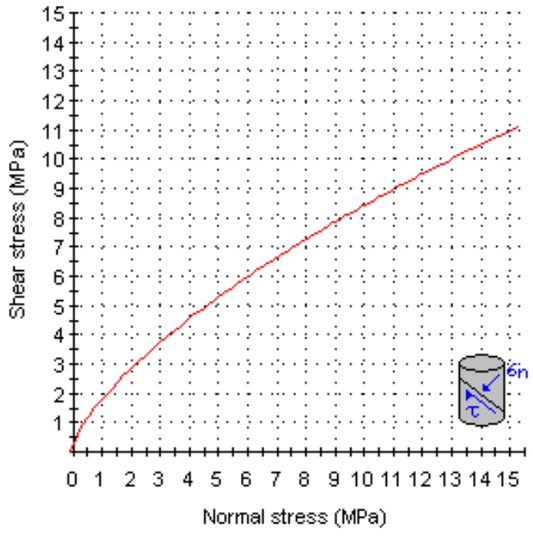

**Analysis of Rock Strength using RocLab**

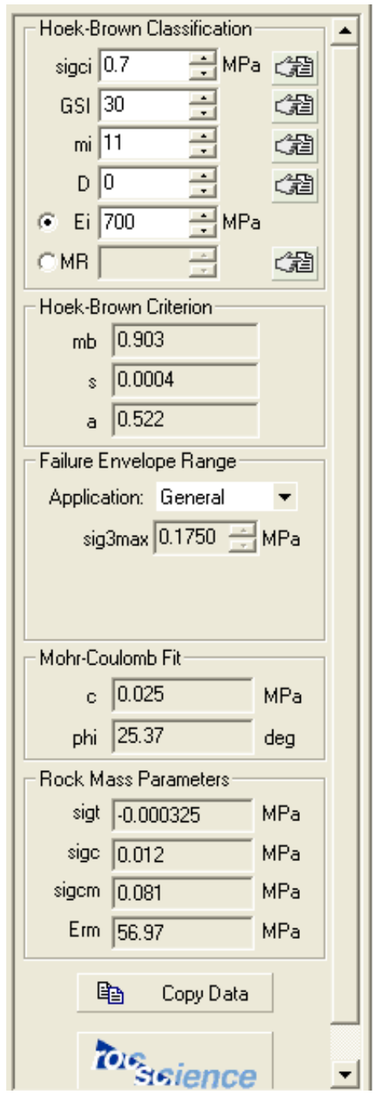
**Hoek-Brown Classification**
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 33 MPa
GSI = 55 mi = 11 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (Ei) = 1800 MPa

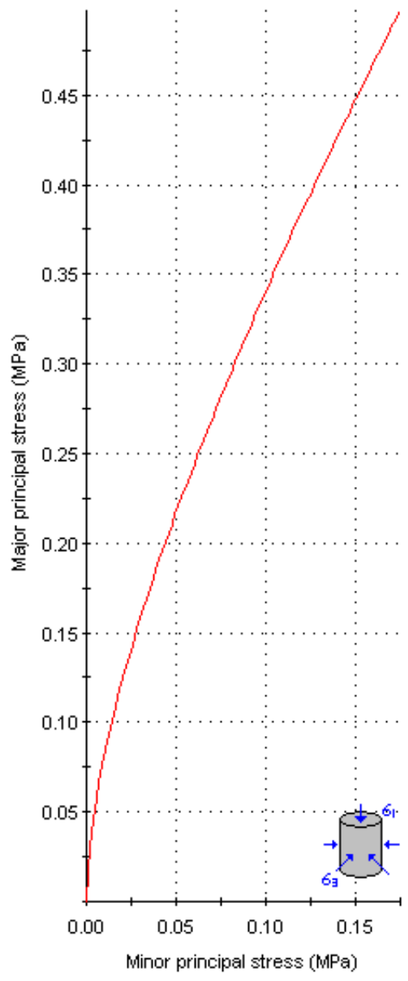
**Hoek-Brown Criterion**
mb = 2.205 s = 0.0067 a = 0.504

**Mohr-Coulomb Fit**
cohesion = 1.830 MPa friction angle = 32.81 deg

**Rock Mass Parameters**
tensile strength = -0.101 MPa
uniaxial compressive strength = 2.655 MPa
global strength = 6.715 MPa
deformation modulus = 734.91 MPa






**Analysis of Rock Strength using RocLab**

**Hoek-Brown Classification**
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 0.7 MPa
GSI = 30 mi = 11 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (Ei) = 700 MPa

**Hoek-Brown Criterion**
mb = 0.903 s = 0.0004 a = 0.522

**Mohr-Coulomb Fit**
cohesion = 0.025 MPa friction angle = 25.37 deg

**Rock Mass Parameters**
tensile strength = -0.000325 MPa
uniaxial compressive strength = 0.012 MPa
global strength = 0.081 MPa
deformation modulus = 56.97 MPa

5.3.1.2. Lutitas y limolitas margosas, grises y rojizas (Jlm, Jlmr y Jb)

***Descripción***

Se trata de lutitas a limolitas margosas a algo arenosas que en ocasiones incluyen cantidades importantes de carbonatos.

Son materiales que se encuentran muy cerca del límite entre roca y suelo y podrían llegar a definirse como un suelo muy duro o una roca muy blanda. El límite según diferentes autores para rocas/suelo se puede realizar en función de su resistencia a compresión simple y queda establecido en 1 Mpa aproximadamente.

Como se observa en los resultados de los ensayos a compresión simple, los resultados se encuentran muy próximos al mencionado límite. De todas maneras y pese a encontrase al límite, se ha decidido incluirlos en el apartado de sustrato rocoso al entenderse que se trata de materiales que al perforarlos pierden una parte de sus características resistentes.

Se han incluido dentro de este grupo las brechas lutíticas que, si bien muestran algunas propiedades claramente diferenciables de las lutitas grises, rojizas y brechoides, geomecánicamente y geotécnicamente son muy similares.

De esta unidad se van a diferenciar 2 subunidades, una unidad de terreno sano y otra de terreno alterado.

Todos los ensayos de que se dispone para esta unidad se muestran en la siguiente tabla:

| Sondeo | Tipo | Muestra. Cotas | Unidad | Golpeos | N30 | Identificación | | | | | | Químico | | | Resistencia | | | | | | Otros | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Granulometría | | Límites de Atterberg | | Humedad % | Densidad Aparente KN/m³ | % Carbonatos | Sulfatos (mg/kg) | % Materia Orgánica | Compresión simple | | | | Corte directo(UU) | | Hinchamiento libre (%) | Indice Colapsabilidad (%) |
| | | | | | | <2mm | <0,08mm | L.L. | I.P. | | | | | | RCS (KPa) | def(mm) | E (MPa) | Coef. Poisson | Cu (KPa) | Ø (º) | | |
| SR-1 | MI | 5,70 - 6,30 | Jlm | 28-34-32-33 | 56 | | | | | 16,4 | 23,4 | | 459 | | 147 | | | | | | | |
| SJ-01 | SPT-4 | 7,90 - 8,35 | Jlm | 12-25-48 | 73 | 96 | 36 | 25,6 | 6,7 | | | | | | | | | | | | | |
| SJ-02 | MI-3 | 5,70 - 6,10 | Jlm | 20-41-50R | | | | | | | | | | | | | | | 170 | 34,8 | | |
| | SPT-3 | 6,10 - 6,55 | Jlm | 15-18-20 | 38 | | | | | | | 24,4 | 1140 | 1,33 | | | | | | | | |
| | MI-4 | 7,20 - 7,65 | Jlr | 22-39-50 | | | | | | 14,4 | 23,8 | | | | 345 | | | | | | | |
| | SPT-4 | 7,65 - 8,10 | Jlr | 12-21-25 | 46 | 97 | 39,9 | 27,4 | 6,9 | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-5 | 8,70 - 9,15 | Jlr | 18-30-47 | 77 | 95 | 39,5 | | | | | 18,1 | 333 | 1,01 | | | | | | | | |
| | SPT-6 | 10,55 - 11,00 | Jlm | 16-32-47 | 79 | 98 | 41 | | | | | 14 | 416 | 1,27 | | | | | | | | |
| SJ-05 | MI-3 | 6,00 - 6,60 | Jlm | 10-19-28-56 | | 99 | 89,9 | 34,9 | 10,6 | 19,4 | 21 | | | | 370 | 4 | | | | | | |
| | SPT-4 | 6,60 - 7,05 | Jlm | 14-23-35 | 58 | 95 | 71,5 | 31,2 | 9,1 | | | 18,2 | 483 | 0,51 | | | | | | | | |
| | SPT-5 | 8,15 - 8,60 | Jlm | 15-22-28 | 50 | 93 | 67,3 | 29,3 | 10,1 | | | 32 | 1132 | 0,8 | | | | | | | | |
| | TP-1 | 15,85 - 16,15 | Jlm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,3 |
| | TP-2 | 21,35 - 21,70 | Jlm | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| SJ-06 | MI-1 | 1,40 -2,00 | Jlm | 13-14-25-36 | | 80 | 43,3 | 33,5 | 10,1 | 15,5 | 21,6 | | | | | | | | | | | |
| | SPT-1 | 2,00 -2,45 | Jlm | 10-15-21 | 36 | 91 | 68,9 | | | | | 15,8 | 624 | 0,72 | | | | | | | | |
| | MI-2 | 3,25 -3,85 | Jlm | 17-20-33-40 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| | SPT-2 | 3,85 -4,30 | Jlm | 10-14-19 | 33 | 87 | 53,4 | 29,2 | 8,3 | | | | | | | | | | | | | |
| | MI-3 | 5,00 -5,60 | Jlm | 24-32-41-51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,2 |
| | SPT-3 | 5,60 -6,05 | Jlm | 11-23-27 | 50 | | | | | | | 13,6 | 466 | 0,7 | | | | | | | | |
| | MI-4 | 7,30 -7,80 | Jlm | 19-30-50R | | | | | | 15,98 | 22,5 | | | | 430 | 3,5 | | | | | | |
| | SPT-4 | 7,80 -8,25 | Jlm | 15-31-41 | 72 | 98 | 44,6 | 29,3 | 8,4 | | | | | | | | | | | | | |
| SJ-08 | TP-1 | 8,90 - 9,40 | Jlb | | | 59 | 24,3 | 26,9 | 6,5 | 10,4 | 23,6 | | | | 440 | 4 | | | 50 | 33,82 | | SJ-08 |
| SJ-09 | SPT-1 | 1,40 -1,85 | Jlm | 10-17-25 | 32 | 94 | 50 | 27,7 | 9,1 | | | 16,1 | 166 | 0,87 | | | | | | | | |
| | MI-1 | 3,80 -4,20 | Jlm | 28-49-50R | | | | | | | | | | | 220 | 8 | | | | | 0 | |
| | SPT-2 | 4,20 -4,65 | Jlm | 14-28-45 | 73 | 98 | 54,7 | 28,1 | 8,3 | | | 7,8 | 541 | 0,76 | | | | | | | | |
| | TP-1 | 8,45 - 8,80 | Jlm | | | | | | | 13,7 | 22,4 | | | | 480 | 3,5 | | | | | | |
| | TP-2 | 13,60 - 13,95 | Jlm | | | | | | | | | | | | 580 | 3,5 | | | | | | |
| | TP-3 | 28,95 - 29,20 | Jlr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,3 |
| SJ-10 | SPT-4 | 7,50 - 7,95 | Jlm | 16-27-40 | 67 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TP-2 | 8,62 - 8,90 | Jlm | | | | | | | 12,28 | 22,2 | | | | 410 | | | | | | | |
| | SPT-5 | 9,50 - 9,85 | Jlm | 18-40-50R | 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-6 | 11,50 - 11,75 | Jlm | 24-50R | 74 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

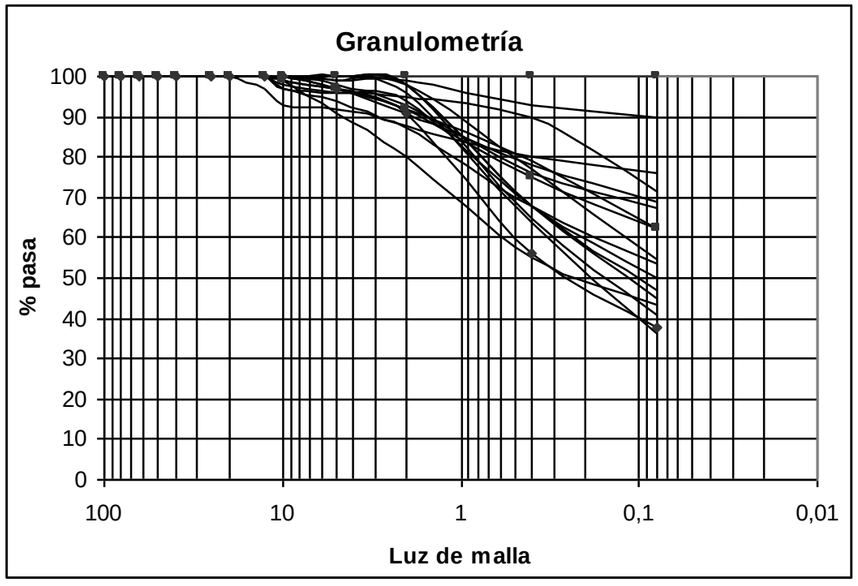
| Sondeo | Tipo | Muestra. Cotas | Unidad | Golpeos | N30 | Identificación | | | | | | Químico | | | Resistencia | | | | | | Otros | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Granulometría | | Límites de Atterberg | | Humedad % | Densidad Aparente KN/m³ | % Carbonatos | Sulfatos (mg/kg) | % Materia Orgánica | Compresión simple | | | | Corte directo(UU) | | Hinchamiento libre (%) | Indice Colapsabilidad (%) |
| | | | | | | <2mm | <0,08mm | L.L. | I.P. | | | | | | RCS (KPa) | def(mm) | E (MPa) | Coef. Poisson | Cu (KPa) | Ø (º) | | |
| | TP-3 | 12,70 - 13,00 | Jlm | | | | | | | 13,4 | 22,8 | | | | 790 | 5,5 | | | | | | |
| | SPT-7 | 13,00 - 13,45 | Jlm | 14-27-47 | 74 | | | | | | | 22,2 | 799 | 1,46 | | | | | | | | |
| | SPT-8 | 15,00 - 15,45 | Jlm | 17-36-45 | 81 | 91 | 37,9 | 25,5 | 6,3 | | | | | | | | | | | | | |
| | TP-4 | 16,50- 16,85 | Jlm | | | | | | | | | | | | | | | | 153 | 35,56 | | |
| | SPT-12 | 22,00 - 22,45 | Jlb | 27-39-48 | 87 | 92 | 62,3 | 25,7 | 9,4 | | | 782 | 1,08 | | | | | | | | | SJ-10 |
| | TP-5 | 27,80 - 28,00 | Jlm | | | | | | | | | | | | | | | | 165 | 26,34 | | |
| | SPT-14 | 28,10 - 28,15 | Jlm | 50R | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TP-5 | 29,00 - 29,20 | Jlm | | | | | | | 13,52 | 22,1 | | | | 270 | 4,5 | | | | | | |
| | SPT-15 | 30,20 - 30,25 | Jlm | 50R | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-16 | 35,05 - 35,10 | Jlm | 50R | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJ-11 | TP-1 | 14,45 - 14,70 | Jlm | | | 100 | 99,9 | 25,5 | 4,8 | | | | | | | | | | 244 | 14,31 | | |
| | TP-2 | 17,20 - 17,50 | Jlm | | | 88 | 76,1 | 28,7 | 11,6 | | | | | | | | | | 180 | 16,44 | | |
| | SPT-4 | 17,90 - 18,35 | Jlm | 16-49-51 | 100 | 92 | 62,2 | | | | 21,8 | 25 | 4401 | 1,73 | | | | | | | | |
| | TP-4 | 31,05 - 31,40 | Jlm | | | | | | | 15,25 | | | | | 350 | 8,5 | | | | | | |
| | SPT-5 | 32,30 - 32,70 | Jlm | 22-48-50R | 98 | 98 | 47,1 | | | | 21,6 | 16,2 | 832 | 1,48 | | | | | | | | |
| | TP-5 | 34,20 - 34,55 | Jlm | | | | | | | 11,02 | | | | | 810 | 3 | | | | | | |
| SJ-12 | TP-1 | 15,25 - 15,75 | Jlb | | | 94 | 55 | 25,1 | 8,1 | 11,2 | 23,3 | 29,6 | 990 | 0,89 | 760 | 4 | | | | | | |
| | TP-2.1 | 29,65 - 29,85 | Jlm | | | | | | | 11,36 | | | | | 710 | 2 | | | | | | |
| | TP-4 | 38,25 - 38,65 | Jlm | | | | | | | 12,35 | | | | | 350 | 3,5 | | | 70 | 41,51 | | |
| SE-1 | TP-1 | 11,00 – 11,50 | Jlm | | | | | | | | | | 0,06 | 0,85 | 400 | 4,5 | | | 150 | 43,5 | | |
| | TP-2 | 13,20 - 13,50 | Jlm | | | | | | | | | | | | 530 | 4,5 | | | | | | |
| SE-2 | TP-1 | 14,20 - 14,50 | Jlm | | | | | | | | | | | | 970 | 3 | | | | | | |
| SC-1 | MI | 10,90-11,50 | Jlm | 15-25-40-48 | | | | 29,5 | 7,3 | 15,6 | | | | | 235 | 2,2 | 14,6 | 0,17 | | | | |
| | SPT | 11,50-12,10 | Jlm | 10-17-27-25 | 44 | | | 31,7 | 10,2 | | | | | | | | | | | | | |
| | TP | 14,60-15,00 | Jlm | | | 78 | 42 | 29,9 | 7,8 | 13,6 | | | | | 446 | 2,3 | 25,3 | 0,3 | | | | |
| SC-3 | TP | 14,10-14,40 | Jlm | | | | | | | 11,9 | | | | | 423 | 3,9 | 13,4 | 0,08 | | | | |
| SC-4 | TP | 15,90-16,50 | Jlb | | | | | 30,8 | 10,2 | | | | | | 983 | | 32,7 | 0,45 | | | | |
| | TP | 27,20-27,40 | Jlb | | | | | | | | | | | | 668 | | 24,3 | 0,21 | | | | |
| SI-1 | TP | 6,70-7,00 | Jlm | | | 95,61 | 90,75 | 28,6 | 10.10 | 17,54 | | | | | | | | | | | | |
| | TP | 26,70-26,90 | Jlm | | | 99,04 | 89,52 | 32,3 | 10.50 | 18,14 | | | | | | | | | | | | |
| | TP | 31,70-32,00 | Jlm | | | | | | | | | | | | 183 | | | | | | | |
| SI-2 | SPT | 11,35-11,96 | Jlm | 50R | 100 | 93,92 | 90,46 | 30,3 | 8.5 | 11,65 | | | | | | | | | | | | |
| | TP | 12,65-12,95 | Jlm | | | | | | | | | | 860 | 0,69 | | | | | | | | |
| | TP | 14,25-14,80 | Jlm | | | 96,79 | 96,59 | 33,3 | 12.10 | 17,19 | | | | | 245 | | | | | | | |
| | TP | 28,60-29,00 | Jlm | | | | | | | | | | | | 612 | | | | | | | |
| | TP | 32,40-32,70 | Jlm | | | | | | | | | | 700 | 0,79 | | | | | | | | |
| | TP | 32,80-33,10 | Jlm | | | | | | | | | | | | 706 | | | | | | | |
| SI-3 | TP | 14,25-14,80 | Jlm | | | 98,79 | 96,59 | 33,3 | 12.10 | 17,19 | | | | | 245 | | | | | | | |
| SI-4 | TP | 13,50-14,00 | Jlm | | | | | | | 12,48 | | 38,87 | | | 582 | | | | | | | |
| | TP | 17,00-17,30 | Jlm | | | 98,26 | 88,25 | 34,9 | 16.30 | 14,61 | | | 174 | | 616 | | | | | | | |
| | TP | 30,25-30,45 | Jlm | | | 98,97 | 94,66 | 29,9 | 11.70 | 9,96 | | | | | 1006 | | | | | | | |
| Nº Ensayos | | | | | | 29 | 29 | 27 | 27 | 26 | 13 | 15 | 19 | 16 | 32 | 19 | 5 | 5 | 8 | 8 | 3 | 5 |
| Máximo | | | | | | 100 | 99,9 | 34,9 | 11,6 | 19,4 | 23,8 | 782 | 4401 | 1,73 | 1006 | 8,5 | 32,7 | 0,45 | 244 | 43,5 | 0 | 0,3 |
| Mínimo | | | | | | 59 | 24,3 | 25,1 | 4,8 | 9,96 | 21 | 7,8 | 0,06 | 0,51 | 147 | 2 | 13,4 | 0,08 | 50 | 14,31 | 0 | 0,2 |
| Promedio | | | | | | 92,9 | 63,9 | 29,6 | 8,5 | 14,1 | 22,5 | 71,6 | 764,1 | 1,0 | 509,8 | 4,1 | 22,1 | 0,2 | 147,8 | 30,8 | 0,0 | 0,3 |

***Características de identificación y estado***

Granulométricamente, se trata de arcillas y limos de baja plasticidad, de tonalidades oscuras debido al elevado contenido en materia orgánica. Sus humedades son bajas al tratarse de materiales poco porosos.

El estado de consistencia que muestran es firme a muy firme (se puede deformar con el dedo pulgar a arañar con la uña del dedo).

En la siguiente figura se muestran las curvas obtenidas, de los análisis granulométricos de estos materiales:



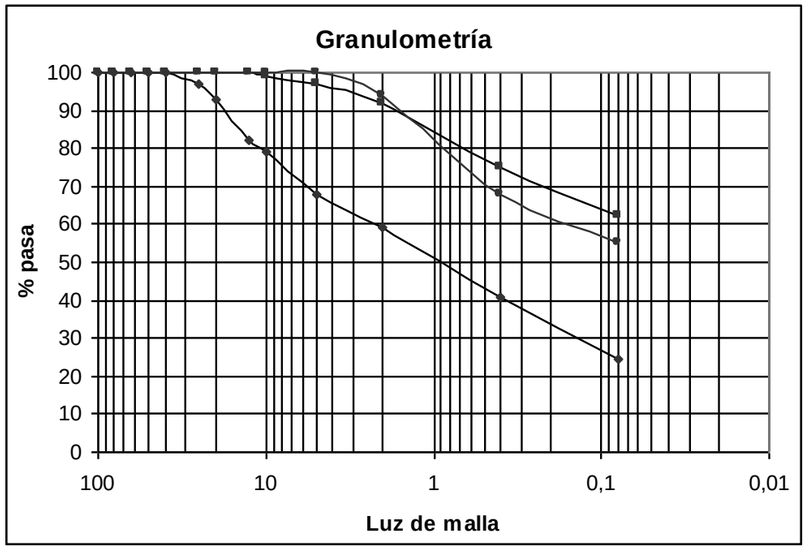

*Curva granulométrica de las lutitas-limolitas grises y rojizas (Jlm y Jlr).*

La unidad cuenta con contenido en finos elevados, habitualmente por encima del 50%, con muestras con mayor contenido en arena que hace que disminuya el contenido medio en finos de la unidad hasta un 86 por ciento.

No suele presentar tamaños correspondientes a grava si bien en cuando se encuentra cerca de la formación de brechas, pudiese presentar alguno de manera ocasional.

Las lutitas limolitas margosas brechoides son un conjunto de fragmentos, arenas y gravas de roca dolomía margosa y dolomía, englobados en una matriz limosa-arcillosa y arenosa.

Son materiales que en ocasiones resultan ser no plásticos, ya que muchas veces presenta un porcentaje de contenido arenoso importante. En la siguiente figura se muestran las curvas obtenidas de los análisis granulométricos de estos materiales:




*Curva granulométrica de las Brechas (Jb).*

Los suelos que componen la unidad brechoide se encuentran con contenidos en finos elevados, habitualmente entre el 50 y 60%, si bien la existencia de muestras con mayor contenido en grava y arena hace disminuir el contenido medio en finos de la unidad hasta un 25% en algunos casos. Los ensayos de laboratorio confirman las apreciaciones realizadas durante la testificación.

En cuanto a la plasticidad de la unidad lutítica, de manera general se encuentra compuesto por materiales cohesivos, arcillas y limos (CL-ML) de baja plasticidad que, de manera general, incorporan contenidos en arena (indicios a algo) generalmente no superiores al 10%.

Mientras que la unidad brechoide se encuentra compuesto por suelos cohesivos de baja plasticidad, que de manera general incorporan contenidos en arena de indicios a bastante y algo de grava. Se pueden clasificar como arcillas y limos inorgánicos arenosos (CL) de baja plasticidad a arenas arcillo-limosa con grava (SC-SM). Suelen mostrar una plasticidad baja tal y como se observa en los ensayos disponibles, que resultan ser muy similares a la unidad lutítica.

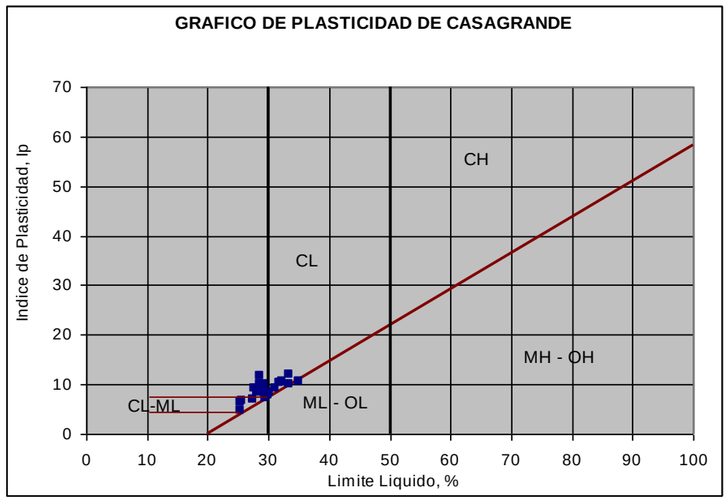
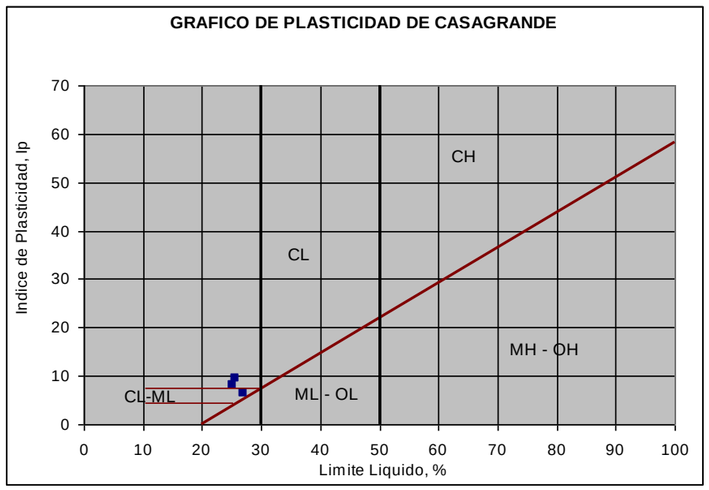
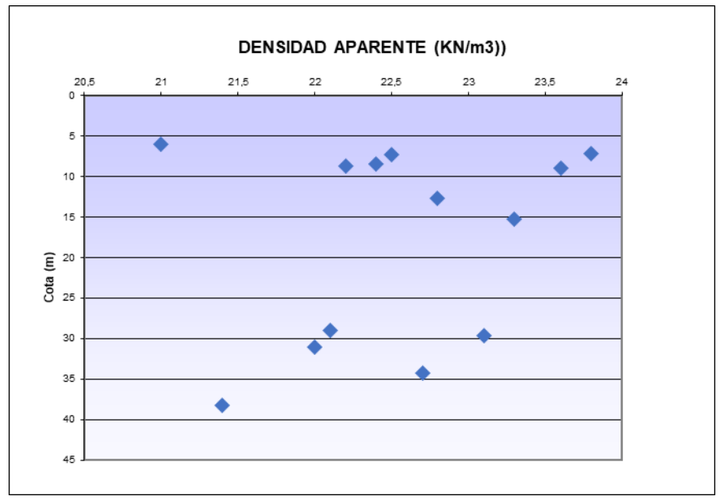



*Gráfico de plasticidad de las lutitas-limolitas grises y rojizas (Jlm y Jlr).*




*Curva granulométrica de las Brechas (Jb).*

La densidad aparente de esta unidad se representa a continuación en función de la profundidad.




A la vista del gráfico, se toman como valores representativos de la unidad los siguientes:

- Sustrato sano: 22,5 KN/m$^3$
- Sustrato alterado: 21,0 KN/m$^3$

***Ensayos químicos***

Los resultados de los ensayos efectuados indican que la unidad tiene en su mayoría un contenido en sulfatos inferior a 1.100 mg con un contenido medio de unos 764 mg/kg, si bien algunas muestras contienen unos valores del orden de 4 veces el valor medio anteriormente comentado (muestra SJ-11 cota 17,90 a 18,35).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y basándose en lo que instrucción de hormigón estructural, se puede considerar a la unidad como con agresividad Débil, si bien muestra en ocasiones un ataque moderado, según la siguiente tabla:

| Grado de Ataque | . Mg $SO_4^{-2}$ -/kg suelo seco |
|---|---|
| Débil | 2.000-3.000 |
| Moderado | 3.000-12.000 |
| Fuerte | >12.000 |

*Instrucción hormigón estructural. Ministerio de Fomento (1998).*

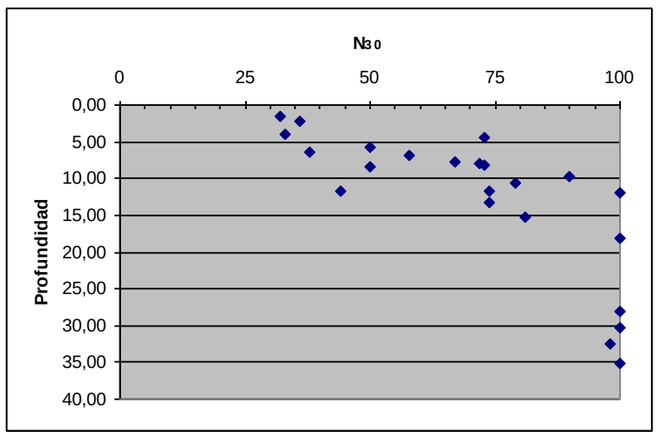
El contenido en materia orgánica es del orden del 1%, dotando a estos suelos de los característicos colores oscuros.

Por último, la unidad se encuentra con contenidos apreciables de carbonato cálcico (en ocasiones de hasta el 32%) que, sin embargo, no incrementan las cualidades resistentes de la unidad al cementarla.

***Parámetros resistentes***

*Ensayos in situ*

Para el caso de los ensayos SPT sobre este tipo de materiales, el valor medio ofrecido por estos ensayos es de $N_{30}$ de 70 golpes, cuyos valores aumentan claramente con la profundidad tal y como se puede observar en la gráfica golpeo/profundidad que se adjunta a continuación:




*Gráfica de valor de ensayo SPT-Profundidad de las lutitas-limolitas (Jlm y Jlr).*

Para la obtención del $N_{60}$ en este tipo de materiales se seguirá el proceso descrito en anteriores apartados. En la siguiente tabla se recogen los ensayos efectuados y los valores obtenidos al aplicar la corrección:

| Profundidad (m) | Valor SPT $N_{30}$ | Valor SPT $N_{60}$ |
|---|---|---|
| 7,90 – 8,35 | 73 | 51 |
| 6,10 – 6,55 | 38 | 30 |
| 7,65 – 8,10 | 46 | 33 |
| 8,70 – 9,15 | 77 | 52 |
| 10,55 – 11,00 | 79 | 48 |
| 6,60 – 7,05 | 58 | 45 |
| 8,15 – 8,60 | 50 | 35 |
| 2,00 – 2,45 | 36 | 38 |
| 3,85 – 4,30 | 33 | 26 |
| 5,60 – 6,05 | 50 | 37 |
| 7,80 – 8,25 | 72 | 51 |
| 1,40 – 1,85 | 32 | 40 |
| 4,20 – 4,65 | 73 | 62 |
| 7,50 – 7,95 | 67 | 48 |
| 9,50 – 9,85 | 90 | 58 |
| 11,50 – 11,75 | 74 | 46 |
| 13,00 – 13,45 | 74 | 43 |
| 15,00 – 15,45 | 81 | 44 |
| 28,10 – 28,15 | 100 | 40 |
| 30,20 – 30,25 | 100 | 38 |
| 35,05 – 35,10 | 100 | 36 |
| 17,90 – 18,35 | 100 | 50 |
| 32,30 – 32,70 | 98 | 36 |
| 11,50 – 12,10 | 44 | 27 |
| 11,35 – 11,96 | 100 | 62 |

Por lo tanto, el valor medio de $N_{60}$ obtenido aplicando las correcciones es de 43, lo que supone una disminución prácticamente del 40% del valor adoptado del $N_{30}$.

Para efectuar el cálculo se ha adoptado una densidad media de 22,5 KN/$m^3$, simplificando el cálculo de la sobrecarga del terreno, al haber varias muestras que se encuentran alternándose con varias capas de roca a una moderada profundidad.

Siguiendo las recomendaciones de la ROM 0.5 y la Guía de cimentaciones de obras de carretera, se considera más apropiado y conservador adoptar un valor del $N_{SPT}$ inferior a 50.

Parece apropiado entonces considerar el valor de $N_{30}$ como muy optimista, debido a que estos materiales eluviales suelen proporcionar falsos rechazos y por lo

tanto, se decide adoptar como $N_{SPT}$ de cálculo, el valor del $N_{60}$ obtenido tras realizar las correcciones pertinentes.

Para otro tipo de ensayos in-situ efectuados, los resultados obtenidos de los ensayos de penetración dinámica de bolsillo se resumen en la siguiente tabla:

| Testigos de Lutitas-limolitas ensayados | Penetrómetro de mano. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Valor mínimo (MPa) | Valor máximo (MPa) | Valor medio (MPa) | Desviación est. |
| | 0,2 | 2 | 1,17 | 0,5 |

*Valores del penetrómetro de bolsillo obtenidos en las lutitas limolitas (Jlm)*

Se han representado los valores obtenidos en el conjunto de sondeos, agrupados en un diagrama de frecuencia, quedando claramente reflejado el valor de resistencia estimada a partir de los ensayos de penetro de mano:

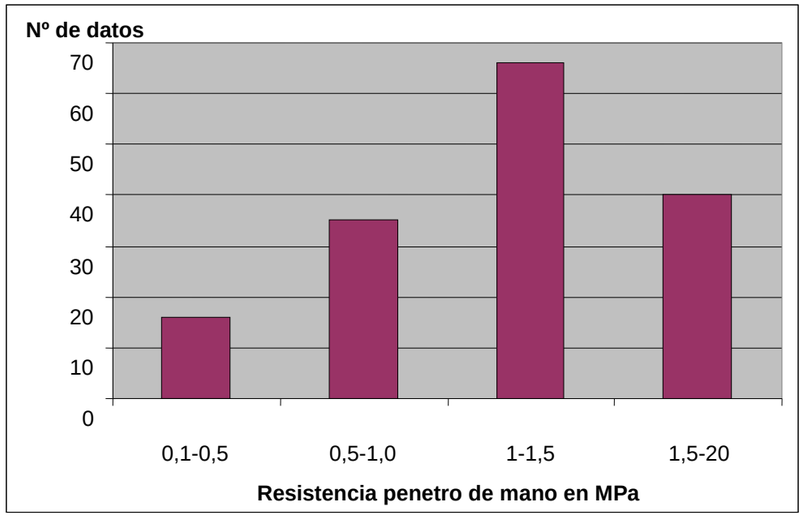
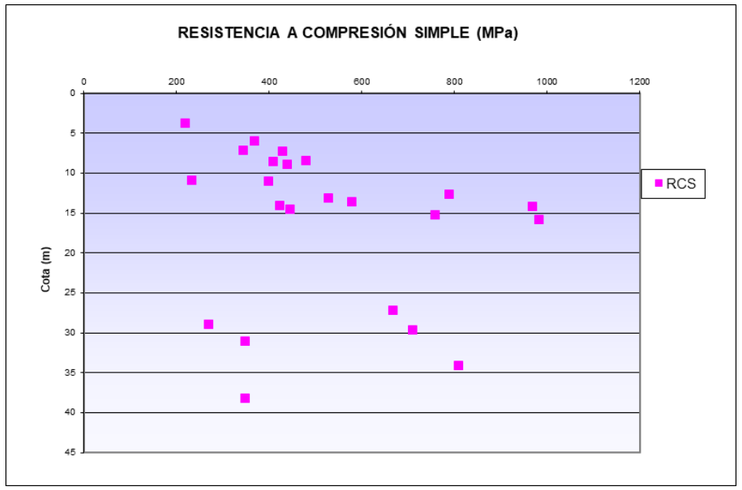



*Diagrama de frecuencias de los valores del penetrómetro de bolsillo obtenidos en las lutitas limolitas (Jlm)*

*Ensayos de compresión*

Se dispone de 32 valores de resistencia a compresión simple, 27 obtenidos a partir de ensayos de compresión simple y 5 obtenidos de ensayos con bandas extensiométricas. Todos estos valores se muestran a continuación en un gráfico, en función de la profundidad:




Como se puede observar, la resistencia tiene un rango de oscilación muy amplio. Esto depende del grado de alteración del estrato. Los valores medios a adoptar son los siguientes:

- Sustrato sano: 500 KPa
- Sustrato alterado: 300 KPa.

Datos bibliográficos extraídos del texto sobre el subsuelo de Gijón de Gutiérrez Claverol et al. (2002), indican unos valores de resistencia a compresión simple para las margas y arcillas margosas liásicas, de entre 630 KPa y 330 KPa, que resultan ser unos valores bastante próximos a los obtenidos en los ensayos efectuados para el presente proyecto y a los obtenidos mediante correlaciones.

*Ensayos de corte directo*

Se dispone de 8 ensayos de corte directo (tipo UU), de los que se obtienen los siguientes resultados:

| Sondeo | Profundidad (m) | Cohesión-Cu (KPa) | Ángulo rozamiento-Øu (º) |
|---|---|---|---|
| SJ-2 | 5,7 | 170 | 34,8 |

| Sondeo | Profundidad (m) | Cohesión-Cu (KPa) | Ángulo rozamiento-Øu (º) |
|---|---|---|---|
| SJ-8 | 8,9 | 50 | 33,8 |
| SJ-10 | 16,5 | 150 | 35,6 |
| SJ-10 | 27,8 | 160 | 26,3 |
| SJ-11 | 14,45 | 244 | 14,3 |
| SJ-11 | 17,2 | 180 | 16,4 |
| SJ-12 | 38,3 | 70 | 41,5 |
| SE-1 | 11,0 | 150 | 43,5 |

Se puede observar que la cohesión sin drenaje oscila entre 50 y 244 KPa. Los valores más bajos se corresponden con las lutitas limolitas margosas brechoides que suelen tener porcentajes arenosos importantes, haciendo que disminuya la cohesión.

A la vista de estos resultados de los ensayos de laboratorio y de la bibliografía parece correcto adoptar como parámetros medios de cálculo a corto plazo los siguientes:

Lutitas y limolitas alteradas:

- $C_u$ = 160 KPa
- Øu = 30º

Lutitas y limolitas sanas:

- $C_u$ = 250 KPa
- Øu = 15º

Para determinar los parámetros a largo plazo no se dispone de ensayos de laboratorio. Para su determinación se ha consultado la ROM-0.5-05 y el libro de "El subsuelo de Gijón, aspectos geológicos". Se toman como representativos:

Lutitas y limolitas alteradas:

- C' = 40 KPa
- Ø' = 30º

Lutitas y limolitas sanas:

- C' = 100 KPa
- Ø' = 30º

***Parámetros de deformabilidad***

*Ensayos de compresión simple con bandas extensiométricas*

Se dispone de 5 ensayos de compresión simple con bandas extensiométricas, que dan los siguientes resultados:

| Sondeo | Profundidad (m) | Resistencia a compresión (KPa) | E (MPa) | Coeficiente de Poisson |
|---|---|---|---|---|
| SC-1 | 10,9 | 235 | 14,6 | 0,17 |
| SC-1 | 14,6 | 446 | 25,3 | 0,3 |
| SC-3 | 14,1 | 423 | 13,4 | 0,09 |
| SC-4 | 15,9 | 983 | 32,7 | 0,45 |
| SC-4 | 27,2 | 668 | 24,4 | 0,22 |

El coeficiente de Poisson medio obtenido de los ensayos presenta una variabilidad muy significativa. Los valores extremos se consideran no representativos, tomándose como característicos de la unidad.

- Estrato sano: μ = 0,25

- Estrato alterado: μ = 0,3

*Ensayos presiométricos*

Para el cálculo del módulo de deformación se dispone de 5 ensayos presiométricos, cuyos resultados se muestran en la tabla siguiente:

| Sondeo | Profundidad (m) | Ep (MPa) |
|---|---|---|
| SJ-5 | 8,1 | 21,7 |
| SJ-6 | 14,3 | 21,6 |
| SJ-8 | 12,0 | 39,6 |
| SJ-9 | 6,3 | 13,6 |
| SJ-11 | 17,1 | 34,5 |

Aplicando la formulación correspondiente, explicada en apartados anteriores, se obtienen los siguientes módulos de deformación:

| SONDEO | COTA | Ep (Mpa) | α | Eo (Mpa) | μ | E (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SJ-5 | 8,1 | 21,7 | 0,7 | 32,6 | 0,30 | 24,2 |
| SJ-6 | 14,3 | 21,6 | 0,7 | 32,4 | 0,30 | 24,1 |
| SJ-8 | 12,0 | 39,6 | 0,5 | 79,2 | 0,25 | 66,0 |
| SJ-9 | 6,3 | 13,6 | 0,7 | 20,4 | 0,30 | 15,2 |
| SJ-11 | 17,1 | 34,5 | 0,5 | 69,0 | 0,25 | 57,5 |

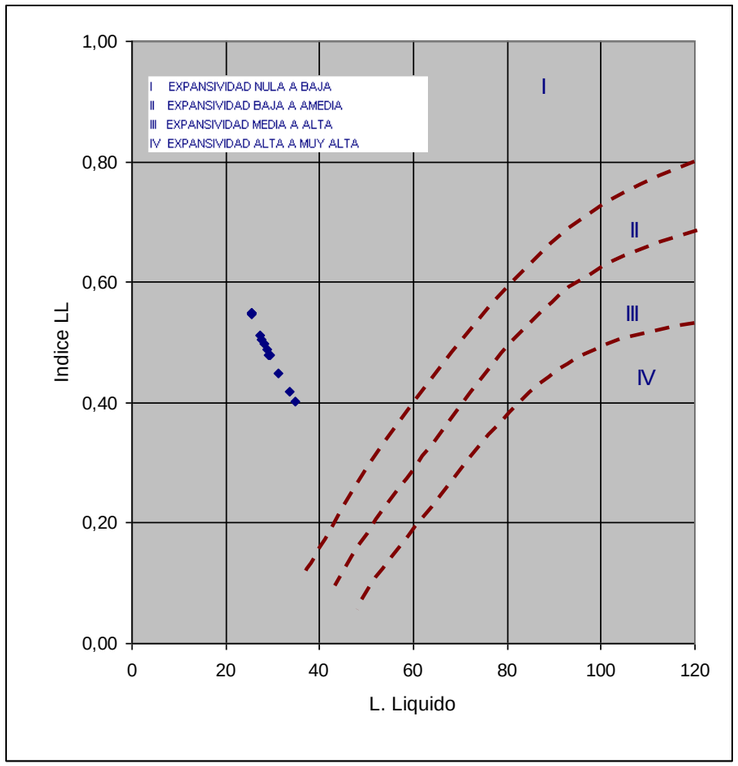
En la tabla anterior se puede observar que se han usado diferentes valores de α y del coeficiente de Poisson. Para los presiómetros situados a menor profundidad, se estima que el estrato está más alterado, por lo que se toma α =2/3 y μ =0,3. Para los 2 presiómetros más profundos se toma α =1/2 y μ =0,25.

A la vista de los resultados presiométricos, se toma como valores característicos de la unidad:

- Sustrato sano: E = 50 MPa.
- Sustrato alterado: E = 22 MPa.

Como se puede observar, los valores obtenidos de las bandas extensiométricas están dentro del rango establecido para la unidad.

Los ensayos de Colapsabilidad e Hinchamiento muestran unos valores que indican que se trata de un material con Índices de potencial de colapso de 0,2 a 0,3% y nulos hinchamientos, por lo que poseen un grado de colapso bajo a bajo-medio y una expansividad de grado nulo a bajo.




*Grado de expansividad en función del Límite Líquido y de la humedad/Límite Líquido en las lutitas limolitas (Jlm). Basado en Oteo (1986)*

Son materiales excavables por medios mecánicos. Los taludes artificiales serán provisionalmente estables, aunque con la rápida degradación que sufren estos materiales al ser expuestos a condiciones atmosféricas, esta situación de estabilidad será limitada temporalmente.

### 5.3.2. Suelos

5.3.2.1. Arcillas residuales, eluviales (Qel)

***Descripción***

Se trata de las formaciones residuales, producto de la alteración del substrato jurásico infrayacente. Representan una de las unidades más importantes en cuanto a extensión de recubrimiento en el área de estudio.

Están formadas por arcillas, arcillas limosas y limos que, hacia muro, engloban fracciones detríticas de arenas y gravas angulosas de naturaleza calizo-dolomítica.

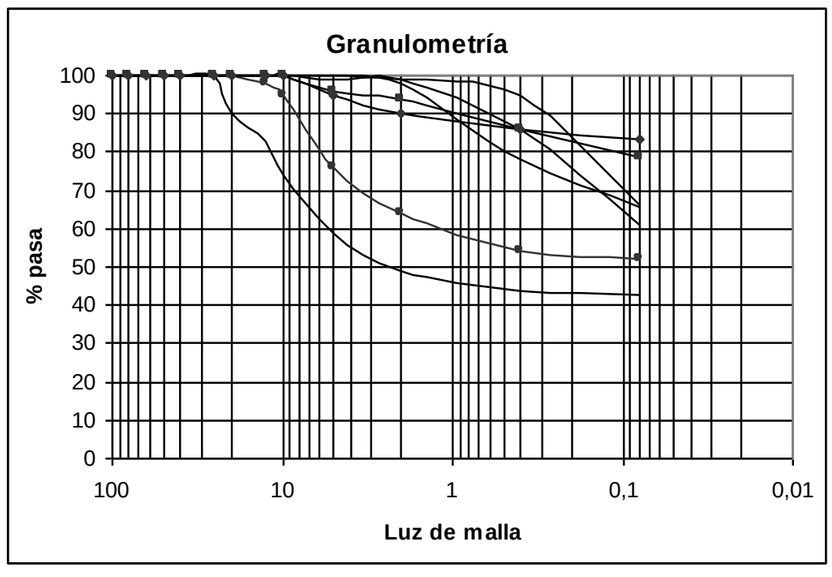
Los ensayos que se han realizado de esta unidad se muestran a continuación:

| Sondeo | Tipo | Muestra. Cotas | Litología | Unidad | Identificación | | | | | | Químico | | | Resistencia | | | | | | | Agua ph y sulfatos (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Granulometría | | Límites de Atterberg | | Humedad (%) | Densidad Aparente ((KN/m3) | % Carbonatos | Sulfatos (mg/kg) | % Materia Orgánica | Compresión simple | | | | Triaxial | | | |
| | | | | | <2mm | <0,08mm | L.L. | I.P. | | | | | | Resistencia a compresión simple (KPa) | Def (mm) | E (MPa) | Coef. Poisson | Tipo | c (KPa) | Ø (º) | |
| SR-1 | MI | 3,20 - 3,80 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | 94 | 89 | 22,6 | 0,7 | 21,5 | 20,15 | | | | 229 | 5,3 | | | | | | |
| SJ-2 | SPT-2 | 4,65 - 5,10 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | 99 | 61,1 | 28,2 | 8,5 | 15,6 | 22,4 | | | | | | | | | | | |
| SJ-5 | SPT-3 | 5,10 - 5,55 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJ-7 | SPT-1 | 1,50 -1,95 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | | | | | | | | | | | | | | | | | 7,08pH y 86,4 |
| | MI-1 | 3,00-3,60 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | 98 | 65,5 | 33,2 | 10,8 | 12,2 | 22,2 | 23,3 | 2205 | 0,93 | 30 | 7 | | | | | | |
| SJ-8 | SPT-2 | 5,65-6,10 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón a gris | Qel | 99 | 66,2 | | | | | 8,2 | 250 | 0,47 | | | | | | | | |
| SJ-10 | MI-1 | 1,50 -2,10 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | | | | | 15,2 | 21,8 | | | | 320 | 4,5 | | | | | | 8,05pH y 28,7 |
| | SPT-1 | 2,10 -2,55 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | 94 | 78,7 | 25,4 | 9 | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-2 | 4,00 - 4,05 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SJ-11 | SPT-2 | 5,45 -5,90 | Fragmentos de dolomía en matriz arcillosa marrón | Qel | 64 | 51,9 | NP | NP | | | | | | | | | | | | | |
| | MI-1 | 7,60 - 8,20 | Fragmentos de dolomía en matriz arcillosa marrón | Qel | 49 | 42,9 | 23,1 | 2,8 | 15,2 | 23,4 | | | | 74 | | | | | | | |
| | SPT-3 | 8,20 - 8,65 | Fragmentos de dolomía en matriz arcillosa marrón | Qel | | | | | | | 41,4 | 458 | 0,57 | | | | | | | | |
| SJ-12 | MI-2 | 6,15 - 6,75 | Fragmentos de dolomía en matriz arcillosa marrón | Qel | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-4 | 6,90 - 7,35 | Fragmentos de dolomía en matriz arcillosa marrón | Qel | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-5 | 10,00 - 10,45 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | 90 | 83,1 | | | | | 78,9 | 225 | 0,25 | | | | | | | | |
| SC-4 | MI | 5,00-5,60 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | | | 29,3 | 8,5 | 28,4 | | | | | 200 | | 10,44 | 0,5 | | | | |
| | SPT | 5,60-6,05 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | | | N.P. | N.P. | | | 46 | | | | | | | | | | |

| Sondeo | Tipo | Muestra. Cotas | Litología | Unidad | Identificación | | | | | | Químico | | | Resistencia | | | | | | | Agua ph y sulfatos (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Granulometría | | Límites de Atterberg | | Humedad (%) | Densidad Aparente ((kN/m3) | % Carbonatos | Sulfatos (mg/kg) | % Materia Orgánica | Compresión simple | | | | Triaxial | | | |
| | | | | | <2mm | <0,08mm | L.L. | I.P. | | | | | | Resistencia a compresión simple (KPa) | Def (mm) | E (MPa) | Coef. Poisson | Tipo | c (KPa) | Ø (º) | |
| | MI | 8,00-8,60 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | | | N.P. | N.P. | 18,3 | | | | | 76 | | 1,45 | 0,496 | | | | |
| | SPT | 8,60-9,05 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | | | N.P. | N.P. | | | 43 | | | | | | | | | | |
| SE-1 | MI-1 | 2,00-2,60 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | 99 | 93,6 | 42,5 | 16,9 | 31,8 | 18,6 | | 0,04 | 0,13 | 230 | 4,64 | | | UU | 60 | 22,5 | |
| | MI-2 | 6,00-6,40 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | 96 | 90,8 | 32,5 | 13,9 | 18,6 | 21,8 | | | 0,17 | 480 | 4 | | | UU | 40 | 34,8 | |
| SE-2 | SPT-1 | 2,40 -3,00 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | 56 | 40,7 | NP | | 8,9 | | | 0,07 | 0,17 | | | | | | | | |
| | MI-1 | 5,00 - 5,40 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | 94 | 57,2 | 27,5 | 9,9 | 14,1 | 22,2 | | 0,07 | 0,87 | 670 | 4,5 | | | | | | |
| | MI-2 | 10,10 - 10,70 | Fragmentos de dolomia en matriz arcillosa marrón | Qel | 98 | 95,5 | NP | | 12,4 | 23,1 | | | 0,13 | 270 | 2,5 | | | UU | 24 | 30,8 | |
| Nº Ensayos | | | | | 13 | 13 | 15 | 13 | 12 | 9 | 6 | 7 | 9 | 10 | 7 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Máximo | | | | | 99 | 95,5 | 42,5 | 16,9 | 31,8 | 23,4 | 78,9 | 2205 | 0,93 | 670 | 7 | 10,44 | 0,5 | | 60 | 34,8 | |
| Mínimo | | | | | 49 | 40,7 | 22,6 | 0,7 | 8,9 | 18,6 | 8,2 | 0,04 | 0,13 | 30 | 2,5 | 1,45 | 0,496 | | 24 | 22,5 | |
| Promedio | | | | | 87 | 70 | 29,37 | 6,23 | 17,6 | 22,13 | 40 | 448 | 0 | 258 | 5 | 6 | 0 | | 41 | 29 | |

***Características de identificación y estado***

El resultado del análisis granulométrico de estas muestras se puede ver a continuación:



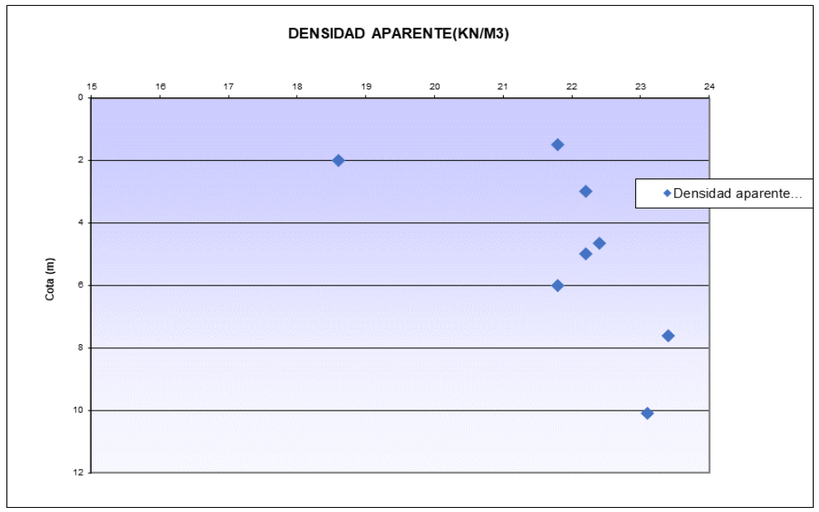

*Curvas granulométricas de los materiales eluviales (Qel)*

De manera general la composición media de la unidad es de arcillas limosas y arenosas de baja plasticidad (ML-CL) a arcillas con arena (CL).

El contenido medio en partículas finas (pase tamiz 0,08) es mayor del 60 por ciento, si bien, se encuentra sujeto a la presencia o no de partículas gruesas, habitualmente partículas de tamaño arena o mayor que pueden llegar a aparecer como indicios a algo (20% de media), o con gravas llegando a un 15%. En algunos casos estas partículas gruesas pueden adquirir mayor importancia; sirva como ejemplo el sondeo SJ-11 a la cota 7,20 a 8,20.

Para la determinación de la densidad se dispone de 9 ensayos de laboratorio, obteniéndose un valor medio de 22 KN/m3. Para este valor se ha eliminado la densidad de 18,6 KN/m3, que resulta muy baja para este tipo de materiales.

En el siguiente gráfico se representa la densidad en función de la profundidad:




Cuentan por lo general con una humedad media del 17,3% y varían desde arcillas de baja plasticidad (I.P. de 6,23 de media), hasta ocasiones en las que no muestran plasticidad, al contener las muestras gran cantidad de fragmentos de tamaño arena/grava de dolomía o caliza.

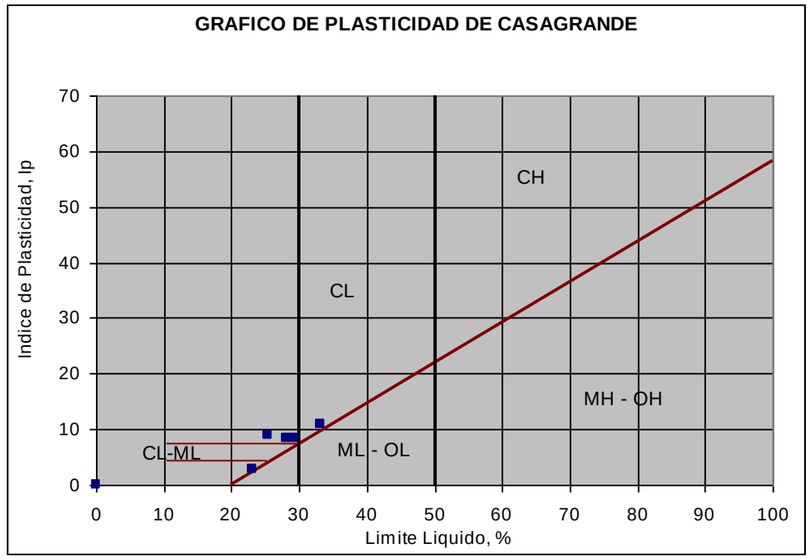



*Gráfico de plasticidad de diferentes muestras para materiales eluviales (Qel).*

***Ensayos químicos***

De estos ensayos se deduce que la unidad en gran parte resulta no agresiva al hormigón por sulfatos, ya que el contenido en estos es muy bajo en toda la unidad. Alguna muestra contiene valores mucho más altos que el conjunto, si bien no llega a representar un ataque importante, quedando clasificada la formación como de ataque nulo a débil.

Sobre las características químicas reseñar la agresividad débil referida al contenido en sulfatos en el suelo de esta unidad, a pesar de lo cual debe indicarse la proximidad al límite correspondiente al ataque medio según la EHE.

El contenido en materia orgánica es escaso y generalmente no supera el 1% de la muestra con 0,39% de media.

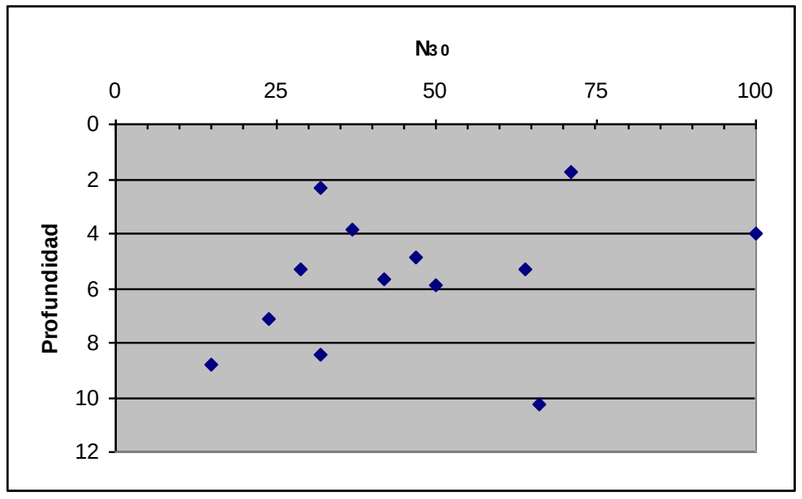
Por último, la unidad se encuentra con contenidos apreciables de carbonato cálcico, con grandes variaciones de unas muestras a otras y que, sin embargo, no incrementan las cualidades resistentes de la unidad.

***Características resistentes***

*Ensayos in situ*

Los ensayos SPT y la toma de Muestras Inalteradas (MI) realizadas sobre estos materiales, muestran golpeos variables entre $N_{30}$ = 24 y $N_{30}$ = R para el caso de los ensayos SPT, con un valor medio de $N_{30}$ = 46. En varios de los ensayos realizados se obtuvo rechazo puesto que parte de estos materiales engloban fragmentos de dolomía de gran tamaño.

Debido a ello, los golpeos y su relación con la profundidad no guardan ninguna distribución aparente y enmascaran su verdadera capacidad resistente mayorándola, además de presentar valores muy variables según se observa en la tabla adjunta:




*Representación del índice N30 con la profundidad para materiales eluviales (Qel)*

Generalmente se aplican una serie de factores de corrección al valor obtenido en los ensayos SPT, ya que se producen perdidas de energía por el dispositivo de golpeo por diversos motivos (fricción, longitud de varillaje…etc). El estudio dinámico de la hinca de la cuchara del SPT permite evaluar y cuantificar la energía que se transmite a través del varillaje.

En los ensayos SPT realizados con normalidad, esa energía es aproximadamente igual al 60% de la energía potencial teórica de la maza. En ocasiones es posible conocer esa energía y puede existir información fehaciente relativa al porcentaje de energía transmitida “h”. Cuando eso sea así, el valor del índice N (SPT) puede transformarse en el valor que correspondería a una hinca normalizada del 60% de energía mediante la ecuación siguiente (ROM 0.5-05):

$$N_{60} = N(SPT)\ \eta / 60$$

Donde:

η es la fracción de energía correspondiente expresada en tanto por ciento. A falta de información específica se supondrá η = 60%.

N: El número de golpeos

Teniendo en cuenta un valor de SPT cualquiera y suponiendo una eficiencia del 60%, se puede considerar que el $N_{60}$ es igual al $N_{30}$.

Aplicando la nueva normativa sobre el ensayo de penetración estándar ISO 22476-3:2005, se obtiene el $N_{60}$ a partir del $N_{30}$ usando la siguiente expresión:

$$N_{60} = \left(\frac{Er}{60}\right) \times N \times \lambda \times C_N$$

Donde:

λ: Factor de corrección longitud de varillaje

| *Longitud varillaje bajo cabeza de impacto (m)* | *Factor de corrección l* |
|---|---|
| > 10 m | 1,00 |
| 6 a 10 | 0,95 |
| 4 a 6 | 0,85 |
| 3 a 4 | 0,75 |

N: El número de golpeos $N_{30}$

Er: Eficiencia expresada en tanto por ciento. Se considera un 60%.

$C_N$: Efecto de sobrecarga en el terreno y que se obtiene mediante la expresión

$$C_N = \sqrt{\frac{98}{\sigma'_v}}$$

Tomando la densidad aparente media de la unidad (22,5 KN/m$^3$), se obtienen los siguientes valores del $N_{60}$

| *Profundidad (m)* | *Valor SPT $N_{30}$* | *Valor SPT $N_{60}$* |
|---|---|---|
| 4,65 – 5,10 | 47 | 38 |
| 5,10 – 5,55 | 64 | 50 |
| 1,50 – 1,95 | 71 | 86 |
| 3,60 – 4,05 | 37 | 30 |
| 5,65 – 6,10 | 50 | 37 |
| 2,10 – 2,55 | 32 | 32 |
| 4,00 – 4,05 | 100 | 84 |
| 5,45 – 5,90 | 42 | 32 |
| 8,20 – 8,65 | 32 | 22 |
| 6,90 – 7,35 | 24 | 18 |
| 10,00 – 10,45 | 66 | 44 |
| 5,60 – 6,05 | 29 | 22 |
| 8,60 – 9,05 | 15 | 10 |

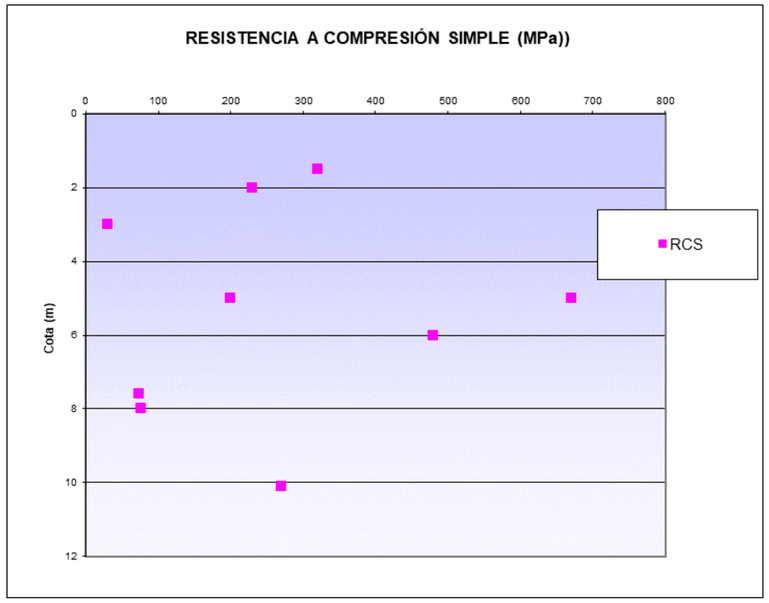
Por lo tanto el valor medio de $N_{60}$ obtenido aplicando las correcciones es de 39.

Siguiendo las recomendaciones de la ROM 0.5 y la Guía de cimentaciones de obras de carretera, se considera más apropiado y conservador adoptar un valor del $N_{SPT}$ inferior a 50. Puesto que el valor del $N_{30}$ medio se considera como muy optimista (al proporcionar estos materiales falsos rechazos) se decide adoptar como $N_{SPT}$ de cálculo, el valor del $N_{60}$ obtenido tras realizar las correcciones pertinentes.

Los golpeos ofrecen valores irregulares, que permiten clasificar la consistencia como Blanda hasta Firme (El dedo penetra fácilmente varios centímetros). El hecho de obtener unos valores altos de golpeo en los ensayos SPT, enmascara la verdadera capacidad portante de estos materiales, ya que, al contener fragmentos de tamaño grueso, proporcionan falsos rechazos que hacen que se sobreestime su aptitud.

*Resistencia a compresión*

Se dispone de 10 ensayos de compresión simple (2 provenientes de ensayos de bandas extensiométricas), que se representan a continuación en función de la profundidad:




A la vista del anterior gráfico, se observa que el valor medio oscila entre 150-300 KPa. Haciendo la media de dichos valores, acotados un 25%, se obtiene una resistencia a compresión simple de 258 KPa, que se adopta como valor representativo de la unidad.

Además, también se dispone de 3 ensayos triaxiales, de tipo UU (sin drenaje y sin consolidación) en los que se obtienen los siguientes parámetros medios:

- Cu = 40 KPa

- Øu = 30º

Considerando la resistencia a compresión simple como el doble de la resistencia al corte sin drenaje, se obtendría una compresión simple de 80 KPa, bastante

inferior a la obtenida con los propios ensayos y que se considera muy baja para los materiales estudiados.

*Parámetros resistentes a largo plazo*

En este caso no se dispone de ensayos para dar estos valores, por lo que se estiman a partir de la bibliografía consultada (se ha consultado la ROM 0.5-05). Así, se toman los siguientes valores:

-c' = 40 KPa.

-Ø' = 26º

***Características de deformabilidad***

Se dispone de 2 valores de módulo de deformación y 2 determinaciones del coeficiente de Poisson procedentes de ensayos de resistencia a compresión simple con bandas extensiométricas.

Además, se dispone de 1 ensayo presiométrico y de 2 ensayos edométricos.

*Coeficiente de Poisson*

Para el cálculo de los coeficientes de Poisson se dispone de 2 datos, de 0,5. Estos valores se desestiman, y se toma un valor de 0,35, más acorde con este tipo de materiales.

*Módulo de deformación*

A partir de los 2 ensayos de resistencia a compresión simple de que se dispone, se obtienen unos módulos de Young de 10,4 y 1,5 MPa. Esta disparidad de valores hace que se realice un análisis a partir de los presiómetros y los edómetros.

- Módulo de deformación presiométrico:

Se dispone de un único ensayo presiométrico, que da un valor del módulo de deformación presiométrico de 53,7 MPa.

Aplicando la formulación detallada en el apartado de metodología a los valores de los presiómetros, se obtiene un módulo de deformación de 33, 5 MPa.

| SONDEO | COTA | LITOLOGIA | Ep (Mpa) | α | Eo (Mpa) | μ | E (Mpa) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SJ-7 | 8,0 | Fragamento de roca en matriz arcillosa | 53,7 | 1,0 | 53,7 | 0,35 | 33,5 |

Como se puede obsevar en la tabla anterior, se toma el valor de α igual a 1, típico de arcillas.

- Módulo de deformación edométrico:

En este caso se dispone de 2 ensayos edométricos, cuyo resultado se muestra a continuación:

| Sondeo | Tipo | Profundidad muestra (m) | Ensayo edométrico | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Índice poros | Cc | Cs |
| SC-4 | MI | 5,0 | 0,5796 | 0,0214 | 0,0058 |
| | MI | 8,0 | 0,4916 | 0,0401 | 0,0049 |

A partir de estos valores, se puede obtener el módulo de deformación edométrico, a partir de la siguiente fórmula:

Para rama de carga $\mathrm{Em}=\frac{(1+e)\sigma'}{0{,}434\,Cc}$

Para rama de descarga $\mathrm{Em}=\frac{(1+e)\sigma'}{0{,}434\,Cv}$

El módulo presiométrico no es equivalente al módulo de deformación lineal, E, ya que este último se determina sobre una probeta en compresión simple, libre lateralmente para dilatarse, que no es el caso del edómetro. En un sólido lineal elástico, puede calcularse la relación que hay entre el módulo edométrico y el de deformación lineal, en un determinado intervalo, si se conoce el coeficiente de

Poisson. Basta establecer la condición de que las dilataciones laterales son nulas, y el resultado es:

$$E' = Em\,\frac{1-\mu-\mu^2}{1-\mu}$$

Aplicando estas fórmulas se obtiene:

| Sondeo | Tipo | Ensayo edométrico | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Índice poros | Cc | Cs | Em (MPa)-rama carga | Em (MPa)-rama descarga | E' rama carga | E' rama descarga |
| SC-4 | MI | 0,5796 | 0,0214 | 0,0058 | 27,2 | 100,4 | 17,0 | 62,6 |
| | MI | 0,4916 | 0,0401 | 0,0049 | 13,7 | 112,2 | 8,5 | 69,9 |

Como se puede observar en la tabla anterior, el módulo de deformación obtenido en rama de carga es ligeramente inferior al obtenido con el presiómetro. En este caso, se considera que el valor más fiable es el del presiómetro, de 33,5 MPa, porque se realiza in-situ mientras se realiza el sondeo y no sobre muestras extraídas que pueden estar alteradas. Por otra parte, este valor concuerda bastante bien con la bibliografía consultada para este tipo de materiales.

5.3.2.2. Aluviales y depósitos de ría (Qal)

Se trata de materiales limosos y arcillosos, en ocasiones arenosos y con presencia de horizontes con abundante materia orgánica y restos de organismos.

Su aparición en la zona de proyecto queda limitada al entorno del río Pilón.

Se ha detectado su presencia en las cercanías de los sondeos SJ-01, SJ-02 y en el SC-01 efectuado en los proyectos previos. Se circunscriben al entorno del río Pilón, que discurre al oeste de la traza en dirección hacia el mar y cuyo funcionamiento hídrico se asemeja al de una pequeña ría.

Corresponden a los depósitos del antiguo cauce, ocultados tras las obras de encauzamiento del mismo y la ejecución de los terraplenes de la Avenida Príncipe de Asturias que lo atraviesan.

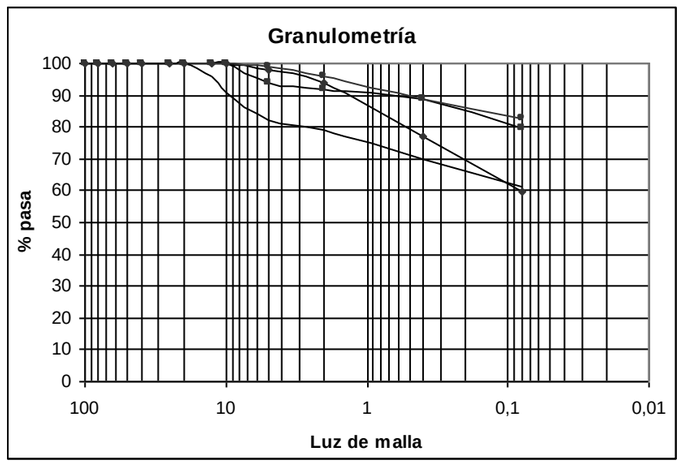
En general las muestras se encuentran a cotas absolutas similares de entre 5 a 8 m, si bien una de las que fue tomada en el sondeo SJ-02, se encuentra situada una altura que no se corresponde con las demás. Este contraste, hace pensar que se trate de materiales excavados y ubicados más arriba (topográficamente hablando), a modo de espaldón del terraplén de la Avenida.

A continuación se muestra una tabla resumen con todos los ensayos realizados.

| Sondeo | Tipo | Muestra Cotas | Unidad | Identificación | | | | | | | Químico | | | Resistencia | | | | | | | | | Otros | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Granulometría | | Límites de Atterberg | | Humedad % | Densidad Aparente | Dens. Seca (KN/m3) | % Carbonatos | Sulfatos (mg/kg) | % Materia Orgánica | Compresión simple | | | | Corte Directo (UU) | | Trialxial (CU) | | Hinchamiento libre (%) | Ensayo Edométrico | | | |
| | | | | <2mm | 0,08mm | L.L. | I.P. | | KN/m3 | | | | | KPa | deformación(mm) | E (MPa) | Coef. Poisson | cu(KPa) | Ø (º) | c´ (KPa) | Ø´(º) | | Ind. Poros | Cc | Cs |
| SJ-01 | MI-2 | 3,00-3,60 | Qal | | | | | 18 | 21,3 | | | | | 260 | 4,5 | | | | | | | 0 | | | |
| | SPT-2 | 3,60-4,05 | Qal | 96 | 82,5 | | | | | | 14,4 | 616 | 1,61 | | | | | | | | | | | | |
| | MI-3 | 4,50-5,10 | Qal | 92 | 79,5 | 53,4 | 36,6 | 24,3 | 20 | | | | | | | | | 140 | 10,48 | | | | | | |
| | SPT-3 | 5,10-5,55 | Qal | 94 | 59,5 | | | | | | 22,7 | 283 | 0,63 | | | | | | | | | | | | |
| SJ-2 | MI-2 | 4,2-4,65 | Qal | 84 | 43,6 | 33,1 | 9,7 | 16,7 | 21,9 | | | | | 290 | 3 | | | | | | | | | | |
| SC-1 | TP | 7,90-8,20 | Qal | 82 | 61 | 34 | 11,2 | 39,5 | 19,7 | 14,1 | | | | | | | | | | 115 | 20,3 | | | | |
| | MI | 8,50-9,20 | Qal | | | 37,8 | 13,7 | 35,4 | 20,2 | 14,9 | | | | 30 | 11,3 | 0,4 | 0,34741 | | | | | | 0,581 | 0,1814 | 0,0467 |
| | SPT | 9,20-9,80 | Qal | | | 26 | 7,8 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,444 | 0,0598 | 0,021 |
| Nº Ensayos | | | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Máximo | | | | 96 | 82,5 | 53,4 | 36,6 | 39,5 | 21,9 | 14,9 | 22,7 | 616,0 | 1,6 | 290,0 | 11,3 | 0,4 | 0,3 | 140,0 | 10,5 | 115,0 | 20,3 | 0 | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| Mínimo | | | | 82 | 43,6 | 26 | 7,8 | 16,7 | 19,7 | 14,1 | 14,4 | 283,0 | 0,6 | 30,0 | 3,0 | 0,4 | 0,3 | 140,0 | 10,5 | 115,0 | 20,3 | 0 | 0,4 | 0,1 | 0,0 |
| Promedio | | | | 89,6 | 65,22 | 36,86 | 15,8 | 26,78 | 20,62 | 14,5 | 18,6 | 449,5 | 1,1 | 193,3 | 6,3 | 0,4 | 0,3 | 140,0 | 10,5 | 115,0 | 20,3 | 0 | 0,5 | 0,1 | 0,0 |

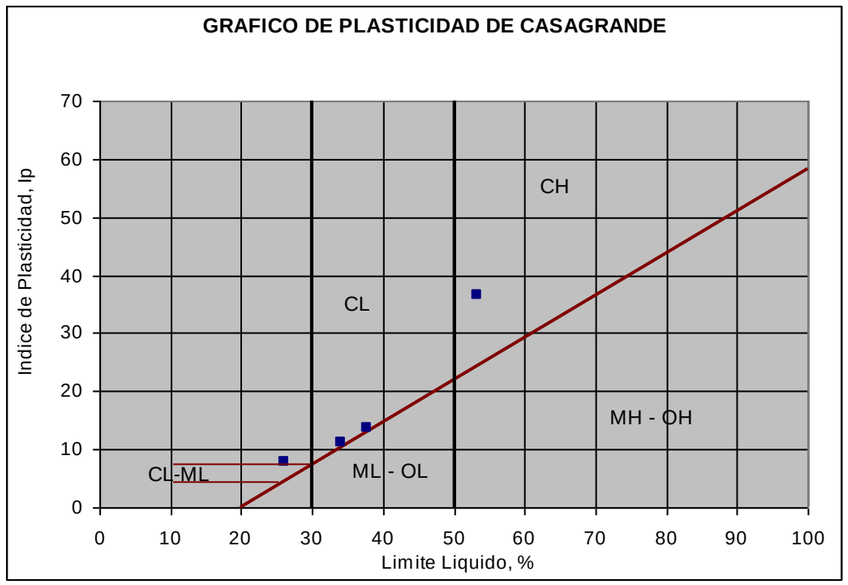
***Características de identificación y estado***

Se trata de materiales formados por arcillas, con un contenido medio de finos de un 70%, de alta a media plasticidad y con contenido variable de arena, desde un 34% a un 13%. Las curvas obtenidas a partir de los ensayos granulométricos se muestran en la siguiente gráfica:




*Curvas granulométricas de los materiales aluviales (Qal).*

En general, el conjunto de granulometrías y límites indican que se trata de arcillas a arcillas limosas con arena de plasticidad media CL a CL-ML, con alguna muestra cuya plasticidad es superior clasificándose como CH, arcillas de alta plasticidad con arena.




*Propiedades geomecánica de los materiales aluviales (Qal).*

La densidad aparente media obtenida a partir de los 5 ensayos de los que se dispone, eliminando los 2 valores inferiores por considerarse bajos para este tipo de material, es de 21,1 KN/$m^3$

Se encuentran por lo general con una humedad media, con valores máximos de hasta 39,5% y en general valores medios de 26,8%.

Cuentan con una plasticidad que varía desde arcillas de alta plasticidad (I.P. de 36,6), hasta arcillas de plasticidad media-baja (I.P. de 7,8).

***Ensayos químicos***

De estos ensayos se deduce que la unidad resulta no agresiva al hormigón debido al contenido por sulfatos, ya que el valor de estos es casi nulo en la unidad, con valores medios de 449 mg/kg $SO_4^{-2}$

Por otra parte, el contenido en materia orgánica es alto y variable de unas muestras a otras, encontrándose con contenidos apreciables de carbonato

cálcico que, sin embargo, no incrementan las cualidades resistentes de la unidad.

***Características resistentes***

*Ensayos in situ*

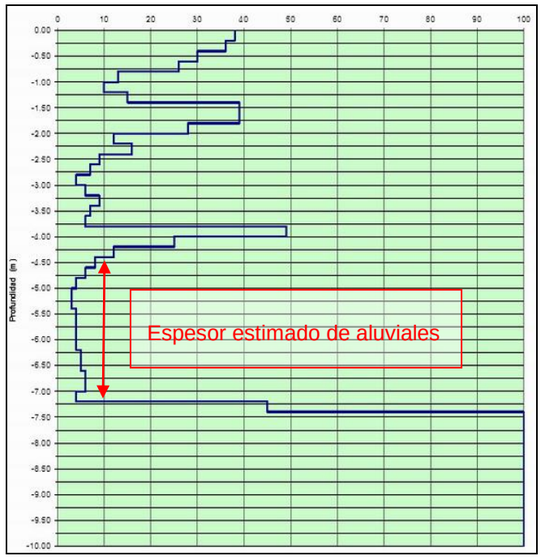
Los ensayos SPT efectuados en este tipo de material, ofrecen unos golpeos de $N_{30}$ medios de 16, lo que indica una consistencia blanda a media. En alguna de las muestras inalteradas tomadas se obtuvo rechazo puesto que parte de estos materiales engloban elementos granulares gruesos hacia la base.

Para la obtención del $N_{60}$ en este tipo de materiales se seguirá el proceso descrito en anteriores apartados. Considerando una eficiencia del 60% y una densidad media de 2 g/cm$^3$ se pueden obtener las siguientes correlaciones:

| *Profundidad (m)* | *Valor SPT $N_{30}$* | *Valor SPT $N_{60}$* |
|---|---|---|
| 3.60 – 4.05 | 12 | 10 |
| 5.10 – 5.55 | 10 | 8 |
| 9.20 – 9.80 | 26 | 18 |

Por lo tanto, el valor medio de $N_{60}$ obtenido aplicando las correcciones es de 12**.**

Varios de los ensayos DPSH efectuados atraviesan materiales de este tipo, con unos valores muy bajos que revelan una baja capacidad portante. Un ejemplo de lo expuesto se muestra a continuación en el siguiente gráfico obtenido a partir de uno de los ensayos de este tipo efectuados.




*Ensayo DPSH (PD-3) atravesando materiales aluviales en el entorno del río Pilón. Se pueden observar lo bajos valores de golpeo obtenidos.*

*Resistencia a compresión*

De esta unidad se han realizado 3 ensayos de compresión simple, con unos valores de resistencia de 30, 260 y 290 KPa. De estos 3 valores, se descarta el primero, por ser muy bajo para este tipo de materiales. Así, la resistencia a compresión simple media que se obtiene es de 275 KPa.

Del ensayo a corte directo se han obtenido los siguientes parámetros a corto plazo:

-Cu = 140 KPa

-Øu = 10,5º

Como se puede observar, la correlación entre la resistencia a compresión simple y la resistencia al corte sin drenaje es muy buena (RCS = 2Cu).

También se dispone de un ensayo triaxial (consolidado y sin drenaje) que da los siguientes parámetros resistentes a largo plazo.

-c' = 114 KPa

-Ø' = 20,3º

Este valor de cohesión a largo plazo resulta muy elevado para este tipo de material, por lo que se tomará un valor menor, quedando del lado de la seguridad. A cambio, se incrementa ligeramente el ángulo de rozamiento:

-c' = 20 KPa

-Ø' = 23º

***Características de deformabilidad***

Módulo de deformación edométrico

Para el cálculo de módulo de deformación se dispone de 2 ensayos edométricos,

| Sondeo | Tipo | Profundidad muestra (m) | Ensayo edométrico | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Índice poros | Cc | Cs |
| SC-1 | MI | 8,0 | 0,581 | 0,1814 | 0,0467 |
| | SPT | 8,9 | 0,444 | 0,0598 | 0,0210 |

A partir de estos valores, se puede obtener el módulo de deformación edométrico, a partir de la siguiente fórmula:

Para rama de carga $\mathrm{Em}=\frac{(1+e)\sigma'}{0{,}434Cc}$

Para rama de descarga $\mathrm{Em}=\frac{(1+e)\sigma'}{0{,}434Cs}$

El módulo presiométrico no es equivalente al módulo de deformación lineal, E, ya que este último se determina sobre una probeta en compresión simple, libre lateralmente para dilatarse, que no es el caso del edómetro. En un sólido lineal elástico, puede calcularse la relación que hay entre el módulo edométrico y el de deformación lineal, en un determinado intervalo, si se conoce el coeficiente de Poisson. Basta establecer la condición de que las dilataciones laterales son nulas, y el resultado es:

$$E' = Em\,\frac{1-\mu-\mu^2}{1-\mu}$$

Aplicando estas fórmulas se obtiene:

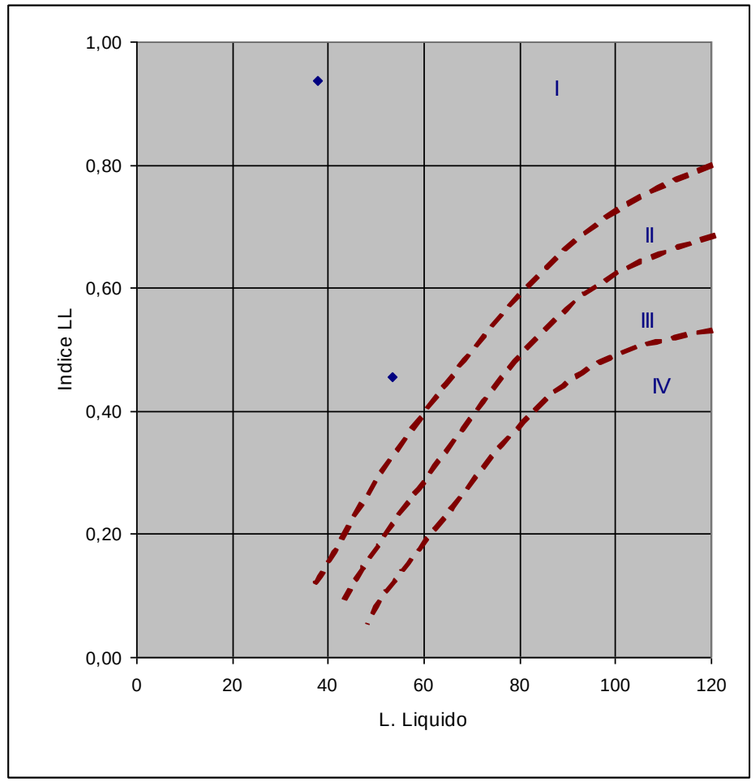
| Sondeo | Tipo | Ensayo edométrico | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Índice poros | Cc | Cs | Em (MPa)-rama carga | Em (MPa)-rama descarga | E' rama carga | E' rama descarga |
| SC-1 | MI | 0,581 | 0,1814 | 0,0467 | 3,2 | 12,5 | 2,0 | 7,8 |
| | SPT | 0,444 | 0,0598 | 0,0210 | 9,9 | 28,2 | 6,2 | 17,6 |

La media de estos 2 valores da un módulo de deformación en rama de carga de 4,0 MPa, mientras que en rama de descarga el valor a considerar es de 12,0 MPa.

En cuanto al Coeficiente de poisson, se recomienda utilizar un valor de 0,35.

***Otros parámetros***

Los ensayos de Hinchamiento sobre este tipo de materiales en el presente proyecto y los efectuados en proyectos previos, no muestran tendencia a generar fenómenos expansivos, si bien los límites líquidos son altos, lo que indicaría un potencial expansivo al menos de tipo medio-bajo.




*Grado de expansividad en función del Límite Líquido y de la humedad/Límite Líquido en los materiales aluviales (Qal). Basado en Oteo (1986)*

Al presentar estos materiales permeabilidades muy bajas, con una capacidad portante prácticamente nula, debe recurrirse en cualquier caso a su sustitución o a una cimentación profunda. Son materiales totalmente excavables por medio mecánicos, incluso manualmente.

### 5.3.2.3. Arenas litorales(Qli)

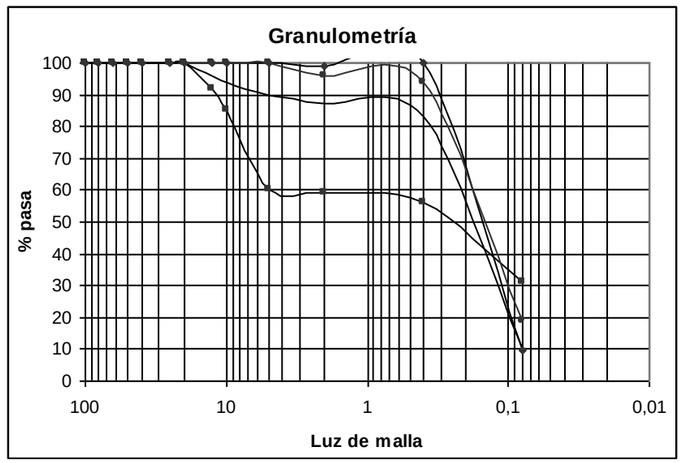
Son fundamentalmente arenas muy finas y limpias de color gris-amarillento, con algo de limo y arcillas, típicas de depósitos de playa y dunas adyacentes. En el tramo medio coexisten arenas y arenas limosas, o arcillosas, de tonos grisáceos debido a la presencia de materia orgánica diseminada; también aparecen, intercalados entre los tramos arenosos, lentejones de gravas que se encuentran en el área más externa del dominio litoral, con cantos cuarcíticos o carbonatados.

| Sondeo | Tipo | Muestra. Cotas | Unidad | Golpeos | N30 | Identificación | | | | | | | Químico | | | Otros | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Granulometría | | Límites de Atterberg | | Humedad % | Densidad Aparente KN/m³ | Dens. Seca KN/m³ | % Carbonatos | Sulfatos (mg/kg) | % Materia Orgánica | Corte directo | |
| | | | | | | <2mm | 0,08mm | L.L. | I.P. | | | | | | | C KPa | Ø (º) |
| SJ-12 | SPT-2 | 3,00 -3,45 | Qli | 5-7-9 | 16 | 87 | 10,4 | NP | NP | | | | 56,5 | 1431 | 2,45 | | |
| | MI-1 | 4,50 - 5,10 | Qli | 3-5-8-12 | | 96 | 18,7 | NP | NP | 25 | 19 | | 78,9 | 1664 | 0,78 | 4,1 | 36,5 |
| | SPT-3 | 5,10 - 5,55 | Qli | 8-8-11 | 19 | | | | | | | | | | | | |
| SC-4 | SPT | 2,50 - 2,95 | Qli | 0-2-5 | 7 | 60 | 31 | | | | | | | | | | |
| SI-3 | MI | 2,40 -3,00 | Qli | 9-17-19-20 | | 100 | 9,82 | NP | NP | 35,33 | 18,95 | 14 | | | | | |
| SI-4 | MI | 2,40 -3,00 | Qli | 4-6-6-8 | | 91,37 | 12,93 | NP | NP | 2,3 | 15,24 | 14,9 | | | | | |
| SIG-25 | SPT | 2,60-3,05 | Qli | 3-4-8 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Nº Ensayos | | | | | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Máximo | | | | | 19 | 100 | 31 | 0 | 0 | 35,3 | 19 | 14,9 | 78,9 | 1664 | 2,45 | 4,1 | 36,5 |
| Mínimo | | | | | 7 | 60 | 9,82 | 0 | 0 | 2,3 | 15,24 | 14 | 56,5 | 1431 | 0,78 | 4,1 | 36,5 |
| Promedio | | | | | 13,5 | 86,874 | 16,57 | | | 20,9 | 17,73 | 14,45 | 67,7 | 1547,5 | 1,615 | 4,1 | 36,5 |

***Características de identificación y estado***

De manera general, el suelo se encuentra compuesto por suelos granulares de nula plasticidad con indicios a algo de contenido en finos (9 a 18%), que hacen que se trate de arenas limosas y ocasionalmente arcillosas (SM). Este hecho puede observarse en la tabla general de ensayos y en la gráfica de granulometrías:

No suele presentar tamaños correspondientes a grava si bien cuando se encuentra cerca de la formación de brechas, pudiese presentar alguno de manera ocasional.




*Curvas granulométricas de las arenas litorales (Qli). Varias actas de ensayos de otros proyectos no están se disponibles, aunque sí los resultados anotados en las columnas de los sondeos.*

La densidad aparente de los materiales que componen esta unidad corresponde con el valor medio de 18 kN/m$^3$**,** obtenido a partir de los ensayos disponibless.

En la gran mayoría de los ensayos de plasticidad efectuados en esta formación, tanto en el presente proyecto como en algunos previos, el material ha resultado ser no plástico.

La humedad es moderada, con un valor medio del 20%.

***Ensayos químicos***

Los resultados de los ensayos efectuados indican que la unidad tiene en su mayoría un contenido en sulfatos comprendidos entre 1.000 y 2.000 mg/kg con un contenido medio de unos 1.547,5 mg/kg. Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y basándose en lo que la instrucción de hormigón estructural clasifica según la siguiente tabla, como agresividad nula a débil:

| ***Grado de Ataque*** | ***. Mg $SO_4^{-2}$ -/kg suelo seco*** |
|---|---|
| Débil | 2.000-3.000 |
| Moderado | 3.000-12.000 |
| Fuerte | >12.000 |

*Instrucción hormigón estructural. Ministerio de Fomento (1998).*

Por otra parte, el contenido en materia orgánica es importante con valores superiores al 2% y contenidos de carbonato cálcico que, en ocasiones, son de hasta un 80%.

***Características resistentes***

Para el caso de los ensayos SPT sobre este tipo de materiales, el valor medio ofrecido por estos ensayos es de $N_{30}$ de 13 golpes, correspondiente con una compacidad moderadamente densa según Terzaghi y Peck (1948). En la siguiente tabla se muestran los valores de los golpeos y las correlaciones en cuanto a compacidad:

| ***Valor de golpeo $N_{30}$ (intervalo)*** | ***Clasificación Terzaghi y Peck(1948) (compacidad)*** | ***Densidad relativa Gibbs-Holtz*** |
|---|---|---|
| 0-4 | Muy suelta | 0-15% |
| 5-10 | Suelta | 15-35% |
| 11-30 | Moder. densa | 35-65% |
| 30-50 | Densa | 65-85% |
| Más de 50 | Muy densa | >85% |

Gutiérrez Claverol et al. (2002), indican unos valores estimados de golpeos para los depósitos litorales (arenas y arcillas arenosas) que se aproximan bastante al $N_{30}$ obtenido a partir de los ensayos de penetración, y que corresponde a un valor medio de 15.

Para la obtención del $N_{60}$ en este tipo de materiales se seguirá el proceso descrito en anteriores apartados.

| *Profundidad (m)* | *Valor SPT $N_{30}$* | *Valor SPT $N_{60}$* |
|---|---|---|
| 3,00 – 3,45 | 16 | 16 |
| 5,10 – 5,55 | 19 | 16 |
| 2,50 – 2,95 | 7 | 7 |
| 2,60 – 3,05 | 12 | 13 |

Por lo tanto, el valor medio de $N_{60}$ obtenido aplicando las correcciones es de 13**,** prácticamente igual al $N_{30}$.

No se dispone de ensayos de compresión simple, por lo que los valores se estiman a partir de tablas de correlaciones y de valores bibliográficos consultados. Se obtienen unos valores medios de 50 KPa, a partir de lo que indica Gutiérrez Claverol et al. (2002) y de 175 KPa, procedente del Proyecto constructivo de Supresión de la barrera ferroviaria (2002).

En el único ensayo de corte directo efectuado en las arenas, se ha obtenido una cohesión de 4,1 KPa. Este hecho, parece estar en consonancia con los resultados obtenidos en el estudio geotécnico y proyecto constructivo previos. También parece ajustarse el ángulo de rozamiento interno que es de 36,5º, ya que se indican unos valores en estos estudios previos de 35,6 y 30º respectivamente.

A partir de la media de estos golpeos anteriormente citados, y mediante la aplicación de la expresión de Muromachi (1974) para materiales granulares, entre otras, resulta posible obtener el ángulo de rozamiento interno del suelo (esta correlación empírica está establecida para valores de $N_{30}$):

$$\phi' = 20º + 3{,}5\sqrt{N}$$ Muromachi (1974)

Con un valor de N de 13 correspondiente a la media de la unidad se obtiene un valor de 32,6º que se aproxima al valor que se ha obtenido de los ensayos.

También existen varias correlaciones en función de la granulometría, la compacidad y el Nspt que proporcionan un valor aproximado del ángulo de rozamiento de entre 30 a 34º para el caso de una compacidad medianamente densa, una granulometría de arena media-fina y un valor de Nspt comprendido entre 10 y 30.

A la vista de estos resultados de los ensayos de laboratorio y de la bibliografía parece correcto adoptar como parámetros de cálculo para el nivel de arenas Litorales en el entorno de la estación de Jovellanos.

-C' = 5 KPa

-Ø' = 32º

***Características de deformabilidad***

En cuanto a las características de deformabilidad de material, no se dispone de ensayos presiométricos ni edométricos en dicha formación. El módulo de deformación por tanto se obtendrá de datos bibliográficos y correlaciones empíricas a partir de expresiones tales como la relación de D'Appolonia:

$$E\ (Kp/cm^2) = 10 \cdot (1-\mu^2) \cdot (20{,}9+0{,}89 \cdot Nspt)$$

siendo:

E = módulo de deformación

$N_{SPT}$ = valores $N_{30}$ del ensayo de penetración

μ = coeficiente de Poisson. En este caso se toma de 0,3.

Aplicando esta formulación, para un valor del golpeo de 30, se obtiene un módulo de deformación de 32 MPa, que se considera representativo de la unidad.

***Otros parámetros de resistencia y deformación***

No se dispone de ensayos de Colapsabilidad e Hinchamiento, aunque se considera que se trata de un material con tendencia a producir asientos de consolidación, con un grado de colapso medio a bajo medio y en los que cabe esperar fenómenos de subpresión.

Este hecho se pudo constatar durante la ejecución de los reconocimientos de la campaña geotécnica del presente proyecto. En la Avenida de Juan Carlos I, cercana al sondeo SJ-12, se efectuó una zanja longitudinal de unos 7m de profundidad para la instalación de un colector de la EMA. Esta excavación actuó como un importante dren del agua que había en las arenas, en la que se llegaba a acumular hasta 150.000l al cabo de un día y medio. Como consecuencia, parte de la calle adyacente sufrió procesos de asiento de orden centimétrico.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que estos materiales se encuentran en ocasiones interdentados con las turbas pertenecientes al dominio litoral interno y que pueden generar problemas de hinchamiento en algunos casos puntuales.

5.3.2.4. Rellenos antrópicos (Qx)

El comportamiento geotécnico de estos acopios es muy deficiente a nivel de cimentación. En general, su naturaleza es heterogénea y corresponden en algunos casos a antiguos vertidos de escorias y de residuos urbanos con alto contenido en materia orgánica. La debilidad mecánica de sus componentes, unido a la falta de un adecuado proceso de compactación y un alto grado de permeabilidad, justifican una baja o nula capacidad portante con tendencia a producir asientos generalizados.

De esta unidad se tienen los siguientes resultados de ensayos:

| Sondeo | Tipo | Muestra. Cotas | Unidad | Identificación | | | | | | Químico | | | Resistencia | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Granulometría | | Límites de Atterberg | | Humedad | (KN/m3) Densidad Aparente | % Carbonatos | Sulfatos (mg/kg) | % Materia Orgánica | Compresión simple | | Agua ph y sulfatos (mg/l) |
| | | | | <2mm | < 0,08mm | L.L. | I.P. | | | | | | KPa | Def (mm) | |
| SJ-1 | MI-1 | 1,50 -2,10 | Qx | | | | | 22,8 | 20,4 | | | | 180 | 5,5 | 6,94 pH y 218,8 |
| | SPT-1 | 2,10 -2,5 | Qx | 72 | 37,1 | | | | | 26,8 | 532 | 1,46 | | | |
| SJ-2 | MI-1 | 1,50 -1,60 | Qx | | | | | | | | | | | | 6,99 pH y 221,7 |
| | SPT-1 | 1,60 -1,63 | Qx | | | | | | | | | | | | |
| SJ-5 | MI-1 | 1,50 -2,10 | Qx | 95 | 81 | 29,1 | 10,2 | 15,8 | 21,7 | | | | 100 | 8,5 | 7,51pH y 404,8 |
| | SPT-1 | 2,10 -2,55 | Qx | 78 | 54,3 | 24,9 | 7,1 | 17,8 | | | | | | | |
| | MI. | 3,00 -3,05 | Qx | | | | | | | | | | | | |
| | SPT-2 | 3,05 -3,55 | Qx | | | | | | | | | | | | |
| | MI-2 | 4,50 - 5,10 | Qx | 87 | 80,2 | NP | NP | | | | | | | | |
| SJ-12 | SPT-1 | 1,5 -1,85 | Qx | | | | | | | | | | | | 7,39pH y 111,9 |
| SC-1 | SPT | 2,3-2,9 | Qx | 52 | 13 | | | | | | | | | | |
| SC-4 | SPT | 1,0-1,45 | Qx | 65 | 20 | | | | | | | | | | |
| Nº Ensayos | | | | 6 | 6 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Máximo | | | | 95 | 81 | 29,1 | 10,2 | 22,8 | 21,7 | 26,8 | 532 | 1,46 | 180 | 8,5 | |
| Mínimo | | | | 52 | 13 | 24,9 | 7,1 | 15,8 | 20,4 | 26,8 | 532 | 1,46 | 100 | 5,5 | |
| Promedio | | | | 74,8 | 47,6 | 27,0 | 8,7 | 18,8 | 21,1 | 26,8 | 532,0 | 1,5 | 140,0 | 7,0 | |

***Características de identificación y estado***

Para la determinación del parámetro se dispone únicamente de 2 ensayos, que dan unos valores de 20,4 y 21,7 KN/m$^3$. De estos valores, se estima que el primero es más acorde con el tipo de material, por lo que se toma una densidad de 20,0 KN/m$^3$**.**

La humedad media es del 18,8%, que se obtiene a partir de 3 ensayos.

En este caso, las muestras ensayadas presentan cierta heterogeneidad en la clasificación de las muestras. De las 6 muestras ensayadas, 3 clasifican el suelo como un limo o arcilla de baja plasticidad (CL-ML), 2 como una arena limosa (SM) y una única muestra como una grava arcillosa – GC.

***Características resistentes***

Únicamente se dispone de 2 ensayos de compresión simple, con unos valores de 180 y 100 KPa. Estos valores dan una consistencia del suelo de floja a media.

***Características de deformabilidad***

Para este nivel no se dispone de ningún ensayo, por lo que estima el módulo de deformación a partir de bibliografía consultada. Para un suelo de consistencia floja-media (como esta unidad), el módulo de deformación estará entre 8-100 MPa, como se puede ver en la siguiente tabla (extraída del CTE). Para este suelo, el valor medio que se toma es de 10 MPa, siendo un valor conservador.

| Tipo de suelo | $N_{SPT}$ | $q_u$ (kN/m$^2$) | E (MN/m$^2$) |
|---|---|---|---|
| Suelos muy flojos o muy blandos | < 10 | 0 - 80 | < 8 |
| Suelos flojos o blandos | 10 - 25 | 80 - 150 | 8 – 40 |
| Suelos medios | 25 - 50 | 150 - 300 | 40 – 100 |
| Suelos compactos o duros | 50 – Rechazo | 300 - 500 | 100 – 500 |
| Rocas blandas | Rechazo | 500 – 5.000 | 500 – 8.000 |
| Rocas duras | Rechazo | 5.000 – 40.000 | 8.000 – 15.000 |
| Rocas muy duras | Rechazo | > 40.000 | >15.000 |

Para el coeficiente de Poisson, a falta de ensayos que permitan su determinación, se ha recurrido a la bibliografía consultada (CTE), que habla de un valor de 0,4 para el caso de arcillas blandas normalmente consolidadas; siendo este el valor que se considera representativo de esta unidad.

## 5.1. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS A ADOPTAR

A continuación, se adjunta un cuadro con los parámetros obtenidos para cada grupo geotécnico diferenciado indicándose para cada caso varios valores obtenidos de diversas fuentes:

| UNIDAD GEOTÉCNICA | DENSIDAD. APARENTE (kN/m$^3$) | C' (kPa) | Ø' (º) | E (MPa) | Coeficiente de Poisson |
|---|---|---|---|---|---|
| Relleno antrópico (Qx) | 20 | 0 | 25 | 10 | 0,4 |
| Arcillas residuales, eluvial (Qel) | 22,5 | 40 | 26 | 33,5 | 0,35 |
| Aluviales y depósitos de ría (Qal) | 21,6 | 20 | 23 | 12 | 0,35 |
| Arenas litorales (Qli) | 18 | 1 | 32 | 32 | 0,3 |
| Lutitas, limolitas margosas grises y rojizas sanas (Jlm, Jlmr, Jb) | 22,5 | 100 | 30 | 50 | 0,25 |
| Lutitas, limolitas margosas grises y rojizas alteradas (Jlm, Jlmr, Jb) | 21 | 40 | 30 | 22 | 0,3 |
| Dolomías y calizas Grado IV a V (Jd, Jc) | 22,5 | 25 | 26 | 700 | 0,2 |
| Dolomías y calizas Grado I a III (Jd, Jc) | 25 | 1830 | 33 | 1800 | 0,2 |
| Zona de fallas | 20 | 36 | 27 | 20 | 0,3 |

## 5.2. AGRESIVIDAD DEL SUBSUELO AL HORMIGÓN

En la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) se prevén los tipos de exposición que se indican en las tablas que es incluyen a continuación.

En el caso del suelo, atendiendo al contenido de mg de ión sulfato por kg de suelo seco y el grado de acidez Baumann-Gully, se obtienen los siguientes intervalos de valores para determinar el tipo de exposición resultante según EHE:

| Parámetro | Tipo de exposición | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ataque nulo (IIa) | Ataque débil (Qa) | Ataque medio (Qb) | Ataque fuerte (Qc) |
| Ión sulfato (mg $SO_4^{2-}$/kg) | <2.000 p.p.m (<0.2%) | 2.000–3.000 p.p.m. (0.2 – 0.3 %) | 3.000 – 12.000 p.p.m. (0.3 – 1.2 %) | >12.000 p.p.m. (>1.2 %) |
| Grado de Acidez Baumann-Gully (ml/kg) | <200 | >200 | (*) Estas condiciones no se dan en la práctica | (*) Estas condiciones no se dan en la práctica |

Tipo de exposición del agua freática en función de los resultados del ensayo para determinar la agresividad según EHE:

| Ensayo | Tipo de exposición | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ataque nulo (IIa) | Ataque débil (Qa) | Ataque medio (Qb) | Ataque fuerte (Qc) |
| pH | > 6.5 | 6.5 – 5.5 | 5.5 – 4.5 | < 4.5 |
| MAGNESIO (mg $Mg_2$+/l) | < 300 | 300 – 1000 | 1000 – 3000 | > 3000 |
| SULFATO (mg $SO_4^{2-}$/l) | < 200 | 200 – 600 | 600 – 3000 | > 3000 |
| AMONIO (mg $NH_4$+/l) | < 15 | 15 – 30 | 30 – 60 | > 60 |
| $CO_2$ (mg/l) | < 15 | 15 – 40 | 40 – 100 | > 100 |
| RESIDUO SECO (mg/l) | > 150 | 75 – 150 | 50 - 75 | < 50 |

Ataque NULO  Ataque DEBIL  Ataque MEDIO  Ataque FUERTE

Para investigar la agresividad del suelo y agua frente al hormigón, se ha analizado la información geotécnica de los proyectos previos realizados en la zona.

A continuación, se analizan los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados a tal efecto:

### 5.2.1. Agresividad del terreno

Se ha elaborado un cuadro a partir de la información consultada en proyectos previos, en el que se indica el tipo de exposición para cada una de las unidades geotécnicas afectadas, obtenidos a partir de las muestras de suelo ensayadas:

| *Sondeo* | *Profundidad* | *Unidad* | *Parámetro* | | *Tipo de exposición* |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | *Ión sulfato (mg/Kg)* | *Grado de Acidez Baumann-Gully (ml/kg)* | |
| SR-1 | 5,70 - 6,30 | Jlm | 459 | 100 | Nulo |
| SJ-01 | 2,10 – 2,50 | Qx | 532 | Nulo | Nulo |
| SJ-02 | 6,10 – 6,55 | Jlm | 1140 | Nulo | Nulo |
| SJ-02 | 8,70 – 9,15 | Jlr | 333 | Nulo | Nulo |
| SJ-02 | 10,55 – 11,00 | Jlm | 416 | Nulo | Nulo |
| SJ-05 | 6,60 – 7,05 | Jlm | 483 | Nulo | Nulo |
| SJ-05 | 8,15 – 8,60 | Jlm | 1132 | Nulo | Nulo |
| SJ-06 | 2,00 – 2,45 | Jlm | 624 | Nulo | Nulo |
| SJ-06 | 5,60 – 6,05 | Jlm | 466 | Nulo | Nulo |
| SJ-07 | 3,00 – 3,60 | Qel | 2205 | Débil | Débil |
| SJ-08 | 5,65 – 6,10 | Qel | 250 | Nulo | Nulo |
| SJ-09 | 1,40 – 1,85 | Jlm | 166 | Nulo | Nulo |
| SJ-09 | 4,20 – 4,65 | Jlm | 541 | Nulo | Nulo |
| SJ-10 | 13,00 – 13,45 | Jlm | 799 | Nulo | Nulo |
| SJ-11 | 8,20 – 8,65 | Qel | 458 | Nulo | Nulo |
| SJ-11 | 17,90 – 18,35 | Jlm | 4401 | Moderado | Moderado |
| SJ-11 | 32,30 – 32,70 | Jlm | 832 | Nulo | Nulo |
| SJ-12 | 10,00 – 10,45 | Qel | 225 | Nulo | Nulo |

Del estudio de los resultados mostrados y aplicando la norma de hormigón EHE a los materiales sobre los cuales se desarrollará el Proyecto ninguna de las muestras resulta ser agresiva para el hormigón al ser el contenido en ion sulfato $SO4^{2-}$ inferior al 0,30% por lo que no es obligatoria la utilización de cemento sulforresistente para la construcción de elementos estructurales de hormigón.

Sin embargo, debido a la existencia de algunos valores que indican un ataque moderado, se recomienda la realización de ensayos de comprobación en fase de obra, para así caracterizar la agresividad de un suelo

### 5.2.2. Agresividad del agua

En el análisis de las muestras de agua tomadas en los sondeos realizados para la redacción de los proyectos previos consultados, se han obtenido los siguientes resultados:

| *Sondeo* | *PH* | *$NH_4^+$ (mg/l)* | *$SO_4^-$ (mg/l)* | *$CO_2$ libre (mg/l)* | *Mg (mg/l)* | *Evaluación* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SJ-01 | 6,94 | 0,2 | 218,8 | 6,1 | 21,41 | Débil |
| SJ-02 | 6,99 | 0,06 | 221,7 | 7,8 | 21,7 | Débil |
| SJ-05 | 7,51 | 0,1 | 404,8 | 110 | 23,31 | Débil |
| SJ-06 | 7,13 | 0,18 | 80 | 3,4 | 17,1 | Nulo |
| SJ-07 | 7,08 | 0,24 | 86,4 | 5,2 | 18 | Nulo |
| SJ-08 | 7,42 | 0,33 | 109,8 | 3,4 | 13,2 | Nulo |
| SJ-09 | 7,81 | 0.05 | 213,4 | 220 | 20,15 | Débil |
| SJ-10 | 8,05 | 0,04 | 28,7 | 0 | 5,7 | Nulo |
| SJ-11 | 7,33 | 0,06 | 79,9 | 1,7 | 13 | Nulo |
| SJ-12 | 7,39 | 0,13 | 111,9 | 4,3 | 12,9 | Nulo |

Aplicando la Norma EHE el agua se clasifica como de agresividad débil.

## 5.6. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA POR TRAMOS

En el presente Estudio Informativo se han incluido dos alternativas para la construcción de la Nueva Estación Intermodal de Gijón.

Dichas alternativas suponen la ubicación de la futura estación en dos zonas distintas: frente al parque de Moreda o frente al museo del ferrocarril.

Las alternativas planteadas son las siguientes:

- Alternativa 1. Solución Moreda.
- Alternativa 2: Solución Museo.

Ambas alternativas tienen como objetivo suprimir la barrera ferroviaria de Gijón, conectando además el servicio de cercanías de ancho convencional con el túnel existente en la actualidad.

En las dos alternativas los andenes que albergarán las circulaciones ferroviarias se dispondrán soterrados y en dos niveles. Un primer nivel albergará los servicios de larga distancia y cercanías de ancho métrico, disponiéndose las correspondientes vías en fondo de saco, con andenes centrales mientras que los andenes correspondientes a las circulaciones de cercanías de ancho convencional se dispondrán en un segundo nivel con cota inferior al anteriormente citado. Los andenes serán laterales y las vías serán pasantes de manera que su trazado conecte con el túnel existente.

La distinta ubicación de la estación intermodal en cada una de las alternativas implica que los dos niveles anteriormente mencionados, se sitúen a distintas cotas dependiendo de la alternativa que se trate.

La tramificación geotécnica se va a realizar por la vía de cercanías (eje 13, vía derecha).

***PK 0+000 a 0+700***

En este tramo la plataforma apoya sobre la unidad de rellenos, Qr. Este tramo será excavable mediante métodos mecánicos sencillos. Bajo el relleno, se estima la aparición de un espesor de 7 m de eluvial, Qel. El sustrato jurásico se localiza a unos 3 msnm. El nivel freático se sitúa a 2,5 msnm. El paso superior Príncipe de Asturias, entre los PK 0+420 a 0+465, será demolido y reconstruido.

El límite inferior de la pantalla en este primer tramo está comprendido entre las cotas absolutas 3 y 0 msnm.

No se cuenta con investigaciones en este tramo, por lo que estos datos deberán ser verificados en fases posteriores.

***PK 0+700 a 0+960***

En este tramo, la plataforma apoya sobre rellenos de la unidad Qr, que presenta aquí un espesor menor, de 1 m aproximadamente. Este tramo será excavable mediante métodos mecánicos sencillos. Bajo este relleno, se localizan unos 5,5 m de eluvial Qel. Se estima que el sustrato jurásico estará a una profundidad de 3 msnm. El nivel freático se sitúa a 2,5 msnm.

El límite inferior de la pantalla se encuentra entre las cotas absolutas 0 y -1 msnm.

***PK 0+960 a 1+200***

Los primeros 30 m, hasta el PK 0+990, la plataforma apoya sobre 1 m de la unidad eluvial Qel. El resto del tramo se apoya sobre la unidad jurásica de lutitas y limolitas margosas, Jlm. Este tramo será excavable mediante métodos mecánicos sencillos. El nivel freático se sitúa a 3 msnm.

El límite inferior de la pantalla en este primer tramo está comprendido entre las cotas absolutas -1 y -7 msnm.

***PK 1+200 a 1+450***

La plataforma apoya sobre las unidades jurásicas Jlm y Jlr, lutitas y limolitas margosas, y Jd, dolomías. En este tramo será necesario el uso de hidrofresa por la presencia de dolomías. El nivel freático se sitúa a 3 msnm.

El límite inferior de la pantalla en este primer tramo está comprendido entre las cotas absolutas -7 y -14 msnm.

***PK 1+450 a 1+660***

La plataforma apoya sobre las unidades jurásicas Jlm y Jlr, lutitas y limolitas margosas, Jd, dolomías grises y ocres. En este tramo será necesario el uso de hidrofresa por la presencia de dolomías. El nivel freático se sitúa a 3,5 msnm.

El límite inferior de la pantalla en este primer tramo está comprendido entre las cotas absolutas -14 y -19 msnm.

***PK 1+660 a 1+900***

La plataforma apoya sobre las unidades jurásicas Jlm, Jlr y Jlb, lutitas y limolitas margosas, Jd, dolomías y Jc, calizas. En este tramo será necesario el uso de hidrofresa por la presencia de dolomías y calizas. El nivel freático se sitúa a 3,5 msnm.

El límite inferior de la pantalla en este primer tramo está comprendido entre las cotas absolutas -19 y -21 msnm.

***PK 1+900 a 1+980***

La plataforma apoya sobre las dolomías de la unidad Jd. Será necesario el uso de hidrofresa. El nivel freático se sitúa a 3,5 msnm.

El límite inferior de la pantalla en este primer tramo está comprendido entre las cotas absolutas -21 y -23 msnm.

***PK 1+980 a 2+240***

La plataforma apoya sobre las dolomías de la unidad Jd hasta el PK aproximado 2+160, apoyando los últimos 80 m sobre las lutitas y limolitas margosas de la unidad Jlm. Será necesario el uso de hidrofresa. El nivel freático se sitúa a 3,5 msnm.

El límite inferior de la pantalla en este primer tramo está comprendido entre las cotas absolutas -23 y -26 msnm.

## 5.7. CÁLCULO PANTALLAS

### 5.7.1. Tramificación geotécnica

Las pantallas a ejecutar se calcularán siguiendo la tramificación que se muestra en las siguientes tablas. Esta tramificación se ha hecho a partir de los empujes del terreno sobre la pantalla, tomando en cada tramo, el perfil más desfavorable:

| TRAMO 0 - PK 0+000 a 0+700 | | |
|---|---|---|
| Perfil de cálculo: PK 0+700 | | |
| Nivel freático: 2,5 msnm | | |
| **Cota techo** | **Cota Muro** | **Unidad geotécnica** |
| +11,5 | +10 | Qr: Rellenos |
| +10 | +3 | Qel: Arcillas con fragmentos de dolomía. Eluviales |
| +3 | +1 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| +1 | -0,6 | Jlr: Lutitas y limolitas margosas de color ocre a rojizo |
| -0,6 | -4,6 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -4,6 | -10 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -10 | -13,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |

| TRAMO I - PK 0+700 a 0+960 | | |
|---|---|---|
| Perfil de cálculo: PK 0+840 | | |
| Nivel freático: 2,5 msnm | | |
| **Cota techo** | **Cota Muro** | **Unidad geotécnica** |
| +9,6 | +8,5 | Qr: Rellenos |
| +8,5 | +3 | Qel: Arcillas con fragmentos de dolomía. Eluviales |
| +3 | +1,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| +1,5 | 0 | Jlr: Lutitas y limolitas margosas de color ocre a rojizo |
| 0 | -5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -5 | -8,5 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -8,5 | -12 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |

| TRAMO II - PK 0+960 a 1+200 | | |
|---|---|---|
| Perfil de cálculo: PK 1+060 | | |
| Nivel freático: 3 msnm | | |
| **Cota techo** | **Cota Muro** | **Unidad geotécnica** |
| +14,3 | +11,5 | Qr: Rellenos |
| +11,5 | +9,5 | Qel: Arcillas con fragmentos de dolomía. Eluviales |
| +9,5 | +7 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| +7 | +5 | Jlr: Lutitas y limolitas margosas de color ocre a rojizo |
| +5 | +1,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| +1,5 | -1 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -1 | -3,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -3,5 | -8 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -8 | -12 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |

| TRAMO II - PK 1+200 a 1+450 | | |
|---|---|---|
| Perfil de cálculo: PK 1+320 | | |
| Nivel freático: 3 msnm | | |
| **Cota techo** | **Cota Muro** | **Unidad geotécnica** |
| +9,8 | +7,5 | Qr: Rellenos |
| +7,5 | +6 | Qel: Arcillas con fragmentos de dolomía. Eluviales |
| +6 | +2,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| +2,5 | +1,5 | Jlr: Lutitas y limolitas margosas de color ocre a rojizo |
| +1,5 | -3 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -3 | -5,5 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -5,5 | -10,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -10,5 | -12 | Jd: dolomías grises y ocres |

| TRAMO III - PK 1+450 a 1+660 | | |
|---|---|---|
| Perfil de cálculo: PK 1+600 | | |
| Nivel freático: 3,5 msnm | | |
| **Cota techo** | **Cota Muro** | **Unidad geotécnica** |
| +6 | +5 | Qr: Rellenos |
| +5 | +4 | Qel: Arcillas con fragmentos de dolomía. Eluviales |
| +4 | +3 | Jd: dolomías grises y ocres |
| +3 | -1,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -1,5 | -3 | Jlr: Lutitas y limolitas margosas de color ocre a rojizo |
| -3 | -7 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -7 | -10,5 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -10,5 | -12,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -12,5 | -17 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -17 | -21 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |

| TRAMO IV - PK 1+660 a 1+900 | | |
|---|---|---|
| Perfil de cálculo: PK 1+800 | | |
| Nivel freático: 3,5 msnm | | |
| **Cota techo** | **Cota Muro** | **Unidad geotécnica** |
| +6 | +1,5 | Qr: Rellenos |
| +1,5 | 0 | Qal: Aluviales y depósitos de ría |
| 0 | -4 | Qel: Arcillas con fragmentos de dolomía. Eluviales |
| -4 | -6,5 | Jc: calizas ocres |
| -6,5 | -10,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -10,5 | -13 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -13 | -15 | Jlb: lutitas y limolitas margosas brechoides |
| -15 | -19,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -19,5 | -20,5 | Jlr: Lutitas y limolitas margosas de color ocre a rojizo |
| -20,5 | -28 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |

| TRAMO V - PK 1+900 a 1+980 | | |
|---|---|---|
| Perfil de cálculo: PK 1+940 | | |
| Nivel freático: 3,5 msnm | | |
| **Cota techo** | **Cota Muro** | **Unidad geotécnica** |
| +6 | +2 | Qr: Rellenos |
| +2 | -0,5 | Qli: Arenas finas litorales |
| -0,5 | -4,5 | Qel: Arcillas con fragmentos de dolomía. Eluviales |
| -4,5 | Fin reconocimientos | Alternancia de calizas, dolomías y lutitas en zona de falla |

| TRAMO V I- PK 1+980 a 2+240 | | |
|---|---|---|
| Perfil de cálculo: PK 2+060 | | |
| Nivel freático: 3,5 msnm | | |
| **Cota techo** | **Cota Muro** | **Unidad geotécnica** |
| +5 | +3,5 | Qr: Rellenos |
| +3,5 | +2 | Qli: Arenas finas litorales |
| +2 | 0 | Qel: Arcillas con fragmentos de dolomía. Eluviales |
| 0 | -5 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -5 | -8,5 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -8,5 | -11 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -11 | -17 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -17 | -22,5 | Jd: dolomías grises y ocres |
| -22,5 | -26 | Jlm: Lutitas y limolitas margosas grises |
| -26 | -29 | Jd: dolomías grises y ocres |

### 5.7.2. Módulo de balasto horizontal

Para el cálculo del módulo de balasto horizontal existen diversas expresiones, que se exponen a continuación:

- Expresión simplificada de Vésic, que tiene en cuenta, tanto el módulo de deformación del terreno como las dimensiones de la cimentación.

$$K = \frac{0{,}65 \cdot E}{b(1-\upsilon^2)}$$

Donde:

K = Módulo de Balasto

E = Módulo de Young del terreno

b = Ancho de la zapata

ν = Módulo de Poisson del terreno

- Expresión de Bazin y Schmitt (2.001) que es adecuada para terrenos granulares:

$$K = 2{,}1 \cdot \frac{E_S^{4/3}}{EI^{1/3}}$$

Donde:

Es = Módulo de Young del terreno

EI = Rigidez pantallas (o pilotes)

- Expresión para pilotes, a partir del módulo presiométrico, según el CTE (2.006)

$$Kh = \alpha * (Ep/D)$$

α = factor adimensional que depende del tipo de terreno y oscila entre 1,5 para arcillas y 3 para suelos granulares

Ep = módulo presiométrico

Para cada unidad geotécnica se calcula el coeficiente de balasto horizontal aplicando alguna de las formulaciones (la que se ha considerado más adecuada) descrita:

- Rellenos antrópicos

  Se utiliza la formulación de Vésic, suponiendo un ancho de pantalla de 0,8 m.

  E'= 10,0 MPa.

  μ = 0,4

  $K_H$ = 10.000 KN/m$^3$

- Arcillas residuales, eluviales (Qel)

  Se utiliza la formulación de Vésic, suponiendo un ancho de pantalla de 0,8 m.

  E'= 33,5 MPa.

μ = 0,35

$K_H$ = 31.000 KN/$m^3$

- Aluviales y depósitos de ría (Qal)

Se utiliza la formulación de Vésic, suponiendo un ancho de pantalla de 0,8 m.

E'= 12,0 MPa.

μ = 0,35

$K_H$ = 11.000 KN/$m^3$

- Arenas litorales (Qli)

Se utiliza la formulación de Bazin y Schmitt (2.001):

b= 0,8 m

E'= 32,0 MPa.

EI= 1.408.000 KN·$m^2$/m

$K_H$ = 19.000 KN/$m^3$

- Lutitas, limolitas margosas grises y rojizas sanas

Se utiliza la formulación de Vésic, suponiendo un ancho de pantalla de 0,8 m.

E'= 50 MPa.

μ = 0,25

$K_H$ = 45.000 KN/$m^3$

- Lutitas, limolitas margosas grises y rojizas alteradas

Se utiliza la formulación de Vésic, suponiendo un ancho de pantalla de 0,8 m.

E'= 40 MPa.

μ = 0,3

$K_H$ = 19.000 KN/$m^3$

- Dolomías y calizas grado IV a V

Se utiliza la formulación de Vésic, suponiendo un ancho de pantalla de 0,8 m.

E'= 700 MPa.

μ = 0,2

$K_H$ = 500.000 KN/$m^3$

- Dolomías y calizas grado I a III

Se utiliza la formulación de Vésic, suponiendo un ancho de pantalla de 0,8 m.

E'= 1800 MPa.

μ = 0,2

$K_H$ = 1.500.000 KN/$m^3$

- Zona de fallas

Se utiliza la formulación de Vésic, suponiendo un ancho de pantalla de 0,8 m.

E'= 20 MPa.

μ = 0,3

$K_H$ = 17.000 KN/$m^3$

A continuación, se muestra una tabla resumen con los parámetros necesarios para el cálculo de las pantallas:

| *UNIDAD GEOTÉCNICA* | *DENSIDAD. APARENTE (kN/$m^3$)* | *C' (kPa)* | *Ø' (º)* | *E (MPa)* | *Módulo Balasto horizontal (kN/$m^3$)* | *Coeficiente de Poisson* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Relleno antrópico (Qx) | 20,0 | 0,0 | 25 | 10 | 10.000 | 0,4 |
| Arcillas residuales, eluvial (Qel) | 22,5 | 40 | 26 | 33,5 | 31.000 | 0,35 |
| Aluviales y depósitos de ría (Qal) | 21,6 | 20 | 23 | 12 | 11.000 | 0,35 |
| Arenas litorales (Qli) | 18,0 | 1,0 | 32 | 32 | 19.000 | 0,3 |
| Lutitas, limolitas margosas grises y rojizas sanas (Jlm, Jlmr, Jb) | 22,5 | 100 | 30 | 50 | 45.000 | 0,25 |
| Lutitas, limolitas margosas grises y rojizas alteradas (Jlm, Jlmr, Jb) | 21,0 | 40 | 30 | 22 | 19.000 | 0,3 |

| UNIDAD GEOTÉCNICA | DENSIDAD. APARENTE ($kN/m^3$) | C' (kPa) | Ø' (º) | E (MPa) | Módulo Balasto horizontal ($kN/m^3$) | Coeficiente de Poisson |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dolomías y calizas Grado IV a V (Jd, Jc) | 22,5 | 25 | 26 | 700 | 500.000 (*) | 0,2 |
| Dolomías y calizas Grado I a III (Jd, Jc) | 25,0 | 1830 | 33 | 1800 | 1.500.000 (*) | 0,2 |
| Zona de fallas | 20,0 | 36,0 | 27 | 20 | 17.000 | 0,3 |

(*) Si estos valores dan problemas de convergencia en el programa de cálculo, se deberán adoptar unos valores 10 veces superiores al máximo valor del módulo de balasto horizontal del resto de estratos.

# 6. ESTUDIO DE MATERIALES

A continuación, se realiza un estudio sobre las necesidades de los materiales necesarios para la ejecución de las obras, la aptitud de los materiales de la traza de cara a su reutilización, así como de las canteras y graveras activas existentes a lo largo del tramo o sus inmediaciones que puedan ser susceptibles de proveer a la obra de áridos o como suministro de balasto.

## 6.1. CONDICIONES EXIGIBLES A LOS MATERIALES

Se incluyen a continuación las prescripciones a cumplir por los materiales para su uso en la obra proyectada:

### 6.1.1. Prescripciones de los materiales para capa de forma

- La capa de forma se interpone entre la parte superior del terraplén o pedraplén, o en su caso del desmonte, y la capa de subbalasto. Las condiciones que deben cumplir los materiales para ser útiles como capa de forma son las siguientes:
- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento (MO<0,2 %) según UNE 103-204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS< 0,2%) según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros (Dmax <= 100mm).
- Cernido por el tamiz cero coma cuarenta (0,40) UNE menor o igual que el quince por ciento (# 0,40 <= 15%) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
- Cernido por el tamiz dos milímetros UNE, menor del ochenta por ciento (# 2< 80%).
- Cernido por el tamiz cero con cuarenta milímetros UNE, menor del setenta y cinco por ciento (# 0,40< 75%).
- Cernido por el tamiz cero con cero ochenta milímetros UNE, menor veinticinco por ciento (# 0,080< 25%).
- Límite líquido menor de treinta (LL<30). Según UNE 103103.

- Índice de plasticidad menor de diez (IP <10) según UNE 103104.
- En el caso de utilizar material procedente de cantera de roca, su coeficiente de Desgaste de Los Ángeles (UNE EN 1097-2) no será superior a treinta (30). El ensayo Micro Deval húmedo (UNE EN 1097-1) deberá dar menor o igual de veinticinco (25).
- El valor del índice CBR será superior a diez (10) para el noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad máxima Proctor Modificado. El hinchamiento por inmersión será inferior al cero coma dos por ciento (0,2%). Para materiales más gruesos serán de aplicación los módulos de placa que se indican más adelante.

A continuación, se incluye una tabla con las prescripciones de ADIF para capa de forma:

| | PGP 2011 | |
|---|---|---|
| | VALOR DE REFERENCIA | VALOR EXTREMO |
| Tamaño máximo | ≤10cm | ≤ 12cm |
| Pasante por el tamiz 2 (2mm) | 30 ≤ 2 mm ≤ 65% | 25 ≤ 2 mm ≤70% |
| Contenido en finos | ≤ 5% | ≤ 7% |
| Contenido en materia orgánica | ≤ 0.2% | ≤ 0.3% |
| Índice CBR | ≥ 15 | ≥ 8 |
| Hinchamiento en CBR | ≤ 0.2% | ≤ 0.3% |
| Desgaste de Los Ángeles | ≤30 | ≤ 35 |
| Ensayo Micro Deval húmedo | ≤ 25 | ≤ 30 |

### 6.1.2. Prescripciones de los materiales para subbalasto

Como subbalasto se entiende la capa superior de la plataforma sobre la que se apoya el balasto y cumplir una serie de especificaciones, como son:

- Se comprobará, mediante la Norma UNE-EN 933-5:1999, que el cien por cien (100%) del material retenido en el tamiz número cuatro (nº 4) es calificable como “triturado” y que procede del machaqueo y clasificación de piedra no caliza, extraída en cantera o en desmontes rocosos de la traza, o en yacimientos naturales de árido rodado silíceo.
- Si el material procede de un suministro exterior a la obra, deberá cumplir los requisitos del marcado CE.
- El subbalasto no podrá contener fragmentos de: madera, materia orgánica, metales, plásticos, rocas alterables, ni de materiales tixotrópicos, expansivos, solubles, putrescibles, combustibles ni polucionantes (desechos industriales).
- El contenido de materia orgánica, según Norma UNE 103204:1993, deberá ser inferior al cero con dos por ciento (0,2%) en peso, de la fracción que pasa por el tamiz número dos (nº 2).
- El contenido en sulfatos, según Norma UNE 103201:1996, deberá ser inferior al cero con dos por ciento (0,2%) en peso, de la fracción que pasa por el tamiz número dos (nº 2).
- Granulometría.
- El subbalasto estará constituido por una grava arenosa bien graduada, con un pequeño porcentaje de elementos finos. El ensayo para su determinación se realizará según Norma UNE-EN933-1:1998 y el resultado deberá cumplir lo siguiente:

| TAMIZ UNE | % QUE PASA (EN PESO) |
|---|---|
| 40 | 100 |
| 31.5 | 90-100 |
| 16 | 85-95 |
| 8 | 65-80 |
| 4 | 45-65 |
| 2 | 30-50 |
| 0.5 | 10-40 |
| 0,20 | 5-25 |
| 0,063 | 3-9 |

- El coeficiente de uniformidad C2 = D60/D10, será mayor o igual que catorce (Cu ≥ 14).
- El coeficiente de curvatura Cc = D302/ (D10 x D 60), estará comprendido entre uno y tres (1,0 ≤ Cc 3,0).

- El equivalente de arena, según UNE-EN 933-8:2000, será mayor de cuarenta y cinco (45), para la fracción que pasa por el tamiz número dos (nº 2).
- El coeficiente de desgaste de Los Ángeles (CLA) será inferior al veintiocho por ciento (< 28%). El ensayo se realizará según Norma UNE-EN 1097-2:1999, teniendo en cuenta lo especificado en su Anexo A.
- El coeficiente Micro-Deval Húmedo (MDH) será inferior al veintidós por ciento (< 22%). El ensayo se realizará según Norma UNE-EN 1097-1:1997.
- El coeficiente de permeabilidad vertical del subbalasto (K), compactado al cien por cien (100%) de la densidad máxima del Proctor Modificado, debe ser ≤diez elevado a menos seis metros por segundo (10-6 m/s). Su determinación en laboratorio se hará con permeámetro de carga variable, según del procedimiento descrito en el Anejo 3 de la Orden FOM/1269/2006. Se podrá prescindir del control de permeabilidad del material de la capa de sub-balasto, siempre que la capa subyacente cumpla condiciones de capa de forma definidas en el artículo G0106 del presente Pliego.

### 6.1.3. Materiales a emplear en la cubrición de túneles artificiales

Serán materiales provenientes de la traza o, en casos justificados, de préstamo, que cumplirán las condiciones exigibles al material para núcleos de rellenos (aunque sin elementos gruesos superiores a 10 cm, con compactación por tongadas mínima del 95% del Próctor Modificado, hasta alcanzar una cota de al menos 1,50 m sobre la clave (o sobre la losa superior en caso de estructura porticada). Por encima de esta cota, el material de relleno no tiene que cumplir exigencias especiales, aparte de que el vertido y extendido se realice también por tongadas.

## 6.2. BALANCE DE MATERIALES

Al tratarse de un soterramiento, prácticamente la totalidad del volumen de tierras a considerar en el proyecto proviene de la excavación, por lo que la obra será excedentaria.

Las necesidades pretenden cubrirse con la roca procedente de canteras y yacimientos granulares para lo que se ha recopilado fuentes de suministro de materiales (canteras) próximas a la zona de Proyecto cuyos ensayos ofrecen material apto para ser utilizado para las necesidades propias del proyecto. Parte del material excavado se podrá reutilizar para la ampliación del parque Moreda.

La mayoría del volumen excavado deberá ser llevado a vertedero. El estudio de vertederos se realiza en el anejo medioambiental correspondiente incluido en el presente proyecto.

### 6.2.1. Balance de tierras de la Alternativa 1, solución Moreda

Se incluyen los cuadros resumen de las excavaciones y los rellenos, extraídos del anejo de movimiento de tierras:

| | Excavaciones ($m^3$) | | |
|---|---|---|---|
| | **Excavación en desmonte** | **Excavación entre pantallas** | **Excavación a cielo abierto** |
| Estructuras | - | 481.716,00 | 92.098,50 |
| Vías | 32.065,90 | - | - |
| Viario Sanz Crespo | 36.792,90 | - | - |
| Viario Carlos Marx | 15.846,70 | - | - |
| Viario Juan Carlos I | 4.468,20 | - | - |
| Viario Príncipe de Asturias | 12.074,00 | - | - |
| **TOTAL** | **101.247,70** | **481.716,00** | **92.098,50** |
| | **675.062,20** | | |

| | Rellenos ($m^3$) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Terraplén** | **Capa de forma** | **Subbalasto** | **Zahorra artificial** | **Suelo S-EST2** | **Suelo S-EST3** | **Suelo Seleccionado** | **Suelo Adecuado** | **Rellenos localizados** |
| Estructuras | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Vías | - | 5.565,10 | 2.224,20 | - | - | - | - | - | - |
| Ampliación Parque Moreda | 49.498,35 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Viario Sanz Crespo | 520,90 | - | - | 4.663,00 | - | 6.291,50 | 6.291,50 | - | - |
| Viario Carlos Marx | 1.176,20 | - | - | 1.857,30 | 3.166,40 | - | - | 6.340,60 | - |
| Viario Juan Carlos I | 3.347,60 | - | - | 931,80 | 1.585,00 | - | - | 3.169,70 | - |
| Viario Príncipe de Asturias | 1.148,40 | - | - | 2.913,80 | 1.213,40 | 2.391,50 | 4.027,00 | 2.505,10 | - |
| **TOTAL** | **55.691,45** | **5.565,10** | **2.224,20** | **10.365,90** | **5.964,80** | **8.683,00** | **10.318,50** | **12.015,40** | **0,00** |
| | **110.828,35** | | | | | | | | |

En esta alternativa se reutilizarán 49.498,35 $m^3$ del total del material extraído. El resto, es decir, 625.563,85 $m^3$, serán trasladados a uno de los espacios definidos como vertedero en el correspondiente Apéndice "Estudio de préstamos y vertederos" del Estudio de Impacto Ambiental.. El volumen a trasladar, una vez aplicado el correspondiente factor de esponjamiento supone un total de **875.789,39 $m^3$**.

Por otro lado, el volumen de rellenos que es necesario traer de cantera es de **61.330,00 $m^3$**.

### 6.2.2. Balance de tierras de la Alternativa 2, solución museo

Se incluyen los cuadros resumen de las excavaciones y los rellenos, extraídos del anejo de movimiento de tierras:

| | Excavaciones ($m^3$) | | |
|---|---|---|---|
| | **Excavación en desmonte** | **Excavación entre pantallas** | **Excavación a cielo abierto** |
| Estructuras | - | 721.285,00 | 102.104,25 |
| Vías | 29.569,10 | - | - |
| Viario Sanz Crespo | 37.177,70 | - | - |
| Viario Carlos Marx | 9.988,90 | - | - |
| Viario Juan Carlos I | 4.468,20 | - | - |
| Viario Príncipe de Asturias | 12.074,00 | - | - |
| **TOTAL** | **93.277,90** | **721.285,00** | **102.104,25** |
| | **916.667,15** | | |

| | Rellenos ($m^3$) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Terraplén** | **Capa de forma** | **Subbalasto** | **Zahorra artificial** | **Suelo S-EST2** | **Suelo S-EST3** | **Suelo Seleccionado** | **Suelo Adecuado** | **Rellenos localizados** |
| Estructuras | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Vías | - | 5.563,00 | 2.223,40 | - | - | - | - | - | - |
| Ampliación Parque Moreda | 40.503,45 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Viario Sanz Crespo | 457,90 | - | - | 5.131,60 | - | 5.608,60 | 9.389,60 | - | - |
| Viario Carlos Marx | 9.988,90 | - | - | 1.726,80 | 2.647,10 | - | - | 5.296,60 | - |
| Viario Juan Carlos I | 3.347,60 | - | - | 931,80 | 1.585,00 | - | - | 3.169,70 | - |
| Viario Príncipe de Asturias | 1.148,40 | - | - | 2.913,80 | 1.229,90 | 2.391,50 | 4.027,00 | 2.505,10 | - |
| **TOTAL** | **55.446,25** | **5.563,00** | **2.223,40** | **10.704,00** | **5.462,00** | **8.000,10** | **13.416,60** | **10.971,40** | **0,00** |
| | **111.786,75** | | | | | | | | |

En esta alternativa se reutilizarán 40.503,45 $m^3$ del total del material extraído. El resto, es decir, 876.163,70 $m^3$, serán trasladados a uno de los espacios definidos como vertedero en el correspondiente Apéndice "Estudio de préstamos y vertederos" del Estudio de Impacto Ambiental.. El volumen a trasladar, una vez aplicado el correspondiente factor de esponjamiento supone un total de **1.226.629,18 $m^3$**.

Por otro lado, el volumen de rellenos que es necesario traer de cantera es de **71.283,30 $m^3$**.

## 6.3. PROCEDENCIA DE MATERIALES

### 6.3.1. Materiales procedentes del trazado

A continuación se realiza un análisis de los materiales afectados por las actuaciones y su posible reutilización como árido para hormigón.

**Rellenos Antrópicos (Qx)**. Son todos aquellos materiales vertidos a lo largo de los años con objetivos diversos que se sitúan en las inmediaciones de la Estación. Su composición es algo heterogénea, habiéndose conformado mayoritariamente con materiales del entorno, se presenta integrada por mezclas de arenas de variado tamaño de grano, limos y arcillas, además de restos de actividad antrópica. Esta unidad puede encontrarse contaminada debido al pasado industrial de la zona de proyecto. No se consideran Aptos para su reutilización y se destinarán a vertedero.

**Eluviales (Qel).** Son aquellos materiales procedentes de la alteración de las dolomías del sustrato rocoso. Su presencia en la zona de estudio es, tras los rellenos, la más generalizada. Debido a sus deficiencias geotécnicas no se contempla su reutilización y deberán ser llevados a vertedero.

**Aluviales. (Qal).** Se trata de depósitos integrados por materiales limosos y arcillosos en ocasiones arenosos, con presencia de horizontes ricos en materia orgánica, variando su naturaleza a lo largo del río.

Se localizan mayoritariamente asociados a los afluentes de la zona de estudio, como son el río Pilón, por lo que su presencia a lo largo de la traza es muy reducida. Debido a su escasa relevancia y sus deficientes características geotécnicas, tendrán que ser llevados a vertedero.

**Arenas litorales (Qli).** Se trata de arenas limpias en general, aunque en algunos puntos coexisten con arenas limosas o arcillosas. También aparecen indentados lentejones de gravas y, con cierta frecuencia, depósitos de fangos y turba. Debido a su escasa relevancia y sus deficientes características geotécnicas, tendrán que ser llevadas a vertedero.

**Lutitas limolitas margosas, brechoides y rojizas (Jlm, Jlb y Jlr)**. Están compuestas por lutitas y limolitas margosas con indicios de arena. Al igual que los materiales anteriormente descritos y fundamentalmente debido a que realmente se trata de una roca blanda o suelo duro, estos materiales deberán ser llevados a vertedero.

**Dolomías y Calizas (Jd y Jc)**. Estas unidades incluyen a parte de los materiales jurásicos rocosos. Aparecen estratificadas en bancos de espesor muy variable (desde unos centímetros hasta decenas de metros), mostrando en ocasiones laminaciones milimétricas más oscuras que se encuentran buzando entre 10 y 15º.

Esta unidad se verá afectada por las actuaciones contempladas en el proyecto, por lo que se han realizado ensayos con el fin de contemplar su reutilización como árido para hormigón y que se adjuntan a continuación:

| *Nº muestra* | *litología* | *Reactividad Alcali Carbonato* | *Absorción de agua (%)* | *Desgaste los Ángeles* | *Porosidad (%)* | *Contenido de agua (%)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ripio del SJ-10 | Dolomías | No reactivo | 0,8 | 20 | 2,21 | 0,4 |

Los ensayos efectuados validarían a priori su posible reutilización, si bien la recomendación de su utilización como material de árido para hormigón dependerá del método de excavación y de la capacidad de separación del material de los términos lutíticos entre los que se encuentran intercalados. Por otro lado, se ha observado durante las labores de testificación, sulfuros de tamaño milimétrico que invalidarían su recomendación como árido. Por tanto, estos condicionantes conducen a tomar con cautela su recomendación como árido para hormigón y se recomienda su retirada a vertedero.

Los materiales excavados se podrán reutilizar, por tanto, para cubrir la losa por encima de 1,5 m sobre esta, ya que este material no tiene que cumplir exigencias especiales.

### 6.3.2. Coeficiente de paso y factor de esponjamiento

#### 6.3.2.1. Coeficiente de paso

El coeficiente de paso o de variación volumétrica (Cp) hace referencia a la diferencia a la relación existente entre el volumen in situ del terreno que se debe excavar y el máximo volumen posible de relleno compactado que se debe ejecutar con dicho material.

En los materiales que se van a excavar y reutilizar en los rellenos tipo terraplén, los coeficientes de paso o variación volumétrica (Cp) se determinan mediante la expresión:

$$Cp = 100 \frac{\gamma_{dm} / \gamma_{\max}}{Gc}$$

Donde:

$\gamma dm$ valor medio de las densidades secas en el estado natural del material (t/m3), obtenido en los sondeos en desmonte si ha sido posible disponer de muestras inalteradas, y en función de la granulometría de los materiales donde no se dispone de ellas.

$\gamma dmax$ valor medio de las densidades máximas correspondientes al ensayo de compactación Proctor.

*Gc* es el grado de compactación conseguido en la puesta en obra del material, expresado en tanto por ciento respecto al máximo obtenido en el Proctor de referencia.

Se ha considerado que el grado de compactación conseguido en obra será del 95%.

6.3.2.2. Factor de esponjamiento

Se denomina factor de esponjamiento a la relación de volúmenes antes y después de la excavación y se define a partir de la siguiente relación:

Fw=Vb/Vs = ds/db

Dónde:

Fw es el factor de esponjamiento.
Vb es el volumen de material en banco.
Vs es el volumen de material suelto o excavado.
db es la densidad del material en banco.
ds es la densidad del material suelto o excavado

Este factor es importante en los materiales que no son aptos para su reutilización, ya que existe una clara diferencia entre el volumen que un material ocupa originalmente (Vb, en banco) y el volumen del mismo cuando éste ha sido excavado y transportado a su destino (Vs, material suelto).

Otro parámetro relacionado con el factor de esponjamiento es el porcentaje de esponjamiento (Sw), definido como el incremento de volumen que el material experimenta cuando es excavado, para posteriormente trasportarlo, respecto del que tenía en banco.

El porcentaje de esponjamiento se define como sigue:

$$S_W = \frac{V_S - V_B}{V_B} x100$$

O en función de las densidades:

$$S_W = \frac{d_B - d_S}{d_S} x100$$

El porcentaje de esponjamiento y el factor de esponjamiento están relacionados:

$$F_W = \frac{d_S}{d_B} = \frac{d_S}{\left(\frac{S_W}{100}+1\right)\times d_S} = \frac{1}{\frac{S_W}{100}+1}$$

Para el cálculo se emplean los datos de densidad aparente media y la densidad Próctor modificado media de cada una de las unidades, según los ensayos recopilados de estudios previos.

Además se tendrá en cuenta la PGP-2011 V2, en la que se indica que en caso de transporte a vertedero se supondrá una compactación del material del 70-80% de la especificada y del 95% de compactación para rellenos.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla resumen:

| *PARÁMETROS DE CÁLCULO* | | |
|---|---|---|
| ***UNIDAD*** | ***Coef. paso Vertedero*** | ***Coef. paso Terraplén*** |
| Roca | 1,65 (GC 60) | 1,35 (GC 75) |
| Suelo | 1,2 (GC 80) | 1 (GC 95) |

GC: grado de compactación

Para esta fase de proyecto, se ha decidido asignar un coeficiente único medio, de 1,4 para el cálculo de volumen a vertedero.

En el caso de que se vaya a emplear en la cubrición de la losa, suponiendo que se realizará compactación, el coeficiente recomendado será 1,1. No obstante, estos datos deberán ser revisados en fases posteriores de proyecto.

### 6.3.3. Materiales externos al trazado

En función de estos datos incluidos en el presente anejo, se deduce que es necesario emplear material procedente de canteras para cubrir las necesidades de la obra de árido para hormigón y cualquier otra necesidad que hubiese de ser cubierta.

Los materiales que proporcionan áridos, unas veces naturales, otras de trituración, son: cuarcitas, calizas, dolomías, arenas, areniscas y conglomerados.

En los alrededores del ámbito interesado, existen varias explotaciones a partir de las que podrá extraerse el volumen de material necesario para cubrir las necesidades estimadas.

Se incluye a continuación el inventario de Las canteras, graveras y plantas de hormigón inventariadas para el *Proyecto Constructivo de la Estación Intermodal de Gijón. (infraestructura y arquitectura).* Se ha contactado con las empresas para verificar y actualizar su estado.

### 6.3.3.1. Canteras y graveras

Las canteras y graveras inventariadas son capaces de suministrar los materiales necesarios para la suplir las necesidades descritas. Considerando el criterio de cercanía, se ha considerado la elección de varias canteras próximas con capacidad de suministro y que son las que se enumeran a continuación:

| *Nombre* | *Localización* | *Estado* | *Litología* | *Utilización posible* | *Distancia a traza** |
|---|---|---|---|---|---|
| YC-1 La Dóriga | Tóriga | Activa | Calizas grupo Rañeces | Árido para hormigón, Subbases granulares, núcleo, coronación, capa de forma | 49 km |
| YC-2 Grado | Ctra N-634 pk 436 | Activa | Cuarcita armoricana | Árido para hormigón, Subbases granulares, núcleo, coronación capa de forma y escollera | 53 km |
| YC-3 La Belonga | Cellagú | Activa | Caliza de montaña. Formación Barcaliente | Árido para hormigón, Subbases granulares, núcleo, coronación capa de forma y escollera | 32 km |
| YC-4 Latores | Cellagú | Cerrada | Caliza de montaña. Formación Barcaliente. | Árido para hormigón, Subbases granulares, núcleo, coronación capa de forma y escollera | 32 km |
| YC-5 Hnos. Coto | Anieves | Activa | Caliza de montaña. Formación Barcaliente. | Árido para hormigón, Subbases granulares, núcleo, coronación capa de forma y escollera | 46 km |
| YC-6 Bahoto | Entrepeñas | Cerrada | Caliza de montaña. Formación Barcaliente. | Árido para hormigón, Subbases granulares, núcleo, coronación capa de forma y escollera | 46 km |

Se ha contactado con las empresas con el fin de confirmar su estado. No ha sido posible contactar con las canteras YC-4 y YC-6, por lo que se considera como cerrada. No obstante, se podrá intentar contactar de nuevo en fase de obra en caso de que se considere necesario.

A continuación se describen los yacimientos granulares inventariados:

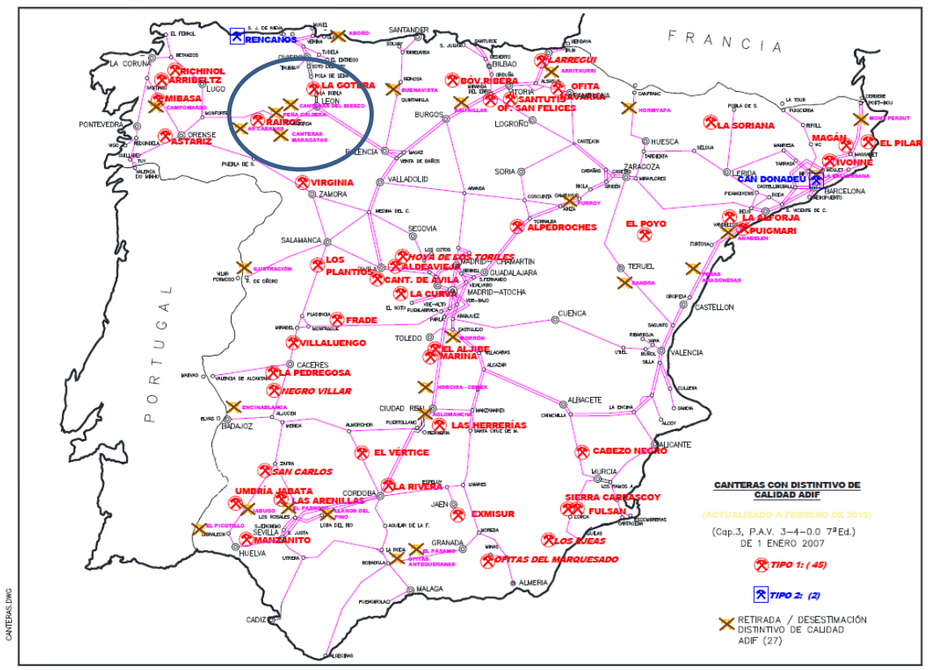
| *Nombre* | *Localización* | *Estado* | *Litología* | *Utilización posible* | *Distancia a traza** |
|---|---|---|---|---|---|
| YG-1 El Estrellín | Avilés | Activa | Conglomerado silíceo jurásico | Árido para hormigón, Subbases granulares, núcleo, coronación capa de forma y subbalasto | 28 km |
| YG-2 La Maruca | Avilés | Activa | Conglomerado silíceo jurásico | Árido para hormigón, Subbases granulares, núcleo, coronación capa de forma y subbalasto | 26,9 km |
| YG-3 Ariexca | Avilés | Activa | Conglomerado silíceo jurásico | Árido para hormigón, Subbases granulares, núcleo, coronación capa de forma y subbalasto | 28 km |

### 6.3.3.1. Suministro de Balasto

Con el objetivo de satisfacer las necesidades de balasto para el presente proyecto, el balasto a emplear deberá cumplir lo establecido en la ORDEN FOM/1269/2006 de 17 de abril y publicado en el Boletín Oficial del Estado número 103 de 1 de mayo de 2006, en la que se establece la aprobación del capítulo 6.- Balasto, del Pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios, que será de aplicación en el proyecto, construcción y mantenimiento de infraestructuras ferroviarias integradas en la Red Ferroviaria de Interés General.

Para obtener el balasto deberá acudirse a material procedente de canteras con distintivo de calidad de ADIF y que cumplan las especificaciones requeridas para este material según la vigente normativa anteriormente mencionada.

A continuación se expone la séptima edición del mapa de canteras de balasto en el territorio español con distintivo de calidad ADIF, actualizado en febrero de 2019.




*Mapa de canteras de balasto en el territorio español con distintivo de calidad ADIF*

A fecha de ejecución del presente Proyecto, según la edición del mapa de canteras de balasto en el territorio español con distintivo de calidad ADIF, las canteras de balasto más próximas a la obra y su estado a fecha de edición del mapa son:

| Cantera | Localización | Empresa | Coordenadas UTM | | Tipo de balasto | Distancia a zona de proyecto |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | Y | | |
| Rencaños | Navia, Asturias | Deymet | 689164 | 4820067 | 2 | 98 km |
| La Gotera | La Pola de Gordón, León | Cuarcitas de Ciñera, S.A | 287304 | 4749678 | 1 | 98 km |

#### 6.3.3.2. Plantas de hormigón

En el caso de que se decida recurrir a la utilización de plantas de hormigón para cubrir las necesidades de proyecto, se han inventariado en los alrededores del ámbito interesado, varias plantas activas a partir de las que podrá obtenerse el volumen necesario para cubrir las necesidades estimadas y que se describen a continuación:

| Nombre | Localización | Estado | Distancia a traza* |
|---|---|---|---|
| PH-1 FHISA | Avilés | Activa | 32 km |
| PH-2 FHISA | Avilés | Activa | 32 km |
| PH-3 HANSON | Tremañes | Activa | 1,5 km |
| PH-4 GENERAL DE HORMIGONES | Tremañes | Activa | 1,5 km |
| PH-5 HORAVISA | Tremañes | Activa | 1,5 km |

### 6.4. VERTEDEROS

Una vez analizadas todas las posibles zonas de vertido de excedentes, se considera que la opción óptima desde el punto de vista ambiental, es la utilización de las explotaciones mineras que admiten rellenos en sus planes de restauración**.**

En cualquier caso, el presente Estudio Informativo realiza una propuesta suficientemente amplia de superficies ambientalmente viables para su uso como vertederos, que incluye canteras activas y abandonadas y superficies sin valores ambientales destacables.

En la tabla siguiente se realiza una primera estimación de la capacidad de las zonas propuestas, considerando una altura genérica del vertido de 4 m, en ausencia de otros datos. Las zonas adicionales y seleccionadas como segunda opción tras las explotaciones mineras son las localizadas mediante fotointerpretación.

| DENOMINACIÓN EN EL ESTUDIO INFORMATIVO | DESCRIPCIÓN | MUNICIPIO | COORDENADAS (ETRS89) | | DISTANCIA MÍNIMA | CAPACIDAD ESTIMADA ($m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | Y | | |
| V1 | Extracción minera | Corvera de Asturias | 269222 | 4820720 | 13.091,11 | 745.912,97 |
| V3 | Extracción minera | Gijón | 273416 | 4818723 | 9.955,82 | 334.254,85 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V4 | Extracción minera | Gijón | 275414 | 4817763 | 8.922,26 | 248.555,36 |
| V5 | Extracción minera | Gijón | 275231 | 4818100 | 8.898,17 | 127.648,10 |
| V8 | Infraestructura de residuos | Gijón | 280599 | 4818598 | 5.309,47 | 328.336,47 |
| V9 | Infraestructura de residuos | Gijón | 290521 | 4820444 | 7.237,09 | 146.692,49 |
| V10 | Extracción minera | Gijón | 284371 | 4818467 | 4.876,35 | 670.872,11 |
| V12 | Extracción minera | Gijón | 281617 | 4817156 | 6.388,08 | 160.941,27 |
| V17 | Extracción minera | Gijón y Carreño | 278655 | 4824655 | 3.460,99 | 267.505,89 |
| V19 | Extracción minera | Carreño | 276503 | 4827881 | 6.578,21 | 3.769.841,82 |
| **TOTAL** | | | | | | **6.800.561,33** |

Su ubicación se puede consultar en el Estudio de Impacto Ambiental del presente estudio informativo.

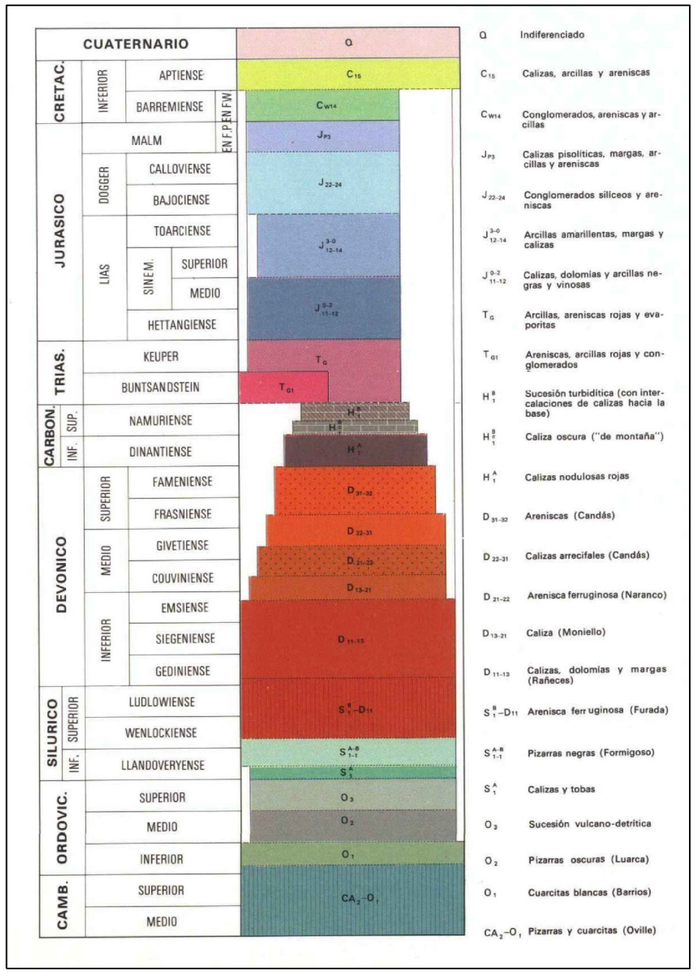
En caso de que algunos excedentes se considerasen como “suelos contaminados”, conforme a la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y suelos contaminados* y el *Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados*; y conforme a lo especificado en el Estudio de Impacto Ambiental y su Apéndice 4; se sustraerá del cálculo expuesto en este Apéndice en relación a los excedentes, y gestionarán dichas tierras conforme a la legislación de aplicación.

En el caso de que sea preciso establecer zonas de vertedero distintas de las propuestas en este documento, se ajustará su superficie a las necesidades reales del proyecto, evitando en todo momento la afección a los elementos ambientales con gran valor de conservación, y respetando los criterios de capacidad de acogida establecidos en el apartado 3 del apéndice 6 del Estudio de Impacto Ambiental.

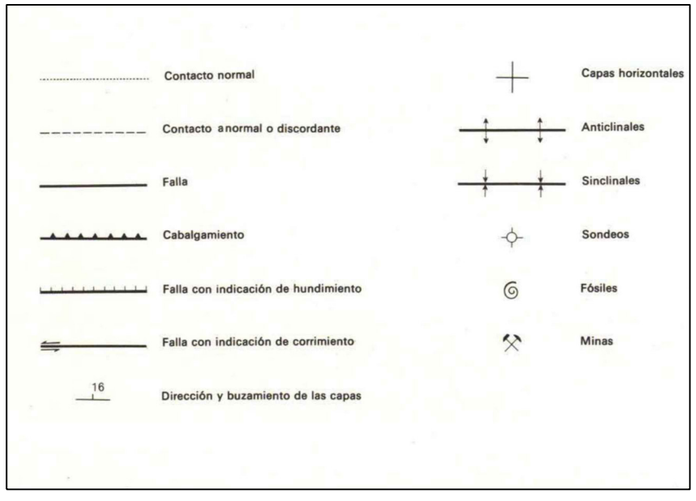
# PLANOS

# PLANO 1. MAPA GEOLÓGICO GENERAL

# LEYENDA HOJA 14




# SÍMBOLOS CONVENCIONALES




Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 1_MAPA GEOLOGICO.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

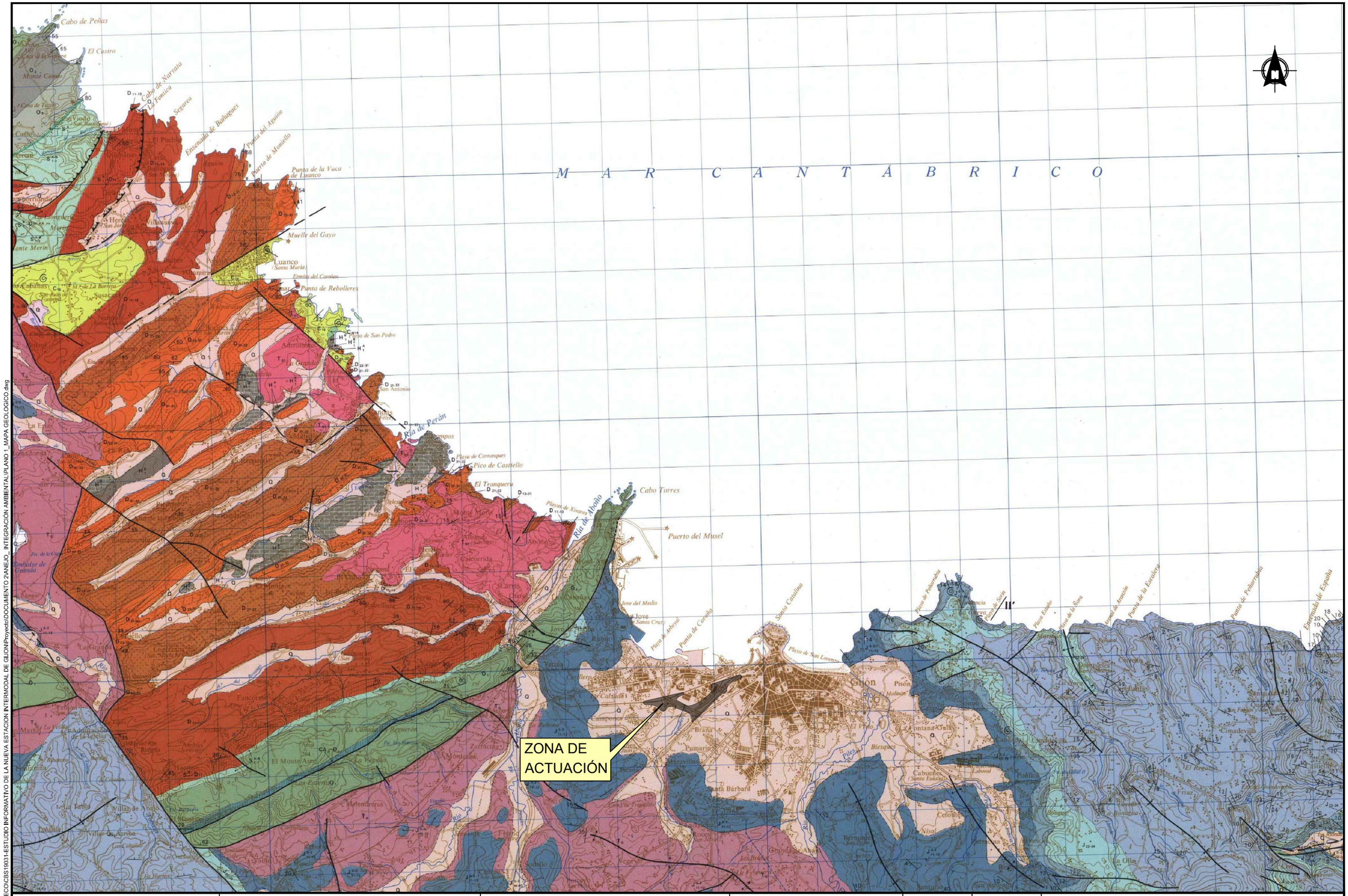
AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1
S/E
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO: 1
Nº DE HOJA: HOJA 1 DE 2

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
MAPA GEOLOGICO GENERAL




Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 1_MAPA GEOLOGICO.dwg

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA | TÍTULO PROYECTO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN | AUTOR DEL PROYECTO: ineco | ESCALA ORIGINAL A1 — NUMÉRICA 1:50.000 — GRÁFICA 0 1 Km 2Km | FECHA: Marzo 2020 | Nº DE PLANO: 1 — Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 2 | TÍTULO DE PLANO: GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES MAPA GEOLOGICO GENERAL |

# PLANO 2. MAPA GEOTÉCNICO GENERAL

4-1 (3)

| REGION | AREA | CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES |
|---|---|---|
| I DOMINIO PALEOZOICO HERCINICO | I FORMAS DE RELIEVE ACUSADO. CALCÁREO–CARSTICAS. | Comprende terrenos antiguos, con neto predominio de las calizas, si bien existen cuarcitas y pizarras–areniscas.<br>Constituye una zona de relieve acusado, caracterizada por el gran desarrollo que toma la morfología y depósitos cársticos.<br>La hidrología superficial esta bien desarrollada y la subterránea es fundamentalmente cárstica, existiendo surgencias y fuentes de fisura.<br>Las condiciones constructivas son favorables y estan condicionadas por topografía y morfología. |
| | I FORMAS DE RELIEVE ACUSADO. CALCÁREO–CUARCITICAS. | Formada por terrenos antiguos calcáreos, cuarcíticos y pizarroareniscosos muy tectonizados (fallas, cabalgamientos, diaclasa). Los relieves suelen ser fuertes y las laderas suelen tener una morfología compleja con frecuentes deslizamientos y cobertura vegetal. Existe también una carstificación bastante desarrollada.<br>El drenaje superficial esta bien desarrollado. El subterráneo esta condicionado preferentemente por la carstificación y fisuración tectónica. Son abundantes las surgencias y fuentes. Las condiciones constructivas son aceptables y estan condicionadas por topografía y desarrollo de fenómenos morfológicos en las pendientes. |
| | I FORMAS DE RELIEVE MEDIO. CUARCITICAS Y CALCAREAS HETEROGENEAS. | Constituída por terrenos antiguos. Existen masas de rocas carbonatadas, cuarcitas y rocas detrítico pizarrosas; Relieves medios con presencia de fenómenos cársticos y laderas con algunos deslizamientos.<br>El drenaje superficial esta bien desarrollado. El subterráneo es fundamentalmente fisural condicionado por la carstificación y la tectónica. Las fuentes y surgencias son abundantes.<br>Condiciones constructivas faverables modificadas por topografía y factores geomorfológicos. |
| | I FORMAS DE RELIEVE MEDIO SOBRE ROCAS PIZARROSAS. | Constituída por terrenos antiguos detrítico–pizarrosos y esporádicamente calcáreos y carbonosos. Con zona meteorizada de cierto desarrollo y suelo vegetal muy destacable. Zona de relieves medios con laderas localmente inestables debido a la presencia de deslizamientos y solifluxiones. Región muy estructurada y tectonizada.<br>El drenaje superficial es variable (de favorable a desfavorable) y el subterráneo es preferentemente de fisura. Existen abundantes fuentes. |
| | I FORMAS DE RELIEVE LLANO SOBRE ROCAS RECIENTES. | Comprende terrenos recientes con repartición muy esporádica y litología detrítica diversa. Normalmente coincide con zonas de relieves poco acusados.<br>La permeabilidad suele ser grande y en un gran número de casos constituye zonas de aguas subálveas.<br>Las condiciones constructivas son aceptables con oscilaciones a favorables en buen número de casos. Pasan a muy desfavorables en los casos de depósitos de rías. |
| II CUENCA MESOTERCIARIA ASTURIANA | II FORMAS DE RELIEVE POCO ACUSADO EN ROCAS CALCAREAS | Constituída por terrenos modernos con predominio de la caliza, aunque también hay niveles margo–arcillosos y de conglomerados.<br>Zona de poco relieve con algunos deslizamientos locales. Fenómenos cársticos y sectores muy tectonizados.<br>El drenaje superficial es discreto. El subterráneo esta condicionado frecuentemente por la carstificación y fisuración tectónica. Son abundantes las fuentes. Condiciones constructivas favorables, modificadas por problemas geomorfológicos (carstificación, algún escarpe, etc.). |
| | II FORMAS DE RELIEVE ONDULADO EN ROCAS DETRÍTICAS | Formada por terrenos modernos con predominio de las rocas detríticas, aunque existen niveles y lentejones arcillosos.<br>Relieve ondulado con algunos sectores muy tectonizados.<br>Drenaje superficial bueno y existencia de circulación subterránea por porosidad.<br>Condiciones constructivas favorables, pudiendo pasar localmente a desfavorables (arenas arcillosas). |
| | II FORMAS DE RELIEVE PLANO EN ROCAS ARCILLOSAS. | Comprende terrenos modernos con predominio margo–arcilloso, aunque existen niveles calizos, conglomerados y yesos.<br>Relieve plano con fenómenos cársticos muy localizados.<br>Drenaje superficial deficiente y circulación subterránea muy reducida.<br>Condiciones constructivas aceptables, con problemas hidrológicos y geotécnicos. |
| | II FORMAS DE RELIEVE MEDIO EN ROCAS ARCILLO-DETRÍTICAS. | Comprende terrenos modernos margo–arcillosos con niveles de yeso y en los tramos inferiores areniscas, conglomerados y argilitas.<br>Relieve medio y presencia de deslizamientos de ladera.<br>Drenaje superficial variable (entre aceptable y desfavorable) y circulación subterránea, prácticamente nula. Condiciones constructivas desfavorables con problemas hidrológicos y geotécnicos localizados. |
| | II FORMAS DE RELIEVE PLANO EN ROCAS RECIENTES. | Constituída por terrenos recientes de litología detrítica y arcillosa.<br>Relives generalmente planos.<br>Drenaje superficial osciliante entre nulo y deficiente. La hidrología subterránea esta ampliamente desarrollada, creando áreas de aguas subálveas.<br>Condiciones constructivas variables, entre aceptables y muy desfavorables (rías), con problemas hidrológicos y geotécnicos. |

4-1 (3)

## CRITERIOS DE CLASIFICACION

| CONDICIONES CONSTRUCTIVAS | PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES | CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO" | CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO" | CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO" | PROBLEMAS GEOTECNICOS | NOTACION |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muy favorables | Litológicos | Litológicos y Geomorfológicos | Litológicos, Geomorfológicos e Hidrológicos | Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) | De Capacidad de carga | Yesos Y |
| Favorables | Geomorfológicos | Litológicos e Hidrológicos | Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.) | | De Asientos | |
| Aceptables | Hidrológicos | Litológicos y Geotécnicos (p.d.) | Litológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) | | Geotécnicos Varios | |
| Desfavorables | | Geomorfológicos e Hidrológicos | Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) | | | |
| Muy Desfavorables | Geotécnicos (p.d.) | Geomorfológicos y Geotécnicos | Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) | | | |

4-1 (3)

## LEYENDA

| CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES |
|---|---|---|---|
| Problema de tipo Geomorfológico. | Problema de tipo Geomorfológico. | Problema de tipo Hidrológico + Geotécnico (p.d.). | Problema de tipo Litológico + Hidrológico + Geotécnico (p.d.). |
| Problema de tipo Hidrológico. | Problema de tipo Geomorfológico + Geotécnico (p.d.). | | |
| | Problema de tipo Hidrológico + Geotécnico (p.d.). | | |

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO: *ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO: ineco

ESCALA ORIGINAL A1 — S/E — NUMÉRICA — GRÁFICA

FECHA: Marzo 2020

Nº DE PLANO: 2

Nº DE HOJA: HOJA 1 DE 2

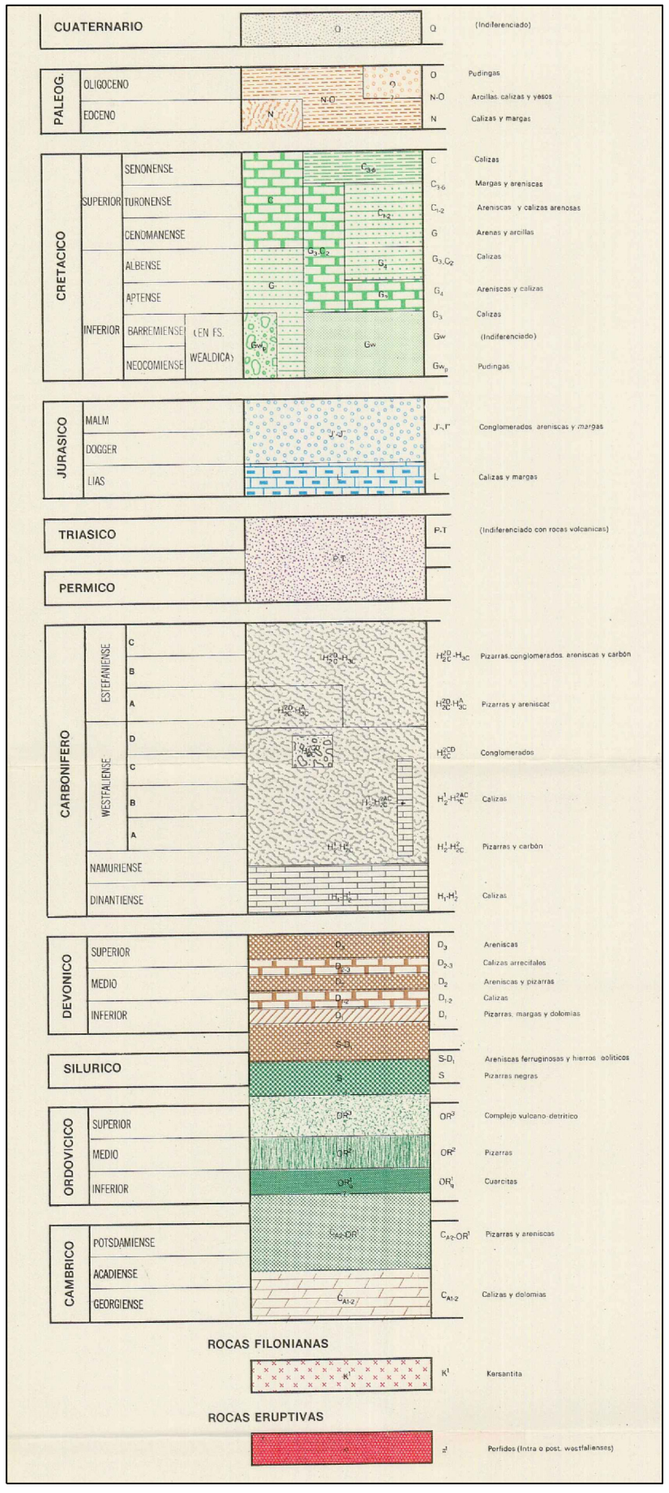
TÍTULO DE PLANO: GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES MAPA GEOTECNICO GENERAL

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 2_ MAPA GEOTECNICO.dwg

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 2_ MAPA GEOTECNICO.dwg

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA | TÍTULO PROYECTO: *ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN* | AUTOR DEL PROYECTO: ineco | ESCALA ORIGINAL A1 1:200.000 NUMÉRICA / GRÁFICA | FECHA: Marzo 2020 | Nº DE PLANO: 2 / Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 2 | TÍTULO DE PLANO: GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES MAPA GEOTECNICO GENERAL |

# PLANO 3. MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES




Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 3_ MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

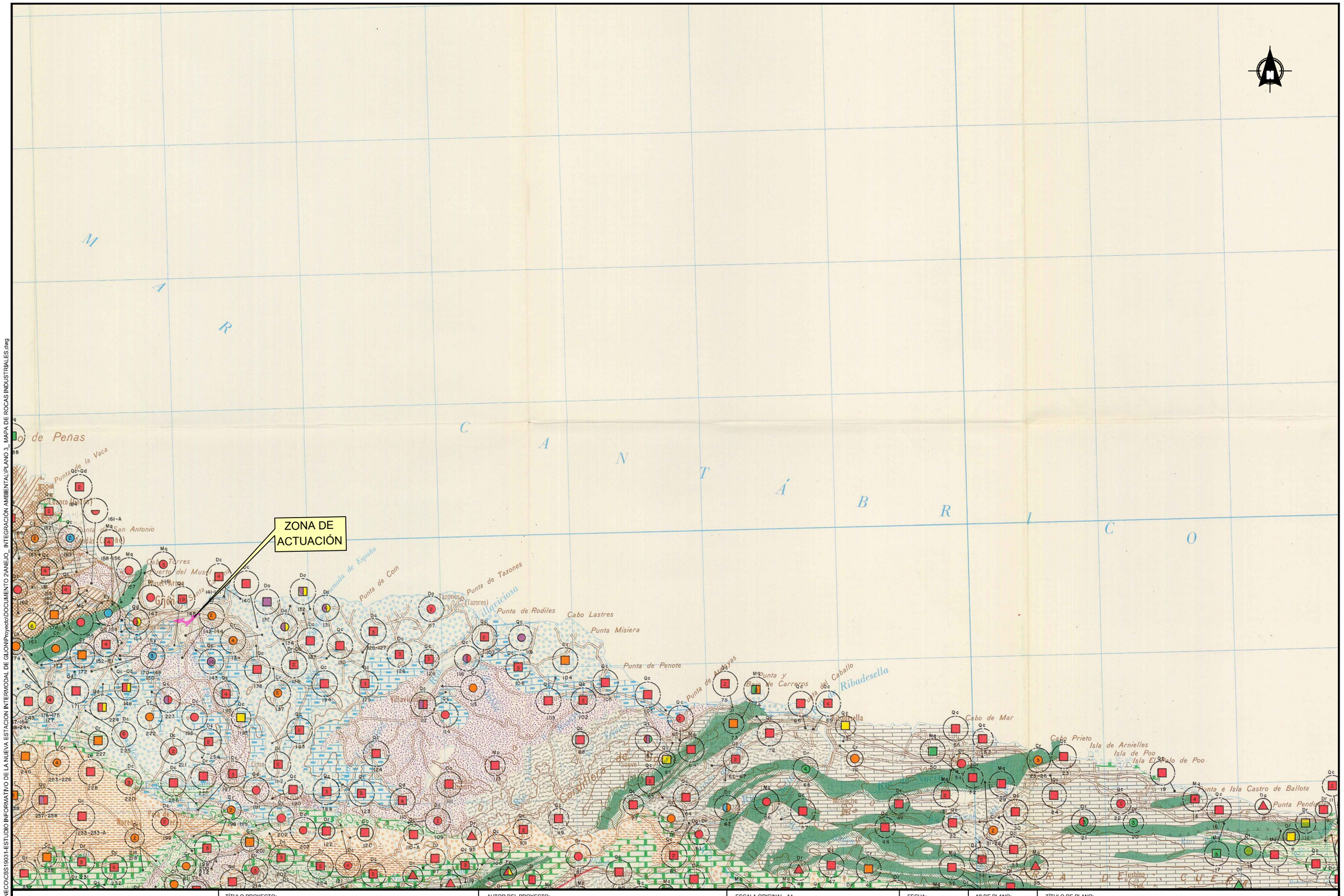
ESCALA ORIGINAL A1
S/E
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO: 3

Nº DE HOJA: HOJA 1 DE 2

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES




Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 3_ MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES.dwg

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA | TÍTULO PROYECTO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN | AUTOR DEL PROYECTO: ineco | ESCALA ORIGINAL A1 1:200.000 NUMÉRICA / GRÁFICA | FECHA: Marzo 2020 | Nº DE PLANO: 3 / Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 2 | TÍTULO DE PLANO: GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES |

# PLANO 4. PLANTA DE UBICACIÓN DE PROSPECCIONES

# 4.1. ALTERNATIVA 1

CAMPAÑA EDIFICIO DE COMISARÍA DE POLICIA LOCAL, 2018

SONDEO MECÁNICO

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

PIEZOMETROS

CAMPAÑA PC DE LA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN (INFRAESTRUCTURA Y VÍA) INECO 2010

SONDEO MECÁNICO

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

CAMPAÑA EG DEL NUEVO TRAZADO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN. GEOCONTROL 2001

SONDEO MECÁNICO

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

CAMPAÑA PC DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN (INFRAESTRUCTURA Y VÍA) INECO 2002

SONDEO MECÁNICO

CAMPAÑA EG DEL DEPOSITO DE TORMENTAS. TECNICA 2005

SONDEO MECÁNICO

CAMPAÑA EG DEL NUEVO PALACIO DE JUSTICIA DE GIJÓN. SEINCO 2007

SONDEO MECÁNICO

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

CAMPAÑA ESTUDIO DE PROSPECCIONES UTE INEGEO 2004 Y 2005

SONDEO MECÁNICO

CAMPAÑA PC SANZ CRESPO (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA) INECO 2009

SONDEO MECÁNICO

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 4.1_UBICACIÓN PROSECCIONES.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

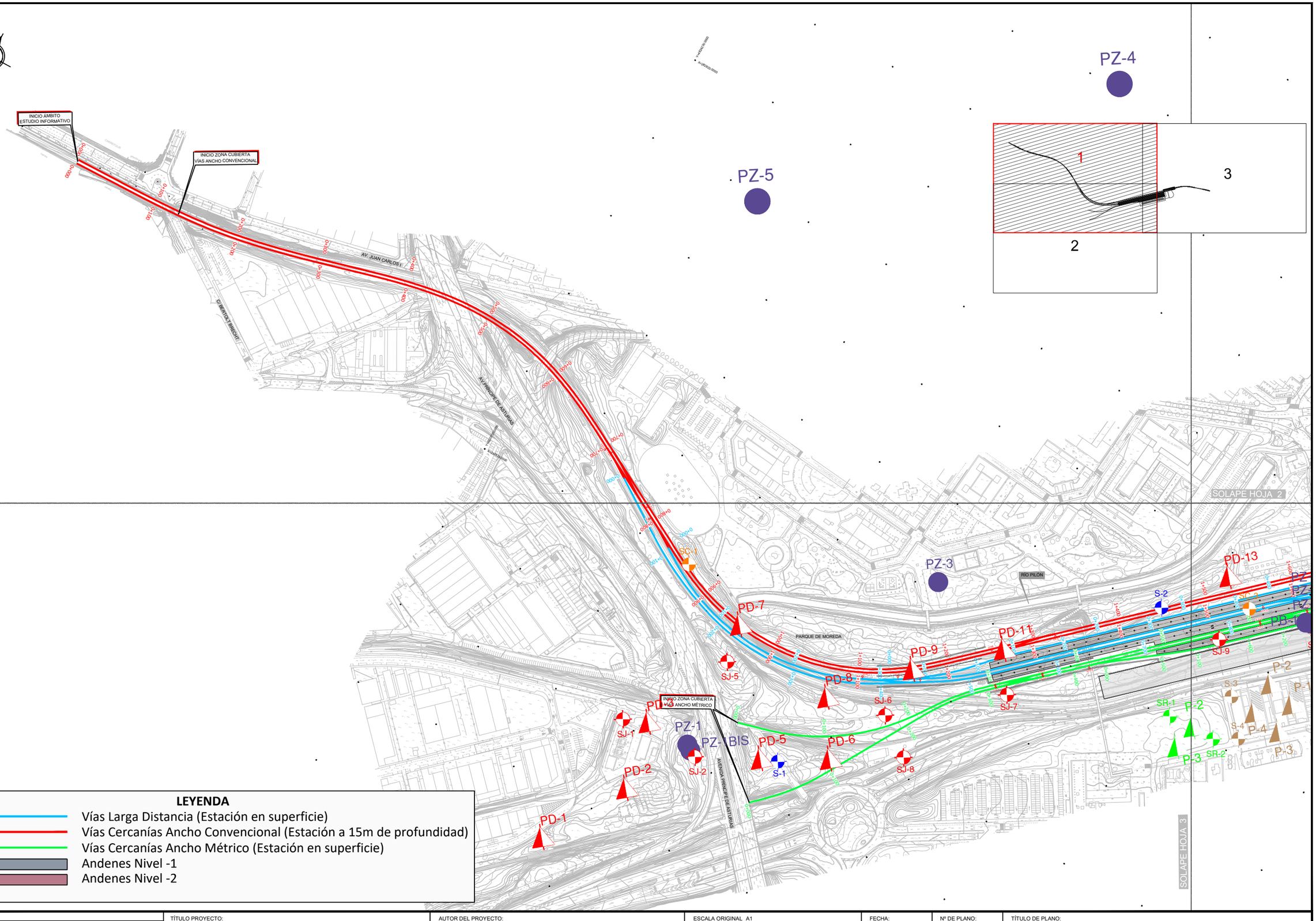
ESCALA ORIGINAL A1
S / E
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO:
4.1

Nº DE HOJA:
HOJA 0 DE 4

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 1. SOLUCIÓN MOREDA
LEYENDA DE PROSPECCIONES




**LEYENDA**

- Vías Larga Distancia (Estación en superficie)
- Vías Cercanías Ancho Convencional (Estación a 15m de profundidad)
- Vías Cercanías Ancho Métrico (Estación en superficie)
- Andenes Nivel -1
- Andenes Nivel -2

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1: 1:2000 — 0 20 40 60 80m — NUMÉRICA / GRÁFICA

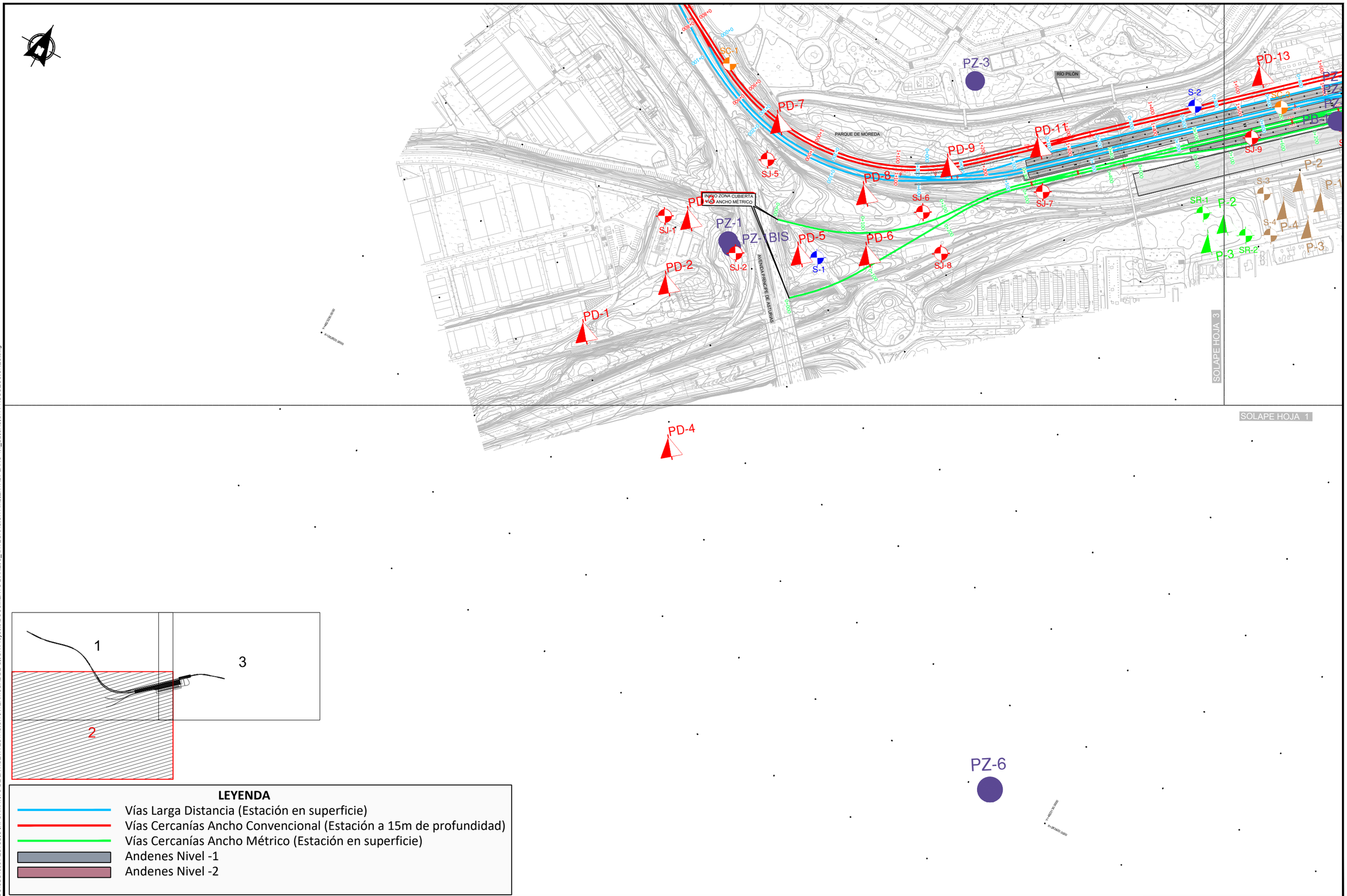
FECHA: Marzo 2020

Nº DE PLANO: 4.1

Nº DE HOJA: HOJA 1 DE 4

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 1. SOLUCIÓN MOREDA
PLANTA UBICACIÓN DE PROSPECCIONES

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 4.1_UBICACIÓN PROSOECCIONES.dwg







**LEYENDA**

- Vías Larga Distancia (Estación en superficie)
- Vías Cercanías Ancho Convencional (Estación a 15m de profundidad)
- Vías Cercanías Ancho Métrico (Estación en superficie)
- Andenes Nivel -1
- Andenes Nivel -2

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

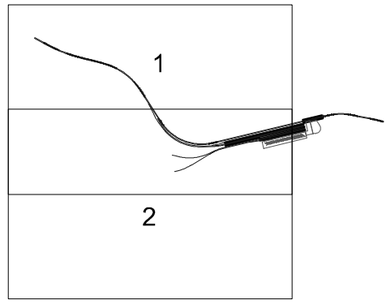
ESCALA ORIGINAL A1
1:2000
0 20 40 60 80m
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO: 4.1
Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 4

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 1. SOLUCIÓN MOREDA
PLANTA UBICACIÓN DE PROSPECCIONES

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 4.1_UBICACIÓN PROSOECCIONES.dwg




**LEYENDA**

- Vías Larga Distancia (Estación en superficie)
- Vías Cercanías Ancho Convencional (Estación a 15m de profundidad)
- Vías Cercanías Ancho Métrico (Estación en superficie)
- Andenes Nivel -1
- Andenes Nivel -2

AVENIDA JUAN CARLOS

SOLAPE HOJA 2

SOLAPE HOJA 1

PB-2 PZ-21 PZ-22 PZ-23 PZ-24

PD-13 PZ-13 PZ-12 PZ-11 PB-1

SJ-11 SJ-10 SJ-9

SC-4 SC-5

S-1 S-2 S-3 S-4 S-5 S-6

P-1 P-2 P-3 P-4

SR-2

SE-1 SE-2

SIG-25 SIG-20 SIG-7 SIG-8 SIG-26

SC-6 SC-7 SC-8 SC-9

MUSEO DEL FERROCARRIL

CALLE SANZ CRESPO

CALLE CARLOS MARX

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO PREVISTO

EDIFICIO DE VIAJEROS FUTURA ESTACIÓN INTERMODAL

ESTACIÓN DE AUTOBUSES PREVISTA (NO ES OBJETO DE ESTE ESTUDIO INFORMATIVO)

ESTACIÓN PROVISIONAL DE SANZ CRESPO

FINAL ÁMBITO ESTUDIO INFORMATIVO VÍA IZQ- P.K.2+078.108 VÍA DECH-P.K.2+079.277

POZO DE EXTRACCIÓN DE LA TUNELADORA (EXISTENTE)

TÚNEL EXISTENTE

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS\19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 4.1_UBICACIÓN PROSOECCIONES.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:

*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A1

1:2000

0 20 40 60 80m

NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA: Marzo 2020

Nº DE PLANO: 4.1

Nº DE HOJA: HOJA 3 DE 4

TÍTULO DE PLANO:

GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 1. SOLUCIÓN MOREDA
PLANTA UBICACIÓN DE PROSPECCIONES

# 4.2. ALTERNATIVA 2

CAMPAÑA EDIFICIO DE COMISARÍA DE POLICIA LOCAL, 2018

SONDEO MECÁNICO

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

PIEZOMETROS

CAMPAÑA PC DE LA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN (INFRAESTRUCTURA Y VÍA) INECO 2010

SONDEO MECÁNICO

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

CAMPAÑA EG DEL NUEVO TRAZADO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN. GEOCONTROL 2001

SONDEO MECÁNICO

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

CAMPAÑA PC DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN (INFRAESTRUCTURA Y VÍA) INECO 2002

SONDEO MECÁNICO

CAMPAÑA EG DEL DEPOSITO DE TORMENTAS. TECNICA 2005

SONDEO MECÁNICO

CAMPAÑA EG DEL NUEVO PALACIO DE JUSTICIA DE GIJÓN. SEINCO 2007

SONDEO MECÁNICO

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

CAMPAÑA ESTUDIO DE PROSPECCIONES UTE INEGEO 2004 Y 2005

SONDEO MECÁNICO

CAMPAÑA PC SANZ CRESPO (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA) INECO 2009

SONDEO MECÁNICO

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 4.2_UBICACIÓN PROSECCIONES.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

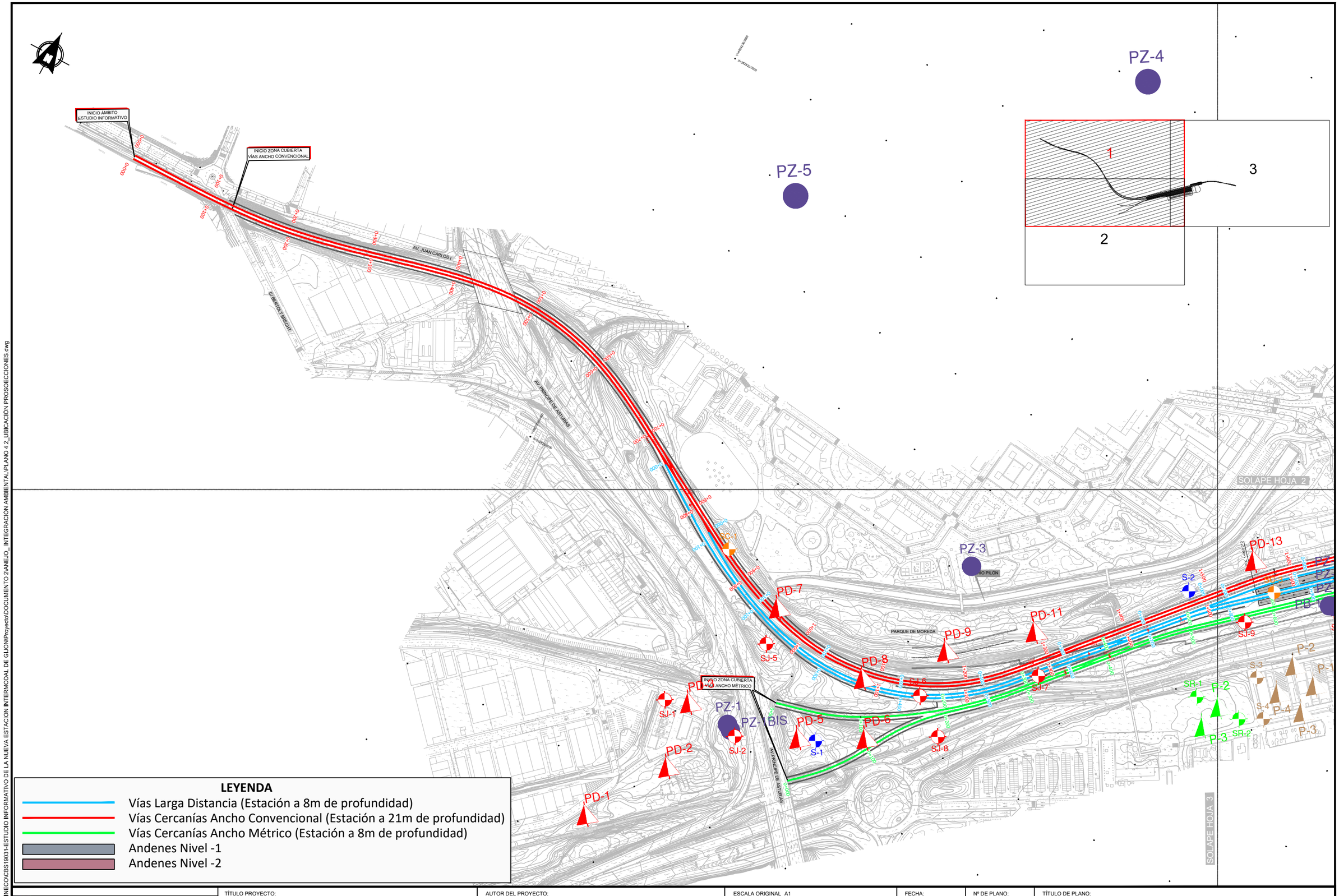
ESCALA ORIGINAL A1
S / E
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO:
4.2

Nº DE HOJA:
HOJA 0 DE 4

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 2. SOLUCIÓN MUSEO
LEYENDA DE PROSPECCIONES




**LEYENDA**

- Vías Larga Distancia (Estación a 8m de profundidad)
- Vías Cercanías Ancho Convencional (Estación a 21m de profundidad)
- Vías Cercanías Ancho Métrico (Estación a 8m de profundidad)
- Andenes Nivel -1
- Andenes Nivel -2

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1: 1:2000 (NUMÉRICA) — 0 20 40 60 80m (GRÁFICA)

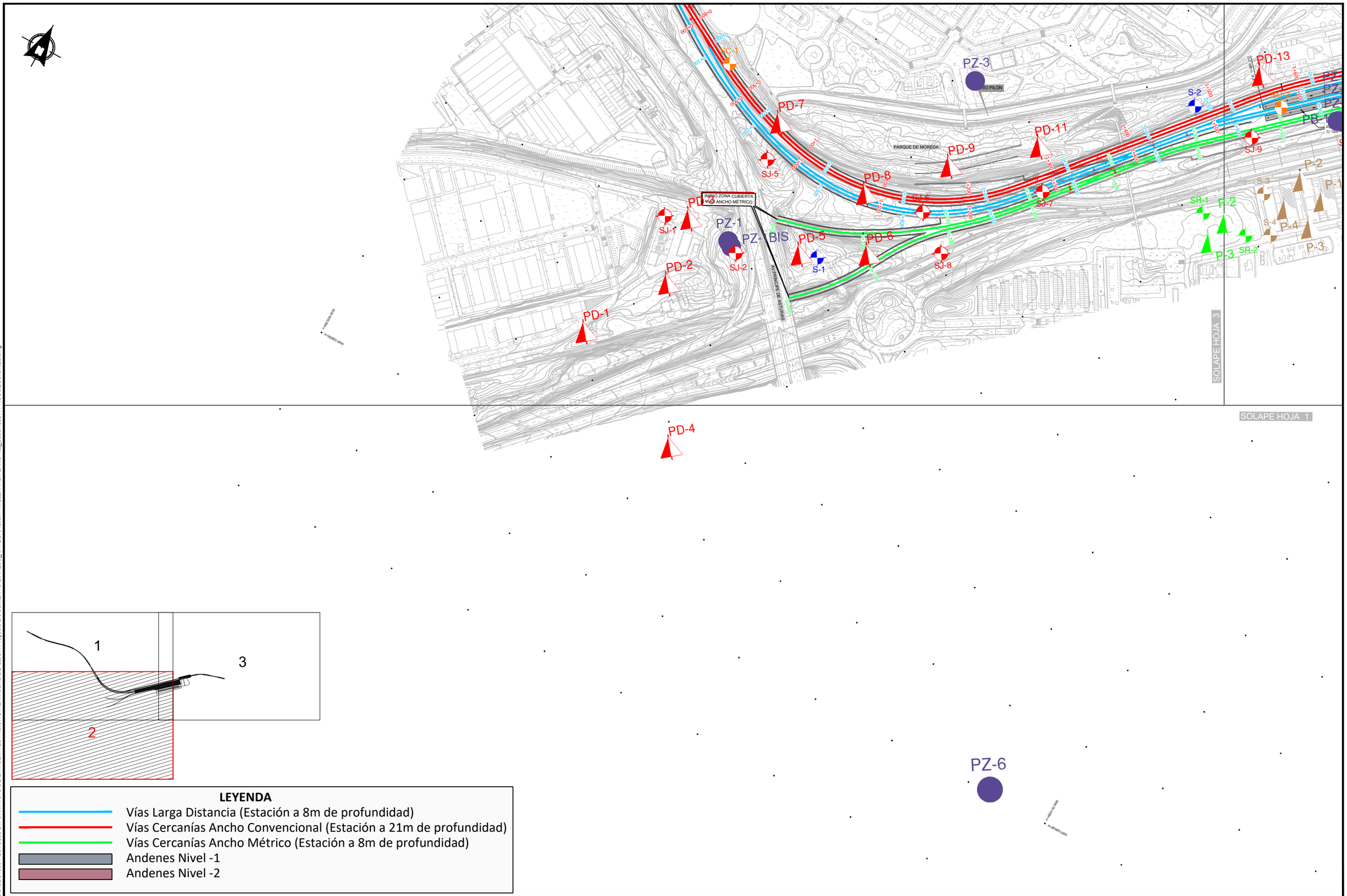
FECHA: Marzo 2020

Nº DE PLANO: 4.2

Nº DE HOJA: HOJA 1 DE 4

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 2. SOLUCIÓN MUSEO
PLANTA UBICACIÓN DE PROSPECCIONES

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 4.2_UBICACIÓN PROSECCIONES.dwg







**LEYENDA**

- Vías Larga Distancia (Estación a 8m de profundidad)
- Vías Cercanías Ancho Convencional (Estación a 21m de profundidad)
- Vías Cercanías Ancho Métrico (Estación a 8m de profundidad)
- Andenes Nivel -1
- Andenes Nivel -2

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 4.2_UBICACIÓN PROSECCIONES.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

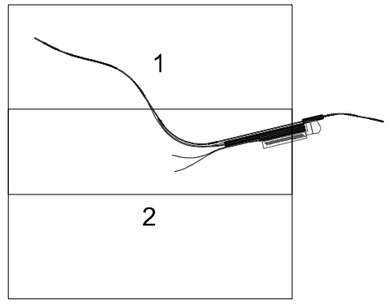
ESCALA ORIGINAL A1
1:2000
0 20 40 60 80m
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO: 4.2

Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 4

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 2. SOLUCIÓN MUSEO
PLANTA UBICACIÓN DE PROSPECCIONES




**LEYENDA**

- Vías Larga Distancia (Estación a 8m de profundidad)
- Vías Cercanías Ancho Convencional (Estación a 21m de profundidad)
- Vías Cercanías Ancho Métrico (Estación a 8m de profundidad)
- Andenes Nivel -1
- Andenes Nivel -2

SOLAPE HOJA 2

SOLAPE HOJA 1

AV.JUAN CARLOS I

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO PREVISTO

MUSEO DEL FERROCARRIL

TUNEL EXISTENTE

EDIFICIO DE VIAJEROS FUTURA ESTACIÓN INTERMODAL

POZO DE EXTRACCIÓN DE LA TUNELADORA (EXISTENTE)

FINAL ÁMBITO ESTUDIO INFORMATIVO VÍA IZQ- P.K.2+106.116 VÍA DECH-P.K.2+107.332

ESTACIÓN DE AUTOBUSES PREVISTA (NO ES OBJETO DE ESTE ESTUDIO INFORMATIVO)

ESTACIÓN PROVISIONAL DE SANZ CRESPO

CALLE CARLOS MARX

CALLE SANZ CRESPO

PB-2 PZ-21 PZ-22 PZ-23 PZ-24

PD-13 PZ-13 PZ-12 PZ-11 PB-1

SJ-11 SJ-12 SJ-10 SJ-9

SE-1 SE-2

S-1 S-2 S-3 S-4 S-5 S-6

P-1 P-2 P-3 P-4

SR-2

SIG-25 SIG-20 SIG-7 SIG-26 SIG-8

SC-4 SC-6 SC-7 SC-8 SC-9

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 4.2_UBICACIÓN PROSOECCIONES.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1
1:2000
0 20 40 60 80m
NUMÉRICA GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO:
4.2

Nº DE HOJA:
HOJA 3 DE 4

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 2. SOLUCIÓN MUSEO
PLANTA UBICACIÓN DE PROSPECCIONES

# PLANO 5. PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

# 5.1. ALTERNATIVA 1

# LEYENDA GEOLÓGICA

LITOLOGÍA

**CUATERNARIO**

| | |
|---|---|
| Qr | RELLENOS ANTRÓPICOS |
| Qel | ARCILLAS CON FRAGMENTOS DE DOLOMÍA. FLUVIALES |
| Qli | ARENAS FINAS LITORALES |
| Qa | DEPÓSITOS ALUVIALES Y DE RÍA. |

**JURÁSICO**

| | |
|---|---|
| Jd | DOLOMÍAS GRISES Y OCRES |
| Jr | CALIZAS OCRES |
| Jlm | LUTITAS Y LIMOLITAS MARGOSAS GRISES |
| Jlr | LUTITAS Y LIMOLITAS MARGOSAS OCRES-ROJISAS |
| Jlb | LUTITAS Y LIMOLITAS MARGOSAS BRECHOIDES |

## SIMBOLOGIA

NIVEL PIEZOMÉTRICO

## PROSPECCIONES

PC SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA). INECO 2010

SONDEOS

PENETRACIÓN DINÁMICA

CAMPAÑA HIDROGEOLOGICA

POZO DE BOMBEO

PIEZOMETRO

ESTUDIOS PREVIOS

SONDEOS

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.1_PERFIL GEOLOGICO_ALT 1.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1
S/E
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO:
5.1

Nº DE HOJA:
HOJA 1 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 1. SOLUCIÓN MOREDA
PERFILES GEOLOGICOS

*Vía derecha cercanías ancho convencional*

VÍA DERECHA CERCANÍAS
ANCHO CONVENCIONAL
(EJE 13)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| COTA DEL TERRENO | 11.425 | 11.335 | 11.179 | 10.877 | 10.177 | 10.000 | 9.500 | 9.671 | 9.549 | 10.013 | 10.478 | 10.658 | 11.820 | 12.416 | 13.194 | 13.602 | 14.069 | 14.500 | 14.500 | 14.500 | 14.500 | 14.500 | 14.131 | 12.577 | 11.843 | 12.154 | 12.085 | 11.515 | 10.438 | 10.252 | 10.014 | 9.752 | 9.032 | 13.182 | 8.880 | 9.000 |
| COTA DE RASANTE | 10.992 | 10.892 | 10.792 | 10.692 | 10.592 | 10.492 | 10.392 | 10.292 | 10.192 | 10.068 | 9.822 | 9.443 | 8.954 | 8.454 | 7.954 | 7.454 | 6.954 | 6.454 | 5.954 | 5.454 | 4.954 | 4.454 | 3.954 | 3.454 | 2.954 | 2.454 | 1.954 | 1.454 | 0.954 | 0.454 | -0.046 | -0.546 | -1.046 | -1.546 | -2.046 | -2.546 |

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.1_PERFIL GEOLOGICO_ALT 1.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO: ineco

ESCALA ORIGINAL A1
EH-1:1000
EV-1:200
NUMÉRICA
0 10 20 30 40m
0 4 8 12 16m
GRÁFICA

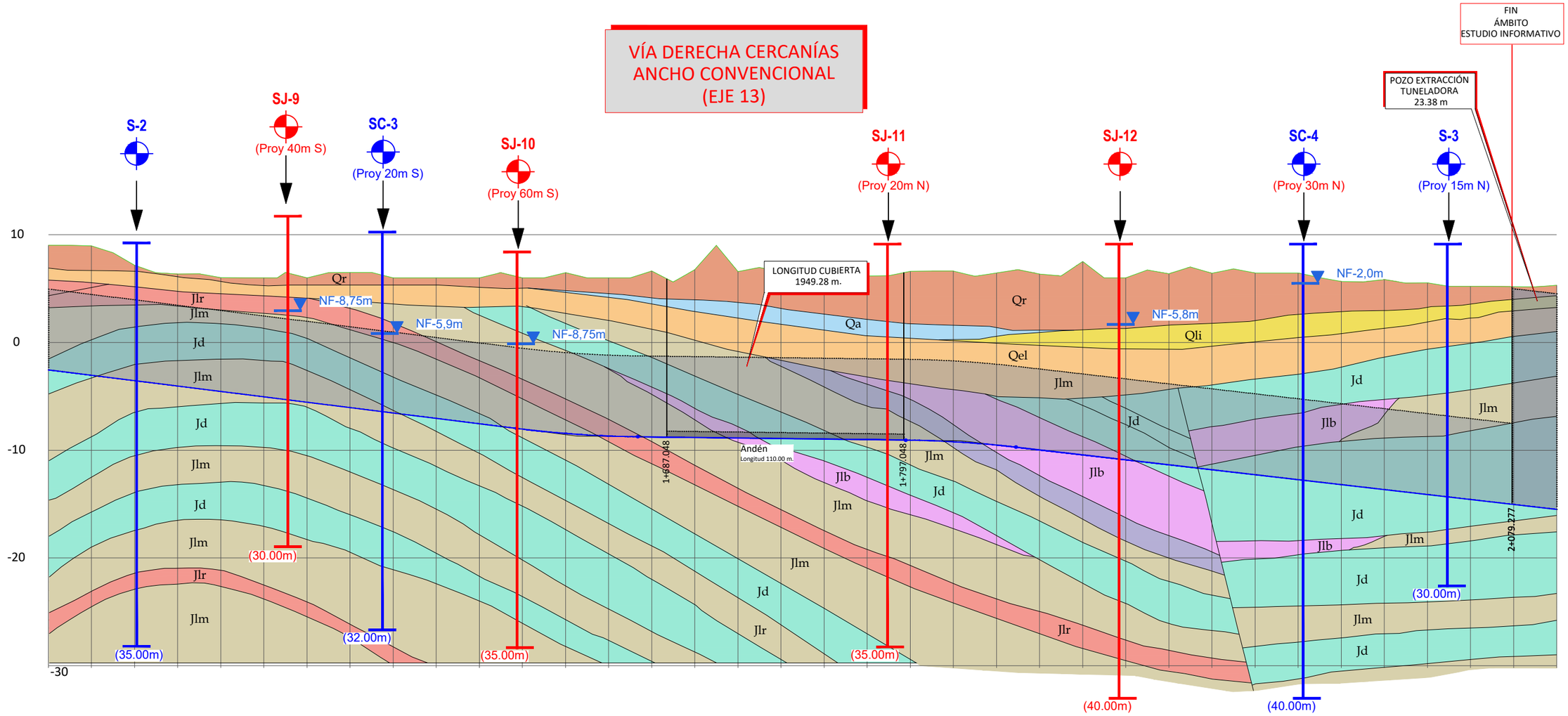
FECHA: Marzo 2020

Nº DE PLANO: 5.1

Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 1. SOLUCIÓN MOREDA
PERFILES GEOLOGICOS

# VÍA DERECHA CERCANÍAS
# ANCHO CONVENCIONAL
# (EJE 13)




Z:\PROYECTOS_OBS\INECO\OCBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.1_PERFIL GEOLOGICO_ALT 1.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1
EH-1:1000
EV-1:200
NUMÉRICA
0 10 20 30 40m
0 4 8 12 16m
GRÁFICA

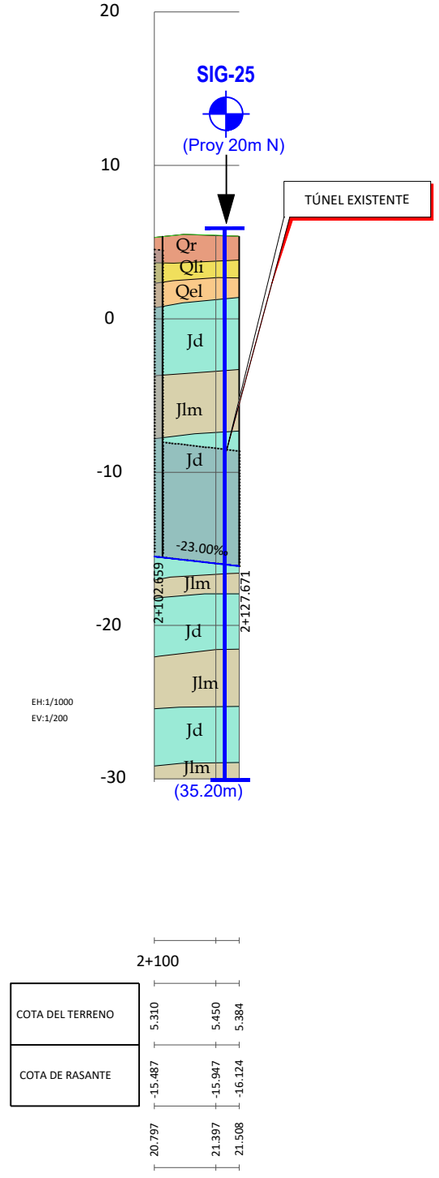
FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO: 5.1

Nº DE HOJA: HOJA 3 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 1. SOLUCIÓN MOREDA
PERFILES GEOLOGICOS

# VÍA DERECHA CERCANÍAS ANCHO CONVENCIONAL (EJE 13)




Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.1_PERFIL GEOLOGICO_ALT 1.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1
EH-1:1000
EV-1:200
0 10 20 30 40m
0 4 8 12 16m
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO: 5.1

Nº DE HOJA: HOJA 4 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 1. SOLUCIÓN MOREDA
PERFILES GEOLOGICOS

*Vía derecha cercanías ancho métrico*

VÍA 4 (LÍNEA F4)
CERCANÍAS ANCHO MÉTRICO
(EJE 25)

| COTA DEL TERRENO | COTA DE RASANTE | |
|---|---|---|
| 16.611 | 10.001 | 6.610 |
| 10.020 | 9.995 | 0.025 |
| 10.070 | 9.988 | 0.082 |
| 9.950 | 9.982 | |
| 10.045 | 9.975 | 0.070 |
| 11.195 | 9.875 | 1.320 |
| 10.851 | 9.552 | 1.299 |
| 11.335 | 9.172 | 2.163 |
| 11.505 | 8.792 | 2.713 |
| 11.000 | 8.412 | 2.588 |
| 10.531 | 8.032 | 2.499 |
| 9.975 | 7.652 | 2.323 |
| 9.455 | 7.272 | 2.182 |
| 8.206 | 6.892 | 1.314 |
| 7.970 | 6.512 | 1.458 |
| 7.811 | 6.132 | 1.678 |
| 7.500 | 5.752 | 1.748 |
| 7.500 | 5.372 | 2.128 |
| 7.000 | 4.992 | 2.008 |
| 7.000 | 4.742 | 2.258 |
| 7.000 | 4.710 | 2.290 |
| 6.597 | 4.710 | 1.887 |
| 6.730 | 4.710 | 2.020 |
| 6.500 | 4.710 | 1.790 |
| 6.500 | 4.710 | 1.790 |
| 6.454 | 4.710 | 1.744 |
| 6.434 | 4.710 | 1.724 |
| 6.262 | 4.710 | 1.552 |
| 6.000 | 4.710 | 1.290 |
| 6.000 | 4.710 | 1.290 |
| 6.000 | 4.710 | 1.290 |
| 6.000 | 4.710 | 1.290 |
| 6.000 | 4.710 | 1.290 |
| 6.117 | 4.710 | 1.407 |
| 6.000 | 4.710 | 1.290 |
| 6.057 | 4.710 | 1.347 |

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.1_PERFIL GEOLOGICO_ALT 1.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO: ineco

ESCALA ORIGINAL A1
EH-1:1000
EV-1:200
NUMÉRICA
0 10 20 30 40m
0 4 8 12 16m
GRÁFICA

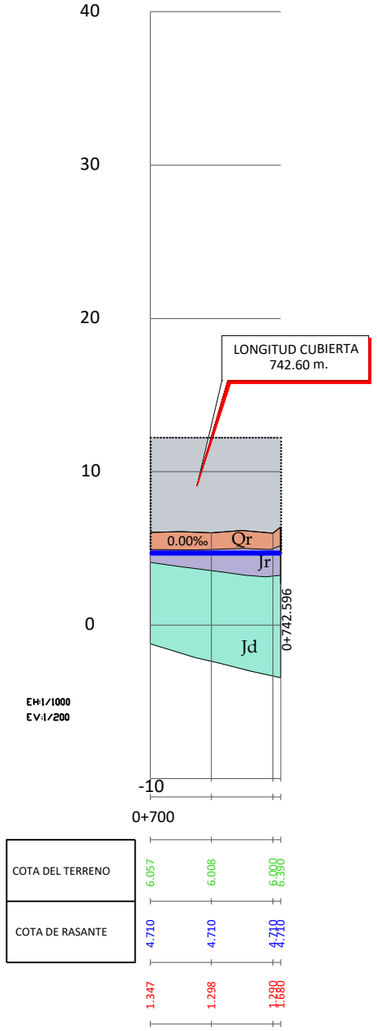
FECHA: Marzo 2020

Nº DE PLANO: 5.1

Nº DE HOJA: HOJA 5 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 1. SOLUCIÓN MOREDA
PERFILES GEOLOGICOS

# VÍA 4 (LÍNEA F4)
# CERCANÍAS ANCHO MÉTRICO
# (EJE 25)




Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.1_PERFIL GEOLOGICO_ALT 1.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1
EH-1:1000
EV-1:200
NUMÉRICA
0 10 20 30 40m
0 4 8 12 16m
GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO: 5.1

Nº DE HOJA: HOJA 6 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 1. SOLUCIÓN MOREDA
PERFILES GEOLOGICOS

# 5.2. ALTERNATIVA 2

# LEYENDA GEOLÓGICA

LITOLOGÍA

CUATERNARIO

- Qr — RELLENOS ANTRÓPICOS
- Qel — ARCILLAS CON FRAGMENTOS DE DOLOMÍA. FLUVIALES
- Qli — ARENAS FINAS LITORALES
- Qa — DEPÓSITOS ALUVIALES Y DE RÍA.

JURÁSICO

- Jd — DOLOMÍAS GRISES Y OCRES
- Jr — CALIZAS OCRES
- Jlm — LUTITAS Y LIMOLITAS MARGOSAS GRISES
- Jlr — LUTITAS Y LIMOLITAS MARGOSAS OCRES-ROJISAS
- Jlb — LUTITAS Y LIMOLITAS MARGOSAS BRECHOIDES

SIMBOLOGIA

NIVEL PIEZOMÉTRICO

ZONA DE FALLA

PROSPECCIONES

PC SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA). INECO 2010

SONDEOS

PENETRACIÓN DINÁMICA

CAMPAÑA HIDROGEOLOGICA

POZO DE BOMBEO

PIEZOMETRO

ESTUDIOS PREVIOS

SONDEOS

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.2_PERFIL GEOLOGICO_ALT 2.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO: ineco

ESCALA ORIGINAL A1: S/E (NUMÉRICA / GRÁFICA)

FECHA: Marzo 2020

Nº DE PLANO: 5.2

Nº DE HOJA: HOJA 1 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 2. SOLUCIÓN MUSEO
PERFIL GEOLÓGICO

*Vía derecha cercanías ancho convencional*

## VÍA DERECHA CERCANÍAS ANCHO CONVENCIONAL (EJE 13)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| COTA DEL TERRENO | 11.425 | 11.335 | 11.179 | 10.877 | 10.177 | 10.000 | 9.500 | 9.669 | 9.500 | 9.966 | 10.000 | 10.000 | 9.911 | 10.502 | 10.461 | 10.462 | 10.368 | 9.721 |
| COTA DE RASANTE | 10.992 | 10.892 | 10.792 | 10.692 | 10.592 | 10.492 | 10.392 | 10.292 | 10.192 | 10.082 | 9.865 | 9.514 | 9.052 | 8.578 | 8.104 | 7.630 | 7.156 | 6.682 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| COTA DEL TERRENO | 9.435 | 9.936 | 10.527 | 10.596 | 10.653 | 11.035 | 10.084 | 8.724 | 9.519 | 8.690 | 7.707 | 7.795 | 7.500 | 7.192 | 7.000 | 7.000 | 7.000 | 6.500 |
| COTA DE RASANTE | 6.208 | 5.734 | 5.260 | 4.786 | 4.312 | 3.838 | 3.364 | 2.890 | 2.416 | 1.942 | 1.468 | 0.994 | 0.520 | 0.046 | -0.428 | -0.902 | -1.376 | -1.850 |

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO _ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.2_PERFIL GEOLOGICO_ALT 2.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO: ineco

ESCALA ORIGINAL A1
EH-1:1000
EV-1:200
NUMÉRICA
0 10 20 30 40m
0 4 8 12 16m
GRÁFICA

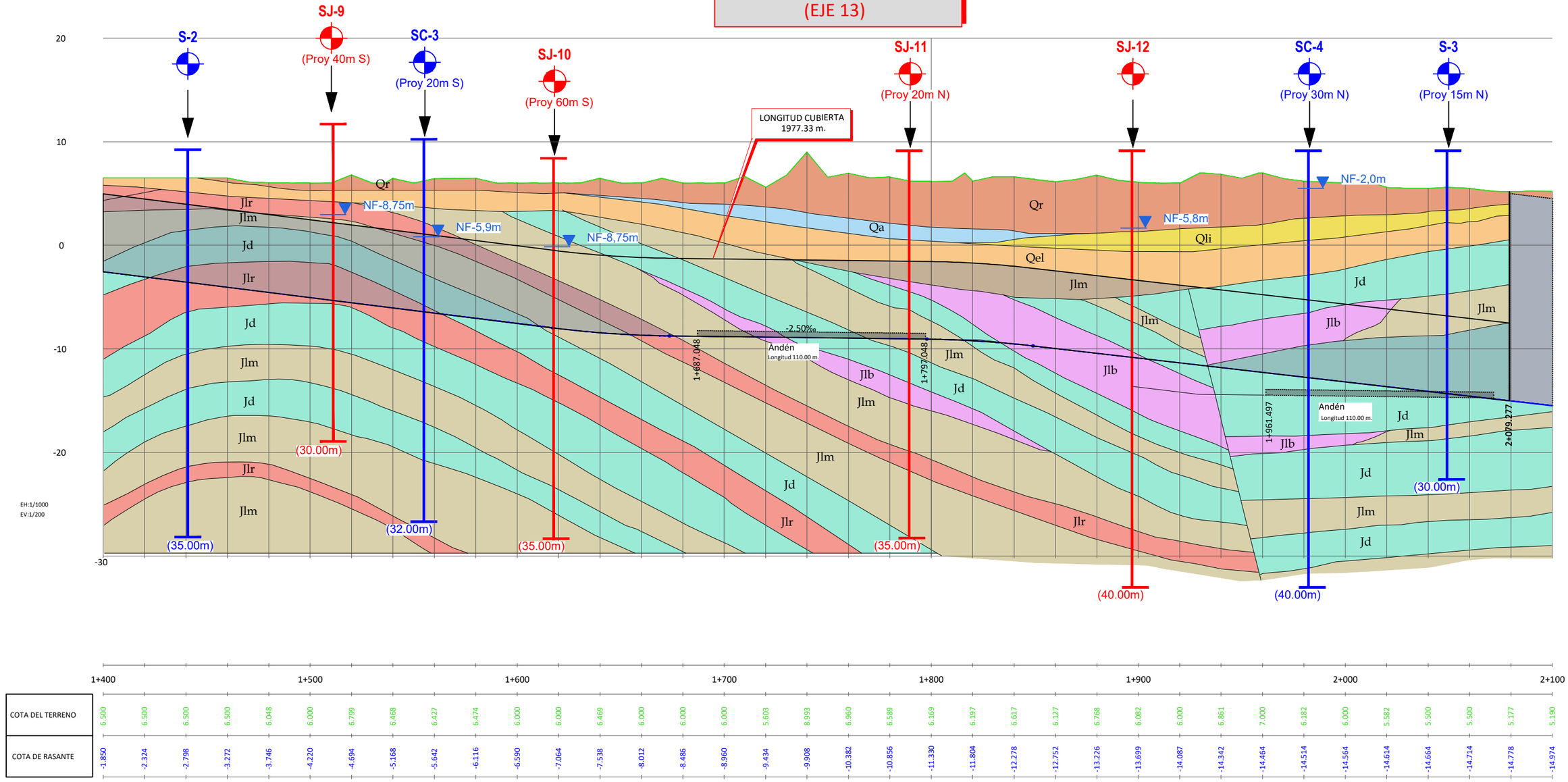
FECHA: Marzo 2020

Nº DE PLANO: 5.2

Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 2. SOLUCIÓN MUSEO
PERFIL GEOLÓGICO

# VÍA DERECHA CERCANÍAS ANCHO CONVENCIONAL (EJE 13)




GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

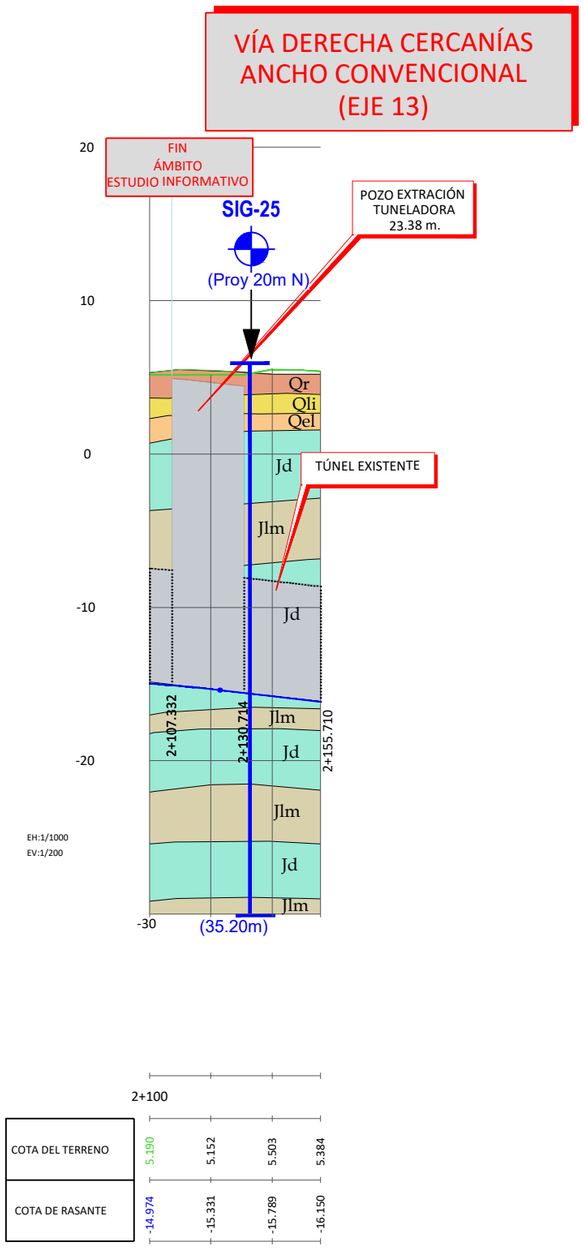
ESCALA ORIGINAL A1
EH-1:1000
EV-1:200
NUMÉRICA
0 10 20 30 40m
0 4 8 12 16m
GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO: 5.2
Nº DE HOJA: HOJA 3 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 2. SOLUCIÓN MUSEO
PERFIL GEOLÓGICO

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS\19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 6.2_PERFIL GEOLOGICO_ALT 2.dwg




Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.2_PERFIL GEOLOGICO_ALT 2.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1
EH-1:1000
EV-1:200
NUMÉRICA
0 10 20 30 40m
0 4 8 12 16m
GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO:
5.2

Nº DE HOJA:
HOJA 4 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 2. SOLUCIÓN MUSEO
PERFIL GEOLÓGICO

*Vía derecha cercanías ancho métrico*

VÍA 4 (LÍNEA F4)
CERCANÍAS ANCHO MÉTRICO
(EJE 25)

| COTA DEL TERRENO | COTA DE RASANTE |
|---|---|
| 16.611 | 10.001 |
| 10.020 | 9.995 |
| 10.070 | 9.988 |
| 9.998 | 9.982 |
| 9.993 | 9.889 |
| 11.030 | 9.563 |
| 10.489 | 9.070 |
| 10.479 | 8.570 |
| 10.000 | 8.070 |
| 9.986 | 7.570 |
| 10.441 | 7.070 |
| 9.996 | 6.570 |
| 10.500 | 6.070 |
| 9.982 | 5.570 |
| 9.231 | 5.070 |
| 9.242 | 4.570 |
| 8.277 | 4.070 |
| 9.500 | 3.570 |
| 9.500 | 3.070 |
| 9.500 | 2.570 |
| 9.169 | 2.070 |
| 7.684 | 1.570 |
| 7.500 | 1.070 |
| 6.500 | 0.570 |
| 6.500 | 0.070 |
| 6.456 | -0.430 |
| 6.436 | -0.930 |
| 6.268 | -1.430 |
| 6.000 | -1.920 |
| 6.000 | -2.225 |
| 6.000 | -2.290 |
| 6.000 | -2.290 |
| 6.000 | -2.290 |
| 6.114 | -2.290 |
| 6.000 | -2.290 |
| 6.037 | -2.290 |

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO: ineco

ESCALA ORIGINAL A1
NUMÉRICA: EH-1:1000 EV-1:200
GRÁFICA: 0 10 20 30 40m / 0 4 8 12 16m

FECHA: Marzo 2020

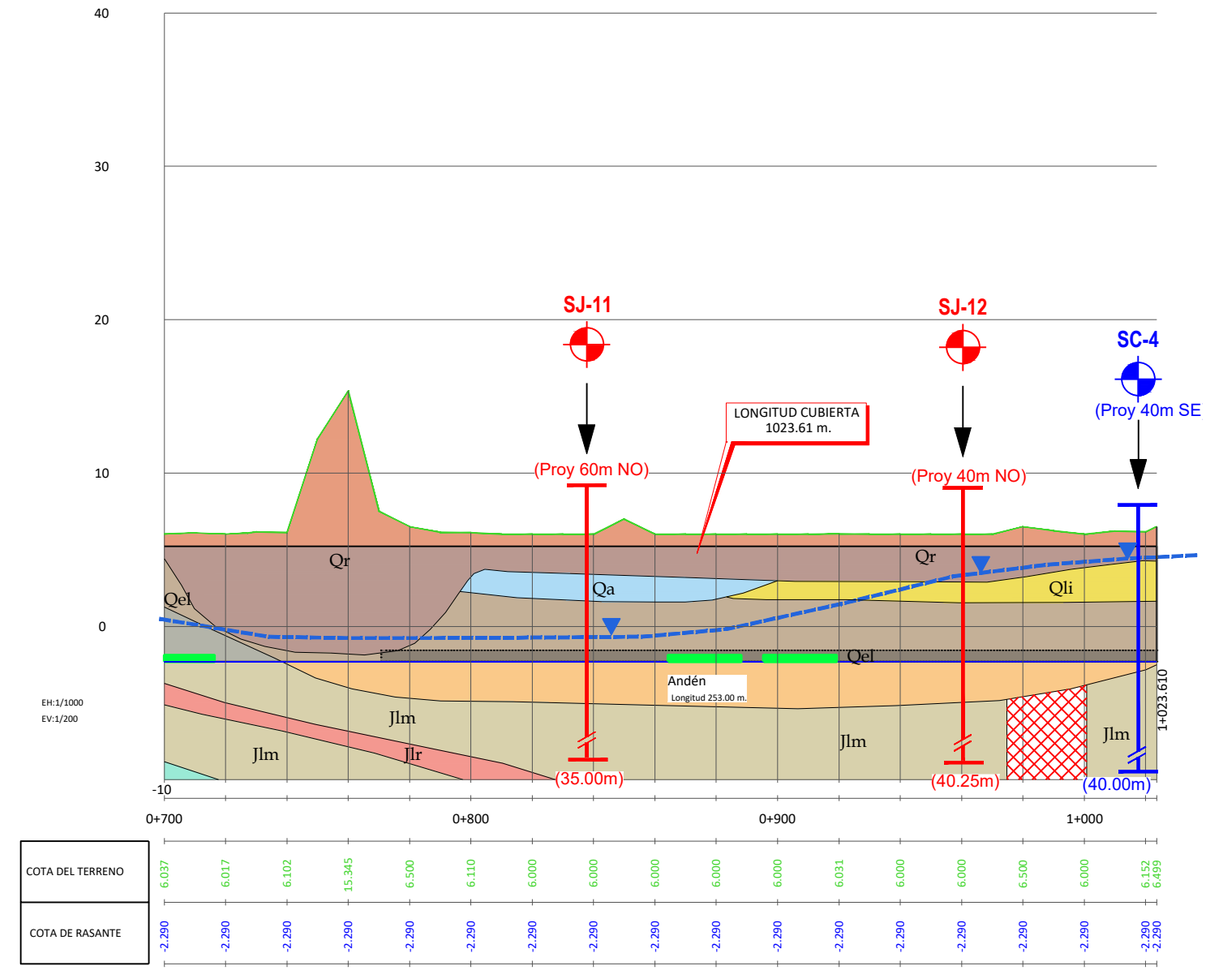
Nº DE PLANO: 5.2

Nº DE HOJA: HOJA 5 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 2. SOLUCIÓN MUSEO
PERFIL GEOLÓGICO

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.2_PERFIL GEOLOGICO_ALT 2.dwg

VÍA 4 (LÍNEA F4)
CERCANÍAS ANCHO MÉTRICO
(EJE 25)




| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| COTA DEL TERRENO | 6.037 | 6.017 | 6.102 | 15.345 | 6.500 | 6.110 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.031 | 6.000 | 6.000 | 6.500 | 6.000 | 6.152 | 6.499 |
| COTA DE RASANTE | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 | -2.290 |

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 5.2_PERFIL GEOLOGICO_ALT 2.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

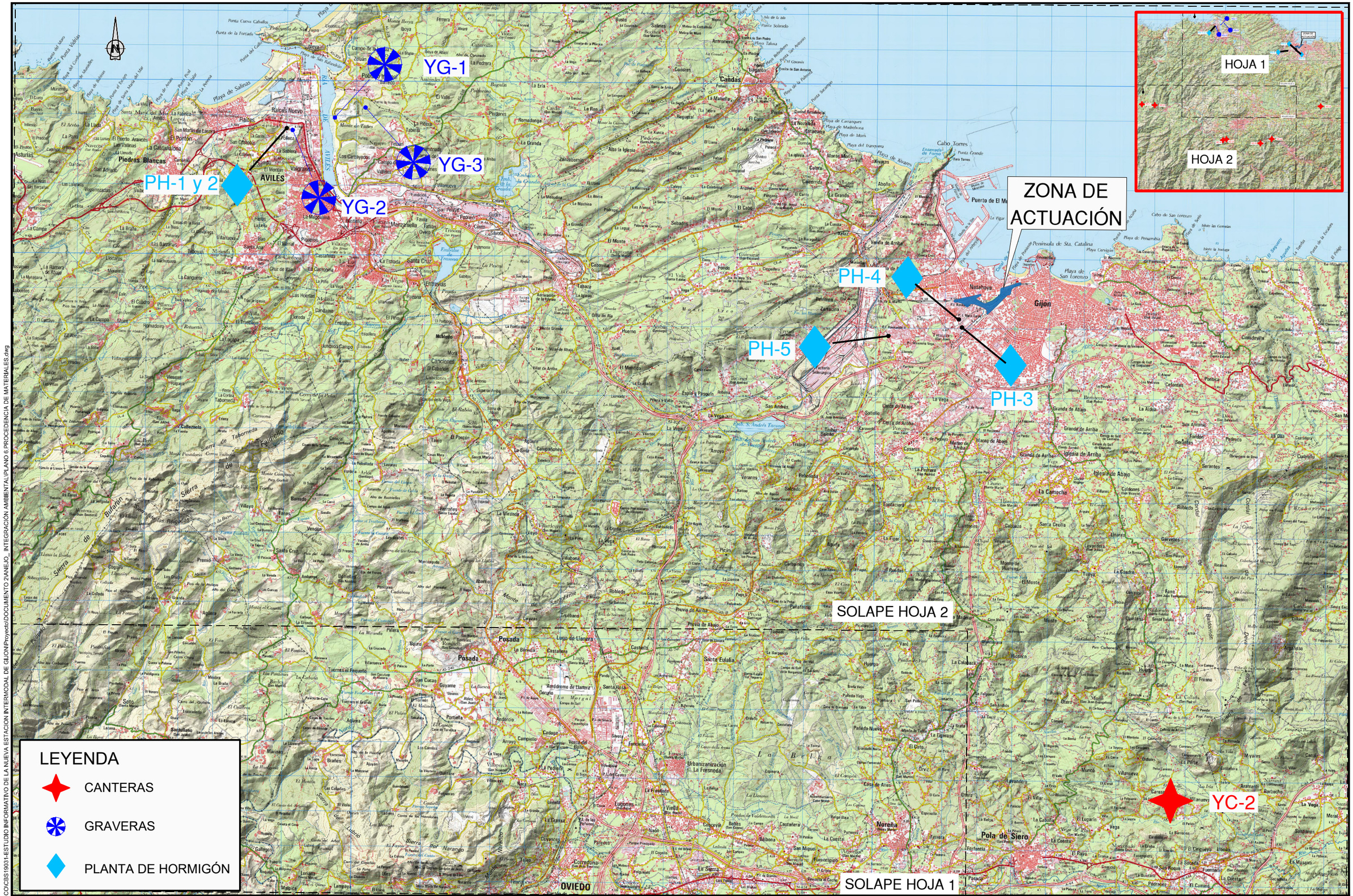
ESCALA ORIGINAL A1
EH-1:1000
EV-1:200
0 10 20 30 40m
0 4 8 12 16m
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO: 5.2
Nº DE HOJA: HOJA 6 DE 6

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
ALTERNATIVA 2. SOLUCIÓN MUSEO
PERFIL GEOLÓGICO

# PLANO 6. PLANTA DE SITUACIÓN DE CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE SUMINISTRO




Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 6 PROCEDENCIA DE MATERIALES.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1: 1:25.000 (NUMÉRICA / GRÁFICA)

FECHA: Marzo 2020

Nº DE PLANO: 6

Nº DE HOJA: HOJA 1 DE 2

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
SITUACIÓN DE CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE SUMINISTROS

YC-1

YC-2

YC-3

YC-4

YC-5

YC-6

SOLAPE HOJA 1

HOJA 1

HOJA 2

## LEYENDA

- CANTERAS
- GRAVERAS
- PLANTA DE HORMIGÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:

*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:

ineco

ESCALA ORIGINAL A1

1:25.000

NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:

Marzo 2020

Nº DE PLANO:

6

Nº DE HOJA:

HOJA 2 DE 2

TÍTULO DE PLANO:

GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
SITUACIÓN DE CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE SUMINISTROS

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 6 PROCEDENCIA DE MATERIALES.dwg

# PLANO 7. MAPA HIDROGEOLÓGICO

# LEYENDA HOJA 3 (4-1)

## LEYENDA LITOLÓGICA

| FORMACIONES PERMEABLES | FORMACIONES SEMIPERMEABLES | FORMACIONES IMPERMEABLES | LITOLOGÍA | EDAD |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | | Conglomerados, gravas, limos y arcillas | HOLOCENO |
| | 2 | | Gravas, arenas y lutitas | PLEISTOCENO |
| | | 3 | Conglomerados, arcillas, margas y arenas | TERCIARIO |
| | 4 | | Conglomerados, calizas, margas, areniscas, arenas, limos y arcillas | CRETÁCICO SUP. INF. |
| | | 5 | Margas arenosas | EOCENO |
| 6 | | | Calizas arenosas, dolomías y arenas | PALEOCENO-EOCENO-CRETACICO SUP. |
| | | 7 | Margas y calizas margosas | CRETACICO SUPERIOR |
| 8 | | | Calizas, arenas y limos | CRETACICO INF. SUP. |
| | 9 | | Conglomerados, areniscas, calizas, margas y arcillas | JURÁSICO |
| | | 10 | Margas y calizas | LIAS MED. SUP. |
| 11 | | | Calizas, dolomías y arcillas | LIAS INF. MED. |
| | | 12 | Conglomerados, areniscas, pizarras, margas, arcillas y evaporitas. | PERMOTRIAS |
| | | 13 | Conglomerados, cuarcitas, areniscas, pizarras y calizas | PALEOZOICO INDIF. |
| 14 | | | Calizas | NAMURIENSE-WESTFALIENSE |
| 15 | | | Calizas y Pizarras | DEVONICO MEDIO-SUP. |
| 16 | | | Calizas | DEVONICO MEDIO |
| | 17 | | Dolomías, calizas, pizarras y margas | DEVONICO INFERIOR |

## SÍMBOLOS HIDROGEOLÓGICOS UTILIZADOS EN EL MAPA BASE

| | | | |
|---|---|---|---|
| Contacto entre distintas formaciones | | 0,51<br>26,4 | Estación de aforo. Caudal medio anual espresado en $m^3/seg.$ |
| Falla | | | Estación de aforo MOPU |
| Cabalgamiento | | | Estación de aforo IGME |
| Anticlinal | | | Manantial de >10 l/sg. |
| Sinclinal | | | Sondeo |
| Curso de agua perenne | | | Sondeo de investigación y abastecimiento |
| Divisoria de aguas superficiales | | | Dirección y sentido del flujo subterraneo |

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO_ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 7 MAPA HIDROGEOLÓGICO.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

TÍTULO PROYECTO:
*ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL DE GIJÓN*

AUTOR DEL PROYECTO:
ineco

ESCALA ORIGINAL A1
S/E
NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA:
Marzo 2020

Nº DE PLANO: 1

Nº DE HOJA: HOJA 1 DE 2

TÍTULO DE PLANO:
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
MAPA HIDROGEOLÓGICO GENERAL

Z:\PROYECTOS_CBS\INECO\CBS19031-ESTUDIO INFORMATIVO DE LA NUEVA ESTACION INTERMODAL DE GIJON\Proyecto\DOCUMENTO 2\ANEJO _ INTEGRACIÓN AMBIENTAL\PLANO 7 MAPA HIDROGEOLÓGICO.dwg

TÍTULO PROYECTO:

*ESTUDIO INFORMATIVO*
*DE LA NUEVA ESTACIÓN INTERMODAL*
*DE GIJÓN*

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

AUTOR DEL PROYECTO: ineco

ESCALA ORIGINAL A1

1:200.000

NUMÉRICA | GRÁFICA

FECHA: Marzo 2020

Nº DE PLANO: 7

Nº DE HOJA: HOJA 2 DE 2

TÍTULO DE PLANO:

GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES
MAPA HIDROGEOLÓGICO GENERAL

# APÉNDICES

# APÉNDICE 1. INVESTIGACIONES RECOPILADAS

# 1.1. SONDEOS

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROV IARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO — SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS — DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: Manuel Seisdedos
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 20/07/07
FECHA FIN: 23/07/07

SONDEO
SJ-1
HOJA 1 DE 1

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 | 113 | B Ø98 W | SECO | | -.20 | 0.20 | | De 0,00 a 0,20 m: Tierra vegetal. |
| 1.0 | | | | | | 3.05 | | De 0,20 a 3,25 m: Relleno antrópico formado por gravas siliceas angulosas y arenas poco compactadas de color anaranjado, que pasan a limos grises oscuros hacia la cota 1,30 m. |
| 3.5 | | | | | -3.25 | 2.55 | | De 3,25 a 5,80 m: Limos y arcillas de varios colores con clastos de tamaño arena y de naturaleza variable. Hay restos de organismos fundamentalmente gasterópodos y muy abundante materia orgánica. |
| 6.0 | | T Ø101 D | AGUA | | -5.80 | 0.80 | | De 5,80 a 6,60 m: Arcillas y limos marronaceos con fragmentos de dolomía tamaño gravas y gravilla. |
| 7.0 | | | | | -6.60 | 1.30 | | De 6,60 a 7,90 m: Dolomía sana gris con laminación milimétrica subhorizontal coincidiendo con la estratificación. |
| 8.5 | | B Ø101 W | | | -7.90 | 2.70 | | De 7,90 a 10,80 m: Arcillas y limos margosos gris oscuro sin laminación aparente y con alguna pasada centimétrica de dolomía gris oscura que se recupera como arena y gravilla angulosa entre cotas 8,35 a 9,00 m. |
| 11.0 | | B Ø101 W | SECO | | -10.60 | 4.40 | | De 10,80 a 15,00 m: Dolomías grises que se recuperan como gravas de muy alta fracturación y baja recuperación. Los fragmentos de dolomía son angulosos y con los bordes poco cortantes. También se recupera algo de gravilla y arena. |
| 12.5 | | T Ø101 D | AGUA | 13.10 | | | | |
| 15.0 | | | | | -15.00 | | | FIN DE SONDEO : 15,00 m. |

Muestras y Ensayos

| Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.50 | | | | | |
| 13-17-13-14 | | | | | |
| 2.10 | 2.10 | | | | |
| | 3-6-11 | | | | |
| | 2.55 | | | | |
| 3.00 | | | | | |
| 7-11-13-13 | | | | | |
| 3.60 | 3.60 | | | | |
| | 3-6-6 | | | | |
| | 4.05 | | | | |
| 4.50 | | | | | |
| 4-7-12-15 | | | | | |
| 5.10 | 5.10 | | | | |
| | 2-4-6 | | | | |
| | 5.55 | | | | |
| 7.00 | | | | | |
| TP 1 | | | | | |
| 7.30 | | | | | |
| | 7.90 | | | | |
| | 12-25-48 | | | | |
| | 8.35 | | | | |

Grado de meteorización (1 2 3 4) · Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64) · Resistencia (1 2 3 4) · Recuperación (20 40 60 80) · R.Q.D. (20 40 60 80)

Discontinuidades: Buzamiento en grados · Juntas · J.R.C. · Relleno [Esp. mm] · Tipo Relleno

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO — SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS — DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: Manuel Seisdedos
Sonda: ROLATEC RL-46
FECHA INICIO: 17/07/07
FECHA FIN: 19/07/07

SONDEO
SJ-2
HOJA 1 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 | | | | | -.20 | 0.20 | | De 0,00 a 0,20 m: Tierra vegetal. |
| 1.0 | | B Ø98 W | SECO | | | 1.30 | | De 0,20 a 1,50 m: Relleno antrópico propios de terraplén, de 0,60 a 0,80 m gravas centimétricas de caliza gris ocre; a partir de 0,80 m son gravas y arenas en matriz limosa gris oscura. |
| 1.5 | | | | | -1.50 | | | |
| 2.0 | | | | | | 0.65 | | De 1,50 a 2,15 m: Caliza cristalina gris oscura con laminación difusa. |
| 2.5 | | | | | -2.15 | | | De 2,15 a 3,00 m: Gravas angulosas en matriz arcillosa. |
| 3.0 | | | | | | 0.85 | | |
| 3.5 | | | | | -3.00 | | | De 3,00 a 4,40 m: Arenas, arcillas y limos con abundante materia orgánica y restos de organismos principalmente gasterópodos. |
| 4.0 | | | | | | 1.40 | | |
| 4.5 | 113 | | | | -4.40 | | | De 4,40 a 9,00 m: Eluvial de lutitas y limolitas gris oscuro, sin fragmentos de dolomia aparentemente, con intercalación de niveles limosos de 5,60 a 5,70 y a 6,85 m. |
| 5.0 | | B Ø98 W | SECO | | | | | |
| 5.5 | | | | | | | | |
| 6.0 | | | | | | | | |
| 6.5 | | | | | | | | |
| 7.0 | | | | | | 4.60 | | |
| 7.5 | | | | | | | | |
| 8.0 | | | | | | | | |
| 8.5 | | | | | | | | |
| 9.0 | | | | | | | | |
| 9.5 | | T Ø101W | AGUA | | -9.00 | | | De 9,00 a 12,00 m: Lutita y limolita margosa gris oscura con apariencia hojosa. A partir de 11,80 m hay una transición hacia limos ocres marrones. |
| 10.0 | | | | | | 3.00 | | |
| 10.5 | | | | | | | | |
| 11.0 | | | | | | | | |
| 11.5 | | | | | | | | |
| 12.0 | | | | | -12.00 | | | De 12,00 a 14,70 m: Dolomía muy fracturada que se recupera como gravilla y arena, en ocasiones como grava; a partir de los 13,70 m aparece roca sana. |
| 12.5 | | T Ø101 D | AGUA | | | | | |
| 13.0 | | | | | | 2.70 | | |
| 13.5 | | | | | | | | |
| 14.0 | | | | | | | | |
| 14.5 | | | | | -14.70 | | | |
| 15.0 | | | | | | | | De 14,70 a 18,00 m: Lutita y limolita margosa gris oscura; a partir de los 15,00 m engloban fragmentos angulosos que confieren un aspecto brechoide sobre todo entre 15,70 y 17,00 m. |
| 15.5 | | | | | | | | |
| 16.0 | | B Ø101W | AGUA | | | | | |
| 16.5 | | | | | | 3.30 | | |
| 17.0 | | | | | | | | |
| 17.5 | | | | | | | | |
| 18.0 | | | | | -18.00 | | | |
| 18.5 | | T Ø101 D | | | | | | De 18,00 a 21,00 m: Caliza margosa gris ocre con laminación subhorizontal que se recupera muy fracturada en forma de gravas y gravillas angulosas; aparecen rellenos arcillosos en juntas por lo que la matriz podria haber sido lavada. |
| 19.0 | | | | | | | | |
| 19.5 | | | | | | 3.00 | | |
| 20.0 | | | | 19.85 | | | | |

Muestras y Ensayos

| Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.50 | | | | | |
| 50 Rz | | | | | |
| 1.60 | | | | | |
| 4.20 | | | | | |
| 13-28-50 RZ | | | | | |
| 4.65 | 4.65 | | | | |
| | 13-20-22 | | | | |
| | 5.10 | | | | |
| 5.70 | | | | | |
| 20-41-50RZ | | | | | |
| 6.10 | 6.10 | | | | |
| | 15-18-20 | | | | |
| | 6.55 | | | | |
| 7.20 | | | | | |
| 22-39-52RZ | | | | | |
| 7.65 | 7.65 | | | | |
| | 12-21-25 | | | | |
| | 8.10 | | | | |
| | 8.70 | | | | |
| | 18-30-47 | | | | |
| | 9.15 | | | | |
| | 10.55 | | | | |
| | 16-32-47 | | | | |
| | 11.00 | | | | |
| 13.80 | | | | | |
| TP 1 | | | | | |
| 13.97 | | | | | |

Grado de meteorización: 1 2 3 4
Fracturación Nº/30 cm: 1 4 16 64
Resistencia: 1 2 3 4
Recuperación: 20 40 60 80
R.Q.D.: 20 40 60 80

Discontinuidades

| Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO — SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS — DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: Manuel Seisdedos
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 17/07/07
FECHA FIN: 19/07/07

SONDEO
SJ-2
HOJA 2 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica | Muestras y Ensayos: Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64) | Resistencia (1 2 3 4) | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Discontinuidades: Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20.5 – 40.0 | | T Ø101 D<br>B Ø101W | AGUA | | -21.00<br>-23.25<br>-25.15 | 3.00<br>2.25<br>1.90 | | De 18,00 a 21,00 m: Caliza margosa gris ocre con laminación subhorizontal que se recupera muy fracturada en forma de gravas y gravillas angulosas; aparecen rellenos arcillosos en juntas por lo que la matriz podria haber sido lavada.<br>De 21,00 a 23,15 m: Dolomía gris oscura que pasa hacia muro a caliza gris ocre muy fracturada con indicios de disolución; se comienza a recuperar como grava a partir de 21,60 m y presenta juntas subhorizontales de tipo planar y liso bastante frecuentes.<br>De 23,25 a 25,15 m: Lutita y limolita margosa gris oscuro con aspecto hojoso de laminación subhorizontal (10º).<br>FIN DE SONDEO : 25,15 m. | | | | | | | | | | | | | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · cemosa · control · geotecnia

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: Manuel Seisdedos
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 24/07/07
FECHA FIN: 30/07/07

SONDEO
SJ-5
HOJA 1 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 … 20.0 | 113 | B Ø98 W<br>B Ø76 W<br>B Ø98 W<br>B Ø101 W<br>B Ø101 W | SECO<br>AGUA<br>SECO<br>AGUA | 16.00 | -5.10<br>-6.00<br>-9.00 | 5.10<br>0.90<br>3.00<br>14.00 | | De 0,00 a 5,10 m: Rellenos antrópicos. Gravas, arenas y calizas centimétricas y angulosas en matriz limosa y poco compacta. Hacia muro aumenta el contenido en finos, sobre todo a partir de 1,30 m en adelante. A partir de 3,60 m se recuperan gravas y arenas en matriz limo-arcillosa negra. A partir de 4,00 m son bolos y gravas de escoria fetida con la matriz lavada.<br>De 5.10 a 6.00 m: Fragmentos angulosos de dolomía en matriz limo--arcillosa marrón y con laminación subhorizontal.<br>De 6,00 a 9,00 m: Limos y arcillas margosas alternantes dando como resultado bandeados horizontales milimetricos y de color variable (rojizo a gris marrón).<br>De 9,00 a 23,00 m: Lutitas y limolitas margosas rojizas y gris con aspecto hojoso, aparentemente con laminación subhorizontal. Hacia los 16,70 m transición gradual hacia la dolomía (nivel dolomítico). Dolomía gris ocre muy fracturada que se recupera como fragmentos angulosos de grava. Entre 20,00 y 21,00 m hay un tramo más arcilloso con menos firmeza y de 22,00 a 23,00 m arena media y gruesa que pasa a limos y arcillas con fragmentos de dolomia. |

| Muestras y Ensayos | | | | | | Grado de meteorización | Fracturación Nº/30 cm | Resistencia | Recuperación | R.Q.D. | Discontinuidades | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | 1 2 3 4 | 1 4 16 64 | 1 2 3 4 | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
| 1.50<br>7-7-8-15<br>2.10 | 2.10<br>2-3-10<br>2.55<br>3.05<br>16-12-13<br>3.50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.50<br>33-46-31-30<br>5.10 | 5.10<br>16-32-32<br>5.55 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.00<br>10-19-28-65<br>6.60 | 6.60<br>14-23-35<br>7.05 | | | 7.05<br>15.00 | 7.55<br>8.55 | | | | | | | | | | |
| | 8.15<br>15-22-28<br>8.60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.85<br>TP 1<br>16.15 | | | | | | | | | | | | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO — SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS — DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: Manuel Seisdedos
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 24/07/07
FECHA FIN: 30/07/07

SONDEO
SJ-5
HOJA 2 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica | Muestras y Ensayos: Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64) | Resistencia (1 2 3 4) | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Discontinuidades: Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20.5 | | | | | | | | De 9,00 a 23,00 m: Lutitas y limolitas margosas rojizas y gris con aspecto hojoso, aparentemente con laminación subhorizontal. Hacia los 16,70 m transición gradual hacia la dolomía (nivel dolomítico). Dolomía gris ocre muy fracturada que se recupera como fragmentos angulosos de grava. Entre 20,00 y 21,00 m hay un tramo más arcilloso con menos firmeza y de 22,00 a 23,00 m arena media y gruesa que pasa a limos y arcillas con fragmentos de dolomia. | 21.35 TP 2 21.70 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.0 | | | | | -23.00 | 14.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.5 | | | | | | | | De 23,00 a 25,05 m: Caliza brechoide que alterna con niveles más margosos, en general fracturado y bastante alterado. | | | | | | | | | | | | | |
| 24.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.5 | | B Ø101 W | AGUA | | -25.05 | 2.05 | | FIN DE SONDEO : 25,05 m. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · control · geotecnia · cemosa

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: David De La Cruz
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 30/07/07
FECHA FIN: 02/08/07

SONDEO
SJ-6
HOJA 1 DE 1

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 – 20.0 | 113 | B Ø101 W / B Ø76 W / B Ø101 W / B Ø76 W / B Ø101 W | SECO / AGUA | 14.50 | -1.00 / -3.00 / -11.00 / -13.00 / -16.50 / -19.00 / -20.10 | 1.00 / 2.00 / 8.00 / 2.00 / 3.50 / 2.50 / 1.10 | | De 0,00 a 1,00 m: Rellenos antrópicos. En la parte superior aparecen restos de alquitrán junto con fragmentos cerámicos y otros restos de naturaleza variada en unamatriz limo-arcillosa poco compacta.<br>De 1,00 a 3,00 m: Limos y arcillas margosas de color marronáceo a verdoso. Posible alteración del nivel infrayacente de lutitas y limolitas grises.<br>De 3,00 a 11,00 m: Lutitas y limolitas margosas de color gris oscuro a arcillas y limos con fragmentos embebidos de naturaleza dolomitica y/o lutítica; color variado. Generalmente con formas angulosas y de tamaño arena a grava. Entre 4,60 m y hasta 4,80 m presenta un bandeado centimétrico rítmico subhorizontal de color rojizo a blanquecino. A partir de 8,00 m las lutitas y limolitas tienen aspecto hojoso con alternencias de niveles blanquecinos más limosos y aparentemente subhorizontales con fragmentos de marga dolomitizada.<br>De 11,00 a 13,00 m: Dolomía gris que se recupera como gravas y bolos angulosos. A partir de 12,10 m dolomía grisacea laminada milimetricamente y de color oscuro con un buzamiento de 10º a 5º.<br>De 13,00 a 16,50 m: Lutitas y limolitas margosas grises con fragmentos angulosos de tamaño grava de dolomías sin estructura aparente; los fragmentos se encuentran embebidos en las lutitas y en las limolitas.<br>De 16,50 a 19,00 m: En 16,50 m zona de falla subvertical. Dolomía gris ocre con un plano de falla en el que se observan estrías de falla con una pelicula arcillosa negra y relleno arcilloso marronáceo sobre esta pelicula; hacia muro va pasando a caliza muy fracturada y alterada que entre 18,00 y 18,40 m presenta un aspecto de caliza brechoide con clastos de tamaño anguloso y naturaleza margoso-dolomitizada limolitica.<br>De 19,00 a 20,10 m: Dolomía gris que se recupera en forma de gravas, estando el conjunto altamente fracturado. En 19,60 m presenta una falla subvertical de identicas características a la anterior. |

| Muestras y Ensayos | | | | | | Grado de meteorización | Fracturación Nº/30 cm | Resistencia | Recuperación | R.Q.D. | Discontinuidades | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | 1 2 3 4 | 1 4 16 64 | 1 2 3 4 | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
| 1.40 (13-14-25-34) | 2.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.00 | 10-15-21 2.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.25 (17-20-33-40) | 3.85 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.85 | 10-14-19 4.30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.00 (24-32-41-51) | 5.60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.60 | 11-23-27 6.05 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.30 (19-30-51-Rt) | 7.80 | | | 7.80 – 9.50 | | | | | | | | | | | |
| 7.80 | 15-31-41 8.25 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.10 TP 1 | 12.20 | | | | 13.75 – 14.75 | | | | | | 10º | | | | |
| 12.40 TP 2 | 12.60 | | | | | | | | | | | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · control · geotecnia · cemosa

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: Manuel Seisdedos
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 30/07/07
FECHA FIN: 02/08/07

SONDEO
SJ-7
HOJA 1 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica | Muestras y Ensayos: Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64) | Resistencia (1 2 3 4) | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Discontinuidades: Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 | 113 | B Ø98 W | SECO | | -.20 | 0.20 | | De 0,00 a 0,20 m: Tierra vegetal. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | | | | | | | | De 0,20 a 3,00 m: Limos, arenas y alguna grava procedente de la alteración del sustrato infrayacente, de color marrón ocre a blanquecino y de naturaleza carbonatada. Hacia 1,50 m hay varios fragmentos de dolomía tamaño grava (6-7 cm). | | 1.50 37-42-29 1.95 | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0 | | | | | -3.00 | 2.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.5 | | | | | | | | De 3,00 a 5,00 m: Limos y arcillas margosas gris oscuro con fragmentos tamaño arena y gravilla. | 3.00 14-20-21-27 3.60 | | | | | | | | | | | | | |
| 4.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5 | | B Ø101 W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0 | | | | | -5.00 | 2.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.5 | | TØ101 D | | | | | | De 5,00 a 8,45 m: Dolomía margosa gris ocre con juntas horizontales que coinciden con la estratificación. Presentan indicios de arenitización. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.0 | | | | | | 3.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.5 | | TØ76 D | | | | | | | 7.09 TP 1 7.55 7.70 TP 2 7.95 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.5 | | | | | -8.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.0 | | | | | | | | De 8.45 a 17,60 m: Lutitas y limolitas grises margosas con fragmentos tamaño arena. Entre 10,00 y 10,60 m existe un bandeado milimétrico subhorizontal alternando coloraciones rojizas y grises, fundamentalmente compuesto por arcillas. A partir de 10,60 m se recupera como fragmentos de lutitas y limolitas grises tamaño grava y arena, con tramos centimetricos donde predominan las arcillas grises margosas. En los tramos arcillosos mejora la recuperación. Entre 13,40 y 13,60 m presentan un aspecto hojoso con mayor consistencia. Entre 14,80 y 15,00 m se aprecia laminación milimétrica blanquecina subhorizontal en un tramo mas lutitico, hacia muro pasa a fragmentos lutitico-limoliticos de tamaño grava. Entre 15,90 y 16,30 m se recupera como arena gruesa a media. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.5 | | B Ø101 W | AGUA | | | 9.15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.5 | | | | 13.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17.5 | | | | | -17.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.0 | | TØ101 D | | | | 2.85 | | De 17,50 a 20,45 m: Dolomías grises que se recuperan como gravas angulosas y en el que se observan laminaciones milimétricas subhorizontales. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

7.90 — 12.90 (Lefranc)
7.50 — 8.50 (Lugeon)

control | U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006 | geotecnia | GEONOR | cemosa

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO | SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS | DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: Manuel Seisdedos
Sonda: ROLATEC RL-46
FECHA INICIO: 30/07/07
FECHA FIN: 02/08/07

SONDEO
SJ-7
HOJA 2 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica | Muestras y Ensayos: Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64) | Resistencia (1 2 3 4) | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Discontinuidades: Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20.5 | | TØ101 D | AGUA | | -20.45 | 2.85 | | De 17,50 a 20,45 m: Dolomías grises que se recuperan como gravas angulosas y en el que se observan laminaciones milimétricas subhorizontales. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.0 | | | | | | | | De 20,45 a 23,65 m: Lutitas y limolitas margosas grises con aspecto hojoso, que engloban fragmentos tamaño grava de dolomía gris y marga dolomitizada. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.5 | | | | | | 3.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.0 | | | | | -23.65 | | | De 23,65 a 25,00 m: Fragmentos de marga dolomitazada y dolomía gris de tamaño grava y arena. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.5 | | | | | | 1.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.0 | | | | | -25.00 | | | FIN DE SONDEO : 25,00 m. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO — SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS — DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: David De La Cruz
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 19/07/07
FECHA FIN: 25/08/07

SONDEO
SJ-8
HOJA 1 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 | | B Ø101W | SECO | | -.20 | 0.20 | | De 0,00 a 0,20 m: Tierra vegetal. |
| 1.0 | | | | | | | | De 0,20 a 3,00 m: Relleno antrópico. Arcillas, limos, arenas y grvas poco compactas con restos de naturaleza variada como fragmantos cerámicos. |
| 1.5 | | | | | | 2.80 | | |
| 2.0 | | | | | | | | |
| 2.5 | | | | | | | | |
| 3.0 | | | | | -3.00 | | | |
| 3.5 | | | | | | | | De 3,00 a 6,10 m: Arcillas y limos marronáceos con fragmentos de naturaleza variada. |
| 4.0 | | TØ101D | AGUA | | | | | |
| 4.5 | | | | | | | | |
| 5.0 | | | | | | 3.10 | | |
| 5.5 | | | | | | | | |
| 6.0 | | | | | | | | |
| 6.5 | | | SECO | | -6.10 | | | |
| 7.0 | | | | | | | | De 6.10 a 16.20 m: Lutitas y limolitas margosas gris oscuro con aspecto hojoso y pequeñas zonas dispersas rojizas por oxidación. Se aprecia laminación subhorizontal blanquecina. A partir de 7,60 m contiene fragmentos centimétricos y milimétricos de caracter anguloso de dolomía gris, empaquetados en la matriz, lo que le confiere aspecto brechoide. A partir de 12,55 m lutitas fundamentalmente sin fragmentos de otros materiales, con bandeados blanquecinos carbonatados y moteado rojizo disperso. |
| 7.5 | | | | | | | | |
| 8.0 | | | | | | | | |
| 8.5 | | | | | | | | |
| 9.0 | 113 | B Ø101W | | | | | | |
| 9.5 | | | | | | | | |
| 10.0 | | | | | | | | |
| 10.5 | | | | | | | | |
| 11.0 | | | | | | | | |
| 11.5 | | | | | | 10.10 | | |
| 12.0 | | TØ76D | | | | | | |
| 12.5 | | | | | | | | |
| 13.0 | | | AGUA | 13.00 | | | | |
| 13.5 | | | | | | | | |
| 14.0 | | | | | | | | |
| 14.5 | | | | | | | | |
| 15.0 | | B Ø101W | | | | | | |
| 15.5 | | | | | | | | |
| 16.0 | | | | | | | | |
| 16.5 | | | | | -16.20 | | | De 16,20 a 17,40 m: Gravas grises de dolomía de caracter anguloso. |
| 17.0 | | | | | | 1.20 | | |
| 17.5 | | | | | -17.40 | | | De 17,40 a 20,40 m: Lutitas y limolitas margosas grises con fragmentos de dolomía gris y aspecto hojoso, con una dirección perpendicular al eje del sondeo. |
| 18.0 | | | | | | | | |
| 18.5 | | TØ101D | | | | 3.00 | | |
| 19.0 | | | | | | | | |
| 19.5 | | | | | | | | |
| 20.0 | | | | | | | | |

Muestras y Ensayos

| Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.70 | | | | | |
| 8-6-7-10 | | | | | |
| 2.30 | 2.20 | | | | |
| | 6-8-10 | | | | |
| | 2.75 | | 2.80 | | |
| | | | | | |
| | | | 3.85 | | |
| | 5.65 | | | | |
| | 9-19-31 | | | | |
| | 6.10 | | | | |
| 8.90 | | | | | |
| TP 1 | | | | | |
| 9.40 | | | | | |

Grado de meteorización: 1 2 3 4
Fracturación Nº/30 cm: 1 4 16 64
Resistencia: 1 2 3 4
Recuperación: 20 40 60 80
R.Q.D.: 20 40 60 80

| Discontinuidades | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
| | | | | |

10.00
11.50
12.50
13.20

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · control · geotecnia · cemosa

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: David De La Cruz
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 19/07/07
FECHA FIN: 25/08/07

SONDEO
SJ-8
HOJA 2 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20.5 – 40.0 | | TØ101D | AGUA | | -20.40 | 3.00 | | De 17,40 a 20,40 m: Lutitas y limolitas margosas grises con fragmentos de dolomía gris y aspecto hojoso, con una dirección perpendicular al eje del sondeo. |
| | | | | | | 5.00 | | De 20,45 a 25,40 m: Dolomías muy fracturadas y alteradas, parcialmente arenitizada con precipitación de cristales de carbonato en las fracturas (calcita). Hacia 21,20 m pasa de dolomía gris a caliza dolomitica gris oscura con aspecto brechoide y cavidades por disolución karstica de tamaño milimetrico a 3 cm de largo por 1 cm de ancho. |
| | | | | | -25.40 | 2.50 | | De 25,40 a 27, 90 m: Lutitas y limolitas margosas gris oscuro con aspecto hojoso y laminación blanquecina carbonatada subhorizontal. |
| | | | | | -27.90 | 1.10 | | De 27,90 a 29,00 m: Dolomía gris ocre con algo de fracturación subvertical sellada por calcita; algunas zonas se encuentran internamente alteradas. Presenta juntas planas y lisas con rellenos lutíticos milimétricos. |
| | | | | | -29.00 | 0.85 | | De 29,00 a 29,85 m: Caliza dolomitica gris con indicios de disolución y precipitación de oxidos anaranjados en las juntas; hacia el comienzo del tramo tiene aspecto brechoide y fracturación subvertical a lo largo de todo el tramo. |
| | | | | | -29.85 | | | FIN DE SONDEO : 29,85 m. |

| Muestras y Ensayos | | | | | | Grado de meteorización | Fracturación Nº/30 cm | Resistencia | Recuperación | R.Q.D. | Discontinuidades | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | 1 2 3 4 | 1 4 16 64 | 1 2 3 4 | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
| | | | | | | | | | | | 10º | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO — SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS — DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: David De La Cruz
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 26/07/07
FECHA FIN: 31/08/07

SONDEO
SJ- 9
HOJA 1 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 – 20.0 | 113 | B Ø101W<br>BØ76W<br>B Ø101W<br>BØ76W | SECO<br>AGUA | 8.75 | -.20<br>-1.00<br>-11.00<br>-13.20<br>-16.20 | 0.20<br>0.80<br>10.00<br>2.20<br>3.00<br>6.60 | | De 0,00 a 0,20 m : Relleno antropico .Balasto de via.<br>De 0,20 a 1,00 m : Arcillas y limos de color verdoso y rojizo.<br>De 1,00 a 11,00 m : Lutitas y limolitas gris oscuro con vateado blanquecino de naturaleza carbonatada.<br>A partir de 3,15 m son alternancias rítmicas de limos y arcillas grises a gris oscuro, en un bandeado milimétrico y subhorizontal.<br>A partir de los 9,00 m comienza a haber pasadas limosas blanquecinas con gran contenido en carbonatos y disposición subhorizontal.<br>De 11,00 a 13,20 m : Dolomía gris oscuro con marcada laminación subhorizontal haciendo que se recupere como rodajas de dolomía a fragmentos angulosos tamaño grava. Algunos fragmentos se encuentran parcialmente arenitizados.<br>De 13,20 a 16,20 m : Lutitas y limolitas margosas gris oscuro.<br>A cota 14,40 m presenta varios clastos de roca en la matriz.<br>De 16,20 a 22,80 m : Dolomía gris oscuro que se recupera como gravas angulosas, aunque algo desgastada por el lavado de la matriz arcillosa. |

Muestras y Ensayos

| Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1.40 10-17-25 1.85 | | | | |
| 3.80 28-49-Rz 4.20 | 4.20 14-28-45 4.65 | | 5.80 – 7.00 | | 6.25 – 7.25 |
| 8.45 TP 1 8.80 | | | | | |
| 13.60 TP 2 13.95 | | | | | |

| Grado de meteorización | Fracturación Nº/30 cm | Resistencia | Recuperación | R.Q.D. |
|---|---|---|---|---|
| 1 2 3 4 | 1 4 16 64 | 1 2 3 4 | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 |

Discontinuidades

| Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · control · geotecnia · cemosa

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: David De La Cruz
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 26/07/07
FECHA FIN: 31/08/07

SONDEO
SJ- 9
HOJA 2 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica | Muestras y Ensayos: Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64) | Resistencia (1 2 3 4) | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Discontinuidades: Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20.5 | 113 | BØ76W | AGUA | | | | | De 16,20 a 22,80 m : Dolomía gris oscuro que se recupera como gravas angulosas, aunque algo desgastada por el lavado de la matriz arcillosa. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.5 | | B Ø101W | | | | 6.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.0 | | | | | -22.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.5 | | | | | | | | De 22.80 a 25.80 m : Lutitas y limolitas margosas gris oscuro con aspecto hojoso, con muy baja recuperación. Se recupera como fragmentos de dolomía gris oscuro tamaño grava y hacia la parte final como lutitas y limolitas gris oscuro. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.0 | | BØ76W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.0 | | | | | | 3.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.0 | | | | | -25.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.5 | | T Ø101D | | | | | | De 25,80 a 27,80 m: Dolomía de color ocre que hacia muro tiene aspecto brechoide con clastos de dolomía ocre en caliza gris. Hacia 26,60 m comienzan alternancias de calizas arenitizadas con dolomias ocres en bandas centimétricas subhorizontales aumentando de espesor hacia muro, llegando a espesores de 15 cm y deiminuyendo la alteración. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.0 | | | | | | 2.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.0 | | | | | -27.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.5 | | B Ø101W | | | | | | De 27,80 a 30,00 m : Lutitas y limolitas margosas gris oscuro con aspecto hojoso. | | | | | | 28.95 TP 3 29.20 | | | | | | | | | | |
| 29.0 | | | | | | 2.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30.0 | | | | | -30.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30.5 | | | | | | | | FIN DE SONDEO : 30,00 m. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO — SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS — DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: Francisco Beltrán
Sonda: ROLATEC RL-400

FECHA INICIO: 11/07/07
FECHA FIN: 18/08/07

SONDEO
SJ-10
HOJA 1 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 … 20.0 | 113 | B Ø101W<br>B Ø76W<br>B Ø101W<br>B Ø76W | SECO<br>AGUA | 8.75 | -1.00<br>-4.00<br>-7.50<br>-17.00 | 1.00<br>3.00<br>3.50<br>9.50<br>4.00 | | De 0,00 a 1,00 m: Rellenos antrópicos formados por balasto en la parte superior, que pasan a hollin y restos de natutaleza variada poco compactos.<br>De 1,00 a 4,00 m: Arcillas y limos marronaceos margosos que hacia muro engloban pequeños fragmentos de dolomía gris, de tamaño centimétrico y subangulosos a angulosos.<br>De 4,00 a 7,50 m: Dolomía de tonos grisaceos a marrónes, intensamente fracturada que se recuperan como gravas con estratificación subhorizontal.<br>A partir de los 6 m se recupera como gravilla y arena.<br>De 7,50 a 17,00 m: Lutitas y limolitas margosas con moteado blanquecino disperso.<br>Entre 10,95 y 11,50 m hay una pequeña pasada de lutitas gris negras muy fracturada y bastante compacta.<br>A 14,18 m aparece un nivel rojizo que engloba fragmentos tamaño gravas y subangulosos, de naturaleza calcarea, pasando hacia los 14,60 m de muro a lutita y limolita margosa con laminación blanquecina subhorizontal (10º), fundamentalmente mas limolitica que llega a tener 1 cm de espesor.<br>De 17,00 a 21,00 m: Dolomía gris oscura muy fragmentada que se recupera como grava con pequeños niveles arcillosos intercalados. |

| Muestras y Ensayos | | | | | | Grado de meteorización | Fracturación Nº/30 cm | Resistencia | Recuperación | R.Q.D. | Discontinuidades | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | 1 2 3 4 | 1 4 16 64 | 1 2 3 4 | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
| 1.50<br>18-24-33-39<br>2.10 | 2.10<br>12-14-18<br>2.55 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.00<br>50 Rz<br>4.05<br>TP 1<br>4.35<br>4.60 | 4.05<br>50 Rz<br>4.10 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6.00<br>50 Rz<br>6.05 | | | | 6.50 | | | | | | | | | | |
| | 7.50<br>18-27-40<br>7.95 | | | | 7.50 | | | | | | | | | | |
| 8.62<br>TP 2<br>8.90 | 9.50<br>18-41-50 Rz<br>9.85 | | | | 8.80 | | | | | | | | | | |
| | 11.50<br>24-50 Rz<br>11.75 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.70<br>TP 3<br>13.00 | 13.00<br>14-27-45<br>13.45 | | | | 13.45 | | | | | | | | | | |
| | 15.00<br>17-36-47<br>15.45 | | | | 15.00 | | | | | | 10º | | | | |
| 16.50<br>TP 4<br>16.85 | 17.00<br>50 Rz<br>17.05 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 18.80<br>50 Rz<br>18.85 | | | | 20.00 | | | | | | | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · control · geotecnia · cemosa

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: Francisco Beltrán
Sonda: ROLATEC RL-400

FECHA INICIO: 11/07/07
FECHA FIN: 18/08/07

SONDEO
SJ-10
HOJA 2 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica | Muestras y Ensayos: Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | Grado de meteorización | Fracturación Nº/30 cm | Resistencia | Recuperación | R.Q.D. | Discontinuidades: Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | 20.00 | | 1 2 3 4 | 1 4 16 64 | 1 2 3 4 | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | | | | | |
| 20.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.0 | | | | | -21.00 | 4.00 | | De 17,00 a 21,00 m: Dolomía gris oscura muy fragmentada que se recupera como grava con pequeños niveles arcillosos intercalados. | | 20.70 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21.5 | | | | | | | | | | 50 Rz | | | | | | | | | | | | | | |
| 22.0 | | | | | | | | | | 20.75 | | | 21.00 | | | | | | | | | | | |
| 22.5 | | | | | | | | De 21,00 a 23,40 m: Lutitas y limolitas gris oscuro margosa con algun clasto, ocasionalmente anguloso y que se encuentran en la matriz arcillosa. | | 22.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.0 | | | | | | 2.40 | | | | 27-39-48 | | | | | | | | | | | | | | |
| 23.5 | | | | | -23.40 | | | | | 22.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.0 | | | | | | | | De 23,40 a 27,80 m: Dolomía gris oscura altamente fracturada que se recupera como gravas angulosas a muy angulosas, con bordes cortantes.<br>Presenta algo de laminación los fragmentos de tamaños mayores, y en ocasiones con pasadas arcillosas. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24.5 | | | | | | | | | | 24.50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.0 | 113 | | | | | | | | | 50 Rz | | | | | | | | | | | | | | |
| 25.5 | | | | | | | | | | 24.60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.0 | | | | | | 4.40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27.5 | | TØ101D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.0 | | | AGUA | | -27.80 | | | | 27.80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28.5 | | | | | | | | De 27,80 a 31,20 m: Lutitas y limolitas margosas grises con moteado blanquecino disperso que le confiere la reacción al HCl. | TP 5 | 28.10 | | | | | | | | | | | | | |
| 29.0 | | | | | | | | | 28.00 | 50 Rz | | | | | | | | | | | | | | |
| 29.5 | | | | | | 3.40 | | | | 28.15 | | | | | | | | | | | | | | |
| 30.0 | | | | | | | | | 29.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30.5 | | | | | | | | | TP 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.0 | | | | | | | | | 29.20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31.5 | | | | | -31.20 | | | De 31,20 a 33,60 m: Dolomía gris marronácea que se recupera en forma de grava y bolos angulares.<br>Presenta laminación subhorizontal con juntas subverticales milimétricas.<br>Hacia 32,00 m cambia a color gris oscuro para volver a color marronaceo hacia los 32,85 m.<br>Entre las cotas 33,00 a 33,50 m se aprecia una clara laminación subhorizontal. Va pasando a lutitas y limolitas hacia muro. | | 30.20 | | | | | | | | | | | | | |
| 32.0 | | | | | | 2.40 | | | | 50 Rz | | | | | | | | | | | | | | |
| 32.5 | | | | | | | | | | 30.25 | | | | | | | | | | | | | | |
| 33.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34.0 | | | | | -33.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34.5 | | | | | | 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35.0 | | | | | -35.10 | | | De 33,60 a 35,10 m: Hay un contacto neto en el que se pasa de la dolomía marronacea a lutitas y limolitas anaranjadas, y hacia muro a limolitas margosas gris oscuro.<br>A partir de 34,00 m son lutitas y limolitas gris a rojizas con fragmentos tamaño arena de dolomía gris oscuro con algún nivel dolomitico de tamaño centimétrico intercalado.<br>De cota 34,70 m en adelante laminación subhorizontal, colores rojizos y gris oscuro alternantes. | | 35.05 | | | | | | | | | | | | | |
| 35.5 | | | | | | | | | | 50 Rz | | | | | | | | | | | | | | |
| 36.0 | | | | | | | | | | 35.10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 36.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.0 | | | | | | | | FIN DE SONDEO : 35,10 m. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · control · geotecnia · cemosa

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DEGIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: David De La Cruz
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 17/07/07
FECHA FIN: 17/08/07

SONDEO
SJ- 11
HOJA 1 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | -.40 | 0.40 | | De 0,00 a 0,40 m: Rellenos antrópicos: pavimento de relleno. |
| | | | | | | 3.60 | | De 0,40 a 4,00 m: Grava silícea angulosa y centimétrica con arena fina color marrón claro.<br>De 1,00 m en adelante fragmentos de naturaleza variada en una matriz arcillo-limosa de color negruzco. |
| | | | | | -4.00 | | | De 4,00 a 18,45 m: Arcillas y limos negros con fragmentos de tamaño variable de dolomía grisacea y color general marrón ocre.<br>Desde los 14,35 m presenta laminación subhorizontal blanquecina hasta 15,05 m. |
| | | | | | | 14.45 | | |
| | | | | | -18.45 | 3.25 | | De 18,45 a 21,70 m: Dolomía gris con alta fracturación recuperandose en ocasiones como grava y gravilla. Presenta intensa fracturación subvertical sellada por calcita, de tamaño milimétrico y juntas a 10º del eje del sondeo planas que coinciden con la estratificación. |

Escala 1:100: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, 9.0, 9.5, 10.0, 10.5, 11.0, 11.5, 12.0, 12.5, 13.0, 13.5, 14.0, 14.5, 15.0, 15.5, 16.0, 16.5, 17.0, 17.5, 18.0, 18.5, 19.0, 19.5, 20.0

Ø Revestimiento: 113

Perforación: tipo\ Ø: B Ø101W; B Ø76W; B Ø101W; B Ø76W; B Ø101W

Fluido: SECO; AGUA

Nivel de agua: 9.50

Muestras y Ensayos

| Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2.00 | | | | |
| | 7-16-33 | | | | |
| | 2.45 | | | | |
| | 5.45 | | | | |
| | 10-18-24 | | | | |
| | 5.90 | | | | |
| 7.60 | | | | | |
| 18-27-31-35 | | | | | |
| 8.20 | 8.20 | | | | |
| | 12-16-16 | | | | |
| | 8.65 | | | | |
| 14.45 | | | | | |
| TP 1 | | | | | |
| 14.70 | | | | | |
| 17.20 | | | | | |
| TP 2 | | | | | |
| 17.50 | 17.90 | | | | |
| | 16-49-51 | | | | |
| | 18.35 | | | | |

Grado de meteorización: 1 2 3 4

Fracturación Nº/30 cm: 1 4 16 64

Resistencia: 1 2 3 4

Recuperación: 20 40 60 80 — 17.10 — 18.10

R.Q.D.: 20 40 60 80

Discontinuidades

| Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · cemosa · control · geotecnia

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DEGIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: David De La Cruz
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 17/07/07
FECHA FIN: 17/08/07

SONDEO
SJ- 11
HOJA 2 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | T Ø101D | | | | 3.25 | | De 18,45 a 21,70 m: Dolomía gris con alta fracturación recuperandose en ocasiones como grava y gravilla. Presenta intensa fracturación subvertical sellada por calcita, de tamaño milimétrico y juntas a 10º del eje del sondeo planas que coinciden con la estratificación. |
| | | B Ø101W | | | -21.70 | 2.30 | | De 21,70 a 24,00 m: Lutitas y limolitas margosas gis oscuro con estratificación de 15º que le confieren aspecto hojoso; alguna capa centimétrica concordamte de dolomía gris oscura. |
| | | B Ø76W | AGUA | | -24.00 | 4.20 | | De 24,00 a 28,00 m: Caliza laminada horizontal a subhorizonta.<br>Hacia muro la caliza va pasando a dolomía marrón claro con laminación subhorizontal inclinada 10-15º respecto del eje del sondeo.<br>A 24,30 m pequeña falla subvertical.<br>A 24,70 m aumenta la fracturación y sellado por calcita; muy baja recuperación junto con rellenos arcillosos ocres en juntas. |
| | | T Ø101D | | | | | | |
| | | B Ø101W | SECO | | -28.20 | 0.80 | | De 28,20 a 29,00 m: Dolomía gris oscuro con zona infrayacente fracturada, con tamaño gravilla, que a veces estos fragmentos están empastados en matriz arcillosa, dando un aspecto brechoide. |
| | | | | | -29.00 | 6.00 | | De 29,00 a 35,00 m: Lutitas y limolitas gris oscuro margosas con moteado blanquecino y zonas de color rojizo que reaccionan de manera más fuerte con el HCl y que en sección generan nodulos dispersos sin continuidad latera.<br>Entre 31,80 y 32,70 m tramo más lutitico con bandas subhorizontales de carbonato. |
| | | | AGUA | | -35.00 | | | FIN DE SONDEO: 35 m. |

Muestras y Ensayos

| Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro |
|---|---|---|---|---|---|
| 20.20 | | | | | |
| TP 3 | | | | | |
| 20.45 | | | | | |
| 21.30 | | | | | |
| TP 4 | | | | | |
| 21.70 | | | | | |
| | | | | | 26.00 |
| | | | | | 27.00 |
| 31.05 | | | | | |
| TP 5 | | | | | |
| 31.40 | | | | | |
| 32.30 | | | | | |
| ZZ-48-Rz | | | | | |
| 32.70 | | | | | |
| 34.20 | | | | | |
| TP 6 | | | | | |
| 34.55 | | | | | |

Grado de meteorización: 1 2 3 4
Fracturación Nº/30 cm: 1 4 16 64
Resistencia: 1 2 3 4
Recuperación: 20 40 60 80
R.Q.D.: 20 40 60 80

Discontinuidades

| Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|
| 10º | | | | |
| 10º | | | | |
| 10º | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · control · geotecnia · cemosa

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DEGIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: David De La Cruz
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 04/07/07
FECHA FIN: 10/08/07

SONDEO
SJ- 12
HOJA 1 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica | Muestras y Ensayos: Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64) | Resistencia (1 2 3 4) | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Discontinuidades: Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.5 | | | | | -.25 | 0.25 | | De 0,00 a 0,25 m : Tierra vegetal. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | | | | | | | | De 0,25 a 3,45 m : Rellenos antropicos de naturaleza variada ,fragmentos de tamaño grava y arena poco compactos con retos de plasticos,ropa y fragmentos ceramicos | | 1.50 15-27-Rz 1.85 | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | | | | | 3.00 5-7-9- 3.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.5 | | | | | -3.45 | 3.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.0 | | | | | | | | De 3.45 a 9,00 m : Arenas finas bien seleccionadas y de color marro-naceo. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5 | | | | | | | | | 4.50 3-5-8-12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0 | | | | | | | | | 5.10 | 5.10 8-8-11 5.55 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.0 | | | | 5.80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.5 | | | | | | 5.55 | | | 6.15 14-18-24-25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.0 | | | | | | | | | 6.75 | 6.90 7-10-14 7.35 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.0 | | | | | -9.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.5 | | | | | | | | De 9,00 a 13,25 m : Arcillas y limos de color marrón con clastos hete-rometricos y angulosos (gravas,gravillas y arena de naturaleza do-lomítica. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.0 | | | | | | | | | | 10.00 11-22-44 10.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.5 | | | | | -13.25 | 4.25 | | De 13,25 a 14,24 m : Fragmentos de roca de dolomía y tamaño bolo a gravilla con matriz arcillo limosa ocre. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.0 | | | | | | | | De 14.25 a 14.85 m : Arcillas y limos. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.5 | | | | | -14.25 | 1.00 | | De 14,85 a 16,85 m : Lutita y limolita gris oscuro margosa con fragmentosde dolomía grisacea embebidos de tamaño variado gene-ralmente angulosos. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.0 | | | | | -14.85 | 0.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.5 | | | | | | | | De 16,85 a 17,60 m : Gravas y gravillas angulosos de dolomía gris con patinas anaranjados. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16.0 | | | | | | | | | 15.25 TP 1 15.70 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16.5 | | | | | | | | | | 16.40 19-21-28 16.85 | | | | | | | | | | | | | | |
| 17.0 | | | | | -16.85 | 2.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17.5 | | | | | | | | De 17,60 a 18,00 m : Dolomía gris con juntas planas y lisas a 45º del eje del sondeo.Sin relleno presentando una pequeña patina de oxi-dación. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.0 | | | | | -17.60 | 0.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18.5 | | | | | -18.00 | 0.40 | | De 18,00 a 18,45 m : Arcillas y limos con fragmentos heterometricos y angulosos de dolomía de color marrón ocre. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19.0 | | | | | -18.45 | 0.45 | | | | | | | | | | | | | | | 45º | | | |
| 19.5 | | | | | | | | De 18,45 a 23,20 m : Dolomía con juntas planas y lisas a 45º que pa-sa a muro a dolomía mas alterada y con patinas anaranjadas por oxi-dación, los fragmentos son de tamaño muy variable y generalmente anguloso.Presenta un aspecto general brechoide, a los 21,50 la lami-nación parece ser horizontal y las juntas planas y lisas. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20.0 | | | | | | 4.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

B Ø101W · 113 · T Ø101D · SECO · AGUA

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · cemosa · control · geotecnia

PROYECTO CONSTRUCTIVO :
SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
(INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)
MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Juan Sesma
Sondista: David De La Cruz
Sonda: ROLATEC RL-46

FECHA INICIO: 04/07/07
FECHA FIN: 10/08/07

SONDEO
SJ- 12
HOJA 2 DE 2

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Descripción Litológica | Muestras y Ensayos: Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64) | Resistencia (1 2 3 4) | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Discontinuidades: Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20.5 – 40.0 | 113 | T Ø101D / T Ø76D / B Ø101W / T Ø101D / B Ø101W | AGUA / SECO / AGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | -23.20 | 4.75 | | De 18,45 a 23,20 m: Dolomía con juntas planas y lisas a 45º que pasa hacia muro a dolomía más alterada, con patinas anaranjadas por oxidación; los fragmentos son de tamaño muy variable y generalmente angulosos. Presenta un aspecto general brechoide. A los 21,50 m la laminación parece ser horizontal y las juntas planas y lisas. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | -24.20 | 1.00 | | De 23,20 a 24,20 m: Calizas dolomíticas algo karstificadas; se aprecia una laminación difusa subhorizontal. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | -25.45 | 1.25 | | De 24,20 a 25,45 m: Lutitas y limolitas margosas gris oscuro. Muestra bandeados milimétricos de color blanquecino con disposición a 10º. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | -29.00 | 3.55 | | De 25,45 a 29,00 m: Caliza margosa dolomítica de color ocre con laminación subhorizontal que genera juntas planas a onduladas y lisas. | 26.00 TP 2 26.40 | | | | | 28.10 – 29.10 | | | | | 10º | | | | | |
| | | | | | -30.60 | 1.60 | | De 29,00 a 30,60 m: Lutitas y limolitas margosas gris oscuro con estratificación subhorizontal. | 29.65 TP 3 29.85 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | -34.65 | 4.05 | | De 30,60 a 34,65 m: Dolomía beige ocre con fracturación y posterior sellado por calcita. Presenta una clara laminación milimétrica subhorizontal a 10º que genera juntas planas y lisas. Entre 32,00 y 32,70 m hay signos de karstificación. Hacia 34,25 m comienza a ser dolomía gris oscura laminada que hacia muro aumenta el contenido en arcilla y limo. | 31.70 TP 4 31.90 / 33.55 TP 5 34.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | -36.00 | 1.35 | | De 34,65 a 36,00 m: Lutitas y limolitas gris oscura margosa. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | -38.00 | 2.00 | | De 36,00 a 38,00 m: Arcilla rojiza de consistencia blanda algo margosa. | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | -40.25 | 2.25 | | De 38,00 a 40,25 m: Lutitas y limolitas gris oscura margosa con laminación subhorizontal. Aspecto caótico en sección. FIN DE SONDEO: 40.25 m. | 38.25 TP 6 38.65 | | | | | | | | | | | | | | |

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR · cemosa · geotecnia · control

PROYECTO CONSTRUCTIVO:

"ESTACIÓN PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO"

MINISTERIO DE FOMENTO · SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS · DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Julián Cuesta
Sondista: Alberto Braña
Sonda:

FECHA INICIO: 07-08-08
FECHA FIN: 08-08-08

SONDEO SE-1

Hoja 1 de 1

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Corona | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Muestras y Ensayos: Descripción Litológica | Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test Kg/cm2 | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | Recuperación (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64) | Resistencia (1 2 3 4) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Discontinuidades: Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 113 | 101T | AGUA | | 4.23 | -.50 | 0.50 | | RELLENOS (0.00 - 1.10) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -1.10 | 0.60 | | Pavimento, arena y gravas de la base. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1.70 | | Arenas y arcilla con carbonilla y alguna gravilla. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 101B | SECO | | | -2.80 | | | SUSTRATO ALTERADO (1.10 - 6.45) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 1.40 | | Arcilla muy plástica, con algún nódulo carbonatado. Color gris-verdoso con tinciones ocres. Moderadamente firme. | 2.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4-8-13-15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 2.60 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -4.20 | | | Arcilla limosa de tonos beige a ocres muy plástica. saturada. Blanda. | | 4.20 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 2.25 | | | | 2-5-6-10 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Lutita finamente laminada alterada en su mayor parte a limo arcilloso. Color beige. Firme a duro en profundidad. | | 4.80 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 18-49-100R | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -6.45 | | | SUSTRATO JURASICO (6.45 - 15.00) | 6.44 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -7.10 | 0.65 | | Lutita de color gris negruzco finamente laminada, muy meteorizada. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -7.90 | 0.80 | | Tramo de lutita completamente meteorizado a limo arcilloso algo arenoso. duro. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 8.10 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 21-44-81-100R | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 8.65 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | 101T | AGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 10.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 13-84-49-100R | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 10.57 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 7.10 | | | 11.05 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | TP1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 11.50 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 13.25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | TP2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | 13.56 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -15.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Widia

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

PROYECTO CONSTRUCTIVO:
"ESTACIÓN PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO"

MINISTERIO DE FOMENTO
SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

Inclinación: 90º
P.K.:
COORDENADAS UTM
X:
Y:
Z:

Supervisor: Julián Cuesta
Sondista: Alberto Braña
Sonda:

FECHA INICIO: 06-08-08
FECHA FIN: 07-08-08

SONDEO SE-2

Hoja 1 de 1

| Escala 1:100 | Ø Revestimiento | Perforación: tipo\ Ø | Fluido | Corona | Nivel de agua | Cota | Potencia | Estratigrafía | Muestras y Ensayos: Descripción Litológica | Muestra | S.P.T. | Penetrometro bolsillo/ Vane test Kg/cm2 | Lefranc | Lugeon | Presiómetro | Recuperación (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64) | Resistencia (1 2 3 4) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Discontinuidades: Buzamiento en grados | Juntas | J.R.C. | Relleno [Esp. mm] | Tipo Relleno |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 113 | 101B | SECO | | | -1.00 | 1.00 | | RELLENOS: De 0,00 a 1,00m. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Balasto calcáreo y algo de escombro con algo de arena. Medio denso. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 2.00 | | SUSTRATO ALTERADO: De 2,00 a 4,80m. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Limo algo arcilloso, con pasadas arenosas de color beige amarillento con bandeados grises. Duro. | | 2.40 (30-60-59-76) 3.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -3.00 | 0.75 | | Fragmentos angulosos de dolomía empastados en una matriz limo arcillosa. Color beige. Duro. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -3.75 | 0.25 | | Arcilla limosa gris verdoso. Duro. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -4.00 | 0.30 | | Fragmentos de dolomía con matriz arcillosa. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | -4.30 | 0.50 | | Limo arcilloso finamente laminado, con pasadas arenosas. Beige amarillento. Duro. | 5.00 (34-89-100) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -4.80 | 0.60 | | SUSTRATO JURÁSICO: De 4,80 a 15,00m. | 5.40 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -5.40 | 0.80 | | Lutita carbonosa de color negro, con pasadas de carbonatos blanquecinos a techo. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -6.20 | 6.10 | | Lutita carbonosa con fragmentos de dolomía. Gris negruzco. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 101T | AGUA | Widia | | | | | Limo algo arcilloso con tramos centimétricos donde aparecen fragmentos de dolomía. Color beige. Muy firme. | | 7.20 (10-13-17-22) 7.80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | 9.30 (4-12-14-13) 9.90 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 10.15 (37-52-52-98) 10.75 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 11.75 (28-54-100R) 12.18 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -12.30 | 2.70 | | Lutitas negras carbonosas que engloban fragmentos milimétricos y centimétricos de dolomía de color gris negruzco. Hay algún nivel decimétrico con tinciones de color marrón. Duro. | | 13.60 (24-34-40-57) 14.20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | 14.25 TP1 14.55 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | -15.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# SONDEO: SE-1

**FOTO 1:** EMPLAZAMIENTO

**FOTO 2:** CAJA 1 0,00-2,60 m

**FOTO 3:** CAJA 2 2,60-5,25 m

**FOTO 4:** CAJA 3 5,25-7,60 m

# SONDEO: SE-1

**FOTO 5:** CAJA 4 7,60-10,57 m

**FOTO 6:** CAJA 5 10,57-12,60 m

**FOTO 7:** CAJA 6 12,60-15,00 m

# SONDEO: SE-2

**FOTO 1:** EMPLAZAMIENTO

**FOTO 2:** CAJA 1 0,00-2,40 m

**FOTO 3:** CAJA 2 2,40-5,40 m

**FOTO 4:** CAJA 3 5,40-8,20 m

# SONDEO: SE-2

**FOTO 5:** CAJA 4 8,20-11,75 m

**FOTO 6:** CAJA 5 11,75-14,55 m

**FOTO 7:** CAJA 6 14,55-15,00 m

GEOCONTROL S.A. — GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

# Hoja de presentación de Sondeos

**Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO
**Trabajo:** INTEGRACIÓN FFCC GIJÓN
**Clave:** 0108-GE

**Sondeo nº:** S-1
**Inclinación (º):** 90
**Hoja nº:** 1 de 4

**PK:**
**X:** 283388,7691
**Y:** 4823782,365
**Z:** 18,42

**Máquina:** ROLATEC RL-800
**Empresa:** SEINCO
**Sondista:** BENITO CUERVO
**Supervisor:** R.MORENO

**Fluido:** SECO/AGU
**Fecha ini.:** 1/6/01
**Fecha fin:** 7/6/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Revestimiento | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,0 – 2,3 | 06/01/2001 | B 98 W (0,0 – 6,0) | 113 | Antrópico. Fragmentos de escorias, dolomias, cascotes, etc. En matriz arenolimosa marrón oscura. Aparece un nivel entre 1,6-1,7 m de margas arcillosas de alteración de algún bolo calcáreo. Presencia de materia orgánica. Suelto. | 2,3 |
| 2,3 – 8 | | T 101 D (6,0 – 10,0) | | Arcillas limo margosas, alteradas, algo consolidadas. Color marrón verdoso con abundantes oxidaciones negruzcas y anaranjadas. Presencia de materia orgánica y precipitados carbonáticos grises. De algo consolidadas a consolidadas desde los 4,5 m. | 8 |
| 8 – 10 | | | | Margas arcillosas alteradas (ºIV) y laminadas subhorizontalmente. Color gris a negro algo parduzco por alteración. De consolidadas a poco consolidadas. | 10 |

| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | # 5 | # 40 | # 200 | L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | c (kp/cm²) | φ (º) | eo | cc | | | M.O.(%) | SO4(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI | 3-3,6 | 3/7/11/14 | | | | | | | | | | | | | | | 2,11 | 1,33 |
| SPT | 3,6-4,2 | 2/9/12/16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MI | 5-5,45 | 27/53/80R | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SPT | 5,45-6,05 | 14/30/36/49 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TP | 6,7-7 | | [illegible] | 99,9 | 98,75 | 28,6 | 18,5 | 17,54 | 1,79 | | | | | | | | | |
| SPT | 7-7,6 | 12/21/33/45 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TP | 9-9,3 | | | | | | | | | | | | | | | | 0,77 | 1,26 |
| SPT | 9,3-9,9 | 8/12/15/16 | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Promedios:** Maniobra 0,8 — Recupera. 80,4 — RQD 15,7

**Observaciones**

**LEYENDA**

- **MI:** Muestra inalterada
- **MA:** Muestra alterada
- **SPT:** Ensayo penetrómetro estándar
- **VT:** Vane test (kp/cm²)
- **ES:** Esclerómetro Schmidt
- **TT:** Tilt-Test
- **DM:** Dureza martillo
- **PR:** Presiómetro
- **TP:** Testigo parafinado
- **MW:** Muestra de agua
- **PB:** Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²)
- **NA:** Nivel de agua
- **MF:** Muestra PLT
- **FR:** Fin de revestimiento
- **LG:** Ensayo Lugeon
- **LF:** Ensayo Lefranc

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

# Hoja de presentación de Sondeos

**Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO
**Trabajo:** INTEGRACIÓN FFCC GIJÓN
**Clave:** 0108-GE

**Sondeo nº:** S-1
**Inclinación (º):** 90
**Hoja nº:** 2 de 4

**PK:**
**X:** 283388,7691
**Y:** 4823782,365
**Z:** 18,42

**Máquina:** ROLATEC RL-800
**Empresa:** SEINCO
**Sondista:** BENITO CUERVO
**Supervisor:** R.MORENO

**Fluido:** SECO/AGU
**Fecha ini.:** 1/6/01
**Fecha fin:** 7/6/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) | Recupera. (%) | ROD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q | Muestras y ensayos In-Situ: Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | Resultados de los ensayos de laboratorio: Granulo. (% Paso) #5 | #40 | #200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | (°) | Edómetro eo | cc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10,0 | 06/01/2001 | T 101 D | | 113 | 12,8 | Brecha de fragmentos y arena gruesa dolomítica de color ocre claro en matriz margoarcillosa ocre anaranjada blanda y muy lavada por el sondeo. E/M=70/30. Diámetro máximo de 3,4 cm. Diámetro medio <= 1cm | 10,8 | | 11,0 | | | | | | | | LF | 3-11,3 | | | | | | | | | | | | | |
| 11,0 | | | | | | Dolomías de color ocre claro por alteración (grado III), fracturadas con juntas subhorizontales y verticales onduladas y lisas. | 11,6 | | 11,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12,0 | | | | | | | | | 12,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13,0 | | | | | | | | | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14,0 | | | | | | Brecha similar al tramo 10-10,8 m con un nivel margoso gris-negro rígido entre 12,2-12,3 m. | | | 13,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15,0 | | | | | | | | | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,0 | 06/05/2001 | | | | | | | | 14,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17,0 | | | | | | | | | 15,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18,0 | | S 98 W | | | | | | | 15,45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19,0 | | | | | | | | | 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20,0 | | | | | | | | | 16,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Nivel de arcillas algo margosas de color ocre anaranjado, poco consolidadas como producto de alteración intensa de dolomías a grado V. Presentan algo de gravilla angulosa y dispersa | 16,8 / 17,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Brecha de fragmentos y arenas angulosas dolomíticas en matriz arcillomargosa ocre anaranjada, blanda. E/M=60/40. D máx.=2-3 cm ; D mín.=arena ; D medio <= 0.5 cm. Presencia de algún nivel puramente arcillomargoso entre 18,6-18,8 m y 19,8-20,0 m. | 20 | | 18,4 / 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Promedios:** | | | | | | | | | **0,8** | **89,5** | **3,9** | | **10,0** | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Observaciones**

**LEYENDA**

MI: Muestra inalterada · MA: Muestra alterada · SPT: Ensayo penetrómetro estándar · VT: Vane test (kp/cm²) · ES: Esclerómetro Schmidt · TT: Tilt-Test · DM: Dureza martillo · PR: Presiómetro
TP: Testigo parafinado · MW: Muestra de agua · PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) · NA: Nivel de agua · MF: Muestra PLT · FR: Fin de revestimiento · LG: Ensayo Lugeon · LF: Ensayo Lefranc

# Hoja de presentación de Sondeos

GEOCONTROL S.A. — GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cliente:** | MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** | S-1 | **PK:** | | **Máquina:** | ROLATEC RL-800 |
| **Trabajo:** | INTEGRACIÓN FFCC GIJÓN | **Inclinación (º):** | 90 | **X:** | 283388,7691 | **Empresa:** | SEINCO |
| **Clave:** | 0108-GE | **Hoja nº:** | 3 de 4 | **Y:** | 4823782,365 | **Sondista:** | BENITO CUERVO |
| | | | | **Z:** | 18,42 | **Supervisor:** | R.MORENO |

**Fluido:** AGUA
**Fecha ini.:** 1/6/01
**Fecha fin:** 7/6/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Revestimiento | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 20,0 – 21,3 | 06/05/2001 | T 101 D | 113 | Brecha de fragmentos y arenas angulosas dolomíticas en matriz arcillomargosa ocre anaranjada, blanda. E/M=60/40. D máx.=2-3 cm ; D mín.=arena ; D medio <= 0.5 cm. | 21,3 |
| 21,3 – 23,6 | | | | Brecha. Fragmentos y gravas angulosas de dolomias gris oscuras en matriz margoarcillosa de color gris negro consolidada. Los fragmentos son de mayor tamaño y el grado de alteración menor. E/M=40/60. D máx de 5 a 6 cm; D medio de 2 a 3 cm; D mín. de 1 cm. | 23,6 |
| 23,6 – 26,6 | 06/06/2001 | | | Brecha. Fragmentos y arenas gruesas dolomíticas en matriz margo arcillosa de color ocre anaranjado, algo consolidada a blanda, y muy lavada por el sondeo. E/M=65/35. D máx.=4 cm; D medio=1-2 cm. | 26,6 |
| 26,6 – 29,4 | | T 101 D | | Margas arcillo limosas de muy consolidadas a rígidas. Algo alteradas (grado III) con colores gris negro a rojizo por alteración. Baja fracturación y mayor alteración a muro. | 29,4 |
| 29,4 – 30 | | | | Calizas muy dolomíticas de color ocre anaranjado por alteración (ºIII), laminadas y moderadamente fracturadas. Juntas planas y algo rugosas subhorizontales. (*) | 30 |

Maniobra (m): 20,45; 21,05; 21,5; 22; 22,5; 23; 23,3; 23,7; 24,1; 25; 25,6; 26,9; 27,5; 28,7; 29,6; 31

**Muestras y ensayos In-Situ / Resultados de los ensayos de laboratorio**

| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | # 5 | # 40 | # 200 | L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | c (kp/cm²) | φ (º) | eo | cc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI | 20-20,45 | 15/63/80R | | | | | | | | | | | | |
| SPT | 20,45-21,05 | 22/33/36/40 | | | | | | | | | | | | |
| TP | 26,7-26,9 | | 99,84 | 99,56 | 99,52 | 52,9 | 21,8 | 16,14 | 1,84 | | | | | |
| SPT | 26,9-27,5 | 14/30/48/60 | | | | | | | | | | | | |
| LG | 28-30,2 | | | | | | | | | | | | | |

| Promedios: | Maniobra | Recupera. | RQD | Meteoriz. | Fracturas |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,7 | 86,8 | 23,3 | | 5,9 |

**Observaciones** (*) Presencia de alguna vena fina de calcita.

**LEYENDA**

MI: Muestra inalterada — MA: Muestra alterada — SPT: Ensayo penetrómetro estándar — VT: Vane test (kp/cm²) — ES: Esclerómetro Schmidt — TT: Tilt-Test — DM: Dureza martillo — PR: Presiómetro

TP: Testigo parafinado — MW: Muestra de agua — PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) — NA: Nivel de agua — MF: Muestra PLT — FR: Fin de revestimiento — LG: Ensayo Lugeon — LF: Ensayo Lefranc

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

# Hoja de presentación de Sondeos

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cliente:** | MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** | S-1 | **PK:** | | **Máquina:** | ROLATEC RL-800 | **Fluido:** | AGUA |
| **Trabajo:** | INTEGRACIÓN FFCC GIJÓN | **Inclinación (º):** | 90 | **X:** | 283388,7691 | **Empresa:** | SEINCO | **Fecha ini.:** | 1/6/01 |
| **Clave:** | 0108-GE | **Hoja nº:** | 4 de 4 | **Y:** | 4823782,365 | **Sondista:** | BENITO CUERVO | **Fecha fin:** | 7/6/01 |
| | | | | **Z:** | 18,42 | **Supervisor:** | R.MORENO | | |

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| 30,0 – 32,4 | 06/07/2001 | T 101 D | Margas arcillosas gris negras alteradas a grado IV. Consistencia baja aunque originalmente eran rígidas. | 32,4 | 31,0; 32 |
| 32,4 – 32,8 | | | Nivel de arenas gruesas arcillosas sueltas. Color gris negro. Grado de alteración V. | 32,8 | 32,8 |
| 32,8 – 33,4 | | | Margas arcillosas de color gris rojizo por alteración elevada (grado IV). Poco consolidadas. Laminadas. | 33,4 | 33,4 |
| 33,4 – 34,6 | | | Brecha de fragmentos de dolomias gris oscuras en matriz arcillomargosa del mismo color, blanda, plástica y muy lavada por el sondeo. D máx.=4 cm; D med.=2 cm; D mín.=grava. | 34,6 | |
| 34,6 – 35 | | | Margas arcillosas de color gris rojizo por alteración elevada (grado IV). Poco consolidadas. Laminadas. | 35 | 35 |

Profundidad scale: 30,0 · 31,0 · 32,0 · 33,0 · 34,0 · 35,0 · 36,0 · 37,0 · 38,0 · 39,0 · 40,0

Columns: Velocid. avance (m/h) · Revestimiento · Nivel de agua · Columna litológica · Recupera. (%) · RQD (%) · Meteoriz. (ISRM) · Fracturas cada 30cm · RCS (ISRM) · RMR · Q

**Muestras y ensayos In-Situ / Resultados de los ensayos de laboratorio**

| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | #5 | #40 | #200 | L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | c (kp/cm²) | φ (º) | eo | cc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TP | 31,7-32 | | | | | | | | | 1,83 | | | | |

| Promedios: | Maniobra | Recupera. | Fracturas |
|---|---|---|---|
| | 1,1 | 71,5 | 10,0 |

**Observaciones**

**LEYENDA**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro |
| TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc |

SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 0,0-2,0 m
CAJA Nº 1
SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 2,0-4,85 m
CAJA Nº 2

SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 4,85-8,7 m
CAJA Nº 3
SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 8,7-11,0 m
CAJA Nº 4
SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 11,0-14,0 m
CAJA Nº 5
SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 14,0-16,4 m
CAJA Nº 6

SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 16,4-18,4 m
CAJA Nº 7

SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 18,4-21,5 m
CAJA Nº 8

SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 21,5-23,7 m
CAJA Nº 9

SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 23,7-26,7 m
CAJA Nº 10

SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 26,7-29,6 m
CAJA Nº 11

SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 29,6-32,8 m
CAJA Nº 12

SONDEO: S-1
METRO TRÉN GIJÓN
PROFUND: 32,8-35,0 m
CAJA Nº 13

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

# Hoja de presentación de Sondeos

**Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO
**Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN
**Clave:** 0108-GE

**Sondeo nº:** S-2
**Inclinación (º):** 90
**Hoja nº:** 1 de 4

**PK:**
**X:** 283687,6357
**Y:** 4824142,3
**Z:** 8,39

**Máquina:** TECOINSA TP-50
**Empresa:** SEINCO
**Sondista:** ÁNGEL SÁNCHEZ
**Supervisor:** R. MORENO

**Fluido:** SECO
**Fecha ini.:** 4/6/01
**Fecha fin:** 6/6/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) | Recupera. (%) | ROD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,0 | 06/04/2001 | B 101 W | 2 4 6 8 | 98 | 5,6 | Limos arenosos con fragmentos pequeños de roca y cascotes. Color marrón a ocre oscuro. Suelto. Antrópico. | 1,5 | | | Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta (20 40 60 80) | Muy bajo / Bajo / Medio / Alto / Muy alto (20 40 60 80) | Rocasana; Ligerament. Meteori.; Moderada. Meteori.; Roca meteorizada; Completamente meteori.; Suelo Residual (I II III IV V VI) | Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta (2 4 6 8) | Estremada. Baja / Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta / Extremada. Alta (0 1 2 3 4 5) | Muy malo / Malo / Medio / Bueno / Muy bueno (20 40 60 80) | Excepcional. Malo / Extremada. Malo / Muy malo / Mala / Media / Buena / Extremada. Buena / Excepcional. Perfecta (0,01 0,1 1 10 100) |
| | | | | | | Arcillas limo arenosas con algún pequeño fragmento. Algo consolidadas. Color marrón rojizo. Antrópico. | 3 | | 1,8<br>2,4<br>3 | | | | | | | |
| | | | | | | Escorias y cascotes en matriz areno limosa. De gris claro a marrón oscuro. Suelto. Antrópico. | 4,2 | | | | | | | | | |
| | | | | | | Escorias arenosas contaminadas con hidrocarburos. Olor muy fuerte a Zotal. Sueltas. Color marrón grisáceo. Antrópico. | 5,7 | | 4,4<br>5,1<br>5,7 | | | | | | | |
| | | T 86 D | | | | Margas limosas gris oscuras, algo azuladas. Rígidas y sanas. Baja fracturación. °ALT=II-III. | 8,35 | | 6,6<br>6,72<br>8,4 | | | | | | | |
| | | B 86 W | | | | Margas limoarcillosas, algo plásticas, de color gris negro a rojo por alteración. De muy consolidadas a rígidas. Baja fracturación. | 10 | | 9,6<br>11,1 | | | | | | | |
| 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Promedios:** | | | | | | | | | **0,9** | **93,7** | **27,7** | | | | | |

| Muestras y ensayos In-Situ | | | Resultados de los ensayos de laboratorio | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Granulo. (% Paso) | | | Plasti-cidad | | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte | | Edómetro | | | | | |
| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | #5 | #40 | #200 | L.L. | L.P. | | | | c (kp/cm²) | ♦ (º) | eo | cc | | | | |
| MI | 1,8-2,4 | 3/5/6/8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SPT | 2,4-3 | 8/7/7/6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MI | 5,7-6,3 | 3/8/10/17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SPT | 6,6-6,72 | 50R | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LF | 6-8,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TP | 8,6-8,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Observaciones**

**LEYENDA**

MI: Muestra inalterada · MA: Muestra alterada · SPT: Ensayo penetrómetro estándar · VT: Vane test (kp/cm²) · ES: Esclerómetro Schmidt · TT: Tilt-Test · DM: Dureza martillo · PR: Presiómetro
TP: Testigo parafinado · MW: Muestra de agua · PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) · NA: Nivel de agua · MF: Muestra PLT · FR: Fin de revestimiento · LG: Ensayo Lugeon · LF: Ensayo Lefranc

# Hoja de presentación de Sondeos

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** S-2 | **PK:** | **Máquina:** TECOINSA TP-50 |
| **Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | **Inclinación (º):** 90 | **X:** 283687,6357 | **Empresa:** SEINCO |
| **Clave:** 0108-GE | **Hoja nº:** 2 de 4 | **Y:** 4824142,3 | **Sondista:** ÁNGEL SÁNCHEZ |
| | | **Z:** 8,39 | **Supervisor:** R. MORENO |

**Fluido:** SECO/AGU
**Fecha ini.:** 4/6/01
**Fecha fin:** 6/6/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10,0 | 06/04/2001 | B 86 W | | 98 | | Margas limoarcillosas, algo plásticas, de color gris negro a rojizo por alteración. De muy consolidadas a rígidas. Baja fracturación. | 15,3 | | 11,1 / 11,35 / 12,95 / 14,1 / 14,6 / 15,3 |
| 15,0 | 06/05/2001 | T 86 D | | | | Nivel brechoide de fragmentos y arenas dolomíticos gris oscuros, en matriz margoarcillosa de consolidada a blanda. | 15,8 | | 15,6 |
| | | | | | | Dolomias gris oscuras, laminadas e intensamente fracturadas con posibles | 16,4 | | |
| | | | | | | Dolomias gris oscuras, laminadas con fracturación moderada a techo y baja el resto. Juntas planas y suaves. Sanas (°II-III). Juntas mayoritariamente a 10° y alguna subvertical | 17,3 | | 16,55 / 17,4 |
| 18,0 | | B 86 W | | | | Margas limosas de color gris negro. Rígidas y sanas. Baja fracturación. | 20 | | 18,2 / 19,8 / 20,6 |

Recupera. (%) — Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta (20 40 60 80)
RQD (%) — Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto (20 40 60 80)
Meteoriz. (ISRM) — Rocarana, Ligeramente Meteori., Moderada. Meteori., Rocamoteorizada, Completamente meteori., Suelo Residual (I II III IV V VI)
Fracturas cada 30cm — Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta (2 4 6 8)
RCS (ISRM) — Extremada. Baja, Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta, Extremada. Alta (0 1 2 3 4 5)
RMR (sin correcciones) — Muy malo, Malo, Medio, Bueno, Muy bueno (20 40 60 80)
Q — Excepcional. Malo, Extremada. Malo, Muy malo, Mala, Media, Buena, Muy buena, Extremada. Buena, Excepcional. Buena (0,01 0,1 1 10 100)

| Muestras y ensayos In-Situ: Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | Granulo. (% Paso) #5 | #40 | #200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | ϕ (°) | Edómetro eo | cc | | | M.O.(%) | SO4(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TP | 10,4-10,7 | | | | | | | | | 4,12 | | | | | | | | |
| SPT | 11,35-11,95 | 50R | 99,92 | 91,46 | 98,46 | 98,9 | 21,8 | 11,66 | 1,89 | | | | | | | | | |
| TP | 12,65-12,95 | | | | | | | | | | | | | | | | 8,69 | 8,86 |
| TP | 14,6-14,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TP | 17,9-18,2 | | | | | | | | | 8,79 | | | | | | | | |

**Promedios:** 0,8 | 92,8 | 70,0 | 4,1

**Observaciones**

**LEYENDA**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro |
| TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc |

# Hoja de presentación de Sondeos

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** S-2 | **PK:** | **Máquina:** TECOINSA TP-50 |
| **Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | **Inclinación (º):** 90 | **X:** 283687,6357 | **Empresa:** SEINCO |
| **Clave:** 0108-GE | **Hoja nº:** 3 de 4 | **Y:** 4824142,3 | **Sondista:** ÁNGEL SÁNCHEZ |
| | | **Z:** 8,39 | **Supervisor:** R. MORENO |

**Fluido:** SECO/AGU
**Fecha ini.:** 4/6/01
**Fecha fin:** 6/6/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20,0 | 06/05/2001 | T 86 D | | | | Margas limosas de color gris negro. Rígidas y sanas. Baja fracturación. | 20,6 | | 20,6 |
| 21,0 | | B 86 W | | | | Brecha. Fragmentos de dolomias de pequeño tamaño (<1 cm) en matriz margoarcillosa de color grisáceo. Mayor alteración (ºIV). Consolidación media. E/M=30/70. | 22,8 | | 20,95 / 21,3 / 21,9 / 22,6 |
| 22,0 | | | | | | | | | |
| 23,0 | | T 86 D | | | | Dolomias gris oscuras, sanas (ºII-III) pero muy fracturadas. Sin rellenos apreciables. Juntas algo onduladas y lisas. | 24,2 | | 23,85 |
| 24,0 | | | | | | Dolomias similares al anterior tramo pero con fracturación de moderada a baja. Juntas a 10º y ocasionalmente a 90º. | 25 | | 24,4 |
| 25,0 | | | | | | | | | 25,55 |
| 26,0 | | | | | | | | | |
| 27,0 | 06/06/2001 | B 86 W | | | | Margas limosas de color gris oscuro. Sanas. Baja fracturación. Precipitados carbonáticos blancos y limosos. De consolidadas a muy consolidadas. | 29,4 | | 27,05 / 27,6 |
| 28,0 | | | | | | | | | |
| 29,0 | | | | | | | | | 29,4 |
| 30,0 | | | | | | Brecha. Arenas gruesas y cantos angulosos de hasta 3-4 cm, en matriz margoarcillosa de color gris. Consolidadas. | 30 | | 29,9 |

Columnas: Recupera. (%) — Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta (20 40 60 80); RQD (%) — Muy bajo / Bajo / Medio / Alto / Muy alto (20 40 60 80); Meteoriz. (ISRM) — Rocasana / Ligerament. Meteori. / Moderada. Meteori. / Rocamoteorizada / Completamente meteori. / Suelo Residual (I II III IV V VI); Fracturas cada 30cm — Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta (2 4 6 8); RCS (ISRM) — Extremada. Baja / Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta / Extremada. Alta (0 1 2 3 4 5); RMR (sin corrección) — Muy malo / Malo / Medio / Bueno / Muy bueno (20 40 60 80); Q — Excepcional. Malo / Extremada. Malo / Muy malo / Mala / Media / Buena / Muy buena / Extremada. Buena / Excepcional. Buena (0,01 0,1 1 10 100)

**Muestras y ensayos In-Situ**

| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados |
|---|---|---|
| TP | 21,3-21,5 | |
| LF | 18,2-29,9 | |
| TP | 24,75-25 | 1076 |
| TP | 25,5-25,7 | |
| LG | 27-29,9 | |
| LG | 28-29,9 | 6,12 |
| LG | 28,5-29,5 | |

**Resultados de los ensayos de laboratorio**

| Granulo. (% Paso) # 5 | # 40 | # 200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | ϕ (º) | Edómetro eo | cc | | | M.O.(%) | SO4(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | 1,2 | 1,15 |

**Promedios:** 0,8 | 99,3 | 45,4 | 2,7

**Observaciones** (1) Densidad aparente

**LEYENDA**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro |
| TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc |

# Hoja de presentación de Sondeos

**GEOCONTROL S.A.**
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cliente:** | MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** | S-2 | **PK:** | | **Máquina:** | TECOINSA TP-50 |
| **Trabajo:** | INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | **Inclinación (º):** | 90 | **X:** | 283687,6357 | **Empresa:** | SEINCO |
| **Clave:** | 0108-GE | **Hoja nº:** | 4 de 4 | **Y:** | 4824142,3 | **Sondista:** | ÁNGEL SÁNCHEZ |
| | | | | **Z:** | 8,39 | **Supervisor:** | R. MORENO |

**Fluido:** SECO/AGU
**Fecha ini.:** 4/6/01
**Fecha fin:** 6/6/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) | Recupera. (%) | ROD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30,0 | 06/06/2001 | T 86 D | | | | Calizas dolomíticas alteradas a °III, de color beige claro, con signos de carstificación y elevada fracturación. | 30,5 | | 30,45 | Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta (20 40 60 80) | Muy bajo / Bajo / Medio / Alto / Muy alto (20 40 60 80) | I Sana · II Ligeramente Meteori. · III Moderada. Meteori. · IV Muy meteorizada · V Completamente meteori. · VI Suelo Residual | Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta (2 4 6 8) | Extremada. Baja / Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta / Extremada. Alta (0 1 2 3 4 5) | Muy malo / Malo / Medio / Bueno / Muy bueno (20 40 60 80) | Excepcional. Malo / Extremada. Malo / Muy malo / Mala / Media / Buena / Extremada. Buena / Excepcional. Perfecta (0,01 0,1 1 10 100) |
| 31,0 | | | | | | Calizas dolomíticas gris oscuras, laminadas, de grano medio. Signos de carstificación. | 31,4 | | 31,5 | | | | | | | |
| 32,0 | | B 86 W | | | | Margas limoarenosas de color gris oscuro. Rígidas y con abundantes precipitaciones carbonáticas blancas. | 32,9 | | 32,8 | | | | | | | |
| 33,0 | | | | | | Margas limoarenosas de color marrón rojizo. Rígidas. | 33,5 | | 34,2 | | | | | | | |
| 34,0 | | | | | | Margas limoarcillosas gris oscuras. Rígidas y con dos niveles de calizas dolomíticas entre 34,2-34,4 m y 34,75-34,8 m. | | | 34,75 | | | | | | | |
| 35,0 | | | | | | | 35,1 | | 35,1 | | | | | | | |
| 36,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Promedios:** | | | | | | | | | **0,9** | **83,5** | **59,0** | | **2,0** | | | |

| Muestras y ensayos In-Situ | | | Resultados de los ensayos de laboratorio | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Granulo. (% Paso) | | | Plasti-cidad | | | | | Resist. al corte | | Edómetro | | | | | | |
| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | #5 | #40 | #200 | L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | c (kp/cm²) | ♦ (º) | eo | cc | | | MO.(%) | SO4(%) |
| TP | 32,4-32,7 | | | | | | | | | | | | | | | | 1,71 | 0,7 |
| TP | 32,8-33,1 | | | | | | | | | 7,06 | | | | | | | | |
| TP | 34,85-35,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Observaciones**

**LEYENDA**

MI: Muestra inalterada · MA: Muestra alterada · SPT: Ensayo penetrómetro estándar · VT: Vane test (kp/cm²) · ES: Esclerómetro Schmidt · TT: Tilt-Test · DM: Dureza martillo · PR: Presiómetro
TP: Testigo parafinado · MW: Muestra de agua · PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) · NA: Nivel de agua · MF: Muestra PLT · FR: Fin de revestimiento · LG: Ensayo Lugeon · LF: Ensayo Lefranc

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND: 0,0-2,4m
CAJA Nº 1
GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND. 2,4-5,1m
CAJA Nº 2

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND. 5,1-9,05
CAJA Nº 3
GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND. 9,05-11,9m
CAJA Nº 4
GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND: 11,9-14,6m
CAJA Nº 5
GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND. 14,6-17,4m
CAJA Nº 6

SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND= 17,4 - 20,15 m.
CAJA Nº 7

SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND= 20,15 - 22,85
CAJA Nº 8

SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND= 22,85 - 25,7 m
CAJA Nº 9

SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND= 25,7 - 28,6
CAJA Nº 10

SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND= 28,6 - 31,5
CAJA Nº 11

SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND= 31,5 - 34,5
CAJA Nº 12

SONDEO: S-2
METROTRÉN GIJÓN
PROFUND= 34,5 - 35,1 m
CAJA Nº 13

# Hoja de presentación de Sondeos

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** S-3 | **PK:** | **Máquina:** ROLATEC RL-46 |
| **Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | **Inclinación (º):** 90 | **X:** 284168,43 | **Empresa:** SEINCO |
| **Clave:** 0108-GE | **Hoja nº:** 1 de 3 | **Y:** 4824491,9 | **Sondista:** LUCIANO RODRIGUEZ |
| | | **Z:** 8,3 | **Supervisor:** R. MORENO |

**Fluido:** SECO/AGU
**Fecha ini.:** 18/4/01
**Fecha fin:** 21/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,0 – 2,0 | 18/04/2001 | B - 116 - W | | | 1,95 | Antrópico. Nivel de 10 cm de cemento, relleno de arenas con gravas (20 cm). Limo arenoso negro con materia orgánica (10 cm). Arenas limosas con fragmentos de dolomías y cuarcita color marrón claro. | 1,8 | | |
| 2,0 – 3,35 | | | | | | Arena fina de playa con niveles milimétricos a centimétricos de limos oscuros con materia orgánica abundante. Sueltas y húmedas. Color ocre a marrón oscuro los limos. | 3,3 | | 2,4 / 3,35 |
| 3,35 – 4,3 | 19/04/2001 | T - 101 - W | | 113 | | Dolomías ocres claras con grado de alteración III-IV. Signos de karstificación. Muy fracturadas. Color anaranjado. (*) | 3,9 | | 4 |
| 4,3 – 6,25 | | | | | | Margas algo arcillosas. (**). | 4,3 | | |
| 6,25 – 7,15 | | | | | | Dolomías ocres claras con grado de alteración III-IV. Muy fracturadas con rellenos margosos arcilosos, producto de alteración de la propia dolomía, con arena y pequeños fragmentos. Juntas onduladas y lisas con rellenos de alteración de 0,5 - 1 cm. Zona de brechas desde 4,5 a 5,5 m. Menor fracturación desde los 6 m. Óxidos en juntas. | 6,25 | | 4,6 / 5,5 |
| 7,15 – 10,5 | | | | | | Nivel de dolomías con grado de alteración IV-V con niveles centimétricos de margas grises arcillosas y alteradas. | 7,15 | | 7,1 |
| 10,5 – 10,0 | | | | | | Dolomías ocres claras intensamente fracturadas (brecha) con rellenos margoarcillosos (Dolomías con grado de alteración V-VI) de hasta 3-4 cm. Signos de karstificación. Menor fracturación relativa entre 8,5-8,8 m y 9-9,5 m. | 10 | | 8,5 / 9,5 / 10,5 |

Columnas: Recupera. (%) (Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta); RQD (%) (Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto); Meteoriz. (ISRM) (Recarana, Ligeramente Meteori., Moderada Meteori., Rasa meteorizada, Completamente meteori., Suelo Residual); Fracturas cada 30cm (Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta); RCS (ISRM) (Extremada Baja, Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta, Extremada Alta); RMR (sin correcciones) (Muy malo, Malo, Medio, Bueno, Muy bueno); Q (Excepcional Malo, Extremada Malo, Muy malo, Mala, Media, Buena, Muy buena, Extremada Buena, Excepcional Buena)

**Promedios:** 1,2 | 96,2 | 0,0 | 9,1

| Muestras y ensayos In-Situ: Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | Granulo. (% Paso) # 5 | # 40 | # 200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | ϕ (º) | Edómetro eo | cc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI | 2,4-3 | 9/17/19/20 | 100 | 99,94 | 9,82 | NP | NP | 95,99 | 1,4 | | | | | |
| SPT | 3-3,35 | 7/72/10 R | | | | | | | | | | | | |
| SPT | 6,5-7,1 | 3/17/50/55 | | | | | | | | | | | | |

**Observaciones** (*) Juntas onduladas y suaves. Estratificación subhorizontal. Laminación milimétrica (**). Presencia de algún nivel alterado a grado IV-V. Se observa laminación. Colores ocres, marrones y verdes.

**LEYENDA**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro |
| TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc |

# Hoja de presentación de Sondeos

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente: MINISTERIO DE FOMENTO | Sondeo nº: S-3 | PK: | Máquina: ROLATEC RL-46 |
| Trabajo: INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | Inclinación (º): 90 | X: 284168,43 | Empresa: SEINCO |
| Clave: 0108-GE | Hoja nº: 2 de 3 | Y: 4824491,9 | Sondista: LUCIANO RODRIGUEZ |
| | | Z: 8,3 | Supervisor: R. MORENO |

Fluido: AGUA
Fecha ini.: 18/4/01
Fecha fin: 21/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10,0 – 12,0 | 19/04/2001 | T - 101 - W | | 113 | | Dolomías ocres claras intensamente fracturadas (brecha) con rellenos margoarcillosos (dolomías con grado de alteración V-VI) de hasta 3-4 cm. Signos de karstificación. | 12,1 | | 10,5 |
| 12,0 – 15,0 | | | | | | Dolomías alteradas a º IV-V. Se observan puntos brillantes de calcita con pasadas centimétricas de margas grises alteradas y niveles de dolomía más sana (III) muy brechificada. Nivel de margas arcillosas entre 14,2-14,8 m. | 15,1 | | 12,5 / 14 |
| 15,0 – 17,0 | | | | | | Dolomías alteradas a º V. Margas de color ocre anaranjado y verdoso, laminadas, rígidas , algo arenosas. Nivel muy blando entre 15,9 y 16,1 m. | 17,2 | | 15,4 / 15,9 / 17 |
| 17,0 – 18,0 | 20/04/2001 | | | | | Dolomias sanas moderadamente fracturadas, juntas subhorizontales y verticales con óxidos y con algún relleno margo arcilloso blando. Color grisaceo (º Alt II-III). Signos de karstificación. | 18,3 | | 17,35 / 17,5 / 18 |
| 18,0 – 20,0 | | | | 98 | | Dolomías grisaceas a ocre por alteración (º II-III) intensamente fracturadas con algún relleno ocasional margo arcilloso. Signos de karstificación. | 20 | | 19 / 19,5 / 20,5 |

Recupera. (%) — Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta (20 40 60 80)
RQD (%) — Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto (20 40 60 80)
Meteoriz. (ISRM) — Rocasana, Ligeramente Meteori., Moderada Meteori., Rocamoteorizada, Completamente meteori., Suelo Residual (I II III IV V VI)
Fracturas cada 30cm — Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta (2 4 6 8)
RCS (ISRM) — Extremada Baja, Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta, Extremada Alta (0 1 2 3 4 5)
RMR (sin correcciones) — Muy malo, Malo, Medio, Bueno, Muy bueno (20 40 60 80)
Q — Excepcional Malo, Extremada Malo, Muy malo, Mala, Media, Buena, Muy buena, Extremada Buena, Excepcional Buena (0,01 0,1 1 10 100)

Muestras y ensayos In-Situ

| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados |
|---|---|---|
| TP | 14,25-14,8 | |

Resultados de los ensayos de laboratorio

| Granulo. (% Paso) # 5 | # 40 | # 200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | ϕ (º) | Edómetro eo | cc | | | Carbonato (%) | SO4(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 98,79 | 97,96 | 96,59 | 99,9 | 21,2 | 17,19 | 1,83 | 2,45 | | | | | | | 19,14 | 8,146 |

Promedios: 0,9 | 84,1 | 11,2 | 7,1

Observaciones

LEYENDA

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro |
| TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc |

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

# Hoja de presentación de Sondeos

**Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO
**Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN
**Clave:** 0108-GE

**Sondeo nº:** S-3
**Inclinación (º):** 90
**Hoja nº:** 3 **de** 3

**PK:**
**X:** 284168,43
**Y:** 4824491,9
**Z:** 8,3

**Máquina:** ROLATEC RL-46
**Empresa:** SEINCO
**Sondista:** LUCIANO RODRIGUEZ
**Supervisor:** R. MORENO

**Fluido:** AGUA
**Fecha ini.:** 18/4/01
**Fecha fin:** 21/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) | Recupera. (%) | RQD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q | Muestras y ensayos In-Situ: Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | Resultados de los ensayos de laboratorio: Granulo. (% Paso) #5 | #40 | #200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | ♦ (º) | Edómetro eo | cc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20,0 | 20/04/2001 | T - 86 - W | | 98 | | Dolomías grises oscuras (algo azuladas) sanas(° Alt II) con algún relleno margoarcilloso de color ocre a techo a gris oscuro azulado. De muy fracturadas a intensamente fracturadas. Signos de karstificación. | | | 20,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21,0 | | | | | | | | | 21,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22,0 | | | | | | | | | 22,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23,0 | | | | | | | | | 23,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24,0 | | | | | | | | | 24,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25,0 | | | | | | | | | 25,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25,6 | | | | | | Nivel de margas poco arcillosas de color gris | 25,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26,0 | | | | | | | | | 26,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27,0 | 21/04/2001 | T - 86 - W | | | | Dolomías grises oscuras (algo azuladas) sanas (° Alt III-II) con algún relleno margoarcilloso de color ocre a techo a gris oscuro azulado. De muy fracturadas a intensamente fracturadas. Signos de karstificación mayores desde los 29,5 m con rellenos de calcita. | | | | | | | | | | | | LG | 25-29 | | | | | | | | | | | |
| 28,0 | | | | | | | | | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29,0 | | | | | | | | | 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30,0 | | | | | | | 30 | | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Promedios:** | | | | | | | | | **1,1** | **57,3** | **0,0** | | **9,8** | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Observaciones**

**LEYENDA**

MI: Muestra inalterada · MA: Muestra alterada · SPT: Ensayo penetrómetro estándar · VT: Vane test (kp/cm²) · ES: Esclerómetro Schmidt · TT: Tilt-Test · DM: Dureza martillo · PR: Presiómetro
TP: Testigo parafinado · MW: Muestra de agua · PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) · NA: Nivel de agua · MF: Muestra PLT · FR: Fin de revestimiento · LG: Ensayo Lugeon · LF: Ensayo Lefranc

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-3
METROTRÉN GIJON
PROFUNDIDAD: 0,0-2,4
CAJA Nº 1/10


GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-3
METROTRÉN GIJON
PROFUNDIDAD: 2,4-4,6m
CAJA Nº 2/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-3
METROTRÉN GIJON
PROFUNDIDAD: 4,6-7,1m
CAJA Nº 3/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-3
METROTRÉN GIJON
PROFUNDIDAD: 7,1-9,5m
CAJA Nº 4/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-3
METROTRÉN GIJON
PROFUNDIDAD: 9,5-12,5m
CAJA Nº 5/10

SONDEO: S-3
METROTRÉN GIJON
PROFUNDIDAD: 12,5-15,4
CAJA Nº 6/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-3
METROTRÉN GIJON
PROFUNDIDAD: 15,4-17,35
CAJA Nº 7/10

SONDEO: S-3
METROTRÉN GIJON
PROFUNDIDAD: 17,35-19,50
CAJA Nº 8/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-3
METROTRÉN GIJON
PROFUNDIDAD: 19,5-23,5m
CAJA Nº 9/10

SONDEO: S-3
METROTRÉN GIJON
PROFUNDIDAD: 23,5-30,0
CAJA Nº 10/10

# Hoja de presentación de Sondeos

**GEOCONTROL S.A.** — GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cliente:** | MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** | S-4 | **PK:** | | **Máquina:** | ROLATEC RL-46L |
| **Trabajo:** | INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | **Inclinación (º):** | 90 | **X:** | 284409,3868 | **Empresa:** | SEINCO |
| **Clave:** | 0108-GE | **Hoja nº:** | 1 de 4 | **Y:** | 4824491,985 | **Sondista:** | LUCIANO RODRÍGUEZ |
| | | | | **Z:** | 7,78 | **Supervisor:** | R. MORENO |

**Fluido:** SECO/AGU
**Fecha ini.:** 11/4/01
**Fecha fin:** 19/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,0 | 04/11/2001 | B 113 W | | 113 | 2,5 | Suelo de explanada. Arenas limosas con bolos y cantos de cemento. Color marrón oscuro grisáceo. | 0,6 | | |
| 1,0 | | | | | | Arenas limosas con fragmentos de roca caliza color negro. Sin cementación. Blandas. | 1,8 | | |
| 2,0 | | | | | | Nivel de limos arcillosos de color marron | 2,1 | | 2,4 |
| 3,0 | | | | | | Arenas algo limo arcillosas con fragmentos ocasionales de roca caliza. Cementación nula. Blandas. | 3,45 | | 3 |
| 4,0 | | | | | | | | | 3,45 |
| 5,0 | | | | | | Margas con fragmentos de margocalizas. Color ocre verdoso. Fragmentos angulosos de hasta 10 cm. Brecha. De consolidados a poco consolidados. | | | 4,5 |
| 6,0 | | T 101 W | | | | | | | 6,25 |
| 7,0 | | | | | | | 7,2 | | 7 |
| 8,0 | | | | | | Margocalizas dolomitizadas sanas (*) | 7,45 | | |
| 9,0 | | | | | | Arcillas margosas negras muy consolidadas con pasadas < 1 cm de margocalizas grises ocasionales. Contacto a techo buzando 15°. Blandas al final del tramo. | 9,5 | | 9 |
| 10,0 | | | | | | Brecha. Fragmentos angulosos de dolomías alteradas grado IV-III en matriz arcillomargosa de color ocre poco consolidada | 10 | | 10 |
| **Promedios:** | | | | | | | | | **1,3** |

Recupera. (%): Muy baja | Baja | Media | Alta | Muy alta
ROD (%): Muy bajo | Bajo | Medio | Alto | Muy alto
Meteoriz. (ISRM): I Sana | II Ligeram. Meteori. | III Moderada. Meteori. | IV Muy meteorizada | V Completamente meteori. | VI Suelo Residual
Fracturas cada 30cm: Muy baja | Baja | Media | Alta | Muy alta
RCS (ISRM): Muy baja | Baja | Media | Alta | Muy alta | Extremada. Alta
RMR (sin corrosivo): Muy malo | Malo | Medio | Bueno | Muy bueno
Q: Excepcional. Malo | Extremada. Malo | Muy malo | Mala | Buena | Extremada. Buena | Excepcional. Buena

| Recupera. (%) | ROD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 77,3 | 4,8 | | 7,7 | | | |

**Muestras y ensayos In-Situ**

| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados |
|---|---|---|
| MI | 2,4-3 | 4/6/6/8 |
| SPT | 3-3,45 | 36892 |
| SPT | 6-6,25 | 16/50R |
| SPT | 9-9,35 | 17/67/50R |

**Resultados de los ensayos de laboratorio**

| Granulo. (% Paso) #5 | #40 | #200 | Plasti-cidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | ♦ (º) | Edómetro eo | cc | Carbonatos (%) | SO4 (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31,37 | 27,35 | 12,33 | NP | NP | 23 | 1,49 | | | | | | 8,85 | 38,15 | 8,454 |

**Observaciones** (*) (grado alteración III) de color ocre verdoso claro. Laminación-estratificación subhorizontal. Oxidación en juntas planas y lisas.

**LEYENDA**

MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro
TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc

# Hoja de presentación de Sondeos

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

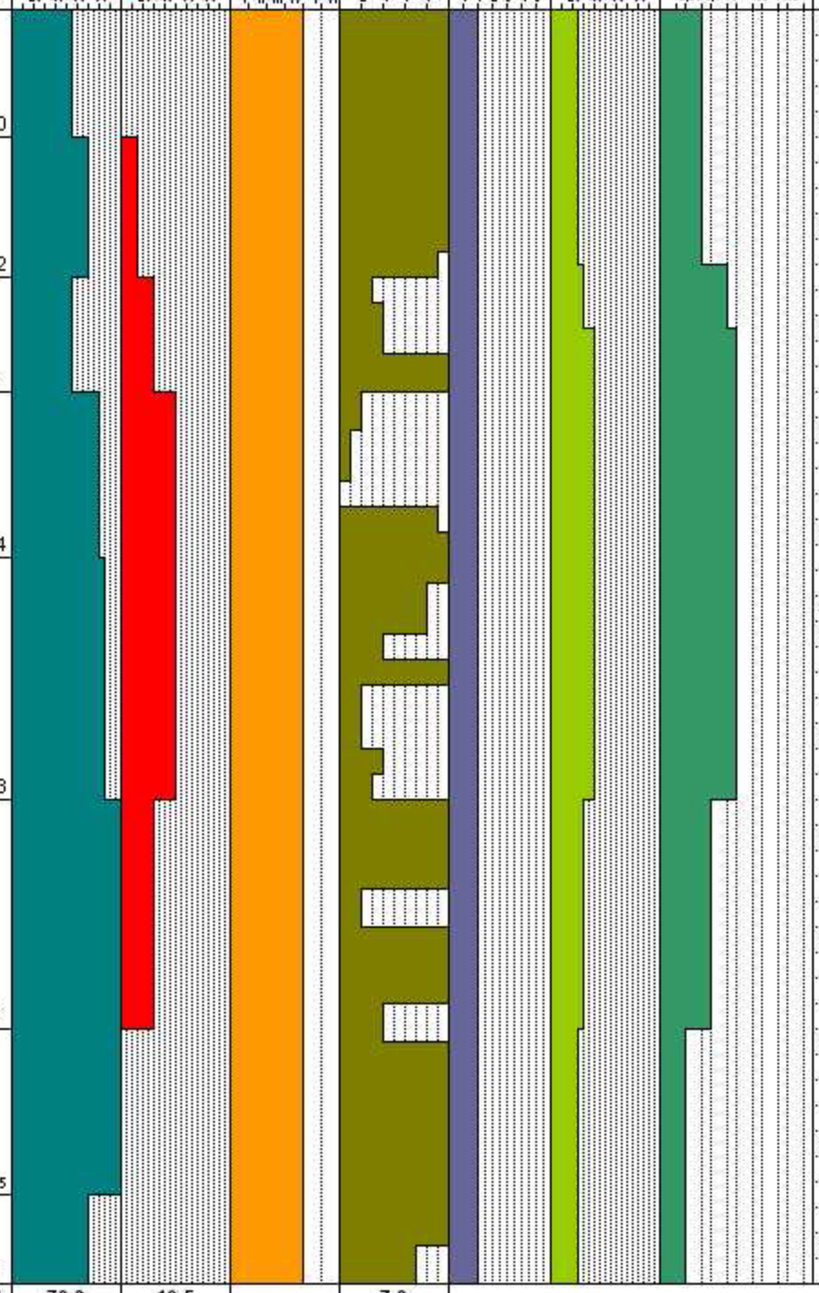
SIGSondeos - (TS3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente: MINISTERIO DE FOMENTO | Sondeo nº: S-4 | PK: | Máquina: ROLATEC RL-46 |
| Trabajo: INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | Inclinación (º): 90 | X: 284409,3868 | Empresa: SEINCO |
| Clave: 0108-GE | Hoja nº: 2 de 4 | Y: 4824536,461 | Sondista: J. GALLARDO |
| | | Z: 7,78 | Supervisor: R. MORENO |

Fluido: AGUA
Fecha ini.: 11/4/01
Fecha fin: 19/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10,0 – 11,0 | 04/11/2001 | T 101 D | | | | Brecha. Fragmentos de dolomias muy meteorizados (°ALT= IV-III) en matriz arcillo margosa de color ocre y lavada por el sondeo. Fragmentos de tamaño arena gruesa a grava gruesa (D med.=2 cm; D máx.= 4 cm). | 12,0 | | 11,0 |
| 11,0 – 12,0 | | | | | | Dolomias alteradas °IV, de color ocre grisáceo. Aspecto de margo caliza. Precipitados abundantes de calcita. | 12,5 | | 12,2 |
| 12,0 – 16,0 | 16/04/2001 | T 101 W | | 113 | | Margas grises-negras rígidas, alteradas en grado IV. Nivel con arena entre 14,9 y 15,3 m. Consolidadas entre 14,9 y16 m. | 16,3 | | 13, 14,4, 16,3 |
| 16,0 – 18,0 | | | | | | Fragmentos de dolomias alteradas °IV-III, de color gris-negro, englobados en una matriz arcillo margosa del mismo color. Precipitados ocasionales de calcita. | 18 | | 18 |
| 18,0 – 20,0 | | | | | | Fragmentos (brecha) de dolomías de colores ocre y negro en matriz arcillolimosa. Tamaño desde arena gruesa a diámetro máximo = 6 cm, diámetro medio = 2 cm. | 20 | | 19,35, 21 |

Recupera. (%) | RQD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q



| Muestras y ensayos In-Situ: Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | Granulo. (% Paso) #5 | #40 | #200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | ϕ (°) | Edómetro eo | cc | | | Carbonato (%) | SO4 (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TP | 13,5-14 | | | | | | | 12,48 | 1,99 | 5,82 | | | | | | ..... | 38,87 | |
| SPT | 14,4-14,85 | 18/30/53 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TP | 17-17,3 | | 38,25 | 33,35 | 88,25 | 34,3 | 18,6 | 14,31 | 1,93 | 6,16 | | | | | | | | 8,174 |

Promedios: 1,4 | 73,3 | 19,5 | 7,3

Observaciones

LEYENDA

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro |
| TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc |

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

# Hoja de presentación de Sondeos

**Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO
**Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN
**Clave:** 0108-GE

**Sondeo nº:** S-4
**Inclinación (º):** 90
**Hoja nº:** 3 de 4

**PK:**
**X:** 284409,3868
**Y:** 4824536,461
**Z:** 7,78

**Máquina:** ROLATEC RL-46L
**Empresa:** SEINCO
**Sondista:** J. GALLARDO
**Supervisor:** RUBÉN MORENO

**Fluido:** AGUA
**Fecha ini.:** 11/4/01
**Fecha fin:** 19/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) | Recupera. (%) | RQD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q | Muestras y ensayos In-Situ: Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | Resultados de los ensayos de laboratorio: Granulo. (% Paso) #5 | #40 | #200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | (°) | Edómetro eo | cc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20,0 | 16/04/2001 | T 101 W | | 113 | | Brecha. Fragmentos de dolomías sanas (III-II) en matriz margoarenosa (lavada) de color ocre. Fragmentos de hasta 4-5 cm. | 20,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21,0 | | | | | | Dolomías color gris-morado, sanas (III), muy duras. Fracturas algo rugosas y planas. | 21,25 | | 21,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Margas alteradas grado IV, de color ocre grisáceo. Resistencia baja. | 21,7 | | 21,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22,0 | | | | | | Nivel de dolomías color gris-morado, sanas (III), muy duras. Fracturas algo rugosas y | 22,1 | | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23,0 | 17/04/2001 | | | | | Brecha. Fragmentos de dolomías sanas englobados en una matriz arcillo margosa negra lavada por el sondeo. Fragmentos diámetro máximo = 5 cm, diámetro medio= 1-3 cm. | 24,7 | | 23,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25,0 | | | | | | Margas arcillosas gris-negras, presentan laminación subhorizontal con niveles milimétricos. Alteradas grado IV consolidadas. | 26,3 | | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26,0 | | | | | | | | | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Nivel brechificado. Fragmentos de dolomías grises en matriz arcillo margosa negra. | 26,6 | | 26,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27,0 | | | | | | Caliza gris negruzca, laminada a 15-20°. Dura. Intercalaciones milimétricas más | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Calizas oquerosas alteradas grado III-IV en matriz margosa negra. | 27,8 | | 27,85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28,0 | 18/04/2001 | | | | | Calizas oquerosas con tubificaciones subhorizontales < 1 cm con rellenos margosos consolidados. Laminadas. Color ocre grisáceo. Grado alteración III-IV. Precipitados calcíticos. | 30 | | 30,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Promedios:** | | | | | | | | | 1,2 | 60,0 | 10,1 | | 7,8 | | | | | | | | | | | | | | | | |

LG 24,8-27,85

**Observaciones** (*) Grado alteración IV-III.

**LEYENDA**

MI: Muestra inalterada — MA: Muestra alterada — SPT: Ensayo penetrómetro estándar — VT: Vane test (kp/cm²) — ES: Esclerómetro Schmidt — TT: Tilt-Test — DM: Dureza martillo — PR: Presiómetro
TP: Testigo parafinado — MW: Muestra de agua — PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) — NA: Nivel de agua — MF: Muestra PLT — FR: Fin de revestimiento — LG: Ensayo Lugeon — LF: Ensayo Lefranc

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

# Hoja de presentación de Sondeos

**Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO
**Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN
**Clave:** 0108-GE

**Sondeo nº:** S-4
**Inclinación (º):** 90
**Hoja nº:** 4 de 4

**PK:**
**X:** 284409,3868
**Y:** 4824536,461
**Z:** 7,78

**Máquina:** ROLATEC RL-46L
**Empresa:** SEINCO
**Sondista:** J. GALLARDO
**Supervisor:** R. MORENO

**Fluido:** AGUA
**Fecha ini.:** 11/4/01
**Fecha fin:** 19/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30,0 | 18/04/2001 | T 101 W | | | | Brecha. Fragmentos de calizas oquerosas | 30,3 | | 30,25 |
| 31,0 | | | | | | Margas de alteración de calizas a grado IV-III. Colores negros y ocres. | 31,2 | | |
| 32,0 | | | | | | Calizas micríticas gris-moradas oquerosas desde 32,8 m, alteradas a grado III con oxidaciones anaranjadas en juntas pero sin arcilla. Grano fino. Karstificación a favor de fracturas subverticales y a 60° no muy abundantes y con rellenos parciales de calcita. Alteración a margo calizas de color ocre-crema importante. | | | 31,5 |
| 33,0 | | | | | | | | | 33,5 |
| 34,0 | 19/04/2001 | | | | | | 34,25 | | 34,25 |
| 35,0 | | | | | | Brecha de fragmentos calizos en matriz margosa litificada | 34,6 | | |
| 36,0 | | | | | | Margas negras desmenuzables con la mano. | 35,5 | | 35,5 |
| 37,0 | | | | | | | | | |
| 38,0 | | | | | | | | | |
| 39,0 | | | | | | | | | |
| 40,0 | | | | | | | | | |
| **Promedios:** | | | | | | | | | **1,5** |

Recupera. (%) — Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta (20 40 60 80)
ROD (%) — Muy bajo / Bajo / Medio / Alto / Muy alto (20 40 60 80)
Meteoriz. (ISRM) — Recarana / Ligeramente Meteori. / Moderada. Meteori. / Muy meteorizada / Completamente meteori. / Suelo Residual (I II III IV V VI)
Fracturas cada 30cm — Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta (2 4 6 8)
RCS (ISRM) — Extremada. Baja / Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta / Extremada. Alta (0 1 2 3 4 5)
RMR (sin corrosivos) — Muy malo / Malo / Medio / Bueno / Muy bueno (20 40 60 80)
Q — Excepcional. Malo / Extremada. Malo / Muy malo / Mala / Media / Buena / Extremada. Buena / Excepcional. Buena (0,01 0,1 1 10 100)

| Muestras y ensayos In-Situ | | | Resultados de los ensayos de laboratorio | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Granulo. (% Paso) | | | Plasti-cidad | | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte | | Edómetro | | | | | | |
| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | #5 | #40 | #200 | L.L. | L.P. | | | | c (kp/cm²) | ♦ (º) | eo | cc | | | | | |
| TP | 30,25-30,45 | | 38,37 | 35,48 | 34,68 | 23,3 | 18,2 | 5,38 | 1,96 | 10,06 | | | | | | | | | |
| TP | 31,5-31,75 | | | | | | | | 2,41 | 232 | | | | | | | | | |

**Observaciones** (1) Densidad aparente

**LEYENDA**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro |
| TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc |

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-4
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 0,00-2,1
CAJA Nº 1/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-4
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 2,10-6,30m
CAJA Nº 2/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-4
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 6,3-10,0m
CAJA Nº 3/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-4
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 10,3-14,0m
CAJA Nº 4/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-4
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 14,0-16,7m
CAJA Nº 5/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-4
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 16,7-19,1m
CAJA N° 6/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-4
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 19,1-22,0m
CAJA N° 7/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-4
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 22,0-26,0m
CAJA N° 8/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-4
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 26,0-31,5m
CAJA N° 9/10

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-4
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 31,5-34,25
CAJA N° 10

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

# Hoja de presentación de Sondeos

**Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO
**Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN
**Clave:** 0108-GE

**Sondeo nº:** S-5
**Inclinación (º):** 90
**Hoja nº:** 1 de 3

**PK:**
**X:** 284412,1
**Y:** 4824445,7
**Z:** 5,77

**Máquina:** NEPTUNO 800
**Empresa:** SEINCO
**Sondista:** DAVID DE LA CRUZ
**Supervisor:** R. MORENO

**Fluido:** SECO/AGU
**Fecha ini.:** 20/4/01
**Fecha fin:** 28/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) | Recupera. (%) | ROD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,0 | 20/04/2001 | B - 116 - W | | | | Antrópico asfalto (5 cm), ladrillos cantos en matriz areno limosa. Color marrón oscuro. | 1,4 | | 0,8<br>1,4 | Muy baja<br>Baja<br>Media<br>Alta<br>Muy alta<br>20 40 60 80 | Muy bajo<br>Bajo<br>Medio<br>Alto<br>Muy alto<br>20 40 60 80 | I II III IV V VI<br>Rocasana<br>Ligeramente Meteori.<br>Moderada. Meteori.<br>Roca meteorizada<br>Completamente meteori.<br>Suelo Residual | Muy baja<br>Baja<br>Media<br>Alta<br>Muy alta<br>2 4 6 8 | Extremada. Baja<br>Muy baja<br>Baja<br>Media<br>Alta<br>Muy alta<br>Extremada. Alta<br>0 1 2 3 4 5 | Muy malo<br>Malo<br>Medio<br>Bueno<br>Muy bueno<br>20 40 60 80 | Excepcional. Malo<br>Extremada. Malo<br>Muy malo<br>Mala<br>Regular<br>Buena<br>Extremada. Buena<br>Excepcional. Perfecta<br>0,01 0,1 1 10 100 |
| 1,0 | | B - 113 - W | | | 1,7 | Arenas muy limosas blandas y húmedas de color marrón oscuro con materia orgánica. Niveles de fangos arcillosos (limos) entre 1,8-2 m y de color negro ricos en materia orgánica y muy blandos. | 2,8 | | 2,4<br>3 | | | | | | | |
| 2,0 | | | | | | Fangos. Limos arcillosos de color verde oscuro a negro con materia orgánica. Muy blandos y plásticos. | 4,9 | | 4,2<br>4,7 | | | | | | | |
| 3,0 | 21/04/2001 | | | | | Dolomias muy alteradas. Son margas laminadas poco arcillosas de color ocre claro, consolidadas a blandas, en todo caso se deshacen con la mano. | 5,9 | | 5,6<br>5,9 | | | | | | | |
| 4,0 | | | | | | Dolomias muy fracturadas y alteradas (grado IV), aunque siguen apareciendo las margas laminadas hay niveles de roca grado III muy fracturada. | 7 | | 7 | | | | | | | |
| 5,0 | 23/04/2001 | T - 101 - W | | 113 | | Brecha. Fragmentos y arenas dolomíticas ocres en matriz margoarcillosa blanda algo plástica de igual color, poco consolidadas. | 7,8 | | 8 | | | | | | | |
| 6,0 | | | | | | Margas grises a negras y algo azuladas muy consolidadas. | 8,7 | | 8,45 | | | | | | | |
| 7,0 | | | | | | Dolomias intensamente alteradas (grado V). | 9 | | | | | | | | | |
| 8,0 | 24/04/2001 | | | | | Dolomias muy fracturadas con algún relleno margoso de 1 cm máximo. Color ocre claro. Grado alteración IV-III. | 10 | | 10,3 | | | | | | | |
| 9,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Promedios:** | | | | | | | | | **0,9** | **88,2** | **5,1** | | | | | |

| Muestras y ensayos In-Situ | | | Resultados de los ensayos de laboratorio | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Granulo. (% Paso) | | | Plasti-cidad | | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte | | Edómetro | | | | | | | |
| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | #5 | #40 | #200 | L.L. | L.P. | | | | c (kp/cm²) | ♦ (º) | eo | cc | | | | | | |
| MI | 3-3,6 | ..... | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SPT | 3,6-4,2 | 1/1/2/ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LF | 3,87-4,7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MI | 5,6-5,75 | 70/100R | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SPT | 5,75-5,3 | 100R | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TP | 7,4-7,75 | | | | | | | 15,35 | 1,79 | 1,75 | | | | | | | | | | |
| SPT | 8-8,45 | 11656 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Observaciones** (*) Son margas ocres algo arcillosas.□ Los SPT son con golpeos de 20 cm excepto el de 8 a 8,45 que es de 15 cm.

**LEYENDA**

MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro
TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc

# Hoja de presentación de Sondeos

**GEOCONTROL S.A.** GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Cliente:** | MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** | S-5 | **PK:** | |
| **Trabajo:** | INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | **Inclinación (º):** | 90 | **X:** | 284412,1 |
| **Clave:** | 0108-GE | **Hoja nº:** | 2 de 3 | **Y:** | 4824445,75 |
| | | | | **Z:** | 5,77 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Máquina:** | NEPTUNO 800 | **Fluido:** | AGUA |
| **Empresa:** | SEINCO | **Fecha ini.:** | 20/4/01 |
| **Sondista:** | DAVID DE LA CRUZ | **Fecha fin:** | 28/4/01 |
| **Supervisor:** | R. MORENO | | |

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10,0 | 24/04/2001 | T - 101 - W | 2 4 6 8 | 113 | | Dolomias muy fracturadas (*). | 10,3 | | 10,3 |
| 11,0 | | | | | | Dolomias alteradas a margas arcillosas y arenas margosas de color ocre claro (grado alteración IV-V). Sueltas y con niveles sanos de dolomias intercalados. | 11,1 | | 11,2 |
| | | | | | | Nivel de dolomia relativamente sana (grado | 11,4 | | |
| 12,0 | | | | | | Dolomias alteradas a margas arcillosas y arenas margosas de color ocre claro (grado alteración IV-V). (***) | 12 | | 11,8 |
| | | | | | | Dolomias alteradas a margas (grado V) de color ocre anaranjado. Muy consolidadas y poco arcillosas. | 12,6 | | 12,65 |
| 13,0 | | | | | | | | | 13,4 |
| 14,0 | 25/04/2001 | | | | | Margas grises a negras algo azuladas de consolidadas a rígidas. Moderadamente alteradas (grado III). Desde los 15,4 m intercalaciones de brechas: fragmentos de dolomias grises oscuras en matriz-margosa. | | | 14,2 |
| | | | | | | | | | 14,4 |
| 15,0 | | | | | | | | | 15,4 |
| | | | | | | | | | 15,9 |
| 16,0 | | | | | | | | | 16,3 |
| | | | | | | | 16,4 | | 16,5 |
| 17,0 | 26/04/2001 | | | | | Brecha: cantos y fragmentos de dolomias grises en matriz margo arcillosa de color anaranjado algo consolidada. (grado alteración III-IV). Signos de karsificación. | | | 17,3 |
| | | | | | | | 17,9 | | 17,9 |
| 18,0 | | T - 86 - D | | 98 | | Dolomias grises muy fracturadas sin rellenos arcillomargosos aparentes grado alteración III. Signos de karstificación. | | | 18,3 |
| 19,0 | | | | | | | | | 18,7 |
| 20,0 | | | | | | | 20 | | 20,15 |
| **Promedios:** | | | | | | | | | **0,7** |

| Recupera. (%) | ROD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta | Muy bajo / Bajo / Medio / Alto / Muy alto | Recarana / Ligeramente Meteori. / Moderada. Meteori. / Muy meteorizada / Completamente meteori. / Suelo Residual | Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta | Extremada. Baja / Muy baja / Baja / Media / Alta / Muy alta / Extremada. Alta | Muy malo / Malo / Medio / Bueno / Muy bueno | Excepcional. Malo / Extremada. Malo / Muy malo / Mala / Media / Buena / Muy buena / Extremada. Buena / Excepcional. Perfecta |
| **79,7** | **32,4** | | **8,6** | | | |

## Muestras y ensayos In-Situ

| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados |
|---|---|---|
| TP | 13-13,4 | |
| TP | 14,7-15,15 | |

## Resultados de los ensayos de laboratorio

| Granulo. (% Paso) #5 | Granulo. (% Paso) #40 | Granulo. (% Paso) #200 | Plasticidad L.L. | Plasticidad L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | Resist. al corte ♦ (º) | Edómetro eo | Edómetro cc | | | Carbonato (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33,38 | 33,52 | 30,84 | 27,3 | 18,1 | 12,88 | 1,93 | 3,1 | | | | | | | |
| | | | | | 17,75 | 1,79 | 1,21 | | | | | | | 38,14 |

**Observaciones** (*) Algún relleno margoso de 1 cm máximo. Color ocre claro. Grado alteración IV-III. (**) Fracturación baja-media. Planos suaves y ondulados color ocre claro. (***) Sueltas y con niveles sanos de dolomias intercalados.

**LEYENDA**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **MI:** Muestra inalterada | **MA:** Muestra alterada | **SPT:** Ensayo penetrómetro estándar | **VT:** Vane test (kp/cm²) | **ES:** Esclerómetro Schmidt | **TT:** Tilt-Test | **DM:** Dureza martillo | **PR:** Presiómetro |
| **TP:** Testigo parafinado | **MW:** Muestra de agua | **PB:** Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | **NA:** Nivel de agua | **MF:** Muestra PLT | **FR:** Fin de revestimiento | **LG:** Ensayo Lugeon | **LF:** Ensayo Lefranc |

# Hoja de presentación de Sondeos

**GEOCONTROL S.A.** — GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Cliente:** | MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** | S-5 |
| **Trabajo:** | INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | **Inclinación (º):** | 90 |
| **Clave:** | 0108-GE | **Hoja nº:** | 3 de 3 |

| | |
|---|---|
| **PK:** | |
| **X:** | 284412,1 |
| **Y:** | 4824445,75 |
| **Z:** | 5,77 |

| | |
|---|---|
| **Máquina:** | NEPTUNO 800 |
| **Empresa:** | SEINCO |
| **Sondista:** | DAVID DE LA CRUZ |
| **Supervisor:** | R. MORENO |

| | |
|---|---|
| **Fluido:** | AGUA |
| **Fecha ini.:** | 20/4/01 |
| **Fecha fin:** | 28/4/01 |

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) | Recupera. (%) | RQD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q | Muestras y ensayos In-Situ: Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | Resultados de los ensayos de laboratorio: Granulo. (% Paso) #5 | #40 | #200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | (º) | Edómetro eo | cc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20,0 | 26/04/2001 | T - 86 - D | | | | Dolomías grises muy fracturadas sin rellenos arcillomargosos aparentes. Grado alteración III. Signos de karstificación. | 20,9 | | 20,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21,0 | | | | | | | | | 20,9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Dolomías intensamente alteradas a arenas margosas de color marrón algo anaranjado. Sueltas. Obtenidas por decantación. Grado alteración VI. | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22,0 | | | | | | Dolomías ocres intensamente alteradas a margas arcillosas de color ocre verdoso. Muy consolidadas a rígidas (grado alteración V). | 22,9 | | 22,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23,0 | 27/04/2001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24,0 | | | | | | | | | 23,85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25,0 | | T -86 - W | | 98 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26,0 | | | | | | Dolomías gris oscuras muy fracturadas con rellenos de margas arcillosas de 10 cm máximo, negras poco plásticas y muy consolidadas (grado alteración III-IV). Signos de karstificación. | | | 25,75 | | | | | | | | | | | | | | LG | 25-26,6 | | | | | | | | | |
| 27,0 | | | | | | | | | 26,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28,0 | 28/04/2001 | | | | | | | | 28,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30,0 | | | | | | | 30 | | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Promedios:** | | | | | | | | | **1,4** | **32,4** | **5,4** | | **10,0** | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Observaciones** Entre 28,6 y 30 m no se obtiene testigo.

**LEYENDA**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **MI:** Muestra inalterada | **MA:** Muestra alterada | **SPT:** Ensayo penetrómetro estándar | **VT:** Vane test (kp/cm²) | **ES:** Esclerómetro Schmidt | **TT:** Tilt-Test | **DM:** Dureza martillo | **PR:** Presiómetro |
| **TP:** Testigo parafinado | **MW:** Muestra de agua | **PB:** Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | **NA:** Nivel de agua | **MF:** Muestra PLT | **FR:** Fin de revestimiento | **LG:** Ensayo Lugeon | **LF:** Ensayo Lefranc |

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-5
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 0,0-2,4m
CAJA Nº 1

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-5
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 2,40 a 5,60
CAJA Nº 2

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-5
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 5,60-8,45
CAJA Nº 3

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-5
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 8,45-11,80
CAJA Nº 4

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-5
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 11,8-14,2
CAJA Nº 5

SONDEO: S-5
METROTRÉN GIJÓN
CAJA Nº 6

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-5
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 16,5-20,9
CAJA Nº 7

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-5
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 20,9-30,0m
CAJA Nº 8

# Hoja de presentación de Sondeos

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** S-6 | **PK:** | **Máquina:** ROLATEC RL-46 |
| **Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | **Inclinación (º):** 90 | **X:** 284576,83 | **Empresa:** SEINCO |
| **Clave:** 0108-GE | **Hoja nº:** 1 de 3 | **Y:** 4824447,87 | **Sondista:** JOSÉ GALLARDO |
| | | **Z:** 6,31 | **Supervisor:** RUBÉN MORENO |

**Fluido:** SECO/AGU
**Fecha ini.:** 25/4/01
**Fecha fin:** 28/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,0 – 1,8 | 25/04/2001 | B - 116 - W | | 113 | | Antrópico. Hormigón, bolos y cantos. | 1,8 | | 2,0 |
| 1,8 – 2,7 | 25/04/2001 | B - 116 - W | | 113 | 2,5 | Fangos. Limos arenoarcillosos plásticos de color marrón oscuro ricos en materia orgánica (fétidos). | 2,7 | | 3,2 |
| 2,7 – 4,8 | 25/04/2001 | B - 101 - W | | 113 | | Dolomias muy alteradas. Fragmentos en matriz arcillosa marrón verdosa poco consolidada y arenas. (Grado alteración V). Nivel arcilloso entre (3,8-4,0) y nivel arenoso entre 4,4-4,8 m. | 4,8 | | 3,5 / 4,8 |
| 4,8 – 9,6 | 25/04/2001 – 26/04/2001 | B - 101 - W | | 113 | | Dolomias ocres claras muy alteradas (grado V-IV). Son margas poco arcillosas pulverulentas con fragmentos de dolomias más sanas. De blandas a muy consolidadas entre 6,35-6,55 m y 8,8-9 m. | 9,6 | | 5,48 / 6,35 / 8,2 / 9,6 |
| 9,6 – 10 | 26/04/2001 | B - 101 - W | | 113 | | Margas arcillosas de color ocre verdoso. (*) | 10 | | 11 |
| **Promedios:** | | | | | | | | | 1,2 |

Columnas: Recupera. (%) — Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta (20 40 60 80); RQD (%) — Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto (20 40 60 80); Meteoriz. (ISRM) — Rocarana, Ligeramente Meteori., Moderada Meteori., Rocamoteorizada, Completamente meteori., Suelo Residual (I II III IV V VI); Fracturas cada 30cm — Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta (2 4 6 8); RCS (ISRM) — Extremada Baja, Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta, Extremada Alta (0 1 2 3 4 5); RMR (sin correcciones) — Muy malo, Malo, Medio, Bueno, Muy bueno (20 40 60 80); Q — Excepcional Malo, Extremada Malo, Muy malo, Malo, Medio, Bueno, Muy bueno, Extremada Bueno, Excepcional Bueno (0,01 0,1 1 10 100)

| Recupera. (%) | RQD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80,7 | 0,0 | | 10,0 | | | |

**Muestras y ensayos In-Situ**

| Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados |
|---|---|---|
| MI | 2-2,6 | 2/2/2/3 |
| SPT | 2,6-3,2 | 7/32/52/80 |
| PR | 3,6 | |
| LF | 3,1-6,35 | |
| SPT | 4,00-5,40 | 66/98/80/54 |
| PR | 7,6 | |
| SPT | 9-9,6 | 19/11/14/24 |

**Resultados de los ensayos de laboratorio**

| Granulo. (% Paso) # 5 | # 40 | # 200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | ϕ (º) | Edómetro eo | cc | | | | SO4(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 94,99 | 85,26 | 62,67 | 44 | 29,4 | 62,19 | 0,90 | | 0,74 | 14,3 | 1.899 | 0,677 | 0,076 | | | 0,140 |

**Observaciones** (*) Son dolomias intensamente alteradas (grado V-VI). Blandas y plásticas.

**LEYENDA**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro |
| TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc |

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

# Hoja de presentación de Sondeos

**Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO
**Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN
**Clave:** 0108-GE

**Sondeo nº:** S-6
**Inclinación (º):** 90
**Hoja nº:** 2 **de** 3

**PK:**
**X:** 284576,8
**Y:** 4824447,8
**Z:** 6,31

**Máquina:** ROLATEC RL-46
**Empresa:** SEINCO
**Sondista:** JOSÉ GALLARDO
**Supervisor:** RUBÉN MORENO

**Fluido:** AGUA
**Fecha ini.:** 25/4/01
**Fecha fin:** 28/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) | Recupera. (%) | ROD (%) | Meteoriz. (ISRM) | Fracturas cada 30cm | RCS (ISRM) | RMR | Q | Muestras y ensayos In-Situ: Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados | Granulo. (% Paso) #5 | #40 | #200 | Plasticidad L.L. | L.P. | Humedad (%) | D. seca (g/cm³) | R.C.S. (kp/cm²) | Resist. al corte c (kp/cm²) | (°) | Edómetro eo | cc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10,0 | 26/04/2001 | B - 101 - W | | 113 | | Dolomias intensamente alterada (grado V-VI) a margas arcillosas de color ocre verdoso. Blandas y plásticas. | 10,7 | | 11,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11,0 | | | | | | Dolomias intensamente alterada (grado V) a margas arcillosas de color ocre anaranjado pulverulentas y algo consolidadas. | 15,3 | | 13,2 | | | | | | | | PR | 12,8 | | | | | | | | | | | | |
| 12,0 | | | | | | | | | 13,8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13,0 | | | | | | | | | 15 | | | | | | | | SPT | 13,2-13,8 | 4/16/24/17 | | | | | | | | | | | |
| 14,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16,0 | | | | | | Fragmentos y cantos de dolomias en matriz margo arcillosa blanda de color ocre claro. Algunos cantos son redondeados (*). | 16 | | 16,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17,0 | 27/04/2001 | T - 101 - W | | | | Dolomias gris negras y ocres en fragmentos en matriz arcillomargosa plástica de color verdoso y negro (grado alteración IV-V). Intensa fracturación. | | | 17 | | | | | | | | PR | 17,2 | | | | | | | | | | | | |
| 18,0 | | | | | | | | | 18,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19,0 | | | | | | | | | 19,1 | | | | | | | | SPT | 18,5-19,1 | 7/17/30/33 | | | | | | | | | | | |
| 20,0 | | | | | | | 20 | | 19,7<br>20,4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Promedios:** | | | | | | | | | **1,1** | **74,0** | **0,0** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Observaciones** (*) Grado alteración IV-V.

**LEYENDA**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **MI:** Muestra inalterada | **MA:** Muestra alterada | **SPT:** Ensayo penetrómetro estándar | **VT:** Vane test (kp/cm²) | **ES:** Esclerómetro Schmidt | **TT:** Tilt-Test | **DM:** Dureza martillo | **PR:** Presiómetro |
| **TP:** Testigo parafinado | **MW:** Muestra de agua | **PB:** Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | **NA:** Nivel de agua | **MF:** Muestra PLT | **FR:** Fin de revestimiento | **LG:** Ensayo Lugeon | **LF:** Ensayo Lefranc |

# Hoja de presentación de Sondeos

GEOCONTROL S.A.
GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

SIGSondeos - (TS3)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Cliente:** MINISTERIO DE FOMENTO | **Sondeo nº:** S-6 | **PK:** | **Máquina:** ROLATEC RL-46 |
| **Trabajo:** INTEGRACIÓN FF.CC. GIJÓN | **Inclinación (º):** 90 | **X:** 284576,83 | **Empresa:** SEINCO |
| **Clave:** 0108-GE | **Hoja nº:** 3 de 3 | **Y:** 4824447,87 | **Sondista:** JOSÉ GALLARDO |
| | | **Z:** 6,31 | **Supervisor:** RUBÉN MORENO |

**Fluido:** AGUA
**Fecha ini.:** 25/4/01
**Fecha fin:** 28/4/01

| Profundidad (m) | Fecha | Tipo de perforación | Velocid. avance (m/h) | Revestimiento | Nivel de agua | Descripción litológica | Prof. Inferior (m) | Columna litológica | Maniobra (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20,0 | 27/04/2001 | T - 101 - W | | 113 | | Dolomias gris negras y ocres (*). | 20,5 | | 20,4 |
| 21,0 | | | | | | Dolomias ocres intensamente alteradas a grado V-VI. Son margas rígidas de color ocre a verde oscuro con oxidaciones naranjas negras y verdes. | 21,4 | | 21,8 |
| 22,0 | | | | | | | | | 22,85 |
| 23,0 | | | | | | Margas gris-negras algo azuladas y algo arcillosas. Rígidas y relativamente sanas (grado III). Presentan alguna intercalación de dolomias del mismo color de 2-3 cm de espesor y ocasionales (a 23,9 m y 24,6 m). | | | 24,4 |
| 24,0 | | | | | | | | | 25,5 |
| 25,0 | | | | | | | 26,1 | | 26,2 |
| 26,0 | | | | | | Brecha. Fragmentos de dolomias grises en matriz margo arcillosa de color ocre anaranjado muy consolidada. Fragmentos angulosos de diámetro máximo = 4 cm. y diámetro medio = 1-2 cm y diámetro mínimo = arena. | | | 27,6 |
| 27,0 | | | | | | | | | 28,7 |
| 28,0 | 28/04/2001 | | | | | | 29,6 | | |
| 29,0 | | | | | | Nivel de dolomia sana (°II) gris oscuro | 29,75 | | |
| 30,0 | | | | | | Margas arcillosas con fragmentos de | 30,1 | | 30,1 |

Columnas gráficas: Recupera. (%) (Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta; 20 40 60 80); RQD (%) (Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto; 20 40 60 80); Meteoriz. (ISRM) (Recarana, Ligeramente Meteori., Moderada. Meteori., Racometeorizada, Completamente meteori., Suelo Residual; I II III IV V VI); Fracturas cada 30cm (Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta; 2 4 6 8); RCS (ISRM) (Extremada. Baja, Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta, Extremada. Alta; 0 1 2 3 4 5); RMR (sin correcciones) (Muy malo, Malo, Medio, Bueno, Muy bueno; 20 40 60 80); Q (Excepcional. Malo, Extremada. Malo, Muy malo, Mala, Media, Buena, Muy buena, Extremada. Buena, Excepcional. Buena; 0,01 0,1 1 10 100)

| Muestras y ensayos In-Situ: Tipo | Intervalo de profund. (m) | Resultados |
|---|---|---|
| TP | 21,55-21,8 | |
| TP | 23,45-23,85 | |
| LG | 25,1-28,7 | |
| LG | 27-28,7 | |

Resultados de los ensayos de laboratorio: Granulo. (% Paso) #5, #40, #200; Plasticidad L.L., L.P.; Humedad (%); D. seca (g/cm³); R.C.S. (kp/cm²); Resist. al corte c (kp/cm²), ϕ (º); Edómetro eo, cc

| Promedios: | 1,2 | 71,9 | 41,2 | 6,9 |
|---|---|---|---|---|

**Observaciones** (*) Fragmentos en matriz arcillomargosa plástica de color verdoso y negro (grado alteración IV-V). Intensa fracturación.Signos de karstificación a lo largo de todo el sondeo.

**LEYENDA**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MI: Muestra inalterada | MA: Muestra alterada | SPT: Ensayo penetrómetro estándar | VT: Vane test (kp/cm²) | ES: Esclerómetro Schmidt | TT: Tilt-Test | DM: Dureza martillo | PR: Presiómetro |
| TP: Testigo parafinado | MW: Muestra de agua | PB: Penetrómetro de bolsillo (kp/cm²) | NA: Nivel de agua | MF: Muestra PLT | FR: Fin de revestimiento | LG: Ensayo Lugeon | LF: Ensayo Lefranc |

Oviedo
Avilés
Jovellanos
S6
CEPSA

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-6
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 0,0 - 3,5m
CAJA Nº 1
GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-6
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 3,50 - 6,35m
CAJA Nº 2

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-6
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 6,35 - 13,20m
CAJA Nº 3
GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-6
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 13,20 - 16,05
CAJA Nº 4
GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-6
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 16,05 - 19,70
CAJA Nº 5

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-6
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 13,70-22,85
CAJA Nº 6

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-6
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 22,85-25,5
CAJA Nº 7

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-6
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 25,5-28,7m
CAJA Nº 8

GEOCONTROL S.A.
SONDEO: S-6
METROTRÉN GIJÓN
PROFUNDIDAD: 28,7-30,1m
CAJA Nº 9

# Sondeo S-1

10 13:39

SC-1 C-3
5,10-6,40

METROTREN-GIJON
SC-1 C-6
20,90-13,50

SC-1 C-1
0,00-1,75

SC-1 C-4
6,40-8,20

METROTREN-GIJON
SC-1 C-7
18,00-21,00

METROTREN-GIJON
SC-1 C-2
1,75-3,90

METROTREN-GIJON
SC-1 C-5
8,20-10,90

METROTREN-GIJON
SC-1 C-8
24,00-24,00

METROTREN - GIJÓN
SC-1 C-9
24,00 - 27,00

# Sondeo S-2

# Sondeo S-3

METROTREN - GIJON
SC-3 C-1
000-200

METROTREN - GIJON
SC-3 C-2
200-440

METROTREN - GIJON
SC-3 C-5
1050-1320

SC-3 C-8
2365-2490

METROTREN - GIJON
SC-3 C-3
440-750

METROTREN - GIJON
SC-3 C-6
1320-1600

METROTREN - GIJON
SC-3 C-9
2190-2350

METROTREN - GIJON
SC-3 C-10
25,50 - 29,45

METROTREN - GIJON
SC-3 C-11
29,45 - 31,30

# Sondeo S-4

FEVE
8 11:58

METROTREN-GIJON
SC-4 C-3
5,60-10,50

METROTREN-GIJON
SC-4 C-6
14,47-17,15

METROTREN-GIJON
SC-4 C-1
0,00-2,95

METROTREN-GIJON
SC-4 C-4
10,50-12,80

SC-4 C-7
17,15-19,00

METROTREN-GIJON
SC-4 C-2
2,95-5,60

METROTREN-GIJON
SC-4 C-5
12,80-14,47

SC-4 C-8
19,00-21,55

METROTREN - GIJON
SC-4 C-9
21,55-24,40

METROTREN - GIJON
SC-4 C-12
29,90-32,00

SC-4 C-15
36,40-40,00

METROTREN - GIJON
SC-4 C-10
24,40-27,40

METROTREN - GIJON
SC-4 C-13
32,00-34,40

METROTREN - GIJON
SC-4 C-11
27,40-29,90

METROTREN - GIJON
SC-4 C-14
34,40-36,40

# *Sondeo S-5*

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-3
4,70 - 6,80

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-6
11,90 - 14,20

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-1
0,00 - 2,40

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-4
6,80 - 9,15

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-7
14,20 - 16,00

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-2
2,40 - 4,70

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-5
9,15 - 11,90

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-8
16,00 - 18,20

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-9
18,20 - 21,50

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-12
27,30 - 30,25

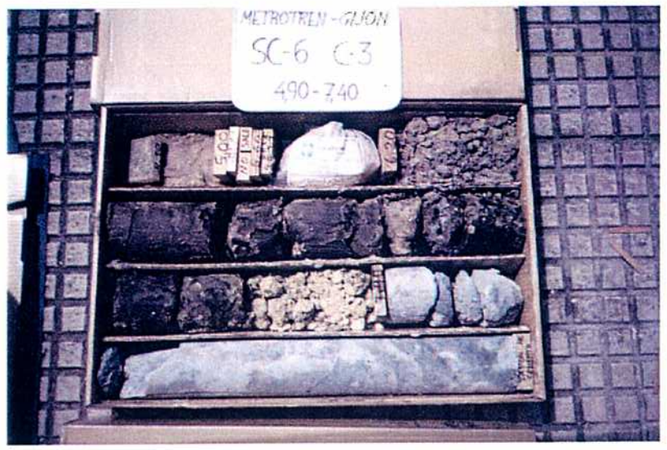
METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-10
21,50 - 23,80

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-13
30,25 - 33,20

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-11
23,80 - 27,10

METROTREN - GIJÓN
SC-5 C-14
33,20 - 35,00

# Sondeo S-6


METROTREN - GIJÓN
SC-6 C-3
4,90 - 7,40

METROTREN - GIJÓN
SC-6 C-6
11,70 - 13,75

SC-6 C-1
0,00 - 2,50

SC-6 C-4
7,40 - 9,35

METROTREN - GIJÓN
SC-6 C-7
13,75 - 17,10

METROTREN - GIJÓN
SC-6 C-2
2,50 - 4,90

METROTREN - GIJÓN
SC-6 C-5
9,35 - 11,70

METROTREN - GIJÓN
SC-6 C-8
17,10 - 20,90

METROTREN - GIJON
SC-6 C-9
2090 - 2135

SC-6 C-12
3335 - 3380

METROTREN - GIJON
SC-6 C-10
2435 - 2250

METROTREN - GIJON
SC-6 C-13
3805 - 4000

SC-6 C-11
2780 - 2825

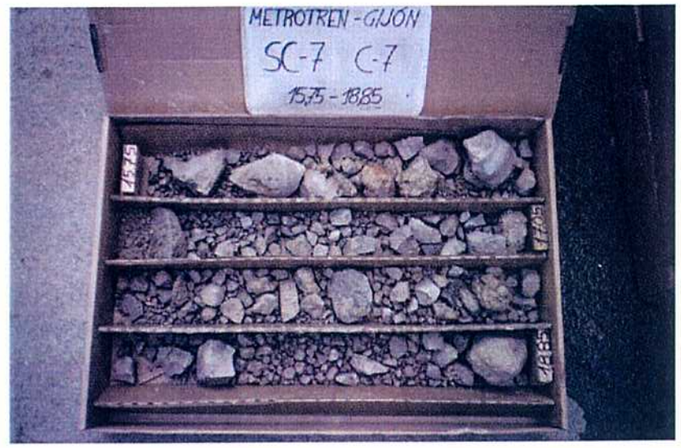
# Sondeo S-7

METROTREN - GIJON
SC-7 C-3
4,60 - 7,90

METROTREN - GIJON
SC-7 C-6
11,85 - 15,75

SC-7 C-1
0,00 - 2,40

METROTREN - GIJON
SC-7 C-4
7,90 - 10,30


METROTREN - GIJON
SC-7 C-7
15,75 - 18,85

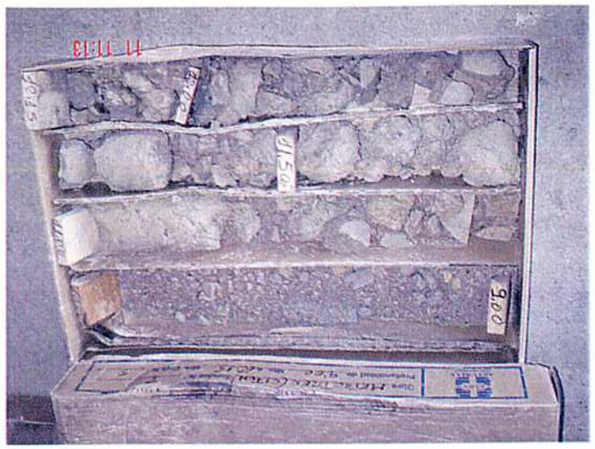
SC-7 C-2
2,40 - 4,60

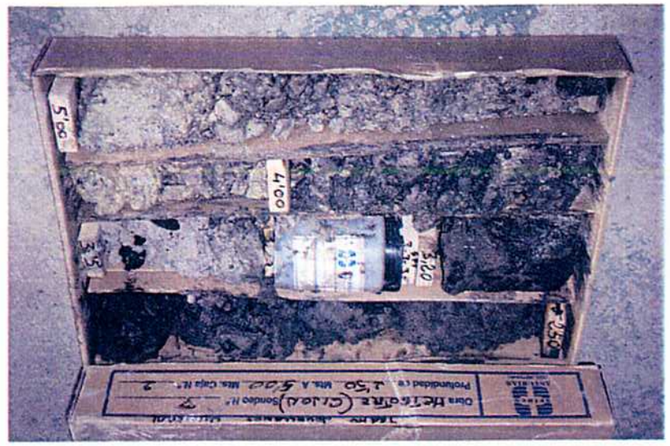
SC-7 C-5
10,30 - 11,85

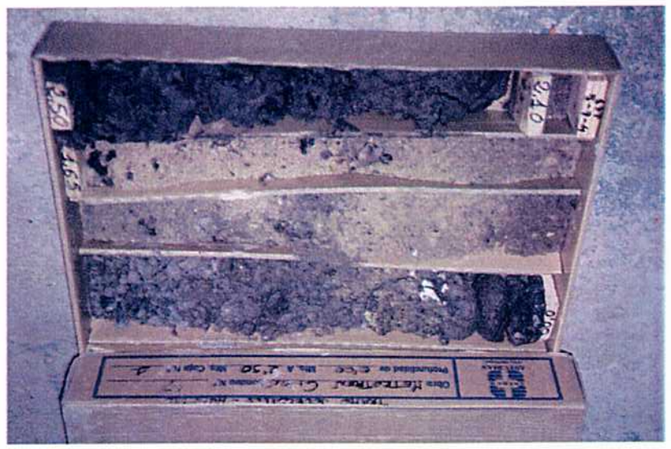
SC-7 C-8
18,85 - 24,00

METROTREN - GIJÓN
SC-7 C-9
24,00 - 35,00 m
35,00

# Sondeo S-8







PROSEGUR

11 11:14

12 12:01

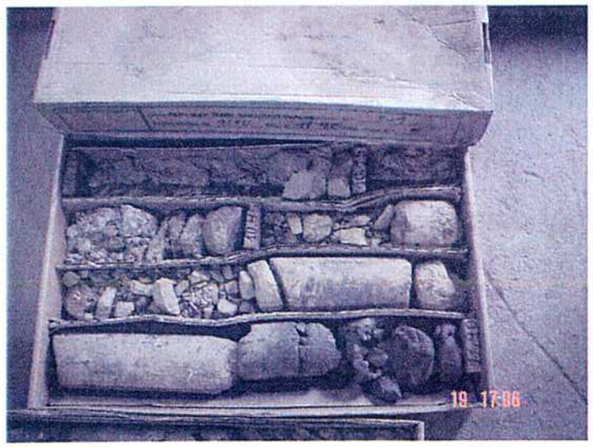
11 11:15

12 12:04

11 11:15

12 12:13

# Sondeo S-9

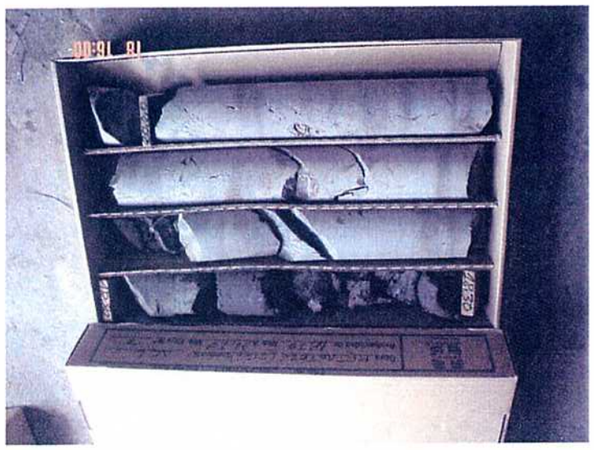


# Sondeo S-10

18 15:01

18 15:39

18 15:58


18 16:06

18 15:57

18 15:56

18 16:08

18 15:57

18 16

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 09/07/02
FECHA FINALIZACIÓN 12/07/02
PROF. TOTAL: 23.40
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR
INECO
SONDISTA
David
SONDA RL 46L

SONDEO
# SC-1
HOJA: 1/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 128 | SECO | 5 | | | 7.90 | | Rellenos y vertidos: tierra y escombro. escoria de fundición y bastante materia orgánica. Flojo. |
| 113 | | | 8.20 | 7.90 | 1.15 | | Fango de marisma: arcilla de color marrón grisáceo. Blando. |
| 98 | | 10 | | 9.05 | 0.45 | | Gravas finas y gravillas silíceas con arena y arcillas marrón rojizo. |
| | | | | 9.50 | 1.75 | | Substrato jurásico: arcilla finamente laminada con pasadas milimétricas de limo marrón y arena fina. Color gris verdoso. |
| 101 T | AGUA | 15 | 11.50 | 11.25 | 5.25 | | Zona de falla: arcilla negra brechificada con moteados marrones. Contiene carbonatos. |
| | | | | 16.50 | 1.70 | | Arcilla arenosa gris negruzco, con alguna gravilla de marga dolomítica empastada. Duro. |

| Recuperación | R.Q.D. | Grado de meteorización | Fracturación | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | | | | 1.00<br>**10-20R**<br>1.35<br>2.30<br>**4-3-3-3**<br>2.90<br>5.10<br>**4-3-2-2**<br>5.70<br>7.90<br>TP<br>8.20<br>8.50<br>**2-2-4-13**<br>9.20<br>9.20<br>**3-9-17-20**<br>9.80<br>10.90<br>**15-25-40-48**<br>11.50<br>11.50<br>**10-17-27-25**<br>12.10<br>13.50<br>LG<br>14.60<br>TP<br>15.00<br>16.50 | | | |

control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 09/07/02
FECHA FINALIZACIÓN 12/07/02
PROF. TOTAL: 23.40
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA David
SONDA RL 46L

SONDEO **SC-1** HOJA: 2/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación | R.Q.D. | Grado de meteorización | Fracturación | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | | | | | | | |
| 101 T | AGUA | 20 | | 18.20 | 1.70 | | Arcilla arenosa gris negruzco, con alguna gravilla de marga dolomítica empastada. Duro. Alternancias decimétricas y centimétricas de margocalizas dolomitizadas muy fracturadas y arcillas negras. | | | | | | | 19.00 | | | | |
| 86 T | | | | | 5.20 | | | | | | | | | LG | | | | |
| | | | | 23.40 | | | | | | | | | | 23.40 | | | | |
| | | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 01/07/02
FECHA DE FINALIZACIÓN: 08/07/02
PROF. TOTAL: 28.10
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR
INECO
SONDISTA
David
SONDA R.L. 46L

SONDEO
# SC-2
HOJA: 1/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación 20 40 60 80 | R.Q.D. 20 40 60 80 | Grado de meteorización 1 2 3 4 | Fracturación 1 2 3 4 | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 124 | SECO | 5 | 8.00 | 4.50 | 4.50 | | RELLENOS. Tierras, gravas y escombro con algo de materia orgánica. Color gris negruzco y marrón. Denso. | | | | | | | | 1.00<br>**11-19-22**<br>1.60<br>2.50<br>**10-23-19**<br>3.10 | | | |
| 118 | | | | 7.20 | 2.70 | | Tierras. gravas y escombro con algún bloque decimétrico de caliza. Color gris negruzco y marrón. Medianamente denso. | | | | | | | | 5.40<br>**7-7-5-4**<br>6.00 | | | |
| | SECO | 10 | | 8.30 | 1.10 | | SUELO DE ALTERACIÓN. Limo algo arenoso con alto contenido en carbonatos. Color amarillento. Firme. | | | | | | | | 8.00<br>**16-35-23-55**<br>8.60<br>**13-17-23-44**<br>9.20 | | | |
| | | | | | 4.95 | | SUSTRATO JUARÁSICO. Lutitas negras con indicios de carbonatos. Alguna fina pasada arenosa. Duro. | | | | | | | | 10.85<br>**12-21-27-42**<br>11.45<br>**11-9-15-20**<br>12.05 | | | |
| 86 | AGUA | 15 | | 13.25 | 4.80 | | Lutitas negras con algún nivel centimétrico de lutitas que engloban brechas de dolomías. Color negro con tinciones marrones. Duro. | | | | | | | 11.80<br>LG<br>16.80 | 12.05<br>TP<br>12.35<br>14.70<br>TP<br>15.15 | | | |
| | | 20 | | 18.05 | 2.30 | | Dolomía muy fracturada y algo karstificada. Color gris. | | | | | | | | | | | |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 01/07/02
FECHA DE FINALIZACIÓN: 08/07/02
PROF. TOTAL: 28.10
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA David
SONDA R.L. 46L

SONDEO **SC-2** HOJA: 2/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación (1 2 3 4) | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 86 | AGUA | | | 20.35 | 2.30 | | Dolomía muy fracturada y algo karstificada. Color gris. | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 4.45 | | Fragmentos de dolomía de tamaño milimétrico a centimétrico, empastados en una matriz lutítica negra. Duro. | | | | | | | 22.50 | | | 23.75 TP 24.00 | |
| 67 | | 25 | | 24.80 | 3.30 | | Caliza muy oquerosa, karstificada y fracturada. Color gris negruzco. | | | | | | | LG | | | | |
| | | 30 | | 28.10 | | | | | | | | | | 28.10 | | | | |
| | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| control ingeniería y servicios, s.a. | PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCRRIL EN GIJÓN<br>SITUACIÓN: Gijón | FECHA DE INICIO: 30/07/02<br>31/07/02<br>PROF. TOTAL: 31.30<br>EMPRESA SEINCO | SUPERVISOR INECO<br>SONDISTA Rafa<br>SONDA RL 46L | SONDEO **SC-3** HOJA: 1/2 |

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación (1 2 3 4) | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 3.60 | | Rellenos: pavimento del andén. Hormigón, escombro, tierras y gravas. Medianamente denso. | | | | | | | | 2.00 R 2.05 | | | |
| | | | | 3.60 | 2.50 | | Substrato Jurásico: (zona eluvial de alteración del substrato) Marga dolomitizada. muy fracturada. junto con arcillas que engloban fragmentos de marga. Color beige y gris verdoso. | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | 5.90 | 6.10 | 0.90 | | Lutitas negras con finas laminaciones (hojosa). | | | | | | | | | | | |
| 113 | SECO | | | 7.00 | 4.90 | | Lutitas negras con bastantes gravillas de dolomía y algún tramo con fragmentos mayores (grava fina) de dolomía. Moteados marrones y ocres. | | | | | | | | | | | |
| | | 10 | | 11.90 | 0.90 | | Fragmentos de caliza empastados en una matriz lutítica de colo vinosos. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 12.80 | 0.40 | | Lutitas negras con gravillas de dolomía. | | | | | | | | 13.30 | | | |
| | | | | 13.20 | 0.50 | | Fragmentos de dolomías empastados en una matriz lutítica. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 13.70 | 1.30 | | Lutitas negras con gravillas de dolomía. | | | | | | | | | | 14.10 TP 14.90 | |
| | | 15 | | 15.00 | 4.15 | | Fragmentos de dolomía de tamaño gravilla a grava fina, angulosos, empastados en una matriz arcillosa negra que por lo general no se recupera. | | | | | | | | LG | | | |
| 101 T | AGUA | | | | | | Capa de dolomía. | | | | | | | | 18.30 | | | |
| | | 20 | | 19.15<br>19.25 | 0.10<br>4.75 | | Fragmentos de dolomía de tamaño gravilla a grava fina, angulosos, empastados en una matriz arcillosa negra que por lo general no se recupera. | | | | | | | | | | | |

control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCRRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 30/07/02
FECHA FINALIZACIÓN 31/07/02
PROF. TOTAL: 31.30
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Rafa
SONDA RL 46L

SONDEO **SC-3** HOJA: 2/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 T | AGUA | 25 | | | 4.75 | | Fragmentos de dolomía de tamaño gravilla a grava fina, angulosos, empastados en una matriz arcillosa negra que por lo general no se recupera. |
| 98 T | | | | 24.00 | 4.00 | | Dolomía gris fragturada masiva. Porosa y algo karstificada. |
| 86 T | | 30 | | 28.00 | 3.00 | | Lutitas negras, hojosas con tramos que engloban fragmentos de dolomía. |
| | | 35 | | 31.00<br>31.30 | 0.30 | | Marga dolomitizada muy porosa. Color crema. |
| | | 40 | | | | | |

Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación (1 2 3 4) | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones

Lugeon: 23.60 — LG — 28.60

cinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 05/07/02
FECHA DE FINALIZACIÓN: 15/07/02
PROF. TOTAL: 40.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Carlos
SONDA RL 46L

SONDEO **SC-4** HOJA: 1/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 113 | | | 2.00 | 2.00 | 2.00 | | Rellenos: gravas. tierras. escombros y carbonilla. Medianamente denso. |
| | | | | 2.60 | 0.60 | | Arenas de playa: arena fina con indicios de arcilla. Color Beige. Muy flojo. |
| 98 | SECO | 5 | | | 6.40 | | Arcillas eluviales: arcilla y limo con restos vegetales a techo, de color beige, gris y gris verdoso. Firme a muy firme. |
| | | 10 | | 9.00 | 1.00 | | Substrato Jurásico: fragmentos de marga dolomítica empastadas en una arcilla beige. Muy firme. |
| | | | | 10.00 | 1.20 | | Marga dolomítica que pasa a dolomía hacia la base. Color gris. |
| 101 T | AGUA | | | 11.20 | 3.27 | | Arcilla de color beige y gris verdoso, con bastantes gravillas y gravas de dolomía, y algún fragmento rocoso de tamaño centimétrico. Abundantes carbonatos dispersos. Muy firme. |
| | | | | 14.47 | 0.28 | | Fragmento o capa de dolomía. Color gris. |
| | | 15 | | 14.75 | 4.35 | | Fragmentos de dolomía, angulosos, de tamaño gravilla a grava gruesa empastados en una matriz lutítica negra, que en algún tramo no se recupera. |

Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación (1 2 3 4) | Presiómetros | Lefranc | Lugeon

| S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|
| 1.00 **2-6-6** 1.45 | | | |
| 2.50 **0-2-5** 2.95 | | | |
| | 5.00 **9-20-36** 5.60 | | |
| 5.60 **10-13-16** 6.05 | | | |
| | 8.00 **2-12-39** 8.60 | | |
| 8.60 **10-6-9** 9.05 | | | |
| | 11.30 **16-35-50R** 11.85 | | |
| 11.85 **10-12-17** 12.30 | | | |
| 14.40 **50R** 14.47 | | 14.10 **TP** 14.40 | |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 05/07/02
FECHA DE FINALIZACIÓN: 15/07/02
PROF. TOTAL: 40.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Carlos
SONDA RL 46L

SONDEO **SC-4** HOJA: 2/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación (1 2 3 4) | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 20 | | 19.10 | 4.35 | | Fragmentos de dolomía, angulosos, de tamaño gravilla a grava gruesa empastados en una matriz lutítica negra, que en algún tramo no se recupera. | | | | | | | 15.60 LG 17.20 | | | 15.90 TP 16.50 | |
| | | | | | 2.90 | | Fragmentos de dolomía, angulosos, de tamaño gravilla a grava gruesa empastados en una matriz lutítica alterada y decolorada a color beige, que en algún tramo no se recupera. | | | | | | | 21.00 LG 22.00 | | | | |
| | | | | 22.00 | 1.25 | | Fragmentos de dolomía empastados en una matriz lutítica negra. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 23.25 | 0.75 | | Dolomía masiva de color crema. | | | | | | | | | | | |
| | | 25 | | 24.00 | 2.80 | | Fragmentos de dolomía empastados en una matriz lutítica negra. Los fragmentos son de tamaño gravilla a bloque decimétrico. | | | | | | | 23.90 LG | | | | |
| | | | | 26.80 | 1.20 | | Fragmentos de dolomía empastados en una matriz lutítica alterada y decolorada a beige. Los fragmentos son de tamaño gravilla a bloque decimétrico. | | | | | | | | | | 27.10 TP 27.40 | |
| | | | | 28.00 | 1.00 | | Fragmentos de dolomía en una matriz lutítica negra. | | | | | | | 27.90 | | | | |
| | | | | 29.00 | 1.20 | | Fragmentos de dolomía en una matriz lutítica beige. | | | | | | | 29.00 | | | | |
| | | 30 | | 30.20 | 4.60 | | Fragmentos de dolomía de tamaño gravilla a bloque centimétrico, empastados en una matriz negra, con moteados marrones. | | | | | | | LG 32.00 | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| seinco control ingeniería y servicios, s.a. | PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN<br>SITUACIÓN: Gijón | FECHA DE INICIO: 05/07/02<br>FECHA DE FINALIZACIÓN: 15/07/02<br>PROF. TOTAL: 40.00<br>EMPRESA SEINCO | SUPERVISOR INECO<br>SONDISTA Carlos<br>SONDA RL 46L | SONDEO **SC-4** HOJA: 3/3 |

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación (1 2 3 4) | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 T | AGUA | 35 | | 34.80 | 4.60 | | Fragmentos de dolomía de tamaño gravilla a bloque centimétrico, empastados en una matriz negra, con moteados marrones. | | | | | | | 34.00 | | | 33.20 TP 33.50 | |
| | | | | 35.20 | 0.40 | | Lutitas marrones con fragmentos de dolomías. | | | | | | | LG | | | | |
| | | 40 | | 40.00 | 4.80 | | Lutitas negras con moteados marrones, con bastantes fragmentos de dolomía empastados, de tamaño gravilla a grava gruesa. | | | | | | | 37.80 | | | | |
| | | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 15/07/02
FECHA FINALIZACION 23/07/02
PROF. TOTAL: 35.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Carlos
SONDA RL 46L

SONDEO **SC-5** HOJA: 1/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación (1 2 3 4) | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 113 | SECO | 5 | 1.80 | 1.00 | 1.00 | | Relleno: escorias de fundición, tierras y gravas. Flojo a denso. | | | | | | | | 1.00 **7-3-10** 1.45 | | | |
| | | | | 2.74 | 1.74 | | Cuaternario: arena fina media. suelta. sin finos (arena de playa). Color beige a gris en la base. Medianamente denso. | | | | | | | | | 3.00 **1-2-3** 3.60 | | |
| | | | | 3.60 | 0.86 | | Turba. Blando. Color negro. | | | | | | | | | | | |
| 98 | | | | 4.00 | 0.40 | | Arcilla gris verdosa muy plástica con restos vegetales. Muy blando. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 5.40 | 1.40 | | Substrato alterado: arcilla limosa de color beige. arcilla eluvial de alteración del sustrato. Firme. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 6.40 | 1.00 | | Substrato jurásico: Arcilla margosa de color gris negruzco. Duro con un nivel decolorado intermedio. | | | | | | | | | | | |
| | | 10 | | | 3.75 | | Marga dolomítica de color crema, con tramos muy fracturados. Niveles muy porosos. | | | | | | | | | | | |
| 101 T | AGUA | | | 10.15 | 1.50 | | Arcilla margosa de color beige con niveles centimétricos de margas dolomíticas y drusas con cristalizaciones de calcita en forma de dientes de perro. | | | | | | | | 8.40 **LG** | | | |
| | | | | 11.65 | 2.85 | | Arcilla negra con algún nivel centimétrico que contiene brechas de caliza a 14.50 a 14.90 y de 15.70 a 16.00. Duro | | | | | | | | 11.90 | 12.00 **TP** 12.50 | | |
| | | 15 | | 14.50 | 0.40 | | Brecha. | | | | | | | | 13.00 | 13.90 **TP** 14.20 | | |
| | | | | 14.90 | 0.80 | | Arcilla margosa de color verdoso y ocre. Alteración de la arcilla margosa negra. Duro. | | | | | | | | **LG** | | | |
| | | | | 15.70 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16.00 | 0.30 | | Brecha de caliza. | | | | | | | | 16.00 | | | |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 15/07/02
FECHA FINALIZACION 23/07/02
PROF. TOTAL: 35.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Carlos
SONDA RL 46L

SONDEO **SC-5** HOJA: 2/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación (1 2 3 4) | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 16.00 | | | | | | | | | | | | | 16.55 TP 17.05 | |
| | | | | | 3.00 | | Arcilla margosa de color verdoso y ocre. Alteración de la arcilla margosa negra. Duro. | | | | | | | 18.00 | | | 18.20 TP 18.50 | |
| | | 20 | | 19.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 3.60 | | Dolomía muy fracturada. Color gris. | | | | | | | LG | | | | |
| | | | | 22.60 | | | | | | | | | | 21.00 | | | | |
| | | | | | 1.20 | | Fragmentos de dolomía empastadas en una matriz arcillosa negra. | | | | | | | 22.80 | | | | |
| | | | | 23.80 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 25 | | | 3.10 | | Niveles centimétricos y decimétricos de dolomías muy fragturadas, de color gris alternando con finos niveles de arcilla negra. | | | | | | | LG | | | | |
| 101 T | AGUA | | | 26.90 | | | | | | | | | | 25.90 | | | | |
| | | | | | 0.80 | | Marga dolomítica de color beige muy fracturada. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 27.70 | | | | | | | | | | 27.90 | | | | |
| | | | | | 0.75 | | Brecha de marga dolomítica beige. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 28.45 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 30 | | | 1.95 | | Fragmentos de dolomía empastados en una matriz arcillosa negra. | | | | | | | LG | | | | |
| | | | | 30.40 | | | | | | | | | | 30.90 | | | | |
| | | | | | 2.60 | | Dolomía de color caramelo y gris, con tramos centimétricos a decimétricos brechoides y muy porosos. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 33.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 33.25 | 0.25 | | Caliza gris muy karstificada. | | | | | | | | | | | |
| | | 35 | | | 1.75 | | Arcilla negras de aspecto brechoide con algún fragmento de dolomía. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 35.00 | | | | | | | | | | | | | | |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 19/07/02
FECHA DE FINALIZACIÓN: 25/07/02
PROF. TOTAL: 40.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Rafa
SONDA RL 46L

SONDEO **SC-6** HOJA: 1/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación | R.Q.D. | Grado de meteorización | Fracturación | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | | | | | | | |
| 113 | SECO | | | | 3.10 | | Relleno: Pavimento del andén y rellenos de escombro, tierra y carbonilla. Medianamente denso. | | | | | | | | 1.00<br>**6-8-10-6**<br>1.60 | | | |
| | | | | 3.10 | 0.50 | | Rellenos mezclados con arena de playa. | | | | | | | | | 2.50<br>**MSH**<br>3.10 | | |
| 101 | | 5 | 3.70 | 3.60 | 2.00 | | Arena de playa: arena fina-media de color beige, suelta, sin finos. Medianamente denso. | | | | | | | | | 5.00<br>**MSH**<br>5.60 | | |
| | | | | 5.60 | 0.80 | | Arena fina-media, suelta, sin finos, de color beige y gris. Medianamente denso. | | | | | | | | 5.60<br>**9-10-4-4**<br>6.20 | | | |
| | | | | 6.40 | 0.80 | | Turba: Turba con niveles lentejonares de arena. Blando. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 7.20 | 0.20 | | Arcilla margosa beige amarillento. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 7.40 | 1.95 | | Substrato jurásico: marga dolomítica de color beige acaramelado. | | | | | | | | | | | |
| | | 10 | | 9.35 | 0.50 | | Caliza parcialmente dolomitizada. Color gris y ocre. | | | | | | | | 9.40 | | | |
| | | | | 9.85 | 0.90 | | Arcillas negras con niveles milimétricos a centimétricos de calizas grises. | | | | | | | | | | 10.35<br>TP<br>10.55 | |
| | | | | 10.75 | 0.35 | | Margas y calizas oquerosas, karstificadas con pátinas de óxidos que evidencia circulaciones freáticas. | | | | | | | | LG | | | |
| | | | | 11.10 | 1.10 | | Marga dolomítica de color crema. | | | | | | | | | | | |
| 101 T | AGUA | | | 12.20 | 2.60 | | Dolomía color crema. | | | | | | | | | | 13.85<br>TP<br>14.10 | |
| | | 15 | | 14.80 | 1.30 | | Arcillas negras con niveles con fragmentos de dolomía. | | | | | | | | 14.40 | | | |
| | | | | 16.10 | 0.75 | | Dolomía. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16.85 | 0.25 | | Brecha margoarcillosa con fragmentos de dolomía. Color gris verdoso. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 17.10 | 0.90 | | Brecha dolomítica. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 18.00 | 2.80 | | Arcilla negra con niveles que contienen fragmentos de dolomía. | | | | | | | | | | 19.50<br>TP<br>19.80 | |
| | | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 19/07/02
FECHA DE FINALIZACIÓN: 25/07/02
PROF. TOTAL: 40.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Rafa
SONDA RL 46L

SONDEO **SC-6** HOJA: 2/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 T | AGUA | 25 | | 20.80 | 2.80 | | Arcilla negra con niveles que contienen fragmentos de dolomía. |
| | | | | | 6.05 | | Dolomía que se recupera de forma muy fragmentada. Posible brecha dolomítica. Color gris. |
| | | | | 26.85 | 6.15 | | Arcillas negras con fragmentos de dolomías. A partir de 28,65 m las arcillas no se recuperan y solo se extraen los fragmentos de dolomía de color gris oscuro. |
| 86 T | | 30 | | 33.00 | 2.00 | | Dolomía masiva, algo fracturada, de color crema. |
| | | 35 | | 35.00 | 0.90 | | Fragmentos de dolomía empastados en una matriz de arcilla negra. |
| | | | | 35.90 | 1.15 | | Dolomía de color crema, muy fragmentada, empastadas en una matriz arcillosa beige. |
| | | | | 37.05 | 2.65 | | Dolomía masiva de color crema, muy fracturada pero con las juntas soldadas. |
| | | 40 | | 39.70 40.00 | 0.30 | | Lutita negra. |

| Recuperación | R.Q.D. | Grado de meteorización | Fracturación | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | | | 20.60 | | | | |
| | | | | | | LG | | | | |
| | | | | | | 25.60 | | | | |
| | | | | | | 30.90 | | | | |
| | | | | | | LG | | | | |
| | | | | | | 35.90 | | | | |
| | | | | | | | | | 38.65 TP 39.00 | |

control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 26/07/02
FECHA DE FINALIZACIÓN: 29/07/02
PROF. TOTAL: 35.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Rafa
SONDA RL 46L

SONDEO **SC-7** HOJA: 1/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 113 | | | | | 2.90 | | Rellenos: pavimento del andén, gravas, tierras, balastro, escobro y carbonilla en la base. Flojo. |
| | | | | 2.90 | 1.50 | | Recubrimiento cuaternario: Arena de playa fina. con indicios de arcilla y alguna gravilla. Color beige y gris. Indicios de materia orgánica. Muy flojo. |
| | | | | 4.40 | 3.10 | | Turba: color negro. Blando a moderadamente firme. |
| 101 | SECO | 5 | | 7.50 | 3.40 | | Arcillas eluviales: arcillas de color beige, con bastante materia orgánica y gravillas de margas dolomíticas y carbonatos dispersos. Firme. |
| | | 10 | | 10.90 | 2.60 | | Substrato jurásico: brecha dolomítica de color crema. Muy porosa. |
| 101 T | AGUA | 15 | | 13.50 | 6.10 | | Fragmentos de margas dolomíticas gris, empastadas en una matriz arcillosa beige que por lo general no se recupera. |
| 86 T | | 20 | | 19.60 | 4.40 | | Se recupera un limo arenoso beige que puede ser el producto de la trituración de la roca por la mecánica del sondeo. |

| Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación (1 2 3 4) | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1.00<br>**6-3-6-15**<br>1.60 | | | |
| | | | | | | | 2.62<br>**100R**<br>2.70 | 2.60<br>**R**<br>2.62 | | |
| | | | | | | | 5.80<br>**4-2-3-3**<br>6.40 | 5.20<br>**MSH**<br>5.80 | | |
| | | | | | | | 8.60<br>**4-5-7-9**<br>9.20 | 8.00<br>**16-13-12-7**<br>8.60 | | |
| | | | | | | 14.60<br>**LG**<br>19.60 | | | | |

# *III. APÉNDICES*

# 1. Columnas de sondeos

*Proyecto Constructivo*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| seinco control ingeniería y servicios, s.a. | PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN<br>SITUACIÓN: Gijón | FECHA DE INICIO: 26/07/02<br>FECHA DE FINALIZACIÓN: 29/07/02<br>PROF. TOTAL: 35.00<br>EMPRESA SEINCO | SUPERVISOR INECO<br>SONDISTA Rafa<br>SONDA RL 46L | SONDEO **SC-7** HOJA: 2/2 |

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación | R.Q.D. | Grado de meteorización | Fracturación | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 4.40 | | Se recupera un limo arenoso beige que puede ser el producto de la trituración de la roca por la mecánica del sondeo. | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | | | | | | | |
| | | 25 | | 24.00 | | | Brecha dolomítica que se recupera como fragmentos de roca de tamaños gravilla o grava muy gruesa. pero que en estado natural puede ser una roca consistente. | | | | | | | | | | | |
| 86 T | AGUA | 30 | | | 11.00 | | | | | | | | | 30.00 | | | | |
| | | 35 | | 35.00 | | | | | | | | | | LG 35.00 | | | | |
| | | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 04/06/02
FECHA FINALIZACION 12/06/02
PROF. TOTAL: 31.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Luciano
SONDA RL 400L

SONDEO **SC-8** HOJA: 1/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 116 | SECO | 5 | 3.00 | 1.90 | 1.90 | | Rellenos antrópicos. |
| | | | | 3.20 | 1.30 | | Turba. |
| | | | | 4.10 | 0.90 | | Limos arcillosos. |
| | | | | 6.80 | 2.70 | | Caliza dolomítica muy troceada y triturada gris amarillenta con algo de matriz margosa arenosa. Muy alterado. |
| | | | | 8.00 | 1.20 | | Trozos de caliza dolomítica de tamaño terrones de azucar con algo de arena, gris amarillento. |
| | | 10 | | 9.00 | 1.00 | | Alternancia de caliza margosa y margo arcillosas todo bastante alterado (algo arenizado). |
| 101 T | AGUA | | | 10.90 | 1.90 | | Trozos de caliza dolomítica gris amarillenta muy arenizada con marga amarilla hacia el final. |
| | | 15 | | 17.30 | 6.40 | | Caliza dolomítica amarillenta muy troceada y bastante alterada, con algo de matriz margo arcillosa. |
| | | | | 18.50 | 1.20 | | Marga arcillosa con trozos de caliza dolomítica amarilla parda. |
| | | 20 | | | 2.00 | | Caliza dolomítica amarilla troceada, con algo de matriz margosa. |

Recuperación: 20 40 60 80
R.Q.D.: 20 40 60 80
Grado de meteorización: 1 2 3 4
Fracturación: 1 2 3 4

| Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1.65 | | | |
| | | | 3-7-4 | | | |
| | | | 2.10 | | | |
| | | | 3.20 | | | |
| | | | 3-3-3 | | | |
| | | | 3.65 | | | |
| | | | 6.00 | | | |
| | | | 4-3-R | | | |
| | | | 6.17 | | | |
| | | 7.50 | LG | | | |
| | | | 9.00 | | | |
| | | | 15.00 | | | |
| | | | LG | | | |
| | | | 16.70 | | | |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 04/06/02
FECHA FINALIZACION 12/06/02
PROF. TOTAL: 31.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR
INECO
SONDISTA
Luciano
SONDA RL 400L

SONDEO
# SC-8
HOJA: 2/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 T | AGUA | 25 / 30 / 35 / 40 | | 20.50 | 2.00 | | Caliza dolomítica amarilla troceada, con algo de matriz margosa. |
| | | | | 21.30 | 0.80 | | Marga arcillosa amarilla englobando trozos de caliza dolomítica. |
| | | | | 24.50 | 3.20 | | Marga arcillosa gris azulada con trozos de caliza margosa gris. |
| | | | | 27.30 | 2.80 | | Marga arcillosa amarilla verdosa con trozos de caliza dolomítica. Aumenta el tamaño de la caliza dolomítica con la profundidad. |
| | | | | 30.00 | 2.70 | | Caliza dolomítica clara muy troceada con algo de matriz margo arcillosa amarilla con algunas zonas con bastantes marga y trozos pequeños de caliza gris, llegando a ser de tamaño gravilla. |
| | | | | 31.00 | 1.00 | | Marga arcillosa bastante compacta englobando trozos de caliza margosa negra. |

Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Grado de meteorización (1 2 3 4) | Fracturación (1 2 3 4) | Presiómetros | Lefranc

| Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| 22.00 | | | 22.90 TP 23.20 | |
| LG | | | 25.20 TP 25.50 | |
| 26.70 | | | | |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 05/06/02
FECHA FINALIZACIÓN 13/06/02
PROF. TOTAL: 35.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Rafa
SONDA RL 46L

SONDEO **SC-9** HOJA: 1/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 146 | SECO | 5 | | 0.80 | 0.80 | | Rellenos antrópicos. |
| | | | | 2.00 | 1.20 | | Arenas y gravilla marrones oscuras con indicios de limos. |
| | | | | 3.50 | 1.50 | | Arenas limosas marrones empapadas en agua con trozos de caliza marrón. raices. etc. |
| | | | | 4.20 | 0.70 | | |
| 101 | | | | 6.60 | 2.40 | | Turbas negras. |
| | | | | 8.50 | 1.90 | | Arcilla de alteración amarilla verdosa poco plástica y de baja densidad. |
| | | 10 | | 9.80 | 1.30 | | Arcilla margosa amarilla parda muy floja, con algunos trozos de caliza dolomítica. |
| 101 T | AGUA | | | 10.40 | 0.60 | | Arenas muy finas blancas englobando trozos de caliza dolomítica. |
| | | 15 | | 15.20 | 4.80 | | Caliza dolomítica marrón claro con distinto grado de fracturación entre las que aparece intercalada una marga arcillosa gris azulada con trozos de caliza dolomítica. Caliza dolomítica marrón claro con distinto grado de fracturación, poco alterada. No se observa matriz margosa en la recuperación. |
| 76 T | | | | 17.00 | 1.80 | | Marga arcillosa gris azulada y caliza margosa gris negruzca. |
| 101 T | | | | 17.90 | 0.90 | | Arenas limosas grises con algún trozo de caliza margosa gris. |
| 76 T | | 20 | | | 2.60 | | Alternancia de margas arcillosas y calizas margosas grises. muy compactas y densas. |

Recuperación: 20 40 60 80
R.Q.D.: 20 40 60 80
Grado de meteorización: 1 2 3 4
Fracturación: 1 2 3 4

Presiómetros

Lefranc

Lugeon
10.00
LG
15.00
17.70
20.00

S.P.T. ("N")
1.70
**2-5-7-8**
2.30
2.60
**0-0-2-2**
3.20
5.20
**0-2-0-1**
5.80

Muestras inalteradas
8.00
**7-10-12-14**
8.60

Testigos parafinados

Observaciones

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 05/06/02
FECHA FINALIZACIÓN 13/06/02
PROF. TOTAL: 35.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR
INECO
SONDISTA
Rafa
SONDA RL 46L

SONDEO
# SC-9
HOJA: 2/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 76 T | | | | 20.50 | 2.60 | | Alternancia de margas arcillosas y calizas margosas grises. muy compactas y densas. |
| 101 T | | 25 | | | 5.00 | | Alternancia de marga arcillosa amarilla parda y calizas dolomíticas claras bastante troceadas. Con la profundidad disminuye el tamaño de los trozos de caliza dolomítica y a penas se distingue la marga. |
| 76 T | AGUA | 30 | | 25.50 | 2.00 | | Marga arcillosa gris azulada con trozos de caliza margosa gris. |
| | | | | 27.50 | 2.70 | | |
| 86 T | | 35 | | 30.20 | 1.80 | | Caliza margosa gris negruzca muy rota con algo de matriz margo-arcillosa. |
| | | | | 32.00 | 3.00 | | Marga amarilla parda que engloba algunos trozos de caliza dolomítica marrón claro. |
| | | 40 | | 35.00 | | | |

Recuperación: 20 40 60 80
R.Q.D.: 20 40 60 80
Grado de meteorización: 1 2 3 4
Fracturación: 1 2 3 4
Presiómetros: 20.00 — 27.20
Lefranc
Lugeon: 20.00 — LG — 25.00 — 30.00 — LG — 35.00
S.P.T. ("N")
Muestras inalteradas
Testigos parafinados
Observaciones

control ingeniería y servicios, s.a.

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 13/06/02
FECHA FINALIZACION 17/06/02
PROF. TOTAL: 35.00
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR INECO
SONDISTA Luciano
SONDA RL 400L

SONDEO **SC-10** HOJA: 1/2

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 116 | SECO | 5 | 2.00 | 1.10 | 1.10 | | Hormigón. Rellenos antrópicos. |
| 76 T | | | | | 4.90 | | Arenas finas algo limosas de playa marrón anaranjado empapadas en agua. |
| 116 | | | | 6.00 | 2.00 | | Arenas limosas de playa, grises, empapadas en agua. |
| 13 | | | | 8.00 | | | |
| | | 10 | | | 4.60 | | Turba. |
| 101 T | AGUA | 15 | | 12.60 | 3.60 | | Caliza dolomítica marrón grisaceo, recuperada en tamaño de trozos de terrones de azucar y de gravilla. A los 13.30 m aumenta el tamaño de los trozos. |
| | | | | 16.20 | 1.80 | | Caliza dolomítica gris oscura, algo diaclasada. A los 17.50 m aparece marga arcillosa gris muy compacta y densa, en fracturas. |
| | | | | 18.00 | 1.30 | | Marga arcillosa gris azulada muy compacta y densa englobando trozos de caliza gris. |
| | | 20 | | 19.30 | 3.70 | | Caliza dolomítica gris algo negruzca. |

Recuperación: 20 40 60 80
R.Q.D.: 20 40 60 80
Grado de meteorización: 1 2 3 4
Fracturación: 1 2 3 4

Presiómetros: 2.00

Lefranc:

Lugeon: 14.00 LG 18.80

S.P.T. ("N"): 2.40 **4-2-2** 2.85 | 5.20 **3-3-2** 5.65 | 7.00 **4-6-7** 7.45

Muestras inalteradas: 8.40 **11-presión** 9.00

Testigos parafinados:

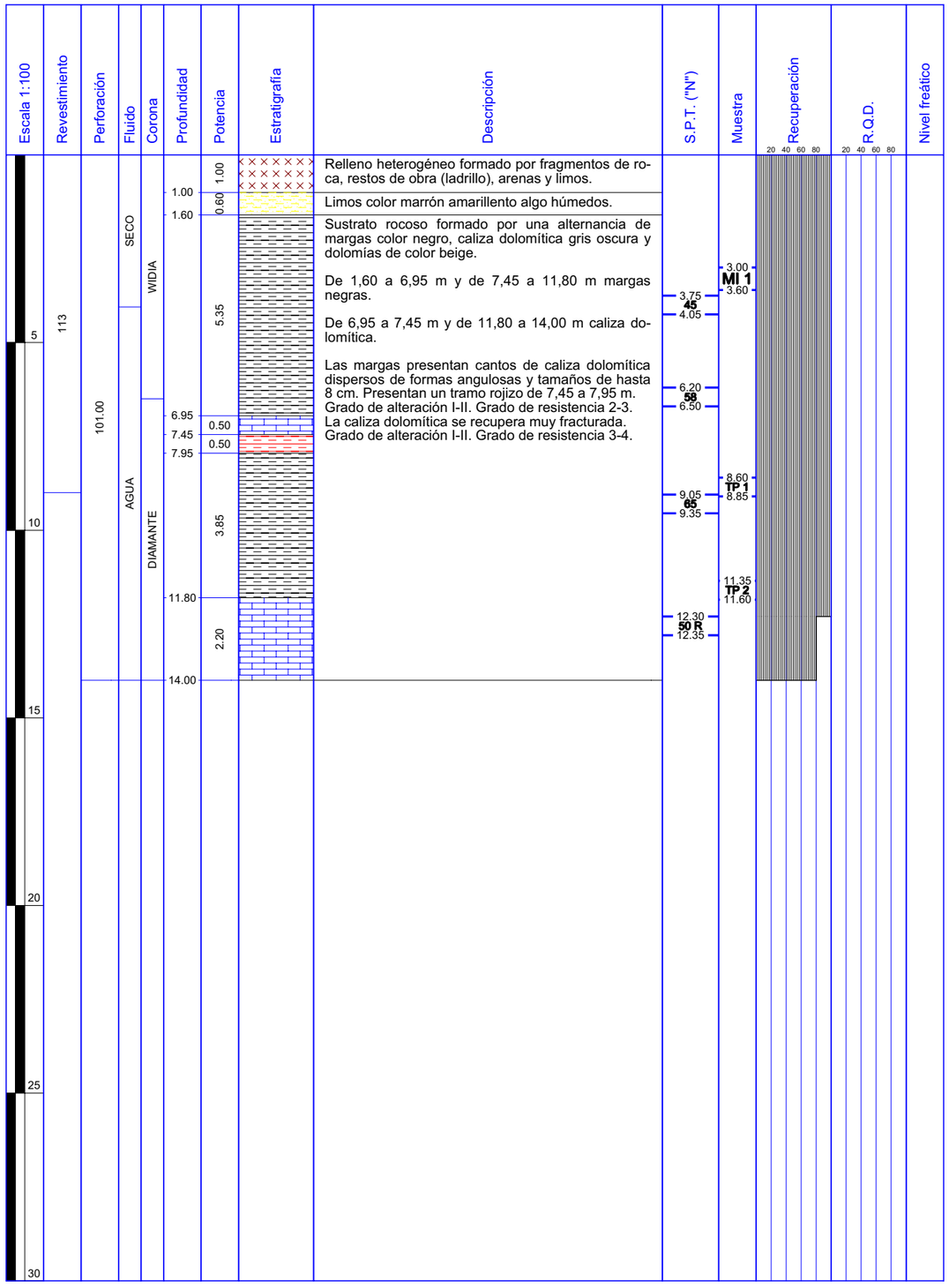
Observaciones:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Seinco control ingeniería y servicios, s.a. | PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN GIJÓN<br>SITUACIÓN: Gijón | FECHA DE INICIO: 13/06/02<br>FECHA FINALIZACION 17/06/02<br>PROF. TOTAL: 35.00<br>EMPRESA SEINCO | SUPERVISOR INECO<br>SONDISTA Luciano<br>SONDA RL 400L | SONDEO **SC-10** HOJA: 2/2 |

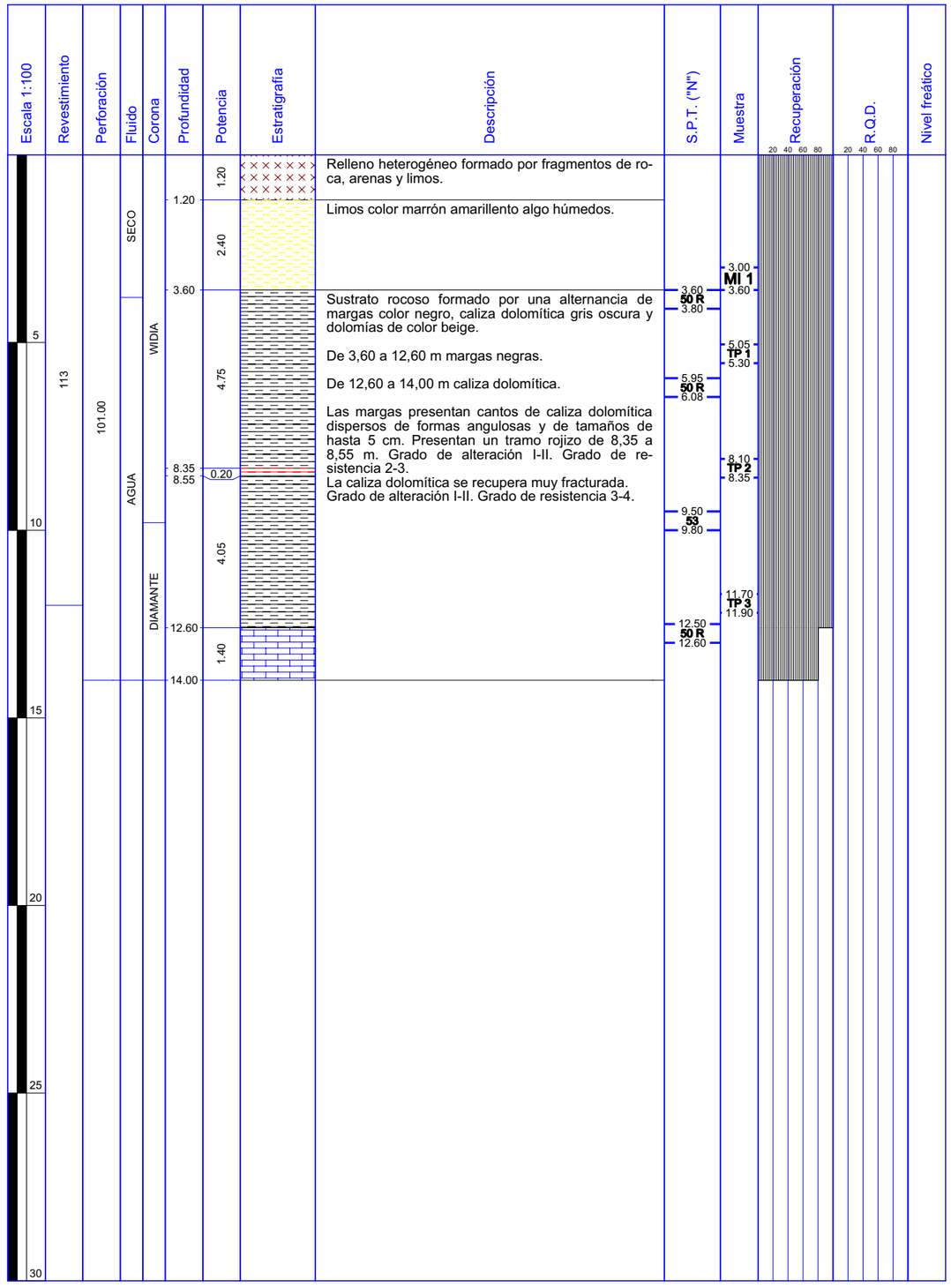
| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:100 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 T | AGUA | 25 | | 3.70 | | | Caliza dolomítica gris algo negruzca. |
| | | | | 23.00 | 0.20 | | |
| | | | | 23.20 | | | Caliza dolomítica gris con intercalaciones de marga arcillosa gris azulada con trozos de caliza. |
| | | | | | 1.20 | | |
| | | | | 24.40 | | | Caliza dolomítica gris bastante troceada. |
| | | | | | | | Caliz dolomítica gris masiva. |
| 86 T | | 30 | | 29.40 | 0.60 | | Marga arcillosa gris azulada. |
| | | | | 30.00 | | | Caliza gris masiva. |
| | | | | | 1.50 | | |
| | | | | 31.50 | | | |
| | | | | | 0.50 | | Marga arcillosa gris azulada con trozos de caliza gris. |
| | | | | 32.00 | | | |
| | | | | | 1.10 | | Caliza margosa gris azulada bastante diaclasada con intercalaciones margosas. |
| | | | | 33.10 | | | |
| | | | | | 1.90 | | Caliza margosa gris bastante densa y sana. |
| | | 35 | | 35.00 | | | |
| | | 40 | | | | | |

| Recuperación | R.Q.D. | Grado de meteorización | Fracturación | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | S.P.T. ("N") | Muestras inalteradas | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 1 2 3 4 | | | | | | | |
| | | | | | | 24.00 | | | | |
| | | | | | | LG | | | | |
| | | | | | | 29.90<br>30.00 | | | | |
| | | | | | | LG | | | | |
| | | | | | | 35.00 | | | | |

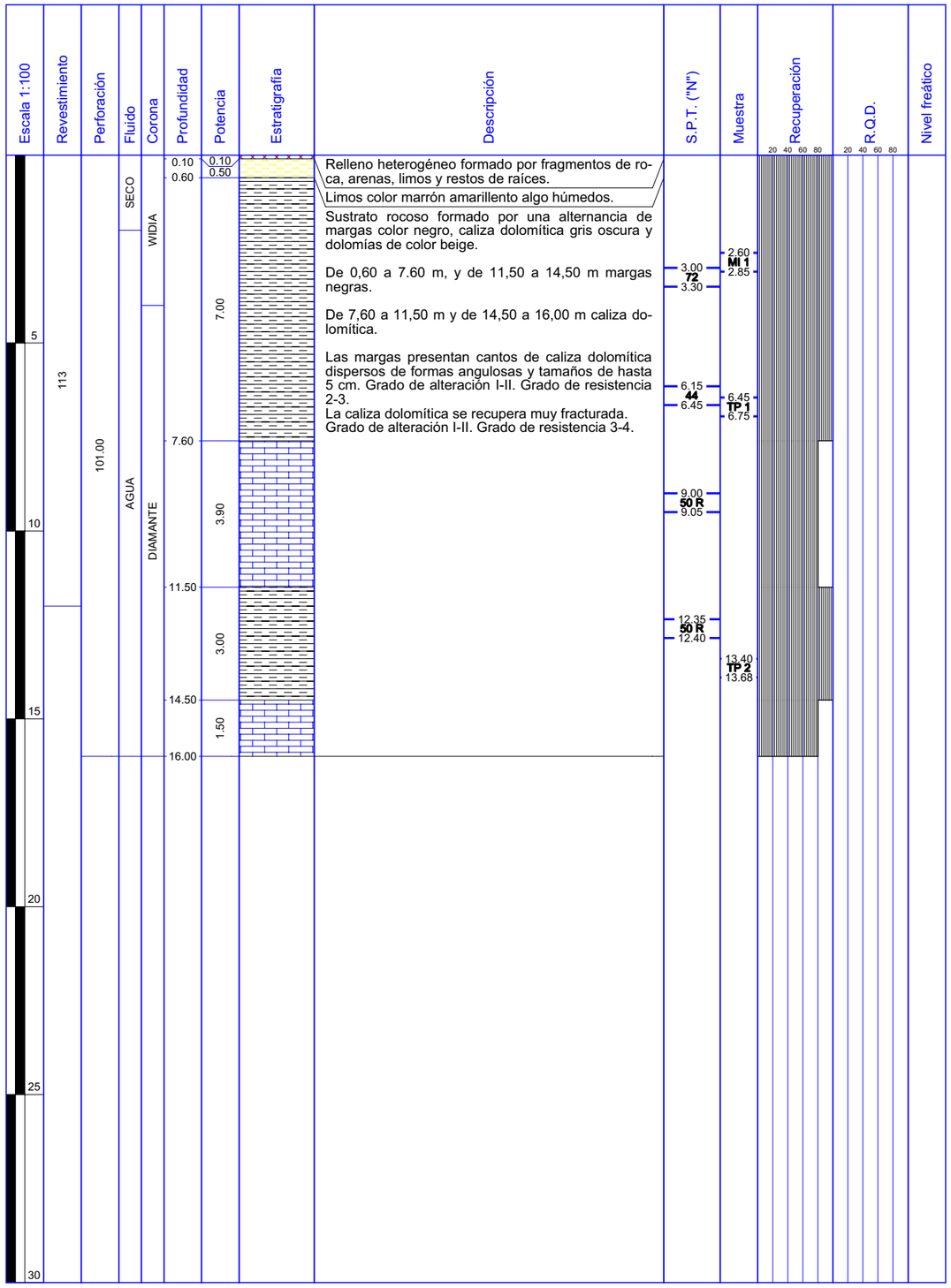
| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | CONSEJERIA DE JUSTICIA | SONDEO | HOJA |
| Obra | EDIFICIO SEDE JUDICIAL. | S-1 | 1 |
| Nº de trabajo | EXP - 1.935 | Supervisor | |
| Localidad | GIJON Fecha AGOSTO 2007 | Celeste Escobar | |



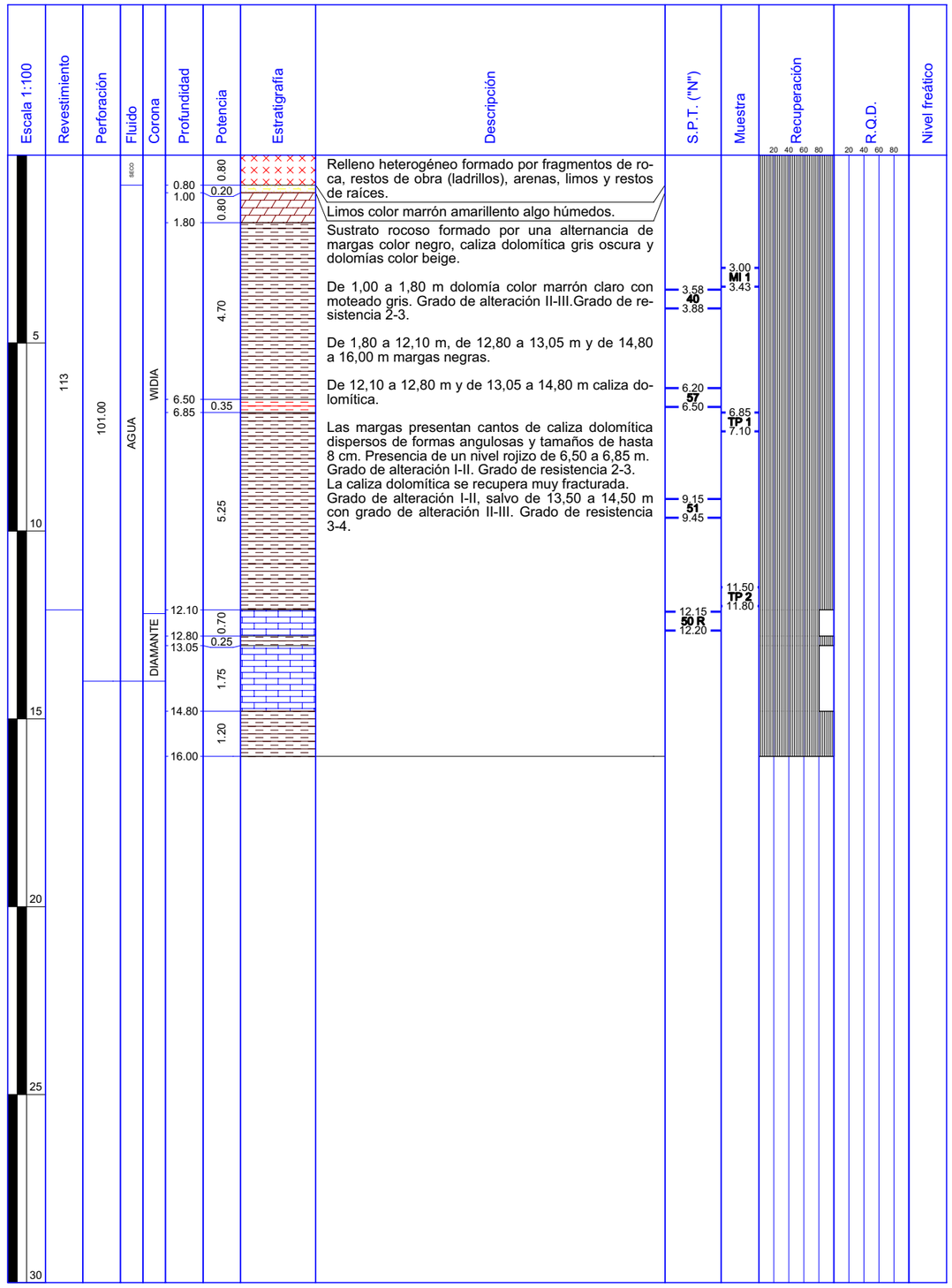

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | CONSEJERIA DE JUSTICIA | SONDEO | HOJA |
| Obra | EDIFICIO SEDE JUDICIAL. | S-2 | 1 |
| Nº de trabajo | EXP - 1.935 | Supervisor | |
| Localidad | GIJON Fecha AGOSTO 2007 | Celeste Escobar | |



| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | CONSEJERIA DE JUSTICIA | SONDEO | HOJA |
| Obra | EDIFICIO SEDE JUDICIAL. | S-3 | 1 |
| Nº de trabajo | EXP - 1.935 | Supervisor | |
| Localidad | GIJON Fecha AGOSTO 2007 | Celeste Escobar | |




| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | CONSEJERIA DE JUSTICIA | SONDEO | HOJA |
| Obra | EDIFICIO SEDE JUDICIAL. | S-4 | 1 |
| Nº de trabajo | EXP - 1.935 | Supervisor | |
| Localidad | GIJON Fecha AGOSTO 2007 | Celeste Escobar | |



## c-2) Fotografías de los Testigos



EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

F.A

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

SONDEO FOTOS LAMINA
1 B A 1

F.B

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

F.B

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 1 | B | A | 2 |

F.A

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

F.B

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 1 | B | A | 3 |

F.A

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

F.B

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 2 | B | A | 1 |

F.A

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

F.B

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 2 | B | A | 2 |

F.A

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

F.B

F.A

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 2 | B | A | 3 |

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

F.B

F.A

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 2 | B | A | 4 |

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

**F.B**

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 3 | B | A | 1 |

**F.A**

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

**F.B**

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 3 | B | A | 2 |

**F.A**

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

F.B

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 3 | B | A | 3 |

F.A

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

F.B

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 3 | B | A | 4 |

F.A

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

F.B

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 4 | B | A | 1 |

F.A

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

F.B

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 4 | B | A | 2 |

F.A

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo) en virtud del Decreto 43/1990 de 3 de mayo, en las áreas (EHA), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero, (GTL), área de geotecnia y sus ensayos complementarios, (GTC), área de sondeos, toma de muestras y ensayos *"in situ"* para reconocimiento geotécnico, (VSG), área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes de viales y sus ensayos complementarios.

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| 4 | B | A | 3 |

**F.B**

**F.A**

SONDEO SIG-7 CAJA 1 DE 0.00 m A 2.40 m

SONDEO SIG-7 CAJA 2 DE 2.40 m A 4.80 m

SONDEO SIG-7 CAJA 3 DE 4.80 m A 6.20 m

SONDEO SIG-7 CAJA 4 DE 6.20 m A 8.60 m

SONDEO SIG-7 CAJA 5 DE 8.60 m A 11.00 m

SONDEO SIG-7 CAJA 6 DE 11.00 m A 13.10 m

SONDEO SIG-7 CAJA 7 DE 13.10 m A 15.20 m

SONDEO SIG-7 CAJA 8 DE 15.20 m A 17.50 m

SONDEO SIG-7 CAJA 9 DE 17.50 m A 19.70 m

SONDEO SIG-7 CAJA 10 DE 19.70 m A 22.45 m

SONDEO SIG-7 CAJA 11 DE 22.45 m A 25.35 m

SONDEO SIG-7 CAJA 12 DE 25.35 m A 28.00 m

SONDEO SIG-7 CAJA 13 DE 28.00 m A 31.00 m

SONDEO SIG-7 CAJA 14 DE 31.00 m A 34.00 m

SONDEO SIG-7 CAJA 15 DE 34.00 m A 35.00 m

CAJA 2 DE 2,70 A 5,00

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | LAMINA |
|---|---|---|
| | B A | |

**SONDEO SIG-8**

CAJA 1 DE 0,00 A 2,70

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

CAJA 4 DE 7,40 A 9,45

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | LAMINA |
|---|---|---|
| | B A | |

**SONDEO SIG-8**

CAJA 3 DE 5,00 A 7,40

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

CAJA 6 DE 11,90 A 14,70

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| | B | A | |

**SONDEO SIG-8**

CAJA 5 DE 9,45 A 11,90

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

CAJA 8 DE 17,35 A 19,70

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| | B | A | |

**SONDEO SIG-8**

CAJA 7 DE 14,70 A 17,35

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

CAJA 10 DE 21,20 A 23,25

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | | LAMINA |
|---|---|---|---|
| | B | A | |

**SONDEO SIG-8**

CAJA 9 DE 19,70 A 21,20

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

CAJA 12 DE 25,70 A 28,40

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | LAMINA |
|---|---|---|
| | B A | |

**SONDEO SIG-8**

CAJA 11 DE 23,25 A 25,70

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

CAJA 14 DE 31,40 A 34,40

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | LAMINA |
|---|---|---|
| | B A | |

**SONDEO SIG-8**

CAJA 13 DE 28,40 A 31,40

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

CAJA 15 DE 34,40 A 35,00

**F.A**

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

| SONDEO | FOTOS | LAMINA |
|---|---|---|
| | B A | |

## SONDEO SIG-8

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

Emplazamiento sondeo SIG-20.



**F.B**

DEPARTAMENTO
DE
PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.B**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

NECSO
METROTREN

SONDEOS NUEVO TRAZADO

SIG-20

**F.B**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

F.B

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

F.A

F.B

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

F.A

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

F.B

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

F.A

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

F.B

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

NECSO
METROTREN

SONDEOS NUEVO TRAZADO

SIG-20

F.A

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

# FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.B**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.B**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

# FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-20**

**F.A**

Emplazamiento sondeo SIG-20.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-25**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-25**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-25**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-25**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-25**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-25**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

# FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-25**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-26**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-26**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-26**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-26**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-26**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**NECSO**
**METROTREN**

**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-26**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**U.T.E. INEGEO**

**METROTREN**
**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-27**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**U.T.E. INEGEO**

**METROTREN**
**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-27**

**F.A**

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**U.T.E. INEGEO**

**METROTREN**
**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-27**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**U.T.E. INEGEO**

**METROTREN**
**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-27**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

# DEPARTAMENTO DE PROSPECCIONES

## FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**U.T.E. INEGEO**

**METROTREN**
**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-27**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

**F.B**

seinco control
ingeniería y servicios, s.a.

DEPARTAMENTO
DE
PROSPECCIONES

FOTOCONTROL DE LA TESTIFICACIÓN DE SONDEOS

**U.T.E. INEGEO**

**METROTREN**
**SONDEOS NUEVO TRAZADO**

**SIG-27**

**F.A**

Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96, clase ST con el número 16003ST96 y clase SV con el número 16018SV95.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | NUEVO TRAZADO | SIG-8 | 1/2 |
| Nº de trabajo | | Supervisor | |
| Localidad | GIJON Fecha 13/12/04 - 16/12/04 | Leonardo del Campo | |

| Escala 1:100 | Revestimiento | Perforación | Fluido | Corona | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | S.P.T. ("N") | Muestra | Testigos parafinados | Penetrómetro (kp/cm2) | Recuperación | R.Q.D. | Nivel freático |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0.25 | 0.25 | | Enlosado y hormigón. | | | | | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | |
| | | | | | 0.80 | 0.55 | | Rellenos: Gravas y arcillas arenosas con escombros. Estructura caótica. Materia orgánica abundante. | | | | | | | |
| | | | | | 2.30 | 1.50 | | Arenas de grano fino con alguna grava gruesa de caliza. Marrón claro. A muro niveles arcillosos, aumentando la proporción de grava. | 3.20 | | | | | | |
| | | | | | 3.10 | 0.80 | | | 9-14-22-27 | | | | | | |
| | | | | | 5.70 | 2.60 | | Fangos: Hasta 2.55 m limosos y a partir de 2.55 arcillosos. Marrón oscuro a negro. Fétidos. Abundante materia orgánica. Muy blandos. Plasticidad alta en niveles arcillosos. | 3.80 | | | | | | |
| | | | | | 7.30 | 1.60 | | Dolomía brechoide beige. Altamente fracturada, meteorización IV. Núcleos decimétricos de alteración V, asimilables a suelo arcillo-limoso. Se recupera con tamaño asimilable a grava. Resistencia media-baja. | 6.20<br>R<br>6.25 | | 6.90<br>TP1<br>7.25 | | | | |
| | | | | | 8.05 | 0.75 | | | | | | | | | |
| | | | | | 8.40 | 0.35 | | | | | | | | | |
| | | | | | 11.40 | 3.00 | | Dolomía brechoide, gris verdosa. Meteorización III. Fracturación elevada. Resistencia media. Rellenos arcillosos en juntas, esporádicos. | | | 9.60<br>TP2<br>9.90 | | | | |
| | | | | | 11.75 | 0.35 | | Marga brechoide de color negro. Alto grado de disgregación. Meteorización IV. Resistencia muy baja. | | | 11.55<br>TP3<br>11.70 | | | | |
| | | | | | | | | Limo arcilloso beige, con relictos de dolomía. Plasticidad baja. | | | | | | | |
| | | | | | | | | Dolomía brechoide de tonos gris-verdoso, con intercalaciones de marga negra. Variaciones importante en el grado de meteorización y en la resistencia, en tramos decimétricos a métricos.<br>- De 8.40 a 10.15 m, resistencia media.<br>- De 10.15 a 11.80 m, resistencia baja-muy baja.<br>De 11.40 a 11.75 m intercalación de marga negra desintegrada.<br>- De 11.80 a 14.70 m, resistencia media-baja, con tramos decimétricos de resistencia baja-muy baja.<br>- De 14.70 a 16.15 m, nivel desintegrado, de resistencia baja a muy baja.<br>- De 16.15 a 16.90 m, aspecto sano, resistencia media.<br>- De 16.90 a 17.75 m, capa de marga negra, disgregada, meteorizada en grado IV; resistencia muy baja.<br>- De 17.75 a 21.25 m, resistencia media. Esporádicos núcleos desintegrados limosos, de orden decimétrico. | 15.50<br>29-R<br>15.75 | | 17.15<br>TP4<br>17.35 | | | | |
| | | | | | 21.25 | 9.50 | | Marga brechoide negra. Alto grado de disgregación, meteorización V. Resistencia baja-muy baja, asimilable a suelo de consistencia dura. | 21.00 | LUGEON | 21.75<br>TP5<br>22.05 | | | | |
| | | | | | 25.55 | 4.30 | | Dolomía brechoide de color gris-verdoso. Alto grado de fracturación. recuperándose con tamaño asimilable a grava. Meteorización III. Núcleos decimétricos con meteorización V. dando limo cohesivo. Resistencia variable, media-baja.<br>--Pérdida de agua a 28.00 m-- | 26.00 | | 23.80<br>TP6<br>24.20 | | | | |
| | 113 | 116 | Seco | Widia | | | | | | | | | | | |
| | 113 | 101 | Seco | Widia | | | | | | | | | | | |
| | 113 | 101 | Agua | Diamante | | 7.40 | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | NUEVO TRAZADO | SIG-8 | 2/2 |
| Nº de trabajo | | Supervisor | |
| Localidad | GIJON Fecha 13/12/04 - 16/12/04 | Leonardo del Campo | |

| Escala 1:100 | Revestimiento | Perforación | Fluido | Corona | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | S.P.T. ("N") | Muestra | Testigos parafinados | Penetrómetro (kp/cm2) | Recuperación | R.Q.D. | Nivel freático |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 113 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 101 | Agua | Diamante | 32.95 | 7.40 | | Dolomía brechoide de color gris-verdoso. Alto grado de fracturación. recuperándose con tamaño asimilable a grava. Meteorización III. Núcleos decimétricos con meteorización V. dando limo cohesivo. Resistencia variable, media-baja.<br>--Pérdida de agua a 28.00 m-- | | | | | 20 40 60 80 | 20 40 60 80 | |
| | | | | | 35.00 | 2.05 | | Marga negra brechoide. Hasta 33.80 m, meteorización IV, recuperándose con tamaño asimilable a grava; resistencia baja. A partir de 33.80 m, altamente disgregado, asimilable a suelo limoso duro.<br>Observaciones: Los niveles de marga negra son muy alterables en contacto con agua. | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-20 | 1/3 |
| Nº de trabajo | | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN Fecha 15/3/04 - 23/3/04 | Leonardo del Campo | |

| Diámetro perforación | Corona | Fluido | Escala 1:50 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 113 B | widia | seco | 1 | | 1.35 | 1.35 | | Relleno antrópico: gravas areno-limosas con abundantes fragmentos de escombro. Estructura caótioca. Tonos marrones a negros. |
| | | | 2 | | | | | |
| | | | 3 | | | | | |
| | | | 4 | | 4.45 | 3.10 | | Arenas de grano fino con indicios a algo de limo. aumentando éste a partir de 3.20 m. Tonos ocres. pasando a grises a partir de 3.20 m. Composición carbonatada. Nódulos de carbón a techo. |
| 98 B | widia | seco | 5 | | 5.50 | 1.05 | | Turba: limo orgánico con abundantes restos vegetales parcialmente descompuestos. Olor fétido. Marrón oscuro. Húmedo. |
| | | | 6 | | 5.90 | 0.40 | | Arenas de grano fino con lentejones de turba. Gris oscuro. |
| | | | 7 | | | 6.05 | | Limos con indicios de arcilla, disminuyendo ésta hacia muro. Carbonatos diseminados. Tonos ocre a marrón claro. Húmedo. Procede de la alteración del nivel dolomítico (grado V).<br><br>El SPT de 9.60 a 10.20 no se recupera. |
| 98 B | widia | seco | 8 | | | | | |
| | | | 9 | | | | | |
| | | | 10 | | | | | |
| 98 B | widia | seco | 11 | | | | | |
| | | | 12 | | 11.95 | 1.35 | | Limos con abundantes fragmentos de dolomía, de tamaño grava fina. Empaquetado disperso. Tonos ocre. Húmedo. Procede de la alteración del nivel dolomítico (grado IV-V). |
| 98 B | widia | seco | 13 | | 13.30 | 1.65 | | Brecha dolomítica: dolomía de tonos beige, altamente fracturada, dando fragmentos de tamaño grava fina a gruesa. Resistencia media. Fracturación elevada (grado 16) |
| 101 T | diamante | agua | 14 | | | | | Limos con bastantes fragmentos de dolomía de tamaño grava fina. Tonos beige. Empaquetado disperso. Plasticidad baja-nula. Procede de alteración del nivel dolomítico. |
| | | | 15 | | 14.95 | 1.20 | | |

| Recuperación | Meteorización | R.Q.D. | Lefranc | Lugeon | Presiómetros | S.P.T. | Muestras inalteradas | Testigos parafinados |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 20 40 60 80 | | | | | | |
| | | | | | | | 3.40 presión | |
| | | | | | | 4.00 1-2-2-3 4.60 | 4.00 | |
| | | | | | | | 6.00 presión | |
| | | | | | | 6.60 2-2-3-5 7.20 | 6.60 | |
| | | | | | | | 9.00 36-92-43-36 | |
| | | | | | | 9.60 8-4-5-4 10.20 | 9.60 | |
| | | | | | | | 12.00 23-84-100 | |
| | | | | | | 12.40 28-30-21-16 13.00 | 12.40 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-20 | 2/3 |
| Nº de trabajo | | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN Fecha 15/3/04 - 23/3/04 | Leonardo del Campo | |

| Diámetro perforación | Corona | Fluido | Escala 1:50 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 T | diamante | agua | 16 | | 16.15 | 1.20 | | Limos con bastantes fragmentos de dolomía de tamaño grava fina. Tonos beige. Empaquetado disperso. Plasticidad baja-nula. Procede de alteración del nivel dolomítico. |
| 98 B | widia | seco | 17 | | | 5.85 | | Limo margoso con alguna grava de dolomía y fragmentos de marga. Tonos gris oscuro con nódulos blanquecinos.Procede de la alteración de marga brechoide.<br>Muy alterable en contacto con agua aquiriéndo cierta plasticidad. Se contrae y agrieta por desecación. |
| | | | 18 | | | | | |
| 76 T | widia | agua | 19 | | | | | |
| | | | 20 | | | | | |
| 98 B | widia | seco | 21 | | | | | |
| | | | 22 | | 22.00 | 2.70 | | Limos con algún a bastantes fragmentos de dolomía de tamaño grava. Tonos beige a ocre.<br>Procede de la alteración del nivel dolomítico. |
| 98 B | w | s | 23 | | | | | |
| 89 B | widia | seco | 24 | | 24.70 | 1.05 | | Brecha dolomítica: Dolomía de tonos beige-,altamente fragmentada (grado 16). dando fragmentos tamaño grava gruesa. Resistencia media.<br>Limos con algún fragmento de dolomía de tamaño grava fina-media. Plasticidad baja-nula.<br><br>A 28 m no se puede realizar ensayo presiométrico pues las paredes se caen. |
| | | | 25 | | | | | |
| 76 T | widia | seco | 26 | | 25.75 | 2.55 | | De 28.30 a 36.15 m. limo margoso con relictos de marga de tamaño grava fina a media y nódulos carbonatados blanquecinos. Gris oscuro.<br>Se contrae por desecación. Muy alterable en contacto con agua. adquiriendo cierta plasticidad.<br>Procede de la alteración de marga brechoide.<br><br>- De 30.35 a 31.05 m, capa de dolomía brechoide gris. Resistencia media.<br><br>- De 31.15 a 31.55 m, capa de limo margoso ocre con algún fragmento de dolomía de tamaño grava gruesa. Procede de alteración de capa dolomítica. |
| | | | 27 | | | | | |
| 76 B | widia | seco | 28 | | 28.30 | 2.05 | | |
| | | | 29 | | | | | |
| | | | 30 | | | | | - De 35.40 a 36.15 m. capa de limo margoso con algun fragmento de dolomía de tamaño grava media. Ocre. Procede de alteración de capa dolomítica. |

| Recuperación | Meteorización | R.Q.D. | Lefranc | Lugeon | Presiómetros | S.P.T. | Muestras inalteradas | Testigos parafinados |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 20 40 60 80 | | | | | | |
| | | | | | | | 15.10 18-24-36-51 | |
| | | | | | | 15.70 15-28-57-76 16.30 | 15.70 | |
| | | | | | | | 17.60 34-87-130 | |
| | | | | 18.00 K= 14.26 | Presiómetro | 18.05 19-36-58-90 18.65 | 18.05 | |
| | | | | 23.00 | | | 21.80 53-84-110 | |
| | | | | | | 22.25 16-45-45-63 22.85 | 22.25 | |
| | | | | | | | 26.00 6-36-50-130 | |
| | | | | | | 26.60 25-40-61-88 27.20 | 26.60 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-20 | 3/3 |
| Nº de trabajo | | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN Fecha 15/3/04 - 23/3/04 | Leonardo del Campo | |

| Diámetro perforación | Corona | Fluido | Escala 1:50 | Nivel freático | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación | Meteorización | R.Q.D. | Lefranc | Lugeon | Presiómetros | S.P.T. | Muestras inalteradas | Testigos parafinados |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 20 40 60 80 | | | | | | |
| 76 B | widia | seco | 31 | | 30.35 | 2.05 | | De 28.30 a 36.15 m. limo margoso con relictos de marga de tamaño grava fina a media y nódulos carbonatados blanquecinos. Gris oscuro. Se contrae por desecación. Muy alterable en contacto con agua. adquiriendo cierta plasticidad. Procede de la alteración de marga brechoide. | | | | | | | | | |
| | | | | | 31.05 | 0.70 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 31.15 | 0.10 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 31.55 | 0.40 | | | | | | | | | | | |
| 98 B | | | 32 | | | | | - De 30.35 a 31.05 m, capa de dolomía brechoide gris. Resistencia media. | | | | | | | | | |
| | | | 33 | | | | | - De 31.15 a 31.55 m, capa de limo margoso ocre con algún fragmento de dolomía de tamaño grava gruesa. Procede de alteración de capa dolomítica. | | | | | 33.00 | | | | |
| 98 B | widia | seco | 34 | | | 3.85 | | | | | | | | | | | |
| | | | 35 | | | | | - De 35.40 a 36.15 m. capa de limo margoso con algun fragmento de dolomía de tamaño grava media. Ocre. Procede de alteración de capa dolomítica. | | | | | | | | | |
| 98 B | | | 36 | | 35.40 | 0.75 | | | | | | | K= 3.36 | | | | |
| | | | | | 36.15 | 0.15 | | Capa de dolomía gris de resistencia media. Fracturación media (grado 4). | | | | | | | | | |
| | | | | | 36.30 | 2.20 | | Marga negra brechoide. Resistencia baja-muy baja. Se contrae por desecación. Muy alterable en contacto con agua. | | | | | | | | | |
| 101 T | widia | agua | 37 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 38 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 39 | | 38.50 | | | FIN DE SONDEO 38.50 m. | | | | | 38.50 | | | | |
| | | | 40 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 41 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 42 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 43 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 44 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 45 | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-25 | 1/3 |
| Nº de trabajo | T-11.606 | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN Fecha 28/07/05 a 04/08/05 | Leonardo del Campo | |

| Diámetro perforación | Corona | Fluido | Escala 1:50 | Nivel Freático | Profundidad | Potencia | Litología: Símbolo gráfico | Descripción | Recuperación | Grado de meteorización | Fracturación Nº/30 cm | R.Q.D. | Lefranc | Lugeon | Presiómetros | S.P.T. | Muestras inalteradas | Testigos parafinados |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 1 4 16 64 | 20 40 60 80 | | | | | | |
| 98 B | | seco | 1 | | 0.30 | 0.30 | | Rellenos Antrópicos: Materia carbonosa con abundante materia orgánica, restos vegetales, restos antrópicos y alguna grava sudredondeada. | | | | | | | | | |
| | | | | | 0.60 | 1.20 | | Rellenos Antrópicos: Limos con algo de arena fina de color marrón oscuro, de naturaleza carbonatada. Alguna grava subredondeada dispersa. Seco. | | | | | | | | | |
| 98 B | | | 2 | | 1.80 | 0.50 | | Rellenos Antrópicos: Arenas de grano fino-medio carbonatadas de color marrón con algún canto carbonatado subredondeado disperso. Muy húmedo. Materia orgánica y restos antrópicos dispersos. | | | | | | | | 2.00<br>13-18-14-17<br>2.60 | | |
| | | | 3 | | 2.30 | 2.00 | | Rellenos Antrópicos: Limos con algo de arcillas de tonos marrón oscuro. Plasticidad muy baja. Húmedo. Materia orgánica y restos antrópicos dispersos. Arenas finas con indicios de limos, de naturaleza carbonatada de tonos marronáceos. | | | | | | | 2.60<br>3-4-8<br>3.05 | | |
| | | | 4 | | 4.30 | 0.60 | | Fangos: Arcillas negruzcas con alguna intercalación arenosa más abundantes hacia muro. Abundante materia orgánica (olor fétido). Plasticidad baja-media. | | | | | | | | | |
| | | | 5 | | 4.90 | 1.10 | | Limos de tonos ocres procedentes de la alteración del infrayacente. Húmedo. | | | | | | | | 5.30<br>7-13-21<br>5.75 | | |
| | | | 6 | | 6.00 | 0.35 | | Dolomías de tonos ocres meteorizadas en grado V, dando un suelo limoso con indicios de arcillas de consistencia firme. Ligeramente húmedo. | | | | | | | | | |
| widia | | agua | 7 | | 6.35 | 4.65 | | Dolomías brechoides de tonos ocres meteorizadas en grado III, de resistencia media. Altamente fracturadas, recuperándose con un tamaño asimilable a gravas finas a medias. - De 10,50 a 10,60 m: Baja fracturación. - De 10,60 a 11,00 m: Grado de meteorización V dando un suelo limoso de tonos ocres de consistencia firme a dura. | | | | | | | | | |
| | | | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 11 | | 11.00 | | | Margas brechoides de color gris oscuro, meteorizada en grado V dando un suelo limo-margoso con relictos de marga gris. - De 14,90 a 15,20 m: Fragmentos de marga de resistencia media. | | | | | | | | 11.00<br>11-20-40<br>11.45 | | |
| | | | 12 | | | 4.50 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-25 | 2/3 |
| Nº de trabajo | T-11.606 | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN Fecha 28/07/05 a 04/08/05 | Leonardo del Campo | |

| Profundidad | Potencia | Descripción |
|---|---|---|
| 15.50 | 4.50 | Margas brechoides de color gris oscuro, meteorizada en grado V dando un suelo limo-margoso con relictos de marga gris. |
| | | - De 14,90 a 15,20 m: Fragmentos de marga de resistencia media. |
| | 7.70 | Dolomías brechoides de tonos ocres y grises meteorizadas en grado III, de resistencia media altamente fracturadas, recuperándose con tamaño asimilable a gravas finas a medias. |
| | | - De 17,30 a 17,55 m y de 20,50 a 20,70 m: Escasa fracturación. |
| 23.20 | 0.30 | Margas brechoides de color gris oscuro, meteorizada en grado V dando un suelo limo-margoso con relictos de marga gris. |
| 23.50 | 2.00 | Dolomías brechoides de tonos ocres y grises meteorizadas en grado III, de resistencia media y altamente fracturadas recuperándose con un tamaño asimilable a gravas de finas-medias a gruesas. La fracturación disminuye hacia muro. |
| 25.50 | 1.60 | Margas brechoides de color gris oscuro, meteorizada en grado V dando un suelo limo-margoso con relictos de marga gris. |
| 27.10 | 2.00 | Dolomías brechoides de tonos ocres y grises meteorizadas en grado III, de resistencia media y altamente fracturadas recuperándose con un tamaño asimilable a gravas finas. Limos anaranjados en juntas. |
| 29.10 | 1.40 | Margas brechoides de color gris oscuro, meteorizada en grado V dando un suelo limo-margoso con relictos de marga gris. |

Diámetro perforación: widia / agua

Escala 1:50: 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

Recuperación: 20 40 60 80

Grado de meteorización: 1 2 3 4

Fracturación Nº/30 cm: 1 4 16 64

R.Q.D.: 20 40 60 80

Lugeon: 25.00 — LUGEON — 30.00

Testigos parafinados: 16.80 **TP1** 16.95; 17.40 **TP2** 17.55; 26.40 **TP3** 26.70; 29.80 **TP4** 30.00

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-25 | 3/3 |
| Nº de trabajo | T-11.606 | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN Fecha 28/07/05 a 04/08/05 | Leonardo del Campo | |

| Profundidad | Potencia | Descripción |
|---|---|---|
| 30.50 | 1.40 | Margas brechoides de color gris oscuro, meteorizada en grado V dando un suelo limo-margoso con relictos de marga gris. |
| | 1.90 | Dolomías brechoides de tonos grises meteorizadas en grado III, de resistencia media y altamente fracturadas recuperándose con un tamaño asimilable a gravas finas a medias. |
| | | - De 31,40 a 32,00 m: Escasa fracturación con un nivel de relleno limoarenoso centimétrico de color negruzco. |
| 32.40 | 2.10 | Dolomías de tonos ocres meteorizadas en grado II. Resistencia media. Escasa fracturación. Limos anaranjados en juntas. Venas carbonatadas subverticales. |
| | | - De 34,20 a 34,70 m: Estructura carniolar, oquerosa con rellenos limosos y arenosos anaranjados. |
| 34.50 | 0.70 | Margas brechoides de color gris oscuro, meteorizada en grado V dando un suelo limo-margoso con relictos de marga gris. |
| 35.20 | | |

Diámetro perforación: widia / agua

Escala 1:50: 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Recuperación: 20 40 60 80

Grado de meteorización: 1 2 3 4

Fracturación Nº/30 cm: 1 4 16 64

R.Q.D.: 20 40 60 80

Lugeon: 30.00 — LUGEON — 35.00

Testigos parafinados: 33.00 **TP5** 33.40; 34.90 **TP6** 35.10

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-26 | 1/3 |
| Nº de trabajo | T-11.606 | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN — Fecha 05/08/05 a 10/08/05 | Leonardo del Campo | |

| Prof. | Pot. | Descripción |
|---|---|---|
| 0.10 | 0.10 | Rellenos Antrópicos: Gravas bajo capa asfáltica. |
| | | Rellenos Antrópicos: Cantos y gravas redondeadas de naturaleza carbonatada en matriz limosa con intercalaciones arenosas y arcillosas de naturaleza también carbonatada. |
| 2.65 | 2.55 | Dolomías brechoides de tonos ocres, meteorizadas en grado II. Resistencia media. Altamente fracturadas recuperándose con tamaño asimilable a gravas finas a medias.<br>- De 4,75 a 5,50 y de 7,50 a 8,20 m: Escasa fracturación.<br>- De 4,20 a 4,30 m: Relleno limoso con indicios de arcillas, intercalados.<br>- De 8,40 a 8,60 m: Intercalación de lutita negra. |
| 9.70 | 7.05 | Margas brechoides meteorizada en grado V dando un limo margoso de color negruzco con relictos de margas, subredondeados dispersos. |
| 10.50 | 0.80 | Dolomías brechoides de tonos ocres meteorizadas en grado III. Resistencia media. Elevada fracturación recuperándose con tamaño asimilable a gravas finas a medias. El SPT baja por peso. |
| 15.55 | 5.05 | |

Diámetro perforación: 116 / 101
Corona: widia / widia
Fluido: seco / agua
Escala 1:50
Nivel Freático
Litología: Símbolo gráfico
Recuperación (20 40 60 80)
Grado de meteorización (1 2 3 4)
Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64)
R.Q.D. (20 40 60 80)
Lefranc
Lugeon
Presiómetros
S.P.T.: 2.50 — 31-R — 2.90; 12.50 — 0 — 13.80
Muestras inalteradas
Testigos parafinados: 4.75 — TP1 — 5.10

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-26 | 2/3 |
| Nº de trabajo | T-11.606 | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN — Fecha 05/08/05 a 10/08/05 | Leonardo del Campo | |

| Prof. | Pot. | Descripción |
|---|---|---|
| 15.55 | 5.05 | Dolomías brechoides de tonos ocres meteorizadas en grado III. Resistencia media. Elevada fracturación recuperándose con tamaño asimilable a gravas finas a medias. El SPT baja por peso.<br>Margas brechoides meteorizada en grado V dando un limo margoso de color negruzco con relictos de margas, subredondeados dispersos. |
| 21.20 | 5.65 | |
| 21.70 | 0.50 | Limos con indicios de arcillas de tonos ocres anaranjados con relictos dolomíticos. Procede de la alteración del infrayacente. |
| | | Dolomías brechoides de tonos beige con intercalalciones grisáceas meteorizadas en grado III. Resistencia media. fracturación elevada recuperándose con un tamaño asimilable a gravas finas a medias.<br>- A partir de 21,70 m: Rellenos arcillosos parcialmente lavados. |
| | 13.30 | |

Diámetro perforación: 101 / 101
Corona: widia / widia
Fluido: agua / agua
Escala 1:50
Nivel Freático
Litología: Símbolo gráfico
Recuperación (20 40 60 80)
Grado de meteorización (1 2 3 4)
Fracturación Nº/30 cm (1 4 16 64)
R.Q.D. (20 40 60 80)
Lefranc
Lugeon: 16.70 — LUGEON; 21.70
Presiómetros
S.P.T.
Muestras inalteradas
Testigos parafinados: 15.65 — TP2 — 16.00; 17.65 — TP3 — 18.15; 18.75 — TP4 — 19.05

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | METROTREN | SONDEO | HOJA |
| Obra | SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-26 | 3/3 |
| Nº de trabajo | T-11.606 | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN Fecha 05/08/05 a 10/08/05 | Leonardo del Campo | |

| Diámetro perforación | Corona | Fluido | Escala 1:50 | Nivel Freático | Profundidad | Potencia | Litología: Símbolo gráfico | Descripción | Recuperación | Grado de meteorización | Fracturación Nº/30 cm | R.Q.D. | Lefranc | Lugeon | Presiómetros | S.P.T. | Muestras inalteradas | Testigos parafinados |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 1 4 16 64 | 20 40 60 80 | | | | | | |
| 101 | widia | agua | 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 | | 35.00 | 13.30 | | Dolomías brechoides de tonos beige con intercalalciones grisáceas meteorizadas en grado III. Resistencia media. fracturación elevada recuperándose con un tamaño asimilable a gravas finas a medias.<br><br>- A partir de 21,70 m: Rellenos arcillosos parcialmente lavados. | | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | U.T.E. INEGEO | SONDEO | HOJA |
| Obra | METROTREN. SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-27 | 1/3 |
| Nº de trabajo | T-11.606 | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN Fecha 29/08/05 a 01/09/05 | Leonardo del Campo | |

| Diámetro perforación | Fluido | Escala 1:50 | Nivel de agua | Profundidad | Potencia | Litología: Símbolo gráfico | Descripción | Recuperación | Grado de meteorización | Fracturación Nº/30 cm | R.Q.D. | Presiómetros | Lefranc | Lugeon | Muestras inalteradas | S.P.T. | Testigos parafinados | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 20 40 60 80 | 1 2 3 4 | 1 4 16 64 | 20 40 60 80 | | | | | | | |
| 101 B | SECO | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 | | 0.30<br>0.80<br>1.20<br>1.80<br>2.40<br>3.20<br>3.90<br>6.20<br>6.80<br>12.20<br>12.40 | 0.30<br>0.50<br>0.40<br>0.60<br>0.60<br>0.80<br>0.70<br>2.30<br>0.60<br>5.40<br>0.20<br>2.70 | | Rellenos Antrópicos: Asfalto.<br>Rellenos Antrópicos: Limos con indicios de arena fina con gravas calcáreas subangulosas y silíceas subredondeadas.<br>Rellenos Antrópicos: Materia carbonosa con alguna grava calcárea.<br>Rellenos Antrópicos: Arenas finas de color marrón a ocre de naturaleza carbonatada con alguna grava silícea subredondeada dispersa.<br>Rellenos Antrópicos: Arcillas de tonos grises con materia orgánica diseminada más abundante hacia muro y alguna grava silícea redondeada dispersa.<br>Rellenos: Gravas de dolomía gris en matriz limosa ocre.<br>Arena limosa de grano fino. Tonos marronáceos.<br>Dolomías de tonos gris meteorizadas en grado III, altamente fracturadas recuperándose con un tamaño asimilable a gravas medias.<br>- De 5,40 a 5,50 m: Meteorización en grado IV, dando limos ocres por descalcificación.<br>Margas brechoides negras meteorizadas en grado IV a V.<br>Dolomías brechoides grises meteorizadas en grado III y resistencia media. Altamente fracturadas recuperándose con un tamaño asimilable a gravas medias. Ocasionalmente rellenos limosos.<br><br>- A 7,50 m: Nivel de limos con materia orgánica diseminada.<br>- De 10,00 a 11,50 m: Menor grado de fracturación.<br>Margas brechoides de color negro meteorizadas en grado V.<br>Dolomías de tonos beige que pasan a grises a muro, meteorizadas en grado III y resistencia media. Pátinas de oxidación en juntas.<br>- A 14,10 m: Signos de disolución. | | | | | | | | |
| 101 T | AGUA | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Muestras inalteradas: 3.10 **22-35-R** 3.50

S.P.T.: 3.50 **33-R** 3.70

Testigos parafinados: 6.60 **TP1** 6.80; 8.00 **R** 8.10; 13.45 **TP2** 13.70

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | U.T.E. INEGEO | SONDEO | HOJA |
| Obra | METROTREN. SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-27 | 2/3 |
| Nº de trabajo | T-11.606 | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN Fecha 29/08/05 a 01/09/05 | Leonardo del Campo | |

| Profundidad | Potencia | Descripción |
|---|---|---|
| 15.10 | 2.70 | Dolomías de tonos beige que pasan a grises a muro, meteorizadas en grado III y resistencia media. Pátinas de oxidación en juntas.<br>- A 14,10 m: Signos de disolución. |
| 15.70 | 0.60 | Margas brechoides de color negro meteorizadas en grado IV a V. |
| | 4.45 | Dolomías de tonos grises meteorizadas en grado III altamente fracturadas. Resistencia media. |
| 20.15 | 3.65 | Margas brechoides de color gris oscuro meteorizada en grado V dando un suelo limo-margoso con relictos de marga gris. Consistencia firme. |
| 23.80 | 10.50 | Dolomías gris a beige meteorizadas en grado III y altamente fracturadas. Resistencia media.<br>- A 24,70 m: Nivel limo-arcilloso.<br><br>- De 29,00 a 29,30 m: Nivel con menor grado de fracturación.<br>- De 24,70 a 27,70 m: El nivel estaba desintegrado y hubo que revestir con tuberia de pvc. |
| 34.30 | 1.90 | Margas brechoides de color gris oscuro meteorizada en grado V dando un suelo limo-margoso con relictos de marga gris. Nivel altamente desintegrado. |
| 36.20 | | |

Diámetro perforación: 101 T; 86 T
Fluído: AGUA
Escala 1:50
Nivel de agua
Litología: Símbolo gráfico
Recuperación: 20 40 60 80
Grado de meteorización: 1 2 3 4
Fracturación Nº/30 cm: 1 4 16 64
R.Q.D.: 20 40 60 80
Presiómetros
Lefranc
Lugeon: 30.50; LUGEON; 36.20
Muestras inalteradas
S.P.T.
Testigos parafinados: 21.05 TP3 21.35; 23.90 TP4 24.30
Observaciones


| | | | |
|---|---|---|---|
| Cliente | U.T.E. INEGEO | SONDEO | HOJA |
| Obra | METROTREN. SONDEOS NUEVO TRAZADO | SIG-27 | 3/3 |
| Nº de trabajo | T-11.606 | Supervisor | |
| Localidad | GIJÓN Fecha 29/08/05 a 01/09/05 | Leonardo del Campo | |

UTE
SCG-2003

PROYECTO: Túnel de penetración del Ferrocarril en la Ciudad de Gijón

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 13/10/04
FECHA DE FINALIZACIÓN:15/10/04
PROF. TOTAL: 35,00 mts
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR
Bernardo Flaquer
SONDISTA
Luciano
SONDA RL46

SONDEO
SIG-7
HOJA: 1/4

| Diámetro perforación | Corona | Fluido | Escala 1:50 | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Fracturación Nº/30 cm (2 4 6 8) | Meteorización (1 2 3 4) | Buzamiento de las juntas | Muestras inalteradas | S.P.T. ("N") | Testigos parafinados | Vane Test [Kg/cm2] | Penetrómetro [kg/cm2] | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 116 | | SECO | | 0.15 | 0.15 | | Aglomerado. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 0.40 | 0.25 | | Relleno constituido por gravas angulosas y arenas. | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 1.70 | | Arenas sueltas de tonos marrones oscuros de tamaño de grano medio que engloban gravas dispersas subredondeadas a redondeadas de tamños centimétricos al principio del tramo a decimétricos al final del tramo. Indicios materia orgánica. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2.10 | 0.80 | | Arcillas de tonos grises y palsticidad media con abundantes restos de materia orgánica. Firmes. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2.90 | 0.75 | | Eluvial: Arenas y limos de tonos marrones, producto de alteración del sustrato rocoso. | | | | | | | 2.90 | | | | |
| 98 | | | | | | | | | | | | | | **4-4-2-13** | | | | |
| | | | | 3.65 | | | | | | | | | | 3.50 | | | | |
| | | | 5 | | 2.45 | | Caliza dolomítica de tonos marrones muy fracturada donde se aprecian procesos de disolución. Presenta pequeñas intercalaciones lutítico margosas de tonos negros y espesores milimétricos a centimétricos. | | | | | | | | | | | |
| 101 | | AGUA | | 6.10 | 0.40 | | Posible cavidad cárstica rellena de limos y arcillas de tonos marrones que engloban algún fragmento anguloso de caliza dolomítica. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 6.50 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 5.00 | | Caliza dolomítica de tonos marrones. De 6.50 m a 6.90 m, de 8.00 m a 9.20 m, de 9.90 m a 10.10 m y de 11.20 m a 11.40 m presenta un aspecto muy desmenuzado recuperándose en froma de gravas angulosas centimétricas en una matriz arenosa. | | | | | | | | | | | |
| | | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | |

| UTE SCG-2003 | PROYECTO: Túnel de penetración del Ferrocarril en la Ciudad de Gijón<br>SITUACIÓN: Gijón | FECHA DE INICIO: 13/10/04<br>FECHA DE FINALIZACIÓN:15/10/04<br>PROF. TOTAL: 35,00 mts<br>EMPRESA SEINCO | SUPERVISOR Bernardo Flaquer<br>SONDISTA Luciano<br>SONDA RL46 | SONDEO SIG-7 HOJA: 2/4 |
|---|---|---|---|---|

| Diámetro perforación | Corona | Fluido | Escala 1:50 | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Fracturación Nº/30 cm (2 4 6 8) | Meteorización (1 2 3 4) | Buzamiento de las juntas | Muestras inalteradas | S.P.T. ("N") | Testigos parafinados | Vane Test [Kg/cm2] | Penetrómetro [kg/cm2] | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 5.00 | | Caliza dolomítica de tonos marrones. De 6.50 m a 6.90 m, de 8.00 m a 9.20 m, de 9.90 m a 10.10 m y de 11.20 m a 11.40 m presenta un aspecto muy desmenuzado recuperándose en froma de gravas angulosas centimétricas en una matriz arenosa. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 11.50 | 1.20 | | Lutita margosa de tonos negros. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 12.70 | 3.70 | | Caliza dolomítica de tonos marrones. De 12.70 m a 13.10 m y de 14.50 m a 15.00 m presenta un aspecto muy desmenuzado. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16.40 | 5.00 | | Lutita margosa de tonos negros. Se aprecian costras calcáreas de poco espesor. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 20 | | | | | | | | | | | | | | |

UTE
SCG-2003

PROYECTO: Túnel de penetración del Ferrocarril en la Ciudad de Gijón

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 13/10/04
FECHA DE FINALIZACIÓN: 15/10/04
PROF. TOTAL: 35,00 mts
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR
Bernardo Flaquer
SONDISTA
Luciano
SONDA RL46

SONDEO
SIG-7
HOJA: 3/4

| Diámetro perforación | Corona | Fluido | Escala 1:50 | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Fracturación Nº/30 cm (2 4 6 8) | Meteorización (1 2 3 4) | Buzamiento de las juntas | Muestras inalteradas | S.P.T. ("N") | Testigos parafinados | Vane Test [Kg/cm2] | Penetrómetro [kg/cm2] | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 | | AGUA | | | 5.00 | | Lutita margosa de tonos negros. Se aprecian costras calcáreas de poco espesor. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 21.40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 98 | | SECO | | | 3.95 | | Posible cavidad cárstica rellena por limos arenosos y arcillas de tonos marrones con fragmentos angulosos de roca caliza dolomítica de formas angulosas y tamaños centimétricos a decimétricos. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 25 | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 | | AGUA | | 25.35 | 2.55 | | Caliza dolomítica de tonos marrones. De 25.35 m a 26.25 m presenta un aspecto muy desmenuzado. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 27.90 | 1.30 | | Zona de aspecto brechoide con importantes procesos de disolución que dan lugar a oquedades de tamaños comprendidos entre 1 cm a 4 cm. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 29.20 | 0.80 | | Caliza dolomítica que se recupera muy desmenuzada, se aprecian pequeñas intercalaciones centimétricas de lutitas margosas de tonos negros. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 30 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 30.00 | | | | | | | | | | | | | | |

UTE
SCG-2003

PROYECTO: Túnel de penetración del Ferrocarril en la Ciudad de Gijón

SITUACIÓN: Gijón

FECHA DE INICIO: 13/10/04
FECHA DE FINALIZACIÓN: 15/10/04
PROF. TOTAL: 35,00 mts
EMPRESA SEINCO

SUPERVISOR
Bernardo Flaquer
SONDISTA
Luciano
SONDA RL46

SONDEO
SIG-7
HOJA: 4/4

| Diámetro perforación | Corona | Fluido | Escala 1:50 | Profundidad | Potencia | Estratigrafía | Descripción | Recuperación (20 40 60 80) | R.Q.D. (20 40 60 80) | Fracturación Nº/30 cm (2 4 6 8) | Meteorización (1 2 3 4) | Buzamiento de las juntas | Muestras inalteradas | S.P.T. ("N") | Testigos parafinados | Vane Test [Kg/cm2] | Penetrómetro [kg/cm2] | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 | WIDIA | AGUA | | 30.00 | 3.00 | | Lutitas margosas (más arcillosas al principio del tramo) de tonos negros. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 33.00 | 0.40 | | Posible cavidad cárstica rellena de limos y arcillas de tonos marrones. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 33.40 | 1.60 | | Zona de aspecto brechoide con fragmentos de caliza de tonos grises-marrones en una matriz lutitico arcillosa de tonos negros. Los fragmentos de caliza presentan procesos de disolución. Presenta un aspecto muy fracturado. | | | | | | | | | | | |
| | | | | 35 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 35.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 40 | | | | | | | | | | | | | | |

**Localización:** Avda. Juan Carlos I (Gijón)
**Coordenadas: X:** **Y:** **Z:** 5,50*
**Supervisor:** Mónica Rodríguez González
**Fecha Inicio:** 22/03/05 **Fin:** 22/03/05: **Máquina:** Tecoinsa TP/40

**SONDEO: G05003_S1**
Profundidad (m): 15,0

**Trabajo:** EEGG Depósito de tormentas en Avda. Juan Carlos I (Gijón) Código: G05003
**Peticionario:** Empresa Municipal de Aguas de Gijón (EMA)

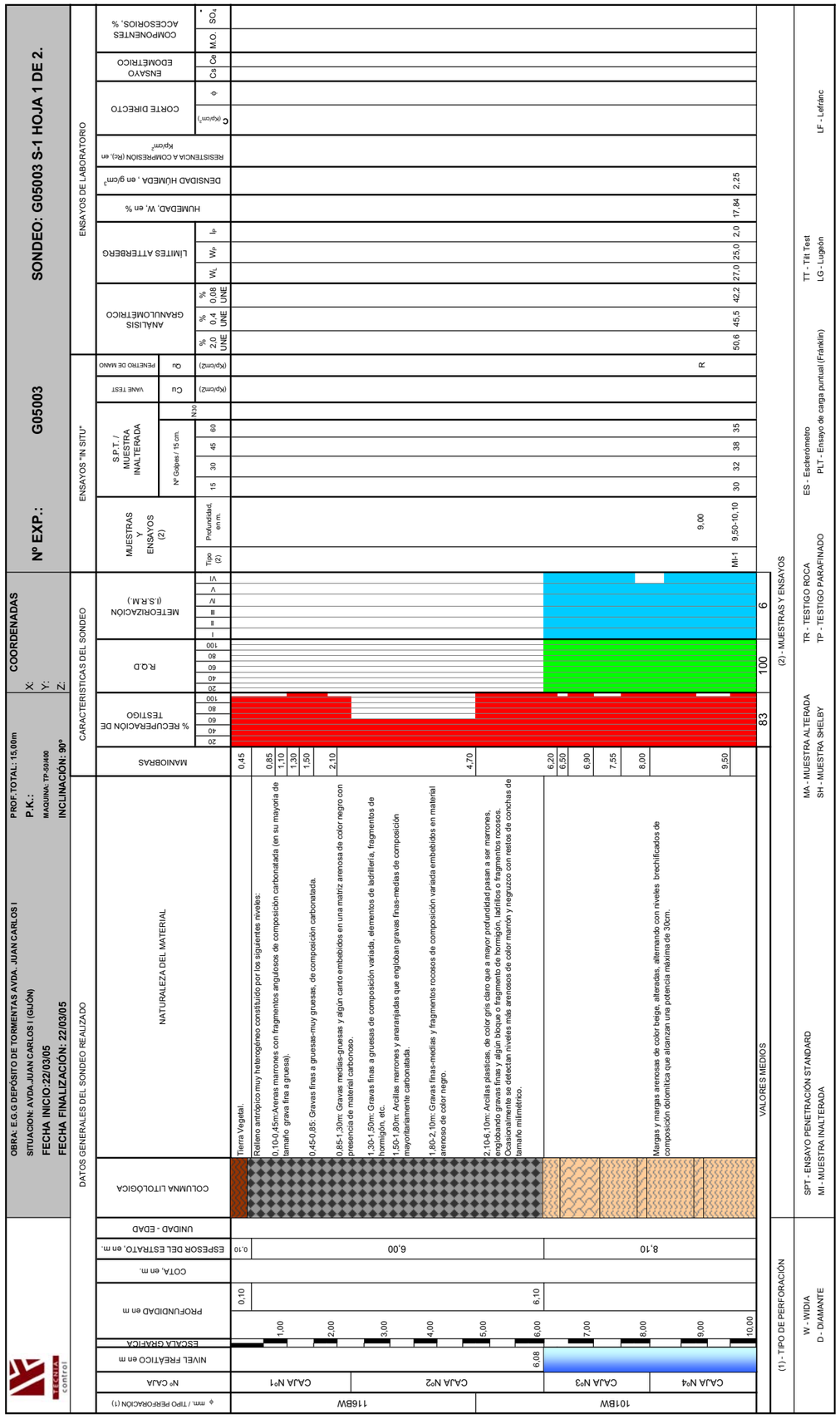
## SITUACIÓN

**PROFUNDIDAD NIVEL DE AGUA :**

| Fecha | Nivel (m) |
|---|---|
| 23/03/05 | 6,10 |
| 30/03/05 | 6,33 |

**OBSERVACIONES:**

*** Esta cota procede de extrapolación a partir de la cartografía 1:5000 . Deberá ser comprobada y corregida topográficamente.**



TECNIA control

| | | | |
|---|---|---|---|
| OBRA: E.G.G DEPÓSITO DE TORMENTAS AVDA. JUAN CARLOS I | PROF.TOTAL: 15,00m | COORDENADAS | Nº EXP.: G05003 |
| SITUACION: AVDA.JUAN CARLOS I (GIJÓN) | P.K.: | X: | SONDEO: G05003 S-1 HOJA 2 DE 2. |
| FECHA INICIO:22/03/05 | MAQUINA: TP-50/400 | Y: | |
| FECHA FINALIZACIÓN: 22/03/05 | INCLINACIÓN: 90º | Z: | |

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO | R.Q.D | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA | VANE TEST | PENETRO DE MANO | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | LÍMITES ATTERBERG | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA, en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO | EDOMÉTRICO | COMPONENTES ACCESORIOS, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | Nº Golpes / 15 cm. N30 | Cu | Qu | | | | | | | ENSAYO |
| | | | | | | | | | | | 20 40 60 80 100 | 20 40 60 80 100 | I II III IV V VI | Tipo (2) / Profundidad, en m. | 15 30 45 60 | (Kp/cm2) | (Kp/cm2) | % 2,0 UNE / % 0,4 UNE / % 0,08 UNE | $W_L$ $W_P$ $I_P$ | | | | $C_{(Kp/cm^2)}$ ϕ | Cs Ce | M.O. $SO_4$ |
| 101BW | CAJA Nº5 | | | 11,00 | | 8,10 | | | Margas y margas arenosas de color beige, alteradas, alternando con niveles dolomíticos brechificados que alcanzan una potencia máxima de 30cm. | 10,10 | | | | SPT-1 10,10-10,70 | 11 19 22 22 41 | | | | | | | | | |
| | CAJA Nº6 | | | 14,20 | | | | | | 10,70 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 15,00 | 15,00 | 0,80 | | | Margas arcillosas negras de consistencia semipétrea. | 11,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 11,70 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 12,30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 12,85 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 13,45 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 14,20 | | | | 14,50 R | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 15,00 | | | | FIN DEL SONDEO | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | VALORES MEDIOS | | 97 | 100 | 6 | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

OBSERVACIONES:

FOTO B

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G05003-S1 |
|---|---|
| CAJA 2 ← | CAJA 1 → |
| 2,10-5,90m | 0,00-2,10m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S1 |
|---|---|
| CAJA 4 ← | CAJA 3 → |
| 8,10-10,10m | 5,90-8,10m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-1 | 9,50-10,10m |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S1 |
|---|---|
| CAJA 6 ← | CAJA 5 → |
| 12,60-15,00m | 10,10-12,60m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-1 | 10,10-10,70m |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

**Localización:** Avda. Juan Carlos I (Gijón)
**Coordenadas: X:** **Y:** **Z:** 5,50*
**Supervisor:** Mónica Rodríguez González
**Fecha Inicio:** 21/03/05 **Fin:** 21/03/05 **Máquina:** Tecoinsa TP/40

**SONDEO: G05003_S2**
Profundidad (m): 15,0

**Trabajo:** EEGG Depósito de tormentas en Avda. Juan Carlos I (Gijón) Código: G05003
**Peticionario:** Empresa Municipal de Aguas de Gijón (EMA)

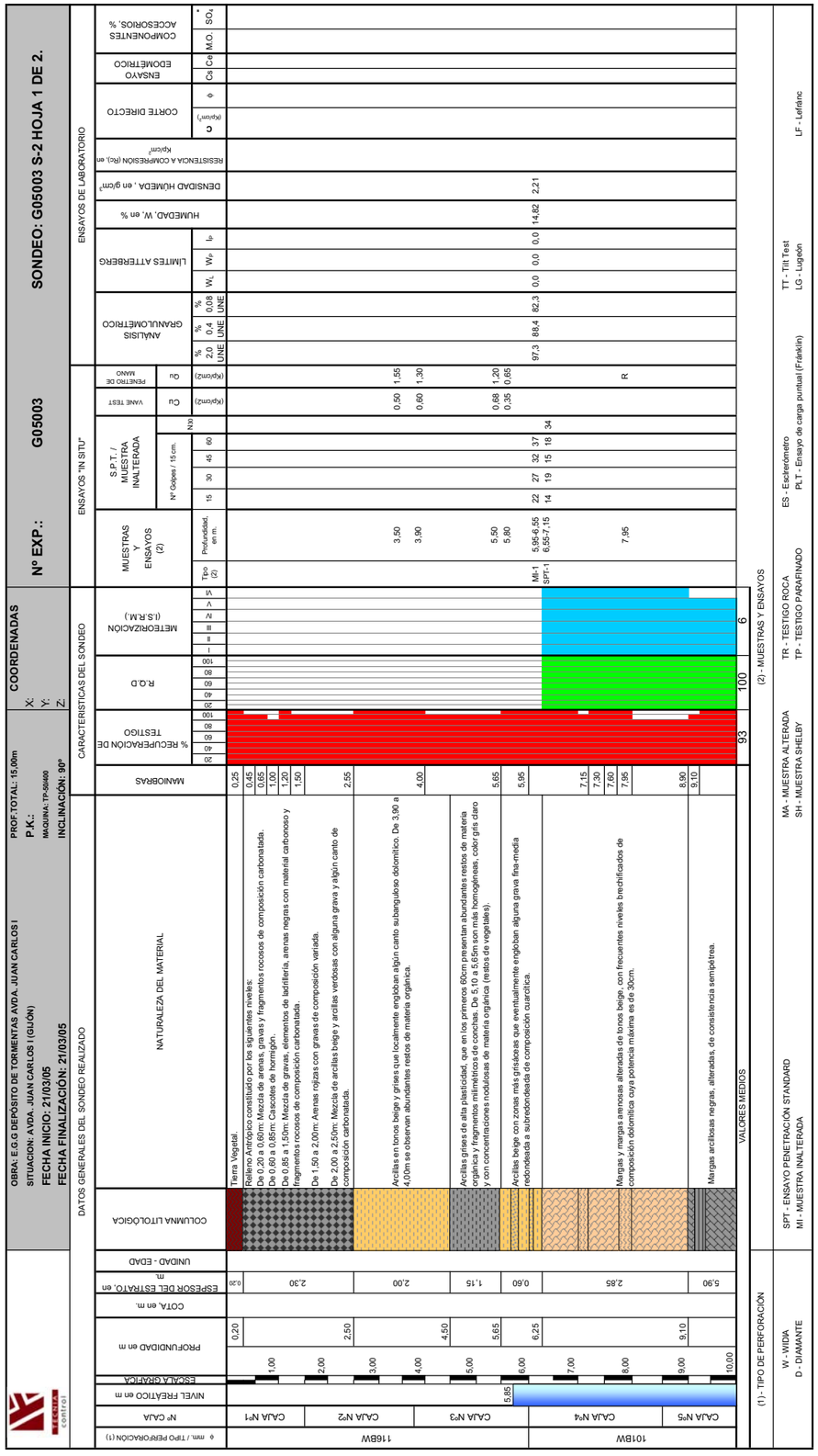
## SITUACIÓN

**PROFUNDIDAD NIVEL DE AGUA :**

| Fecha | Nivel (m) |
|---|---|
| 23/03/05 | 5,75 |
| 30/03/05 | 6,10 |

**OBSERVACIONES:**

*** Esta cota procede de extrapolación a partir de la cartografía 1:5000 . Deberá ser comprobada y corregida topográficamente.**



**OBRA:** E.G.G DEPÓSITO DE TORMENTAS AVDA. JUAN CARLOS I | **PROF.TOTAL:** 15,00m | **COORDENADAS**
**SITUACION:** AVDA. JUAN CARLOS I (GIJÓN) | **P.K.:** | X:
**FECHA INICIO:** 21/03/05 | **MAQUINA:** TP-50/400 | Y:
**FECHA FINALIZACIÓN:** 21/03/05 | **INCLINACIÓN:** 90º | Z:

**Nº EXP.:** G05003 — **SONDEO: G05003 S-2 HOJA 2 DE 2.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| Φ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO | R.Q.D | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) | MUESTRAS Y ENSAYOS Tipo (2) | MUESTRAS Y ENSAYOS Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu (Kp/cm2) | PENETRO DE MANO Qu (Kp/cm2) | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % Φ 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD SECA, en gr/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESION ($R_C$), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | Φ | ENSAYO EDOMÉTRICO Cs | Ce | COMPONENTES ACCESORIOS, % M.O. | $SO_4^-$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101BW | Nº5 | | | 11,00 | | | | | Margas arcillosas negras, alteradas, de consistencia semipétrea. | 10,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA Nº6 | | | 12,00 | | | | | | 11,50 | | | | | 12,00 | | | | | | | R | | | | | | | | 2,21 | 6,4 | | | | | |
| | | | | 13,00 | | | | | | 12,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA Nº7 | | | 14,00 | | | | | | 13,60 | | | | TR-1 | 14,00-14,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 15,00 | 15,00 | 5,90 | | | De 14,75 a 15,00m la alteración es menos intensa y la roca presenta un aspecto más sano, con menor componente arcillosa. | 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | FIN DEL SONDEO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | VALORES MEDIOS | | 99 | 94 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefrânc

OBSERVACIONES:

FOTO B

TECNIA control

**GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S2 |
|---|---|
| CAJA 2 ← | CAJA 1 → |
| 1,50-3,85m | 0,00-1,50m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S2 |
|---|---|
| CAJA 4 ← | CAJA 3 → |
| 5,95-8,40m | 3,85-5,95m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-1 | 6,55-7,15m |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-1 | 5,95-6,55m |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S2 |
|---|---|
| CAJA 6 ← | CAJA 5 → |
| 10-60-12,85m | 8,40-10,60m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

**FOTO A**

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G05003-S2 |
|---|---|
| | CAJA 7 |
| | 12,85-15,00m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TR-1 | 14,00-14,30m |

**FOTO B**

TECNIA control

**Localización:** Avda. Juan Carlos I (Gijón)
**Coordenadas:** **X:** **Y:** **Z:** 5,50*
**Supervisor:** Mónica Rodríguez González
**Fecha Inicio:** 22/03/05 **Fin:** 23/03/05 **Máquina:** Tecoinsa TP/40

**SONDEO: G05003_S3**
Profundidad (m): 14,70

**Trabajo:** EEGG Depósito de tormentas en Avda. Juan Carlos I (Gijón) Código: G05003
**Peticionario:** Empresa Municipal de Aguas de Gijón (EMA)

SITUACIÓN

**PROFUNDIDAD NIVEL DE AGUA :**

| Fecha | Nivel (m) |
|---|---|
| 23/03/05 | 2,60 |
| 30/03/05 | 2,85 |

**OBSERVACIONES:**
*** Esta cota procede de extrapolación a partir de la cartografía 1:5000 . Deberá ser comprobada y corregida topográficamente.**

TECNIA control

OBRA:E.G.G DEPÓSITO DE TORMENTAS AVDA. JUAN CARLOS I
SITUACION: AVDA. JUAN CARLOS I (GIJÓN)
FECHA INICIO:22/03/05
FECHA FINALIZACIÓN: 23/03/05

PROF.TOTAL: 14,70m
P.K.:
MAQUINA: TP-50/400
INCLINACIÓN: 90º

COORDENADAS
X:
Y:
Z:

**Nº EXP.: G05003**

**SONDEO: G05003 S-3 HOJA 1 DE 2.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ø mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO | R.Q.D | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu (Kp/cm2) | PENETRO DE MANO Qu (Kp/cm2) | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W. en % | DENSIDAD SECA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ | ENSAYO EDOMÉTRICO Cs | Ce | COMPONENTES ACCESORIOS, % M.O. | $SO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0,15 | | 0,15 | | | Tierra Vegetal. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 116BW | CAJA Nº1 | | | 1,00 | | | | | Relleno antrópico muy heterogéneo constituido por los siguientes niveles: 0,15-0,50m: Gravas finas a gruesas y fragmentos rocosos de composición carbonatada. 0,50-0,90m: fragmentos de hormigón, cascotes, etc. 0,90-1,25m: Arenas color marrón oscuro mezcladas con gravilla y con fragmentos rocosos de naturaleza variada. | 0,50 / 1,25 / 1,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA Nº2 | 2,60 | | 2,00 | | | | | 1,25-1,40m: Fragmentos de hormigón. | 2,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 3,00 | | 4,75 | | | 1,40-2,10m: Fragmentos rocosos de naturaleza diversa mezclados con arenas finas de color negruzo que contienen algo de material carbonoso. | 2,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 2,10-2,40m: Mezcla de de arenas finas negras, gravas y elementos de ladrillería. | 2,90 / 3,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 4,00 | | | | | 2,40-3,90m:Mezcla de arenas marrón anaranjado, arcillas grises y gravas finas-medias de composición variada. | 3,90 | | | | MI-1 | 3,30-3,90 | 3 | 2 | 3 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA Nº3 | | | 5,00 | 4,90 | | | | 3,90-4,90m: Arcillas negras con trozos y elementos de madera, alguna grava fina y algún nivel más arenoso intercalado. | 4,35 / 4,85 | | | | SPT-1 | 3,90-4,35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 5,60 | 0,70 | | | Arcillas de color gris claro homogéneas, de alta plasticidad, con algún resto de material carbonoso. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101BW | CAJA Nº4 | | | 6,00 | | | | | | 6,05 | | | | SPT-2 | 6,05-6,65 | 12 | 15 | 19 | 21 | 34 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 7,00 | | | | | Margas y margas arenosas de color beige, alteradas, alternando con niveles brechificados de composición dolomítica que alcanzan una potencia máxima de 30cm. | 6,95 / 7,25 / 7,80 / 8,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA Nº5 | | | 8,00 | | 5,90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 9,00 | | | | | | 9,85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 95 | 100 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

TECNIA control

OBRA:E.G.G DEPÓSITO DE TORMENTAS AVDA. JUAN CARLOS I
SITUACION: AVDA. JUAN CARLOS I (GIJÓN)
FECHA INICIO:22/03/05
FECHA FINALIZACIÓN: 23/03/05

PROF.TOTAL: 14,70m
P.K.:
MAQUINA: TP-50/400
INCLINACIÓN: 90º

COORDENADAS
X:
Y:
Z:

**Nº EXP.: G05003**

**SONDEO: G05003 S-3 HOJA 2 DE 2.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ø mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO | R.Q.D | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu (Kp/cm2) | PENETRO DE MANO Qu (Kp/cm2) | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W. en % | DENSIDAD SECA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ | ENSAYO EDOMÉTRICO Cs | Ce | COMPONENTES ACCESORIOS, % M.O. | $SO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101BW | Nº5 | | | 11,00 | | 5,90 | | | Margas alteradas de color beige. | 10,60 / 11,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA Nº6 | | | | 11,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 12,00 | | 3,20 | | | | 11,90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA Nº7 | | | 13,00 | | | | | Margas arcillosas alteradas, color gris oscuro-negruzco.Consistencia semipétrea.De 14,00 a 14,40m el tramo presenta una consistencia muy blanda. | 12,40 / 13,05 / 13,85 | | | | TR-1 | 12,40-12,70 | | | | | | 2,26 | 7,8 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 14,00 | | | | | | | | | | | 14,65 | | | | | | | | R | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 14,70 | | | | | 14,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 96 | 100 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

FIN DEL SONDEO

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

OBSERVACIONES:

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S3 |
|---|---|
| CAJA 2 ← | CAJA 1 → |
| 1,80-3,90m | 0,00-1,80m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-1 | 3,30-3,90m |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S3 |
|---|---|
| CAJA 4 ← | CAJA 3 → |
| 6,65-8,90m | 3,90-6,65m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-1 | 3,90-4,35m |
| SPT-2 | 6,05-6,65m |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S3 |
|---|---|
| CAJA 6 ← | CAJA 5 → |
| 10,75-12,70m | 8,90-10,75m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TR-1 | 12,40-12,70m |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S3 |
|---|---|
| | CAJA 7 → |
| | 12,70-14,70m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

**Localización:** Avda. Juan Carlos I (Gijón)
**Coordenadas: X:** **Y:** **Z:** 5,50*
**Supervisor:** Mónica Rodríguez González
**Fecha Inicio:** 14/03/05 **Fin:** 15/03/05: **Máquina:** Tecoinsa TP/40

**SONDEO: G05003_S4**
Profundidad (m): 23,90

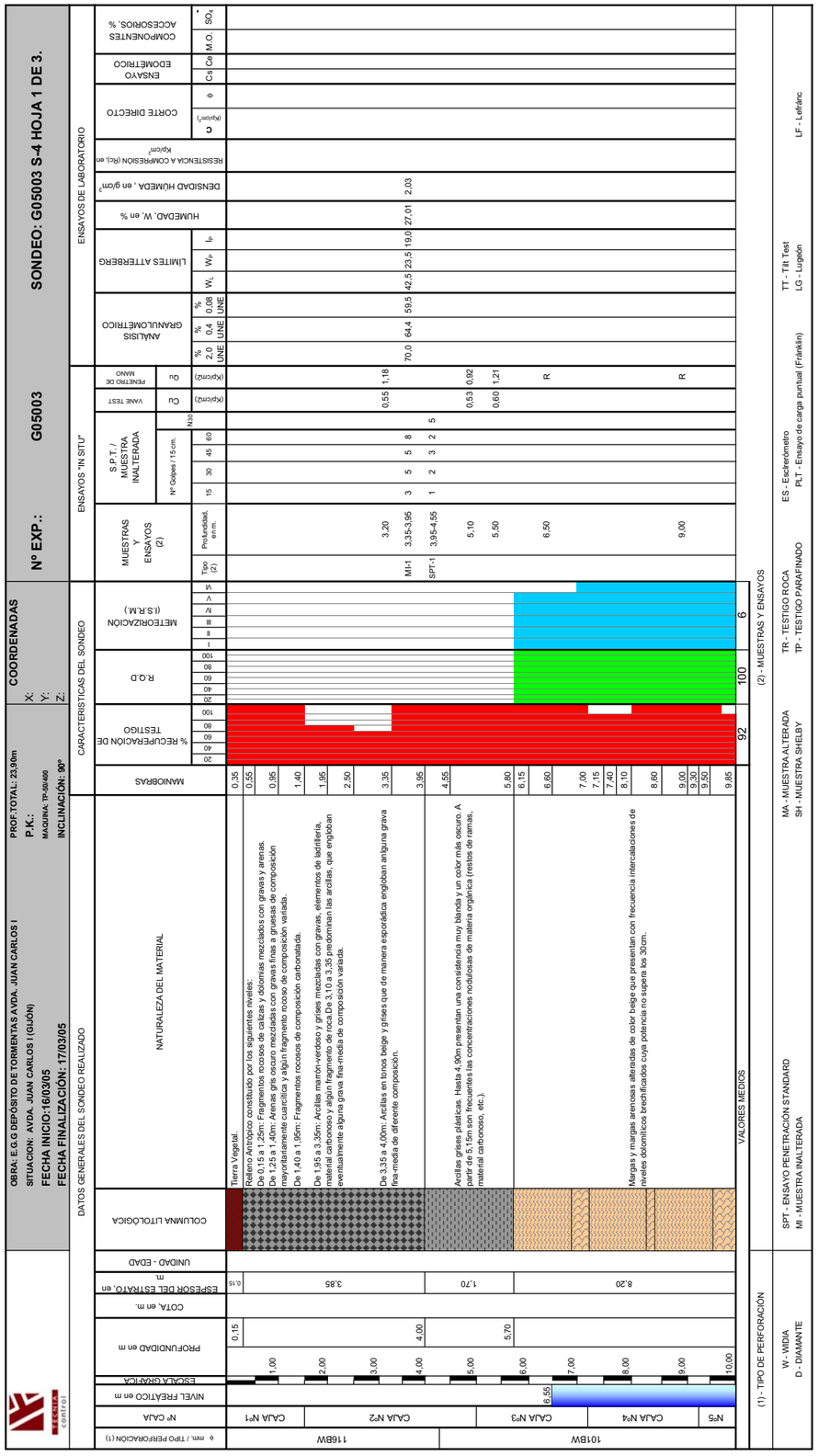
**Trabajo:** EEGG Depósito de tormentas en Avda. Juan Carlos I (Gijón) Código: G05003
**Peticionario:** Empresa Municipal de Aguas de Gijón (EMA)

## SITUACIÓN

**PROFUNDIDAD NIVEL DE AGUA :**

| Fecha | Nivel (m) |
|---|---|
| 23/03/05 | 6,55 |
| 30/03/05 | 6,80 |

**OBSERVACIONES:**
*** Esta cota procede de extrapolación a partir de la cartografía 1:5000 . Deberá ser comprobada y corregida topográficamente.**



TECNIA control

OBRA: E.G.G DEPÓSITO DE TORMENTAS AVDA. JUAN CARLOS I
SITUACION: AVDA. JUAN CARLOS I (GIJÓN)
FECHA INICIO:16/03/05
FECHA FINALIZACIÓN: 17/03/05

PROF.TOTAL: 23,90m
P.K.:
MAQUINA: TP-50/400
INCLINACIÓN: 90º

COORDENADAS
X:
Y:
Z:

Nº EXP.: G05003

SONDEO: G05003 S-4 HOJA 2 DE 3.

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m. | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO | R.Q.D | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu (Kp/cm2) | PENETRO DE MANO Qu (Kp/cm2) | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD SECA, en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ | ENSAYO EDOMÉTRICO Cs | Ce | COMPONENTES ACCESORIOS, % M.O. | $SO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101BW | CAJA Nº5 | | | 11,00 | | 8,20 | | | Margas y margas arenosas alteradas de color beige que alternan con algún nivel dolomítico brechificado. | 10,25 / 10,45 / 10,80 / 11,15 / 12,00 / 12,15 / 12,35 / 13,80 | | | | | 12,00 | | | | | | | R | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA Nº6 | | | 12,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 13,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 14,00 | 13,90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101TD | CAJA Nº7 | | | 15,00 | | 1,95 | | | Dolomía de color gris claro, ligeramente rosada, con alto grado de fracturación. En los primeros cm. las fracturas presentan 45º de inclinación, las caras de las juntas tienen rugosidad escalonada y en ocasiones estan rellenas de material arcilloso; en los últimos cm también se observa esta familia de fracturas.De 14,05 a 15,60 la roca aparece totalmente fracturada (aspecto de brecha de falla) y mezclada con material arcilloso. | 14,70 / 15,80 | | | | TR-1 | 15,60-15,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,54 | 280,0 | | | | | | |
| | | | | 15,85 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16,00 | | | | | | 16,25 / 16,50 | | | | | 16,50 | | | | | | | R | | | | | | | | | | | | | | |
| 101BW | CAJA Nº8 | | | 17,00 | | 4,70 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. | 16,80 / 17,50 | | | | | 17,15 | | | | | | | R | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA Nº9 | | | 19,00 | | | | | | 18,70 / 19,45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | VALORES MEDIOS | | 89 | 100 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

OBSERVACIONES:

TECNIA control

OBRA: E.G.G DEPÓSITO DE TORMENTAS AVDA. JUAN CARLOS I
SITUACION: AVDA. JUAN CARLOS I (GIJÓN)
FECHA INICIO:16/03/05
FECHA FINALIZACIÓN: 17/03/05

PROF.TOTAL: 23,90m
P.K.:
MAQUINA: TP-50/400
INCLINACIÓN: 90º

COORDENADAS
X:
Y:
Z:

Nº EXP.: G05003

SONDEO: G05003 S-4 HOJA 3 DE 3.

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m. | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO | R.Q.D | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu (Kp/cm2) | PENETRO DE MANO Qu (Kp/cm2) | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA, en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ | ENSAYO EDOMÉTRICO Cs | Ce | COMPONENTES ACCESORIOS, % M.O. | $SO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº9 | | | | 20,55 | | 4,70 | | | Margas arcillosas alteradas, color gris-negruzco. | 20,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CAJA Nº10 | 101BW | | | 21,00 | | 3,35 | | | Margas y margas arenosas alteradas de color beige que en determinadas zonas se alternan con niveles dolomíticos brechificados. Estos niveles dolomíticos conservan en algunas zonas parte de la estructura de la roca original (Dolomía). De 21,55 a 22,14m y de 23,55 a 23,90m aparece la dolomia intensamente fracturada (brechificación). | 21,15 / 21,55 / 23,55 | | | | | 21,00 | | | | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 101TD | | | 23,90 | 23,90 | | | | | 23,90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | FIN DEL SONDEO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 25,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 26,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 27,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 28,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 29,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 30,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | VALORES MEDIOS | | 71 | 43 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S4 |
|---|---|
| CAJA 2 ← | CAJA 1 → |
| 1,45-5,15m | 0,00-1,45m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-1 | 3,95-4,55m |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-1 | 3,35-3,95m |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S4 |
|---|---|
| CAJA 4 ← | CAJA 3 → |
| 7,25-9,30m | 5,15-7,25m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S4 |
|---|---|
| CAJA 6 ← | CAJA 5 → |
| 11,20-13,80m | 9,30-11,20m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

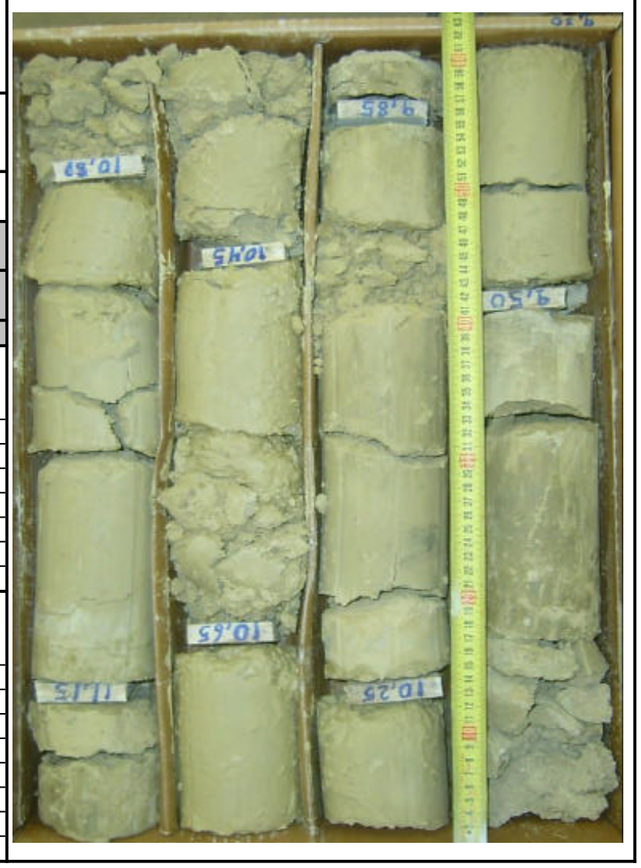



FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S4 |
|---|---|
| CAJA 8 ← | CAJA 7 → |
| 16,25-18,50m | 13,80-16,25m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TR-1 | 15,60-15,80m |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G05003-S4 |
|---|---|
| CAJA 10 ← | CAJA 9 → |
| 20,75-23,90m | 18,50-20,75m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

**TRABAJO:** DEPÓSITO DE TORMENTAS

**CÓDIGO:** G06026

**PETICIONARIO:** OHL, S.A.

Localización: GIJÓN

Coordenadas: X: 283.871,040 Y: 4.824.469,055 Z: 8,475

Supervisión: José Manuel Franco Mielgo

**SONDEO: G06026 – S-1**

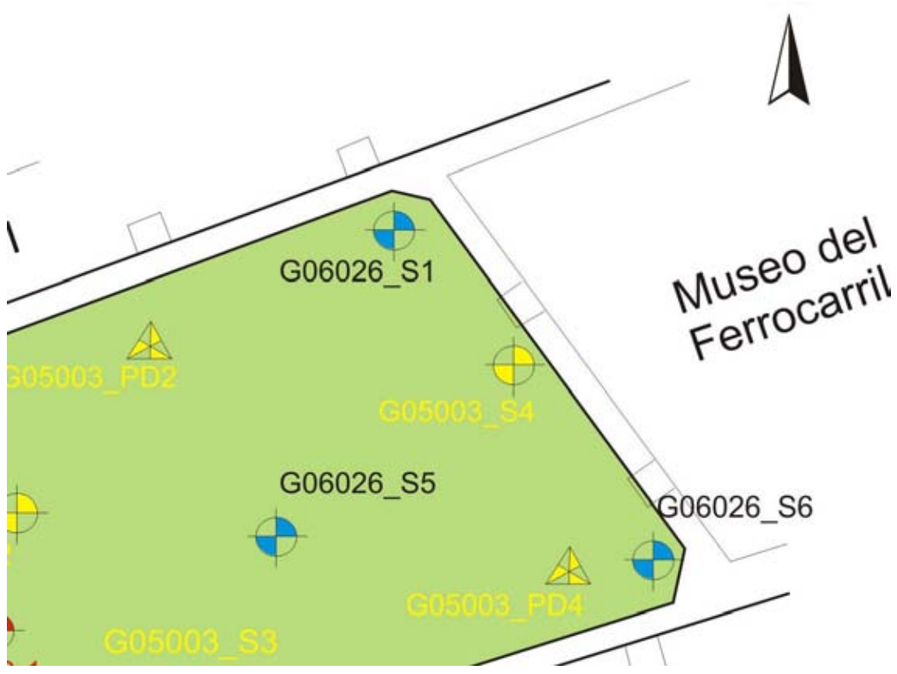
**Referencia: S1**

Profundidad (m): 25,00

Fecha Inicio: 09/10/06 Fin: 16/10/06

Máquina: EDECO T 30

## SITUACIÓN




## FOTOGRAFÍA DEL EMPLAZAMIENTO

**NIVELES DE AGUA:** 6,44m desde boca del sondeo (boca a 0,16m del nivel del suelo)

**OBSERVACIONES:**

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 09/10/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 16/10/2006

**PROF.TOTAL:** 25,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283871,040
**Y:** 4824459,055
**Z:** 8,475

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-1** **HOJA 1 DE 3.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRAFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACT | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0,20 | | 0,20 | | | Suelo vegetal | 0,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 116 BW | CAJA 1 | | | 1,00 | | 2,10 | | | Relleno antrópico compuesto por materiales fundamentalmente carbonatados embebidos en una matriz limo - arenosa que a muro llega a ser arcillosa. | 0,60<br>1,00<br>1,10<br>1,60 | | | | SPT-1 | 1,00-1,10 | R | | | | R | | | | | | | 99,7 | 98,9 | 96,8 | 69,0 | 28,7 | 40,3 | 19,5 | | | | | |
| | | | | 2,00 | | | | | | 2,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2,30 | | | | | | | | | | MI-1 | 2,40-3,00 | 3 | 4 | 3 | 4 | | 0,48 | 0,72 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 BW | CAJA 2 | | | 3,00 | | 2,35 | | | Arcillas grises plásticas con abundantes restos vegetales. Aparecen restos del relleno del tramo anterior a techo del tramo, donde las arcillas tienen colores algo más rojizos. Se observa más plasticidad hacia el muro del tramo. | 3,00<br>4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 4,00 | | | | | | 4,60 | | | | SPT-2 | 4,00-4,60 | 4 | 15 | 28 | 32 | 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 4,65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 5,00 | | | | | | 5,00<br>5,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 TD | CAJA 3 | 6,46 | | 6,00 | | 7,05 | | | | 5,80 | | | | MI-2 | 5,40-5,80 | 48 | 53 | R | | | | | | | | | | | 72,8 | 66,8 | 65,7 | 23,3 | 20,4 | 2,9 | | | | | |
| | | | | 7,00 | | | | | Margas algo arenosas beiges a grises con presencia de materia orgánica y abundantes trozos de dolomía. En ocasiones se pueden observar tramos de hasta 40cm de dolomía. | 6,45<br>7,00<br>7,60 | | | | SPT-3 | 7,00-7,60 | 9 | 12 | 18 | 14 | 30 | | | | | | | 72,2 | 63,8 | 60,5 | 26,5 | 18,2 | 8,3 | 23,2 | | | | | |
| 101 BW | CAJA 4 | | | 8,00 | | | | | | 8,20<br>8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 9,00 | | | | | | 8,85 | | | | MI-3 | 8,50-8,85 | 12 | 23 | 41 | R | | | | | | | | | | 27,0 | 14,7 | 12,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | |
| | | | | 10,00 | | | | | | 9,45<br>10,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 85 | 36 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 09/10/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 16/10/2006

**PROF.TOTAL:** 25,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283871,040
**Y:** 4824459,055
**Z:** 8,475

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-1** **HOJA 2 DE 3.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 BW | CAJA 4 | | | 11,00 | | 7,05 | | | Margas algo arenosas beiges a grises con presencia de materia orgánica y abundantes trozos de dolomía. En ocasiones se pueden observar tramos de hasta 40cm de dolomía. | 10,65 | | | |
| | | | | | | | | | | 10,90 | | | |
| | | | | | | | | | | 11,50 | | | |
| | CAJA 5 | | | 11,70 | | | | | | | | | |
| | | | | 12,00 | | | | | | 12,10 | | | |
| | | | | | | | | | | 12,70 | | | |
| | | | | 13,00 | | | | | | 13,30 | | | |
| | | | | | | | | | | 13,90 | | | |
| | CAJA 6 | | | 14,00 | | 6,20 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Hacia el muro del tramo, se vuelven más arenosas. Contienen cantos carbonatados que le dan un aspecto brechoide. A techo del tramo, las margas son arcillosas. | 14,90 | | | |
| | | | | 15,00 | | | | | | | | | |
| | | | | 16,00 | | | | | | 16,00 | | | |
| | CAJA 7 | | | 17,00 | | | | | | 17,00 | | | |
| | | | | 17,90 | | | | | | 17,90 | | | |
| 101 TD | | | | 18,00 | | 5,30 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. Presenta dos sistemas de fracturación muy marcados: unos subvertical y el otro subhorizontal. | 18,20 | | | |
| | CAJA 8 | | | | | | | | | 18,50 | | | |
| | | | | 19,00 | | | | | | 18,85 | | | |
| | | | | | | | | | | 19,15 | | | |
| | | | | | | | | | | 19,67 | | | |
| | | | | 20,00 | | | | | | 20,07 | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 84 | 55 | 3 |

| MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPT-4 | 10,05-10,65 | 7 | 9 | 11 | 11 | 20 | | | | | | | 99,7 | 98,7 | 98,4 | 34,0 | 22,3 | 11,7 | 26,2 | | | | | |
| TP-1 | 12,20-12,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,15 | | 4,13 | | |
| MI-4 | 13,30-13,90 | 5 | 7 | 11 | 13 | | | | | | | | | | | | | | 16,50 | 1,94 | | | | |
| TP-2 | 16,60-16,90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,08 | | 4,62 | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

| | | | |
|---|---|---|---|
| TECNIA control | **OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS** | **PROF.TOTAL:** 25,00m | **COORDENADAS** |
| | **SITUACION: GIJÓN** | **P.K.:** | **X:** 283871,040 |
| | **FECHA INICIO:** 09/10/2006 | **MAQUINA: EDECO T 30** | **Y:** 4824459,055 |
| | **FECHA FINALIZACIÓN:** 16/10/2006 | **INCLINACIÓN:** 90º | **Z:** 8,475 |

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-1** **HOJA 3 DE 3.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRAFICA | PROFUNDIDAD en m | | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 TD | CAJA 8 | | | 21,00 | | | | | | |
| | CAJA 9 | | | 22,00 | | | 5,30 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. Presenta dos sistemas de fracturación muy marcados: unos subvertical y el otro subhorizontal. |
| | | | | 23,00 | 23,20 | | | | | |
| | CAJA 10 | | | 24,00 | 24,50 | | 1,30 | | | Margas algo arenosas beiges a grises con presencia de materia orgánica y abundantes trozos de dolomía. |
| | | | | 25,00 | 25,00 | | 0,50 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. Presenta dos sistemas de fracturación muy marcados: unos subvertical y el otro subhorizontal. |
| | | | | 26,00 | | | | | | |
| | | | | 27,00 | | | | | | |
| | | | | 28,00 | | | | | | |
| | | | | 29,00 | | | | | | |
| | | | | 30,00 | | | | | | |

| MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) |
|---|---|---|---|
| 20,37 | | | |
| 20,90 | | | |
| 21,20 | | | |
| 21,50 | | | |
| 21,80 | | | |
| 22,10 | | | |
| 22,50 | | | |
| 23,00 | | | |
| 23,30 | | | |
| 23,90 | | | |
| 24,50 | | | |
| 25,00 | | | |
| VALORES MEDIOS | 72 | 12 | 3 |

| MUESTRAS Y ENSAYOS (2) | | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA | | | | | VANE TEST | PENETRO DE MANO | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) | | | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | LÍMITES ATTERBERG | | | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nº Golpes / 15 cm. | | | | N30 | Cu | Qu | PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | | | | | | | | | | | | |
| Tipo (2) | Profundidad, en m. | 15 | 30 | 45 | 60 | | Kg/cm² | Kg/cm² | | | | | % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | | | | | C (Kp/cm²) | ϕ |

FIN DEL SONDEO

| (1) - TIPO DE PERFORACIÓN | (2) - MUESTRAS Y ENSAYOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| W - WIDIA | SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD | MA - MUESTRA ALTERADA | TR - TESTIGO ROCA | ES - Esclrerómetro | TT - Tilt Test | |
| D - DIAMANTE | MI - MUESTRA INALTERADA | SH - MUESTRA SHELBY | TP - TESTIGO PARAFINADO | PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin) | LG - Lugeón | LF - Lefránc |

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S1 | 25,00 m. | m. | 18/10/06 |

Caja 2 de 10 | Prof.: De 2,40 a 5,40 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-1 |
|---|---|
| CAJA 2 ← | CAJA 1 → |
| 2,40-5,40m | 0,00-2,40m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-1 | 1,00-1,10 |
| SPT-2 | 4,00-4,60 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-1 | 2,40-3,00 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S1 | 25,00 m. | m. | 18/10/06 |

Caja 1 de 10 | Prof.: De 0,00 a 2,40 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-1 |
|---|---|
| CAJA 4 ← | CAJA 3 → |
| 8,20-10,90m | 5,40-8,20m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-3 | 7,00-7,60 |
| SPT-4 | 10,05-10,65 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-2 | 5,40-5,80 |
| MI-3 | 8,50-8,85 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S1 | 25,00 m. | m. | 18/10/06 |

Caja 6 de 10 | Prof.: De 13,30 a 16,00 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

# FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-1 |
|---|---|
| CAJA 6 ← | CAJA 5 → |
| 13,30-16,00m | 10,90-13,30m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-1 | 12,20-12,40 |
| MI-4 | 13,30-13,90 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S1 | 25,00 m. | m. | 18/10/06 |

Caja 5 de 10 | Prof.: De 10,90 a 13,30 m.

FOTO B

TECNIA control

**GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G06026 - S-1 |
|---|---|
| CAJA 8 ← | CAJA 7 → |
| 18,50-20,90m | 16,00-18,50m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-2 | 16,60-16,90 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S1 | 25,00 m. | m. | 18/10/06 |

Caja 10 de 10 | Prof.: De 23,30 a 25,00 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

# FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-1 |
|---|---|
| CAJA 10 ← | CAJA 9 → |
| 23,30-25,00m | 20,90-23,30m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S1 | 25,00 m. | m. | 18/10/06 |

Caja 9 de 10 | Prof.: De 20,90 a 23,30 m.

**TRABAJO:** DEPÓSITO DE TORMENTAS

**CÓDIGO:** G06026

**PETICIONARIO:** OHL, S.A.

Localización: GIJÓN

Coordenadas: X: 283.824,921
Y: 4.824.453,500
Z: 8,377

Supervisión: José Manuel Franco Mielgo

**SONDEO: G06026 – S-2**
**Referencia: S2**
Profundidad (m): 25,00

Fecha Inicio: 04/10/06 Fin: 09/10/06

Máquina: EDECO T 30

## SITUACIÓN

## FOTOGRAFÍA DEL EMPLAZAMIENTO

**NIVELES DE AGUA:** 6,56m desde boca del sondeo (boca a 0,33m del nivel del suelo)

**OBSERVACIONES:**

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 04/10/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 09/10/2006

**PROF.TOTAL:** 25,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283824,921
**Y:** 4824453,500
**Z:** 8,377

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-2** **HOJA 1 DE 3.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRAFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 116 BW | CAJA 1 | | | 0,30 | | 0,30 | | | Suelo vegetal | 0,30 | | | |
| | | | | 1,00 | | 3,70 | | | Relleno antrópico compuesto por materiales fundamentalmente carbonatados embebidos en una matriz limo - arenosa que a muro llega a ser arcillosa. | 0,60 | | | |
| | | | | | | | | | | 1,00 | | | |
| | | | | | | | | | | 1,10 | | | |
| | | | | 2,00 | | | | | | 1,70 | | | |
| | | | | | | | | | | 2,40 | | | |
| | | | | | | | | | | 2,50 | | | |
| | | | | | | | | | | 2,60 | | | |
| | | | | 3,00 | | | | | | 3,00 | | | |
| | CAJA 2 | | | | | | | | | 3,60 | | | |
| | | | | 4,00 | | 4,00 | | | | 4,00 | | | |
| 101 BW | | | | | | | | | | 4,35 | | | |
| | | | | 5,00 | | 2,10 | | | Arcillas grises plásticas con abundantes restos vegetales. Se observa más resistencia de las arcillas hacia el muro del tramo. | 4,95 | | | |
| | | | | | | | | | | 5,50 | | | |
| | CAJA 3 | | | 6,00 | | | | | | 6,10 | | | |
| | | 6,10 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 7,00 | | 1,65 | | | Margas algo arenosas beiges a grises con presencia de materia orgánica y trozos de dolomía, más abundantes a muro del tramo. Hacia el techo del tramo, las margas son algo arcillosas | 7,00 | | | |
| | | | | | | | | | | 7,10 | | | |
| | | | | | | | | | | 7,50 | | | |
| | | | | 7,75 | | | | | | | | | |
| 101 TD | CAJA 4 | | | 8,00 | | 2,45 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. Presenta dos sistemas de fracturación muy marcados: unos subvertical y el otro subhorizontal. | 8,10 | | | |
| | | | | | | | | | | 8,70 | | | |
| | | | | 9,00 | | | | | | 9,30 | | | |
| | | | | 10,00 | | | | | | 9,90 | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 78 | 18 | 4 |

| MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACT | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (UU) (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPT-1 | 1,00-1,10 | R | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MI-1 | 2,50-2,60 | R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SPT-2 | 4,00-4,35 | 8 | 14 | 12 | R | 26 | | | | | | | 91,1 | 86,3 | 84,3 | 33,8 | 23,1 | 10,7 | 25,7 | | | | |
| | | | | | | | 0,62 | 1,20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| MI-2 | 5,50-6,10 | 6 | 4 | 5 | 7 | | | | | | | | 96,9 | 94,5 | 93,1 | 26,0 | 20,3 | 5,7 | 20,6 | 2,14 | 1,14 | | |
| SPT-3 | 7,00-7,10 | R | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 04/10/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 09/10/2006

**PROF.TOTAL:** 25,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283824,921
**Y:** 4824453,500
**Z:** 8,377

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-2** **HOJA 2 DE 3.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (CU) (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 TD | | | | 10,20 | | 2,45 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 10,75 | | 0,55 | | | Margas y margas arenosas alteradas de color beige. | 10,50 / 10,85 | | | | MI-3 | 10,50-10,85 | 31 | 47 | R | | | | | | | | | 98,3 | 97,2 | 96,0 | 25,0 | 19,1 | 5,9 | 16,3 | 2,17 | 0,61 | | | |
| 101 BW | CAJA 5 | | | 11,00 | | 5,50 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Hacia el muro del tramo, se vuelven más arenosas. Contienen cantos esporádicos carbonatados. | 11,85 / 12,40 / 13,00 / 13,60 | | | | TP-1 | 11,20-11,46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,18 | | 9,18 | | |
| | | | | 12,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 6 | | | 13,00 | | | | | | | | | | TP-2 | 13,88-14,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,22 | | 13,06 | | |
| | | | | 14,00 | | | | | | 14,25 / 15,00 / 15,65 | | | | LF | 14,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 7 | | | 15,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16,00 | | | | | | 16,25 / 17,20 / 17,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16,25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 TD | CAJA 8 | | | 17,00 | | 6,75 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. Presenta dos sistemas de fracturación muy marcados: unos subvertical y el otro subhorizontal. | 18,50 / 18,80 / 19,10 / 19,40 / 19,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA | | | 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 80 | 50 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 04/10/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 09/10/2006

**PROF.TOTAL:** 25,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283824,921
**Y:** 4824453,500
**Z:** 8,377

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-2** **HOJA 3 DE 3.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRAFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W , en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 TD | CAJA 9 | | | 21,00 | | 6,75 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. Presenta dos sistemas de fracturación muy marcados: unos subvertical y el otro subhorizontal. | 20,30 20,60 21,00 21,50 22,00 22,20 22,50 23,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 22,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 23,00 | 23,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 10 | | | 24,00 | | 2,00 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha, sobre todo a techo del tramo. | 23,40 23,80 24,00 24,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 25,00 | 25,00 | | | | | 25,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 26,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 27,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 28,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 29,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 30,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | FIN DEL SONDEO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 57 | 10 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S2 | 25,00 m. | m. | 16/10/06 |

Caja 2 de 10 | Prof.: De 2,40 a 4,95 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-2 |
|---|---|
| CAJA 2 ← | CAJA 1 → |
| 2,40-4,95m | 0,00-2,40m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-1 | 1,00-1,10 |
| SPT-2 | 4,00-4,35 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-1 | 2,50-2,60 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S2 | 25,00 m. | m. | 16/10/06 |

Caja 1 de 10 | Prof.: De 0,00 a 2,40 m.

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-2 |
|---|---|
| CAJA 4 ← | CAJA 3 → |
| 7,50-9,90m | 4,95-7,50m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-3 | 7,00-7,10 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-2 | 5,50-6,10 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-2 |
|---|---|
| CAJA 6 ← | CAJA 5 → |
| 12,40-14,80m | 9,90-12,40m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-3 | 10,50-10,85 |
| TP-1 | 11,20-11,46 |
| TP-2 | 13,88-14,20 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S2 | 25,00 m. | m. | 16/10/06 |

Caja 8 de 10 | Prof.: De 17,20 a 19,70 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G06026 - S-2 |
|---|---|
| CAJA 8 ← | CAJA 7 → |
| 17,20-19,70m | 14,80-17,20m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S2 | 25,00 m. | m. | 16/10/06 |

Caja 7 de 10 | Prof.: De 14,80 a 17,20 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

FOTO B

TECNIA control

**GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G06026 - S-2 |
|---|---|
| CAJA 10 ← | CAJA 9 → |
| 22,20-25,00m | 19,70-22,20m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

**TRABAJO:** DEPÓSITO DE TORMENTAS

**CÓDIGO:** G06026

**PETICIONARIO:** OHL, S.A.

Localización: GIJÓN

Coordenadas: X: 283.814,509
Y: 4.824.433,485
Z: 8,434

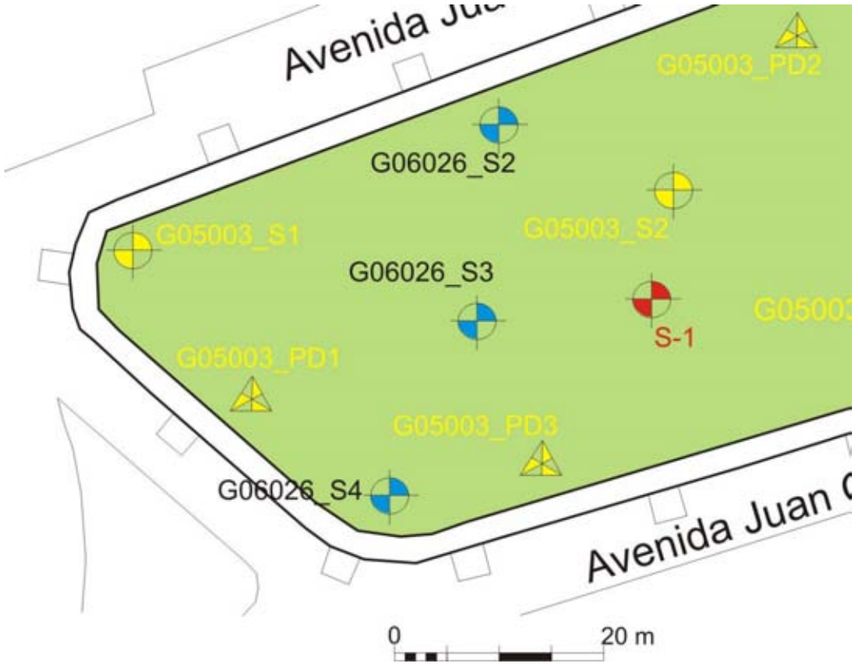
Supervisión: José Manuel Franco Mielgo

**SONDEO: G06026 – S-3**
**Referencia: S3**
Profundidad (m): 35,00

Fecha Inicio: 25/09/06 Fin: 29/09/06

Máquina: EDECO T 30

## SITUACIÓN




## FOTOGRAFÍA DEL EMPLAZAMIENTO

**NIVELES DE AGUA:** 5,65m desde boca del sondeo (boca a 0,24m del nivel del suelo)

**OBSERVACIONES:**

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 25/09/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 29/09/2006

**PROF.TOTAL:** 35,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283814,509
**Y:** 4824433,485
**Z:** 8,434

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-3** **HOJA 1 DE 4.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRAFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACT | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (UU) ($R_C$), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN ($R_C$), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 116 BW | CAJA 1 | | | 0,36 | | 0,36 | | | Suelo vegetal | 0,36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1,00 | | 3,34 | | | Relleno antrópico compuesto por materiales fundamentalmente carbonatados embebidos en una matriz limo arenosa que a muro llega a ser arcillosa. | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 1,30 | | | | SPTc-1 | 1,00-1,30 | 14 | 19 | R | | R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2,00 | | | | | | 1,90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 2,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 3,00 | | | | | | 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 2 | | | | | | | | | 3,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 3,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 4,00 | | | | | | 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 1,45 | | | Arcillas grises plásticas con abundantes restos vegetales.Aparecen muchos cantos procedentes del relleno en la parte superior del tramo. | | | | | | | | | | | | 0,67 | 1,42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 5,00 | | | | | | 4,60 | | | | SPT-2 | 4,00-4,60 | 2 | 3 | 3 | 3 | 6 | | | | | | | | 86,7 | 82,8 | 79,9 | 47,2 | 31,3 | 15,9 | | | | | | |
| | | | | 5,15 | | | | | | 5,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5,41 | | 5,50 | | 0,35 | | | Paleosuelo: concentración de restos vegetales de color negro. | 5,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 3 | | | 6,00 | | 0,90 | | | Arcillas margosas beiges a grises con presencia de materia orgánica y trozos de dolomía, más abundantes a muro del tramo. | 6,10 | | | | MI-1 | 5,50-6,10 | 4 | 4 | 6 | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | 32,0 | 1,91 | | 0,62 | | |
| | | | | 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 7,00 | | | | | | 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 7,30 | | | | SPT-3 | 7,00-7,30 | 24 | 42 | R | | R | | | | | | | | 99,9 | 99,8 | 99,4 | 24,8 | 20,4 | 4,4 | | | | | | |
| | | | | 8,00 | | 2,60 | | | Margas y margas arenosas alteradas de color beige que presentan con frecuencia intercalaciones de niveles dolomíticos brechificados. | 8,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 4 | | | | | | | | | 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 9,00 | | 9,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 TD | | | | | | | | | | 9,10 | | | | SPT-4 | 9,00-9,10 | R | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 10,00 | | 4,75 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 83 | 23 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 25/09/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 29/09/2006

**PROF.TOTAL:** 35,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283814,509
**Y:** 4824433,485
**Z:** 8,434

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-3** **HOJA 2 DE 4.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (CU) (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 TD | CAJA 4 | | | | | | | | | 10,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 5 | | | 11,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 12,00 | | 4,75 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | 11,80 | | | | TP-1 | 10,80-11,18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13,7 | 2,21 | 0,62 | | | | |
| | | | | | | | | | | 11,90 | | | | SPT-5 | 11,80-11,90 | R | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 13,00 | | | | | | 12,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 13,75 | | | | | 13,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 6 | | | 14,00 | | | | | | 14,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 1,75 | | | | 14,05 | | | | SPT-6 | 14,00-14,05 | R | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 15,00 | | | | | Margas y margas arenosas alteradas de color beige que presentan con frecuencia intercalaciones de niveles dolomíticos brechificados. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 15,50 | | | | | 15,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16,00 | | | | | | 16,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 7 | | | | | | | | | 16,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 16,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 17,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 7,30 | | | | 17,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 18,00 | | | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. De 16,30 a 22,50m aparece muy alterado y machacado por la perforación. | 18,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 18,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 BW | CAJA 8 | | | 19,00 | | | | | | 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 19,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 20,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 72 | 25 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 25/09/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 29/09/2006

**PROF.TOTAL:** 35,00m
**P.K.:**
**MAQUINA: EDECO T 30**
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283814,509
**Y:** 4824433,485
**Z:** 8,434

## Nº EXP.: G06026 — SONDEO: S-3 — HOJA 3 DE 4.

### DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | PROFUNDIDAD en m | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | NATURALEZA DEL MATERIAL |
|---|---|---|---|---|
| 101 BW / 101 TD | CAJA 8, CAJA 9 | 22,80 | 7,30 | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. De 16,30 a 22,50m aparece muy alterado y machacado por la perforación. |
| 101 TD | CAJA 10 | 26,60 | 3,80 | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. |
| 101 TD | CAJA 11 | 28,90 | 2,30 | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. Presentan hoquedades tapizadas de carbonatos a techo y a muro del tramo, con menos alteración en la parte media. |
| 101 TD | CAJA 12 | | 1,40 | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. |

Escala gráfica: 21,00 – 22,00 – 23,00 – 24,00 – 25,00 – 26,00 – 27,00 – 28,00 – 29,00 – 30,00

### CARACTERISTICAS DEL SONDEO

MANIOBRAS: 20,20 – 20,80 – 21,30 – 22,00 – 22,40 – 23,20 – 24,00 – 24,50 – 25,00 – 25,80 – 26,40 – 26,80 – 27,30 – 28,20 – 29,10

% RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20, 40, 60, 80, 100); R.Q.D (20, 40, 60, 80, 100); METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I, II, III, IV, V, VI)

### ENSAYOS "IN SITU" / ENSAYOS DE LABORATORIO

| Tipo (2) | Profundidad, en m. | DENSIDAD HÚMEDA, en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² |
|---|---|---|---|
| TP-2 | 20,40-20,66 | 2,18 | 2,21 |
| TP-3 | 24,15-24,40 | 2,18 | 3,40 |
| TP-4 | 29,30-29,55 | 2,14 | 6,05 |

Other column headings, with no values on this sheet: S.P.T. / MUESTRA INALTERADA (Nº Golpes / 15 cm.: 15, 30, 45, 60; $N_{30}$); VANE TEST (Cu, Kg/cm²); PENETRO DE MANO (Qu, Kg/cm²); TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal): PROFUNDIDAD, ANGULO DE FRACTURA, TILT EN ROCA, TILT EN FRACTURA; ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% 2,0 UNE, % 0,4 UNE, % 0,08 UNE); LÍMITES ATTERBERG ($W_L$, $W_P$, $I_P$); HUMEDAD, W, en %; RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm²; CORTE DIRECTO (C (Kp/cm²), ϕ)

**VALORES MEDIOS:** % Recuperación 80 — R.Q.D 30 — Meteorización 3

**(1) - TIPO DE PERFORACIÓN**
W - WIDIA
D - DIAMANTE

**(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS**
SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 25/09/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 29/09/2006

**PROF.TOTAL:** 35,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283814,509
**Y:** 4824433,485
**Z:** 8,434

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-3** **HOJA 4 DE 4.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRAFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 TD | CAJA 12 | | | 30,30 | | 1,40 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | 30,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 13 | | | 31,00 | | | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. De 31,25 a 32,40m la dolomía está karstificada, presentando los huecos generados un tapiz de cristales de calcita. | 30,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 32,00 | | 3,20 | | | | 31,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 31,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 33,00 | | | | | | 32,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 33,50 | | | | | | 33,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 14 | | | 34,00 | | 1,50 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. A muro comienzan a aparecer cantos de dolomía grisácea. El contacto con el tramo inferior es erosivo (a uno | 33,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 35,00 | 35,00 | | | | | 35,00 | | | | TP-5 | 34,00-34,34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,62 | | 2,03 | | | |
| | | | | 36,00 | | | | | FIN DEL SONDEO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 37,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 38,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 39,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 40,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 74 | 35 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S3 | 35,00 m. | m. | 03/10/06 |

Caja 2 de 14 — Prof.: De 2,50 a 5,20 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G06026 - S-3 |
|---|---|
| CAJA 2 ← | CAJA 1 → |
| 2,50-5,20m | 0,00-2,50m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPTc-1 | 1,00-1,30 |
| SPT-2 | 4,00-4,60 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S3 | 35,00 m. | m. | 03/10/06 |

Caja 1 de 14 — Prof.: De 0,00 a 2,50 m.

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-3 |
|---|---|
| CAJA 4 ← | CAJA 3 → |
| 8,00-10,50m | 5,20-8,00m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-3 | 7,00-7,30 |
| SPT-4 | 9,00-9,10 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-1 | 5,50-6,10 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-3 |
|---|---|
| CAJA 6 ← | CAJA 5 → |
| 12,90-16,00m | 10,50-12,90m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-5 | 11,80-11,90 |
| SPT-6 | 14,00-14,05 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-1 | 10,80-11,18 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

## GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

### FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-3 |
|---|---|
| CAJA 8 ← | CAJA 7 → |
| 18,40-20,80m | 16,00-18,40m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-2 | 20,40-20,66 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S3 | 35,00 m. | m. | 03/10/06 |

Caja 10 de 14 — Prof.: De 23,20 a 25,80 m.

# GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-3 |
|---|---|
| CAJA 10 ← | CAJA 9 → |
| 23,20-25,80m | 20,80-23,20m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-3 | 24,15-24,40 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

TECNIA control
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S3 | 35,00 m. | m. | 03/10/06 |

Caja 9 de 14 — Prof.: De 20,80 a 23,20 m.

FOTO B

TECNIA control

# GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-3 |
|---|---|
| CAJA 12 ← | CAJA 11 → |
| 28,20-30,60m | 25,80-28,20m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-4 | 29,30-29,55 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

TECNIA control

**GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G06026 - S-3 |
|---|---|
| CAJA 14 ← | CAJA 13 → |
| 33,00-35,00m | 30,60-33,00m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-5 | 34,00-34,34 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

**TRABAJO:** DEPÓSITO DE TORMENTAS

**CÓDIGO:** G06026

**PETICIONARIO:** OHL, S.A.

Localización: GIJÓN

Coordenadas: X: 283.806,254 Y: 4.824.415,171 Z: 8,487

Supervisión: José Manuel Franco Mielgo

**SONDEO: G06026 – S-4**

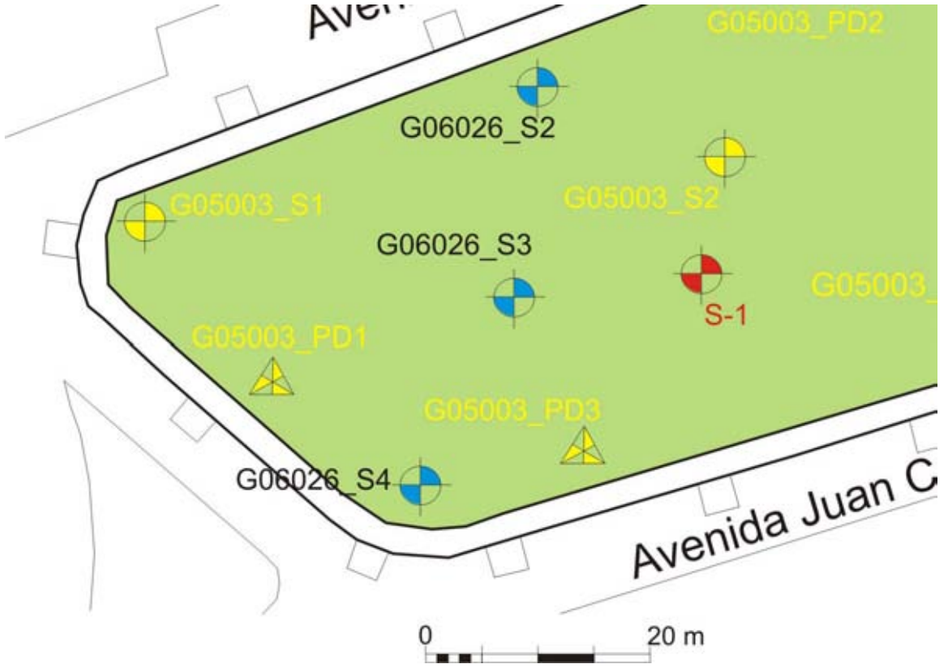
**Referencia: S4**

Profundidad (m): 25,00

Fecha Inicio: 29/09/06 Fin: 04/10/06

Máquina: EDECO T 30

## SITUACIÓN




**NIVELES DE AGUA:** 5,03m desde boca del sondeo (boca a 0,11m del nivel del suelo)

## FOTOGRAFÍA DEL EMPLAZAMIENTO

**OBSERVACIONES:**

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 29/09/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 04/10/2006

**PROF.TOTAL:** 25,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283806,254
**Y:** 4824415,171
**Z:** 8,487

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-4** **HOJA 1 DE 3.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRAFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 116 BW | CAJA 1 | | | 0,40 | | 0,40 | | | Suelo vegetal | 0,60 | | | |
| | | | | 1,00 | | 3,10 | | | Relleno antrópico compuesto por materiales fundamentalmente carbonatados embebidos en una matriz limo arenosa que a muro llega a ser arcillosa. | 1,00 | | | |
| | | | | | | | | | | 1,20 | | | |
| | | | | 2,00 | | | | | | 1,80 | | | |
| | | | | | | | | | | 2,40 | | | |
| | | | | 3,00 | | | | | | 2,60 | | | |
| | | | | | | | | | | 3,00 | | | |
| | | | | 3,50 | | | | | | 3,60 | | | |
| 101 BW | CAJA 2 | 4,92 | | 4,00 | | 2,60 | | | Arcillas grises plásticas con abundantes restos vegetales, sobre todo a muro del tramo. Se observa más resistencia de las arcillas hacia el muro del tramo. | 4,00 | | | |
| | | | | | | | | | | 4,60 | | | |
| | | | | 5,00 | | | | | | 5,20 | | | |
| | | | | | | | | | | 5,50 | | | |
| | CAJA 3 | | | 6,00 | | | | | | 6,10 | | | |
| | | | | 6,10 | | | | | | | | | |
| | | | | 7,00 | | 2,10 | | | Arcillas margosas beiges a grises con presencia de materia orgánica y trozos de dolomía, más abundantes a muro del tramo. | 7,00 | | | |
| | | | | | | | | | | 7,60 | | | |
| | | | | 8,00 | | | | | | 8,20 | | | |
| 101 TD | CAJA 4 | | | 8,20 | | | | | | 8,50 | | | |
| | | | | | | | | | | 8,85 | | | |
| | | | | 9,00 | | 4,15 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | 9,45 | | | |
| | | | | 10,00 | | | | | | 10,05 | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 91 | 41 | 4 |

| MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACT | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (CU) ($R_C$), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN ($R_C$), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPTc-1 | 1,00-1,20 | 16 | R | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MI-1 | 2,40-2,60 | 16 | R | | | | | | | | | | 42,0 | 13,9 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12,13 | 2,018 | | | | |
| SPT-2 | 4,00-4,60 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 0,69 | 1,44 | | | | | 100,0 | 99,7 | 98,5 | 52,0 | 25,6 | 26,4 | 46,4 | | | | | |
| MI-2 | 5,50-6,10 | 3 | 3 | 4 | 3 | | | | | | | | 92,9 | 91,1 | 89,8 | 66,0 | 27,3 | 38,7 | 44,7 | 2,11 | 0,31 | | | |
| SPT-3 | 7,00-7,60 | 7 | 12 | 20 | 24 | 32 | 0,71 | 1,47 | | | | | 100,0 | 99,6 | 99,3 | 32,0 | 21,8 | 10,2 | 19,4 | | | | | |
| MI-3 | 8,50-8,85 | 32 | 53 | R | | | | | | | | | 90,1 | 83,4 | 80,1 | 26,0 | 17,8 | 8,2 | 11,83 | 2,30 | 0,73 | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 29/09/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 04/10/2006

**PROF.TOTAL:** 25,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283806,254
**Y:** 4824415,171
**Z:** 8,487

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-4** **HOJA 2 DE 3.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 TD | CAJA 4 | | | 11,00 | | 4,15 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | 10,50 | | | |
| | | | | | | | | | | 11,10 | | | |
| | CAJA 5 | | | 12,00 | | | | | | 11,70 | | | |
| | | | | 12,35 | | | | | | 12,30 | | | |
| | | | | 12,80 | | 0,45 | | | Margas y margas arenosas alteradas de color beige que presentan con frecuencia intercalaciones de niveles dolomíticos brechificados. | 12,90 | | | |
| | | | | 13,00 | | | | | | 13,50 | | | |
| | | | | | | | | | | 13,65 | | | |
| | CAJA 6 | | | 14,00 | | | | | | 14,10 | | | |
| | | | | | | | | | | 14,70 | | | |
| | | | | 15,00 | | 4,95 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. Hacia el techo y el muro del tramo aparece muy fracturada. | 15,30 | | | |
| | | | | | | | | | | 15,90 | | | |
| | CAJA 7 | | | 16,00 | | | | | | 16,50 | | | |
| | | | | 17,00 | | | | | | 17,20 | | | |
| | | | | 17,75 | | | | | | 17,55 | | | |
| | | | | 18,00 | | 1,05 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | 18,00 | | | |
| | | | | 18,80 | | | | | | 18,60 | | | |
| | CAJA 8 | | | 19,00 | | 1,05 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. Hacia el techo y el muro del tramo aparece muy fracturada. | 19,00 | | | |
| | | | | 19,85 | | | | | | 19,50 | | | |
| | | | | 20,00 | | 4,60 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | | | | |
| | | | | | | | | | VALORES MEDIOS | | 80 | 33 | 3 |

| MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPT-4 | 10,50-11,10 | 27 | 31 | 38 | 48 | 69 | | | | | | |
| TP-1 | 11,23-11,50 | | | | | | | | | | | |
| SPT-5 | 13,50-13,65 | R | | | | | | | | | | |

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 94,2 | 85,7 | 81,8 | 33,0 | 20,2 | 12,8 | 13,3 | | | | | |
| | | | | | | | 2,16 | | 5,34 | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

| | | | |
|---|---|---|---|
| OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS | PROF.TOTAL: 25,00m | COORDENADAS | Nº EXP.: G06026 |
| SITUACION: GIJÓN | P.K.: | X: 283806,254 | SONDEO: S-4 |
| FECHA INICIO: 29/09/2006 | MAQUINA: EDECO T 30 | Y: 4824415,171 | HOJA 3 DE 3. |
| FECHA FINALIZACIÓN: 04/10/2006 | INCLINACIÓN: 90º | Z: 8,487 | |

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO — CARACTERISTICAS DEL SONDEO — ENSAYOS "IN SITU" — ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | PROFUNDIDAD en m | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | DENSIDAD HÚMEDA, en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 TD | CAJA 8 | | | | 20,10 | TP-2 | 20,32-20,65 | 2,31 | 4,84 |
| 101 BW | CAJA 9 | 21,00 | | | 20,70 | | | | |
| | | 22,00 | | | 21,30 | | | | |
| | | 23,00 | 4,60 | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | 21,90 | | | | |
| | CAJA 10 | 24,00 | | | 22,50 | | | | |
| | | 24,45 | | | 23,10 | TP-3 | 23,42-23,70 | 1,97 | 1,97 |
| | | 25,00 | 0,55 | Margas y margas arenosas alteradas de color beige que presentan con frecuencia intercalaciones de niveles dolomíticos brechificados. | 24,10 | | | | |
| | | | | | 25,00 | | | | |

Escala gráfica: 21,00 – 22,00 – 23,00 – 24,00 – 25,00 – 26,00 – 27,00 – 28,00 – 29,00 – 30,00

Other column headings (no values): NIVEL FREÁTICO en m; ESCALA GRÁFICA; COTA, en m.; UNIDAD - EDAD; COLUMNA LITOLÓGICA; % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20, 40, 60, 80, 100); R.Q.D (20, 40, 60, 80, 100); METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I, II, III, IV, V, VI); S.P.T. / MUESTRA INALTERADA — Nº Golpes / 15 cm. (15, 30, 45, 60), N30; VANE TEST — Cu (Kg/cm²); PENETRO DE MANO — Qu (Kg/cm²); TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) — PROFUNDIDAD, ANGULO DE FRACTURA, TILT EN ROCA, TILT EN FRACTURA; ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO — % 2,0 UNE, % 0,4 UNE, % 0,08 UNE; LÍMITES ATTERBERG — $W_L$, $W_P$, $I_P$; HUMEDAD, W, en %; RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm²; CORTE DIRECTO — C (Kp/cm²), ϕ

FIN DEL SONDEO

| VALORES MEDIOS | % RECUPERACIÓN | R.Q.D | METEORIZACIÓN |
|---|---|---|---|
| | 92 | 76 | 3 |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S4 | 25,00 m. | m. | 10/10/06 |

Caja 2 de 10 — Prof.: De 2,40 a 5,20 m.

# GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-4 |
|---|---|
| CAJA 2 ← | CAJA 1 → |
| 2,40-5,20m | 0,00-2,40m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPTc-1 | 1,00-1,20 |
| SPT-2 | 4,00-4,60 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-1 | 2,40-2,60 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S4 | 25,00 m. | m. | 10/10/06 |

Caja 1 de 10 — Prof.: De 0,00 a 2,40 m.

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S4 | 25,00 m. | m. | 10/10/06 |

Caja 4 de 10 — Prof.: De 8,20 a 11,10 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-4 |
|---|---|
| CAJA 4 ← | CAJA 3 → |
| 8,20-11,10m | 5,20-8,20m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-3 | 7,00-7,60 |
| SPT-4 | 10,50-11,10 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-2 | 5,50-6,10 |
| MI-3 | 8,50-8,85 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S4 | 25,00 m. | m. | 10/10/06 |

Caja 3 de 10 — Prof.: De 5,20 a 8,20 m.

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S4 | 25,00 m. | m. | 10/10/06 |

Caja 6 de 10 — Prof.: De 13,50 a 15,90 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-4 |
|---|---|
| CAJA 6 ← | CAJA 5 → |
| 13,50-15,90m | 11,10-13,50m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-5 | 13,50-13,65 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-1 | 11,23-11,50 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S4 | 25,00 m. | m. | 10/10/06 |

Caja 5 de 10 — Prof.: De 11,10 a 13,50 m.

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S4 | 25,00 m. | m. | 10/10/06 |

Caja 8 de 10 — Prof.: De 18,30 a 20,70 m.

# GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-4 |
|---|---|
| CAJA 8 ← | CAJA 7 → |
| 18,30-20,70m | 15,90-18,30m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-2 | 20,32-20,65 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S4 | 25,00 m. | m. | 10/10/06 |

Caja 7 de 10 — Prof.: De 15,90 a 18,30 m.

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S4 | 25,00 m. | m. | 10/10/06 |

Caja 10 de 10 — Prof.: De 23,10 a 25,00 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-4 |
|---|---|
| CAJA 10 ← | CAJA 9 → |
| 23,10-25,00m | 20,70-23,10m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-3 | 23,42-23,70 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. — Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN — Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S4 | 25,00 m. | m. | 10/10/06 |

Caja 9 de 10 — Prof.: De 20,70 a 23,10 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**TRABAJO:** DEPÓSITO DE TORMENTAS

**CÓDIGO:** G06026

**PETICIONARIO:** OHL, S.A.

Localización: GIJÓN

Coordenadas: X: 283.858,817 Y: 4.824.446,725 Z: 8,409

Supervisión: José Manuel Franco Mielgo

**SONDEO: G06026 – S-5**

**Referencia: S5**

Profundidad (m): 35,00

Fecha Inicio: 18/09/06 Fin: 25/09/06

Máquina: EDECO T 30

## SITUACIÓN

## FOTOGRAFÍA DEL EMPLAZAMIENTO

**NIVELES DE AGUA:** 6,04 m desde boca del sondeo (boca a 0,47m del nivel del suelo)

**OBSERVACIONES:**

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 18/09/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 25/09/2006

**PROF.TOTAL:** 35,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283858,817
**Y:** 4824446,725
**Z:** 8,409

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-5** **HOJA 1 DE 4.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRAFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACT | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (UU) (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 116 BW | CAJA 1 | | | 0,30 | | 0,30 | | | Suelo vegetal | 0,20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1,00 | | 4,45 | | | Relleno antrópico compuesto por materiales fundamentalmente carbonatados embebidos en una matriz limo arenosa que a muro llega a ser arcillosa. | 0,70 1,00 1,80 2,40 2,50 3,10 | | | | SPT-1 | 1,80-2,40 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 3,00 | | | | | | | | | | MI-1 | 2,50-3,10 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | | | | | | 86,9 | 80,4 | 73,8 | 40,8 | 24,6 | 16,2 | 29,0 | 1,59 | | | | |
| | CAJA 2 | | | 4,00 | | | | | | 4,00 4,60 | | | | SPT-2 | 4,00-4,60 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | | | | | | | | 82,4 | 77,7 | 71,1 | 41,5 | 21,5 | 20,0 | 32,7 | | | | | |
| | | 5,57 | | 4,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,44 | 1,10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 5,00 | | 3,05 | | | Arcillas grises plásticas con abundantes restos vegetales.Presentan una consistencia muy blanda hasta los 6,5m. El contacto con las margas del tramo inferior es gradual. | 5,50 | | | | MI-2 | 5,50-6,10 | 2 | 3 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | 43,1 | 1,92 | 0,16 | | |
| | | | | 6,00 | | | | | | 6,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 3 | | | 7,00 | | | | | | 7,00 7,60 | | | | SPT-3 | 7,00-7,60 | 5 | 8 | 19 | 24 | 27 | | | | | | | | 95,8 | 93,6 | 91,2 | 40,0 | 20,0 | 20,0 | 37,4 | | | | | |
| | | | | 7,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,11 | 2,30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 8,00 | | 1,50 | | | Margas y margas arenosas alteradas de color beige que presentan con frecuencia intercalaciones de niveles dolomíticos brechificados. | 8,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 9,00 | | | | | | 9,10 | | | | MI-3 | 8,50-9,10 | 11 | 41 | 24 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 9,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 TD | CAJA 4 | | | 10,00 | | 1,95 | | | Dolomía de color gris claro, con alto grado de fracturación. Las caras de las juntas tienen rugosidad escalonada y en ocasiones estan rellenas de material arcilloso. | | | | | TP-1 | 9,80-10,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | VALORES MEDIOS | | 90 | 83 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 18/09/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 25/09/2006

**PROF.TOTAL:** 35,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283858,817
**Y:** 4824446,725
**Z:** 8,409

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-5** **HOJA 2 DE 4.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W. en % | DENSIDAD HÚMEDA . en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 11,25 | | 1,95 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. Las fracturas dominantes presentan 45º de inclinación, las caras de las juntas tienen rugosidad escalonada y en ocasiones están rellenas de material arcilloso. Presenta mayor grado de fracturación a muro del tramo. | 10,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 TD | CAJA 4 | | | 11,00 | | | | | | 11,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 12,00 | | | | | | 12,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 5 | | | 13,00 | | 5,65 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | 13,30 | | | | TP-2 | 12,90-13,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,25 | | 4,20 | | | |
| | | | | 14,00 | | | | | | 14,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 6 | | | 15,00 | | | | | | 15,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16,00 | | | | | | 16,90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 7 | | | 17,00 | | 3,05 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. | 17,55 | | | | TR-1 | 19,09-19,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,74 | | 742,00 | | | |
| | | | | 18,00 | | | | | | 18,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 8 | | | 19,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 20,00 | 19,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 84 | 30 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS** | **PROF.TOTAL:** 35,00m | **COORDENADAS** | |
| **SITUACION: GIJÓN** | **P.K.:** | **X:** 283858,817 | **Nº EXP.: G06026** |
| **FECHA INICIO:** 18/09/2006 | **MAQUINA: EDECO T 30** | **Y:** 4824446,725 | **SONDEO: S-5** |
| **FECHA FINALIZACIÓN:** 25/09/2006 | **INCLINACIÓN:** 90º | **Z:** 8,409 | **HOJA 3 DE 4.** |

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO — CARACTERISTICAS DEL SONDEO — ENSAYOS "IN SITU" — ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | PROFUNDIDAD en m | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 TD | CAJA 8 | 21,00 | 10,35 | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | 20,30 | | |
| | | | | | 21,00 | | |
| | CAJA 9 | 22,00 | | | 21,70 | | |
| | | 23,00 | | | 22,45 | | |
| | | 24,00 | | | 22,90 | | |
| | CAJA 10 | 25,00 | | | 23,20 | | |
| | | 26,00 | | | 23,60 | | |
| | CAJA 11 | 27,00 | | | 24,00 | | |
| | | 28,00 | | | 24,90 | | |
| | CAJA 12 | 29,00 | | | 25,20 | | |
| | | 30,00 | | | 25,80 | | |
| | | | | | 27,25 | | |
| | | | | | 27,50 | | |
| | | | | | 28,00 | | |
| | | | | | 28,30 | | |
| | | | | | 29,35 | TP-3 | 28,90-29,13 |
| | | | | | 29,65 | | |

Ensayos de laboratorio (TP-3, 28,90-29,13): DENSIDAD HÚMEDA, en $g/cm^3$: 2,11; RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en $Kp/cm^2$: 2,20

Other column headings (no values on this sheet): NIVEL FREÁTICO en m; ESCALA GRÁFICA; COTA, en m.; UNIDAD - EDAD; COLUMNA LITOLÓGICA; S.P.T. / MUESTRA INALTERADA (Nº Golpes / 15 cm.: 15, 30, 45, 60; $N_{30}$); VANE TEST (Cu, $Kg/cm^2$); PENETRO DE MANO (Qu, $Kg/cm^2$); TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal): PROFUNDIDAD, ANGULO DE FRACTURA, TILT EN ROCA, TILT EN FRACTURA; ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% 2,0 UNE, % 0,4 UNE, % 0,08 UNE); LÍMITES ATTERBERG ($W_L$, $W_P$, $I_P$); HUMEDAD, W, en %; RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en $Kp/cm^2$; CORTE DIRECTO (C ($Kp/cm^2$), ϕ)

| VALORES MEDIOS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO | R.Q.D | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) |
|---|---|---|---|
| | 83 | 40 | 3 |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 18/09/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 25/09/2006

**PROF.TOTAL:** 35,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283858,817
**Y:** 4824446,725
**Z:** 8,409

**Nº EXP.: G06026** | **SONDEO: S-5** | **HOJA 4 DE 4.**

| DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | | | | | | | | | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | | | | ENSAYOS "IN SITU" | | | | | | | | | | | | ENSAYOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO | R.Q.D | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) | | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA | | | | N30 | VANE TEST | PENETRO DE MANO | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) | | | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | LÍMITES ATTERBERG | | | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Nº Golpes / 15 cm. | | | | | Cu | Qu | PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | | | | | C (Kp/cm²) | ϕ |
| | | | | | | | | | | | 20 40 60 80 100 | 20 40 60 80 100 | I II III IV V VI | Tipo (2) | Profundidad, en m. | 15 | 30 | 45 | 60 | | Kg/cm² | Kg/cm² | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 TD | CAJA 12 | | | 30,30 | | 10,35 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 31,00 | | 2,60 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. De 31,25 a 32,40m la dolomía está karstificada, presentando los huecos generados un tapiz de cristales de calcita. | 30,40<br>30,67<br>31,17<br>31,45<br>32,15<br>32,65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 13 | | | 32,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 32,90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 33,00 | | 1,70 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos de material carbonatado con aspecto de brecha. A muro comienzan a aparecer cantos de dolomía grisácea. El contacto con el tramo inferior es erosivo (a unos 15º de la horizaontal). | 33,06<br>33,36<br>33,70<br>34,00<br>34,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 14 | | | 34,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 34,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 35,00 | | 0,40 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación. | 35,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 35,00 | | | | | FIN DEL SONDEO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 36,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 37,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 38,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 39,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 40,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 79 | 15 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 2 de 14 | Prof.: De 3,10 a 6,10 m.

# GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-5 |
|---|---|
| CAJA 2 ← | CAJA 1 → |
| 3,10-6,10m | 0,00-3,10m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-1 | 1,80-2,40 |
| SPT-2 | 4,00-4,60 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-1 | 2,50-3,10 |
| MI-2 | 5,80-6,10 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 1 de 14 | Prof.: De 0,00 a 3,10 m.

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 4 de 14 | Prof.: De 9,10 a 12,10 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

# FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-5 |
|---|---|
| CAJA 4 ← | CAJA 3 → |
| 9,10-12,10m | 6,10-9,10m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-3 | 7,00-7,60 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-3 | 8,50-9,10 |
| TP-1 | 9,80-10,10 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 3 de 14 | Prof.: De 6,10 a 9,10 m.

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 6 de 14 | Prof.: De 14,50 a 16,90 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

# GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-5 |
|---|---|
| CAJA 6 ← | CAJA 5 → |
| 14,50-16,90m | 12,10-14,50m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-2 | 12,90-13,30 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 5 de 14 | Prof.: De 12,10 a 14,50 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 8 de 14 Prof.: De 19,30 a 21,70 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-5 |
|---|---|
| CAJA 8 ← | CAJA 7 → |
| 19,30-21,70m | 16,90-19,30m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TR-1 | 19,09-19,30 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 7 de 14 Prof.: De 16,90 a 19,30 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 10 de 14 | Prof.: De 24,10 a 26,50 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G06026 - S-5 |
|---|---|
| CAJA 10 ← | CAJA 9 → |
| 24,10-26,50m | 21,70-24,10m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 9 de 14 | Prof.: De 21,70 a 24,10 m.

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 12 de 14 | Prof.: De 28,90 a 31,30 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-5 |
|---|---|
| CAJA 12 ← | CAJA 11 → |
| 28,90-31,30m | 26,50-28,90m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-3 | 28,90-29,13 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 11 de 14 | Prof.: De 26,50 a 28,90 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 14 de 14 | Prof.: De 33,70 a 35,00 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-5 |
|---|---|
| CAJA 14 ← | CAJA 13 → |
| 33,70-35,00m | 31,30-33,70m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S5 | 35,00 m. | m. | 28/09/06 |

Caja 13 de 14 | Prof.: De 31,30 a 33,70 m.

**TRABAJO:** DEPÓSITO DE TORMENTAS

**CÓDIGO:** G06026

**PETICIONARIO:** OHL, S.A.

Localización: GIJÓN

Coordenadas: X: 283.893,037
Y: 4.824.439,582
Z: 8,303

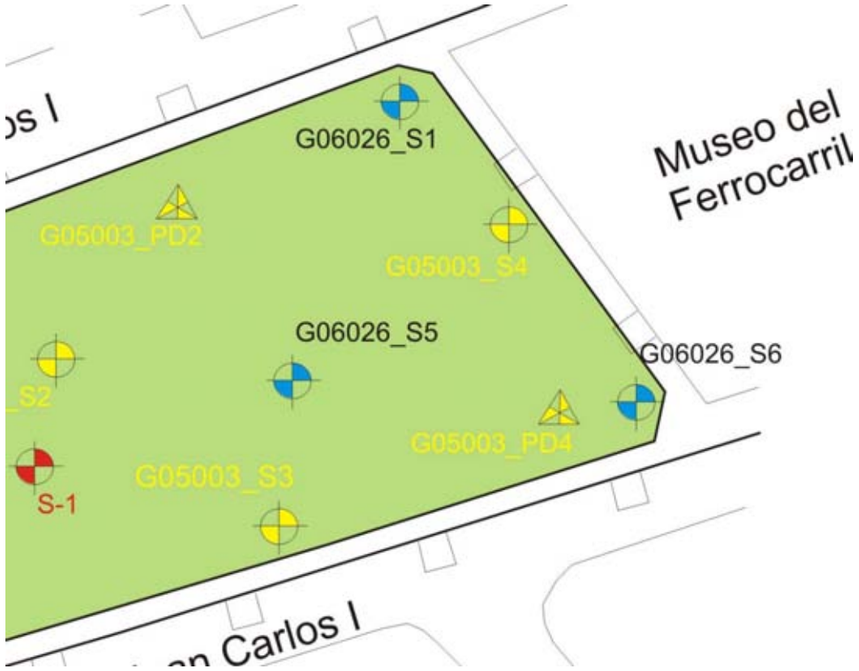
Supervisión: José Manuel Franco Mielgo

**SONDEO: G06026 – S-6**
**Referencia: S6**
Profundidad (m): 25,00

Fecha Inicio: 16/10/06 Fin: 18/10/06

Máquina: EDECO T 30

## SITUACIÓN




## FOTOGRAFÍA DEL EMPLAZAMIENTO

**NIVELES DE AGUA:** 4,80 m desde boca del sondeo (boca a 0,15m del nivel del suelo)

**OBSERVACIONES:**

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 16/10/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 18/10/2006

**PROF.TOTAL:** 25,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283893,037
**Y:** 4824439,582
**Z:** 8,303

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-6** **HOJA 1 DE 3.**

| DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | | | | | | | | | | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | | | | ENSAYOS "IN SITU" | | | | | | | | | | | | ENSAYOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRAFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO | | | R.Q.D | | | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) | | | | | | | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) | | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA | | | | | VANE TEST | PENETRO DE MANO | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) | | | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | LÍMITES ATTERBERG | | | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (CU) (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO | |
| | | | | | | | | | | | 20 40 60 80 100 | | | 20 40 60 80 100 | | | I II III IV V VI | | | | | | | | N° Golpes / 15 cm. | | | | N30 | Cu | Qu | PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACT | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | | | | | C (Kp/cm²) | ϕ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Tipo (2) | Profundidad, en m. | 15 | 30 | 45 | 60 | | Kg/cm² | Kg/cm² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 0,30 | | 0,30 | | | Suelo vegetal | 0,35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 116 BW | CAJA 1 | | | 1,00 | | 2,00 | | | Relleno antrópico compuesto por materiales fundamentalmente carbonatados embebidos en una matriz limo - arenosa que a muro llega a ser arcillosa. | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 1,10 | | | | | | | | SPT-1 | 1,00-1,10 | R | | | | R | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2,00 | | | | | | 1,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2,30 | | | | | | 2,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,88 | 3,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 2 | | | 3,00 | | | | | | | | | | | | | | MI-1 | 2,50-3,10 | 3 | 3 | 4 | 9 | | | | | | | | 86,4 | 80,0 | 72,0 | 40,0 | 29,2 | 33,8 | 33,8 | 1,91 | | | | | |
| | | | | | | | | | | 3,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 BW | | 4,80 | | 4,00 | | 3,80 | | | Arcillas grises plásticas con abundantes restos vegetales. Hasta los 2,50m, las arcillas tienen cantos procedentes del relleno y presentan tonos rojizos. Hacia los 5,40 comienzan a aparecer restos de dolomías y margas beiges. | 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 4,60 | | | | | | | | SPT-2 | 4,00-4,60 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | | | | | | | 100,0 | 99,6 | 98,8 | 74,0 | 31,0 | 43,0 | 74,1 | | | | | | |
| | | | | 5,00 | | | | | | 5,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,40 | 0,83 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 3 | | | 6,00 | | | | | | | | | | | | | | MI-2 | 5,50-6,10 | 6 | 12 | 30 | 73 | | | | | | | | 91,9 | 88,1 | 86,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 53,5 | 2,01 | 0,31 | | | | |
| | | | | 6,10 | | | | | | 6,10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 TD | | | | | | | | | | 6,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 6,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 7,00 | | | | | | 7,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 7,35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 2,30 | | | Dolomía de color gris claro con alto grado de fracturación y con evidencias de margas beiges. Presenta dos sistemas de fracturación muy marcados: unos subvertical y el otro subhorizontal. Esporádicamente aparece un sistema de fracturación más entre 70 y 80º respecto a la horizontal. El contacto inferior es gradual y está tapizado por margas beiges. | 7,90 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 8,00 | | | | | | 8,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 8,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 BW | CAJA 4 | | | 8,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 9,00 | | 5,50 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos carbonatados que le dan un aspecto brechoide. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | TP-1 | 9,14-9,41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 10,00 | | | | | | 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | 88 | | | 38 | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

TECNIA control

**OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS**
**SITUACION: GIJÓN**
**FECHA INICIO:** 16/10/2006
**FECHA FINALIZACIÓN:** 18/10/2006

**PROF.TOTAL:** 25,00m
**P.K.:**
**MAQUINA:** EDECO T 30
**INCLINACIÓN:** 90º

**COORDENADAS**
**X:** 283893,037
**Y:** 4824439,582
**Z:** 8,303

**Nº EXP.: G06026** **SONDEO: S-6** **HOJA 2 DE 3.**

DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO (20 40 60 80 100) | R.Q.D (20 40 60 80 100) | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) (I II III IV V VI) | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) Tipo (2) | Profundidad, en m. | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA Nº Golpes / 15 cm. 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | VANE TEST Cu Kg/cm² | PENETRO DE MANO Qu Kg/cm² | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | LÍMITES ATTERBERG $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | HUMEDAD, W, en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO C (Kp/cm²) | ϕ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 BW | CAJA 5 | | | 11,00 | | 5,50 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos carbonatados que le dan un aspecto brechoide. | 10,90 | | | | TP-2 | 12,30-12,59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,99 | | 3,70 | | |
| | | | | 12,00 | | | | | | 11,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 6 | | | 13,00 | | | | | | 12,75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 14,00 | 13,90 | | | | | 13,70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 14,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 15,00 | | | | | | 15,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 7 | | | 16,00 | | | | | | 16,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 17,00 | | 6,80 | | | Margas y margas arenosas alteradas de color beige. | 16,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 17,55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CAJA 8 | | | 18,00 | | | | | | 18,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 18,63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 19,00 | | | | | | 19,53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 20,00 | | | | | | 19,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | VALORES MEDIOS | | 92 | 41 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(1) - TIPO DE PERFORACIÓN

W - WIDIA
D - DIAMANTE

(2) - MUESTRAS Y ENSAYOS

SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD
MI - MUESTRA INALTERADA
MA - MUESTRA ALTERADA
SH - MUESTRA SHELBY
TR - TESTIGO ROCA
TP - TESTIGO PARAFINADO
ES - Esclrerómetro
PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin)
TT - Tilt Test
LG - Lugeón
LF - Lefránc

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| TECNIA control | **OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS** | **PROF.TOTAL: 25,00m** | **COORDENADAS** | **Nº EXP.: G06026** | **SONDEO: S-6** |
| | **SITUACION: GIJÓN** | **P.K.:** | **X: 283893,037** | | **HOJA 3 DE 3.** |
| | **FECHA INICIO: 16/10/2006** | **MAQUINA: EDECO T 30** | **Y: 4824439,582** | | |
| | **FECHA FINALIZACIÓN: 18/10/2006** | **INCLINACIÓN: 90º** | **Z: 8,303** | | |

| DATOS GENERALES DEL SONDEO REALIZADO | | | | | | | | | | CARACTERISTICAS DEL SONDEO | | | | ENSAYOS "IN SITU" | | | | | | | | | | | | | | ENSAYOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ϕ mm. / TIPO PERFORACIÓN (1) | Nº CAJA | NIVEL FREÁTICO en m | ESCALA GRÁFICA | PROFUNDIDAD en m | | COTA, en m. | ESPESOR DEL ESTRATO, en m. | UNIDAD - EDAD | COLUMNA LITOLÓGICA | NATURALEZA DEL MATERIAL | MANIOBRAS | % RECUPERACIÓN DE TESTIGO | | | | | R.Q.D | | | | | METEORIZACIÓN (I.S.R.M.) | | | | | | MUESTRAS Y ENSAYOS (2) | | S.P.T. / MUESTRA INALTERADA | | | | | VANE TEST | PENETRO DE MANO | TILT TEST (ángulos respecto a la horizontal) | | | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO | | | LÍMITES ATTERBERG | | | HUMEDAD, W , en % | DENSIDAD HÚMEDA , en g/cm³ | RESISTENCIA A COMPRESIÓN TRIAXIAL (Rc), en Kp/cm² | RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Rc), en Kp/cm² | CORTE DIRECTO | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | I | II | III | IV | V | VI | Tipo (2) | Profundidad, en m. | 15 | 30 | 45 | 60 | N30 | Cu Kg/cm² | Qu Kg/cm² | PROFUNDIDAD | ANGULO DE FRACTURA | TILT EN ROCA | TILT EN FRACTURA | % 2,0 UNE | % 0,4 UNE | % 0,08 UNE | $W_L$ | $W_P$ | $I_P$ | | | | | C (Kp/cm²) | ϕ |
| 101 BW | CAJA 9 | | | 21,00 | 20,70 | | 6,80 | | | Margas y margas arenosas alteradas de color beige. Contacto gradual con el tramo inferior. | | | | | | | | | | | | | | | | | | TP-3 | 20,10-20,40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,20 | | 1,71 | | | |
| | | | | 22,00 | 21,70 | | 1,00 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos carbonatados que le dan un aspecto brechoide. | 21,05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 21,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 23,00 | 23,00 | | 1,30 | | | Margas y margas arenosas alteradas de color beige. Contacto gradual con el tramo inferior. | 22,35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | TP-4 | 22,75-22,95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,00 | | 4,49 | | | |
| | CAJA 10 | | | | | | | | | | 23,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 24,00 | | | 2,00 | | | Margas arcillosas de color gris-negruzco en su mayoria de consistencia semipétrea. Contienen cantos carbonatados que le dan un aspecto brechoide. | 23,60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 25,00 | 25,00 | | | | | | 25,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | FIN DEL SONDEO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 26,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 27,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 28,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 29,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 30,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VALORES MEDIOS | | | | | | | | | | | | 82 | | | | | 48 | | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| (1) - TIPO DE PERFORACIÓN | (2) - MUESTRAS Y ENSAYOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| W - WIDIA | SPT - ENSAYO PENETRACIÓN STANDARD | MA - MUESTRA ALTERADA | TR - TESTIGO ROCA | ES - Esclrerómetro | TT - Tilt Test | |
| D - DIAMANTE | MI - MUESTRA INALTERADA | SH - MUESTRA SHELBY | TP - TESTIGO PARAFINADO | PLT - Ensayo de carga puntual (Fránklin) | LG - Lugeón | LF - Lefránc |

FOTO B

TECNIA control

# GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-6 |
|---|---|
| CAJA 2 ← | CAJA 1 → |
| 2,50-5,50m | 0,00-2,50m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| SPT-1 | 1,00-1,10 |
| SPT-2 | 4,00-4,60 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-1 | 2,50-3,10 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S6 | 25,00 m. | m. | 19/10/06 |

Caja 4 de 10 | Prof.: De 7,90 a 10,30 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

**FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO**

| SONDEO Nº | G06026 - S-6 |
|---|---|
| CAJA 4 ← | CAJA 3 → |
| 7,90-10,30m | 5,50-7,90m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| MI-2 | 5,50-6,10 |
| TP-1 | 9,14-9,41 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S6 | 25,00 m. | m. | 19/10/06 |

Caja 3 de 10 | Prof.: De 5,50 a 7,90 m.

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S6 | 25,00 m. | m. | 19/10/06 |

Caja 6 de 10 | Prof.: De 12,75 a 15,15 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

# FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-6 |
|---|---|
| CAJA 6 ← | CAJA 5 → |
| 12,75-15,15m | 10,30-12,75m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-2 | 12,30-12,59 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S6 | 25,00 m. | m. | 19/10/06 |

Caja 5 de 10 | Prof.: De 10,30 a 12,75 m.

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S6 | 25,00 m. | m. | 19/10/06 |

Caja 8 de 10 | Prof.: De 17,55 a 19,95 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

# FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-6 |
|---|---|
| CAJA 8 ← | CAJA 7 → |
| 17,55-19,95m | 15,15-17,55m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S6 | 25,00 m. | m. | 19/10/06 |

Caja 7 de 10 | Prof.: De 15,15 a 17,55 m.

FOTO B

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S6 | 25,00 m. | m. | 19/10/06 |

Caja 10 de 10 | Prof.: De 22,35 a 25,00 m.

TECNIA control

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

## FOTOTESTIFICACION DEL SONDEO

| SONDEO Nº | G06026 - S-6 |
|---|---|
| CAJA 10 ← | CAJA 9 → |
| 22,35-25,00m | 19,95-22,35m |

ENSAYOS "IN SITU"

| Ensayo | Profundidad |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

MUESTRAS

| Muestra | Profundidad |
|---|---|
| TP-3 | 20,10-20,40 |
| TP-4 | 22,75-22,95 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

FOTO A

PETICIONARIO: OHL, S.A. | Referencia G06026

OBRA: DEPÓSITO DE TORMENTAS DE GIJÓN | Situación: GIJÓN

| SONDEO | Profundidad | Cota boca | Fecha |
|---|---|---|---|
| S6 | 25,00 m. | m. | 19/10/06 |

Caja 9 de 10 | Prof.: De 19,95 a 22,35 m.

AIC
AUXILIAR DE INGENIERIA Y CONTROL S.A.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **E.G. PARA TANQUE DE TORMENTAS EN GIJÓN** | Inc.(°): Vertical | Supervi.: Estibaliz Hoyos | Inicio 21/09/05 |
| Sondeo: S-1 | P.K.: | Empresa: | Fin 21/09/05 |
| Cliente: NOEGA INGENIEROS, S.L. | X UTM: Ver plano de | Sondista: Manolo | |
| Código: G-05-3494 | Y UTM: situaión de | Máquina: B-31 Atlas Copco | |
| | Z UTM: reconocimien | Fluido: | Hoja: 1 |

| Profundidad (m) | Tipo de perforación | Nivel Agua (m) | Notas | Corte litológico | Descripción litológica | Profundidad inferior (m) | Espesor (m) | Jun/30cm (Índice / Número) | Meteorización | Recuperación (%) | S.P.T (Golpes) / R.Q.D (%) | Muestras/Ensayos: Tipo | Intervalo (m) | Resultados |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,0 | | | | | Tierra vegetal | 0,65 | 0,65 | | | | | | | |
| 1,0 | | | | | Rellenos antrópicos | 2,1 | 1,45 | | | | | | | |
| 2,0 | | | | | Limos marrones con cantos subredondeados con tamaños milimétricos y centimétricos que van aumentando de tamaño en profundidad. | 6 | 3,9 | | | | | MI | 4,6-5,1 | 2/2/3/4 |
| 5,0 | | | | | | | | | | | | SPT | 5,1-5,7 | 1/1/2/2 |
| 6,0 | | | | | Limos arenosos de color ocre algo limonitizadas, de 6,90 a 7,30 aparecen muy disgregadas. En la base aparecen antos angulosos centimétricos, y presentan más humedad. | 12,6 | 6,6 | | | | | MI | 9-9,6 | 30/40/47/50 |
| 10,0 | | | | | | | | | | | | SPT | 9,6-10,03 | 14/22/50/R |

MI: Muestra inalterada SPT: Penetrómetro es TP: Testigo parafinado



AIC
AUXILIAR DE INGENIERIA Y CONTROL S.A.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **E.G. PARA TANQUE DE TORMENTAS EN GIJÓN** | Inc.(°): Vertical | Supervi.: Estibaliz Hoyos | Inicio 21/09/05 |
| Sondeo: S-1 | P.K.: | Empresa: | Fin 21/09/05 |
| Cliente: NOEGA INGENIEROS, S.L. | X UTM: Ver plano de | Sondista: Manolo | |
| Código: G-05-3494 | Y UTM: situaión de | Máquina: B-31 Atlas Copco | |
| | Z UTM: reconocimien | Fluido: | Hoja: 2 |

| Profundidad (m) | Tipo de perforación | Nivel Agua (m) | Notas | Corte litológico | Descripción litológica | Profundidad inferior (m) | Espesor (m) | Jun/30cm (Índice / Número) | Meteorización | Recuperación (%) | S.P.T (Golpes) / R.Q.D (%) | Muestras/Ensayos: Tipo | Intervalo (m) | Resultados |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10,0 | | | | | Limos arenosos de color ocre algo limonitizadas, de 6,90 a 7,30 aparecen muy disgregadas. En la base aparecen antos angulosos centimétricos, y presentan más humedad. | 12,6 | 6,6 | | | | | | | |
| 13,0 | | | | | Margas arcillosas grises muy osuras, carbonatas y muy alteradas, con relictos blanquecinos de la roca original. La alteración aumenta en profundidad, presentando menos fragmentos pero más arcillosos. | 15 | 2,4 | | | | | TP | 13,1-13,4 | |
| 20,0 | | | | | | | | | | | | | | |

MI: Muestra inalterada SPT: Penetrómetro es TP: Testigo parafinado

**Fotografía 1; sondeo 1, caja 1, de 0,00 a 2,90 m.**

**Fotografía 2; sondeo 1, caja 2, de 2,90 a 5,10 m.**

**Fotografía 3; sondeo 1, caja 3, de 5,10 a 8,10 m.**

**Fotografía 4; sondeo 1, caja 4, de 8,10 a 11,10 m.**

**Fotografía 5; sondeo 1, caja 5, de 11,10 a 13,50 m.**

**Fotografía 6; sondeo 1, caja 6, de 13,50 a 15,00 m.**

# 1.2. PIEZÓMETROS

CERTIFICADA CONFORME
A LAS NORMAS
UNE EN-ISO 9001:2000
UNE EN-ISO 14001:2004

# TRABAJOS DE CAMPO Y ENSAYOS PARA EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL PROYECTO DE LA NUEVA ESTACIÓN DE MOREDA, GIJÓN
# TOMO 1


IN SITU TESTING, S.L.
Avda. de los Pirineos 25-Nave 11
28703 San Sebastián de los Reyes (Madrid)
Telf: 916591219 / Fax: 916591249
insitutest@insitutest.com / www.insitutest.com


*EMPRESA ACREDITADA EN EL ÁREA TÉCNICA "GTC*

# TRABAJOS DE CAMPO Y ENSAYOS PARA EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL PROYECTO DE LA NUEVA ESTACIÓN DE MOREDA, GIJÓN

## ÍNDICE

## TOMO 1


**1.- INTRODUCCIÓN ..... 1**

**2.- GEOLOGÍA ..... 2**

2.1.- MARCO GEOLÓGICO ..... 2
*2.1.1.- Estratigrafía ..... 4*
2.1.1.1.- Materiales Paleozoicos. ..... 4
2.1.1.2.- Materiales jurásicos. ..... 4
2.1.1.3.- Materiales Cuaternarios. ..... 7
2.2.- HIDROGEOLOGÍA ..... 7
*2.2.1.- Acuífero carbonatado del Jurásico ..... 7*
*2.2.2.- Acuífero Fluvio-Marino Cuaternario ..... 8*

**3.- INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS DE BOMBEO ..... 8**

3.1.- MÉTODOS EN RÉGIMEN PERMANENTE. ..... 10
3.2.- MÉTODOS EN RÉGIMEN VARIABLE . ..... 20
3.3.- MÉTODOS DE RECUPERACIÓN EN RÉGIMEN VARIABLE ..... 26

**4.- TRABAJOS REALIZADOS ..... 27**

4.1. PROSPECCIÓN DE CAMPO ..... 28
*4.1.1.- Sondeos mecánicos con recuperación de testigo ..... 31*
*4.1.2.- Instalación de Piezómetros ..... 31*
*4.1.3. Desarrollo de pozos y análisis para la selección del caudal de bombeo ..... 40*
*4.1.4. Ensayos de Bombeo ..... 44*
4.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ..... 48

**5.- RESULTADOS OBTENIDOS ..... 50**

**6.- CONCLUSIONES ..... 53**

**TOMO II**

**ANEJOS**


**ANEJO I:** SONDEOS MECÁNICOS

**ANEJO I.I.:** TESTIFICACIÓN

**ANEJO I.II**.: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

**ANEJO II:** ENSAYOS DE LABORATORIO

**ANEJO II.I.:** ANÁLISIS DE AGUA

**ANEJO III:** DATOS DE ENSAYOS DE BOMBEO

**ANEJO III.I.:** GRÁFICOS DEL ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DEL CAUDAL DE BOMBEO

**ANEJO III.II.:** GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS DE BOMBEO

**ANEJO III.III.:** GRÁFICOS DE INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS

**ANEJO III.IV.:** GRÁFICOS DE RECUPERACIÓN

**ANEJO IV**: NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA

**ANEJO IV.I.:** FICHAS DE LAS SONDEOS

**ANEJO IV.II.:** TABLA RESUMEN DE LAS MEDIDAS TOPOGRÁFICAS.

**ANEJO IV.III**: LISTADO DE LAS BASES DE REFERENCIA

**ANEJO IV.IV** : PLANO BASE

**ANEJO IV.V**: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN


CLIENTE:

INECO
Av de Partenon 4-6 5ª Planta
28042 Madrid

Att: Mónica Fernandez

# TRABAJOS DE CAMPO Y ENSAYOS PARA EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL PROYECTO DE LA NUEVA ESTACIÓN DE MOREDA, GIJÓN

## 1.- INTRODUCCIÓN

Para la redacción del futuro proyecto constructivo: Supresión de la Barrera ferroviaria de Gijón (Infraestructura y arquitectura), se ha incluido un Estudio Hidrogeológico del área correspondiente a la nueva estación de Moreda que sustituirá a la actual de Jovellanos, en el cual se abordan varios aspectos fundamentales:

- Caracterización de los parámetros hidrogeológicos de los materiales jurásicos calcáreos y depósitos cuaternarios de origen fluvial y marino, y la relación que muestran ambos acuíferos ente sí.

- Determinación del nivel freático y sus oscilaciones.

- Modelización del "efecto barrera" que inducirán las nuevas construcciones sobre el flujo subterráneo.

Como parte del mencionado estudio hidrogeológico, INECO ha contratado a la empresa IN SITU TESTING S.L. la realización de diversos trabajos de campo, como son la perforación de dos pozos de bombeo, varios piezómetros y la ejecución de diversos ensayos de bombeo y de laboratorio.

Mediante este documento, IN SITU TESTING, S.L. presenta a INECO los trabajos realizados y resultados obtenidos en la campaña de trabajos de campo y ensayos, llevada a cabo para el "Proyecto de la nueva estación de Moreda"




-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-

## 2.- GEOLOGÍA

En este apartado se resumen los aspectos geológicos del terreno existente en el área de estudio. En la **Figura Nº 2.a** se muestra la situación del área estudiada en el mapa geológico 1/50.000 de Gijón.

### 2.1.- MARCO GEOLÓGICO

Regionalmente, la zona de estudio está incluida en dos conjuntos estratigráficos-estructurales bien definidos: El Paleozoico, que se extiende por la parte Noroccidental y el Mesozoico, por la Centro-Oriental. Hay también conservados algunos pequeños retazos del Mesozoico sobre el Paleozoico de la Región Occidental. Los dos conjuntos quedan separados por fallas de cierta importancia.

El área Paleozoica de la región está comprendida dentro de la llamada zona Cantábrica. Esta zona está formada por todo el área paleozoica situada al este del gran antiforme del Nancea, en cuyo núcleo afloran pizarras precámbricas y que se extiende desde Cudillero, en la Costa, hasta la Magdalena, junto a la cuenca terciaria del Duero. Dentro de la zona Cantábrica pueden distinguirse varias subunidades, de las cuales la más occidental ha sido llamada "región de pliegues y mantos" y queda definida con el área comprendida entre el antiforme del Nancea y la Cuenca Carbonífera Central.

El área paleozoica de la región forma el extremo norte de la "región de pliegues y mantos", aunque no abarcan una transversal completa de la misma, ya que la cobertera mesozoica oculta parte de esta unidad, así como su límite con la Cuenca Carbonífera Central y la mayor parte de la prolongación norte de la cuenca carbonífera.

Por lo que al Mesozoico se refiera, éste queda localizado en el borde septentrional de la Cuenca Mesozoico-terciaria de Asturias, en la que desde los puntos de vista estratigráfico y estructural se distinguen tres unidades principales, que de Norte a Sur son: 1) Cuenca de Gijón-Villaviciosa, 2) Franja móvil intermedia, 3) Surco de Oviedo.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

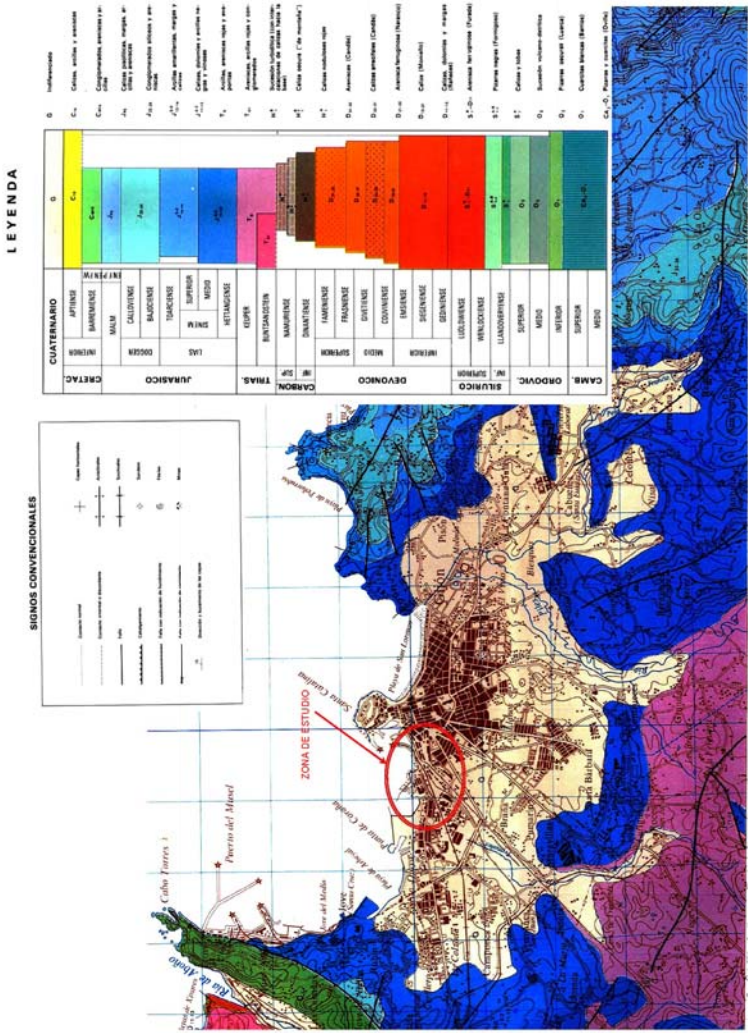



**Figura 2.a: Mapa Geológico de Gijón**

TRABAJOS DE CAMPO Y ENSAYOS PARA EL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL PROYECTO DE LA NUEVA ESTACIÓN DE MOREDA GIJÓN
Página 3 de 54

-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

La Cuenca de Gijón-Villaviciosa fue una cuenca de sedimentación durante el Triásico, Jurásico y Cretácico Inferior, con el eje desplazándose gradualmente hacia el NE. Por movimientos diferenciales se elevó durante el Dogger y volvió a hundirse en el Malm.

La franja móvil intermedia es una franja estrecha que separa las otras dos unidades y que ha funcionado como una charnela móvil a lo largo del Mesozoico y el Terciario. En esta franja afloran sedimentos del Liásico al Cretácico Superior.

El surco de Oviedo representa una zona de alto o umbral durante el Triásico y el Cretácico Inferior, faltando los sedimentos del Triásico y Jurásico. Contienen sedimentos del Cretácico Inferior (equivalentes facies de Utrillas), del Cretácico Superior, en facies marina poco profunda y del Terciario en facies continental.

## 2.1.1.- Estratigrafía

### 2.1.1.1.- Materiales Paleozoicos.

Por lo que al Paleozoico se refiere, se encuentra una sucesión continua hasta el final del Devónico, por lo menos en algunos puntos, hecho que es excepcional en la zona Cantábrica. Dejando al lado el Cámbrico que, aunque presente en el subsuelo, casi no se encuentran afloramientos, pueden verse buenas sucesiones de los demás Sistemas, especialmente del Ordovícico y del Devónico. El Carbonífero, aunque presenta buenos cortes, está mal representado en la región (Magna. Gijón.1973).

### 2.1.1.2.- Materiales jurásicos.

El Jurásico asturiano está constituido por dos grandes secuencias sedimentarias superpuestas y separadas entre sí por una disconformidad, cada una de las cuales corresponde a un modelo sedimentario muy diferente. La inferior, carbonatada y margosa, corresponde al Grupo Villaviciosa e incluye las formaciones Gijón y Rodiles. La superior, terrígena, se conoce como Grupo Ribadesella y está constituida por las formaciones La Ñora, Vega, Tereñes y Lastres.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

En la **figura 2.1.1.2 a** se muestra una columna estratigráfica sintética de los materiales jurásicos (Menéndez Casares et al ,2004).

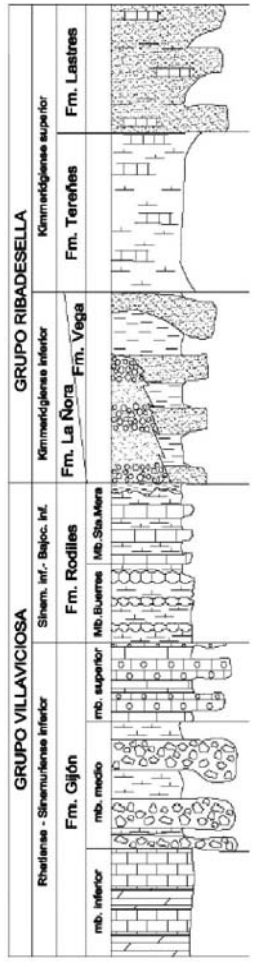



**Figura 2.1.1.2.a: Columna estratigráfica de los materiales jurásicos**



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

La secuencia inferior se dispone sobre unas arcillas grises y rojizas, con finas intercalaciones de dolomías y yesos, que constituyen la denominada Serie de Transición. (Triásico Superior).

*Formación Gijón*

Se ha podido subdividir en tres miembros (González et al, 2004), con notables implicaciones hidrogeológicas. El *miembro inferior* consta de una sucesión de calizas, predominantemente *mudstone* y dolomías con finas intercalaciones de margas, y localmente a techo, brechas de colapso; las calizas y dolomías suelen estar afectadas por una intensa karstificación. Su potencia oscila entre los 50 m de la zona occidental (entre Avilés y Pinzales) y los 90-100 de la oriental (Pinzales a Ribadesella).

El *miembro medio* está formado por brechas de colapso, margas y lutitas entre las que se intercalan delgados niveles de yesos, calizas y dolomías que desaparecen lateralmente. Presenta un espesor variable entre los 10-15 m en la zona de Avilés y los 80-90m en la playa de La Espasa (Colunga y Caravia).

El *miembro superior* consiste en una alternancia de calizas *mudstone, grainstone oolíticas* y, hacia techo, calizas *packstone y wackstone*. Existen, además, algunos niveles de brechas con escasa extensión lateral. La potencia preservada alcanza su valor mínimo, de 20 m, en los alrededores de Avilés y llega hasta los 120 m de los valles de Fabares y del río España, aunque vuelve a disminuir hacia el Este, hasta presentar 60 m en la zona comprendida entre la ría de Villaviciosa y el Arenal de Morís.

*Formación Rodiles*

Sucesión rítmica margo-calcárea, que consta, a su vez, de dos miembros: el inferior (Miembro Buerres) con predominio calcáreo y aspecto noduloso y el superior (Miembro Santa Mera) en el que dominan las margas en capas plano-paralelas. El máximo espesor de la unidad ronda los 120m, disminuyendo hacia el Oeste hasta llegar incluso a desaparecer.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

**2.1.1.3.- Materiales Cuaternarios.**

El rasgo morfológico más característico de la costa asturiana lo constituyen las superficies de arrasamiento conocidas como “rasas”. En relación con ellas, con frecuencia aparecen depósitos formados por cantos rodados de origen marino, que las recubren. Las “rasas” costera, sobre cuyo origen se dieron diversas interpretaciones son en realidad verdaderas plataformas de abrasión marina situadas a distintos niveles. La superficie de Monte Areo se sitúa a 240-260 m, descendiendo hasta 100 m en los altos de Veriña y El Musel, que es la misma altura de l rígida superficie de Peñas.

Sobre los depósitos marinos de la rasa existen en algunos puntos (Peñas, Musel, etc) formaciones periglaciares y en otros señales evidentes de eolización antigua.

Además de estos depósitos, existen materiales cuaternarios de tipo diverso, aluviones, coluviones, suelos, etc. Son de destacar en los alrededores de Gijón los depósitos de relleno de la amplia depresión que rodea a la ciudad; se trata de materiales de naturaleza arcillosa y arenosa que ocupan una cierta extensión y recubren en discordancia a las calizas del Liásico (Magna.Gijón.1973).

## 2.2.- HIDROGEOLOGÍA

### 2.2.1.- Acuífero carbonatado del Jurásico

*Acuíferos carbonatados*

El *acuífero inferior de la Fm. Gijón* (miembro inferior) está dispuesto sobre un tramo litológico poco permeable o incluso impermeable (capas finas de dolomías, yesos y lutitas grises y rojas de la Serie de Transición), en cuyo contacto se ubican numerosas fuentes. Su límite superior está formado por el miembro medio de la Fm. Gijón.

Tanto el tramo del muro como el del techo se caracterizan por la presencia de numerosas intercalaciones de yesos que cargan en sulfatos las aguas del acuífero, deteriorando su calidad. En ocasiones las capas de yeso y anhidrita del muro se disuelven y los huecos creados son rellenados con limos; la circulación de las aguas a



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

través de éstos permite que las fuentes afloren en cotas topográficas situadas por debajo del contacto con la Serie de Transición, dando lugar a aguas con niveles de conductividad superiores a los 1.000 µS/cm.

El *acuífero superior de la Fm. Gijón* (miembro superior) está separado del acuífero inferior por el miembro intermedio de dicha unidad y tiene por encima a la Fm. Rodiles, cuando ésta ha sido preservada de la erosión. Las fuentes de este acuífero son de menor caudal que las del inferior y apenas sobrepasan los 600 µS/cm de valores de conductividad, con un contenido en sulfatos que nunca alcanza los 50 mg/l. (Menéndez Casares et al ,2004)

### 2.2.2.- Acuífero Fluvio-Marino Cuaternario

Existen pocos datos del comportamiento hidrogeológico de estos depósitos. Como se ha comentado se encuentran tapizando los depósitos calcáreos jurásicos, en forma de lentejones. Estos lentejones tienen un potencia variable de 2m a 5m que disminuyen en dirección el sur.

## 3.- INTERPRETACIÓN DE LOS ENSAYOS DE BOMBEO

En base a las particularidades de los distintos ensayos de bombeo realizados se ha empleado el método de interpretación que mejor se ajusta a cada ensayo. En este apartado se describen los diferentes métodos de interpretación empleados.

Básicamente, un ensayo de bombeo consiste en la extracción de agua procedente de un acuífero subterráneo, para determinar sus características hidrogeológicas (transmisividad, coeficiente de almacenamiento, etc) a través de las variaciones de los niveles freáticos y piezométricos que se producen tanto en el mismo pozo donde se está realizando el bombeo, como en otros piezómetros cercanos, cuando existen. Respecto a las características constructivas de la perforación, los ensayos de bombeo permiten conocer la calidad de la construcción (eficiencia del pozo), perdidas de carga, caudal aconsejable de bombeo y colocación de la bomba.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

La teoría de los ensayos de bombeo se basa en la aplicación de la Ley de Darcy de los medios porosos al teorema de la continuidad, cuya ecuación fundamental es :

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 h}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 h}{\partial z^2}+\frac{F}{K}=\frac{S}{T}\cdot\frac{\partial h}{\partial t}$$

donde:

h potencial hidráulico

F recargas exteriores

K permeabilidad del acuífero

S coeficiente almacenamiento

T transmisividad del acuífero

t tiempo

La extracción del agua subterránea se realiza con caudal constante o con caudal variable.

Cuando se realiza el ensayo a caudal constante es preciso mantenerlo sin variación a lo largo de toda la prueba.

Se denomina régimen permanente a aquel en el cual los niveles no varían con el tiempo, mientras que en régimen variable sí se producen variaciones en el nivel piezométrico.

Como consecuencia de un bombeo a caudal constante Q, los niveles descenderán durante un cierto tiempo. Si se interpretan los resultados de la variación de niveles en función del tiempo de bombeo, se estaría en un caso de régimen variable.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

La interpretación de los descensos finales, con niveles estabilizados en el pozo de bombeo y en los piezómetros de observación, se realizará con métodos adecuados para régimen permanente.

Al detener el bombeo, los niveles comienzan a ascender, tratando de alcanzar la cota inicial en reposo. Si se interpreta la evolución de los niveles después de la parada, se está en el caso de régimen variable en recuperación.

La primera consiste en mantener la depresión fija a una cota determinada y medir la variación del caudal con el tiempo.

La segunda modalidad es la de caudales escalonados. En esta se fijan a voluntad distintos caudales, midiéndose la depresión producida para cada uno de ellos.

Los ensayos de bombeo realizados, han sido interpretados mediante los métodos en régimen permanente y régimen variable. Sus fundamentos se describen en los apartados siguientes:

## 3.1.- MÉTODOS EN RÉGIMEN PERMANENTE.

En los ensayos en régimen permanente, el nivel permanece invariable o prácticamente invariable después de un cierto tiempo de bombeo o tiempo de estabilización.

En estas circunstancias, el término $\frac{S}{T}\frac{\partial h}{\partial t}$ de la ecuación general se considerará nulo.

### Metodología práctica

La metodología práctica general en este tipo de ensayos es muy simple y requiere, en general, poco esfuerzo en mediciones de campo.

Se mide en primer lugar la profanidad de los niveles de agua, tanto en el pozo que se va a bombear como en aquellos que se van a utilizar solamente para observación del descenso de niveles a distintas distancias del punto de bombeo, si los hubiere.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

Se puede empezar a bombear en el pozo elegido a tal fin con un caudal de bombeo constante Q.

Cuando han transcurrido varias horas o un día, se miden sucesivamente los niveles en un espacio corto de tiempo, para ver si todavía siguen evolucionando en descenso.

Esta operación se repite varias veces hasta que se comprueba que los niveles pueden considerarse estabilizados. Se toma la medida de la profundidad a la que están dichos niveles y por diferencia con los niveles iniciales, se obtienen las depresiones producidas en pozo y piezómetros a causa del bombeo de caudal Q.

Con los valores de las depresiones, caudal de bombeo y distancias entre el pozo y piezómetros, medidas con la mayor exactitud posible, se procede a interpretar el ensayo por los métodos que a continuación se detallarán, pudiendo obtenerse valores de transmisividad, radio de influencia e incluso pérdidas de carga en el pozo, si se ha dispuesto de varios piezómetros. Si sólo se ha contado con los datos del pozo de bombeo por no existir piezómetros (pozos de observación), lo único que podrá hacerse es estimar la transmisividad.

El coeficiente de almacenamiento S no puede calcularse por métodos de régimen permanente. Tiene su lógica explicación en que al ser el régimen permanente, el nivel permanece constante y consecuentemente no se producen vaciados en el acuífero, que se limita, en teoría, a ser un mero transmisor del agua.

### Acuíferos cautivos. Métodos de Thiem.

Considérese que va a realizarse un ensayo de bombeo, y que en las condiciones que se efectúa el mismo, puede suponerse que con cierta aproximación las circunstancias físicas del acuífero y del pozo son las siguientes:

- Régimen permanente.

- No existen recargas exteriores.

- Acuífero homogéneo e isótropo.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

- El Acuífero es infinito.

- El pozo de bombeo es de diámetro cero.

- El pozo atraviesa completamente la formación permeable.

- El agua que se bombea produce un inmediato descenso del nivel y no vuelve a introducirse en el acuífero.

- El flujo de agua hacia el pozo es radial y no tiene componentes verticales.

- El caudal de bombeo Q es constante.

Con todas estas limitaciones o condiciones de contorno, introducidas en la ecuación general, y resulta ésta, se llega a la fórmula de Thiem:

$$d_1 - d_2 = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

donde:

$d_1$ = depresión producida por el bombeo en el pozo de observación número 1.

$d_2$ = depresión producida por el bombeo en el pozo de observación número 2.

Q= caudal de bombeo constante.

T= transmisividad el acuífero.

$r_2$ = distancia del pozo de bombeo al piezómetro de observación núm.2.

$r_1$ = distancia del pozo de bombeo al piezómetro de observación núm.1.

Evidentemente, los resultados del ensayo, se ajustarán más a la realidad cuanto más se ajuste a la realidad física del ensayo a los condiciones matemáticas impuestas para resolver la ecuación general.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

A la relación de Thiem también pueden llegarse por métodos más simples, sin acudir a la ecuación general.

Si se considera un acuífero cautivo en el que el pozo perforado en el mismo bombea a caudal constante Q, y existen dos pozos de observación, núm. 1 y núm. 2, estando el nivel estabilizado en todo el cono del bombeo, se puede establecer que el caudal que sale por el pozo es igual al que atraviesa una superficie cilíndrica ideal de radio genérico r y altura el espesor del acuífero $H_0$.

Las depresiones en el pozo de bombeo, piezómetros núm.1 y núm.2, serán $d_p$, $d_1$ y $d_2$ y los niveles $h_p$, $h_1$ y $h_2$, respectivamente. Los piezómetros se encuentran a las distancias $r_1$ y $r_2$ del pozo de bombeo. A la distancia genérica *r,* la depresión será *d* y el nivel *h*.

Según la ley de Darcy, puede establecerse que el caudal que atraviesa la superficie cilíndrica porosa será igual al producto de la permeabilidad K del acuífero, por el área de paso y por el gradiente hidráulico que existe entre uno y otro lado de la superficie cilíndrica considerada.

Es decir:

$Q = K \cdot A \cdot i$ A = Área de paso = $2\pi r H_0$

i = Gradiente = $\frac{dh}{dr}$

$Q = K 2\pi r H_0 \frac{dh}{dr}$ $KH_0 = T$

$Q = 2\pi T r \frac{dh}{dr}$ $dh = \frac{Q}{2\pi T} \frac{dr}{r}$

Integrando esta última función se obtiene:

$$\int dh = \frac{Q}{2\pi T} \int \frac{dr}{r}$$



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

$$h = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ r + C$$

Para calcular la constante C puede establecerse que cuando $r = r_1$, $h = h_1$

$$h_1 = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ r_1 + C \qquad C = h_1 - \frac{Q}{2\pi T}\ln\ r_1$$

y sustituyendo:

$$h = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ r + h_1 - \frac{Q}{2\pi T}\ln\ r_1$$

$$h_1 - h = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ \frac{r_1}{r}$$

Análogamente, cuando $r = r_2$, $h = h_2$ se obtendría la relación:

$$h_2 - h = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ \frac{r_2}{r}$$

Restando las expresiones (1) y (2) se obtiene:

$$h_1 - h = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ \frac{r_1}{r}$$

$$h_2 - h = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ \frac{r_2}{r}$$

$$h_1 - h_2 = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ \frac{r_1}{r_2}$$

Pero $h_1 - h_2 = -(d_1 - d_2)$

Luego,



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

$$-(d_1 - d_2) = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ \frac{r_1}{r_2}$$

O lo que es lo mismo:

$$(d_1 - d_2) = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ \frac{r_2}{r_1}$$

Que es la relación de Thiem ya expuesta anteriormente.

Indica, sencillamente, que las diferencias entre las depresiones $(d_1 - d_2)$ en dos pozos de observación situados a distancias $r_1$, $r_2$ del pozo que bombea a caudal constante ¡ es el producto de $Q/2\pi T$ por el logaritmo neperiano del cociente inverso de las distancias $r_1/r_2$.

A efectos de facilitar el uso de la fórmula, puede efectuarse la división $1/2\pi$ y pasar a logaritmos decimales.

$$d_1 - d_2 = 0{,}366\frac{Q}{T}\lg\ \frac{r_2}{r_1}$$

Por analogía, podría utilizarse la depresión en el pozo $d_p$ sin más que utilizar el radio del pozo $r_p$.

$$d_p - d_2 = 0{,}366\frac{Q}{T}\lg\ \frac{r_2}{r_p}$$

Definiendo como radio de influencia (R) la distancia entre el punto de bombeo y aquel para el cual la depresión es cero, en la ecuación anterior se tendría que, para la distancia $r_2 = R$, $d2 = 0$, y por tanto:

$$d_p = \frac{Q}{2\pi T}\ln\ \frac{R}{r_p}\text{, o bien}$$

$$d_p = 0{,}366\frac{Q}{T}\ln\ \frac{R}{r_p}$$



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

Evidentemente, a una distancia genérica del pozo *r* la depresión *d*, y podría exponerse:

$$d = 0{,}366\frac{Q}{T}\lg\ \frac{R}{r}$$

Con estas fórmulas se puede relacionar depresiones, caudales, transmisividad y distancia al punto de bombeo, según convenga.

Hay que considerar que cuando no se tienen piezómetros de observación se ha de trabajar con el radio del pozo $r_p$, depresión en el pozo $d_p$ y radio de influencia R. al no conocerse el radio de influencia tendrá que estimarse como se indicará en el último apartado más adelante.

Se recuerda, asimismo, que el coeficiente de almacenamiento S no puede ser calculado por estos procedimientos en régimen permanente.

Aparte de las deducciones lógicas que se obtengan de las fórmulas comentadas, existe un procedimiento gráfico para el cálculo de la T, cuando existen varios piezómetros, que aporta la posibilidad de interpolar todos los datos y obtener de una manera sencilla dicha T, el radio de influencia R y las pérdidas de carga en el pozo.

Se considera un punto genérico de observación a una distancia $r_i$ del pozo que bombea a caudal constante Q y en el que se ha producido una depresión $d_i$ sobre el nivel estático inicial, anterior al comienzo del bombeo.

Podrá establecerse:

$$d_i = 0{,}366\frac{Q}{T}\lg\ \frac{R}{r_i}$$

$$d_i = -0{,}366\frac{Q}{T}\lg\ r_i + 0{,}366\frac{Q}{T}\lg\ \mathrm{R}$$

Si se toma lg $r_i$ como variable, la expresión anterior representará una recta de la forma

$$y = -mx + n$$

En esta recta tendríamos:



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

$$y = d_i$$

$$x = \lg\ r_i$$

$$m = cte = 0{,}366\frac{Q}{T}\lg\ \mathrm{R}$$

En definitiva, el método operativo es el siguiente:

Se tiene un pozo que bombea a caudal constante Q, su radio es $r_p$ y la depresión que se produce en el mismo es $d_p$. Se tienen, así mismo, pozos de observación a las distancias $r_1, r_2, r_3, \ldots\ldots r_n$, en los que se producen depresiones a causas del bombeo $d_1, d_2, d_3, \ldots\ldots d_n$.

Se lleva a un gráfico semilogarítmico los pares de valores $(r,d)$, incluyendo el par $(r_p d_p)$, y se ajusta una recta a los puntos obtenidos.

En este caso se ha considerado $r_p=1$ *m.* Teniendo en cuenta todo lo dicho anteriormente, se sabe que la pendiente de la recta *m* tiene un valor de:

$$m = 0{,}366\frac{Q}{T}$$

Como *m* puede medirse en el gráfico y el caudal de bombeo es conocido, se obtiene *T* según:

$$T = 0{,}366\frac{Q}{m}$$

Para obtener la *T* en $m^2$/día deberá darse el caudal en $m^3$/día

El método práctico y sencillo de deducir la pendiente *m* consiste en medir la diferencia de ordenadas $\Delta d$ existente para cada ciclo logarítmico en abcisas. Dicho $\Delta d$ medido será el valor de la pendiente.

$$M = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta d}{\Delta \lg r_i}$$

Si se toma un ciclo logarítmico:



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

$$\Delta \lg\ r_i = \lg 10^n - \lg 10^{n-1} = \lg \frac{10^n}{10^{n-1}} = \lg 10 = 1$$

y por tanto $m = \Delta d$.

la transmisividad se obtendrá de:

$$T = 0{,}366 \frac{Q}{\Delta d}$$

Por otra parte, se analizará el punto de corte de la recta con el eje de abcisas, haciendo $d = 0$.

Como:

$$d_i = -0{,}366 \frac{Q}{T} \lg r_i + 0{,}366 \frac{Q}{T} \lg R$$

$$0 = -0{,}366 \frac{Q}{T} \lg r_i + 0{,}366 \frac{Q}{T} \lg R$$

$$0{,}366 \frac{Q}{T} \lg r_i = 0{,}366 \frac{Q}{T} \lg R$$

luego

$$\lg r_i = \lg R$$

Y en este caso $r_i = R$

Es decir, el punto donde la recta corta al eje de abcisas da el valor del radio de influencia.

Por último, queda por indicar que el valor de $(r_p, d_p)$ se sale de la recta ajustada. Ello es debido a que en el pozo existen pérdidas de carga.

Se no existieran tales pérdidas, el punto $(r_p, d_p)$ estaría en dicha recta, pues $d_p$ coincidiría con la teórica.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

La diferencia entre la $d_p$ teórica (prolongación de la recta hasta su intersección con la vertical del valor $r_p$) y la $d_p$ real mediría el valor de las pérdidas de carga.

Queda solamente por comentar que si el valor del radio del pozo $r_p$ fuera inferior a 1, como suele ocurrir, habría que extrapolar los valores a otro ciclo logarítmico ($10^{-1}$-$10_0$).

**Acuíferos libres. Corrección de Dupuit.**

El problema que presentan los acuíferos libres es que dejan de cumplir una de las condiciones impuestas a la ecuación general para llegar a la fórmula de Thiem.

Esta condición es que el flujo deber ser radial. Cuando el acuífero está cautivo todas las líneas de flujo se dirigen al pozo de un modo radial. Sin embargo en el acuífero libre las líneas de flujo se distorsionan, dando componentes verticales.

En este segundo caso procederemos igual que el caso del acuífero cautivo, pudiendo utilizar tanto las fórmulas como los métodos gráficos, con solo hacer una *corrección* de los descensos o depresiones observados y trabajar con los nuevos valores (teóricos) de los descensos corregidos.

Esta corrección es la denominada *Corrección de Dupuit* y consiste en lo siguiente:

Si un descenso observado es *d,*

el descenso corregido deberá ser: $$d - \frac{d^2}{2H_0}$$

donde $H_0$ es el espesor saturado inicial del acuífero.

Esta corrección debe hacerse a todos los descensos observados, tanto en pozo de bombeo como en piezómetros de observación.

Cuanto más alejado está el punto de observación del pozo de bombeo más se parecen el descenso observado y el corregido, dado que cuanto menor es el valor del descenso observado, menor es el valor de la corrección $d^2 / 2H_0$.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

Asimismo puede razonarse que si $H_0$ es muy grande frente a $d$, el valor de la corrección $d^2/2H_0$ es muy pequeño y, a efectos prácticos, puede no merecer la pena efectuar la corrección.

Como norma se admitirá que no es necesario hacer la corrección, cuando el descenso observado sea menor de un 10 por 100 o un 15 por 100 del espesor saturado inicial $H_0$.

### 3.2.- MÉTODOS EN RÉGIMEN VARIABLE .

En este tipo de métodos no se interpreta el descenso total, sino la evolución de los niveles a lo largo de la prueba.

Se miden, en primer lugar, los niveles iniciales en el pozo de bombeo y en los piezómetros. Se inicia el bombeo y se mide la evolución de los niveles con el tiempo, con una cadencia que se reparta lo más uniformemente posible en escala logarítmica. Por ejemplo, los minutos transcurridos desde el inicio del bombeo para efectuar las medidas pueden ser: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60,.. y 180, para las tres primeras horas. Posteriormente, se debe seguir midiendo con intervalos de tiempo de una hora.

Al detener el bombeo debe medirse en el pozo el ascenso de niveles con una cadencia análoga, lo que permitirá interpretar el ensayo de recuperación.

***Método de Theis***

Este método de interpretación se aplica en acuíferos que se clasifican como confinados

Al no ser régimen permanente, el término S/T δh/δt de la ecuación fundamental, no se anula.

Se asume que:

- No existen recargas anteriores.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

- El acuífero es homogéneo e isótropo respecto a su K.

- El acuífero es infinito.

- El pozo de bombeo es de diámetro cero.

- El pozo atraviesa completamente la formación permeable.

- El agua extraída produce un inmediato descenso del nivel y no vuelve a introducirse en el acuífero.

- El flujo de agua hacia el pozo es radial y no tiene componentes verticales.

- El caudal de bombeo Q es constante.

Con estas limitaciones, introducidas en la ecuación general y resuelta esta, se llega a la fórmula de Theis:

$$d = \frac{Q}{4\pi T}\int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u}du$$

donde,

d descenso de un punto situado a la distancia r del pozo de bombeo

Q caudal de bombeo constante

T transmisividad

u es una función auxiliar cuyo valor es:

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

donde,

S coeficiente de almacenamiento

t tiempo transcurrido desde el comienzo del bombeo



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

A la integral de la fórmula se la denomina función de pozo W(u). Así se tiene:

$$W(u) = \int_{u}^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$$

Esta integral no tiene solución analítica, por lo cual se ha resuelto por métodos aproximados y se encuentra tabulada. En una gráfica se representa la curva de W(u) en función de 1/u. De ambos, tablas y gráfico, pueden observarse los valores de la función de pozo.

Por tanto, se tiene (fórmulas 1 y 2):

$$d = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$$

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

De las ecuaciones anteriores es posible obtener los valores de T y S, sin más que despejarlos:

$$T = \frac{QW(u)}{4\pi d}$$

$$S = \frac{4Ttu}{r^2}$$

$$S = \frac{4Tt}{r^2 1/u}$$

Lo que verdaderamente interesa no es introducir en estas fórmulas valores aislados, sino valores que sean representativos de una media de toda la evolución de niveles. A tal efecto, existe una serie de métodos de superposición y coincidencia.

Los datos de campo, es decir, los descensos y el tiempo en que se produjeron, se representan en gráficos del tipo:

$$d - t$$



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

$$d - r^2/t$$

$$d - r^2$$

El más sencillo y habitual es introducir en un gráfico doblelogarítmico los pares de valores d-t para toda la serie del ensayo. Se obtiene así la llamada curva de campo.

Esta curva de campo es la misma curva que la W(u)-1/u, de Theis.

***Método de Jacob***

Es una particularización del método de Theis, aplicable cuando las circunstancias del ensayo reúnen determinadas condiciones.

La función de pozo puede desarrollarse en serie, según:

$$W(u) = 0{,}577216 - 1n(u) + u - \frac{u^2}{2 \cdot 2} + \frac{u^3}{3 \cdot 3} + \frac{u^4}{4 \cdot 4} + .....$$

Jacob consideró que cuando la variable auxiliar u era menor que 0,03, se podían despreciar todos los términos del desarrollo frente a los dos primeros, quedando:

$$W(u) = -0{,}577216 - 1n(u)$$

En rigor, a efectos prácticos, suele usarse la simplificación de Jacob cuando u es menor de 0,1. Esta aproximación es suficiente para la casi totalidad de los casos.

La fórmula de Theis queda reducida entonces a:

$$d = \frac{Q}{4\pi T}\left[-0{,}577216 - 1n(u)\right]$$

y operando:

$$d = \frac{Q}{4\pi T}\left[1n0{,}562 - 1n(u)\right]$$

$$d = \frac{Q}{4\pi T} 1n \frac{0{,}562}{u}$$



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

Sustituyendo u por su valor:

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

$$d = \frac{Q}{4\pi T} ln \frac{0{,}562 \cdot 4Tt}{r^2 S}$$

$$d = \frac{Q}{4\pi T} ln \frac{2{,}25 \cdot Tt}{r^2 S}$$

Si se efectúa la división 1/4π y se multiplica por 2,3, para pasar del logaritmo neperiano al logaritmo decimal:

$$d = 0{,}183 \frac{Q}{t} lg \frac{2{,}25 \cdot Tt}{r^2 S}$$

que es la expresión de Jacob.

Por este método no se requiere ni el uso de tablas ni el de las curvas patrón. El método de trabajo para interpretar conjuntamente todos los valores tomados en el ensayo consiste en lo siguiente:

En la expresión de Jacob se hace:

$$\frac{r^2 S}{2{,}25 \cdot T} = t_0$$

Se obtiene:

$$d = 0{,}183 \frac{Q}{T} lg \frac{t}{t_0}$$

$$d = 0{,}183 \frac{Q}{T} (lgt - lgt_0)$$

$$d = 0{,}183 \frac{Q}{T} lgt - 0{,}183 \frac{Q}{T} lgt_0$$



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

expresión en la que si se toma d como función y lgt como variable, es una recta de la forma y = mx + n, en la que:

$$y = d$$

$$x = lg\,(t)$$

$$m = 0{,}183 \frac{Q}{T}$$

Y que, además, cortaría al eje de abscisas en un punto dado por:

$$0 = 0{,}183 \frac{Q}{T} lgt - 0{,}183 \frac{Q}{T} lgt_0$$

$$0{,}183 \frac{Q}{T} lgt = 0{,}183 \frac{Q}{T} lgt_0$$

$$lgt = lgt_0$$

$$t = t_0$$

Para introducir valores de t en lugar de lg (t) se hace uso de un gráfico semilogarítmico.

Consecuentemente, para operar con este método se tiene que dibujar la curva de campo, con los pares de valores d-t que se han obtenido a lo largo de la prueba, en un gráfico semilogarítmico, situando en ordenadas la depresión desde el principio en metros y en abscisas (escala logarítmica) los tiempos desde que se inició la prueba, en minutos.

Después, debe ajustarse una recta a los puntos obtenidos.

Para hallar la transmisividad T a partir de esta recta, no hay más que calcular su pendiente, que, como ya se ha visto en un gráfico semilogarítmico, coincide con la caída por ciclo Δd y así:

$$m = \Delta d = 0{,}183 \frac{Q}{T}$$



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

Haciendo uso de la fórmula de Jacob es posible el cálculo del radio de influencia R.

$$d = \frac{Q}{4\pi T} ln \frac{2,25 \cdot Tt}{r^2 S}$$

$$d = \frac{Q}{2\pi T} \cdot \frac{1}{2} ln \frac{2,25 \cdot Tt}{r^2 S}$$

$$d = \frac{Q}{2\pi T} ln \sqrt{\frac{2,25 \cdot Tt}{r^2 S}}$$

$$d = \frac{Q}{2\pi T} ln \frac{\sqrt{\frac{2,25Tt}{S}}}{r}$$

Pero la fórmula de Thiem de régimen permanente es:

$$d = \frac{Q}{2\pi T} ln \frac{R}{r}$$

y estas dos fórmulas son análogas, verificándose:

$$R = \sqrt{\frac{2,25Tt}{S}}$$

### 3.3.- MÉTODOS DE RECUPERACIÓN EN RÉGIMEN VARIABLE

Estos métodos consisten en la interpretación de las evoluciones del ascenso de los niveles piezométricos, cuando se detiene la extracción de agua.

El efecto teórico de parar un ensayo de bombeo a caudal constante en un pozo desarrollado durante un tiempo es el mismo que inyectar un caudal constante a partir del momento de efectuar la parada.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

Así pues, los ascensos de los niveles medidos en los pozos, vienen determinados por expresiones matemáticas análogas a las empleadas en cualquier ensayo de bombeo ya comentado anteriormente. Además, puede emplearse la relación de Jacob que simplifica aún más las interpretaciones.

La representación gráfica de la evolución teórica de los ascensos o también denominados descensos residuales, se ajusta a una recta donde las ordenadas muestran dichos descensos residuales y en abcisas (escala logarítmica) los tiempos (t+t´/t´). El tiempo t indica la duración del bombeo real y t´ es el tiempo trasncurrido desde la parada de bombeo.

La transmisividad (T) se obtiene gráficamente, mediante la pendiente de la recta o a través de la expresión:

$$T = \Delta d = 0,183 \frac{Q}{m}$$

Como gráficamente se conoce Δd que muestra la variación de nivel de agua por ciclo logarítmico, entonces

$$T = 0,183 \frac{Q}{\Delta d}$$

El caudal de bombeo Q ha de expresarse en $m^3$/día para obtener la T en $m^2$/día.

## 4.- TRABAJOS REALIZADOS

En este apartado se describen las actividades llevadas a cabo durante la ejecución del reconocimiento del terreno y ensayos de campo y laboratorio, en la presente campaña hidrogeológica efectuada para el proyecto de la nueva estación de Moreda.

Con anterioridad a la realización de los trabajos, se solicitaron los correspondientes permisos al ADIF y al Ayuntamiento de Gijón.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

## 4.1. PROSPECCIÓN DE CAMPO

Con la información recopilada de los estudios geológico-geotécnicos precedentes, llevados a cabo en la misma zona del área metropolitana de Gijón donde se desarrolla este estudio, se seleccionaron varios emplazamientos específicos a lo largo de la traza prevista en el Proyecto. Unos emplazamientos se localizaron sobre la traza y otros en el entorno.

Con esta idea se definieron dos áreas principales, en cada una de las cuales se ha realizado un grupo de bombeo, formado por un pozo y varios piezómetros auxiliares, para realizar sus posteriores ensayos de bombeo y determinar las características hidrogeológicas de la zona. La primera de estas áreas principales correspondería a la zona situada entre las actuales vías férreas de FEVE y la autovía A-8 y la segunda zona se encuentra en las proximidades de la actual Estación de Ferrocarril de "La Moreda".

El resto de los emplazamientos estarían constituidos por un único piezómetro, salvo el emplazamiento del piezómetro PZ-1 donde se ejecutaron dos piezómetros (PZ-1 y PZ-1 Bis). En estos se han realizado igualmente pruebas o ensayos de bombeo.

La campaña comenzó con la perforación de cinco sondeos a rotación con recuperación de testigo continuo (PZ-2, PZ-3, PZ-4, PZ-5 y PZ-6) que han permitido completar el perfil geológico de la zona afectada. La reperforación de estos sondeos con mayor diámetro, permitió su equipamiento como piezómetros con diámetros adecuados para efectuar bombeos desde su interior.

Los piezómetros PZ-1 y PZ-1 Bis se perforaron directamente a destroza.

Además de los piezómetros mencionados se seleccionaron dos zonas, en cada una de los cuales se perforó un pozo de mayor diámetro con su equipamiento correspondiente para bombeo con mayor caudal y con tres piezómetros de control en una de ellas y cuatro en la otra.

Por lo tanto, el conjunto de la campaña ha supuesto la perforación y equipamiento de dos pozos y catorce piezómetros.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

En todas las perforaciones con equipamiento piezométrico se efectuó el correspondiente desarrollo.

Además, se realizaron ocho ensayos de bombeo, seis en los piezómetros PZ-1, PZ-2, PZ-3, PZ-4, PZ-6 y PZ-24 y dos en los pozos PB-1 y PB-2.

Finalmente se efectuó un levantamiento topográfico de los pozos y los piezómetros de esta campaña.

Todos los trabajos realizados en campo han sido supervisados por un técnico cualificado.

En la **Figura Nº 4.1.a** se presenta la ubicación de los emplazamientos seleccionados.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

**Figura Nº 4.1.a: Ubicación de los emplazamientos seleccionados.**



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

### 4.1.1.- Sondeos mecánicos con recuperación de testigo

Para complementar la información geológica obtenida en campañas anteriores se perforaron cinco sondeos con recuperación de testigo en puntos donde ya estaba previsto la instalación de pozos/piezómetros.

La relación de los sondeos perforados durante el mes de noviembre de 2007 se presenta en el **Cuadro Nº 4.1.1.I**.

| Sondeo | Prof. (m) | Fecha | | Sonda de perforación |
|---|---|---|---|---|
| | | Inicio | Final | |
| PZ-2 | 24,4 | 13/11/07 | 15/11/07 | WIRTH ECO-0 |
| PZ-3 | 25,2 | 16/11/07 | 20/11/07 | Boart Longyear Deltabase 520 |
| PZ-4 | 25 | 21/11/07 | 22/11/07 | |
| PZ-5 | 25,2 | 26/11/07 | 28/11/07 | |
| PZ-6 | 35 | 9/11/07 | 13/11/07 | WIRTH ECO-0 |

**Cuadro Nº 4.1.1.I: Relación de los sondeos perforados con recuperación de testigo.**

En los **Anejos I.I** y **I.II** se ha incluido la testificación geológica de los sondeos y sus reportajes fotográficos.

### 4.1.2.- Instalación de Piezómetros

Una vez finalizada la perforación de los cinco sondeos con extracción de testigo se ha llevado a cabo la fase de perforación e instalación de los piezómetros.

De los catorce piezómetros instalados, trece de ellos han sido perforados mediante rotopercusión con sistema ODEX, con un diámetro de 270 mm. El último se llevó a cabo mediante rotación a destroza con un diámetro de perforación de 128 mm.

En el **Cuadro 4.1.2.I** se muestra la relación de las perforaciones con equipamiento piezométrico.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

| Piezómetro | Prof. (m) | Fecha | | Tipo de perforación | Sonda de perforación |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Inicio | Final | | |
| **PZ-1** | 26 | 8/11/07 | 8/11/07 | Rotopercusión Odex | AQUADRILL 1600 |
| **PZ-1_BIS** | 9 | 7/11/07 | 7/11/07 | Rotopercusión | |
| **PZ-2** | 23 | 12/12/07 | 13/12/07 | | |
| **PZ-3** | 25 | 10/12/07 | 12/12/07 | | |
| **PZ-4** | 25 | 15/03/07 | 19/0307 | | |
| **PZ-5** | 25,20 | 28/11/07 | 28/11/07 | Rotación a destroza | Deltabase 520 |
| **PZ-6** | 40 | 3/12/07 | 04/12/07 | Rotopercusión | AQUADRILL 1600 |
| **PB-1** | 31 | 19/10/07 | 23/10/07 | Rotopercusión Odex | |
| **PZ-11** | 24 | 24/10/07 | 25/10/07 | | |
| **PZ-12** | 31 | 18/10/07 | 19/10/07 | | |
| **PZ-13** | 36 | 09/10/07 | 16/10/07 | | |
| **PB-2** | 9 | 29/10/07 | 30/10/07 | | |
| **PZ-21** | 9 | 26/10/07 | 26/10/07 | | |
| **PZ-22** | 27 | 1/11/07 | 2/11/07 | | |
| **PZ-23** | 31 | 30/10/07 | 1/11/07 | | |
| **PZ-24** | 37 | 5/11/07 | 7/11/07 | | |

**Cuadro Nº 4.1.2.I: Relación de sondeos mecánicos perforados a rotopercusión.**

En las **Fotografías Nº 4.1.2 a** y **Nº 4.1.2.b**, se muestran dos de las sondas empleadas en esta campaña.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

**Fotografía 4.1.2.a: Sonda de perforación AQUADRILL 1600**

**Fotografía 4.1.2.b: Sonda de perforación Boart Longyear DELTABASE 520**



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

A partir de la información geológica e hidrogeológica recopilada tanto en esta campaña como en las precedentes, se seleccionó el diseño para la construcción de cada pozo y piezómetro. En este diseño se ha definido el tipo de perforación a utilizar; tipo de entubación; la distribución de tubería filtrante y tramos ciegos; material de filtro, tapón de bentonita; etc.

**POZO PB-1**

Siguiendo las especificaciones de INECO, la distribución en planta elegida para el pozo PB-1 y los piezómetros auxiliares PZ-11, PZ-12 y PZ-13, es la que se muestra en la **Figura Nº 4.1.2.a**

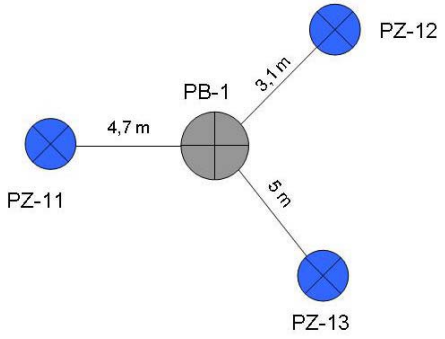



**Figura Nº 4.1.2.a: Distribución del pozo PB-1 y los piezómetros auxiliares**

En la **Figura Nº 4.1.2.b** se ha representado gráficamente el perfil litológico del emplazamiento y el esquema constructivo final del pozo PB-1 y los piezómetros PZ-11, PZ-12 y PZ-13.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

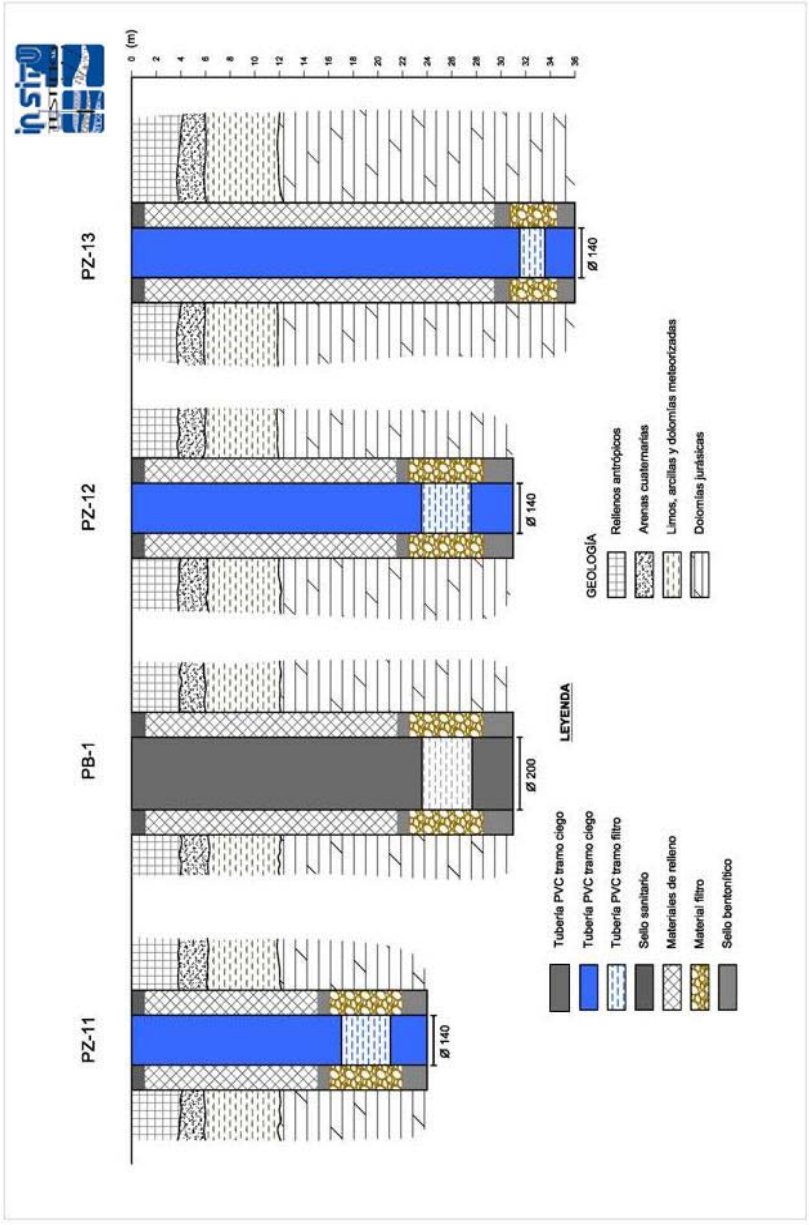



**Figura Nº 4.1.2.b: Representación gráfica del estado constructivo final (PZ-11, PB-1, PZ-12 y PZ-13)**



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

## POZO PB-2

Con el fin de caracterizar hidrogeológicamente el acuífero más superficial, constituido principalmente por arenas de playa de poco espesor y determinar si existe una conexión hidráulica con los materiales jurásicos infrayacentes, se realizó el pozo PB-2 y cuatro piezómetros auxiliares próximos a él, con diferentes profundidades. La geometría en planta del conjunto se muestra en la **Figura Nº 4.1.2.c**.

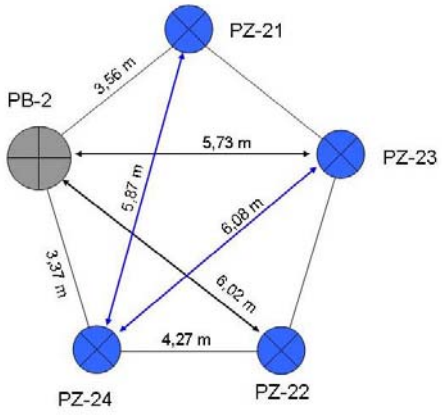



**Figura Nº 4.1.2.c: Distribución del pozo PB-2 y los piezómetros auxiliares**

En la **Figura Nº 4.1.2.d** se representa gráficamente el perfil litológico del emplazamiento y el esquema constructivo final del pozo PB-2- y los piezómetros PZ-21, PZ-22, PZ-23 y PZ-24.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE
IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

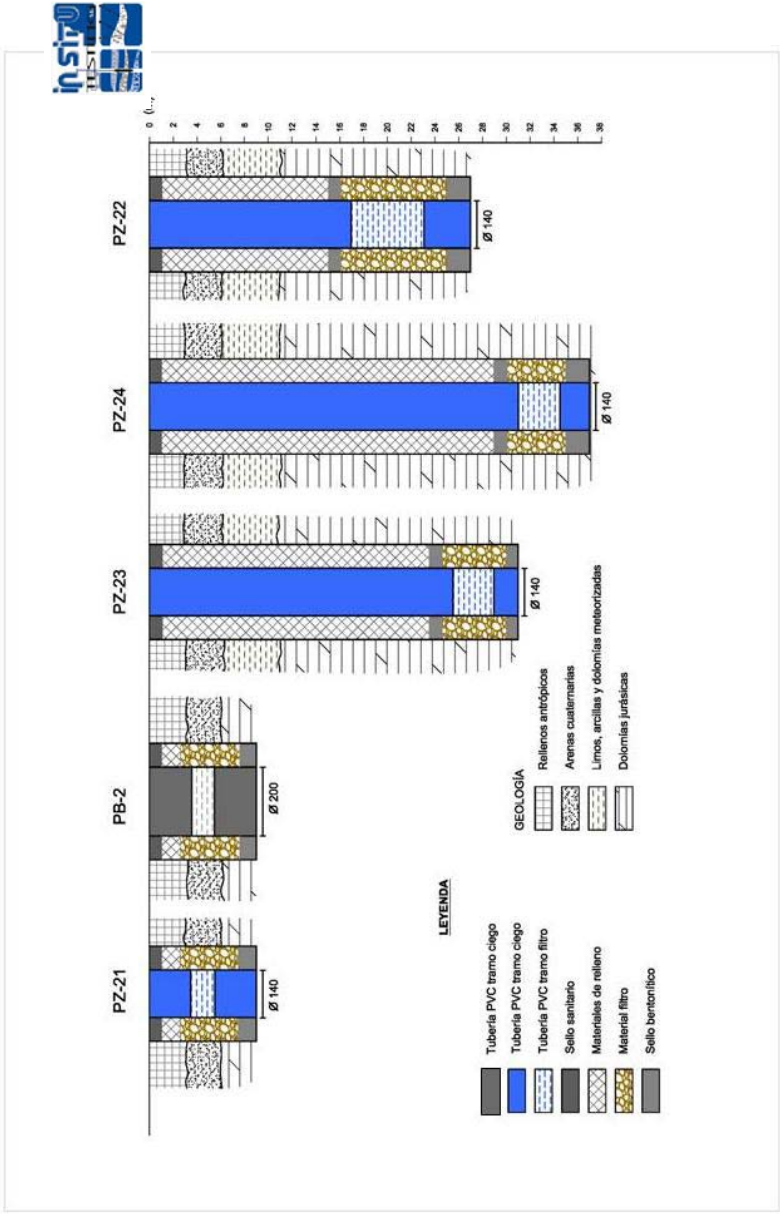



**Figura Nº 4.1.2.d: Representación gráfica del estado constructivo final (PZ-21, PB-2, PZ-23, PZ-24 y PZ-22)**



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE
IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

**PIEZÓMETRO PZ-1**

En la **Figura Nº 4.1.2.d**. se muestra la distribución elegida para los piezómetros PZ-1 y PZ-1_Bis.

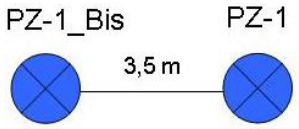



**Figura Nº 4.1.2.d: Distribución de los piezómetros PZ-1 y PZ-1_Bis.**

En el **Cuadro Nº 4.1.2.IV** se presenta una síntesis con las características constructivas de cada piezómetro realizado.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

| Piezómetro | Prof. (m) | PVC Tipo Preussag ($Ø_{ext}$) (mm) | Tramos de filtro (m) | Tramos ciegos (m) | Material de filtro (Grava silicia 2-5 mm) (m) | Sello bentonítico (m) | Sello sanitario (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PZ-1** | 26 | 140 | -12 a -14,5/-18,5 a -23 | 0 a -12 / -14,5 a -18,5/ -23 a 26 | -11 a -15,5/-17,5 a -25 | -10 a -11 / -15,5 a -17,5/ -25 a -26 | 0 a -1 |
| **PZ-1_BIS** | 9 | | -2 a -5 | 0 a -2 / -5 a -9 | -1 a -7 | -0,5 a -1 / -7 a -9 | 0 a -0,5 |
| **PZ-2** | 23 | | -7,50 a -21,5 | 0 a 7,50 / -21,5 a -23 | -6,5 a 22 | -4,5 a -5,5/-22 a -23 | 0 a -1 |
| **PZ-3** | 25 | | -20,40 a -21,20 | 0 a -20,40 / -21,2 a -25 | -19,5 a -23,5 | -18,5 a -19,5 / -23,5 a -25 | |
| **PZ-4** | 25 | | -3 a -23,5 | 0 a -3 | -2 a -24 | -1 a -2 / -24 a -25 | |
| **PZ-5** | 25,20 | 90 | -8 a -23,5 | 0 a -8 | -7 a -24 | -6 a -7/-24 a -25 | |
| **PZ-6** | 40 | 140 | -13 a -38,5 | 0 a -13 | -12 a -39 | -11 a -12 / -39 a -40 | |
| **PB-1** | 31 | 200 | -23,5 a -27,5 | 0 a -23,5 / -27,5 a -31 | -22,5 a -28,5 | -21,5 a -22,5 / -28,5 a -31 | |
| **PZ-11** | 24 | 140 | -17 a -21 | 0 a -17 / -21 a -24 | -16 a -22 | -15 a -16 / -22 a -24 | |
| **PZ-12** | 31 | | -23,5 a -27,5 | 0 a -23,5/-27,5 a -31 | -22,5 a -28,5 | -21,5 a -22,5 / -28,5 a -31 | |
| **PZ-13** | 36 | | -31,5 a -33,5 | 0 a -31,5 / -33,5 a -36 | -30,5 a -34,5 | -29,5 a -30,5 / -34,5 a -36 | |
| **PB-2** | 9 | 200 | -3,5 a -5,5 | 0 a -3,5 /-5,5 a -9 | -2,5 a -7,5 | -1 a -2,5 / -7,5 a -9 | |
| **PZ-21** | 9 | 140 | -3,5 a -5,5 | 0 a -3,5 /-5,5 a -9 | -2,5 a -7,5 | -1 a -2,5 / -7,5 a -9 | |
| **PZ-22** | 27 | | -17 a -23 | 0 a -17 /-23 a -27 | -16 a -25 | -15 a -16 / -25 a -27 | |
| **PZ-23** | 31 | | -25,5 a 29 | 0 a -25,5 /-29 a -31 | -24,5 a -30 | -23,5 a -24,5 / -30 a -31 | |
| **PZ-24** | 37 | | -31 a -34,5 | 0 a -31/ 34,5 37 | -30 a -35,5 | -29 a -30 / -35,5 a -37 | |

**Cuadro Nº 4.1.2.IV: Características de los piezómetros realizados**



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

### 4.1.3. Desarrollo de pozos y análisis para la selección del caudal de bombeo

Al poner en funcionamiento un pozo para la extracción de agua subterránea, se induce una modificación de las condiciones del acuífero capaz de provocar la movilización de los finos próximos al pozo. Estas segregaciones dificultarían al agua subterránea circular correctamente hacia el sondeo, pudiendo llegar a colmatarlo.

El proceso habitual en los sondeos para eliminar el detritus generado durante la perforación y las fracciones más finas de las formaciones acuíferas, se denomina desarrollo del pozo.

Entre los muchos métodos existentes para realizar el desarrollo de un pozo (chorro de agua, pistón, etc.), se ha elegido en todos los casos el método del auto desarrollo.

Este método consiste en aplicar escalonadamente caudales de extracción progresivamente mayores, con sus respectivos periodos de recuperación, provocando en definitiva flujos bidireccionales a través del pozo.

Los caudales de extracción elegidos en cada uno de los pozos o piezómetros, han variado en base al comportamiento de los descensos del nivel piezométrico en cada uno de los casos. La duración de cada uno de los escalones realizados fue de aproximadamente una hora de duración, salvo en algún caso, donde el nivel dinámico descendía excesivamente y se corría el riesgo de deprimir el nivel piezométrico hasta la profundidad donde se encontraba la admisión de la bomba.

En la **Figura Nº 4.1.3.a** se han representado gráficamente los descensos del nivel piezométrico en el piezómetro PZ-6, tras efectuar cuatro bombeos a caudales crecientes y constantes. Se aprecia como el nivel piezométrico recupera casi totalmente su nivel inicial al término de cada escalón de bombeo.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

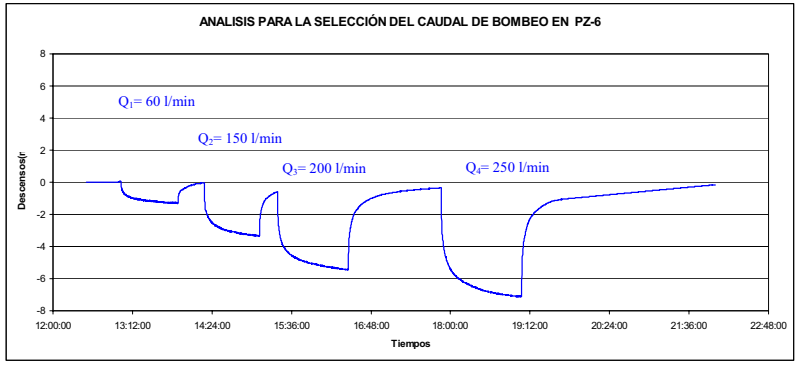



**Figura Nº 4.1.3.a: Descensos del nivel piezométrico en el piezómetro PZ-6, tras efectuar cuatro bombeos con caudales crecientes**

En esta fase de análisis para la selección del caudal en los pozos y en los piezómetros, se ha empleado en la mayoría de los casos una bomba Grundfos sumergible, modelo SP14 A-7, con 4" de diámetro y apta para extraer caudales de hasta 300 l/min.

En la **Fotografía Nº 4.1.3.a** se muestra la bomba empleada en la mayoría de los bombeos efectuados en piezómetros.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

**Fotografía Nº 4.1.3.a: Bomba Grundfos SP14 A-7**

Para controlar con exactitud y continuidad los descensos de los niveles piezométricos que se producen por efecto de los desarrollos y bombeos, se instalaron piezómetros de cuerda vibrante con registro automático tanto en los pozos desde los que se bombeaba como en los piezómetros de observación en su entorno.

Los piezómetros instalados pueden ser programados para registrar las variaciones de los niveles piezométricos durante un amplio periodo de tiempo, con frecuencias de medida de hasta unas treinta por minuto.

Además se emplearon varios hidroniveles eléctricos para controlar manualmente los descensos de los niveles en los pozos y piezómetros, datos que se contrastaban con los automatizados.

Para conocer qué caudal se extraía en cada escalón y el volumen total extraído se emplearon caudalímetros adecuados a cada bomba.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

En la **Fotografía Nº 4.1.3.b** se aprecia el dispositivo empleado (piezómetros de cuerda vibrante, hidroniveles eléctricos, caudalímetros, mangueras de evacuación, etc) durante las fases de desarrollo y bombeo.

**Fotografía Nº 4.1.3.b: Dispositivo empleado en las fases de desarrollo y bombeo.**

Así pues, entre los meses de noviembre de 2007 y enero de 2008 se realizaron un total de doce desarrollos en : PZ-1, PZ-2, PZ-3, PZ-4, PZ-6,PB-1,PZ-11, PZ-12, PZ-13, PZ-22, PZ-23 y PZ-24, Durante el transcurso de la campaña se decidió que el piezómetro PZ-5, fuese un piezómetro de control y se descartó realizar ningún tipo de ensayo.

En el **Anejo III.1** se han incluido los gráficos del análisis para la selección del caudal de bombeo, donde se recogen los datos registrados sobre descensos y recuperaciones de los niveles piezométricos para cada caudal de extracción aplicado, así como la duración de los mismos.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

## 4.1.4. Ensayos de Bombeo

Puesto que los desarrollos se han efectuado con bombeos escalonados variando los caudales de extracción, ha sido posible emplearlos para seleccionar los caudales más adecuados para la realización de los ensayos de bombeo de larga duración. Este caudal no debía producir descensos de los niveles que implicaran el vaciado de los acuíferos, ni alcanzar la cota a la que se encontraba la rejilla de aspiración de la bomba, y sí ser suficiente para inducir un descenso notable en el pozo de bombeo y apreciarse con claridad en los piezómetros próximos.

Se realizaron un total de siete ensayos de bombeo en: PB-1, PB-2, PZ-24, PZ-1, PZ-2, PZ-3, PZ-4 y PZ-6.

En el **Cuadro Nº 4.1.4.I** se presentan los datos más relevantes de los bombeos efectuados en ambas fases.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

| Pozo Piezómetro | Desarrollo Tipo y características | BOMBEO | | | RECUPERACIÓN | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Caudal (l/min) | Descenso (m) | t (h) | t (h) | Descenso Resp. inicio (m) |
| **PB-1** | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 90-240-310 l/min<br>Descensos: 0,15-0,70-0,85 m.<br>Bombeos sin recuperación:<br>Caudales: 40-140-240-310 l/min.<br>Descenso máximo: 0,85 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 3 hora | 960 | 6,4 | 3 | 2 | 0,1 |
| **PZ-1** | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 120-210-250-275 l/min<br>Descensos: 0,95-2,70-3,70-3,60 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 6 horas | 235 | 2,3 | 4 | 1 | 0 |
| **PZ-2** | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 85-200-280 l/min<br>Descensos: 1,20-2,50-3,30 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 3 horas | 280 | 3 | 3 | 0,5 | 0 |
| **PZ-3** | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 100-140-240-280 l/min<br>Descensos: 0,10-0,30-0,40-0,50 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 5 horas | 300 | 0,5 | 3 | 1,3 | 0 |
| **PZ-4** | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 50-120-75 l/min<br>Descensos: 1,60-13,0-8,0 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 5 horas | 75 | 7,6 | 3,5 | 1 | 0 |
| **PZ-6** | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 60-150-200-250 l/min<br>Descensos: 1,20-3,20-5,30-7,0 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 9 horas | 215 | 7,4 | 4,5 | 5 | 0 |

**Cuadro Nº 4.1.4.I: Datos más relevantes de los bombeos efectuados. (1/2)**



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

| Pozo Piezómetro | Desarrollo Tipo y características | BOMBEO | | | RECUPERACIÓN | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Caudal (l/min) | Descenso (m) | t (h) | t (h) | Descenso Resp. inicio (m) |
| PZ-11 | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 120-240-290 l/min<br>Descensos: 0,04-0,06-0,10 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 3 horas | | | | | |
| PZ-12 | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 100-240-300 l/min<br>Descensos: 0,10-0,20-0,30 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 3 horas | | | | | |
| PZ-13 | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 95-200-290 l/min<br>Descensos: 0,30-1,20-2,75 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 2,5 horas | | | | | |
| PB-2 | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 60 l/min<br>Descensos: 3,30 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 3 horas | 10,8 | 1,8 | 0,2 | 1 | 1,3 |
| PZ-22 | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 60-140-180 l/min<br>Descensos: 3,20-10-11 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 3 horas | | | | | |
| PZ-23 | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 60-150-180-105 l/min<br>Descensos: 3,60-10,60-11,80-9,0 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 3,5 horas | | | | | |
| PZ-24 | Bombeo con recuperación:<br>Caudales: 65-200-120 l/min<br>Descensos: 5,0-14,2-10,10 m.<br>DURACIÓN TOTAL: 6 horas | 150 | -18 | 3 | 2,5 | 1 |

**Cuadro Nº 4.1.4.I: Datos más relevantes de los bombeos efectuados. (2/2)**



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

En el **Anejo III.3** se recogen los gráficos de los ensayos de bombeo efectuados.

Analizando los descensos de los niveles piezométricos producidos en la fase de desarrollo del pozo PB-1 y de los reducidos en los piezómetros PZ-11, PZ-12 y PZ-13, todos ellos inferiores a 1 m, se decidió emplear en el ensayo de bombeo del pozo PB-1, un caudal superior, seleccionando 960 l/min, que produjera mayores descensos de los niveles piezométricos sin alcanzar el vaciado del acuífero.

El día 29 de noviembre de 2007 se realizó el análisis para la selección de caudal del ensayo de bombeo en el pozo PB-2. Una vez comenzada la extracción de agua del pozo, se produjo un descenso brusco y casi instantáneo del nivel piezométrico, extrayendo únicamente un total de 60 litros. Por este motivo, se decidió detener la extracción de agua, ya que el nivel dinámico alcanzó la cota de aspiración de la bomba. Hay que indicar que tanto el pozo PB-2 como sus piezómetros auxiliares, se encuentran a una distancia de unos 350 m de la línea de costa. En el momento de realizar la extracción de agua del pozo, el mar se encontraba en un periodo de bajamar, concretamente se produjo a las 12.55 p.m. Para contrastar si los niveles piezométricos estaban influenciados por las variaciones cíclicas de las mareas, se decidió que el ensayo de bombeo de dicho pozo coincidiese, lo más posible, con un periodo de pleamar.

Para estimar la posible influencia que generan las mareas en los niveles piezométricos, se instaló en un sondeo próximo al pozo PB-2, un piezómetro de cuerda vibrante que registró de manera continua, durante casi veinticuatro horas, las variaciones de profundidad del nivel piezométrico respecto a la boca del sondeo. En el registro se aprecia que se alcanza una diferencia máxima de 50 cm entre la cota más alta registrada, alrededor de las 20.55p.m. del 4 de diciembre de 2007 y la cota más baja, medida a las 6.25 a.m. del 5 de diciembre de 2007.

En la **Figura Nº 4.1.4.1.a.** se muestra el registro continuo de las variaciones del nivel piezométrico medidas.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

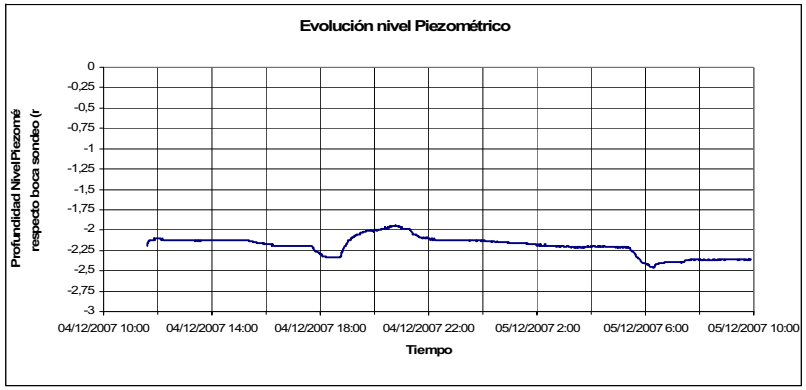



**Figura Nº 4.1.4.1.a: Registro continúo de las variaciones de profundidad nivel piezométrico.**

Igualmente, se decidió emplear otra bomba más pequeña capaz de extraer menos caudal, para evitar descensos excesivos en los niveles freáticos.

Por todo esto y teniendo en cuenta los días y a las horas en las que iba a producir la pleamar, se decidió realizar el bombeo el día 24 de enero sobre las 6 de la tarde.

Durante la realización del ensayo de bombeo en el pozo PB-2 se controlaron los descensos con sondas no automatizadas.

De los diversos pozos o piezómetros bombeados se recogieron muestras de agua durantes las fases de extracción para su posterior análisis. En el **Anejo II.3** se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados sobre cada una de las muestras.

## 4.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Con el fin de disponer de información precisa sobre la ubicación de los reconocimientos básicos para realizar el modelo previsto en este proyecto, se



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

estableció un primer levantamiento topográfico vez finalizada la fase de instalación de los pozos y piezómetros.

Analizando las coordenadas de cada punto extraídas de este trabajo, y comparándolas con otras coordenadas de trabajos próximos en la misma área de estudio, se observó que existían algunos errores de lectura. Por este motivo se decidió realizar un nuevo levantamiento topográfico, el cual se ha llevado cabo en el mes de junio de 2010.

El nuevo levantamiento topográfico, ha consistido en la radiación de los puntos de interés desde las bases de red topográfica municipal del ilustre ayuntamiento de Gijón. Se parte de bases municipales en coordenada U.T.M. ED50, desde la cual se radian las bases necesarias para realizar el levantamiento mediante el método de Bessel, realizándose tres repeticiones para el cálculo de una media de las visuales tanto para ángulos como para distancias A continuación, se realiza una radiación de los puntos de interés, quedando registrados en la memoria interna del instrumento para su posterior volcado y tratamiento.

Una vez obtenido, en oficina, los datos de campo se procede a su delineación mediante el empleo de procesadores; empleándose para los cálculos topográficos y obtención del modelo digital del terreno, el programa MDT 5.0, efectuándose el proceso de delineación mediante el programa de CAD, Autocad Map 2000

Para los trabajos de campo se han utilizado una estación total GEODIMETER TRIMBLE 5605 DR +200, con certificado de calibración 5cc., 3mm+/-3ppm.

En el **Anejo VI.1** se incluye una ficha de cada sondeo (piezómetros y pozos) topografiado, junto con un croquis de acceso y en el **Anejo VI.2** se muestra una tabla resumen con las medidas topográficas realizadas. En el **Anejo VI. 3** se aprecia la lista de las bases de referencia empleadas para desarrollar el levantamiento topográfico y en el **Anejo VI.4** se muestra el plano base donde se encuentran las bases de referencia y los puntos de interés (pozos y piezómetros).



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

## 5.- RESULTADOS OBTENIDOS

En los **Anejo III.1** y **III.2** se han incluido los protocolos obtenidos en los ensayos de bombeo con caudales escalonados, donde se recogen los datos registrados sobre descensos y recuperaciones de los niveles piezométricos para cada caudal de extracción aplicado, así como la duración de los mismos.

En los **Anejos III.3 y III.4** se muestran los gráficos empleados en la interpretación de los ensayos de bombeo.

A través de los ensayos de bombeo realizados en el pozo PB-1 y en los piezómetros PZ-1, PZ-2, PZ-3, PZ-4, PZ-6 Y PZ-24, se ha determinado la transmisividad del acuífero jurásico en el área investigada.

El acuífero cuaternario se ha caracterizado con el ensayo de bombeo realizado en el pozo PB-2.

En la interpretación se han empleado los métodos de Theis, Jacob y de recuperación en régimen variable, considerando el acuífero como confinado. También se han interpretado los ensayos de bombeo en régimen permanente realizados en el pozo PB-1 y en el piezómetro PZ-24, empleando el método de Thiem.

Durante el ensayo de bombeo realizado en el pozo PB-2 con el fin de caracterizar hidrogeológicamente el acuífero cuaternario, no se produjeron descensos significativos en el piezómetro auxiliar PZ-21, por lo que se ha considerado que no están comunicados entre si.

Uno de los principales objetivos del presente estudio ha sido determinar el grado de conexión, si la hubiese, entre los acuíferos que se encuentran en la zona (acuífero jurásico y el acuífero cuaternario.). Con esta idea se decidió construir pozos-piezómetros de diferentes profundidades que definiesen ambos acuíferos y posteriormente realizar ensayos de bombeos en los pozos/piezómetros más profundos. Con este motivo se efectuaron dos ensayos de bombeo. El primero se llevó a cabo en el piezómetro PZ-1, y se controlaron las variaciones del nivel piezométrico en el piezómetro PZ-1_Bis. De forma similar, se efectuó el segundo ensayo de bombeo en el



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

piezómetro PZ-24, y se registraron los posibles descensos del agua en el pozo PB-2 y en el piezómetro PZ-21.

Al analizar las curvas obtenidas en el ensayo de bombeo realizado en el piezómetro PZ-1, se observa que la influencia inducida en el piezómetro PZ-1_Bis, es prácticamente nula.

Respecto al ensayo de bombeo efectuado en el piezómetro PZ-24, las gráficas muestran un descenso de los niveles de 1,3 m en el pozo PB-2 y de 0,25 m en el piezómetro PZ-21.

Hay que recordar que, todos los métodos de interpretación empleados tienen una carga teórica muy importante, y esta carga teórica es muy improbable que se alcance. Además, los acuíferos analizados no presentan características isótropicas ni tienen extensión infinita.

En el **Cuadro Nº 5.I** se presenta una síntesis con los datos empleados para el cálculo de la permeabilidad y transmisividad de los acuíferos, mediante los diferentes métodos de interpretación (Thiem, Theis, Jacob y Recuperación) de cada uno de los piezómetros ensayados, así como el caudal utilizado en cada ensayo de bombeo; la profundidad a la que se encuentra el nivel permeable saturado; y la profundidad de los tramos ciegos y filtrantes.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

| | | | | | Interpretación Ensayo Bombeo Régimen Transitorio | | | | | | | | | | | | Interpretación Ensayo Bombeo Régimen Permanente | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| POZO | Tramo Filtro | Espesor Nivel Permeab Saturado (m) | K media** (m/día) | T media ($m^2$/día) | Caudal | | JACOB | | | | THEIS | | | | RECUPERACION | | THIEM | |
| | | | | | (l/min) | ($m^3$/día) | Ad (m) | T ($m^2$/día) | $t_0$ (min.) | S | d (m) | t (min) | T ($m^2$/día) | S | Ad (m) | T ($m^2$/día) | Ad (m)) | T ($m^2$/día) |
| **PZ-1** | -12 a -14,5/-18,5 a -23 | 4,5[1] | 20,16 | 117,723 | 235 | 338,4 | 0,85 | 72,54 | 0,012 | - | 0,45 | 0,15 | 59,85 | - | 0,28 | 220,79 | - | - |
| **PZ-2** | -7,50 a -21,5 | 15,05[2] | 5,09 | 76,62 | 280 | 403,2 | 0,9 | 80,81 | 0,011 | - | 0,4 | 0,35 | 80,22 | - | 1,07 | 68,85 | - | - |
| **PZ-3** | -20,40 a -21,20 | 0.8[1] | 1637,07 | 1309,66 | 300 | 432 | 0,06 | 1317 | - | - | 0,027 | 0,027 | 1249 | - | 0,058 | 1363 | - | - |
| **PZ-4** | -3 a -23,5 | 19,86[2] | 0,20 | 3,99 | 75 | 108 | 4,19 | 4,71 | 1 | - | 3,5 | 60 | 2,45 | - | 4,1 | 4,82 | - | - |
| **PZ-6** | -13 a -38,5 | 25,5[1] | 1,12 | 28,80 | 215 | 309,6 | 1,8 | 31,44 | 0,032 | - | 0,9 | 0,25 | 27,37 | - | 2,05 | 27,61 | - | - |
| **PB-1** | -23,5 a -27,5 | 4[1] | 249,88 | 999,55 | 960 | 1382,4 | 0,2 | 1264.8 | - | - | 0,65 | 0,027 | 169,40 | - | 0,17 | 1488 | 0,47 | 1076 |
| **PZ-11** | -17 a -21 | | 363,9 | 1455,6 | 960 | 1382,4 | 0,168 | 1505.8 | 0,012 | 0,0012 | 0,12 | 0,22 | 916 | 0,0025 | 0,13 | 1945 | - | - |
| **PZ-12** | -23,5 a -27,5 | | 278,44 | 1113,78 | 960 | 1382,4 | 0,18 | 1405,44 | 0,006 | 0,0015 | 0,14 | 0,14 | 785,9 | 0,0031 | 0,22 | 1150 | - | - |
| **PZ-13** | -31,5 a -33,5 | | 498,15 | 1993 | 960 | 1382,4 | 0,15 | 1686,5 | 0,013 | 0,0013 | 0,07 | 0,045 | 1572,69 | 0,00078 | 0,09 | 2720 | - | - |
| **PB-2** | -3,5 a -5,5 | 2[1] | 5,26 | 10,52 | 10.8 | 15,55 | 0,56* | 5,08* | 0,11* | - | 0,18* | 0,23* | 6,87* | - | 0,14* | 19,62* | - | - |
| **PZ-22** | -17 a -23 | 5[1] | 1,65 | 8,29 | 150 | 216 | 4,4 | 8,98 | 0,028 | 0,00021 | 2 | 2,5 | 8,59 | 0,00013 | 5,4 | 7,32 | - | - |
| **PZ-23** | -25,5 a 29 | 3,5[1] | 2,26 | 7,93 | 150 | 216 | 4 | 9,88 | 0,32 | 0,00013 | 2.6 | 4 | 6,61 | 0,00019 | 5,4- | 7,32 | - | - |
| **PZ-24** | -31 a -34,5 | 3,5[1] | 3,69 | 12,93 | 150 | 216 | 5 | 7,9 | 0,006 | - | 2,3 | 0,7 | 7,47 | | 5,58 | 7,08 | 2,7 | 29,28 |

***Cálculos de los parámetros hidrogeológicos con las correcciones de Dupuit para acuíferos libres.**
****Cálculos de la permeabilidad a través de la fórmula K=T/b; T=T media y b= Espesor Saturado.**
**[1]Se toma como espesor saturado, el tramo de filtro.**
**[2]Se toma como espesor saturado, el tramo desde la cota del nivel piezométrico hasta la cota inferior del filtro.**

**Cuadro Nº 5.I: Resultados obtenidos en los ensayos de bombeo**



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

## 6.- CONCLUSIONES

La empresa INECO ha contratado a IN SITU TESTING, S.L. la realización de la campaña de trabajos de campo y ensayos para el "Estudio Hidrogeológico del Proyecto de la Nueva Estación de Moreda", como parte del "Proyecto de la nueva estación de Moreda" en Gijón.

Estos trabajos se han desarrollado entre los meses de octubre de 2007 y enero de 2008 y han consistido en la perforación de cinco sondeos con recuperación de testigo para completar la información geológica disponible del entorno. La reperforación de estos sondeos para ser equipados como piezómetros junto con la perforación de otros nueve piezómetros casi todos entubados con PVC tipo Preussag de 140 mm de diámetro, ha permitido disponer de una red de control piezométrico adecuada al presente estudio hidrogeológico.

Complementariamente se han perforado dos pozos de mayor diámetro, entubados con PVC tipo Preussag de 200 mm en emplazamientos con varios piezómetros próximos.

Tanto en los piezómetros como en los pozos se han efectuado sus correspondientes desarrollos previos, para limpieza y estimación de los caudales adecuados para bombear en cada uno de ellos.

Se han realizado seis ensayos de bombeo en seis de los piezómetros con caudales de extracción comprendidos entre 75 l/min y 300 l/min.

El pozo PB-1 es el que ha permitido el ensayo de bombeo con mayor caudal, 960 l/min (16 l/s), produciendo un descenso del nivel piezométrico de 6,35 m tras 2,5 h de bombeo. El descenso inducido en los piezómetros perforados a unos 5 m de distancia del pozo ha sido únicamente de 0,4 m a 0,55 m

En el pozo PB-2 con un caudal de bombeo de 10,8 l/min, se ha registrado un descenso del nivel piezométrico de 1,86 m.



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

En el piezómetro PZ-24 con una caudal de bombeo de 150 l/min, se ha registrado un descenso del nivel piezométrico de 17,9 m. Los descensos inducidos por este bombeo en el pozo PB-2 y el piezómetro PZ-21 han sido de 1,3 m y 0,25 m respectivamente.

Con el conjunto de trabajos descritos en este informe, se ha obtenido la información necesaria para la caracterización hidrogeológica de los litotipos afectados, habiéndose incluido esta caracterización en el Cuadro Nº 5.I del presente informe.

Madrid a 18 de junio de 2010

Ángel Rodríguez Soto
Ingeniero de Minas

Miguel A. Sanz Rodríguez
Geólogo



-QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO, SIN AUTORIZACIÓN DE IN SITU TESTING, S.L.-
CÓDIGO TRABAJO: 7097GF

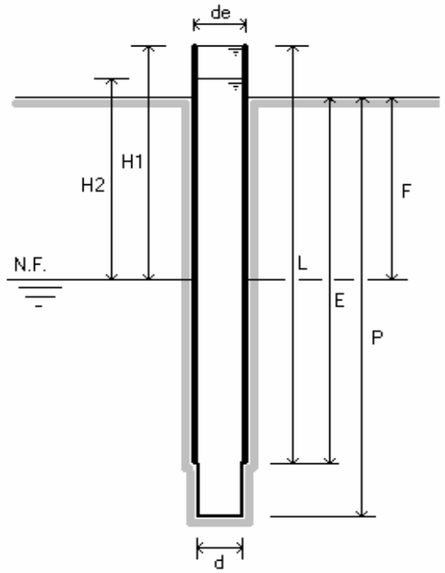
# 1.3. ENSAYOS IN SITU

# Permeabilidad

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC
**CARGA VARIABLE**
**Tipo B: Entubación por encima de la perforación**

**OBRA:** PROYECTO CONSTRUCTIVO " SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA"

**SONDEO:** SJ-8 **FECHA:** 19/07/2007




**DATOS DE CAMPO:**

| | |
|---|---|
| Fondo perforación ( P ) : | 385 cm. |
| Fondo entubación ( E ) : | 280 cm. |
| Diámetro entubación ( $d_e$ ) : | 11.3 cm. |
| Longitud entubación ( L ) : | 300 cm. |
| Nivel Freático ( F ) : | 360 cm. |
| Diámetro perforación ( d ) : | 10.1 cm. |
| Tiempo ( t ) : | 1800 sg. |
| Descenso nivel de agua: | cm. |
| h = P - E = | 105 cm. |
| $H_1$ = L - E + F = | 380 cm. |
| $H_2$ = | 380 cm. |

**CALCULO DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD:**

$$K = \frac{d_e^{\,2} \cdot \ln(2 \cdot h / d)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_1}{H_2} = \text{(*)} \quad \text{cm/sg.}$$

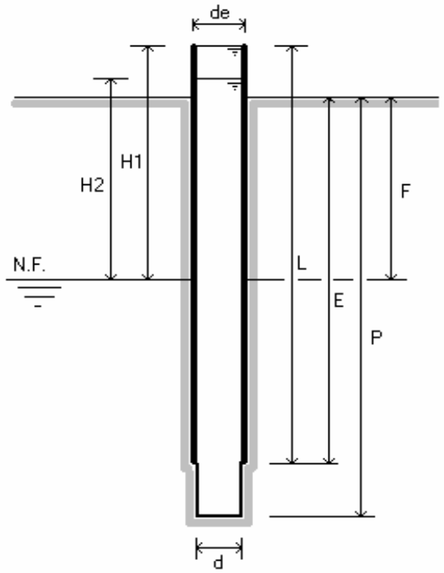
**OBSERVACIONES:**

(*) La admisión de agua en la carga es de 375 litros, no subiendo el nivel de agua.

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC
**CARGA VARIABLE**
**Tipo B: Entubación por encima de la perforación**

**OBRA:** PROYECTO CONSTRUCTIVO " SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA"

**SONDEO:** SJ-9 **FECHA:** 26/07/2007




**DATOS DE CAMPO:**

| | |
|---|---|
| Fondo perforación ( P ) : | 700 cm. |
| Fondo entubación ( E ) : | 580 cm. |
| Diámetro entubación ( $d_e$ ) : | 11.3 cm. |
| Longitud entubación ( L ) : | 600 cm. |
| Nivel Freático ( F ) : | 460 cm. |
| Diámetro perforación ( d ) : | 10.1 cm. |
| Tiempo ( t ) : | 1800 sg. |
| Descenso nivel de agua: | 5 cm. |
| h = P - E = | 120 cm. |
| $H_1$ = L - E + F = | 480 cm. |
| $H_2$ = | 475 cm. |

**CALCULO DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD:**

$$K = \frac{d_e^{\,2} \cdot \ln(2 \cdot h / d)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_1}{H_2} = \quad 2.4514\text{E-}06 \text{ cm/sg.}$$

**OBSERVACIONES:**

## SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
## INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON

Obturador:

**SONDEO Nº SJ-5**

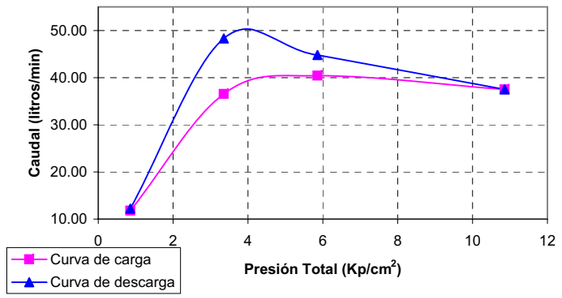
*Realizado por: Manuel Seisdedos*

| Tramo ensayado | |
|---|---|
| **de (m)** | **hasta (m)** |
| 10.00 | 15.00 |

**Nivel Piezométrico:** 7.05 (m)
**Altura manómetro:** 1.50 (m)
**Diámetro del sondeo:** 101 (mm)

| PRESIÓN | | TIEMPO | | | VOLUMEN (parcial) | | | CAUDAL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Presión Manométrica (Kp/cm2) | Presión Total (Kp/cm2) | tiempo (sg) | tiempo (min) | intervalo tiempo (min) | Vol (ml) | Vol (litros) | Vol (m3) | caudal (l/min) | caudal (m3/s) | caudal (cm3/s) |
| 0 | 0.855 | | | 10 | | 118.00 | 0.118 | 11.80 | | |
| 2.5 | 3.355 | | | 10 | | 365.00 | 0.365 | 36.50 | | |
| 5 | 5.855 | | | 10 | | 404.00 | 0.404 | 40.40 | | |
| **10** | **10.855** | | | **10** | | **375.00** | 0.375 | **37.50** | | |
| 5 | 5.855 | | | 10 | | 448.00 | 0.448 | 44.80 | | |
| 2.5 | 3.355 | | | 10 | | 483.00 | 0.483 | 48.30 | | |
| 0 | 0.855 | | | 10 | | 122.00 | 0.122 | 12.20 | | |

**RELACIONES PRESION-CAUDAL EN EL ENSAYO LUGEON**




$$K = \frac{V}{t * \lambda}$$

V: Volumen admitido (litros)
t: Intervalo de tiempo (minutos)
λ: Longitud tramo ensayado (metros)

*SEGÚN GRÁFICO ADJUNTO:*

*Caudal a 10 Kp/cm²* = **37.50** litros/min

**PERMEABILIDAD EFECTIVA: K= 7.50 U.L. (litro/min/m)**
**A 10 Kp/cm2 de Presión Total**

*UL = entre 1 y 2 *E-05 cm/s = 1*E-05 cm/s aprox*

**K = 7.50E-07 m/s**
**K = 7.50E-05 cm/s**

OBSERVACIONES :

## SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
## INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON

Obturador:

**SONDEO Nº SJ-6**

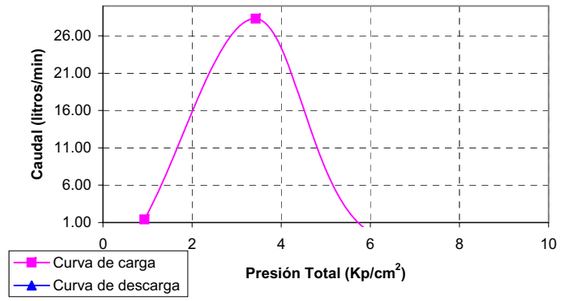
*Realizado por: David De La Cruz*

| Tramo ensayado | |
|---|---|
| **de (m)** | **hasta (m)** |
| 4.50 | 9.50 |

**Nivel Piezométrico:** 7.80 (m)
**Altura manómetro:** 1.50 (m)
**Diámetro del sondeo:** 101 (mm)

| PRESIÓN | | TIEMPO | | | VOLUMEN (parcial) | | | CAUDAL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Presión Manométrica (Kp/cm2) | Presión Total (Kp/cm2) | tiempo (sg) | tiempo (min) | intervalo tiempo (min) | Vol (ml) | Vol (litros) | Vol (m3) | caudal (l/min) | caudal (m3/s) | caudal (cm3/s) |
| 0 | 0.93 | | | 10 | | 14.00 | 0.014 | 1.40 | | |
| 2.5 | 3.43 | | | 10 | | 283.00 | 0.283 | 28.30 | | |
| 5 | 5.93 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| **10** | **10.93** | | | **10** | | | 0.000 | **0.00** | | |
| 5 | 5.93 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| 2.5 | 3.43 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| 0 | 0.93 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |

**RELACIONES PRESION-CAUDAL EN EL ENSAYO LUGEON**




$$K = \frac{V}{t * \lambda}$$

V: Volumen admitido (litros)
t: Intervalo de tiempo (minutos)
λ: Longitud tramo ensayado (metros)

*SEGÚN GRÁFICO ADJUNTO:*

*Caudal a 10 Kp/cm²* = litros/min

**PERMEABILIDAD EFECTIVA: K= (*) U.L. (litro/min/m)**
**A 10 Kp/cm2 de Presión Total**

*UL = entre 1 y 2 *E-05 cm/s = 1*E-05 cm/s aprox*

**K = m/s**
**K = cm/s**

(* )No se consigue un sellado optimo del obturador y el agua asciende por la boca del sondeo a los 9 minutos

## SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
## INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON

Obturador:

**SONDEO Nº SJ-7**

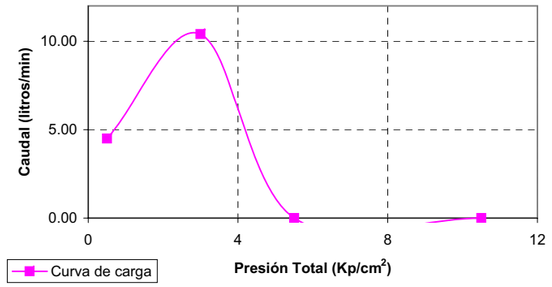
*Realizado por: Manuel Seisdedos*

| Tramo ensayado | |
|---|---|
| **de (m)** | **hasta (m)** |
| 7.90 | 12.90 |

**Nivel Piezométrico:** 3.50 (m)
**Altura manómetro:** 1.50 (m)
**Diámetro del sondeo:** 101 (mm)

| PRESIÓN | | TIEMPO | | | VOLUMEN (parcial) | | | CAUDAL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Presión Manométrica (Kp/cm2) | Presión Total (Kp/cm2) | tiempo (sg) | tiempo (min) | intervalo tiempo (min) | Vol (ml) | Vol (litros) | Vol (m3) | caudal (l/min) | caudal (m3/s) | caudal (cm3/s) |
| 0 | 0.5 | | | 10 | | 45.00 | 0.045 | 4.50 | | |
| 2.5 | 3 | | | 10 | | 104.00 | 0.104 | 10.40 | | |
| 5 | 5.5 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| **10** | **10.5** | | | **10** | | | 0.000 | **0.00** | | |
| 5 | 5.5 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| 2.5 | 3 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| 0 | 0.5 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |

**RELACIONES PRESION-CAUDAL EN EL ENSAYO LUGEON**




$$K = \frac{V}{t * \lambda}$$

V: Volumen admitido (litros)
t: Intervalo de tiempo (minutos)
λ: Longitud tramo ensayado (metros)

*SEGÚN GRÁFICO ADJUNTO:*

*Caudal a 10 Kp/cm²* = litros/min

**PERMEABILIDAD EFECTIVA: K= (*) U.L. (litro/min/m)**
**A 10 Kp/cm2 de Presión Total**

*UL = entre 1 y 2 *E-05 cm/s = 1*E-05 cm/s aprox*

**K = m/s**
**K = cm/s**

(* )No se consigue un sellado optimo del obturador y a 5 Kgr/cm2 afora el agua por la boca del sondeo.

## SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
## INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON

Obturador:

**SONDEO Nº SJ-8**

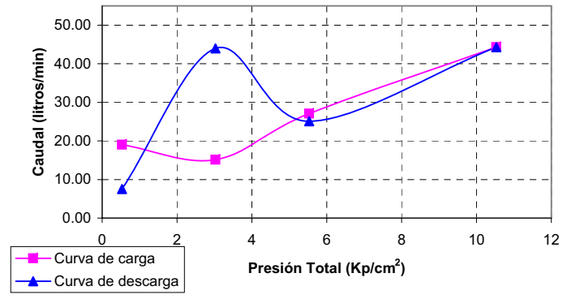
*Realizado por: Davd De La Cruz*

| Tramo ensayado | |
|---|---|
| **de (m)** | **hasta (m)** |
| 10.00 | 15.00 |

**Nivel Piezométrico:** 3.80 (m)
**Altura manómetro:** 1.50 (m)
**Diámetro del sondeo:** 101 (mm)

| PRESIÓN | | TIEMPO | | | VOLUMEN (parcial) | | | CAUDAL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Presión Manométrica (Kp/cm2) | Presión Total (Kp/cm2) | tiempo (sg) | tiempo (min) | intervalo tiempo (min) | Vol (ml) | Vol (litros) | Vol (m3) | caudal (l/min) | caudal (m3/s) | caudal (cm3/s) |
| 0 | 0.53 | | | 10 | | 190.00 | 0.190 | 19.00 | | |
| 2.5 | 3.03 | | | 10 | | 151.00 | 0.151 | 15.10 | | |
| 5 | 5.53 | | | 10 | | 271.00 | 0.271 | 27.10 | | |
| **10** | **10.53** | | | **10** | | **443.00** | 0.443 | **44.30** | | |
| 5 | 5.53 | | | 10 | | 251.00 | 0.251 | 25.10 | | |
| 2.5 | 3.03 | | | 10 | | 440.00 | 0.440 | 44.00 | | |
| 0 | 0.53 | | | 10 | | 75.00 | 0.075 | 7.50 | | |

**RELACIONES PRESION-CAUDAL EN EL ENSAYO LUGEON**




$$K = \frac{V}{t * \lambda}$$

V: Volumen admitido (litros)
t: Intervalo de tiempo (minutos)
λ: Longitud tramo ensayado (metros)

*SEGÚN GRÁFICO ADJUNTO:*

*Caudal a 10 Kp/cm²* = 44.30 litros/min

**PERMEABILIDAD EFECTIVA: K= 8.86 U.L. (litro/min/m)**
**A 10 Kp/cm2 de Presión Total**

*UL = entre 1 y 2 *E-05 cm/s = 1*E-05 cm/s aprox*

**K = 8.86E-07 m/s**
**K = 8.86E-05 cm/s**

OBSERVACIONES :

## SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
## INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON

Obturador:

**SONDEO Nº SJ-10**

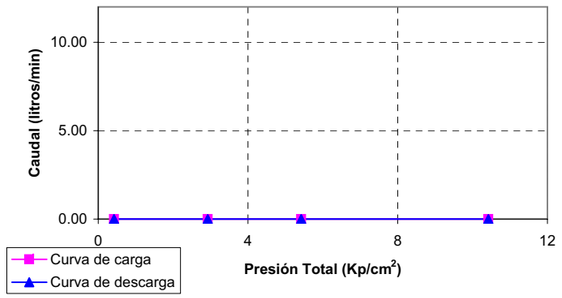
*Realizado por: Francisco Beltran*

| Tramo ensayado | |
|---|---|
| **de (m)** | **hasta (m)** |
| 8.80 | 13.45 |

**Nivel Piezométrico:** 3.15 (m)
**Altura manómetro:** 1.10 (m)
**Diámetro del sondeo:** 101 (mm)

| PRESIÓN | | TIEMPO | | | VOLUMEN (parcial) | | | CAUDAL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Presión Manométrica (Kp/cm2) | Presión Total (Kp/cm2) | tiempo (sg) | tiempo (min) | intervalo tiempo (min) | Vol (ml) | Vol (litros) | Vol (m3) | caudal (l/min) | caudal (m3/s) | caudal (cm3/s) |
| 0 | 0.425 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| 2.5 | 2.925 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| 5 | 5.425 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| **10** | **10.425** | | | **10** | | | 0.000 | **0.00** | | |
| 5 | 5.425 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| 2.5 | 2.925 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |
| 0 | 0.425 | | | 10 | | | 0.000 | 0.00 | | |

**RELACIONES PRESION-CAUDAL EN EL ENSAYO LUGEON**




$$K = \frac{V}{t * \lambda}$$

V: Volumen admitido (litros)
t: Intervalo de tiempo (minutos)
λ: Longitud tramo ensayado (metros)

*SEGÚN GRÁFICO ADJUNTO:*

*Caudal a 10 Kp/cm²* = litros/min

**PERMEABILIDAD EFECTIVA: K= (*) U.L. (litro/min/m)**
**A 10 Kp/cm2 de Presión Total**

*UL = entre 1 y 2 *E-05 cm/s = 1*E-05 cm/s aprox*

**K = m/s**
**K = cm/s**

(* )No se consigue un sellado optimo del obturador y el agua afora por la boca del sondeo.


## SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN
## INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA

### ENSAYO DE PERMEABILIDAD LUGEON

Obturador:

**SONDEO Nº SJ-10**

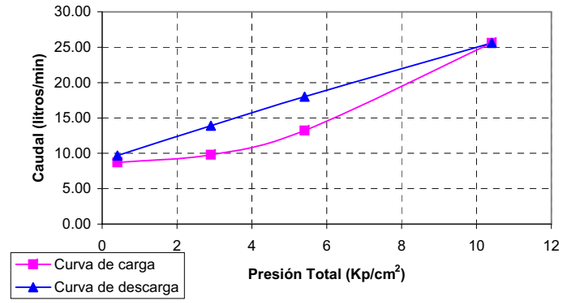
*Realizado por: Francisco Beltran*


| Tramo ensayado | |
|---|---|
| **de (m)** | **hasta (m)** |
| 15.00 | 21.00 |

**Nivel Piezométrico:** 2.95 (m)
**Altura manómetro:** 1.10 (m)
**Diámetro del sondeo:** 101 (mm)

| PRESIÓN | | TIEMPO | | | VOLUMEN (parcial) | | | CAUDAL | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Presión Manométrica (Kp/cm2) | Presión Total (Kp/cm2) | tiempo (sg) | tiempo (min) | intervalo tiempo (min) | Vol (ml) | Vol (litros) | Vol (m3) | caudal (l/min) | caudal (m3/s) | caudal (cm3/s) |
| 0 | 0.405 | | | 10 | | 87.00 | 0.087 | 8.70 | | |
| 2.5 | 2.905 | | | 10 | | 98.00 | 0.098 | 9.80 | | |
| 5 | 5.405 | | | 10 | | 132.00 | 0.132 | 13.20 | | |
| **10** | **10.405** | | | **10** | | **256.00** | 0.256 | **25.60** | | |
| 5 | 5.405 | | | 10 | | 180.00 | 0.180 | 18.00 | | |
| 2.5 | 2.905 | | | 10 | | 139.00 | 0.139 | 13.90 | | |
| 0 | 0.405 | | | 10 | | 97.00 | 0.097 | 9.70 | | |

**RELACIONES PRESION-CAUDAL EN EL ENSAYO LUGEON**




$$K = \frac{V}{t * \lambda}$$

V: Volumen admitido (litros)
t: Intervalo de tiempo (minutos)
λ: Longitud tramo ensayado (metros)

*SEGÚN GRÁFICO ADJUNTO:*

*Caudal a 10 Kp/cm²* = **25.60** litros/min

**PERMEABILIDAD EFECTIVA: K= 4.27 U.L. (litro/min/m)**
**A 10 Kp/cm2 de Presión Total**

*UL = entre 1 y 2 *E-05 cm/s = 1*E-05 cm/s aprox*

**K = 4.27E-07 m/s**
**K = 4.27E-05 cm/s**

OBSERVACIONES :

**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

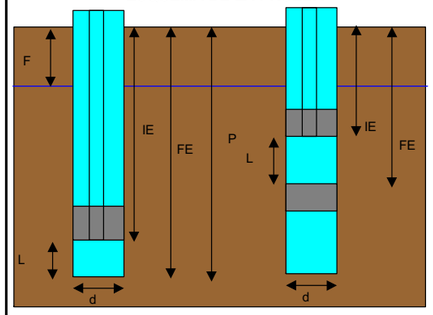
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 07-jun-01
**SONDEO Nº** S-1

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 283388,76910
Y: 4823782,36480
Z: 18,42000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):** | 30,20 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 13,15 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 28,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 30,20 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,20 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limo arcillosas con un nivel de calizas fracturadas entre 29,4-30,0 m.
UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Sale el agua por la boca del sondeo. Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | 10,00 | | | |
| 1 | 6,00 | 3,00 | 4,00 | 33,00 | | | |
| 2 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 52,00 | | | |
| 3 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 60,00 | | | |
| 4 | 3,00 | 1,00 | 3,00 | 62,00 | | | |
| 5 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 63,00 | | | |
| 6 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 66,00 | | | |
| 7 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | | | | |
| 8 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | | | | |
| 9 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | | | | |
| 10 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 24,00 | 17,00 | 25,00 | 336,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 1,09 | 0,77 | 1,14 | 25,45 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

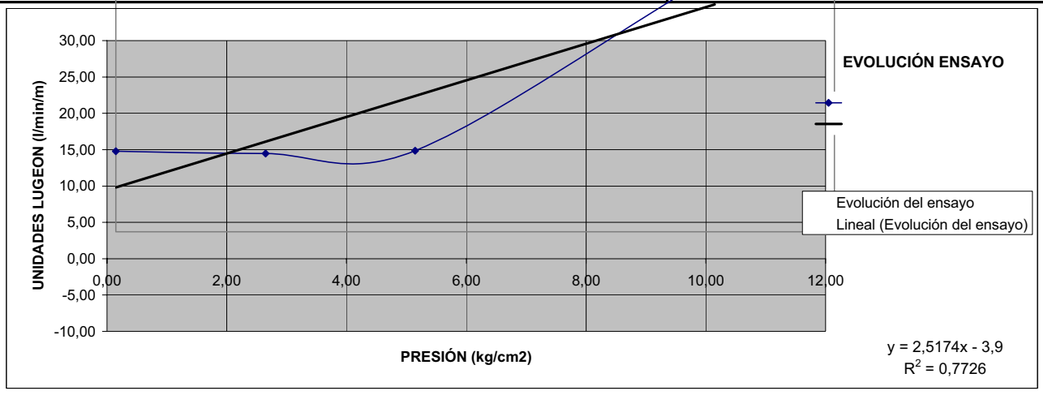
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

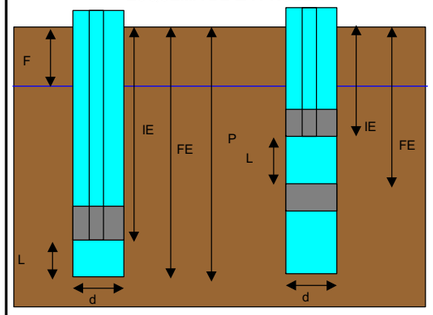
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 06-jun-01
**SONDEO Nº** S-2

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 283687,63570
Y: 4824142,29990
Z: 8,39000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):** | 29,90 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 6,00 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 28,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,90 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,90 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limosas hasta 29,4 m; y brecha caliza el resto.
UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua. No sube la la presión. Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 35,00 | | | | | | |
| 2 | 35,00 | | | | | | |
| 3 | 35,00 | | | | | | |
| 4 | 35,00 | | | | | | |
| 5 | 35,00 | | | | | | |
| 6 | 35,00 | | | | | | |
| 7 | 35,00 | | | | | | |
| 8 | 35,00 | | | | | | |
| 9 | 35,00 | | | | | | |
| 10 | 35,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 350,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 18,42 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

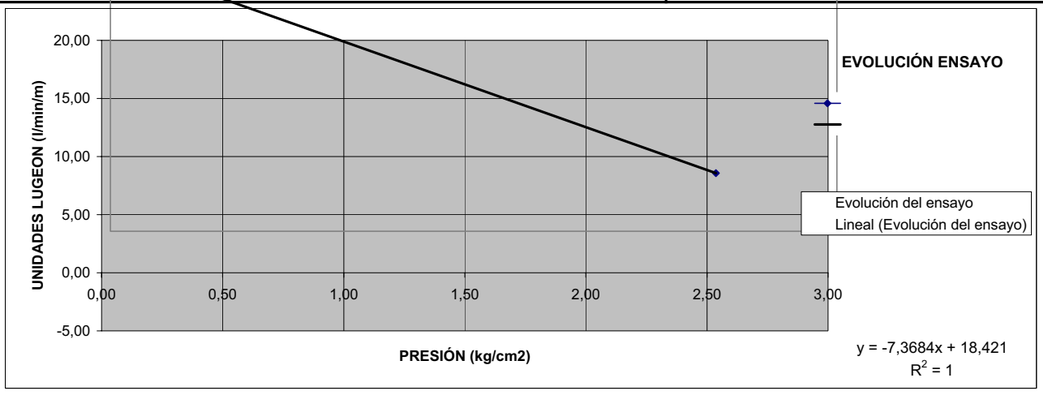
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

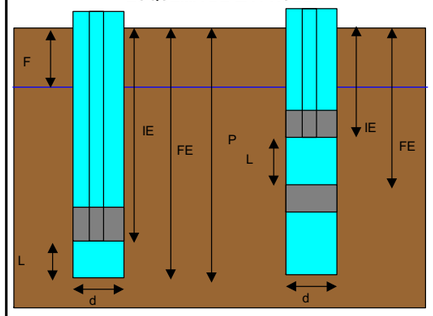
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 06-jun-01
**SONDEO Nº** S-2

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 283687,63570 Y: 4824142,29990 Z: 8,39000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 29,90 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 6,00 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 27,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,90 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,90 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limosas hasta 29,4 m; y brecha caliza el resto.

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua. No sube la la presión. Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 35,00 | | | | | | |
| 2 | 35,00 | | | | | | |
| 3 | 35,00 | | | | | | |
| 4 | 35,00 | | | | | | |
| 5 | 35,00 | | | | | | |
| 6 | 35,00 | | | | | | |
| 7 | 35,00 | | | | | | |
| 8 | 35,00 | | | | | | |
| 9 | 35,00 | | | | | | |
| 10 | 35,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 350,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 12,07 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

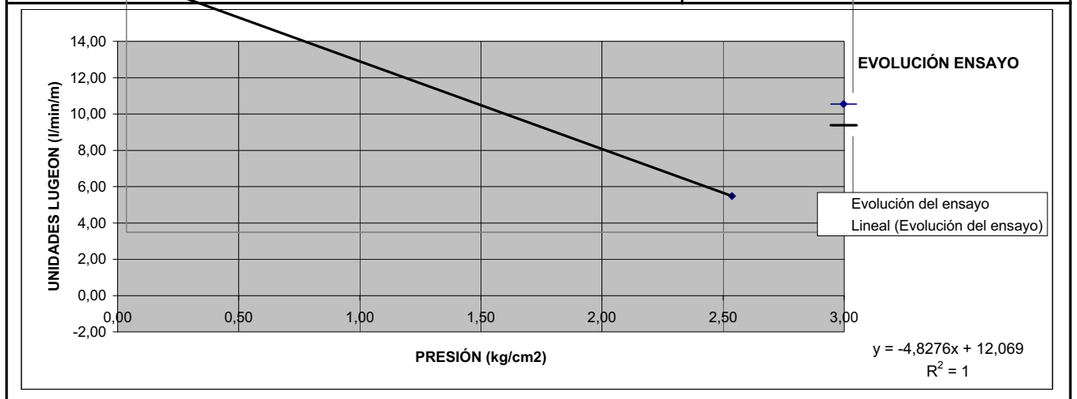
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

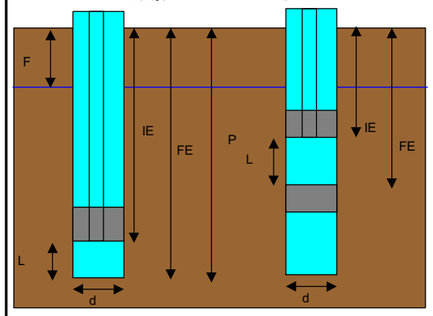
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 06-jun-01
**SONDEO Nº** S-2

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 283687,63570 Y: 4824142,29990 Z: 8,39000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 29,90 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 6,00 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 28,90 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,90 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,00 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limosas hasta 29,4 m; y brecha caliza el resto.

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua. No sube la la presión. Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 30,00 | | | | | | |
| 2 | 30,00 | | | | | | |
| 3 | 30,00 | | | | | | |
| 4 | 30,00 | | | | | | |
| 5 | 30,00 | | | | | | |
| 6 | 30,00 | | | | | | |
| 7 | 30,00 | | | | | | |
| 8 | 30,00 | | | | | | |
| 9 | 30,00 | | | | | | |
| 10 | 30,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 300,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 30,00 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

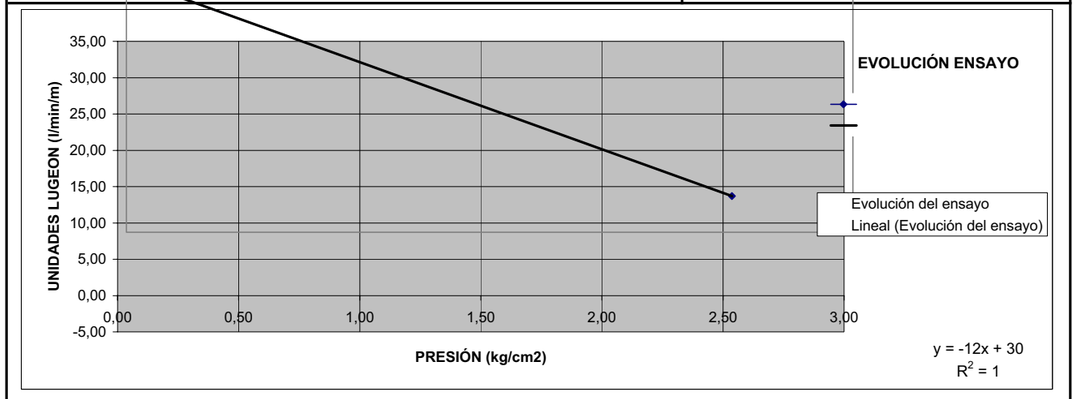
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$



**GEOCONTROL ,S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

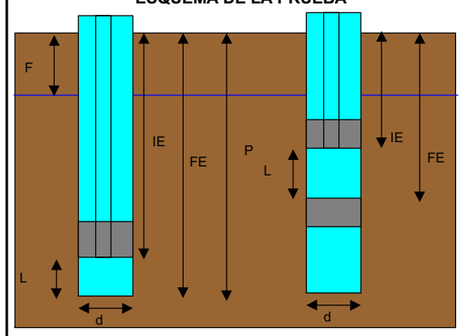
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 23-abr-01
**SONDEO Nº** S-3

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 284168,43000
Y: 4824491,90000
Z: 8,30000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 29,06 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 3,90 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 25,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,06 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 4,06 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomías con rellenos margoarcillosos

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Sube el agua.
Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 20,00 | | | | | | |
| 2 | 16,00 | | | | | | |
| 3 | 17,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 53,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISION (l/m/min) | 4,35 | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### | ##### |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

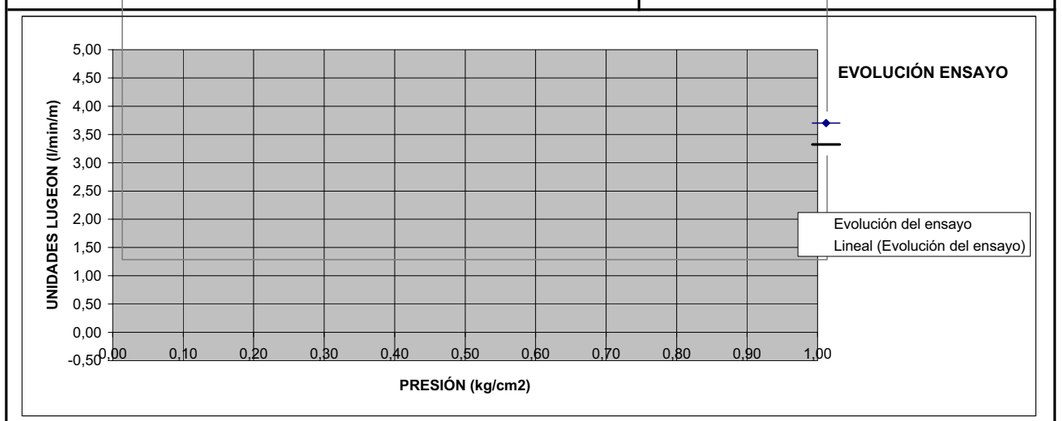
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$




**GEOCONTROL ,S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

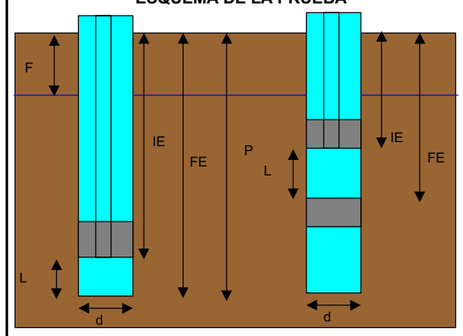
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 18-abr-01
**SONDEO Nº** S-4

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 284409,38680
Y: 4824491,98500
Z: 7,78000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 27,85 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 2,80 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 24,80 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 27,85 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 3,05 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Calizas oquerosas con rellenos margosos

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** El ensayo se interrumpe porque traga todo el agua. Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | | | | |
| 1 | 10,00 | 20,00 | 50,00 | | | | |
| 3 | 10,00 | 70,00 | 50,00 | | | | |
| 6 | 20,00 | 30,00 | | | | | |
| 10 | 30,00 | 50,00 | | | | | |
| 15 | 40,00 | 50,00 | | | | | |
| 21 | 30,00 | 60,00 | | | | | |
| 28 | 20,00 | 50,00 | | | | | |
| 36 | 20,00 | 50,00 | | | | | |
| 45 | 40,00 | 70,00 | | | | | |
| 55 | 20,00 | 60,00 | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 240,00 | 510,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISION (l/m/min) | 1,43 | 3,04 | 10,93 | ##### | ##### | ##### | ##### |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

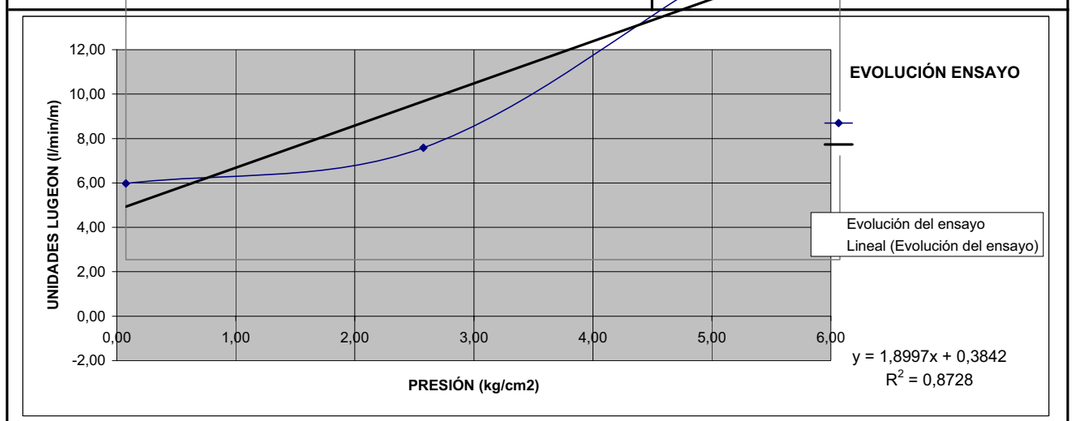
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

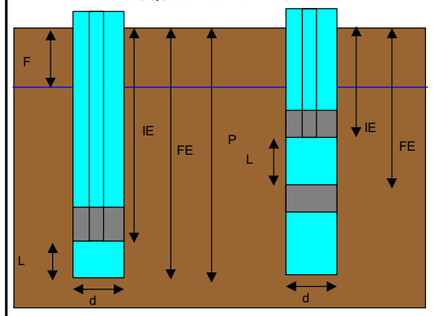
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 28-abr-01
**SONDEO Nº** S-5

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 284412,10000 Y: 4824445,70000 Z: 5,77000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 26,60 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 2,90 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 25,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 26,60 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,60 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomías muy fracturadas

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se puede obturar
Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 14,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 14,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 8,75 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

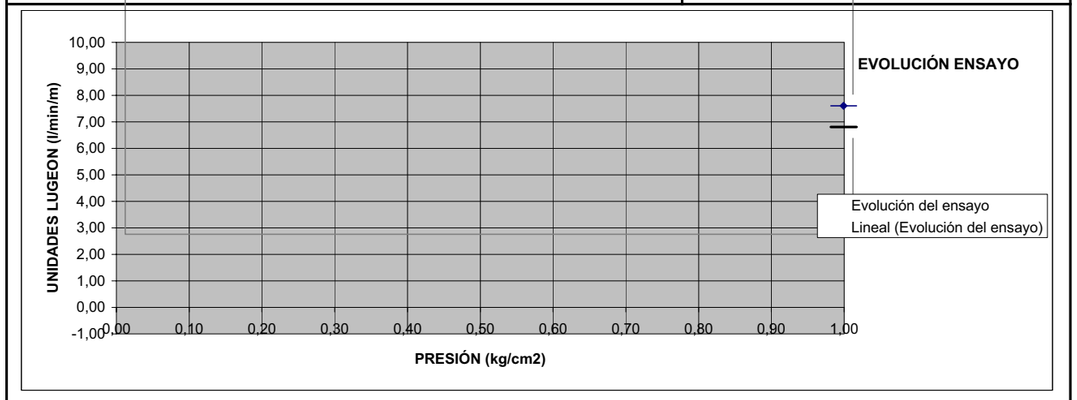
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

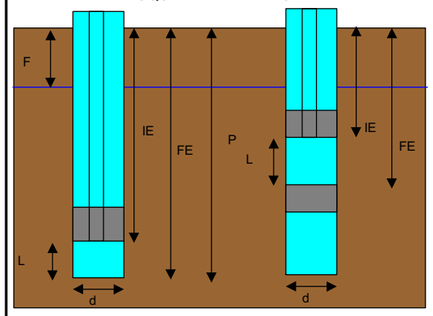
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 28-abr-01
**SONDEO Nº** S-6

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 284576,83000 Y: 4824447,87000 Z: 6,31000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 28,70 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 3,40 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 27,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 28,70 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,70 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Brecha dolomítica con matriz margoarcillosa

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se puede obturar, sale el agua. Se levanta el obturador hasta 25.10 m y se repite el ensayo. Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 15,00 | 144,00 | | | | | |
| 3 | 27,00 | | | | | | |
| 6 | 43,00 | | | | | | |
| 10 | 45,00 | | | | | | |
| 15 | 78,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 208,00 | 144,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 8,16 | 84,71 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

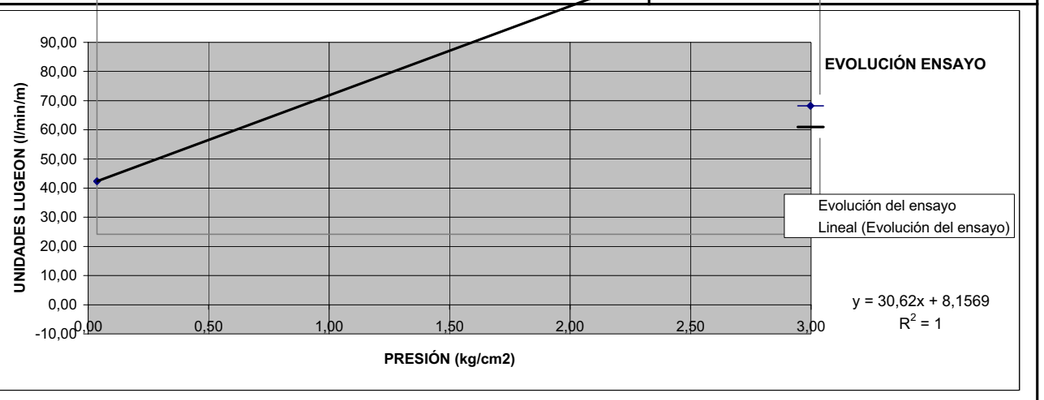
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

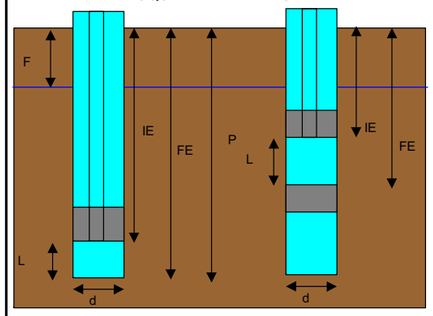
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 28-abr-01
**SONDEO Nº** S-6

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 284576,83000
Y: 4824447,87000
Z: 6,31000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 28,70 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 1,20 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 25,10 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 28,70 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 3,60 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Brecha dolomítica con matriz margoarcillosa

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua
Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 6,00 | 122,00 | | | | | |
| 3 | 11,00 | 47,00 | | | | | |
| 6 | 19,00 | 79,00 | | | | | |
| 10 | 29,00 | | | | | | |
| 15 | 36,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 101,00 | 248,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 1,87 | 11,48 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

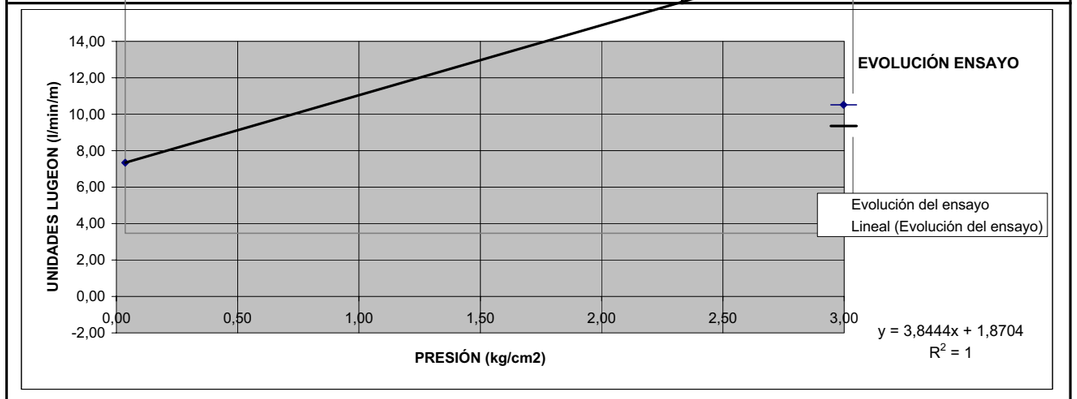
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

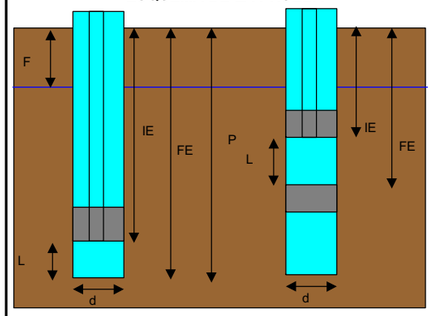
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 25-abr-01
**SONDEO Nº** S-7

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 284793,08000
Y: 4824524,64000
Z: 5,99000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 25,00 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 2,90 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 23,60 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 25,00 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,40 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Marga arcillosa

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se puede obturar.
Sube el agua. Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 25,00 | | | | | | |
| 2 | 24,00 | | | | | | |
| 3 | 24,00 | | | | | | |
| 4 | 24,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 97,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 17,32 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

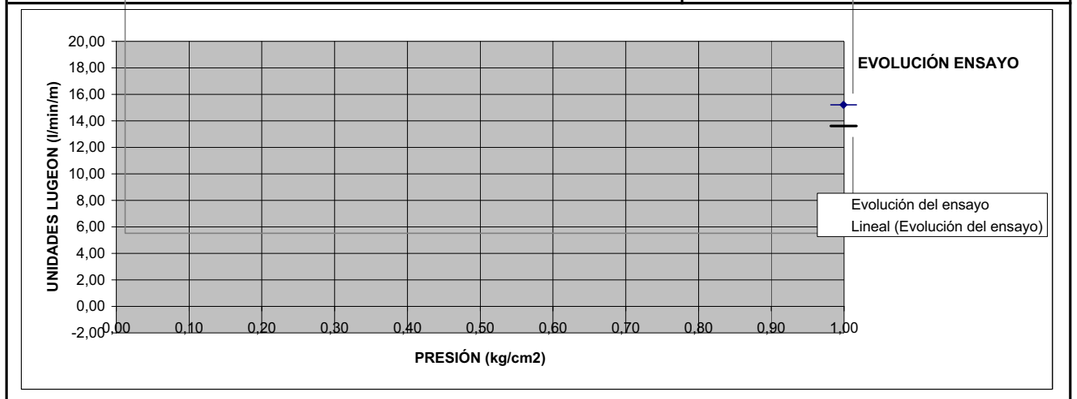
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

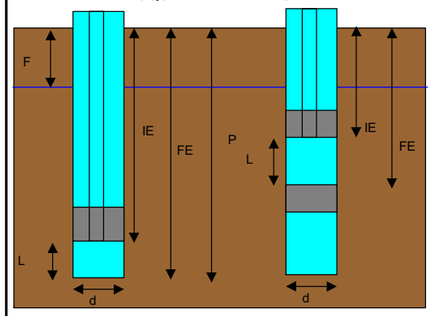
## TIPO LUGEON

**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 30-abr-01
**SONDEO Nº** S-8

**DATOS DE CAMPO:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **COORDENADAS U.T.M.:** | X: | 284720,90000 | |
| | Y: | 4824474,40000 | |
| | Z: | 5,76000 | |
| **PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):** | 26,50 | m | |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 3,10 | m | |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m | |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 25,00 | m | |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 26,50 | m | |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,50 | m | |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




**GEOLOGÍA:**

LITOLOGÍA: Marga

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se puede obturar.
Sube el agua. Ensayo no válido

**EVOLUCIÓN DEL ENSAYO**

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 10,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 10,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 6,67 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

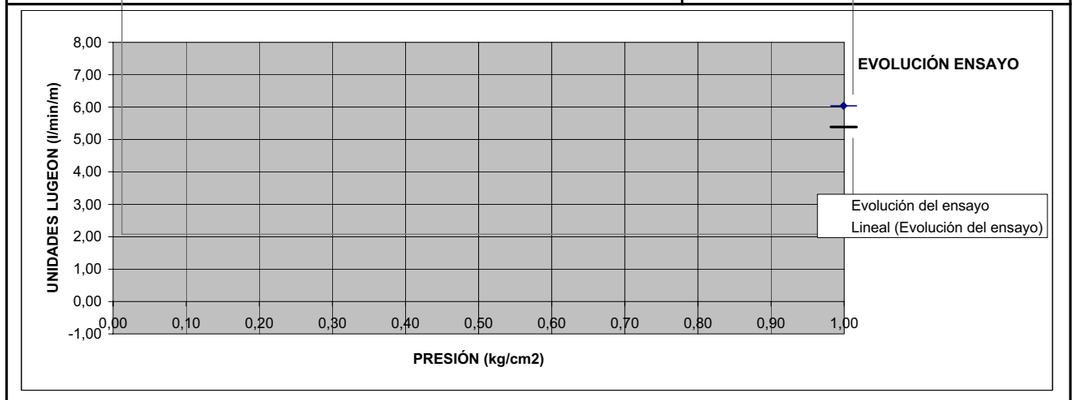
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ?L ?p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

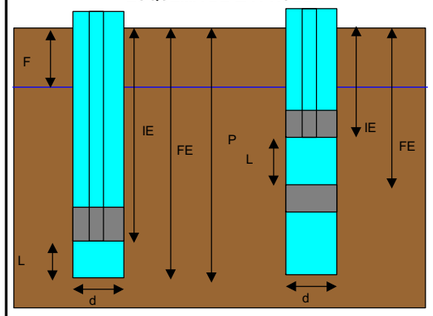
## TIPO LUGEON

**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 04-may-01
**SONDEO Nº** S-9

**DATOS DE CAMPO:**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **COORDENADAS U.T.M.:** | X: | 28482,60000 | |
| | Y: | 4824357,80000 | |
| | Z: | 6,80000 | |
| **PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):** | 27,70 | m | |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 5,40 | m | |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m | |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 26,00 | m | |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 27,70 | m | |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,70 | m | |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




**GEOLOGÍA:**

LITOLOGÍA: Dolomía muy fracturada

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua
Ensayo no válido

**EVOLUCIÓN DEL ENSAYO**

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 8,00 | 57,00 | | | | | |
| 3 | 14,00 | 100,00 | | | | | |
| 6 | 22,00 | 152,00 | | | | | |
| 10 | 34,00 | | | | | | |
| 15 | 50,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 128,00 | 309,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 5,02 | 30,29 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

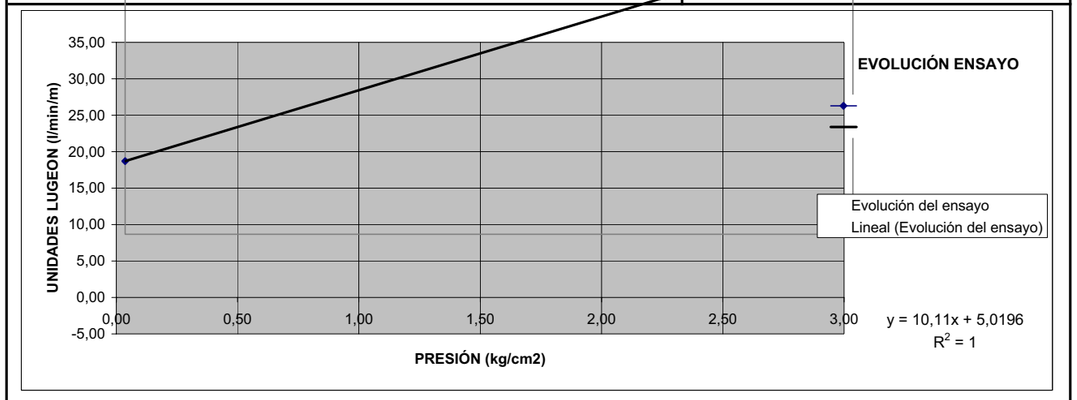
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ?L ?p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

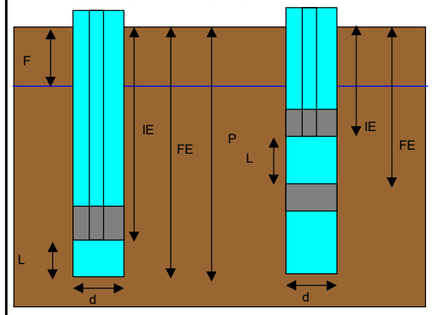
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 23-abr-01
**SONDEO Nº** S-10

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 284765,40000 Y: 4824265,75000 Z: 6,40000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 27,00 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 4,70 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 25,15 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 27,00 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,85 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomía muy fracturada

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua
Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 35,00 | 520,00 | | | | | |
| 3 | 71,00 | 600,00 | | | | | |
| 6 | 104,00 | | | | | | |
| 10 | 112,00 | | | | | | |
| 15 | 141,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 463,00 | 1120,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 16,68 | 201,80 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

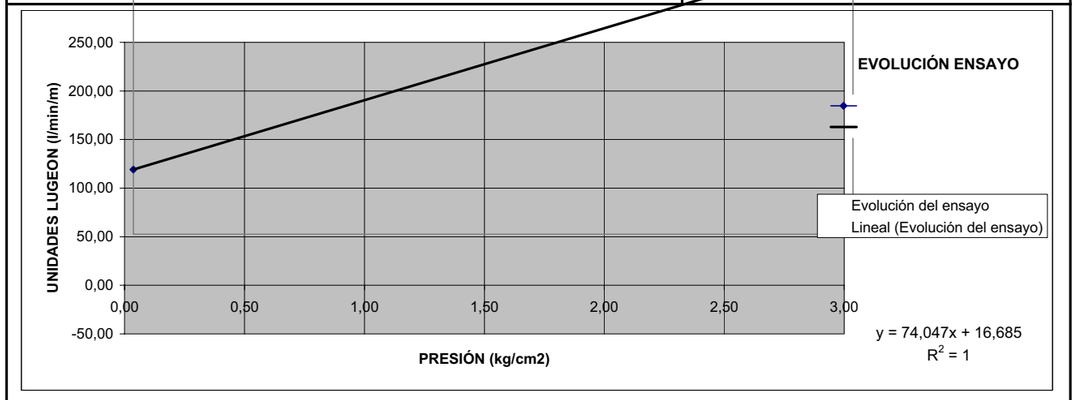
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ?L ?p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

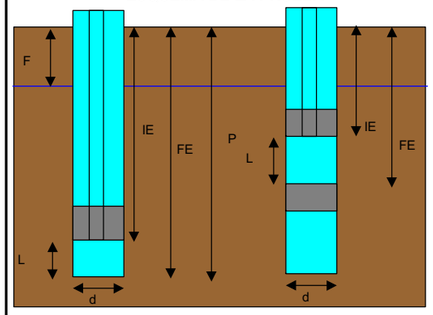
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 08-may-01
**SONDEO Nº** S-12

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 284972,50000 Y: 4824203,50000 Z: 8,54000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 29,25 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 7,07 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 25,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,25 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 4,25 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomía muy fracturada con matriz margoarcillosa

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:**

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | 10,00 | 5,00 | 2,50 | 0,00 |
| 1 | 3,00 | 24,00 | 22,00 | 40,00 | 15,00 | 12,00 | 2,00 |
| 2 | 2,00 | 20,00 | 22,00 | 38,00 | 16,00 | 11,00 | 1,00 |
| 3 | 2,00 | 15,00 | 21,00 | 39,00 | 16,00 | 11,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 13,00 | 22,00 | 39,00 | 17,00 | 11,00 | 0,00 |
| 5 | 1,00 | 13,00 | 21,00 | 40,00 | 17,00 | 11,00 | 0,00 |
| 6 | 1,00 | 12,00 | 20,00 | 40,00 | 17,00 | 11,00 | 0,00 |
| 7 | 1,00 | 12,00 | 20,00 | 40,00 | 18,00 | 10,00 | 0,00 |
| 8 | 0,00 | 12,00 | 20,00 | 41,00 | 17,00 | 11,00 | 0,00 |
| 9 | 1,00 | 11,00 | 22,00 | 40,00 | 17,00 | 10,00 | 2,00 |
| 10 | 1,00 | 11,00 | 21,00 | 40,00 | 17,00 | 10,00 | 2,00 |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 12,00 | 143,00 | 211,00 | 397,00 | 167,00 | 108,00 | 7,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 0,28 | 3,36 | 4,96 | 9,34 | 3,93 | 2,54 | 0,16 |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

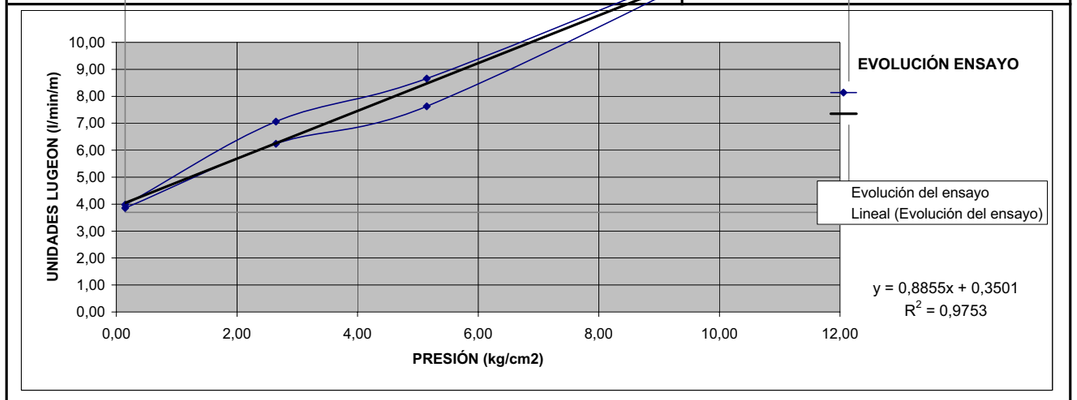
**UNIDADES LUGEON:** 8,86 U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

8,9E-07 - 1,8E-06 m/s

8,9E-05 - 1,8E-04 cm/s

$$k ? \frac{V}{t ?L ?p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

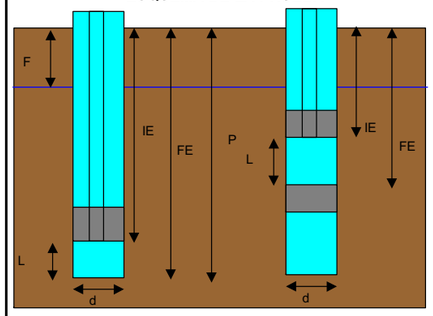
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 11-may-01
**SONDEO Nº** S-14

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 285197,75000 Y: 4824170,21000 Z: 10,10000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 27,55 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 4,05 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 26,30 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 27,55 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,25 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomía

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua y no coge presión. Ensayo no válido.
Se repite el ensayo a 30,6 m de profundidad.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 11,00 | | | | | | |
| 2 | 12,00 | | | | | | |
| 3 | 11,00 | | | | | | |
| 4 | 12,00 | | | | | | |
| 5 | 11,00 | | | | | | |
| 6 | 12,00 | | | | | | |
| 7 | 11,00 | | | | | | |
| 8 | 11,00 | | | | | | |
| 9 | 11,00 | | | | | | |
| 10 | 11,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 113,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 9,04 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

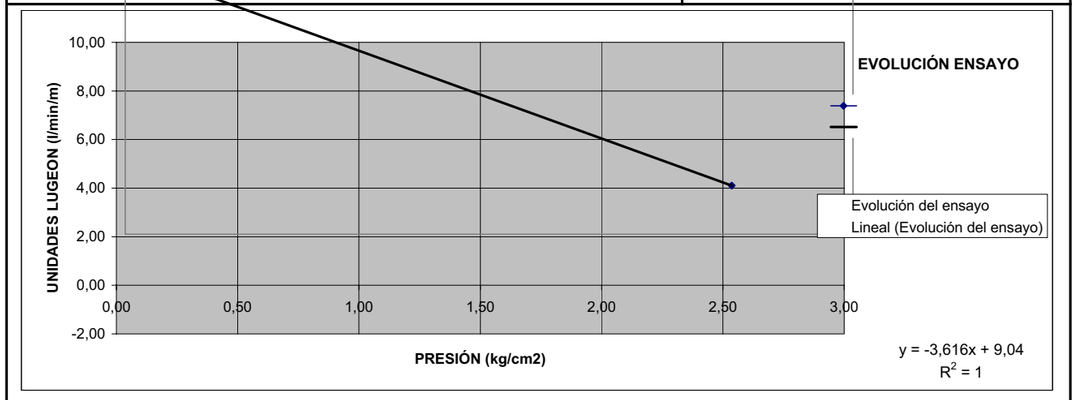
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

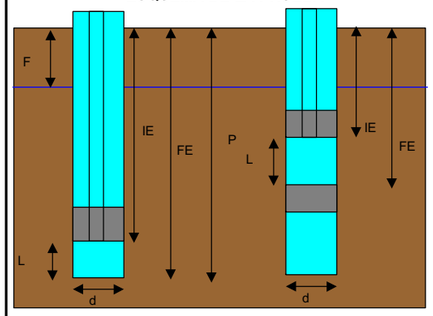
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 11-may-01
**SONDEO Nº** S-14

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 285197,75000 Y: 4824170,21000 Z: 10,10000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 30,60 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 4,05 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 29,60 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 30,60 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,00 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomía

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:**

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | 10,00 | 5,00 | 2,50 | 0,00 |
| 1 | 5,00 | 1,30 | 1,60 | 2,30 | 1,90 | 1,80 | 0,90 |
| 2 | 0,75 | 1,30 | 1,60 | 2,50 | 2,00 | 1,80 | 1,90 |
| 3 | 0,50 | 1,40 | 1,70 | 2,00 | 2,00 | 1,70 | 1,90 |
| 4 | 0,50 | 1,35 | 1,70 | 2,10 | 2,00 | 1,70 | 1,90 |
| 5 | 0,75 | 1,40 | 1,60 | 2,10 | 1,80 | 1,90 | 1,90 |
| 6 | 0,60 | 1,45 | 1,55 | 2,30 | 1,90 | 1,90 | 1,80 |
| 7 | 0,70 | 1,35 | 1,60 | 2,10 | 1,70 | 1,70 | 1,90 |
| 8 | 0,70 | 1,15 | 1,60 | 2,10 | 1,90 | 2,00 | 1,90 |
| 9 | 0,75 | 1,30 | 1,70 | 2,00 | 1,70 | 2,20 | 1,90 |
| 10 | 0,80 | 1,20 | 1,60 | 2,00 | 1,80 | 2,00 | 1,85 |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 11,05 | 13,20 | 16,25 | 21,50 | 18,70 | 18,70 | 17,85 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 1,11 | 1,32 | 1,63 | 2,15 | 1,87 | 1,87 | 1,79 |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

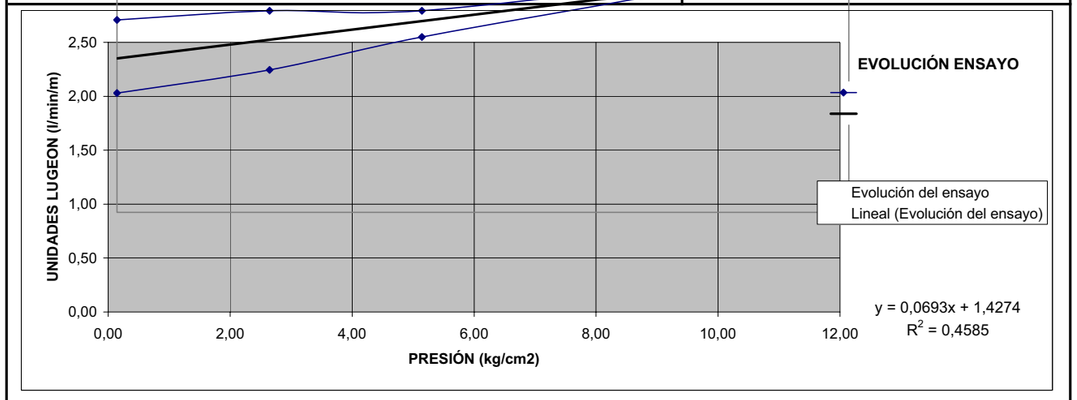
**UNIDADES LUGEON:** 0,69 U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

6,9E-08 - 1,4E-07 m/s

6,9E-06 - 1,4E-05 cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

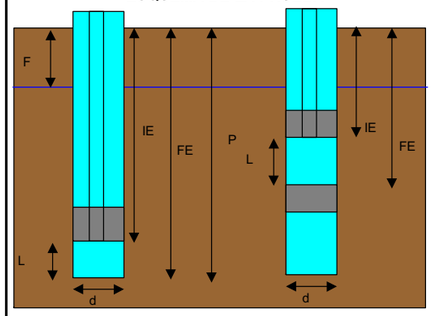
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 07-jun-01
**SONDEO Nº** S-15

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 285312,30270 Y: 4824507,43230 Z: 9,25000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 29,35 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 5,15 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 28,25 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,35 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,10 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Calizas dolomíticas carstificadas.

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua.
Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | 0,00 |
| 1 | 17,50 | 31,00 | | | | | 18,10 |
| 2 | 17,50 | 31,30 | | | | | 18,30 |
| 3 | 16,50 | 31,10 | | | | | 17,90 |
| 4 | 16,40 | | | | | | 18,20 |
| 5 | 16,80 | | | | | | 18,70 |
| 6 | 16,70 | | | | | | 18,30 |
| 7 | 16,90 | | | | | | 18,60 |
| 8 | 17,10 | | | | | | 18,10 |
| 9 | 16,50 | | | | | | 17,90 |
| 10 | 16,70 | | | | | | 17,70 |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 168,60 | 93,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 181,80 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 15,33 | 28,30 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | 16,53 |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

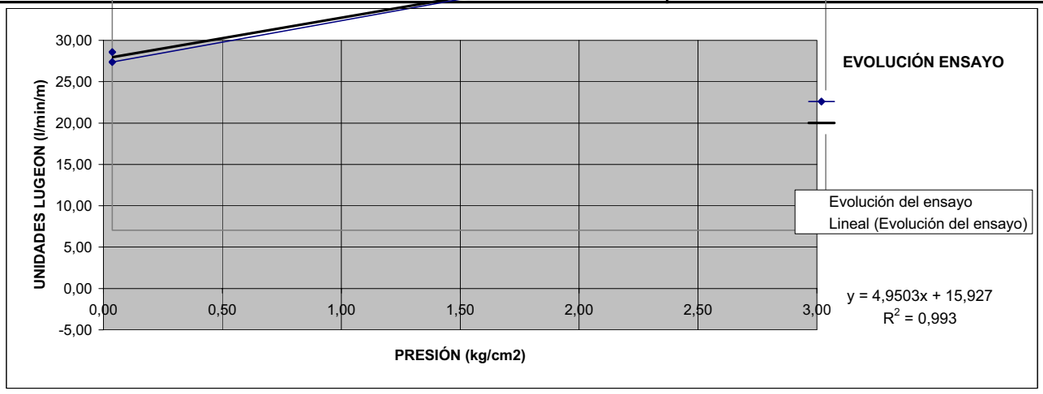
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

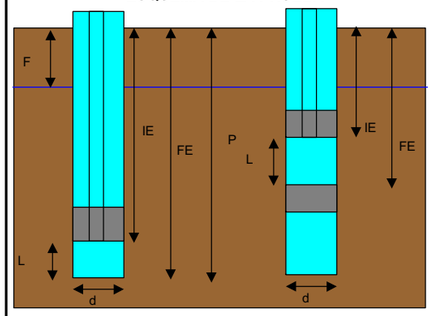
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 07-jun-01
**SONDEO Nº** S-15

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 285312,30270 Y: 4824507,43230 Z: 9,25000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 29,35 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 5,15 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 26,50 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,35 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,85 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Calizas dolomíticas carstificadas.

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua.
Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 10,40 | 29,00 | | | | | |
| 2 | 9,20 | 31,30 | | | | | |
| 3 | 9,30 | 31,20 | | | | | |
| 4 | 9,50 | | | | | | |
| 5 | 9,60 | | | | | | |
| 6 | 10,00 | | | | | | |
| 7 | 9,90 | | | | | | |
| 8 | 9,90 | | | | | | |
| 9 | 10,10 | | | | | | |
| 10 | 10,50 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 98,40 | 91,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 3,45 | 10,70 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

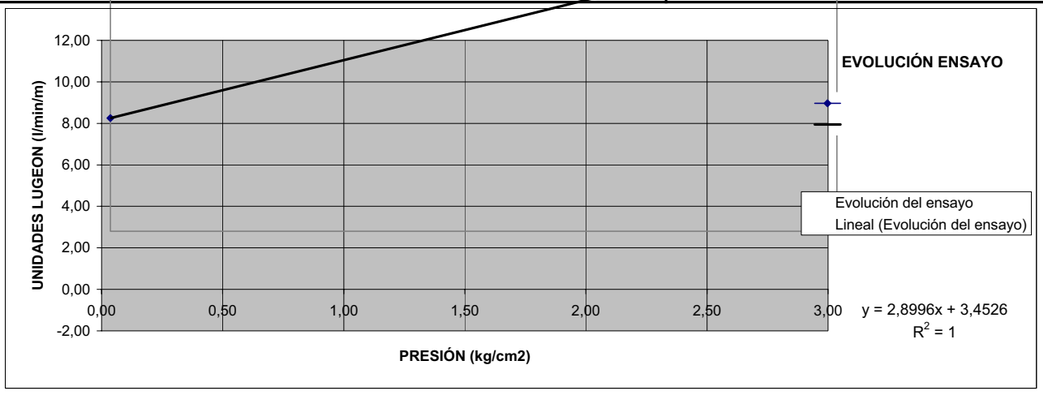
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

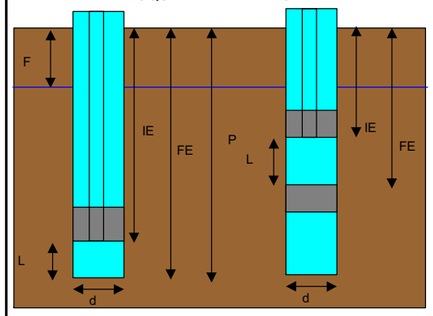
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 02-jun-01
**SONDEO Nº** S-16

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 285387,86680 Y: 48254341,99330 Z: 9,29000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 29,20 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 5,70 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 26,50 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,20 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,70 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Calizas carstificadas.

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua.
Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 11,80 | 28,30 | | | | | |
| 2 | 11,60 | 32,70 | | | | | |
| 3 | 13,00 | 32,60 | | | | | |
| 4 | 13,10 | 31,90 | | | | | |
| 5 | 12,00 | | | | | | |
| 6 | 12,20 | | | | | | |
| 7 | 12,50 | | | | | | |
| 8 | 12,70 | | | | | | |
| 9 | 12,80 | | | | | | |
| 10 | 13,70 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 125,40 | 125,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 4,64 | 11,62 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

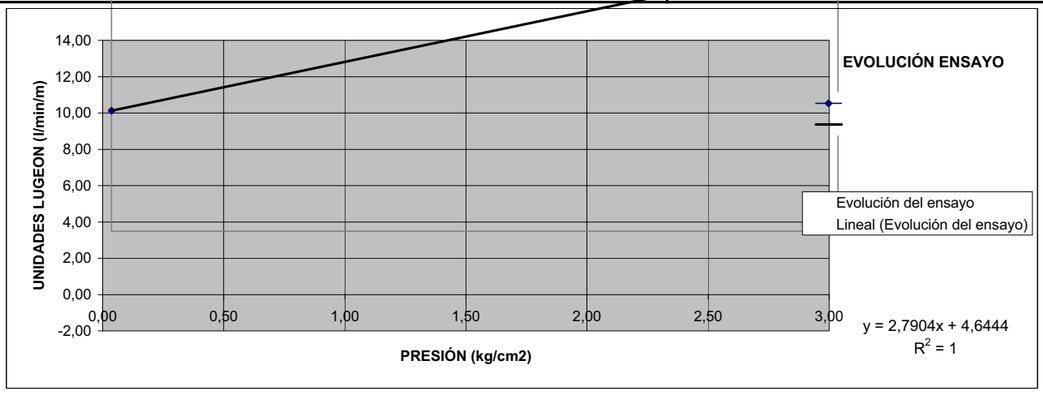
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

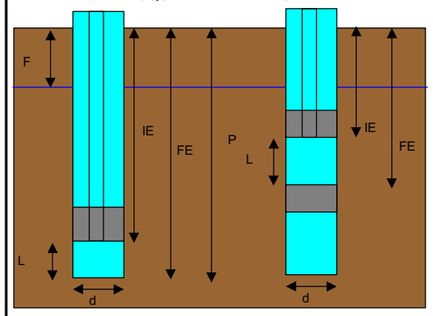
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 02-jun-01
**SONDEO Nº** S-16

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 285387,86680 Y: 48254341,99330 Z: 9,29000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 29,20 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 5,70 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 28,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,20 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,20 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Calizas carstificadas.

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua.
Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | 0,00 |
| 1 | 18,00 | 31,00 | | | | | 18,90 |
| 2 | 17,50 | 32,00 | | | | | 19,00 |
| 3 | 17,70 | 32,10 | | | | | 19,10 |
| 4 | 18,10 | 32,30 | | | | | 19,20 |
| 5 | 18,40 | | | | | | 19,10 |
| 6 | 18,90 | | | | | | 18,90 |
| 7 | 19,00 | | | | | | 19,00 |
| 8 | 19,20 | | | | | | 19,10 |
| 9 | 19,30 | | | | | | 19,00 |
| 10 | 19,50 | | | | | | 18,90 |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 185,60 | 127,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 190,20 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 15,47 | 26,54 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | 15,85 |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

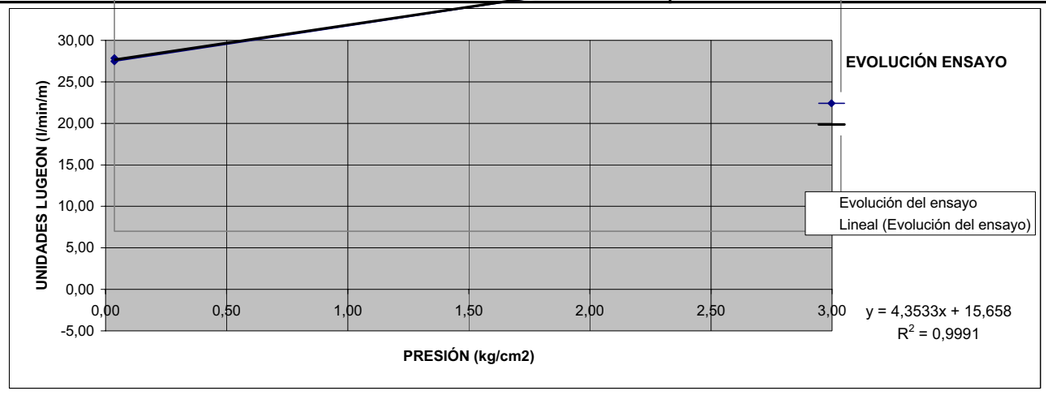
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

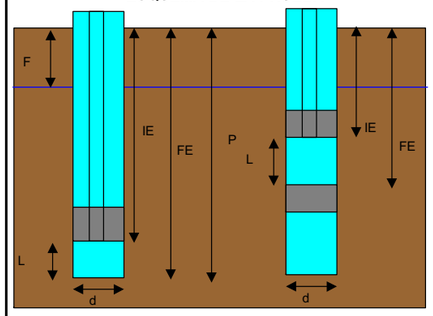
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 19-may-01
**SONDEO Nº** S-17

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 285331,66000
Y: 4823986,07000
Z: 13,26000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 28,20 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 6,50 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 26,50 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 28,20 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,70 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Caliza dolomitizada

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se puede obturar.
Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 1,00 | | | | | | |
| 2 | 0,00 | | | | | | |
| 3 | 1,00 | | | | | | |
| 4 | 1,00 | | | | | | |
| 5 | 1,00 | | | | | | |
| 6 | 1,00 | | | | | | |
| 7 | 2,00 | | | | | | |
| 8 | 1,00 | | | | | | |
| 9 | 1,00 | | | | | | |
| 10 | 2,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 11,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 0,65 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

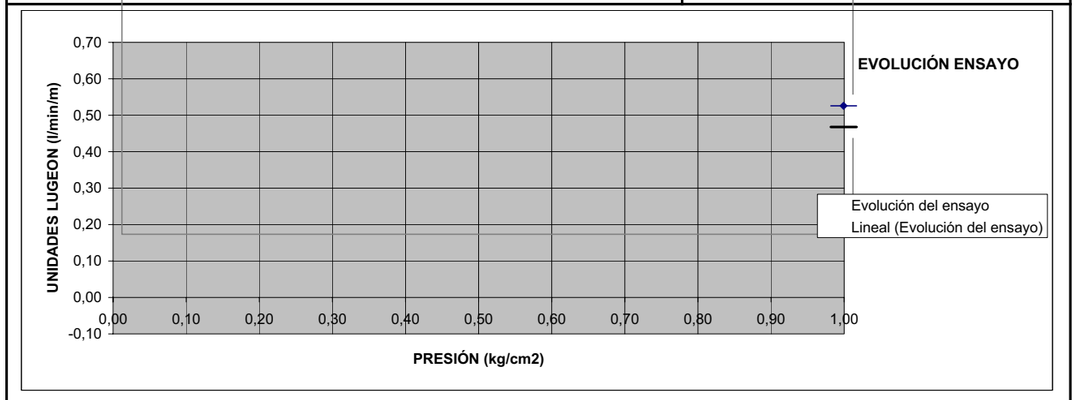
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

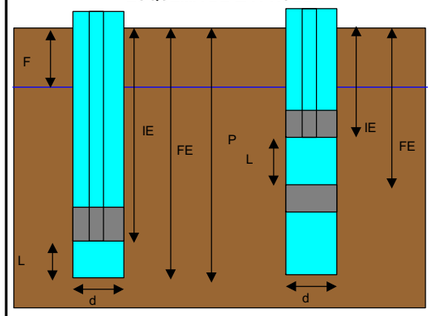
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 17-may-01
**SONDEO Nº** S-18

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 285508,64000
Y: 4824392,07000
Z: 8,50000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 32,10 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 5,25 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 30,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 32,10 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,10 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limosas

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua y baja la presión. Ensayo no válido
Se repite el ensayo bajando el obturador a 31 m

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | | | | |
| 1 | 5,00 | 4,00 | 32,00 | | | | |
| 2 | 1,00 | 3,00 | 31,00 | | | | |
| 3 | 0,00 | 3,00 | 31,00 | | | | |
| 4 | 0,00 | 4,00 | | | | | |
| 5 | 1,00 | 4,00 | | | | | |
| 6 | 0,00 | 5,00 | | | | | |
| 7 | 0,00 | 4,00 | | | | | |
| 8 | 0,00 | 4,00 | | | | | |
| 9 | 0,00 | 4,00 | | | | | |
| 10 | 1,00 | 5,00 | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 8,00 | 40,00 | 94,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 0,38 | 1,90 | 14,92 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

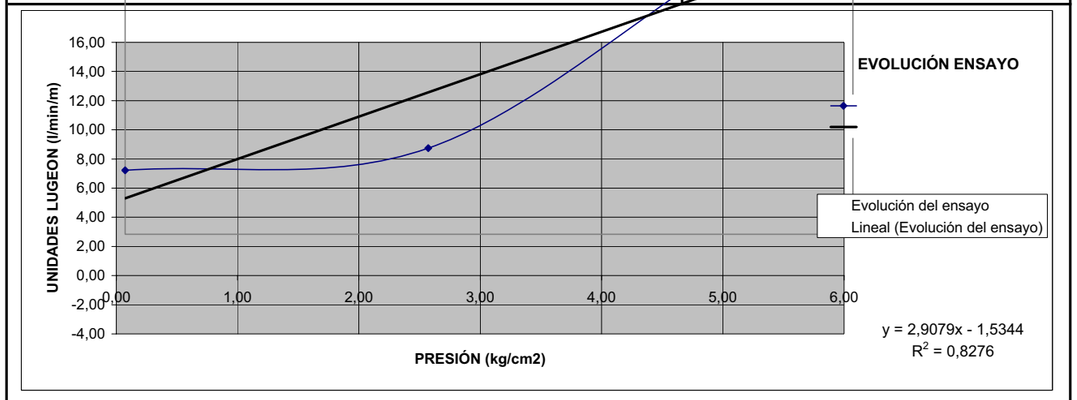
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

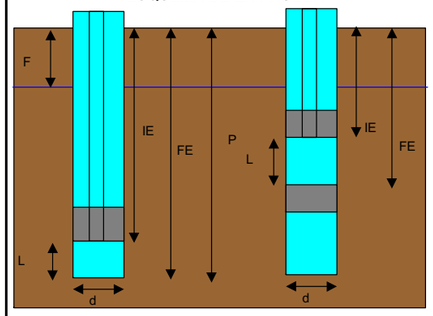
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 17-may-01
**SONDEO Nº** S-18

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 285508,64000 Y: 4824392,07000 Z: 8,50000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 32,10 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 5,25 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 31,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 32,10 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,10 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limosas

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua y baja la presión. Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | | | | 0,00 |
| 1 | 4,00 | 30,00 | | | | | 4,00 |
| 2 | 2,00 | 31,00 | | | | | 3,00 |
| 3 | 2,00 | 32,00 | | | | | 2,00 |
| 4 | 1,00 | 31,00 | | | | | 3,00 |
| 5 | 2,00 | 31,00 | | | | | 2,00 |
| 6 | 1,00 | 32,00 | | | | | 2,00 |
| 7 | 1,00 | 31,00 | | | | | 1,00 |
| 8 | 1,00 | 31,00 | | | | | 1,00 |
| 9 | 1,00 | 31,00 | | | | | 1,00 |
| 10 | 1,00 | 32,00 | | | | | 1,00 |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 16,00 | 312,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 20,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 1,45 | 28,36 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | 1,82 |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

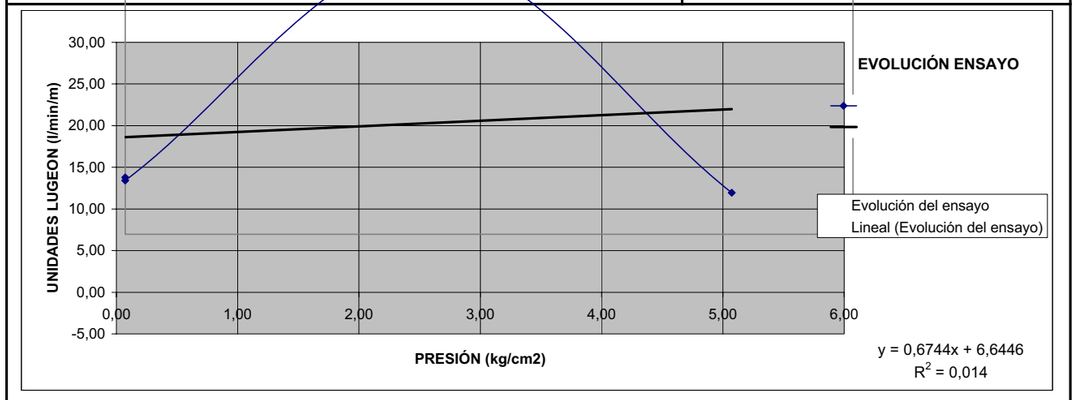
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

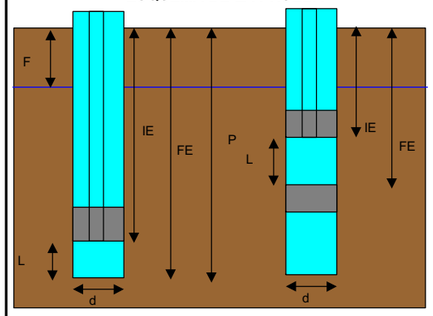
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 24-may-01
**SONDEO Nº** S-19

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 285555,83000 Y: 482483,09000 Z: 9,06000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 37,00 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 3,97 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 35,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 37,00 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,00 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:**

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | 10,00 | 5,00 | 2,50 | 0,00 |
| 1 | 6,00 | 3,00 | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 |
| 2 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 |
| 3 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 2,00 |
| 4 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 |
| 5 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 |
| 6 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 |
| 7 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 |
| 8 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 1,00 |
| 9 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 2,00 |
| 10 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 10,00 | 10,00 | 14,00 | 16,00 | 15,00 | 13,00 | 12,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 0,50 | 0,50 | 0,70 | 0,80 | 0,75 | 0,65 | 0,60 |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

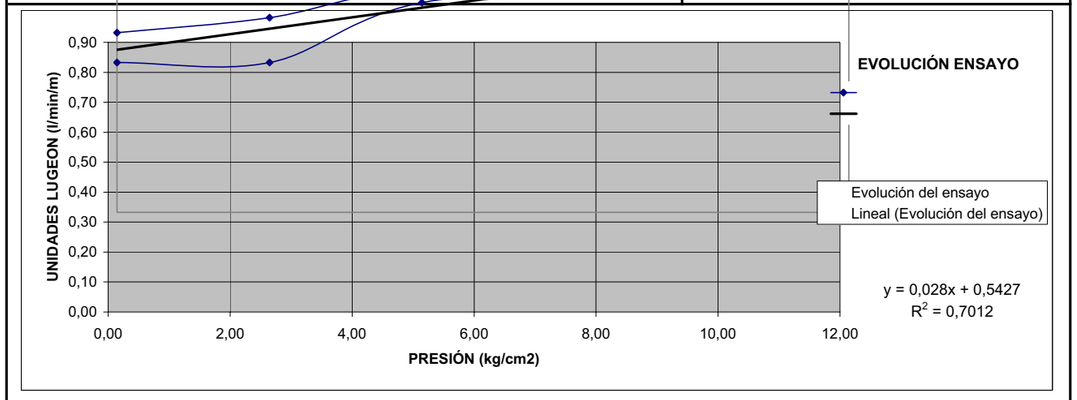
**UNIDADES LUGEON:** 0,28 U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

2,8E-08 - 5,6E-08 m/s

2,8E-06 - 5,6E-06 cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

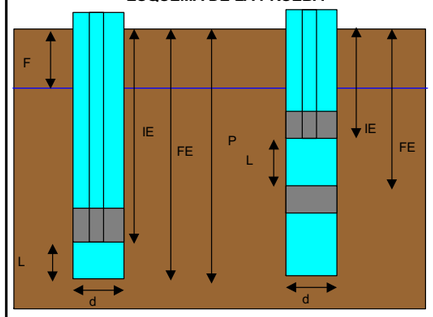
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 18-may-01
**SONDEO Nº** S-20

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 285468,62110
Y: 4824108,51800
Z: 8,30000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 27,65 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 3,85 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 26,50 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 27,65 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,15 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limosas

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

### OBSERVACIONES:

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | 10,00 | 5,00 | 2,50 | 0,00 |
| 1 | 4,00 | 5,00 | 7,00 | 25,00 | 8,00 | 1,00 | 1,00 |
| 2 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 25,00 | 7,00 | 1,00 | 1,00 |
| 3 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 26,00 | 8,00 | 1,00 | 1,00 |
| 4 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 26,00 | 8,00 | 2,00 | 1,00 |
| 5 | 2,00 | 5,00 | 6,00 | 24,00 | 8,00 | 2,00 | 1,00 |
| 6 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 25,00 | 9,00 | 2,00 | 1,00 |
| 7 | 2,00 | 5,00 | 6,00 | 25,00 | 9,00 | 2,00 | 1,00 |
| 8 | 3,00 | 5,00 | 6,00 | 27,00 | 9,00 | 2,00 | 0,00 |
| 9 | 2,00 | 5,00 | 6,00 | 28,00 | 9,00 | 2,00 | 2,00 |
| 10 | 1,00 | 5,00 | 6,00 | 32,00 | 9,00 | 2,00 | 1,00 |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 26,00 | 50,00 | 61,00 | 263,00 | 84,00 | 17,00 | 10,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 2,26 | 4,35 | 5,30 | 22,87 | 7,30 | 1,48 | 0,87 |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

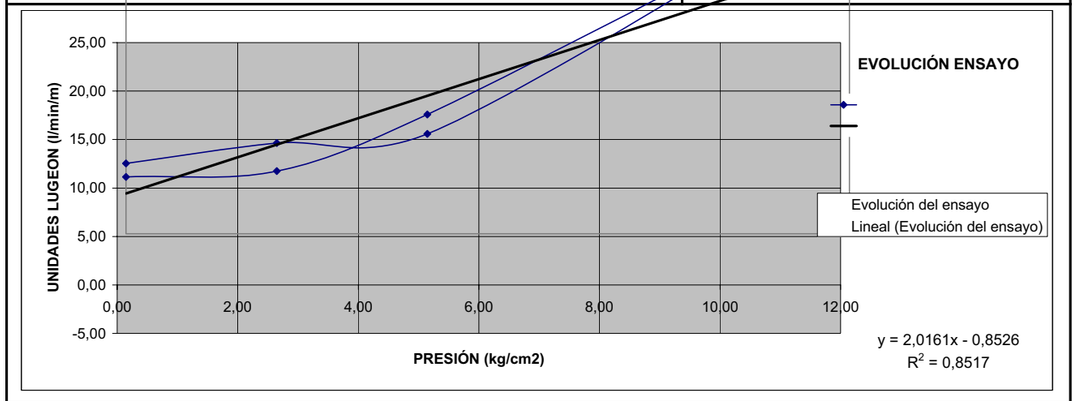
**UNIDADES LUGEON:** 20,16 U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

2,0E-06 - 4,0E-06 m/s

2,0E-04 - 4,0E-04 cm/s

$$k ? \frac{V}{t ?L ?p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

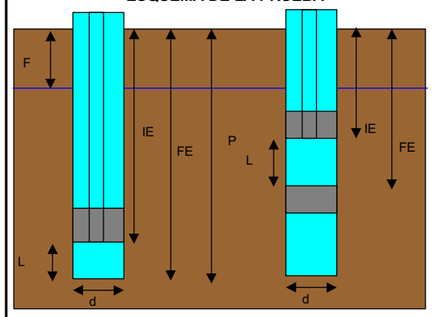
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 01-jun-01
**SONDEO Nº** S-22

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 285642,41450
Y: 4823909,11810
Z: 12,12000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 30,30 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 5,60 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 27,60 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 30,30 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,70 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limo arcillosas gris oscuras.

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

### OBSERVACIONES:

Sale el agua por la boca del sondeo. Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | 10,00 | | | |
| 1 | 4,00 | 4,00 | 5,00 | 28,00 | | | |
| 2 | 4,00 | 4,00 | 6,00 | 20,00 | | | |
| 3 | 4,00 | 3,00 | 5,00 | | | | |
| 4 | 4,00 | 3,00 | 6,00 | | | | |
| 5 | 4,00 | 4,00 | 6,00 | | | | |
| 6 | 4,00 | 4,00 | 5,00 | | | | |
| 7 | 4,00 | 3,00 | 6,00 | | | | |
| 8 | 4,00 | 4,00 | 5,00 | | | | |
| 9 | 4,00 | 4,00 | 6,00 | | | | |
| 10 | 4,00 | 3,00 | 5,00 | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 40,00 | 36,00 | 55,00 | 48,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 1,48 | 1,33 | 2,04 | 8,89 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

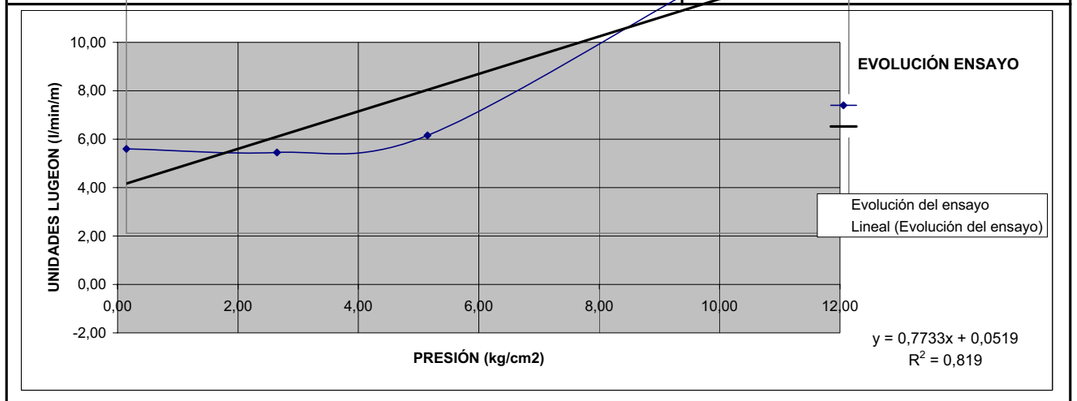
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ?L ?p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

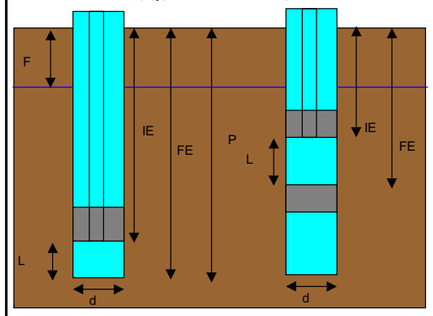
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 29-may-01
**SONDEO Nº** S-23

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 286179,77380
Y: 4824114,64300
Z: 7,83000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 27,75 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 3,30 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 25,50 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 27,75 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,25 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomías con niveles margosos

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se consigue obturar. Sale el agua por la boca. Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | | | | |
| 1 | 5,00 | 3,20 | 14,00 | | | | |
| 2 | 1,00 | 1,60 | 29,00 | | | | |
| 3 | 1,00 | 1,50 | 32,00 | | | | |
| 4 | 4,00 | 1,30 | 32,00 | | | | |
| 5 | 2,00 | 1,50 | | | | | |
| 6 | 2,00 | 1,40 | | | | | |
| 7 | 1,90 | 1,50 | | | | | |
| 8 | 1,80 | 1,40 | | | | | |
| 9 | 1,70 | 1,50 | | | | | |
| 10 | 1,80 | 1,50 | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 22,20 | 16,40 | 107,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 0,99 | 0,73 | 11,89 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

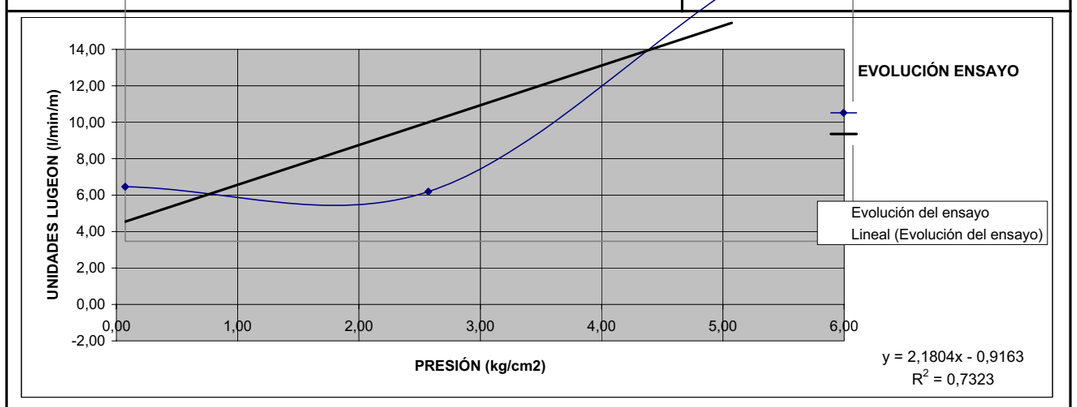
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

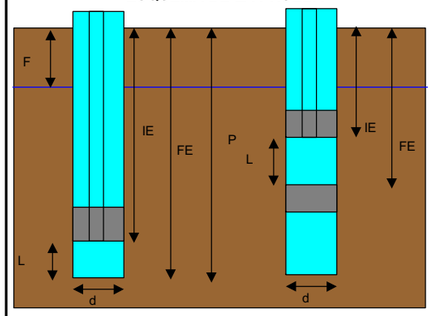
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 31-may-01
**SONDEO Nº** S-24

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 286159,31030
Y: 4823932,68920
Z: 9,52000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 29,80 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 4,50 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 28,30 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,80 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,50 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limo arenosas de color gris oscuro.

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Traga todo el agua. No sube lapresión. Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 30,00 | | | | | | |
| 2 | 30,00 | | | | | | |
| 3 | 30,00 | | | | | | |
| 4 | 30,00 | | | | | | |
| 5 | 30,00 | | | | | | |
| 6 | 30,00 | | | | | | |
| 7 | 30,00 | | | | | | |
| 8 | 30,00 | | | | | | |
| 9 | 30,00 | | | | | | |
| 10 | 30,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 300,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 20,00 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

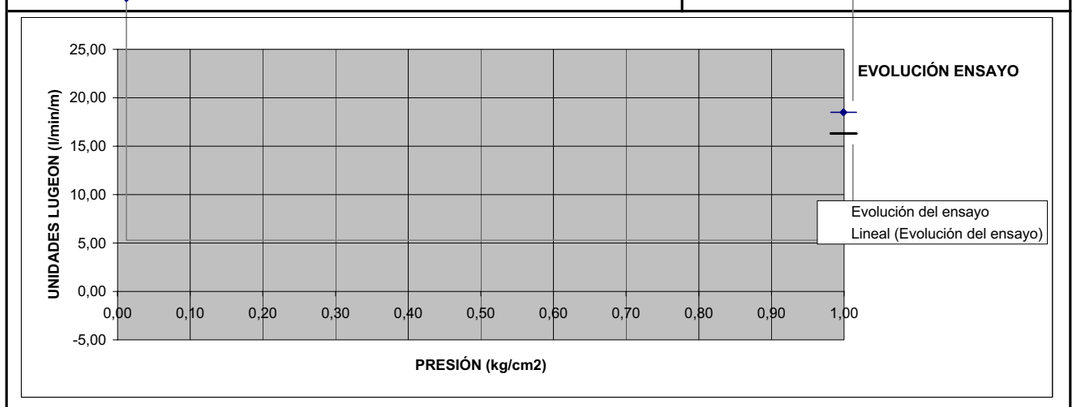
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

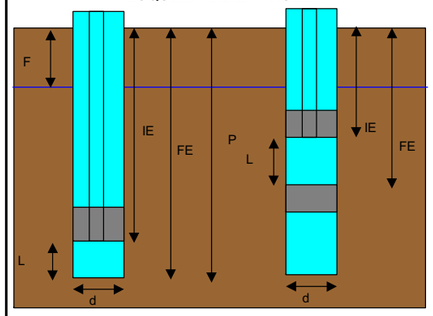
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 22-may-01
**SONDEO Nº** S-25

**DATOS DE CAMPO:**

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 286282,19860 Y: 4823874,87300 Z: 9,24000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 32,30 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 4,40 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 30,80 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 32,30 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,50 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




**GEOLOGÍA:**

LITOLOGÍA: Margas limoarcillosas

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se consigue obturar.
Ensayo no válido. Se repite bajando el obturador a 31,3 m

**EVOLUCIÓN DEL ENSAYO**

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 20,00 | | | | | | |
| 2 | 20,00 | | | | | | |
| 3 | 20,00 | | | | | | |
| 4 | 20,00 | | | | | | |
| 5 | 20,00 | | | | | | |
| 6 | 20,00 | | | | | | |
| 7 | 20,00 | | | | | | |
| 8 | 20,00 | | | | | | |
| 9 | 20,00 | | | | | | |
| 10 | 20,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 200,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 13,33 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

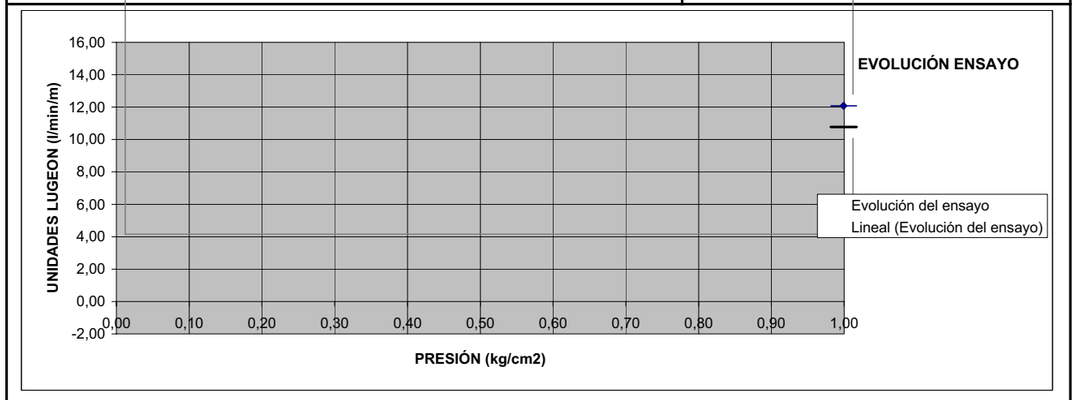
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

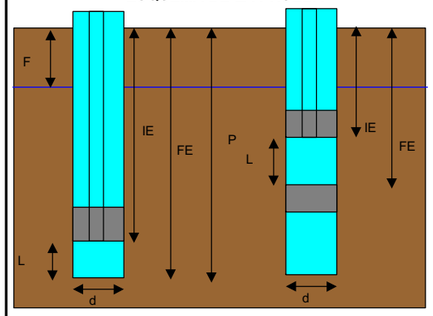
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 22-may-01
**SONDEO Nº** S-25

**DATOS DE CAMPO:**

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 286282,19860 Y: 4823874,87300 Z: 9,24000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 32,30 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 4,40 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 31,30 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 32,30 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,00 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




**GEOLOGÍA:**

LITOLOGÍA: Margas limoarcillosas

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se consigue obturar.
Ensayo no válido. Se repite el ensayo a 35 m.

**EVOLUCIÓN DEL ENSAYO**

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 20,00 | | | | | | |
| 2 | 20,00 | | | | | | |
| 3 | 20,00 | | | | | | |
| 4 | 20,00 | | | | | | |
| 5 | 20,00 | | | | | | |
| 6 | 20,00 | | | | | | |
| 7 | 20,00 | | | | | | |
| 8 | 20,00 | | | | | | |
| 9 | 20,00 | | | | | | |
| 10 | 20,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 200,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 20,00 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)**

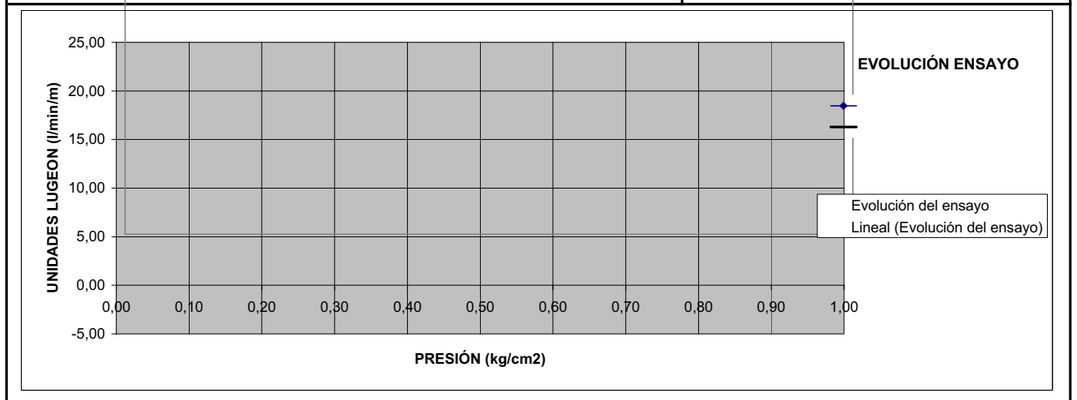
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

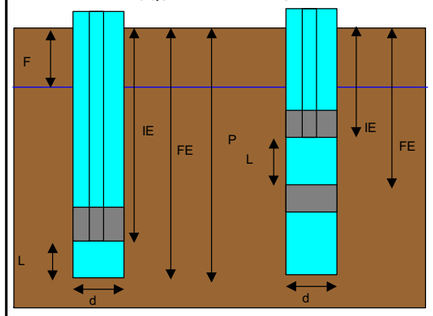
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 22-may-01
**SONDEO Nº** S-25

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 286282,19860 Y: 4823874,87300 Z: 9,24000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):** | 35,00 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 4,40 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 33,50 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 35,00 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,50 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limoarcillosas

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se consigue obturar.
Ensayo no válido. Se repite bajando el obturador a 34 m

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 22,00 | | | | | | |
| 2 | 30,00 | | | | | | |
| 3 | 33,00 | | | | | | |
| 4 | 33,00 | | | | | | |
| 5 | 33,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 151,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 20,13 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

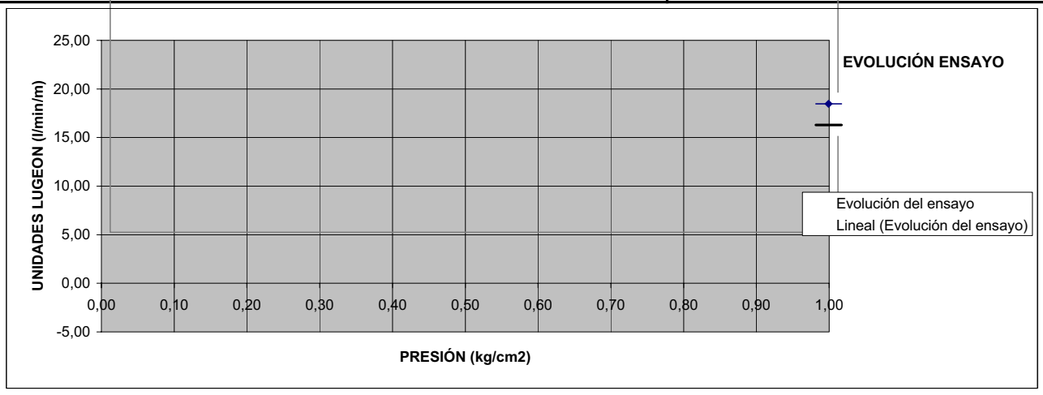
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

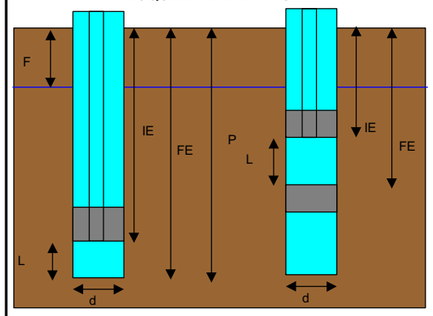
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 23-may-01
**SONDEO Nº** S-25

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 286282,19860 Y: 4823874,87300 Z: 9,24000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):** | 35,00 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 4,40 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 34,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 35,00 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,00 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Margas limoarcillosas

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se consigue obturar.
Sale el agua por la boca. Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 18,00 | 22,00 | | | | | |
| 2 | 18,00 | | | | | | |
| 3 | 18,00 | | | | | | |
| 4 | 18,00 | | | | | | |
| 5 | 18,00 | | | | | | |
| 6 | 17,00 | | | | | | |
| 7 | 18,00 | | | | | | |
| 8 | 18,00 | | | | | | |
| 9 | 18,00 | | | | | | |
| 10 | 17,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 178,00 | 22,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 17,80 | 22,00 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

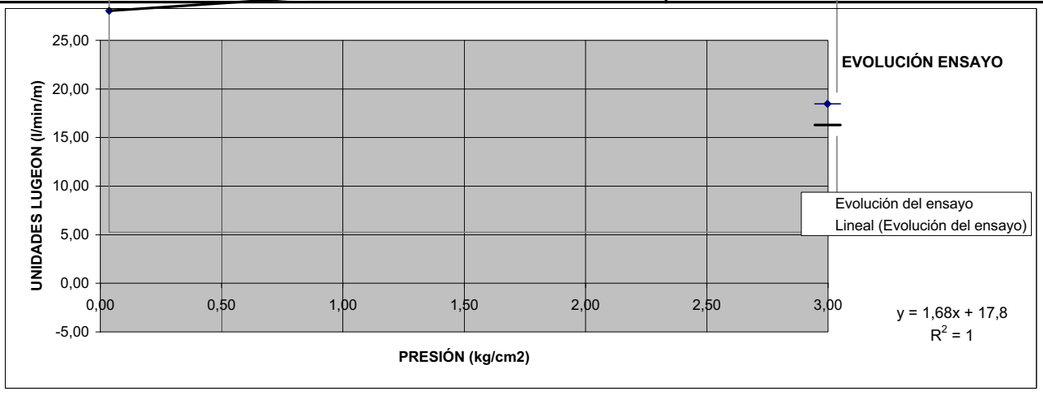
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

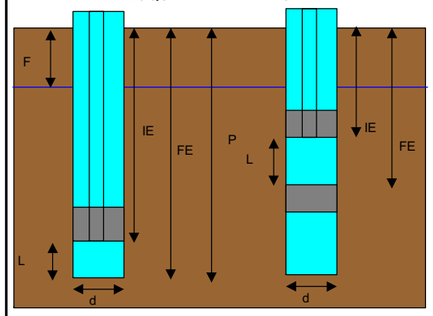
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 25-may-01
**SONDEO Nº** S-26

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 286283,17880
Y: 4823684,57000
Z: 16,48000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 30,00 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 11,00 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 28,50 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 30,00 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,50 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomías fracturadas y muy alteradas

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se consigue obturar.
Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 40,00 | | | | | | |
| 2 | 40,00 | | | | | | |
| 3 | 40,00 | | | | | | |
| 4 | 40,00 | | | | | | |
| 5 | 40,00 | | | | | | |
| 6 | 40,00 | | | | | | |
| 7 | 40,00 | | | | | | |
| 8 | 40,00 | | | | | | |
| 9 | 40,00 | | | | | | |
| 10 | 40,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 400,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 26,67 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

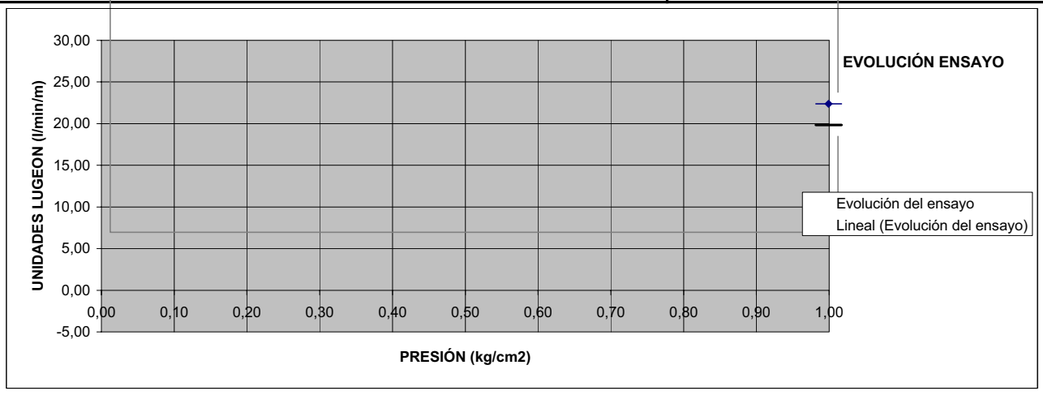
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

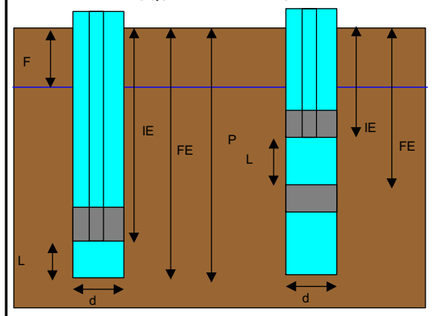
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 17-may-01
**SONDEO Nº** S-27

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 286439,35000
Y: 4823885,22000
Z: 9,40000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 31,00 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 6,70 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 29,50 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 31,00 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,50 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomía alterada a marga

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se puede obturar.
Ensayo no válido. Se repite bajando el obturador a 30 m.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 30,00 | | | | | | |
| 2 | 40,00 | | | | | | |
| 3 | 40,00 | | | | | | |
| 4 | 40,00 | | | | | | |
| 5 | 40,00 | | | | | | |
| 6 | 40,00 | | | | | | |
| 7 | 40,00 | | | | | | |
| 8 | 40,00 | | | | | | |
| 9 | 40,00 | | | | | | |
| 10 | 40,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 390,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 26,00 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

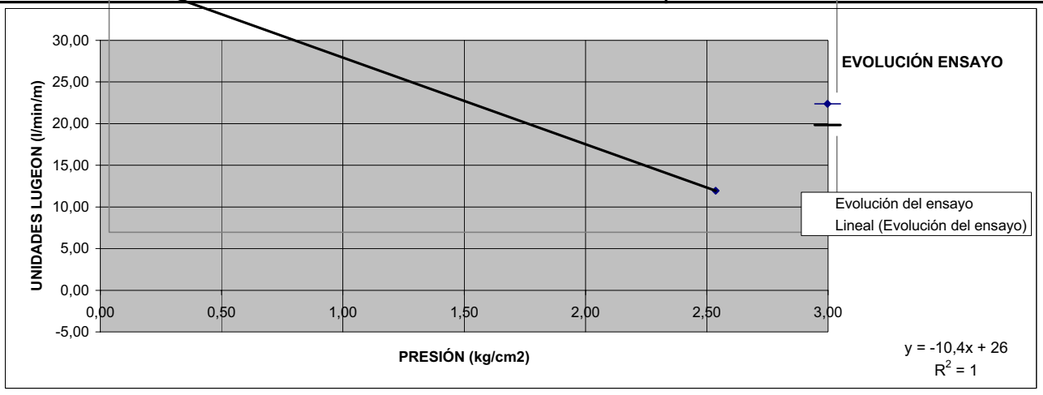
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

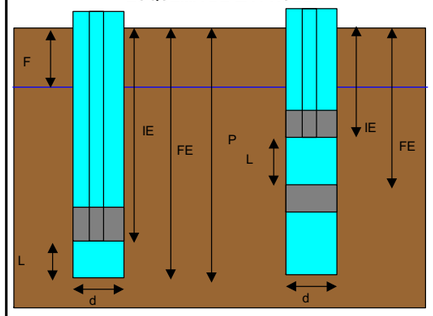
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 18-may-01
**SONDEO Nº** S-27

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 286439,35000 Y: 4823885,22000 Z: 9,40000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 31,00 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 6,70 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 30,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 31,00 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,00 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomía alterada a marga

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se puede obturar.
Ensayo no válido. Se repite a 35 m de profundidad.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | | | | | |
| 1 | 4,00 | 17,00 | | | | | |
| 2 | 2,00 | 40,00 | | | | | |
| 3 | 1,00 | | | | | | |
| 4 | 1,00 | | | | | | |
| 5 | 0,00 | | | | | | |
| 6 | 0,00 | | | | | | |
| 7 | 0,00 | | | | | | |
| 8 | 0,00 | | | | | | |
| 9 | 0,00 | | | | | | |
| 10 | 0,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 8,00 | 57,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 0,80 | 28,50 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

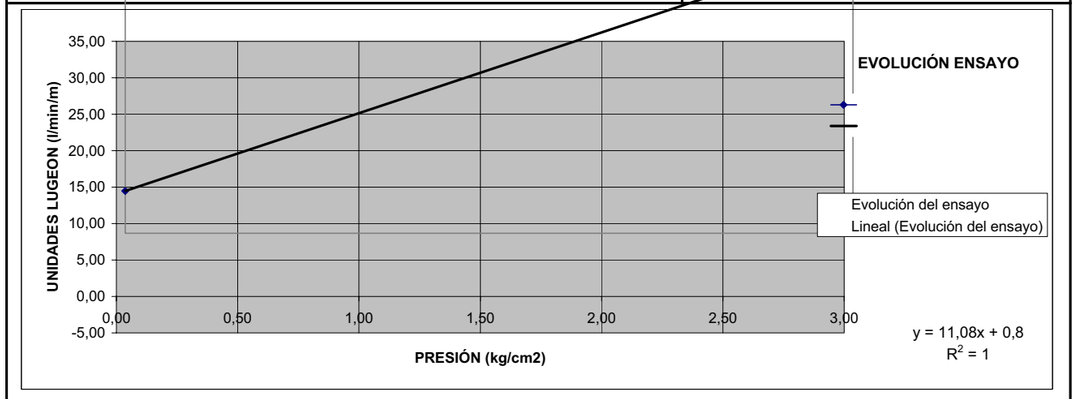
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

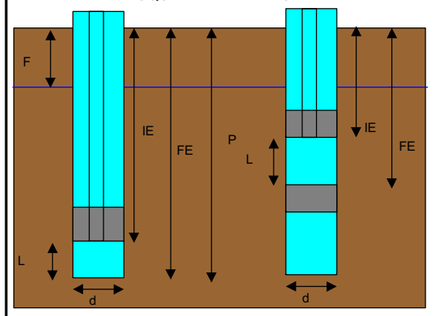
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 18-may-01
**SONDEO Nº** S-27

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 286439,35000 Y: 4823885,22000 Z: 9,40000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 35,00 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 8,40 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,086 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 34,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 35,00 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,00 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Dolomía alterada a marga

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se puede obturar.
Ensayo no válido

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 40,00 | | | | | | |
| 2 | 40,00 | | | | | | |
| 3 | 40,00 | | | | | | |
| 4 | 40,00 | | | | | | |
| 5 | 40,00 | | | | | | |
| 6 | 40,00 | | | | | | |
| 7 | 40,00 | | | | | | |
| 8 | 40,00 | | | | | | |
| 9 | 40,00 | | | | | | |
| 10 | 40,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 400,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 40,00 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

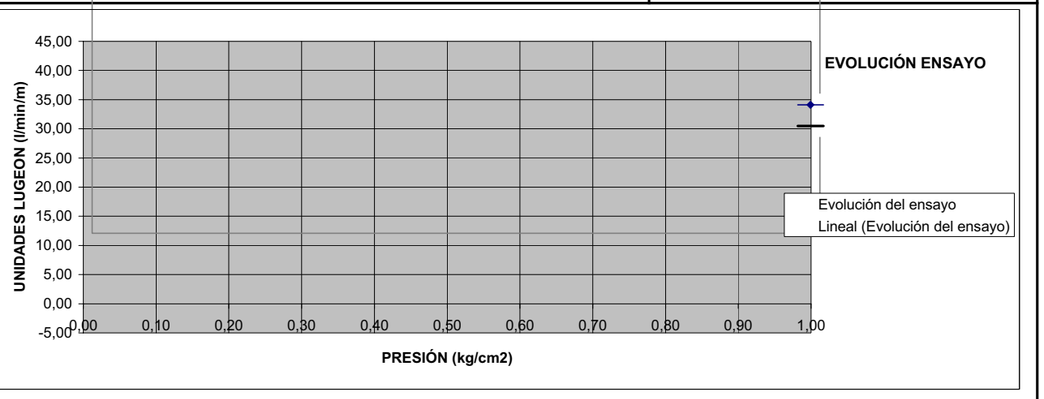
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k\ ?\ \frac{V}{t\ ?L\ ?p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

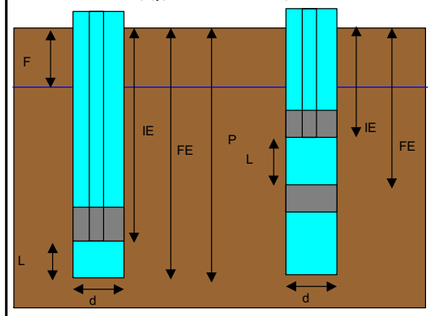
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 30-may-01
**SONDEO Nº** S-28

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 286729,54230
Y: 4823716,95340
Z: 8,40000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 27,65 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 4,27 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 25,35 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 27,65 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,30 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Calizas muy alteradas y fracturadas con rellenos margosos anaranjados hasta 27,3 m; margas grises el resto.
UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** Se sale el agua por la boca del sondeo. Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | | | | 0,00 |
| 1 | 0,00 | 25,00 | 36,00 | | | | 1,20 |
| 2 | 0,50 | 24,00 | 37,00 | | | | 0,50 |
| 3 | 1,00 | 24,00 | | | | | 0,50 |
| 4 | 0,40 | 25,00 | | | | | 0,60 |
| 5 | 0,40 | 25,00 | | | | | 0,50 |
| 6 | 0,40 | 25,00 | | | | | 0,60 |
| 7 | 0,50 | 25,00 | | | | | 0,70 |
| 8 | 1,00 | 26,00 | | | | | 1,00 |
| 9 | 0,60 | 25,00 | | | | | 0,60 |
| 10 | 0,50 | 26,00 | | | | | 0,60 |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 5,30 | 250,00 | 73,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,80 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 0,23 | 10,87 | 15,87 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | 0,30 |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

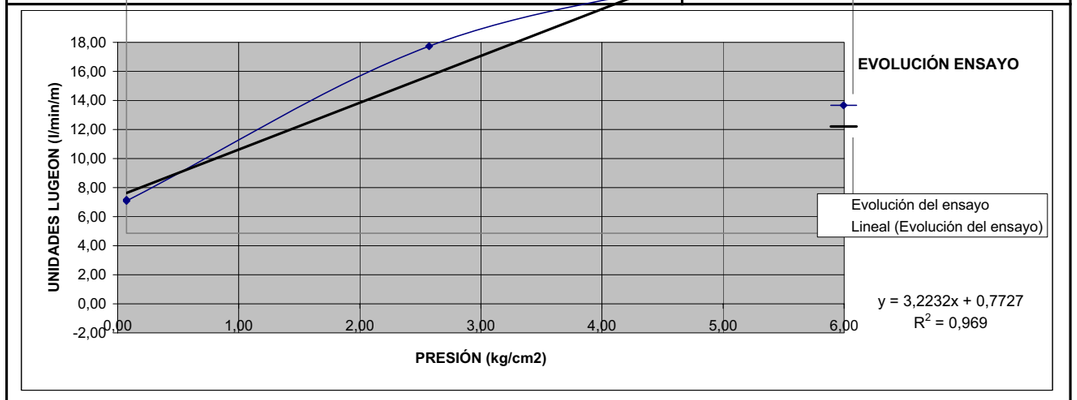
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

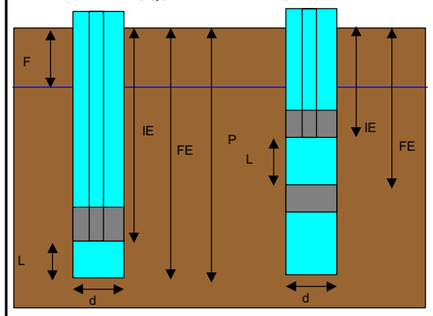
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 28-may-01
**SONDEO Nº** S-29

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:**
X: 287090,51750
Y: 4823622,57600
Z: 7,38000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIAD PERFORACIÓN (P):** | 28,10 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 2,30 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 27,00 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 28,10 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 1,10 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Brecha dolomítica

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

**OBSERVACIONES:** No se consigue obturar. Sale el agua por la boca. Ensayo no válido.

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | | | | | | |
| 1 | 22,00 | | | | | | |
| 2 | 45,00 | | | | | | |
| 3 | 70,00 | | | | | | |
| 4 | 96,00 | | | | | | |
| 5 | 124,00 | | | | | | |
| 6 | 151,00 | | | | | | |
| 7 | 178,00 | | | | | | |
| 8 | 205,00 | | | | | | |
| 9 | 232,00 | | | | | | |
| 10 | 258,00 | | | | | | |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 1381,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 125,55 | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! | #¡DIV/0! |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

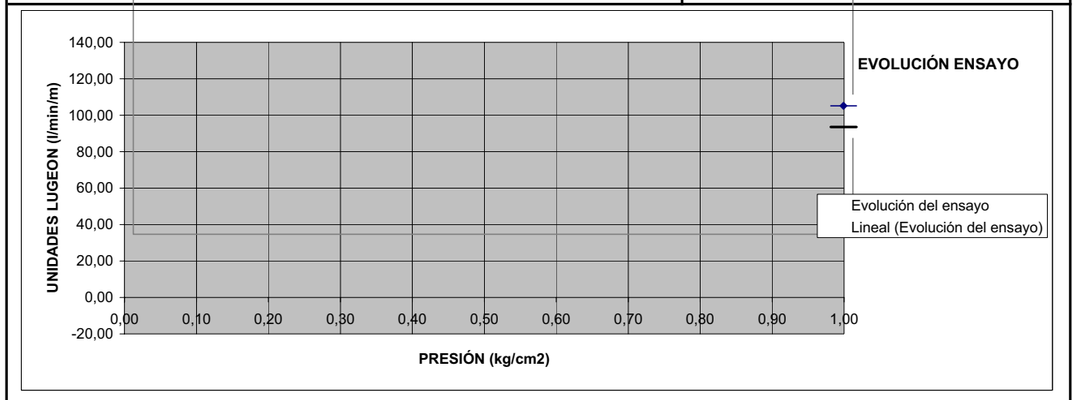
**UNIDADES LUGEON:** #¡VALOR! U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

######## - ####### m/s

######## - ####### cm/s

$$k ? \frac{V}{t ? L ? p}$$



**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

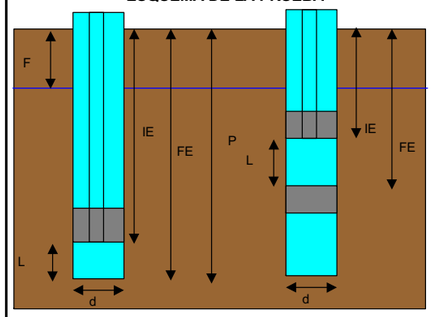
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 30-may-01
**SONDEO Nº** S-30

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 287180,26110 Y: 4823716,27430 Z: 7,37000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):** | 30,30 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 2,70 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 28,30 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 30,30 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,00 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Brecha dolomítica en matriz margolimosa gris oscura hasta 29,1 m; Calizas muy fracturadas el resto.
UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

### OBSERVACIONES:

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | 10,00 | 5,00 | 2,50 | 0,00 |
| 1 | 1,00 | 1,00 | 2,00 | 8,00 | 8,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 2,00 | 3,00 | 3,00 | 10,00 | 7,00 | 1,00 | 1,00 |
| 3 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 9,00 | 7,00 | 3,00 | 2,00 |
| 4 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | 9,00 | 8,00 | 2,00 | 1,00 |
| 5 | 3,00 | 2,00 | 3,00 | 11,00 | 7,00 | 2,00 | 1,00 |
| 6 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 16,00 | 7,00 | 2,00 | 1,00 |
| 7 | 3,00 | 2,00 | 2,00 | 21,00 | 7,00 | 2,00 | 1,00 |
| 8 | 2,00 | 1,00 | 3,00 | 23,00 | 6,00 | 3,00 | 1,00 |
| 9 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 20,00 | 7,00 | 2,00 | 1,00 |
| 10 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | 20,00 | 7,00 | 2,00 | 1,00 |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 18,00 | 19,00 | 26,00 | 147,00 | 71,00 | 19,00 | 10,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 0,90 | 0,95 | 1,30 | 7,35 | 3,55 | 0,95 | 0,50 |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

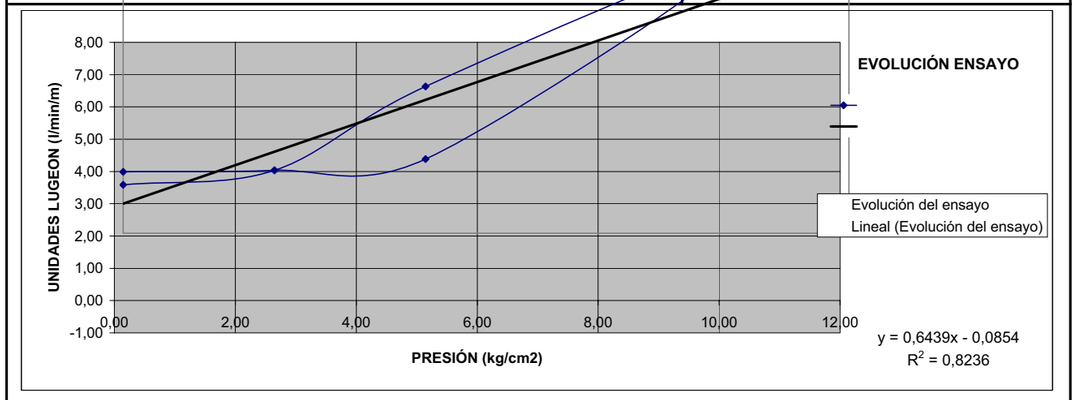
**UNIDADES LUGEON:** 6,44 U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

6,4E-07 - 1,3E-06 m/s

6,4E-05 - 1,3E-04 cm/s

$$k ? \frac{V}{t ?L ?p}$$




**GEOCONTROL .S.A.**

GEOTECNIA Y OBRAS SUBTERRÁNEAS

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD

## TIPO LUGEON

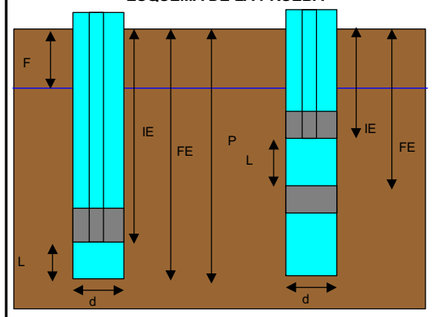
**TRABAJO:** Nuevo trazado subterraneo del FF.CC. en Gijón
**CLAVE:** 0108-GE
**FECHA:** 26-may-01
**SONDEO Nº** S-31

### DATOS DE CAMPO:

**COORDENADAS U.T.M.:** X: 285801,62000 Y: 4824234,35000 Z: 8,51000

| | | |
|---|---|---|
| **PROFUNDIDAD PERFORACIÓN (P):** | 29,65 | m |
| **PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO (F):** | 4,00 | m |
| **DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (d):** | 0,101 | m |
| **INICIO TRAMO ENSAYADO (IE)** | 27,60 | m |
| **FINAL TRAMO ENSAYADO (FE)** | 29,65 | m |
| **LONGITUD TRAMO ENSAYADO (L)** | 2,05 | m |

**ESQUEMA DE LA PRUEBA**




### GEOLOGÍA:

LITOLOGÍA: Mraga limosa

UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA: Jurásico

### OBSERVACIONES:

### EVOLUCIÓN DEL ENSAYO

| VOLUMEN (V) (l) | PRESIÓN (p) (kg/cm²) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | RAMA ASCENDENTE | | | | R. DESCENDENTE | | |
| TIEMPO (t) (min) | 0,00 | 2,50 | 5,00 | 10,00 | 5,00 | 2,50 | 0,00 |
| 1 | 2,00 | 10,00 | 14,00 | 26,00 | 15,00 | 9,00 | 1,00 |
| 2 | 1,00 | 10,00 | 15,00 | 26,00 | 15,00 | 11,00 | 2,00 |
| 3 | 1,00 | 11,00 | 6,00 | 26,00 | 15,00 | 10,00 | 2,00 |
| 4 | 1,00 | 11,00 | 14,00 | 26,00 | 14,00 | 11,00 | 1,00 |
| 5 | 1,00 | 11,00 | 16,00 | 27,00 | 15,00 | 11,00 | 1,00 |
| 6 | 1,00 | 11,00 | 14,00 | 24,00 | 15,00 | 10,00 | 2,00 |
| 7 | 1,00 | 10,00 | 15,00 | 25,00 | 13,00 | 11,00 | 2,00 |
| 8 | 1,00 | 11,00 | 14,00 | 26,00 | 16,00 | 10,00 | 1,00 |
| 9 | 1,00 | 10,00 | 14,00 | 26,00 | 15,00 | 11,00 | 2,00 |
| 10 | 1,00 | 11,00 | 13,00 | 26,00 | 15,00 | 11,00 | 2,00 |
| | | | | | | | |
| TOTAL | 11,00 | 106,00 | 135,00 | 258,00 | 148,00 | 105,00 | 16,00 |
| ADMISIÓN (l/m/min) | 0,54 | 5,17 | 6,59 | 12,59 | 7,22 | 5,12 | 0,78 |

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD LUGEON (K)

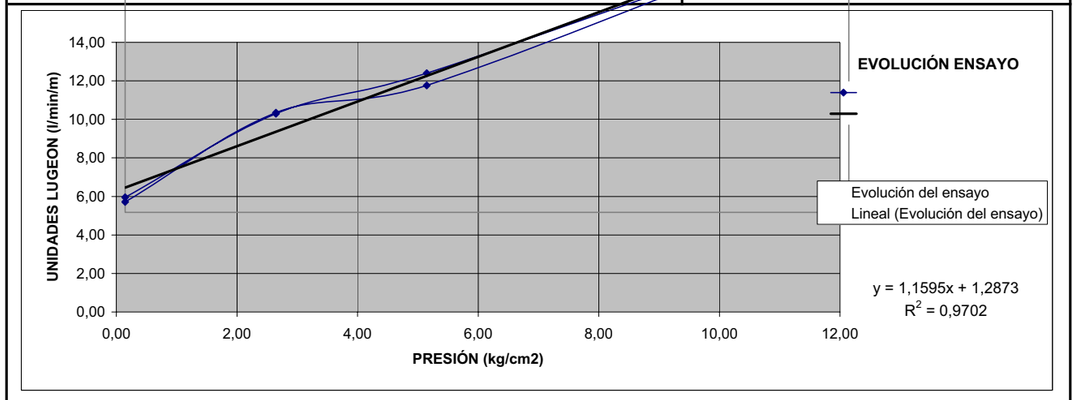
**UNIDADES LUGEON:** 11,60 U.L.

**PERMEABILIDAD EQUIVALENTE (k):**

1,2E-06 - 2,3E-06 m/s

1,2E-04 - 2,3E-04 cm/s

$$k ? \frac{V}{t ?L ?p}$$



## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

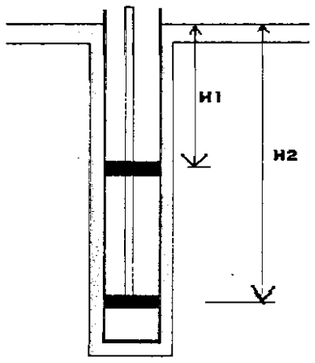
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 1 **FECHA:** 11/07/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** MARGAS GRISES

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 7.3 m.



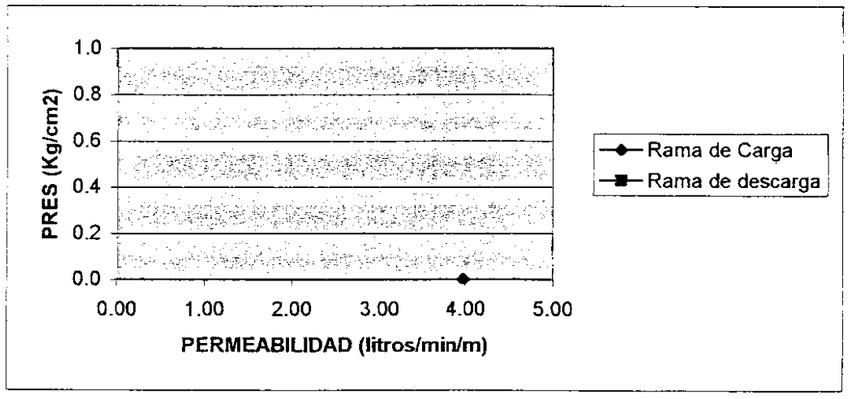

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **12.50** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **16.50** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 159.00 | 3.98 |

**PERMEABILIDAD : 3.98 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 0,0 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

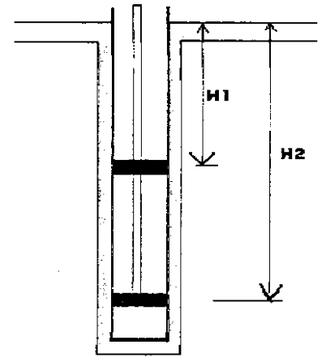
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 1 **FECHA:** 12/07/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** MARGAS CON CALIZA

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 9.6 m.



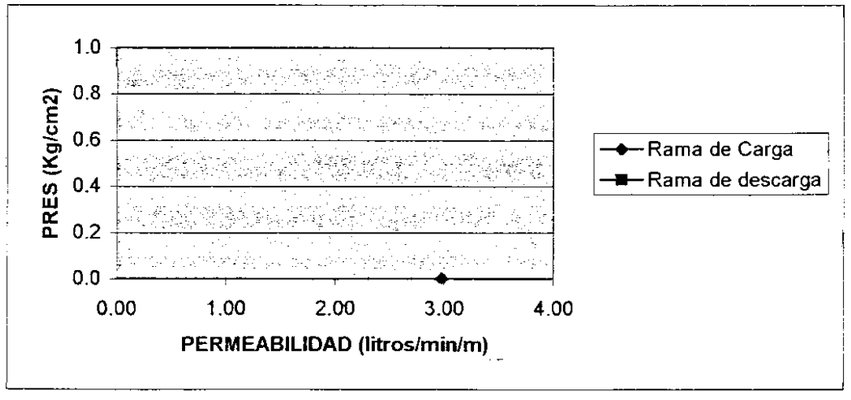

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **19.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **23.40** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 131.00 | 2.98 |

**PERMEABILIDAD : 2.98 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 0 Kp/cm2

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
### CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 2 **FECHA:** 04/07/02

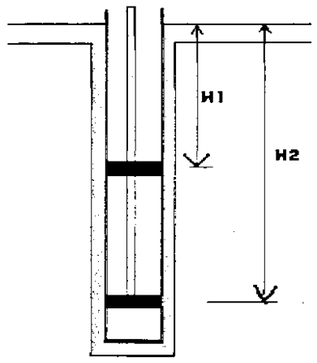
**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** MARGAS GRISES

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 6.3 m.

**DATOS DE CAMPO:**

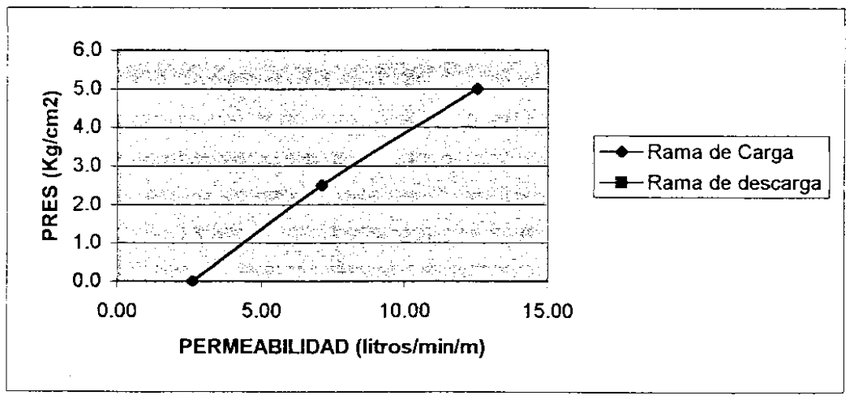
| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **11.80** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **16.80** | m. |




**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 130.00 | 2.60 |
| 2.5 | 355.00 | 7.10 |
| 5.0 | 627.00 | 12.54 |

**PERMEABILIDAD :** **12.54** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 5 Kp7cm2

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
### CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 2 **FECHA:** 05/07/02

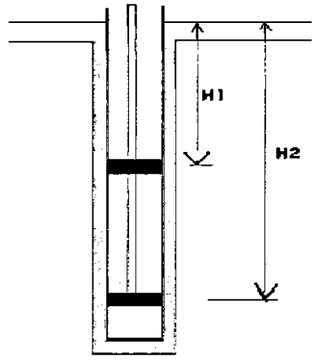
**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** CALIZA CON MARGAS

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 11.2 m.

**DATOS DE CAMPO:**

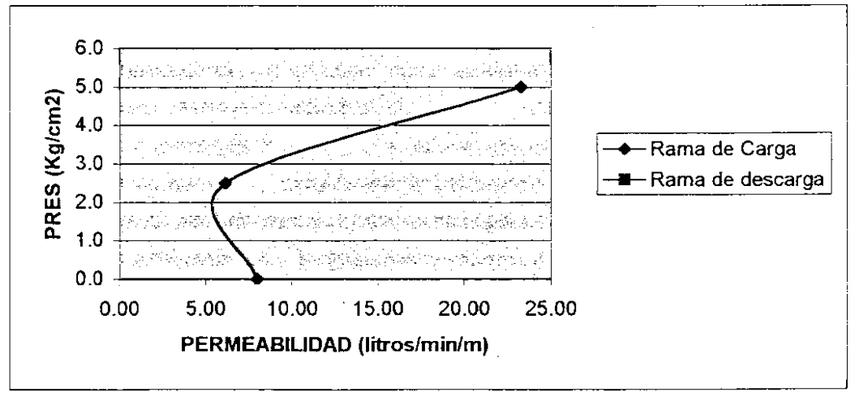
| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **25.50** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **28.10** | m. |




**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 207.00 | 7.96 |
| 2.5 | 160.00 | 6.15 |
| 5.0 | 605.00 | 23.27 |

**PERMEABILIDAD :** **23.27** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

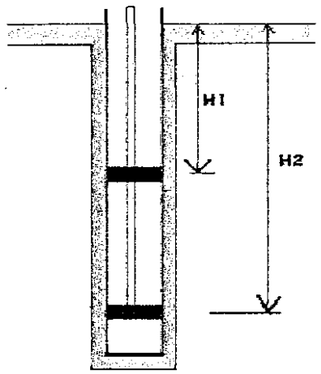
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 3 **FECHA:** 31/07/02

**Nº TRABAJO**

**LITOLOGÍA:** CALIZA Y MARGA

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



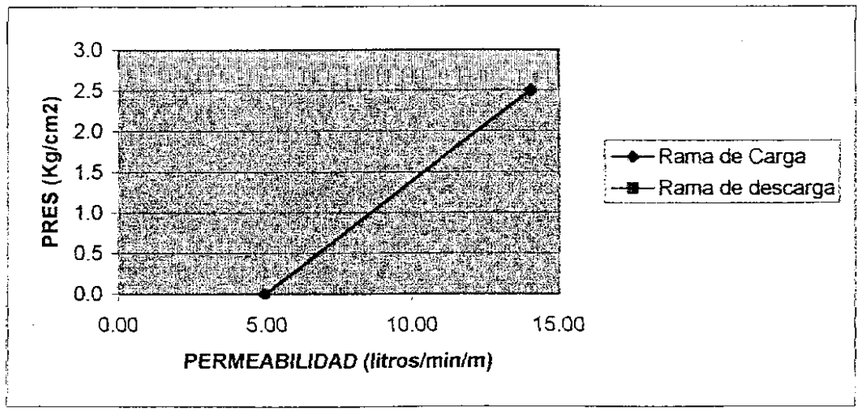

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **13.30** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **18.30** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 245.00 | 4.90 |
| 2.5 | 702.00 | 14.04 |

**PERMEABILIDAD :** **14.04** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

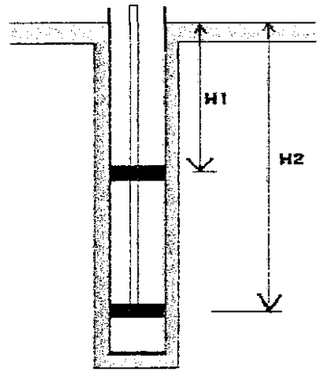
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 3 **FECHA:** 31/07/02

**Nº TRABAJO**

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍA

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



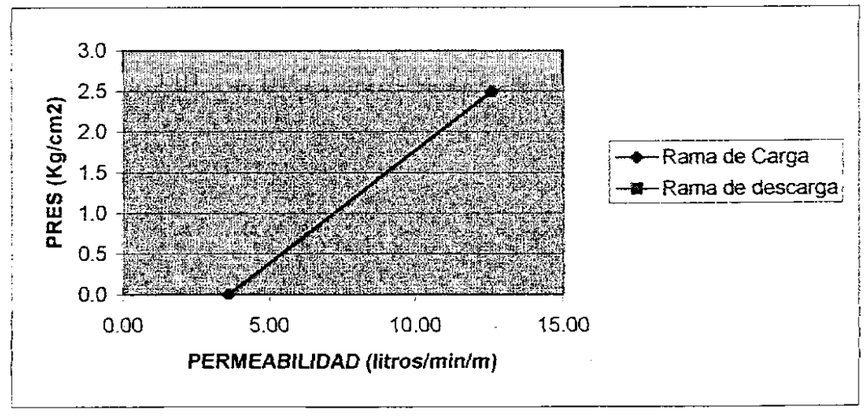

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **23.60** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **28.60** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 180.00 | 3.60 |
| 2.5 | 630.00 | 12.60 |

**PERMEABILIDAD :** **12.60** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

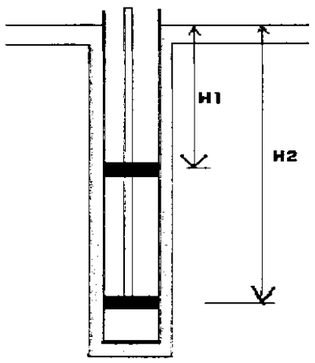
**SONDEO:** 4

**FECHA:** 09/07/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** MARGAS

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



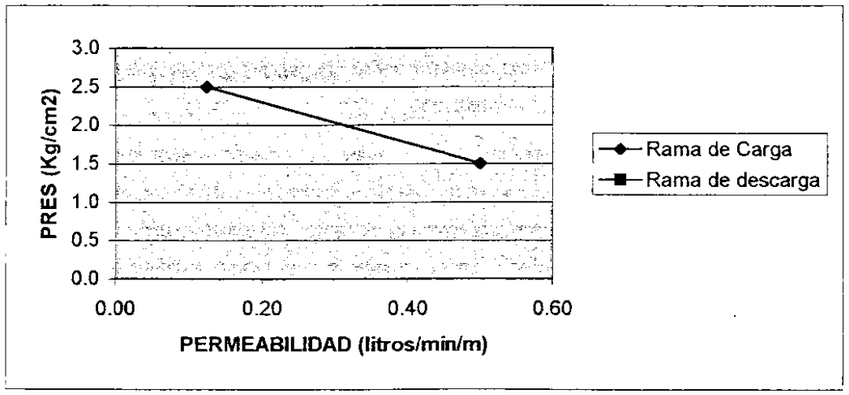

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **15.60** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **17.20** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 1.5 | 8.00 | 0.50 |
| 2.5 | 2.00 | 0.13 |

**PERMEABILIDAD :** **0.13** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

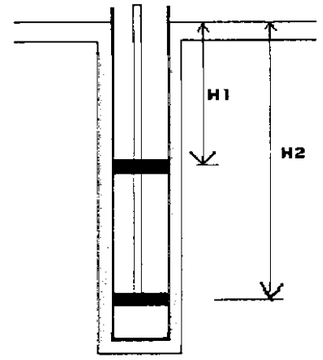
**SONDEO:** 4

**FECHA:** 09/07/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** MARGAS

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



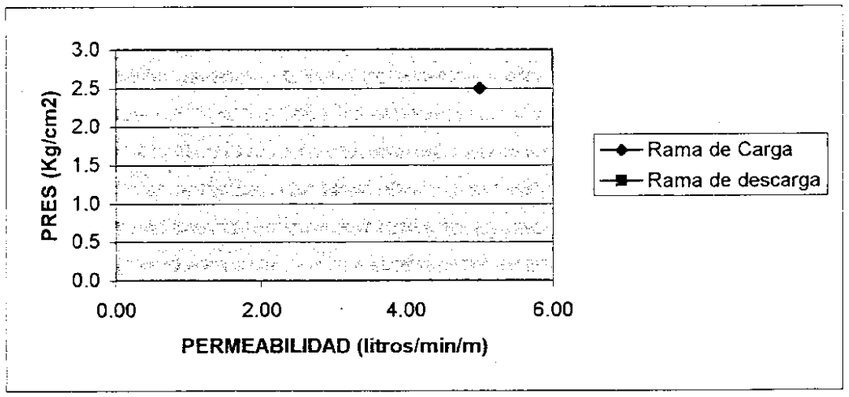

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **16.60** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **17.20** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 2.5 | 30.00 | 5.00 |

**PERMEABILIDAD :** **5.00** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

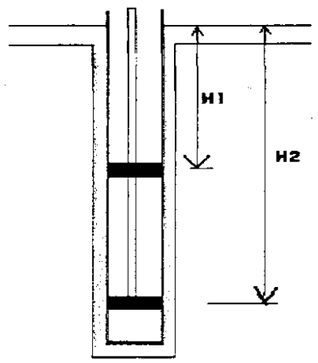
## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
### CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 4 **FECHA:** 10/07/02

**LITOLOGÍA:** MARGAS **NºTRABAJO**

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



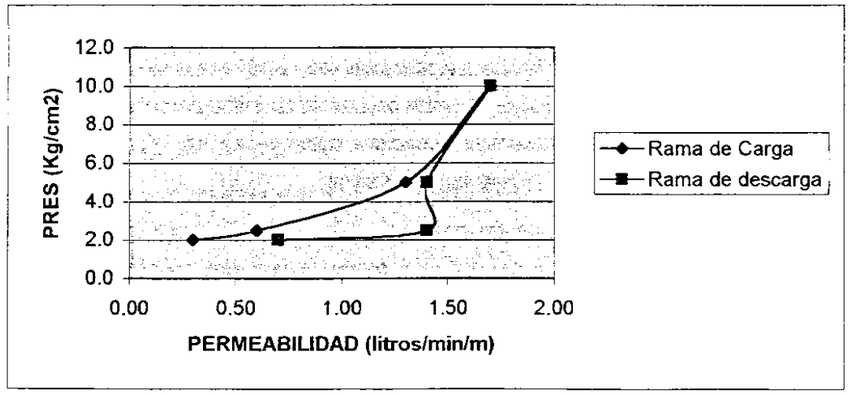

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **21.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **22.00** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION Kp/cm2 | CAUDAL litros/min | PERMEAB. litros/min/m |
|---|---|---|
| 2.0 | 3.00 | 0.30 |
| 2.5 | 6.00 | 0.60 |
| 5.0 | 13.00 | 1.30 |
| 10.0 | 17.00 | 1.70 |
| 5.0 | 14.00 | 1.40 |
| 2.5 | 14.00 | 1.40 |
| 2.0 | 7.00 | 0.70 |

**PERMEABILIDAD : 1.70 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:**

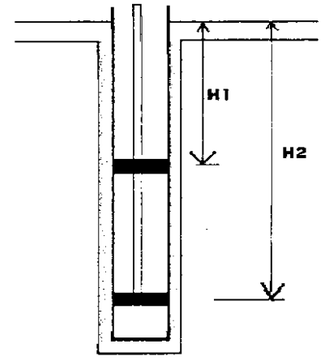
## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
### CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 4 **FECHA:** 11/07/02

**LITOLOGÍA:** MARGAS **NºTRABAJO**

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



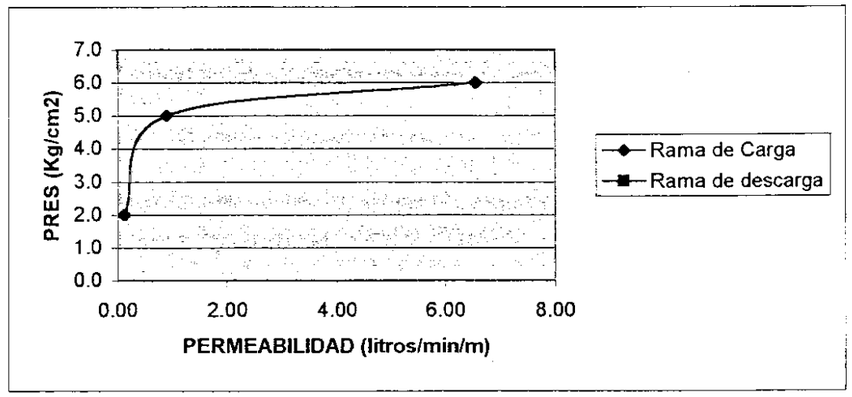

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **23.85** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **27.90** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION Kp/cm2 | CAUDAL litros/min | PERMEAB. litros/min/m |
|---|---|---|
| 2.0 | 5.00 | 0.12 |
| 5.0 | 36.00 | 0.89 |
| 6.0 | 265.00 | 6.54 |

**PERMEABILIDAD : 6.54 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 6 Kp/cm2

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

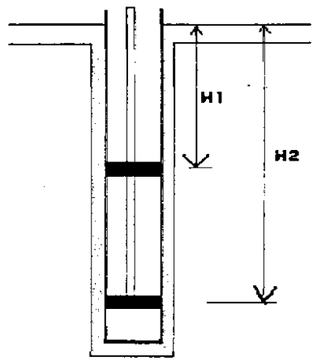
## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 4 **FECHA:** 11/07/02

**LITOLOGÍA:** MARGAS **NºTRABAJO**

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



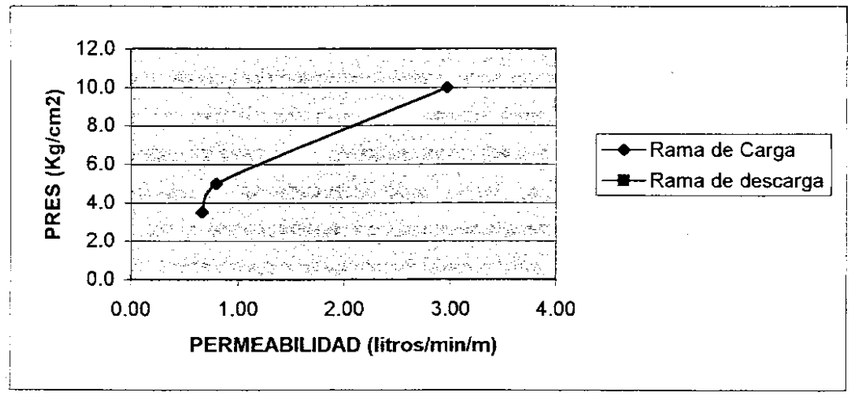

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **29.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **32.00** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 3.5 | 20.00 | 0.67 |
| 5.0 | 24.00 | 0.80 |
| 10.0 | 89.00 | 2.97 |

**PERMEABILIDAD :** **2.97** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

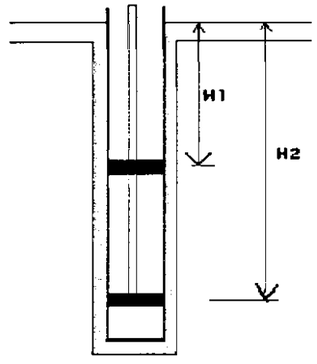
## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 4 **FECHA:** 15/07/02

**LITOLOGÍA:** MARGAS **NºTRABAJO**

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 3.7 m.



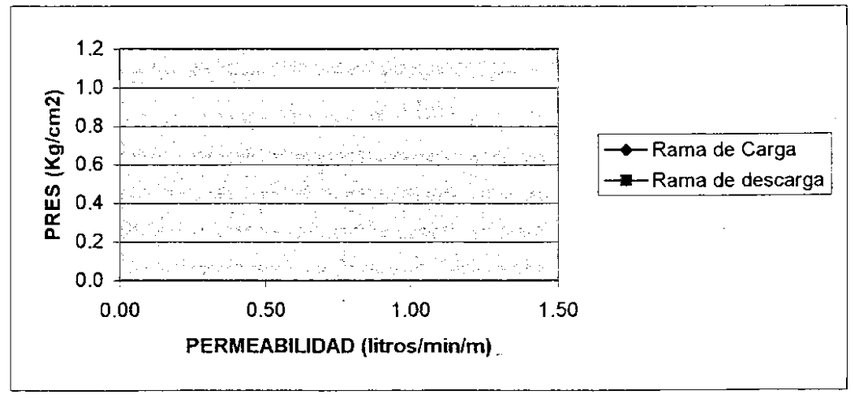

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **34.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **37.80** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |

**PERMEABILIDAD :** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO ALCANZA PRESIÓN

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

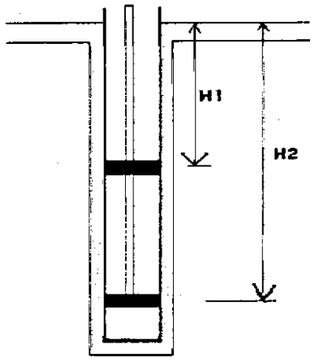
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 5 **FECHA:** 18/07/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍAS

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



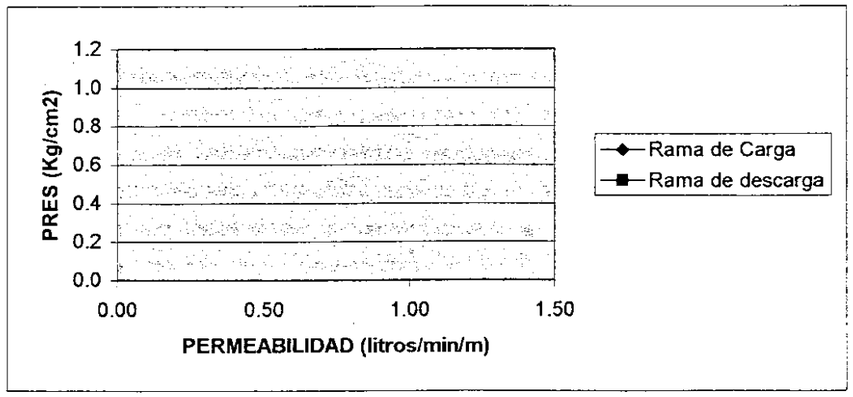

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **8.40** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **11.90** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |

**PERMEABILIDAD :** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE ALCANZA PRESIÓN

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

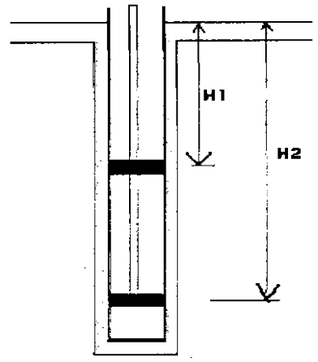
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 5 **FECHA:** 18/07/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** MARGAS GRISES

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



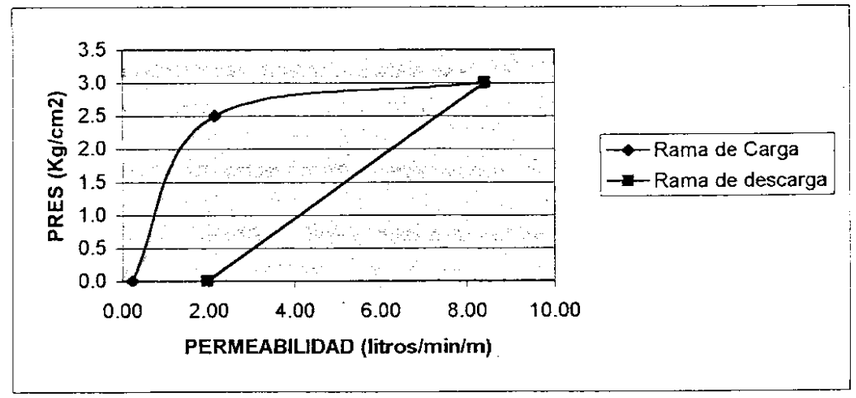

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **13.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **16.00** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 7.00 | 0.23 |
| 2.5 | 64.00 | 2.13 |
| 3.0 | 252.00 | 8.40 |
| 0.0 | 59.00 | 1.97 |

**PERMEABILIDAD :** **8.40** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 3 Kp/cm2

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

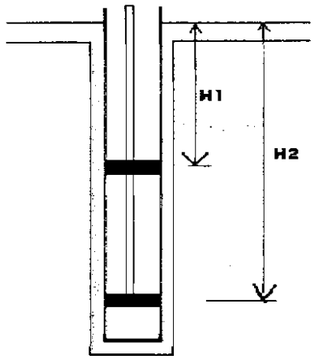
## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 5 **FECHA:** 18/07/02

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍAS **NºTRABAJO**

**PROF. NIVEL DE AGUA:**




**DATOS DE CAMPO:**

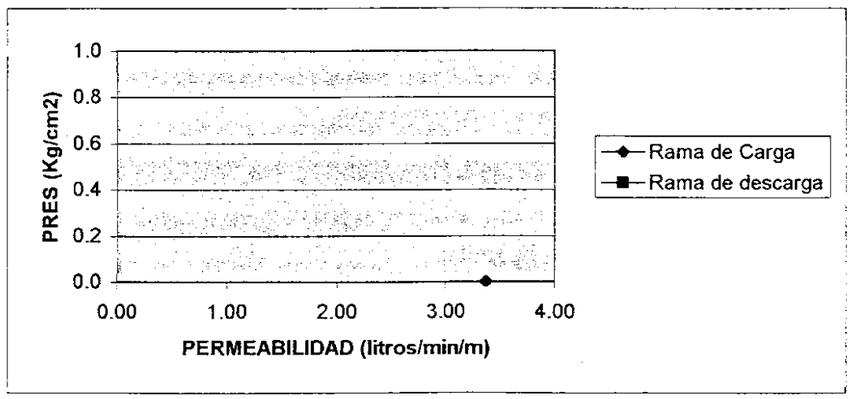
m.

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **18.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **21.00** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 101.00 | 3.37 |

**PERMEABILIDAD : 3.37 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 0,0 Kp/cm2

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

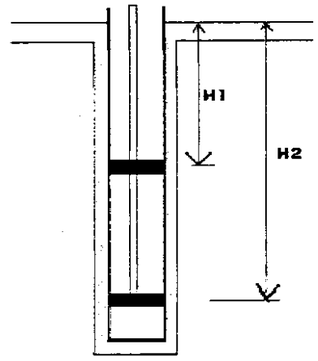
## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 5 **FECHA:** 22/07/02

**LITOLOGÍA:** **NºTRABAJO**

**PROF. NIVEL DE AGUA:**




**DATOS DE CAMPO:**

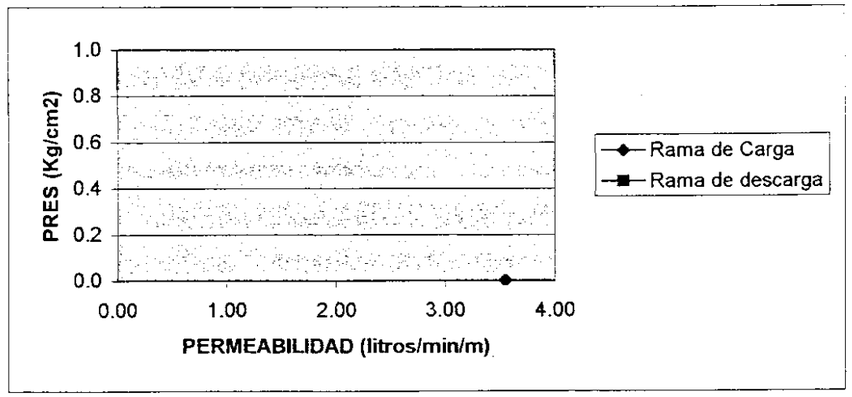
m.

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **22.80** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **25.90** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 110.00 | 3.55 |

**PERMEABILIDAD : 3.55 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 0,0 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

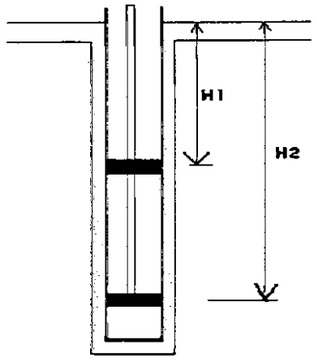
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 5 **FECHA:** 23/07/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** MARGAS GRISES

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



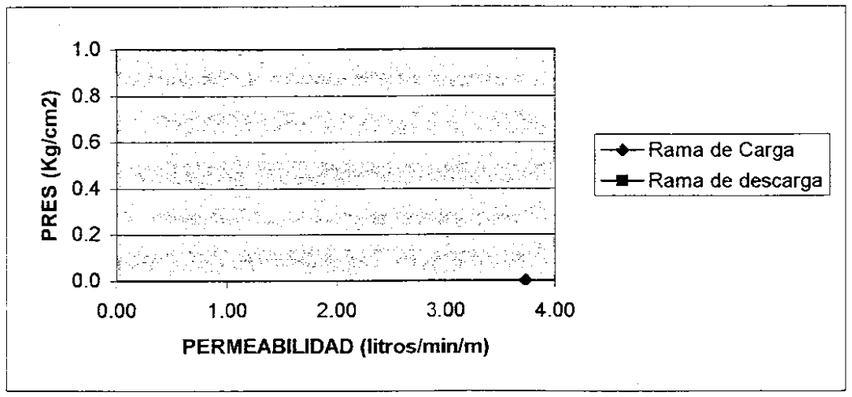

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **27.90** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **30.90** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 112.00 | 3.73 |

**PERMEABILIDAD :** **3.73** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 0,0 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

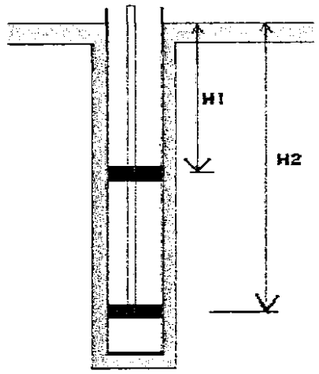
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 6 **FECHA:** 22/07/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍA MARGA

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 1,8 m.



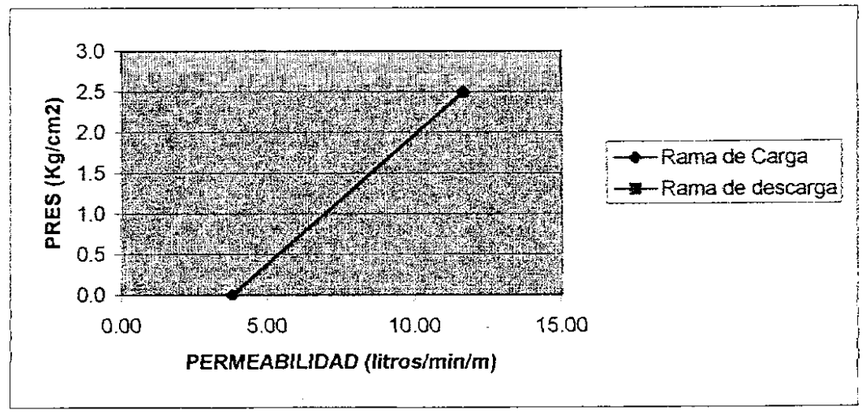

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **9.40** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **14.40** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 190.00 | 3.80 |
| 2.5 | 582.00 | 11.64 |

**PERMEABILIDAD :** **11.64** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

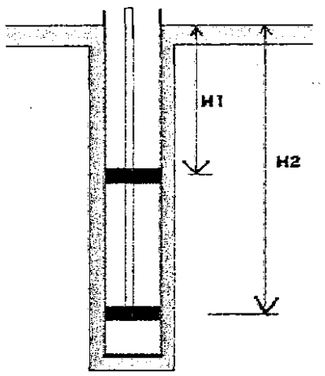
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 6 **FECHA:** 24/07/02

**Nº TRABAJO**

**LITOLOGÍA:**

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 1,8 m.



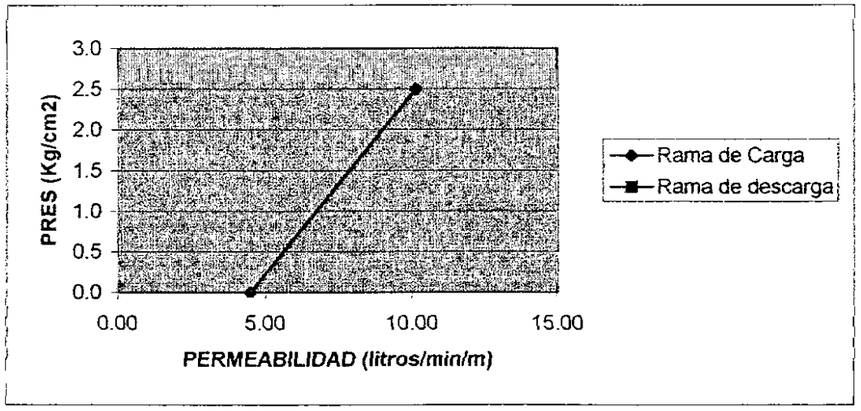

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **20.60** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **25.60** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 224.00 | 4.48 |
| 2.5 | 505.00 | 10.10 |

**PERMEABILIDAD : 10.10 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

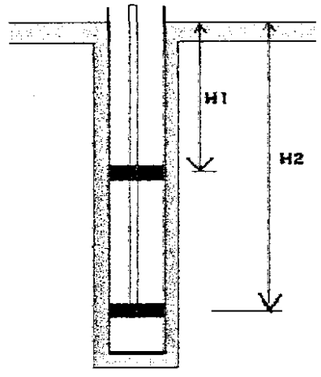
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 6 **FECHA:** 25/07/02

**Nº TRABAJO**

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍA

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 9.4 m.



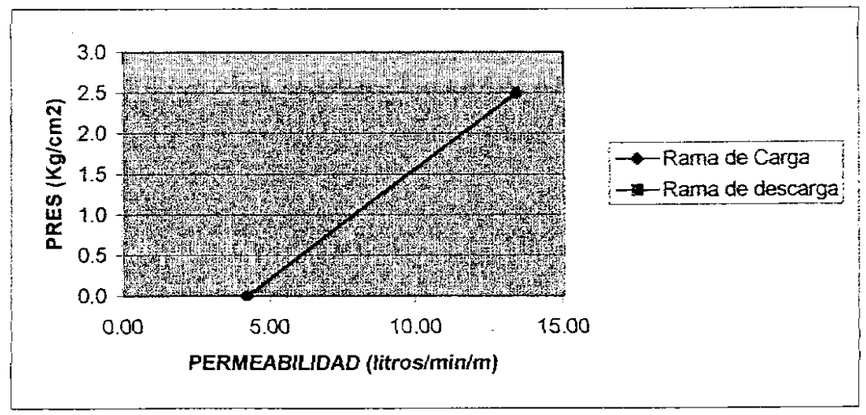

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **30.90** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **35.90** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 210.00 | 4.20 |
| 2.5 | 670.00 | 13.40 |

**PERMEABILIDAD : 13.40 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

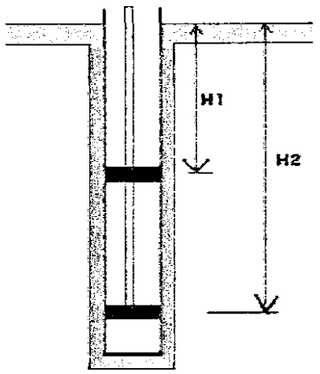
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 7 **FECHA:** 28/07/02

**Nº TRABAJO**

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍA

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 9.4 m.



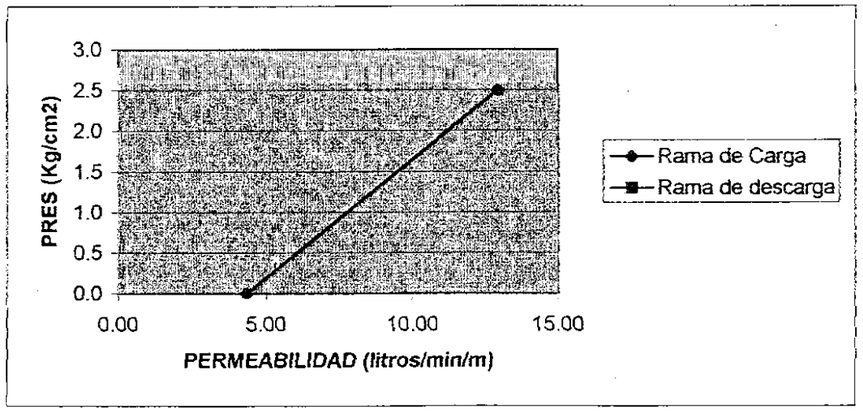

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **14.60** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **19.60** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 216.00 | 4.32 |
| 2.5 | 645.00 | 12.90 |

**PERMEABILIDAD :** **12.90** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

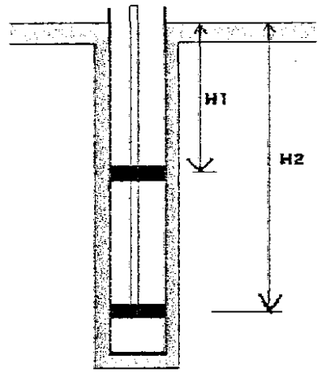
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 7 **FECHA:** 29/07/02

**Nº TRABAJO**

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍA

**PROF. NIVEL DE AGUA:** m.



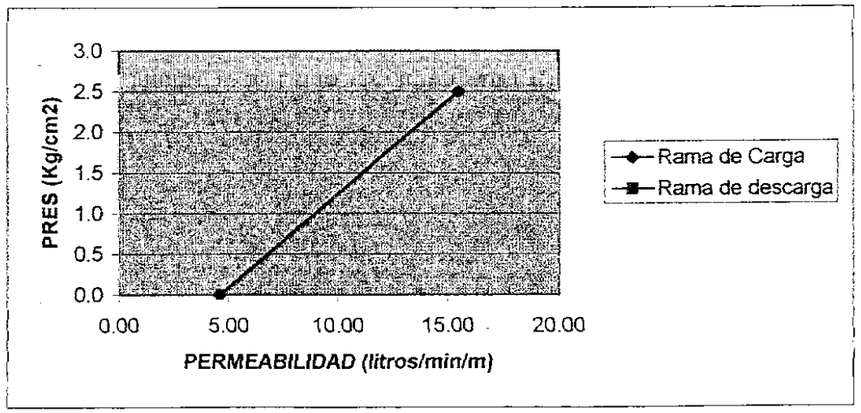

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **30.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **35.00** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 229.00 | 4.58 |
| 2.5 | 773.00 | 15.46 |

**PERMEABILIDAD :** **15.46** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
### CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

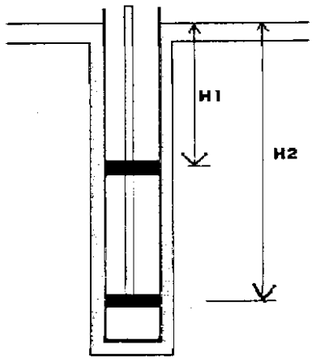
**SONDEO:** 8

**FECHA:** 05/06/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍAS

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 2.8 m.



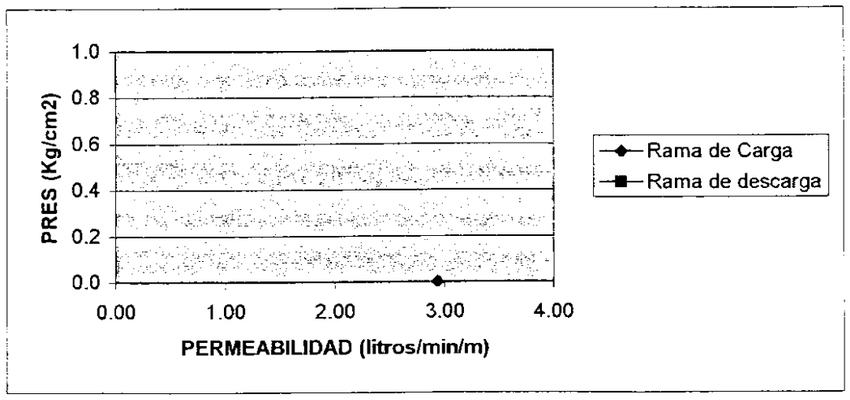

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **7.50** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **9.00** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 44.00 | 2.93 |

**PERMEABILIDAD : 2.93 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 0 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
### CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

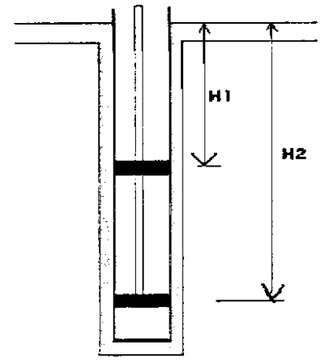
**SONDEO:** 8

**FECHA:** 06/06/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍAS

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 2.7 m.



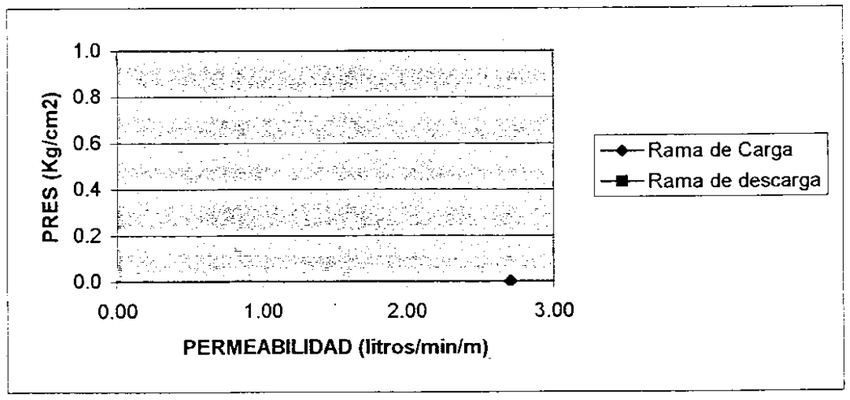

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **15.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **16.70** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 46.00 | 2.71 |

**PERMEABILIDAD : 2.71 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 0 Kp/cm2

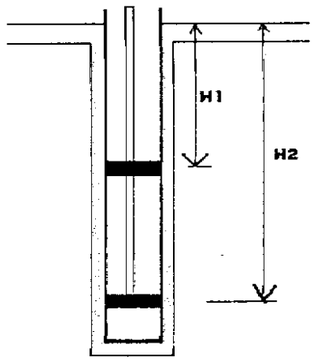
## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 8 **FECHA:** 07/06/02

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍA **NºTRABAJO**

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 2.4 m.



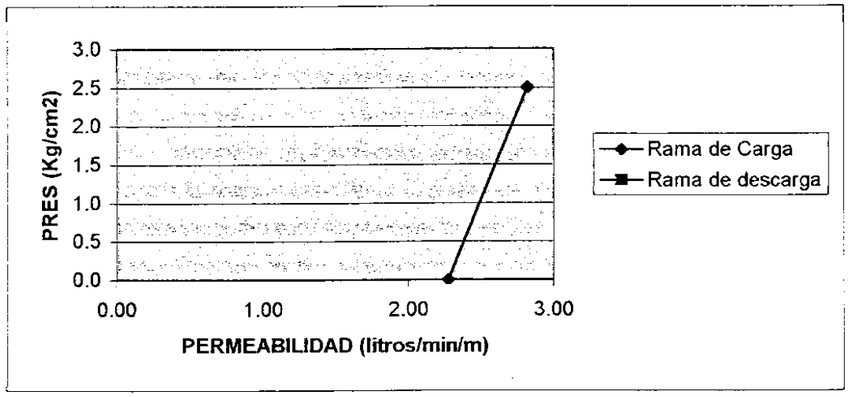

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **10.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **15.00** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 114.00 | 2.28 |
| 2.5 | 141.00 | 2.82 |

**PERMEABILIDAD : 2.82 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

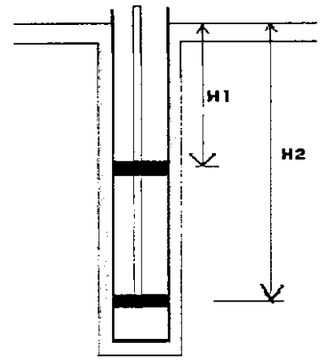
## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 8 **FECHA:** 07/06/02

**LITOLOGÍA:** ARCILLAS Y DOLOMÍAS **NºTRABAJO**

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 2.9 m.



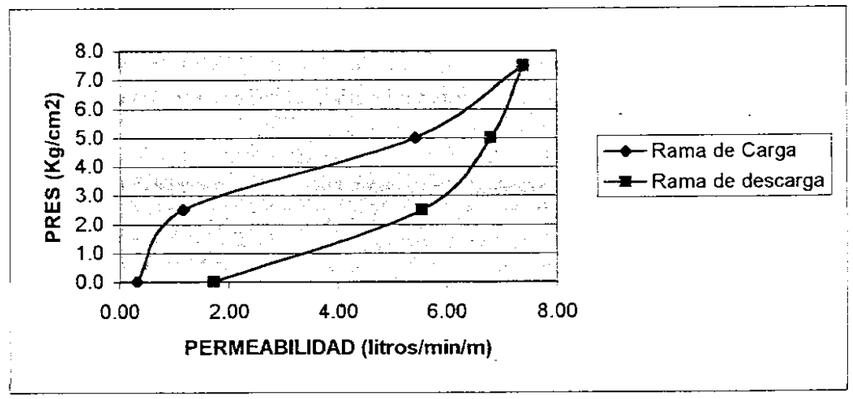

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **22.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **26.70** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 15.00 | 0.32 |
| 2.5 | 55.00 | 1.17 |
| 5.0 | 255.00 | 5.43 |
| 7.5 | 347.00 | 7.38 |
| 5.0 | 320.00 | 6.81 |
| 2.5 | 261.00 | 5.55 |
| 0.0 | 81.00 | 1.72 |

**PERMEABILIDAD : 7.38 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 7,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

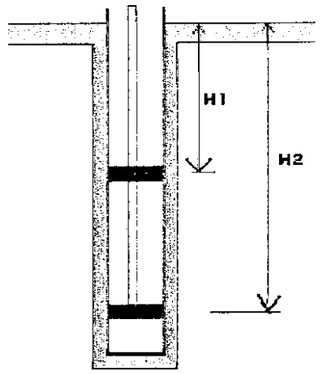
**SONDEO:** 9 **FECHA:** 07/06/02

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍA **NºTRABAJO**

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 2,4 m.

**DATOS DE CAMPO:**

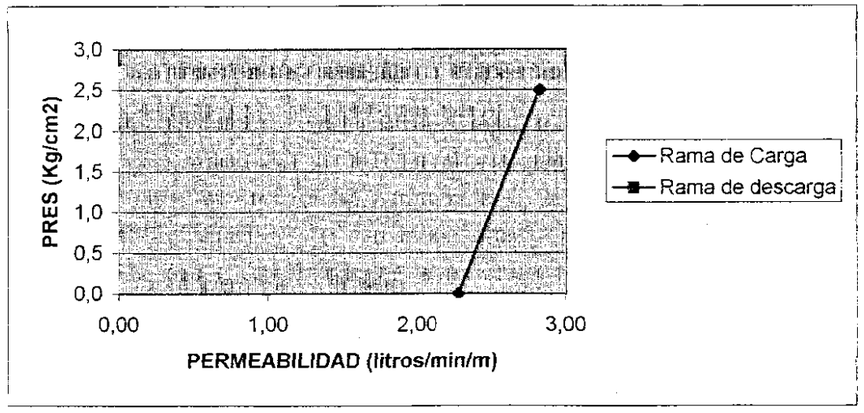
| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **10,00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **15,00** | m. |




**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0,0 | 114,00 | 2,28 |
| 2,5 | 141,00 | 2,82 |

**PERMEABILIDAD : 2,82 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 9 **FECHA:** 11/06/02

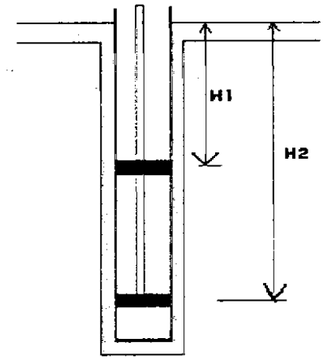
**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍA MUY ALTERADA

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 3.4 m.

**DATOS DE CAMPO:**

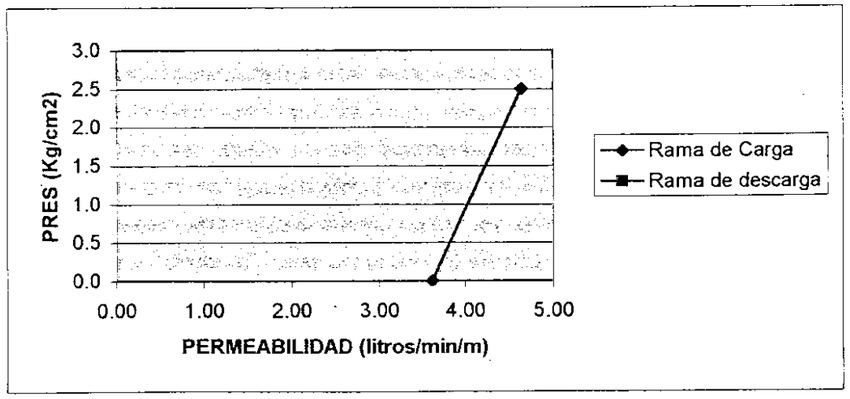
| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **20.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **25.00** | m. |




**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 181.00 | 3.62 |
| 2.5 | 232.00 | 4.64 |

**PERMEABILIDAD : 4.64 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
### CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 9 **FECHA:** 13/06/02

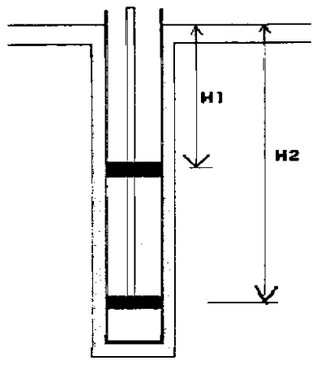
**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** MARGAS Y DOLOMIAS

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 3.4 m.

**DATOS DE CAMPO:**

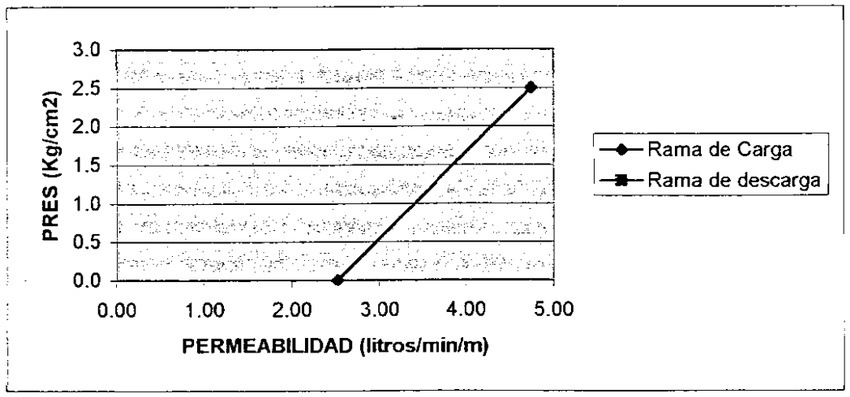
| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **30.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **35.00** | m. |




**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 126.00 | 2.52 |
| 2.5 | 237.00 | 4.74 |

**PERMEABILIDAD :** **4.74** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
### CARGA VARIABLE

**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 10 **FECHA:** 14/06/02

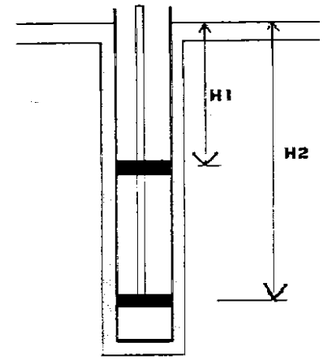
**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍAS

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 4.45 m.

**DATOS DE CAMPO:**

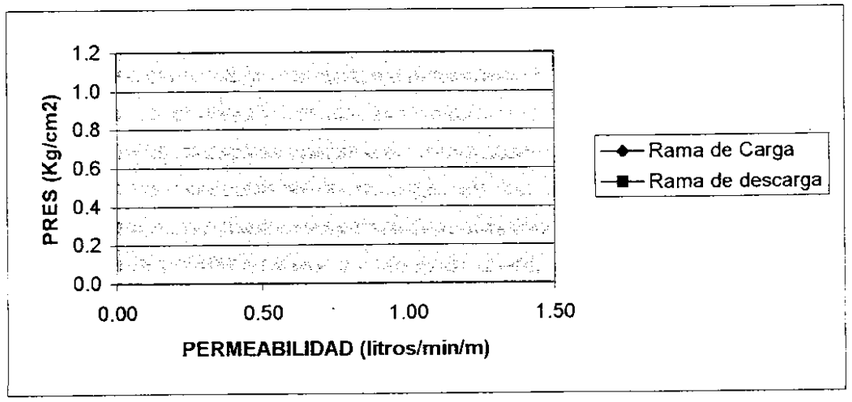
| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **14.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **18.80** | m. |




**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |

**PERMEABILIDAD :** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO ALCANZA PRESIÓN

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

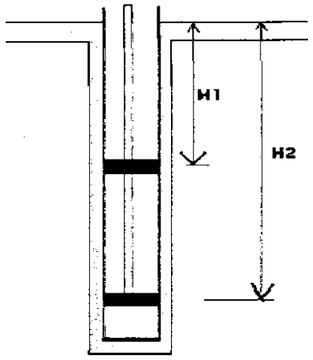
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 10 **FECHA:** 17/06/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** CALIZAS

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 1.7 m.



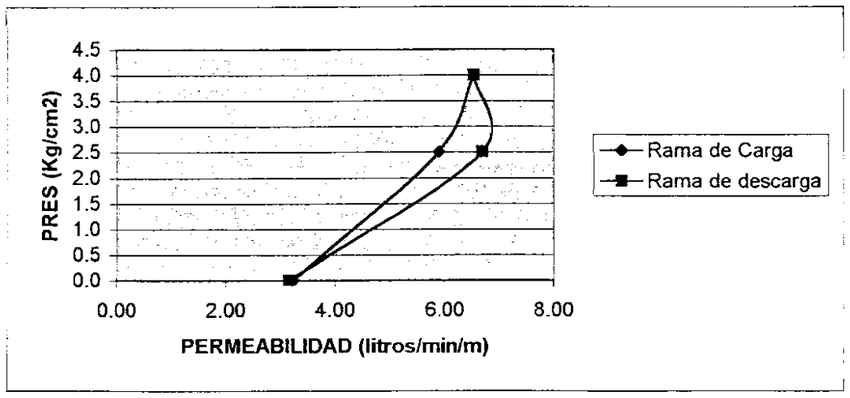

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **24.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **29.90** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 191.00 | 3.24 |
| 2.5 | 348.00 | 5.90 |
| 4.0 | 386.00 | 6.54 |
| 2.5 | 395.00 | 6.69 |
| 0.0 | 187.00 | 3.17 |

**PERMEABILIDAD :** **6.54** **Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 4 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
CARGA VARIABLE

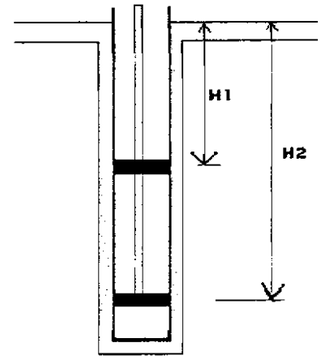
**OBRA:** SOTERRAMIENTO DEL FERROCARRIL EN GIJÓN

**SONDEO:** 10 **FECHA:** 17/06/02

**NºTRABAJO**

**LITOLOGÍA:** MARGAS Y DOLOMIAS

**PROF. NIVEL DE AGUA:** 1.8 m.



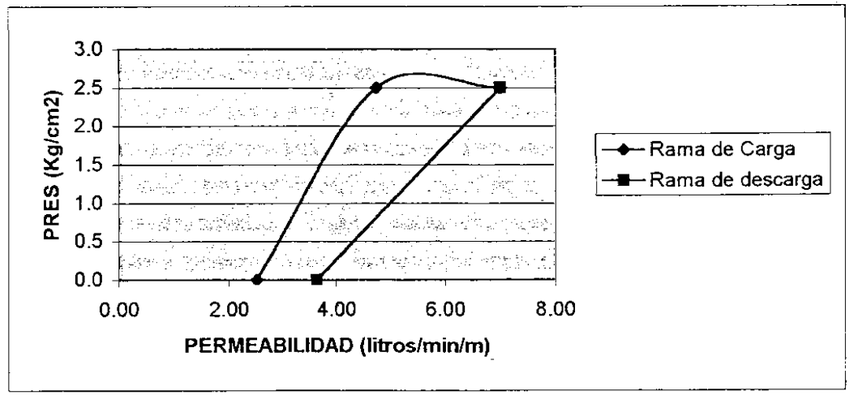

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **30.00** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **35.00** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/min | litros/min/m |
| 0.0 | 126.00 | 2.52 |
| 2.5 | 237.00 | 4.74 |
| 2.5 | 350.00 | 7.00 |
| 0.0 | 182.00 | 3.64 |

**PERMEABILIDAD :** **4.74** **Ud. Lugeon**



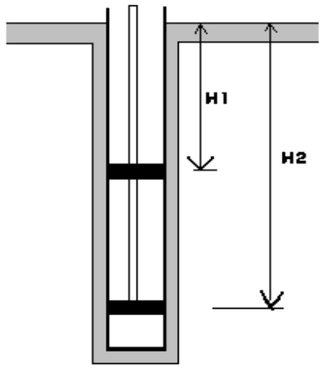

**OBSERVACIONES:** NO SE PUEDE ALCANZAR LA PRESIÓN DE 10 Kp/cm2, POR LO QUE LA UNIDAD DE LUGEON SE CALCULA A 2,5 Kp/cm2

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
**CARGA VARIABLE**

**OBRA:** **TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE GIJÓN**

**SONDEO:** SIG7 **FECHA:** 14/10/04

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍAS



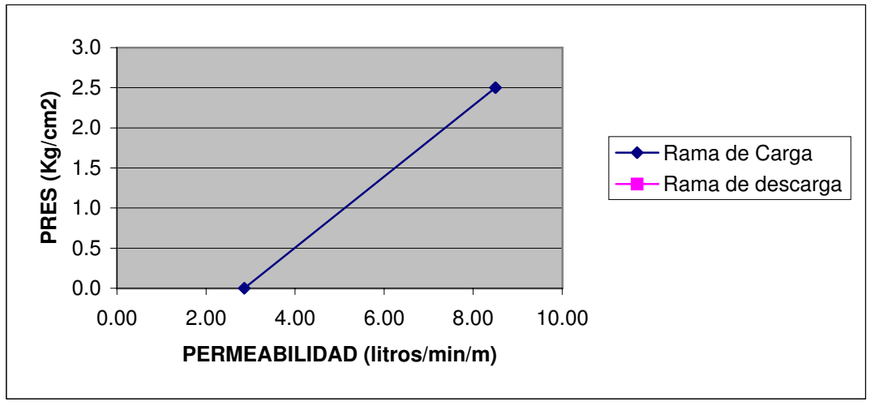

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **15** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **20** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/10min | |
| 0.0 | 143.00 | 2.86 |
| 2.5 | 425.00 | 8.50 |

**PERMEABILIDAD : 8.50 Ud. Lugeon**



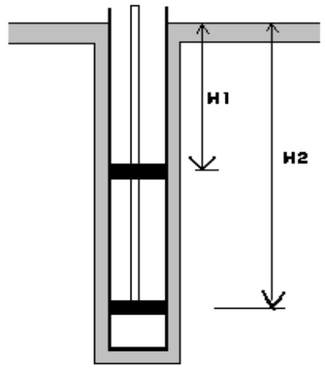

**OBSERVACIONES:** A 2.50 Kgr/cm$^2$ sale el agua por la boca del sondeo por lo que la unidad lugeon está referida a esta presión.

## ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
**CARGA VARIABLE**

**OBRA:** **TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE GIJÓN**

**SONDEO:** SIG7 **FECHA:** 15/10/04

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍAS



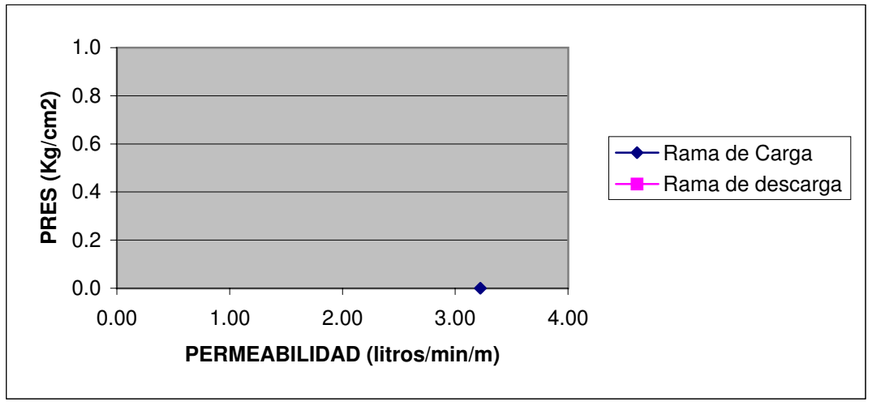

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **25.5** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **30** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/10min | |
| 0.0 | 145.00 | 3.22 |

**PERMEABILIDAD : 3.22 Ud. Lugeon**



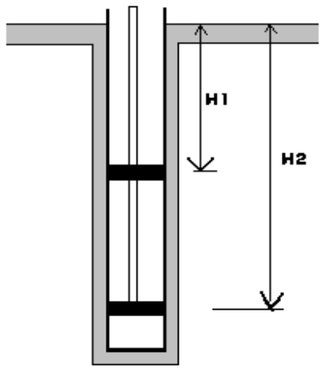

**OBSERVACIONES:** No se coge presión por lo que la unidad lugeon está referida a 0,00 Kgr/cm$^2$, y a un tramo ensayado de 4,50 m.

# ENSAYO DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON
## CARGA VARIABLE

**OBRA:** **TÚNEL DE PENETRACIÓN DEL FERROCARRIL EN LA CIUDAD DE GIJÓN**

**SONDEO:** SIG7 **FECHA:** 15/10/04

**LITOLOGÍA:** DOLOMÍAS



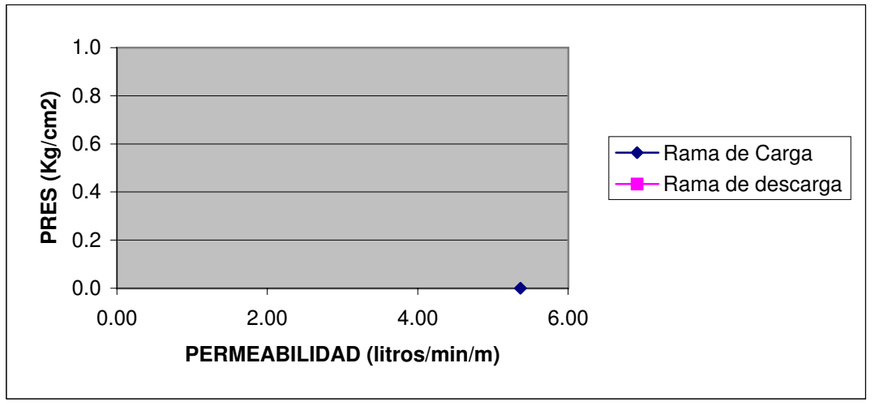

**DATOS DE CAMPO:**

| | | |
|---|---|---|
| Duración escalón de carga | **10** | min. |
| Prof. obturador superior (H1) | **32** | m. |
| Prof. obturador inferior (H2) | **35** | m. |

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

| PRESION | CAUDAL | PERMEAB. |
|---|---|---|
| Kp/cm2 | litros/10min | |
| 0.0 | 161.00 | 5.37 |

**PERMEABILIDAD : 5.37 Ud. Lugeon**




**OBSERVACIONES:** Sale el agua por la boca del sondeo por lo que la unidad lugeon está referida a una presión de 0,00 Kgr/cm$^2$, y a un tramo ensayado de 3,00 m.

# Presiómetros

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO ( Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719

## *SUPRESIÓN BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN*

**FECHA** 25/07/2007

**PETICIONARIO:** MINISTERIO( D.G.F.)

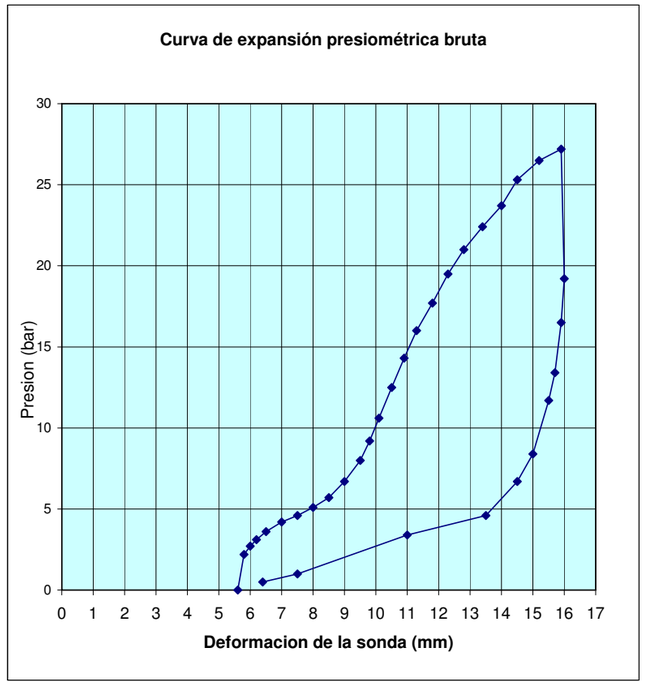
**Nº TRABAJO:** Exp. 1.444

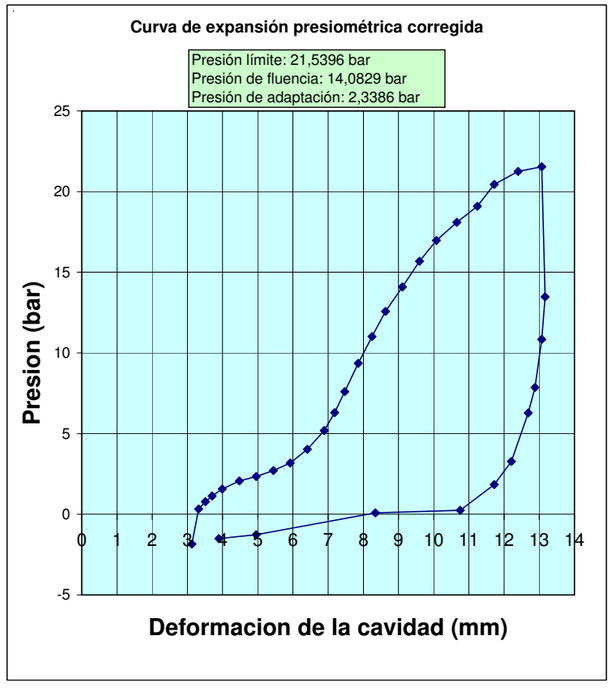
| | |
|---|---|
| **SONDEO** | **S-J-5** |
| **PROFUNDIDAD ENSAYO (m)** | **8.05** |
| **SISTEMA DE PERFORACION** | **Rotación con recup .de testigo** |
| **TIPO DE TERRENO** | **MARGAS** |
| **COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO** | **0.3** |
| **RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO= 36 mm** | |
| **PERFORACION CON BATERIA DE 76 mm.** | |

**PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA**

| Presion reacción=$b1*m1^R$ | | Diferencial Radio=b2+m2R | | Diferencial Radio=a+bR | |
|---|---|---|---|---|---|
| b1= | 0.99676907 | b2= | 1.810714286 | a= | 0.474785463 |
| m1= | 1.11541759 | m2= | 0.001428571 | b= | 0.032598053 |

| Medidas Brutas | | | | | | Correcciones | | | Medidas corregidas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medida | Presion | Radio | R 30" | R 60" | R60"-R30" | Reaccion Goma | Presión sobre Goma | Expansión Camisa | Presion | Radio |
| 1 | 0.0000 | 5.6000 | | | | 1.8376 | 1.8187 | 0.6573 | -1.8376 | 3.1240 |
| 2 | 2.2000 | 5.8000 | | | | 1.8782 | 1.8190 | 0.6639 | 0.3218 | 3.3171 |
| 3 | 2.7000 | 6.0000 | | | | 1.9196 | 1.8193 | 0.6704 | 0.7804 | 3.5103 |
| 4 | 3.1000 | 6.2000 | | | | 1.9620 | 1.8196 | 0.6769 | 1.1380 | 3.7035 |
| 5 | 3.6000 | 6.5000 | | | | 2.0274 | 1.8200 | 0.6867 | 1.5726 | 3.9933 |
| 6 | 4.2000 | 7.0000 | | | | 2.1412 | 1.8207 | 0.7030 | 2.0588 | 4.4763 |
| 7 | 4.6000 | 7.5000 | | | | 2.2614 | 1.8214 | 0.7193 | 2.3386 | 4.9593 |
| 8 | 5.1000 | 8.0000 | | | | 2.3883 | 1.8221 | 0.7356 | 2.7117 | 5.4423 |
| 9 | 5.7000 | 8.5000 | | | | 2.5224 | 1.8229 | 0.7519 | 3.1776 | 5.9253 |
| 10 | 6.7000 | 9.0000 | | | | 2.6640 | 1.8236 | 0.7682 | 4.0360 | 6.4083 |
| 11 | 8.0000 | 9.5000 | | | | 2.8135 | 1.8243 | 0.7845 | 5.1865 | 6.8912 |
| 12 | 9.2000 | 9.8000 | 9.8000 | 9.9000 | 0.1000 | 2.9072 | 1.8247 | 0.7942 | 6.2928 | 7.1810 |
| 13 | 10.6000 | 10.1000 | 10.2000 | 10.2000 | 0.0000 | 3.0041 | 1.8251 | 0.8040 | 7.5959 | 7.4708 |
| 14 | 12.5000 | 10.5000 | 10.6000 | 10.6000 | 0.0000 | 3.1383 | 1.8257 | 0.8171 | 9.3617 | 7.8572 |
| 15 | 14.3000 | 10.9000 | 11.0000 | 11.0000 | 0.0000 | 3.2784 | 1.8263 | 0.8301 | 11.0216 | 8.2436 |
| 16 | 16.0000 | 11.3000 | 11.4000 | 11.5000 | 0.1000 | 3.4248 | 1.8269 | 0.8431 | 12.5752 | 8.6300 |
| 17 | 17.7000 | 11.8000 | 11.9000 | 12.0000 | 0.1000 | 3.6171 | 1.8276 | 0.8594 | 14.0829 | 9.1130 |
| 18 | 19.5000 | 12.3000 | 12.4000 | 12.5000 | 0.1000 | 3.8201 | 1.8283 | 0.8757 | 15.6799 | 9.5960 |
| 19 | 21.0000 | 12.8000 | 12.9000 | 13.1000 | 0.2000 | 4.0345 | 1.8290 | 0.8920 | 16.9655 | 10.0790 |
| 20 | 22.4000 | 13.4000 | 14.1000 | 14.2000 | 0.1000 | 4.3078 | 1.8299 | 0.9116 | 18.0922 | 10.6585 |
| 21 | 23.7000 | 14.0000 | 14.7000 | 14.9000 | 0.2000 | 4.5996 | 1.8307 | 0.9312 | 19.1004 | 11.2381 |
| 22 | 25.3000 | 14.5000 | 15.5000 | 15.6000 | 0.1000 | 4.8578 | 1.8314 | 0.9475 | 20.4422 | 11.7211 |
| 23 | 26.5000 | 15.2000 | 16.1000 | 16.3000 | 0.2000 | 5.2438 | 1.8324 | 0.9703 | 21.2562 | 12.3973 |
| 24 | 27.2000 | 15.9000 | | | | 5.6604 | 1.8334 | 0.9931 | 21.5396 | 13.0735 |
| 25 | 19.2000 | 16.0000 | | | | 5.7226 | 1.8336 | 0.9964 | 13.4774 | 13.1701 |
| 26 | 16.5000 | 15.9000 | | | | 5.6604 | 1.8334 | 0.9931 | 10.8396 | 13.0735 |
| 27 | 13.4000 | 15.7000 | | | | 5.5381 | 1.8331 | 0.9866 | 7.8619 | 12.8803 |
| 28 | 11.7000 | 15.5000 | | | | 5.4185 | 1.8329 | 0.9801 | 6.2815 | 12.6871 |
| 29 | 8.4000 | 15.0000 | | | | 5.1305 | 1.8321 | 0.9638 | 3.2695 | 12.2041 |
| 30 | 6.7000 | 14.5000 | | | | 4.8578 | 1.8314 | 0.9475 | 1.8422 | 11.7211 |
| 31 | 4.6000 | 13.5000 | | | | 4.3551 | 1.8300 | 0.9149 | 0.2449 | 10.7551 |
| 32 | 3.4000 | 11.0000 | | | | 3.3144 | 1.8264 | 0.8334 | 0.0856 | 8.3402 |
| 33 | 1.0000 | 7.5000 | | | | 2.2614 | 1.8214 | 0.7193 | -1.2614 | 4.9593 |
| 34 | 0.5000 | 6.4000 | | | | 2.0054 | 1.8199 | 0.6834 | -1.5054 | 3.8967 |

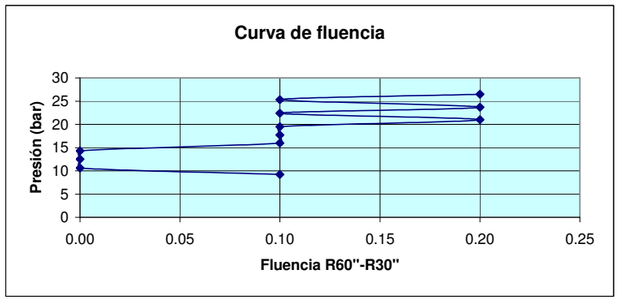



Radio inicial de la cavidad $\rho_0$= 40.9593 mm

Radio de la cavidad $\rho_1$= 42.8912 mm — $\varepsilon_1$= 0.047166333
Presion en la cavidad $P_1$= 5.1865 bar

Radio de la cavidad $\rho_2$= 45.113 mm — $\varepsilon_2$= 0.101410424
Presion en la cavidad $P_2$= 14.0829 bar




$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad G = \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$$

**Módulo de corte G= 84 Kp/cm²**
**Módulo de def. Ep= 217 Kp/cm²**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO ( Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719

## *SUPRESIÓN BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN*

**FECHA** 02/08/2007

**PETICIONARIO:** MINISTERIO( D.G.F.)

**Nº TRABAJO:** Exp. 1.444

| | |
|---|---|
| **SONDEO** | S-J-7 |
| **PROFUNDIDAD ENSAYO (m)** | 8.00 |
| **SISTEMA DE PERFORACION** | Rotación con recup .de testigo |
| **TIPO DE TERRENO** | DOLOMIAS ALGO FRACTURADAS |
| **COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO** | 0.27 |

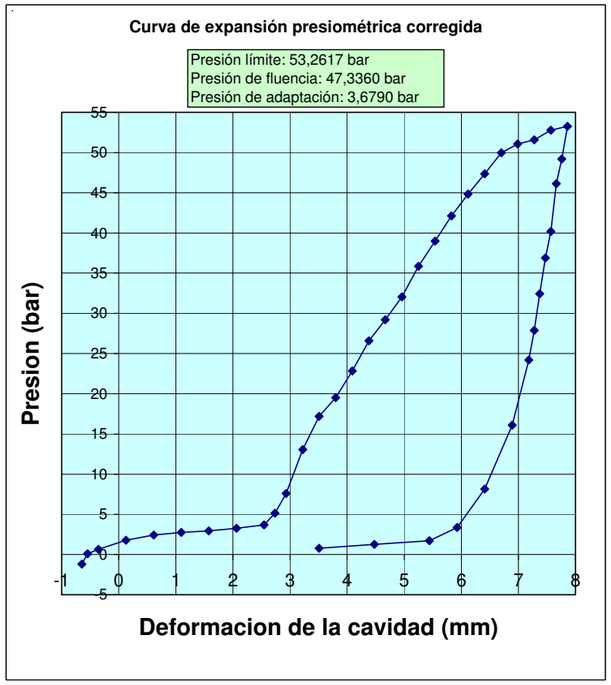
**RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO= 36 mm**

**PERFORACION CON BATERIA DE 76 mm.**

**PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA**

| Presion reacción=b1*m1$^{R}$ | | Diferencial Radio=b2+m2R | | Diferencial Radio=a+bR | |
|---|---|---|---|---|---|
| b1= | 0.99676907 | b2= | 1.810714286 | a= | 0.474785463 |
| m1= | 1.11541759 | m2= | 0.001428571 | b= | 0.032598053 |

| Medidas Brutas | | | | | | Correcciones | | | Medidas corregidas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medida | Presion | Radio | R 30" | R 60" | R60"-R30" | Reaccion Goma | Presión sobre Goma | Expansión Camisa | Presion | Radio |
| 1 | 0.0000 | 1.7000 | | | | 1.2002 | 1.8131 | 0.5302 | -1.2002 | -0.6433 |
| 2 | 1.3000 | 1.8000 | | | | 1.2133 | 1.8133 | 0.5335 | 0.0867 | -0.5467 |
| 3 | 1.9000 | 2.0000 | | | | 1.2401 | 1.8136 | 0.5400 | 0.6599 | -0.3536 |
| 4 | 3.1000 | 2.5000 | | | | 1.3097 | 1.8143 | 0.5563 | 1.7903 | 0.1294 |
| 5 | 3.8000 | 3.0000 | | | | 1.3833 | 1.8150 | 0.5726 | 2.4167 | 0.6124 |
| 6 | 4.2000 | 3.5000 | | | | 1.4609 | 1.8157 | 0.5889 | 2.7391 | 1.0954 |
| 7 | 4.5000 | 4.0000 | | | | 1.5429 | 1.8164 | 0.6052 | 2.9571 | 1.5784 |
| 8 | 4.9000 | 4.5000 | | | | 1.6295 | 1.8171 | 0.6215 | 3.2705 | 2.0614 |
| 9 | 5.4000 | 5.0000 | | | | 1.7210 | 1.8179 | 0.6378 | 3.6790 | 2.5444 |
| 10 | 6.9000 | 5.2000 | | | | 1.7590 | 1.8181 | 0.6443 | 5.1410 | 2.7376 |
| 11 | 9.4000 | 5.4000 | | | | 1.7979 | 1.8184 | 0.6508 | 7.6021 | 2.9308 |
| 12 | 14.9000 | 5.7000 | | | | 1.8578 | 1.8189 | 0.6606 | 13.0422 | 3.2205 |
| 13 | 19.1000 | 6.0000 | | | | 1.9196 | 1.8193 | 0.6704 | 17.1804 | 3.5103 |
| 14 | 21.5000 | 6.3000 | | | | 1.9836 | 1.8197 | 0.6802 | 19.5164 | 3.8001 |
| 15 | 24.9000 | 6.6000 | | | | 2.0497 | 1.8201 | 0.6899 | 22.8503 | 4.0899 |
| 16 | 28.7000 | 6.9000 | | | | 2.1179 | 1.8206 | 0.6997 | 26.5821 | 4.3797 |
| 17 | 31.4000 | 7.2000 | | | | 2.1885 | 1.8210 | 0.7095 | 29.2115 | 4.6695 |
| 18 | 34.3000 | 7.5000 | | | | 2.2614 | 1.8214 | 0.7193 | 32.0386 | 4.9593 |
| 19 | 38.2000 | 7.8000 | | | | 2.3367 | 1.8219 | 0.7291 | 35.8633 | 5.2491 |
| 20 | 41.4000 | 8.1000 | | | | 2.4146 | 1.8223 | 0.7388 | 38.9854 | 5.5389 |
| 21 | 44.6000 | 8.4000 | | | | 2.4950 | 1.8227 | 0.7486 | 42.1050 | 5.8287 |
| 22 | 47.4000 | 8.7000 | | | | 2.5781 | 1.8231 | 0.7584 | 44.8219 | 6.1185 |
| 23 | 50.0000 | 9.0000 | | | | 2.6640 | 1.8236 | 0.7682 | 47.3360 | 6.4083 |
| 24 | 52.7000 | 9.3000 | | | | 2.7527 | 1.8240 | 0.7779 | 49.9473 | 6.6981 |
| 25 | 53.9000 | 9.6000 | | | | 2.8444 | 1.8244 | 0.7877 | 51.0556 | 6.9878 |
| 26 | 54.5000 | 9.9000 | | | | 2.9392 | 1.8249 | 0.7975 | 51.5608 | 7.2776 |
| 27 | 55.8000 | 10.2000 | | | | 3.0371 | 1.8253 | 0.8073 | 52.7629 | 7.5674 |
| 28 | 56.4000 | 10.5000 | | | | 3.1383 | 1.8257 | 0.8171 | 53.2617 | 7.8572 |
| 29 | 52.3000 | 10.4000 | | | | 3.1042 | 1.8256 | 0.8138 | 49.1958 | 7.7606 |
| 30 | 49.2000 | 10.3000 | | | | 3.0704 | 1.8254 | 0.8105 | 46.1296 | 7.6640 |
| 31 | 43.2000 | 10.2000 | | | | 3.0371 | 1.8253 | 0.8073 | 40.1629 | 7.5674 |
| 32 | 39.9000 | 10.1000 | | | | 3.0041 | 1.8251 | 0.8040 | 36.8959 | 7.4708 |
| 33 | 35.4000 | 10.0000 | | | | 2.9715 | 1.8250 | 0.8008 | 32.4285 | 7.3742 |
| 34 | 30.8000 | 9.9000 | | | | 2.9392 | 1.8249 | 0.7975 | 27.8608 | 7.2776 |
| 35 | 27.1000 | 9.8000 | | | | 2.9072 | 1.8247 | 0.7942 | 24.1928 | 7.1810 |
| 36 | 18.9000 | 9.5000 | | | | 2.8135 | 1.8243 | 0.7845 | 16.0865 | 6.8912 |
| 37 | 10.8000 | 9.0000 | | | | 2.6640 | 1.8236 | 0.7682 | 8.1360 | 6.4083 |
| 38 | 5.9000 | 8.5000 | | | | 2.5224 | 1.8229 | 0.7519 | 3.3776 | 5.9253 |
| 39 | 4.1000 | 8.0000 | | | | 2.3883 | 1.8221 | 0.7356 | 1.7117 | 5.4423 |
| 40 | 3.4000 | 7.0000 | | | | 2.1412 | 1.8207 | 0.7030 | 1.2588 | 4.4763 |
| 41 | 2.7000 | 6.0000 | | | | 1.9196 | 1.8193 | 0.6704 | 0.7804 | 3.5103 |




Radio inicial de la cavidad $\rho_0$= 38.5444 mm

Radio de la cavidad $\rho_1$= 39.2205 mm $\varepsilon_1$= 0.01754081

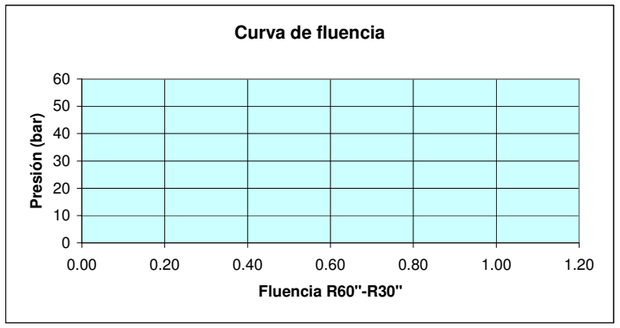
Presion en la cavidad $P_1$= 13.0422 bar

Radio de la cavidad $\rho_2$= 42.4083 mm $\varepsilon_2$= 0.100245431

Presion en la cavidad $P_2$= 47.336 bar

**Módulo de corte G= 211 Kp/cm$^2$**

**Módulo de def. Ep= 537 Kp/cm$^2$**




$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$$

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO ( Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719

## *SUPRESIÓN BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN*

**FECHA** 06/08/2007

**PETICIONARIO:** MINISTERIO( D.G.F.)

**Nº TRABAJO:** Exp. 1.444

| | |
|---|---|
| **SONDEO** | **S-J-6** |
| **PROFUNDIDAD ENSAYO (m)** | **14.25** |
| **SISTEMA DE PERFORACION** | **Rotación con recup .de testigo** |
| **TIPO DE TERRENO** | **MARGAS** |
| **COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO** | **0.3** |

**RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO= 36 mm**

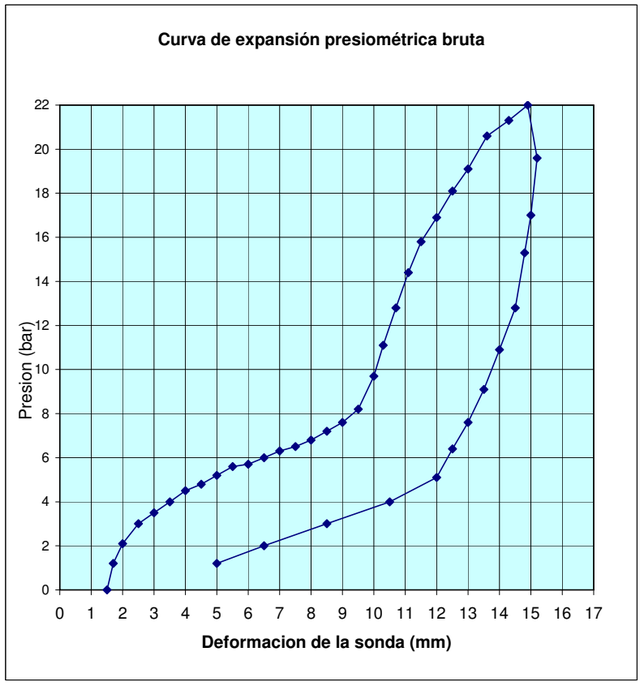
**PERFORACION CON BATERIA DE 76 mm.**

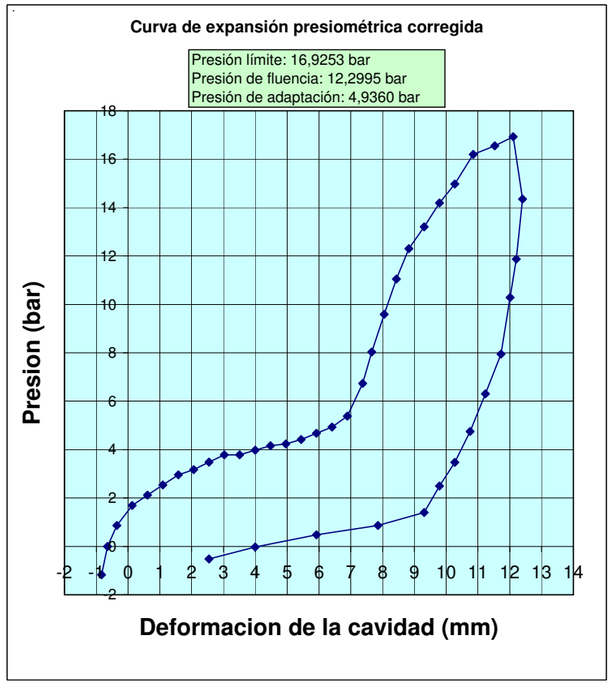
**PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA**

| Presion reacción=b1*m1 $^{R}$ | | Diferencial Radio=b2+m2R | | Diferencial Radio=a+bR | |
|---|---|---|---|---|---|
| b1= | 0.99676907 | b2= | 1.810714286 | a= | 0.474785463 |
| m1= | 1.11541759 | m2= | 0.001428571 | b= | 0.032598053 |

| Medidas Brutas | | | | | | Correcciones | | | Medidas corregidas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medida | Presion | Radio | R 30" | R 60" | R60"-R30" | Reaccion Goma | Presión sobre Goma | Expansión Camisa | Presion | Radio |
| 1 | 0.0000 | 1.5000 | | | | 1.1742 | 1.8129 | 0.5237 | -1.1742 | -0.8365 |
| 2 | 1.2000 | 1.7000 | | | | 1.2002 | 1.8131 | 0.5302 | -0.0002 | -0.6433 |
| 3 | 2.1000 | 2.0000 | | | | 1.2401 | 1.8136 | 0.5400 | 0.8599 | -0.3536 |
| 4 | 3.0000 | 2.5000 | | | | 1.3097 | 1.8143 | 0.5563 | 1.6903 | 0.1294 |
| 5 | 3.5000 | 3.0000 | | | | 1.3833 | 1.8150 | 0.5726 | 2.1167 | 0.6124 |
| 6 | 4.0000 | 3.5000 | | | | 1.4609 | 1.8157 | 0.5889 | 2.5391 | 1.0954 |
| 7 | 4.5000 | 4.0000 | | | | 1.5429 | 1.8164 | 0.6052 | 2.9571 | 1.5784 |
| 8 | 4.8000 | 4.5000 | | | | 1.6295 | 1.8171 | 0.6215 | 3.1705 | 2.0614 |
| 9 | 5.2000 | 5.0000 | | | | 1.7210 | 1.8179 | 0.6378 | 3.4790 | 2.5444 |
| 10 | 5.6000 | 5.5000 | | | | 1.8176 | 1.8186 | 0.6541 | 3.7824 | 3.0274 |
| 11 | 5.7000 | 6.0000 | | | | 1.9196 | 1.8193 | 0.6704 | 3.7804 | 3.5103 |
| 12 | 6.0000 | 6.5000 | | | | 2.0274 | 1.8200 | 0.6867 | 3.9726 | 3.9933 |
| 13 | 6.3000 | 7.0000 | | | | 2.1412 | 1.8207 | 0.7030 | 4.1588 | 4.4763 |
| 14 | 6.5000 | 7.5000 | | | | 2.2614 | 1.8214 | 0.7193 | 4.2386 | 4.9593 |
| 15 | 6.8000 | 8.0000 | | | | 2.3883 | 1.8221 | 0.7356 | 4.4117 | 5.4423 |
| 16 | 7.2000 | 8.5000 | | | | 2.5224 | 1.8229 | 0.7519 | 4.6776 | 5.9253 |
| 17 | 7.6000 | 9.0000 | | | | 2.6640 | 1.8236 | 0.7682 | 4.9360 | 6.4083 |
| 18 | 8.2000 | 9.5000 | | | | 2.8135 | 1.8243 | 0.7845 | 5.3865 | 6.8912 |
| 19 | 9.7000 | 10.0000 | | | | 2.9715 | 1.8250 | 0.8008 | 6.7285 | 7.3742 |
| 20 | 11.1000 | 10.3000 | 10.4000 | 10.4000 | 0.0000 | 3.0704 | 1.8254 | 0.8105 | 8.0296 | 7.6640 |
| 21 | 12.8000 | 10.7000 | 10.8000 | 10.8000 | 0.0000 | 3.2076 | 1.8260 | 0.8236 | 9.5924 | 8.0504 |
| 22 | 14.4000 | 11.1000 | 11.2000 | 11.2000 | 0.0000 | 3.3508 | 1.8266 | 0.8366 | 11.0492 | 8.4368 |
| 23 | 15.8000 | 11.5000 | 11.7000 | 11.7000 | 0.0000 | 3.5005 | 1.8271 | 0.8497 | 12.2995 | 8.8232 |
| 24 | 16.9000 | 12.0000 | 12.1000 | 12.2000 | 0.1000 | 3.6970 | 1.8279 | 0.8660 | 13.2030 | 9.3062 |
| 25 | 18.1000 | 12.5000 | 12.6000 | 12.7000 | 0.1000 | 3.9045 | 1.8286 | 0.8823 | 14.1955 | 9.7892 |
| 26 | 19.1000 | 13.0000 | 13.2000 | 13.3000 | 0.1000 | 4.1237 | 1.8293 | 0.8986 | 14.9763 | 10.2722 |
| 27 | 20.6000 | 13.6000 | 13.8000 | 14.0000 | 0.2000 | 4.4030 | 1.8301 | 0.9181 | 16.1970 | 10.8517 |
| 28 | 21.3000 | 14.3000 | 14.5000 | 14.6000 | 0.1000 | 4.7528 | 1.8311 | 0.9409 | 16.5472 | 11.5279 |
| 29 | 22.0000 | 14.9000 | 15.1000 | 15.3000 | 0.2000 | 5.0747 | 1.8320 | 0.9605 | 16.9253 | 12.1075 |
| 30 | 19.6000 | 15.2000 | | | | 5.2438 | 1.8324 | 0.9703 | 14.3562 | 12.3973 |
| 31 | 17.0000 | 15.0000 | | | | 5.1305 | 1.8321 | 0.9638 | 11.8695 | 12.2041 |
| 32 | 15.3000 | 14.8000 | | | | 5.0196 | 1.8319 | 0.9572 | 10.2804 | 12.0109 |
| 33 | 12.8000 | 14.5000 | | | | 4.8578 | 1.8314 | 0.9475 | 7.9422 | 11.7211 |
| 34 | 10.9000 | 14.0000 | | | | 4.5996 | 1.8307 | 0.9312 | 6.3004 | 11.2381 |
| 35 | 9.1000 | 13.5000 | | | | 4.3551 | 1.8300 | 0.9149 | 4.7449 | 10.7551 |
| 36 | 7.6000 | 13.0000 | | | | 4.1237 | 1.8293 | 0.8986 | 3.4763 | 10.2722 |
| 37 | 6.4000 | 12.5000 | | | | 3.9045 | 1.8286 | 0.8823 | 2.4955 | 9.7892 |
| 38 | 5.1000 | 12.0000 | | | | 3.6970 | 1.8279 | 0.8660 | 1.4030 | 9.3062 |
| 39 | 4.0000 | 10.5000 | | | | 3.1383 | 1.8257 | 0.8171 | 0.8617 | 7.8572 |
| 40 | 3.0000 | 8.5000 | | | | 2.5224 | 1.8229 | 0.7519 | 0.4776 | 5.9253 |
| 41 | 2.0000 | 6.5000 | | | | 2.0274 | 1.8200 | 0.6867 | -0.0274 | 3.9933 |
| 42 | 1.2000 | 5.0000 | | | | 1.7210 | 1.8179 | 0.6378 | -0.5210 | 2.5444 |

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$$




Radio inicial de la cavidad $\rho_0$= 42.4083 mm

Radio de la cavidad $\rho_1$= 43.3742 mm — $\varepsilon_1$= 0.022776202

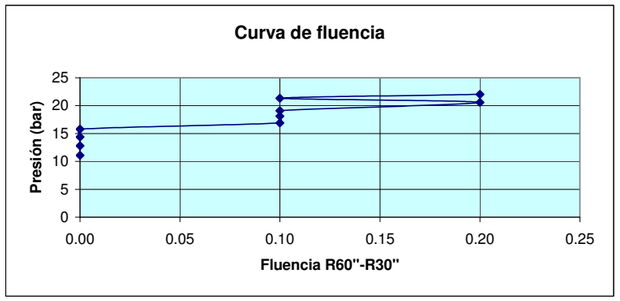
Presion en la cavidad $P_1$= 6.7285 bar

Radio de la cavidad $\rho_2$= 44.8232 mm — $\varepsilon_2$= 0.056944042

Presion en la cavidad $P_2$= 12.2995 bar

**Módulo de corte G= 83 Kp/cm$^2$**

**Módulo de def. Ep= 216 Kp/cm$^2$**



seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO ( Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719

## *SUPRESIÓN BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN*

FECHA 20/07/2007

PETICIONARIO: MINISTERIO( D.G.F.)

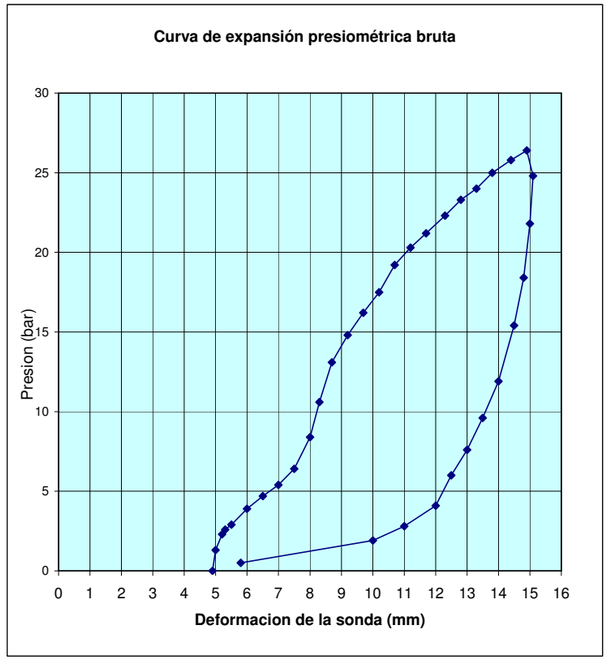
Nº TRABAJO: Exp. 1.444

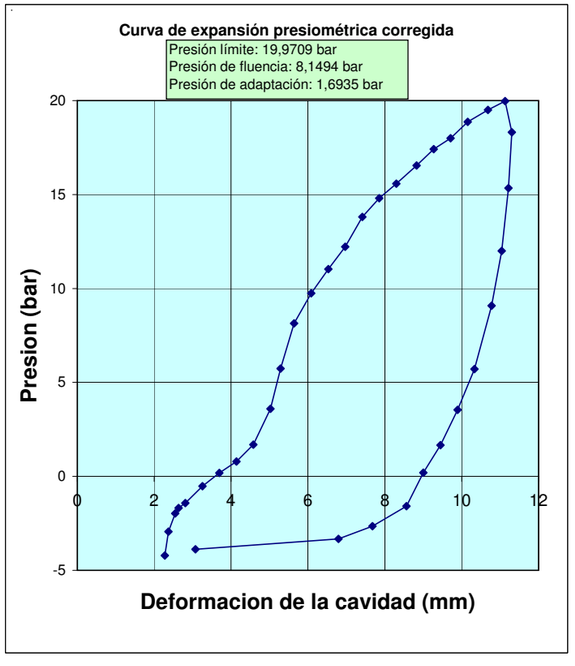
| | |
|---|---|
| SONDEO | SJ-8 |
| PROFUNDIDAD ENSAYO (m) | 12.00 |
| SISTEMA DE PERFORACION | Rotación con recup .de testigo |
| TIPO DE TERRENO | MARGAS |
| COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO | 0.3 |
| RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO= 36 mm | |
| PERFORACION CON BATERIA DE 76 mm. | |

**PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA**

| Presion reacción=b1*m1 $^R$ | | Diferencial Radio=b2+m2R | | Diferencial Radio=a+bR | |
|---|---|---|---|---|---|
| b1= | 3.430894 | b2= | 1.350000 | a= | 0.707637 |
| m1= | 1.043050 | m2= | 0.000833 | b= | 0.114175 |

| Medidas Brutas | | | | | | Correcciones | | | Medidas corregidas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medida | Presion | Radio | R 30" | R 60" | R60"-R30" | Reaccion Goma | Presión sobre Goma | Expansión Camisa | Presion | Radio |
| 1 | 0.0000 | 4.9000 | | | | 4.2180 | 1.3541 | 1.2671 | -4.2180 | 2.2788 |
| 2 | 1.3000 | 5.0000 | | | | 4.2358 | 1.3542 | 1.2785 | -2.9358 | 2.3673 |
| 3 | 2.3000 | 5.2000 | | | | 4.2716 | 1.3543 | 1.3013 | -1.9716 | 2.5443 |
| 4 | 2.6000 | 5.3000 | | | | 4.2897 | 1.3544 | 1.3128 | -1.6897 | 2.6328 |
| 5 | 2.9000 | 5.5000 | | | | 4.3260 | 1.3546 | 1.3356 | -1.4260 | 2.8098 |
| 6 | 3.9000 | 6.0000 | | | | 4.4181 | 1.3550 | 1.3927 | -0.5181 | 3.2523 |
| 7 | 4.7000 | 6.5000 | | | | 4.5122 | 1.3554 | 1.4498 | 0.1878 | 3.6948 |
| 8 | 5.4000 | 7.0000 | | | | 4.6083 | 1.3558 | 1.5069 | 0.7917 | 4.1373 |
| 9 | 6.4000 | 7.5000 | | | | 4.7065 | 1.3562 | 1.5639 | 1.6935 | 4.5798 |
| 10 | 8.4000 | 8.0000 | 8.0000 | 8.0000 | 0.0000 | 4.8067 | 1.3567 | 1.6210 | 3.5933 | 5.0223 |
| 11 | 10.6000 | 8.3000 | 8.3000 | 8.4000 | 0.1000 | 4.8679 | 1.3569 | 1.6553 | 5.7321 | 5.2878 |
| 12 | 13.1000 | 8.7000 | 8.8000 | 8.9000 | 0.1000 | 4.9506 | 1.3572 | 1.7010 | 8.1494 | 5.6418 |
| 13 | 14.8000 | 9.2000 | 9.4000 | 9.4000 | 0.0000 | 5.0561 | 1.3577 | 1.7580 | 9.7439 | 6.0843 |
| 14 | 16.2000 | 9.7000 | 9.9000 | 9.9000 | 0.0000 | 5.1638 | 1.3581 | 1.8151 | 11.0362 | 6.5268 |
| 15 | 17.5000 | 10.2000 | 10.3000 | 10.4000 | 0.1000 | 5.2737 | 1.3585 | 1.8722 | 12.2263 | 6.9693 |
| 16 | 19.2000 | 10.7000 | 10.9000 | 10.9000 | 0.0000 | 5.3861 | 1.3589 | 1.9293 | 13.8139 | 7.4118 |
| 17 | 20.3000 | 11.2000 | 11.4000 | 11.4000 | 0.0000 | 5.5008 | 1.3593 | 1.9864 | 14.7992 | 7.8543 |
| 18 | 21.2000 | 11.7000 | 11.9000 | 12.0000 | 0.1000 | 5.6179 | 1.3597 | 2.0435 | 15.5821 | 8.2968 |
| 19 | 22.3000 | 12.3000 | 12.5000 | 12.5000 | 0.0000 | 5.7618 | 1.3602 | 2.1120 | 16.5382 | 8.8278 |
| 20 | 23.3000 | 12.8000 | 13.0000 | 13.1000 | 0.1000 | 5.8845 | 1.3607 | 2.1691 | 17.4155 | 9.2703 |
| 21 | 24.0000 | 13.3000 | 13.5000 | 13.5000 | 0.0000 | 6.0099 | 1.3611 | 2.2262 | 17.9901 | 9.7128 |
| 22 | 25.0000 | 13.8000 | 14.0000 | 14.1000 | 0.1000 | 6.1379 | 1.3615 | 2.2833 | 18.8621 | 10.1552 |
| 23 | 25.8000 | 14.4000 | 14.5000 | 14.6000 | 0.1000 | 6.2951 | 1.3620 | 2.3518 | 19.5049 | 10.6862 |
| 24 | 26.4000 | 14.9000 | 15.0000 | 15.2000 | 0.2000 | 6.4291 | 1.3624 | 2.4088 | 19.9709 | 11.1287 |
| 25 | 24.8000 | 15.1000 | | | | 6.4835 | 1.3626 | 2.4317 | 18.3165 | 11.3057 |
| 26 | 21.8000 | 15.0000 | | | | 6.4563 | 1.3625 | 2.4203 | 15.3437 | 11.2172 |
| 27 | 18.4000 | 14.8000 | | | | 6.4021 | 1.3623 | 2.3974 | 11.9979 | 11.0402 |
| 28 | 15.4000 | 14.5000 | | | | 6.3216 | 1.3621 | 2.3632 | 9.0784 | 10.7747 |
| 29 | 11.9000 | 14.0000 | | | | 6.1898 | 1.3617 | 2.3061 | 5.7102 | 10.3322 |
| 30 | 9.6000 | 13.5000 | | | | 6.0607 | 1.3612 | 2.2490 | 3.5393 | 9.8898 |
| 31 | 7.6000 | 13.0000 | | | | 5.9343 | 1.3608 | 2.1919 | 1.6657 | 9.4473 |
| 32 | 6.0000 | 12.5000 | | | | 5.8106 | 1.3604 | 2.1348 | 0.1894 | 9.0048 |
| 33 | 4.1000 | 12.0000 | | | | 5.6894 | 1.3600 | 2.0777 | -1.5894 | 8.5623 |
| 34 | 2.8000 | 11.0000 | | | | 5.4546 | 1.3592 | 1.9636 | -2.6546 | 7.6773 |
| 35 | 1.9000 | 10.0000 | | | | 5.2295 | 1.3583 | 1.8494 | -3.3295 | 6.7923 |
| 36 | 0.5000 | 5.8000 | | | | 4.3810 | 1.3548 | 1.3699 | -3.8810 | 3.0753 |




Observaciones:

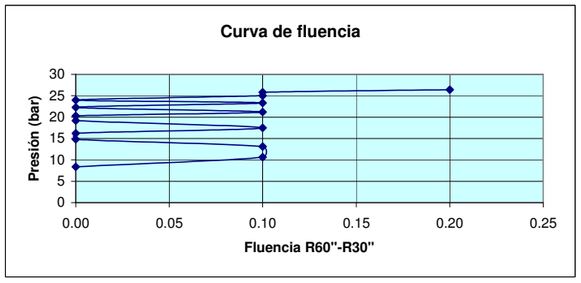
$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$$

Radio inicial de la cavidad $\rho_0$= 40.5798 mm

Radio de la cavidad $\rho_1$= 41.0223 mm $\varepsilon_1$= 0.01090444
Presion en la cavidad $P_1$= 3.5933 bar

Radio de la cavidad $\rho_2$= 41.6418 mm $\varepsilon_2$= 0.026170656
Presion en la cavidad $P_2$= 8.1494 bar

**Módulo de corte G= 152 Kp/cm$^2$**
**Módulo de def. Ep= 396 Kp/cm$^2$**



seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO ( Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719

## *SUPRESIÓN BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN*

**FECHA** 26/07/2007

**PETICIONARIO:** MINISTERIO( D.G.F.)

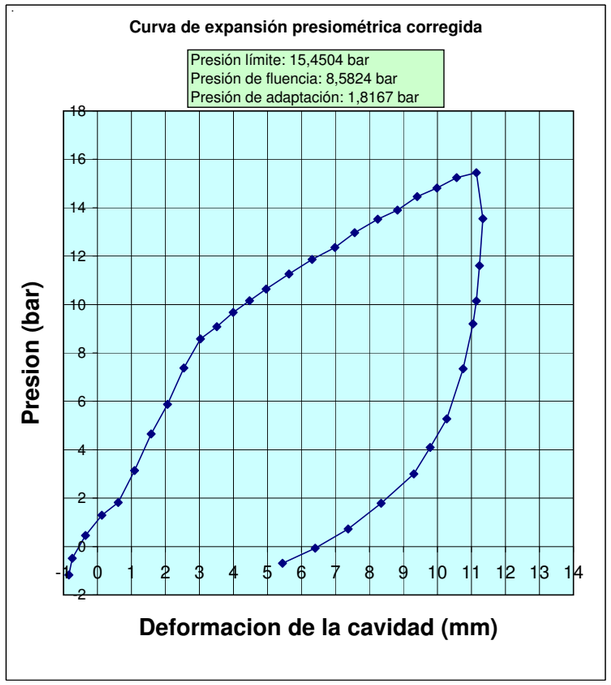
**Nº TRABAJO:** Exp. 1.444

| | |
|---|---|
| **SONDEO** | **S-J-9** |
| **PROFUNDIDAD ENSAYO (m)** | **6.25** |
| **SISTEMA DE PERFORACION** | **Rotación con recup .de testigo** |
| **TIPO DE TERRENO** | **MARGAS** |
| **COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO** | **0.3** |
| **RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO= 36 mm** | |
| **PERFORACION CON BATERIA DE 76 mm.** | |

**PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA**

| Presion reacción=b1*m1 $^R$ | | Diferencial Radio=b2+m2R | | Diferencial Radio=a+bR | |
|---|---|---|---|---|---|
| b1= | 0.99676907 | b2= | 1.810714286 | a= | 0.474785463 |
| m1= | 1.11541759 | m2= | 0.001428571 | b= | 0.032598053 |

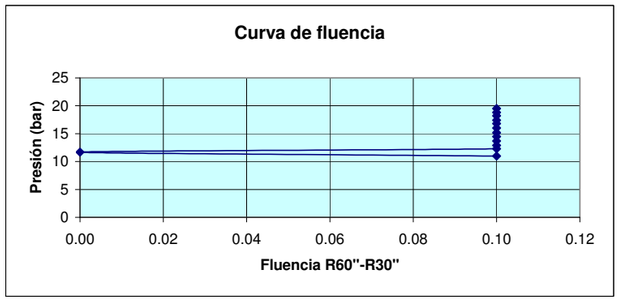
| Medidas Brutas | | | | | | Correcciones | | | Medidas corregidas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medida | Presion | Radio | R 30" | R 60" | R60"-R30" | Reaccion Goma | Presión sobre Goma | Expansión Camisa | Presion | Radio |
| 1 | 0.0000 | 1.5000 | | | | 1.1742 | 1.8129 | 0.5237 | -1.1742 | -0.8365 |
| 2 | 0.7000 | 1.6000 | | | | 1.1871 | 1.8130 | 0.5269 | -0.4871 | -0.7399 |
| 3 | 1.7000 | 2.0000 | | | | 1.2401 | 1.8136 | 0.5400 | 0.4599 | -0.3536 |
| 4 | 2.6000 | 2.5000 | | | | 1.3097 | 1.8143 | 0.5563 | 1.2903 | 0.1294 |
| 5 | 3.2000 | 3.0000 | | | | 1.3833 | 1.8150 | 0.5726 | 1.8167 | 0.6124 |
| 6 | 4.6000 | 3.5000 | | | | 1.4609 | 1.8157 | 0.5889 | 3.1391 | 1.0954 |
| 7 | 6.2000 | 4.0000 | | | | 1.5429 | 1.8164 | 0.6052 | 4.6571 | 1.5784 |
| 8 | 7.5000 | 4.5000 | | | | 1.6295 | 1.8171 | 0.6215 | 5.8705 | 2.0614 |
| 9 | 9.1000 | 5.0000 | | | | 1.7210 | 1.8179 | 0.6378 | 7.3790 | 2.5444 |
| 10 | 10.4000 | 5.5000 | | | | 1.8176 | 1.8186 | 0.6541 | 8.5824 | 3.0274 |
| 11 | 11.0000 | 6.0000 | 6.2000 | 6.3000 | 0.1000 | 1.9196 | 1.8193 | 0.6704 | 9.0804 | 3.5103 |
| 12 | 11.7000 | 6.5000 | 6.7000 | 6.7000 | 0.0000 | 2.0274 | 1.8200 | 0.6867 | 9.6726 | 3.9933 |
| 13 | 12.3000 | 7.0000 | 7.2000 | 7.3000 | 0.1000 | 2.1412 | 1.8207 | 0.7030 | 10.1588 | 4.4763 |
| 14 | 12.9000 | 7.5000 | 7.8000 | 7.9000 | 0.1000 | 2.2614 | 1.8214 | 0.7193 | 10.6386 | 4.9593 |
| 15 | 13.7000 | 8.2000 | 8.5000 | 8.6000 | 0.1000 | 2.4411 | 1.8224 | 0.7421 | 11.2589 | 5.6355 |
| 16 | 14.5000 | 8.9000 | 9.1000 | 9.2000 | 0.1000 | 2.6350 | 1.8234 | 0.7649 | 11.8650 | 6.3117 |
| 17 | 15.2000 | 9.6000 | 9.8000 | 9.9000 | 0.1000 | 2.8444 | 1.8244 | 0.7877 | 12.3556 | 6.9878 |
| 18 | 16.0000 | 10.2000 | 10.5000 | 10.6000 | 0.1000 | 3.0371 | 1.8253 | 0.8073 | 12.9629 | 7.5674 |
| 19 | 16.8000 | 10.9000 | 11.1000 | 11.2000 | 0.1000 | 3.2784 | 1.8263 | 0.8301 | 13.5216 | 8.2436 |
| 20 | 17.4000 | 11.5000 | 11.7000 | 11.8000 | 0.1000 | 3.5005 | 1.8271 | 0.8497 | 13.8995 | 8.8232 |
| 21 | 18.2000 | 12.1000 | 12.3000 | 12.4000 | 0.1000 | 3.7376 | 1.8280 | 0.8692 | 14.4624 | 9.4028 |
| 22 | 18.8000 | 12.7000 | 12.9000 | 13.0000 | 0.1000 | 3.9907 | 1.8289 | 0.8888 | 14.8093 | 9.9824 |
| 23 | 19.5000 | 13.3000 | 13.5000 | 13.6000 | 0.1000 | 4.2610 | 1.8297 | 0.9083 | 15.2390 | 10.5619 |
| 24 | 20.0000 | 13.9000 | 14.1000 | 14.2000 | 0.1000 | 4.5496 | 1.8306 | 0.9279 | 15.4504 | 11.1415 |
| 25 | 18.2000 | 14.1000 | | | | 4.6501 | 1.8309 | 0.9344 | 13.5499 | 11.3347 |
| 26 | 16.2000 | 14.0000 | | | | 4.5996 | 1.8307 | 0.9312 | 11.6004 | 11.2381 |
| 27 | 14.7000 | 13.9000 | | | | 4.5496 | 1.8306 | 0.9279 | 10.1504 | 11.1415 |
| 28 | 13.7000 | 13.8000 | | | | 4.5002 | 1.8304 | 0.9246 | 9.1998 | 11.0449 |
| 29 | 11.7000 | 13.5000 | | | | 4.3551 | 1.8300 | 0.9149 | 7.3449 | 10.7551 |
| 30 | 9.4000 | 13.0000 | | | | 4.1237 | 1.8293 | 0.8986 | 5.2763 | 10.2722 |
| 31 | 8.0000 | 12.5000 | | | | 3.9045 | 1.8286 | 0.8823 | 4.0955 | 9.7892 |
| 32 | 6.7000 | 12.0000 | | | | 3.6970 | 1.8279 | 0.8660 | 3.0030 | 9.3062 |
| 33 | 5.1000 | 11.0000 | | | | 3.3144 | 1.8264 | 0.8334 | 1.7856 | 8.3402 |
| 34 | 3.7000 | 10.0000 | | | | 2.9715 | 1.8250 | 0.8008 | 0.7285 | 7.3742 |
| 35 | 2.6000 | 9.0000 | | | | 2.6640 | 1.8236 | 0.7682 | -0.0640 | 6.4083 |
| 36 | 1.7000 | 8.0000 | | | | 2.3883 | 1.8221 | 0.7356 | -0.6883 | 5.4423 |
| 37 | 1.3000 | 7.0000 | | | | 2.1412 | 1.8207 | 0.7030 | -0.8412 | 4.4763 |
| 38 | 0.5000 | 5.5000 | | | | 1.8176 | 1.8186 | 0.6541 | -1.3176 | 3.0274 |




Radio inicial de la cavidad $\rho_0$= 36.6124 mm

Radio de la cavidad $\rho_1$= 36.6124 mm — $\varepsilon_1$= 0
Presion en la cavidad $P_1$= 1.8167 bar

Radio de la cavidad $\rho_2$= 39.0274 mm — $\varepsilon_2$= 0.065961259
Presion en la cavidad $P_2$= 8.5824 bar




$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad G = \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$$

| | |
|---|---|
| **Módulo de corte G=** | **52 Kp/cm$^2$** |
| **Módulo de def. Ep=** | **136 Kp/cm$^2$** |

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO ( Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719

## *SUPRESIÓN BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN*

**FECHA** 12/07/2007

**PETICIONARIO:** MINISTERIO( D.G.F.)

**Nº TRABAJO:** Exp. 1.444

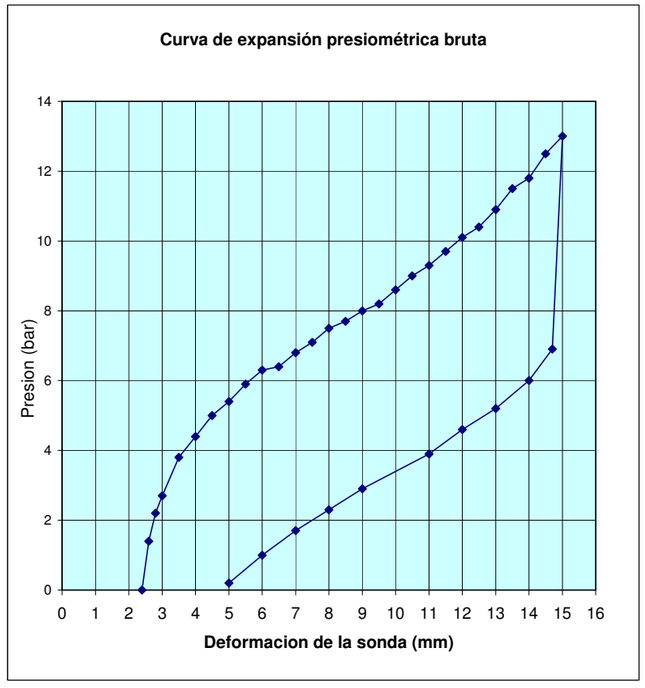
| | |
|---|---|
| **SONDEO** | **S-J-10** |
| **PROFUNDIDAD ENSAYO (m)** | **7.00** |
| **SISTEMA DE PERFORACION** | **Rotación con recup .de testigo** |
| **TIPO DE TERRENO** | **DOLOMÍAS MUY FRACTURADAS** |
| **COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO** | **0.3** |
| **RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO= 36 mm** | |
| **PERFORACION CON BATERIA DE 76 mm.** | |

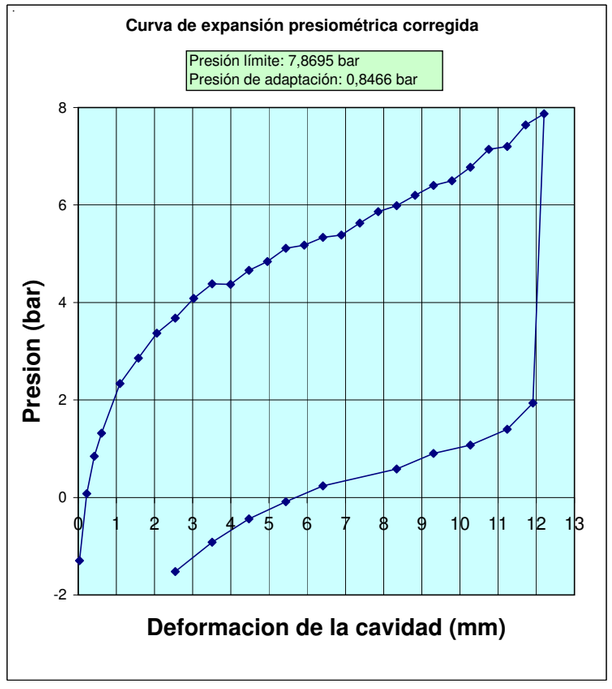
**PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA**

| Presion reacción=b1*m1$^R$ | | Diferencial Radio=b2+m2R | | Diferencial Radio=a+bR | |
|---|---|---|---|---|---|
| b1= | 0.99676907 | b2= | 1.810714286 | a= | 0.474785463 |
| m1= | 1.11541759 | m2= | 0.001428571 | b= | 0.032598053 |

| Medidas Brutas | | | | | | Correcciones | | | Medidas corregidas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medida | Presion | Radio | R 30" | R 60" | R60"-R30" | Reaccion Goma | Presión sobre Goma | Expansión Camisa | Presion | Radio |
| 1 | 0.0000 | 2.4000 | | | | 1.2955 | 1.8141 | 0.5530 | -1.2955 | 0.0328 |
| 2 | 1.4000 | 2.6000 | | | | 1.3241 | 1.8144 | 0.5595 | 0.0759 | 0.2260 |
| 3 | 2.2000 | 2.8000 | | | | 1.3534 | 1.8147 | 0.5661 | 0.8466 | 0.4192 |
| 4 | 2.7000 | 3.0000 | | | | 1.3833 | 1.8150 | 0.5726 | 1.3167 | 0.6124 |
| 5 | 3.8000 | 3.5000 | | | | 1.4609 | 1.8157 | 0.5889 | 2.3391 | 1.0954 |
| 6 | 4.4000 | 4.0000 | | | | 1.5429 | 1.8164 | 0.6052 | 2.8571 | 1.5784 |
| 7 | 5.0000 | 4.5000 | | | | 1.6295 | 1.8171 | 0.6215 | 3.3705 | 2.0614 |
| 8 | 5.4000 | 5.0000 | | | | 1.7210 | 1.8179 | 0.6378 | 3.6790 | 2.5444 |
| 9 | 5.9000 | 5.5000 | | | | 1.8176 | 1.8186 | 0.6541 | 4.0824 | 3.0274 |
| 10 | 6.3000 | 6.0000 | | | | 1.9196 | 1.8193 | 0.6704 | 4.3804 | 3.5103 |
| 11 | 6.4000 | 6.5000 | | | | 2.0274 | 1.8200 | 0.6867 | 4.3726 | 3.9933 |
| 12 | 6.8000 | 7.0000 | | | | 2.1412 | 1.8207 | 0.7030 | 4.6588 | 4.4763 |
| 13 | 7.1000 | 7.5000 | | | | 2.2614 | 1.8214 | 0.7193 | 4.8386 | 4.9593 |
| 14 | 7.5000 | 8.0000 | | | | 2.3883 | 1.8221 | 0.7356 | 5.1117 | 5.4423 |
| 15 | 7.7000 | 8.5000 | | | | 2.5224 | 1.8229 | 0.7519 | 5.1776 | 5.9253 |
| 16 | 8.0000 | 9.0000 | | | | 2.6640 | 1.8236 | 0.7682 | 5.3360 | 6.4083 |
| 17 | 8.2000 | 9.5000 | | | | 2.8135 | 1.8243 | 0.7845 | 5.3865 | 6.8912 |
| 18 | 8.6000 | 10.0000 | | | | 2.9715 | 1.8250 | 0.8008 | 5.6285 | 7.3742 |
| 19 | 9.0000 | 10.5000 | | | | 3.1383 | 1.8257 | 0.8171 | 5.8617 | 7.8572 |
| 20 | 9.3000 | 11.0000 | | | | 3.3144 | 1.8264 | 0.8334 | 5.9856 | 8.3402 |
| 21 | 9.7000 | 11.5000 | | | | 3.5005 | 1.8271 | 0.8497 | 6.1995 | 8.8232 |
| 22 | 10.1000 | 12.0000 | | | | 3.6970 | 1.8279 | 0.8660 | 6.4030 | 9.3062 |
| 23 | 10.4000 | 12.5000 | | | | 3.9045 | 1.8286 | 0.8823 | 6.4955 | 9.7892 |
| 24 | 10.9000 | 13.0000 | | | | 4.1237 | 1.8293 | 0.8986 | 6.7763 | 10.2722 |
| 25 | 11.5000 | 13.5000 | | | | 4.3551 | 1.8300 | 0.9149 | 7.1449 | 10.7551 |
| 26 | 11.8000 | 14.0000 | | | | 4.5996 | 1.8307 | 0.9312 | 7.2004 | 11.2381 |
| 27 | 12.5000 | 14.5000 | | | | 4.8578 | 1.8314 | 0.9475 | 7.6422 | 11.7211 |
| 28 | 13.0000 | 15.0000 | | | | 5.1305 | 1.8321 | 0.9638 | 7.8695 | 12.2041 |
| 29 | 6.9000 | 14.7000 | | | | 4.9651 | 1.8317 | 0.9540 | 1.9349 | 11.9143 |
| 30 | 6.0000 | 14.0000 | | | | 4.5996 | 1.8307 | 0.9312 | 1.4004 | 11.2381 |
| 31 | 5.2000 | 13.0000 | | | | 4.1237 | 1.8293 | 0.8986 | 1.0763 | 10.2722 |
| 32 | 4.6000 | 12.0000 | | | | 3.6970 | 1.8279 | 0.8660 | 0.9030 | 9.3062 |
| 33 | 3.9000 | 11.0000 | | | | 3.3144 | 1.8264 | 0.8334 | 0.5856 | 8.3402 |
| 34 | 2.9000 | 9.0000 | | | | 2.6640 | 1.8236 | 0.7682 | 0.2360 | 6.4083 |
| 35 | 2.3000 | 8.0000 | | | | 2.3883 | 1.8221 | 0.7356 | -0.0883 | 5.4423 |
| 36 | 1.7000 | 7.0000 | | | | 2.1412 | 1.8207 | 0.7030 | -0.4412 | 4.4763 |
| 37 | 1.0000 | 6.0000 | | | | 1.9196 | 1.8193 | 0.6704 | -0.9196 | 3.5103 |
| 38 | 0.2000 | 5.0000 | | | | 1.7210 | 1.8179 | 0.6378 | -1.5210 | 2.5444 |

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$$



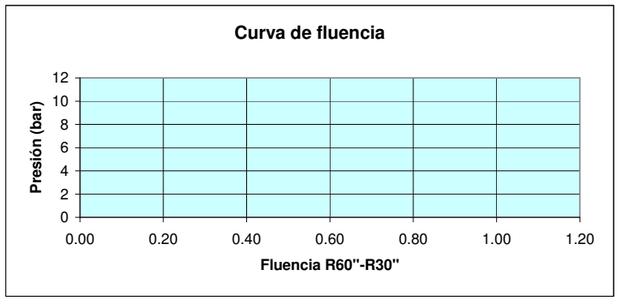




Radio inicial de la cavidad $\rho_0$= 36.4192 mm

Radio de la cavidad $\rho_1$= 36.4192 mm — $\varepsilon_1$= 0
Presion en la cavidad $P_1$= 0.8466 bar

Radio de la cavidad $\rho_2$= 37.0954 mm — $\varepsilon_2$= 0.018567129
Presion en la cavidad $P_2$= 2.3391 bar

**Módulo de corte G= 41 Kp/cm²**
**Módulo de def. Ep= 107 Kp/cm²**



seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO ( Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719

## *SUPRESIÓN BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN*

**FECHA** 12/07/2007

**PETICIONARIO:** MINISTERIO( D.G.F.)

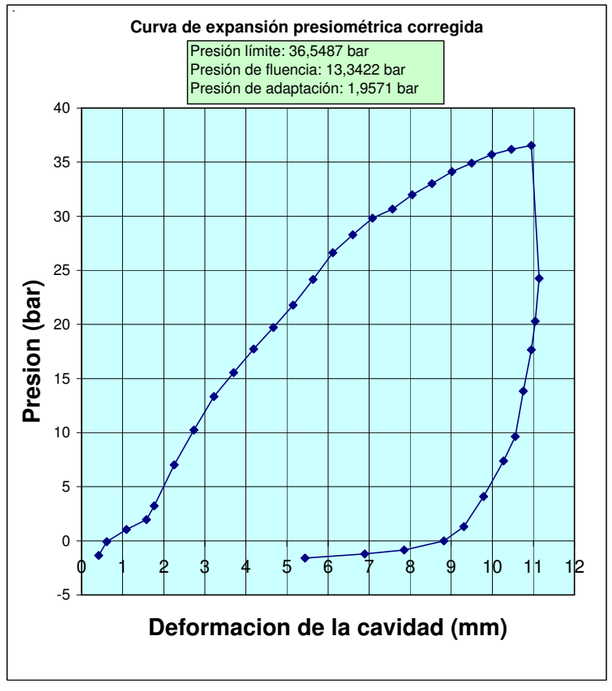
**Nº TRABAJO:** Exp. 1.444

| | |
|---|---|
| **SONDEO** | **S-J-11** |
| **PROFUNDIDAD ENSAYO (m)** | **17.10** |
| **SISTEMA DE PERFORACION** | **Rotación con recup .de testigo** |
| **TIPO DE TERRENO** | **MARGAS** |
| **COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO** | **0.3** |
| **RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO= 36 mm** | |
| **PERFORACION CON BATERIA DE 76 mm.** | |

**PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA**

| Presion reacción=b1*m1 $^R$ | | Diferencial Radio=b2+m2R | | Diferencial Radio=a+bR | |
|---|---|---|---|---|---|
| b1= | 0.99676907 | b2= | 1.810714286 | a= | 0.474785463 |
| m1= | 1.11541759 | m2= | 0.001428571 | b= | 0.032598053 |

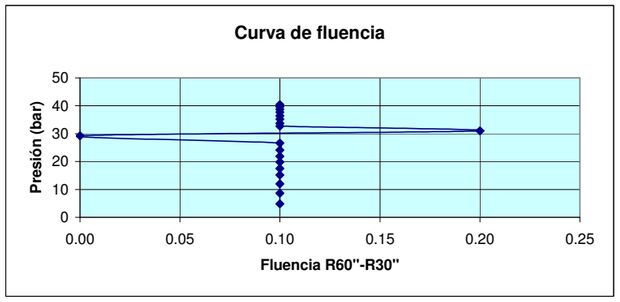
| Medidas Brutas | | | | | | Correcciones | | | Medidas corregidas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medida | Presion | Radio | R 30" | R 60" | R60"-R30" | Reaccion Goma | Presión sobre Goma | Expansión Camisa | Presion | Radio |
| 1 | 0.0000 | 2.8000 | | | | 1.3534 | 1.8147 | 0.5661 | -1.3534 | 0.4192 |
| 2 | 1.3000 | 3.0000 | | | | 1.3833 | 1.8150 | 0.5726 | -0.0833 | 0.6124 |
| 3 | 2.5000 | 3.5000 | | | | 1.4609 | 1.8157 | 0.5889 | 1.0391 | 1.0954 |
| 4 | 3.5000 | 4.0000 | | | | 1.5429 | 1.8164 | 0.6052 | 1.9571 | 1.5784 |
| 5 | 4.8000 | 4.2000 | 4.3000 | 4.4000 | 0.1000 | 1.5770 | 1.8167 | 0.6117 | 3.2230 | 1.7716 |
| 6 | 8.7000 | 4.7000 | 4.8000 | 4.9000 | 0.1000 | 1.6655 | 1.8174 | 0.6280 | 7.0345 | 2.2546 |
| 7 | 12.0000 | 5.2000 | 5.3000 | 5.4000 | 0.1000 | 1.7590 | 1.8181 | 0.6443 | 10.2410 | 2.7376 |
| 8 | 15.2000 | 5.7000 | 5.8000 | 5.9000 | 0.1000 | 1.8578 | 1.8189 | 0.6606 | 13.3422 | 3.2205 |
| 9 | 17.5000 | 6.2000 | 6.3000 | 6.4000 | 0.1000 | 1.9620 | 1.8196 | 0.6769 | 15.5380 | 3.7035 |
| 10 | 19.8000 | 6.7000 | 6.8000 | 6.9000 | 0.1000 | 2.0722 | 1.8203 | 0.6932 | 17.7278 | 4.1865 |
| 11 | 21.9000 | 7.2000 | 7.3000 | 7.4000 | 0.1000 | 2.1885 | 1.8210 | 0.7095 | 19.7115 | 4.6695 |
| 12 | 24.1000 | 7.7000 | 7.8000 | 7.9000 | 0.1000 | 2.3113 | 1.8217 | 0.7258 | 21.7887 | 5.1525 |
| 13 | 26.6000 | 8.2000 | 8.3000 | 8.4000 | 0.1000 | 2.4411 | 1.8224 | 0.7421 | 24.1589 | 5.6355 |
| 14 | 29.2000 | 8.7000 | 8.9000 | 8.9000 | 0.0000 | 2.5781 | 1.8231 | 0.7584 | 26.6219 | 6.1185 |
| 15 | 31.0000 | 9.2000 | 9.3000 | 9.5000 | 0.2000 | 2.7228 | 1.8239 | 0.7747 | 28.2772 | 6.6015 |
| 16 | 32.7000 | 9.7000 | 9.9000 | 10.0000 | 0.1000 | 2.8757 | 1.8246 | 0.7910 | 29.8243 | 7.0844 |
| 17 | 33.7000 | 10.2000 | 10.3000 | 10.4000 | 0.1000 | 3.0371 | 1.8253 | 0.8073 | 30.6629 | 7.5674 |
| 18 | 35.2000 | 10.7000 | 10.9000 | 11.0000 | 0.1000 | 3.2076 | 1.8260 | 0.8236 | 31.9924 | 8.0504 |
| 19 | 36.4000 | 11.2000 | 11.4000 | 11.5000 | 0.1000 | 3.3876 | 1.8267 | 0.8399 | 33.0124 | 8.5334 |
| 20 | 37.7000 | 11.7000 | 11.9000 | 12.0000 | 0.1000 | 3.5778 | 1.8274 | 0.8562 | 34.1222 | 9.0164 |
| 21 | 38.7000 | 12.2000 | 12.4000 | 12.5000 | 0.1000 | 3.7786 | 1.8281 | 0.8725 | 34.9214 | 9.4994 |
| 22 | 39.7000 | 12.7000 | 12.9000 | 13.0000 | 0.1000 | 3.9907 | 1.8289 | 0.8888 | 35.7093 | 9.9824 |
| 23 | 40.4000 | 13.2000 | 13.4000 | 13.5000 | 0.1000 | 4.2147 | 1.8296 | 0.9051 | 36.1853 | 10.4653 |
| 24 | 41.0000 | 13.7000 | 13.9000 | 14.1000 | 0.2000 | 4.4513 | 1.8303 | 0.9214 | 36.5487 | 10.9483 |
| 25 | 28.8000 | 13.9000 | | | | 4.5496 | 1.8306 | 0.9279 | 24.2504 | 11.1415 |
| 26 | 24.8000 | 13.8000 | | | | 4.5002 | 1.8304 | 0.9246 | 20.2998 | 11.0449 |
| 27 | 22.1000 | 13.7000 | | | | 4.4513 | 1.8303 | 0.9214 | 17.6487 | 10.9483 |
| 28 | 18.2000 | 13.5000 | | | | 4.3551 | 1.8300 | 0.9149 | 13.8449 | 10.7551 |
| 29 | 13.9000 | 13.3000 | | | | 4.2610 | 1.8297 | 0.9083 | 9.6390 | 10.5619 |
| 30 | 11.5000 | 13.0000 | | | | 4.1237 | 1.8293 | 0.8986 | 7.3763 | 10.2722 |
| 31 | 8.0000 | 12.5000 | | | | 3.9045 | 1.8286 | 0.8823 | 4.0955 | 9.7892 |
| 32 | 5.0000 | 12.0000 | | | | 3.6970 | 1.8279 | 0.8660 | 1.3030 | 9.3062 |
| 33 | 3.5000 | 11.5000 | | | | 3.5005 | 1.8271 | 0.8497 | -0.0005 | 8.8232 |
| 34 | 2.3000 | 10.5000 | | | | 3.1383 | 1.8257 | 0.8171 | -0.8383 | 7.8572 |
| 35 | 1.6000 | 9.5000 | | | | 2.8135 | 1.8243 | 0.7845 | -1.2135 | 6.8912 |
| 36 | 0.8000 | 8.0000 | | | | 2.3883 | 1.8221 | 0.7356 | -1.5883 | 5.4423 |




Radio inicial de la cavidad $\rho_0$= 37.5784 mm

Radio de la cavidad $\rho_1$= 37.5784 mm — $\varepsilon_1$= 0
Presion en la cavidad $P_1$= 1.9571 bar

Radio de la cavidad $\rho_2$= 39.2205 mm — $\varepsilon_2$= 0.043697975
Presion en la cavidad $P_2$= 13.3422 bar




$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad G = \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$$

**Módulo de corte G= 133 Kp/cm$^2$**
**Módulo de def. Ep= 345 Kp/cm$^2$**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO ( Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719

## *SUPRESIÓN BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN*

FECHA 13/07/2007

**PETICIONARIO: MINISTERIO(D.G.F.)**

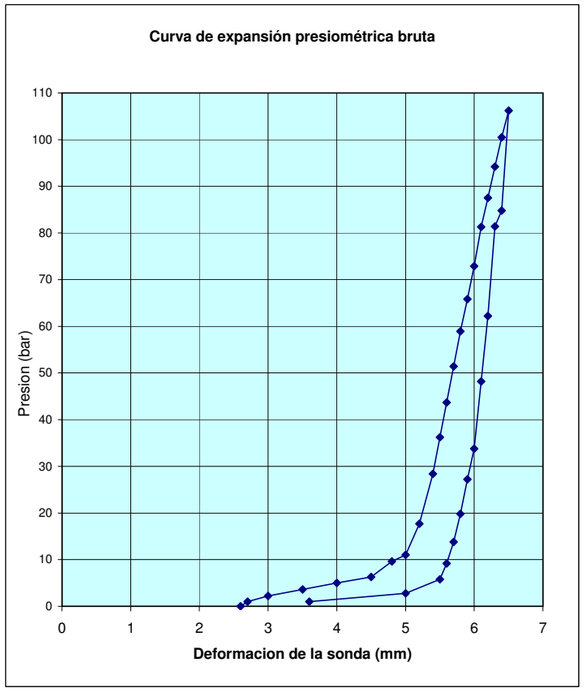
Nº TRABAJO: Exp. 1.444

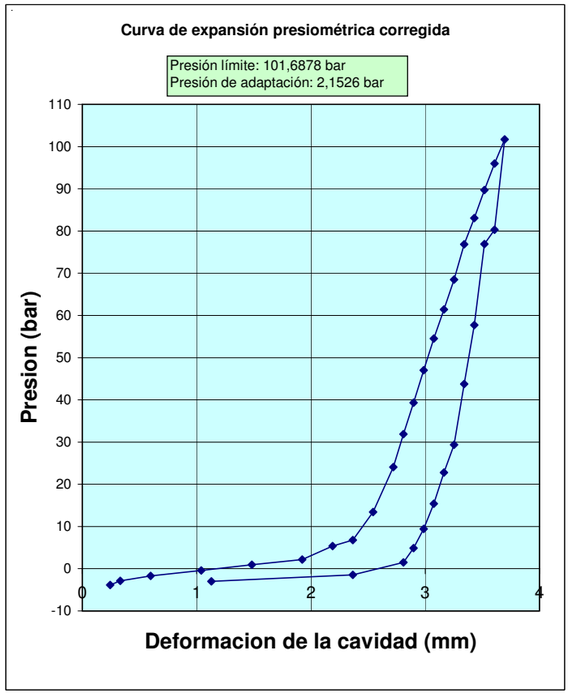
| | |
|---|---|
| SONDEO | S-J-11 |
| PROFUNDIDAD ENSAYO (m) | 26.00 |
| SISTEMA DE PERFORACION | Rotación con recup .de testigo |
| TIPO DE TERRENO | DOLOMÍAS |
| COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO | 0.25 |
| RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO= 36 mm | |
| PERFORACION CON BATERIA DE 76 mm. | |

**PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA**

| Presion reacción=b1*m1 $^R$ | | Diferencial Radio=b2+m2R | | Diferencial Radio=a+bR | |
|---|---|---|---|---|---|
| b1= | 3.430894 | b2= | 1.350000 | a= | 0.707637 |
| m1= | 1.043050 | m2= | 0.000833 | b= | 0.114175 |

| Medidas Brutas | | | | | | Correcciones | | | Medidas corregidas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medida | Presion | Radio | R 30" | R 60" | R60"-R30" | Reaccion Goma | Presión sobre Goma | Expansión Camisa | Presion | Radio |
| 1 | 0.0000 | 2.6000 | | | | 3.8283 | 1.3522 | 1.0045 | -3.8283 | 0.2433 |
| 2 | 1.0000 | 2.7000 | | | | 3.8444 | 1.3522 | 1.0159 | -2.8444 | 0.3318 |
| 3 | 2.2000 | 3.0000 | | | | 3.8933 | 1.3525 | 1.0502 | -1.6933 | 0.5973 |
| 4 | 3.6000 | 3.5000 | | | | 3.9763 | 1.3529 | 1.1072 | -0.3763 | 1.0398 |
| 5 | 5.0000 | 4.0000 | | | | 4.0609 | 1.3533 | 1.1643 | 0.9391 | 1.4823 |
| 6 | 6.3000 | 4.5000 | | | | 4.1474 | 1.3537 | 1.2214 | 2.1526 | 1.9248 |
| 7 | 9.6000 | 4.8000 | | | | 4.2002 | 1.3540 | 1.2557 | 5.3998 | 2.1903 |
| 8 | 11.0000 | 5.0000 | | | | 4.2358 | 1.3542 | 1.2785 | 6.7642 | 2.3673 |
| 9 | 17.7000 | 5.2000 | | | | 4.2716 | 1.3543 | 1.3013 | 13.4284 | 2.5443 |
| 10 | 28.4000 | 5.4000 | | | | 4.3078 | 1.3545 | 1.3242 | 24.0922 | 2.7213 |
| 11 | 36.2000 | 5.5000 | | | | 4.3260 | 1.3546 | 1.3356 | 31.8740 | 2.8098 |
| 12 | 43.7000 | 5.6000 | | | | 4.3443 | 1.3547 | 1.3470 | 39.3557 | 2.8983 |
| 13 | 51.4000 | 5.7000 | | | | 4.3626 | 1.3547 | 1.3584 | 47.0374 | 2.9868 |
| 14 | 58.9000 | 5.8000 | | | | 4.3810 | 1.3548 | 1.3699 | 54.5190 | 3.0753 |
| 15 | 65.8000 | 5.9000 | | | | 4.3995 | 1.3549 | 1.3813 | 61.4005 | 3.1638 |
| 16 | 72.9000 | 6.0000 | | | | 4.4181 | 1.3550 | 1.3927 | 68.4819 | 3.2523 |
| 17 | 81.3000 | 6.1000 | | | | 4.4368 | 1.3551 | 1.4041 | 76.8632 | 3.3408 |
| 18 | 87.5000 | 6.2000 | | | | 4.4555 | 1.3552 | 1.4155 | 83.0445 | 3.4293 |
| 19 | 94.2000 | 6.3000 | | | | 4.4743 | 1.3552 | 1.4269 | 89.7257 | 3.5178 |
| 20 | 100.5000 | 6.4000 | | | | 4.4932 | 1.3553 | 1.4384 | 96.0068 | 3.6063 |
| 21 | 106.2000 | 6.5000 | | | | 4.5122 | 1.3554 | 1.4498 | 101.6878 | 3.6948 |
| 22 | 84.8000 | 6.4000 | | | | 4.4932 | 1.3553 | 1.4384 | 80.3068 | 3.6063 |
| 23 | 81.4000 | 6.3000 | | | | 4.4743 | 1.3552 | 1.4269 | 76.9257 | 3.5178 |
| 24 | 62.2000 | 6.2000 | | | | 4.4555 | 1.3552 | 1.4155 | 57.7445 | 3.4293 |
| 25 | 48.2000 | 6.1000 | | | | 4.4368 | 1.3551 | 1.4041 | 43.7632 | 3.3408 |
| 26 | 33.8000 | 6.0000 | | | | 4.4181 | 1.3550 | 1.3927 | 29.3819 | 3.2523 |
| 27 | 27.2000 | 5.9000 | | | | 4.3995 | 1.3549 | 1.3813 | 22.8005 | 3.1638 |
| 28 | 19.8000 | 5.8000 | | | | 4.3810 | 1.3548 | 1.3699 | 15.4190 | 3.0753 |
| 29 | 13.8000 | 5.7000 | | | | 4.3626 | 1.3547 | 1.3584 | 9.4374 | 2.9868 |
| 30 | 9.2000 | 5.6000 | | | | 4.3443 | 1.3547 | 1.3470 | 4.8557 | 2.8983 |
| 31 | 5.8000 | 5.5000 | | | | 4.3260 | 1.3546 | 1.3356 | 1.4740 | 2.8098 |
| 32 | 2.8000 | 5.0000 | | | | 4.2358 | 1.3542 | 1.2785 | -1.4358 | 2.3673 |
| 33 | 1.0000 | 3.6000 | | | | 3.9931 | 1.3530 | 1.1187 | -2.9931 | 1.1283 |




Observaciones:

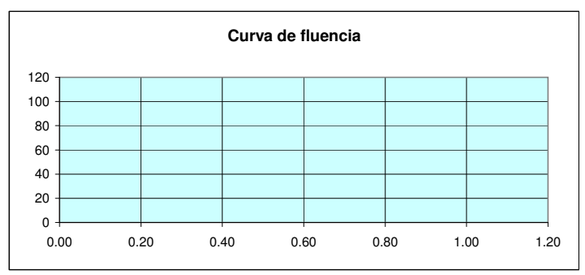
Radio inicial de la cavidad $\rho_0$= 37.9248 mm

Radio de la cavidad $\rho_1$= 38.5443 mm — $\varepsilon_1$= 0.016334958
Presion en la cavidad $P_1$= 13.4284 bar

Radio de la cavidad $\rho_2$= 39.6948 mm — $\varepsilon_2$= 0.046671307
Presion en la cavidad $P_2$= 101.6878 bar

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0} \qquad E = 2G(1+\nu) \qquad G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$$

**Módulo de corte G= 1484 Kp/cm$^2$**
**Módulo de def. Ep= 3709 Kp/cm$^2$**



seinco control ingeniería y servicios, s.a.

# ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO ( Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719

## *SUPRESIÓN BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN*

**FECHA** 09/07/2007

**PETICIONARIO:** MINISTERIO( D.G.F.)

**Nº TRABAJO:** Exp. 1.444

| | |
|---|---|
| **SONDEO** | S-J-12 |
| **PROFUNDIDAD ENSAYO (m)** | 28.60 |
| **SISTEMA DE PERFORACION** | Rotación con recup .de testigo |
| **TIPO DE TERRENO** | DOLOMIAS |
| **COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO** | 0.25 |

**RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO= 36 mm**

**PERFORACION CON BATERIA DE 76 mm.**

**PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA**

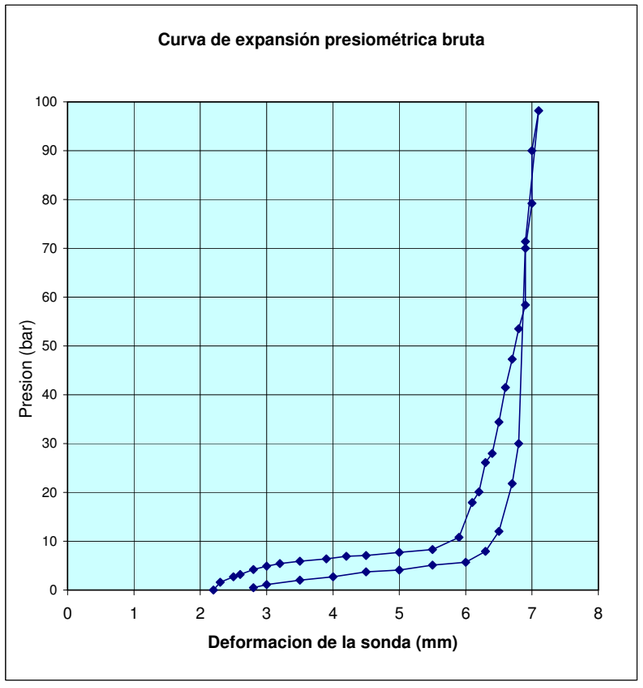
| Presion reacción=b1*m1 $^{R}$ | | Diferencial Radio=b2+m2R | | Diferencial Radio=a+bR | |
|---|---|---|---|---|---|
| b1= | 0.99676907 | b2= | 1.810714286 | a= | 0.474785463 |
| m1= | 1.11541759 | m2= | 0.001428571 | b= | 0.032598053 |

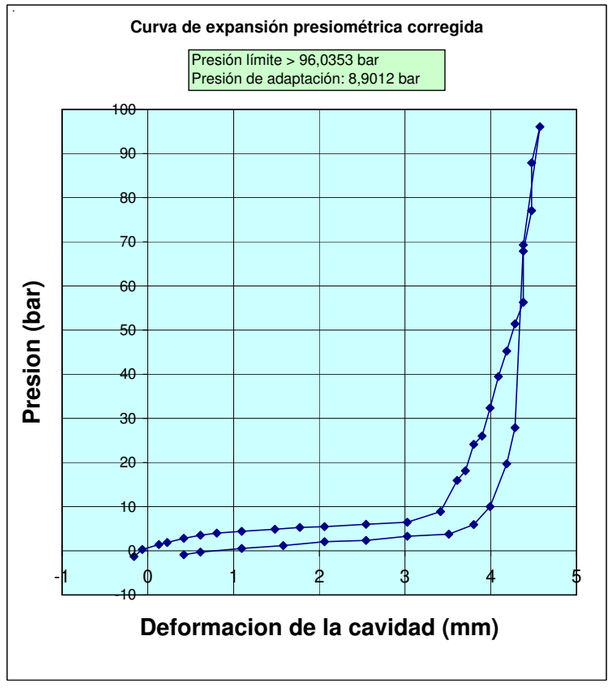
| Medidas Brutas | | | | | | Correcciones | | | Medidas corregidas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Medida | Presion | Radio | R 30" | R 60" | R60"-R30" | Reaccion Goma | Presión sobre Goma | Expansión Camisa | Presion | Radio |
| 1 | 0.0000 | 2.2000 | | | | 1.2675 | 1.8139 | 0.5465 | -1.2675 | -0.1604 |
| 2 | 1.6000 | 2.3000 | | | | 1.2814 | 1.8140 | 0.5498 | 0.3186 | -0.0638 |
| 3 | 2.7000 | 2.5000 | | | | 1.3097 | 1.8143 | 0.5563 | 1.3903 | 0.1294 |
| 4 | 3.2000 | 2.6000 | | | | 1.3241 | 1.8144 | 0.5595 | 1.8759 | 0.2260 |
| 5 | 4.2000 | 2.8000 | | | | 1.3534 | 1.8147 | 0.5661 | 2.8466 | 0.4192 |
| 6 | 4.9000 | 3.0000 | | | | 1.3833 | 1.8150 | 0.5726 | 3.5167 | 0.6124 |
| 7 | 5.4000 | 3.2000 | | | | 1.4138 | 1.8153 | 0.5791 | 3.9862 | 0.8056 |
| 8 | 5.9000 | 3.5000 | | | | 1.4609 | 1.8157 | 0.5889 | 4.4391 | 1.0954 |
| 9 | 6.4000 | 3.9000 | | | | 1.5262 | 1.8163 | 0.6019 | 4.8738 | 1.4818 |
| 10 | 6.9000 | 4.2000 | | | | 1.5770 | 1.8167 | 0.6117 | 5.3230 | 1.7716 |
| 11 | 7.1000 | 4.5000 | | | | 1.6295 | 1.8171 | 0.6215 | 5.4705 | 2.0614 |
| 12 | 7.7000 | 5.0000 | | | | 1.7210 | 1.8179 | 0.6378 | 5.9790 | 2.5444 |
| 13 | 8.3000 | 5.5000 | | | | 1.8176 | 1.8186 | 0.6541 | 6.4824 | 3.0274 |
| 14 | 10.8000 | 5.9000 | | | | 1.8988 | 1.8191 | 0.6671 | 8.9012 | 3.4137 |
| 15 | 17.9000 | 6.1000 | | | | 1.9407 | 1.8194 | 0.6736 | 15.9593 | 3.6069 |
| 16 | 20.1000 | 6.2000 | | | | 1.9620 | 1.8196 | 0.6769 | 18.1380 | 3.7035 |
| 17 | 26.1000 | 6.3000 | | | | 1.9836 | 1.8197 | 0.6802 | 24.1164 | 3.8001 |
| 18 | 28.0000 | 6.4000 | | | | 2.0054 | 1.8199 | 0.6834 | 25.9946 | 3.8967 |
| 19 | 34.4000 | 6.5000 | | | | 2.0274 | 1.8200 | 0.6867 | 32.3726 | 3.9933 |
| 20 | 41.5000 | 6.6000 | | | | 2.0497 | 1.8201 | 0.6899 | 39.4503 | 4.0899 |
| 21 | 47.3000 | 6.7000 | | | | 2.0722 | 1.8203 | 0.6932 | 45.2278 | 4.1865 |
| 22 | 53.5000 | 6.8000 | | | | 2.0949 | 1.8204 | 0.6965 | 51.4051 | 4.2831 |
| 23 | 58.4000 | 6.9000 | | | | 2.1179 | 1.8206 | 0.6997 | 56.2821 | 4.3797 |
| 24 | 70.0000 | 6.9000 | | | | 2.1179 | 1.8206 | 0.6997 | 67.8821 | 4.3797 |
| 25 | 79.2000 | 7.0000 | | | | 2.1412 | 1.8207 | 0.7030 | 77.0588 | 4.4763 |
| 26 | 90.0000 | 7.0000 | | | | 2.1412 | 1.8207 | 0.7030 | 87.8588 | 4.4763 |
| 27 | 98.2000 | 7.1000 | | | | 2.1647 | 1.8209 | 0.7062 | 96.0353 | 4.5729 |
| 28 | 71.4000 | 6.9000 | | | | 2.1179 | 1.8206 | 0.6997 | 69.2821 | 4.3797 |
| 29 | 30.0000 | 6.8000 | | | | 2.0949 | 1.8204 | 0.6965 | 27.9051 | 4.2831 |
| 30 | 21.8000 | 6.7000 | | | | 2.0722 | 1.8203 | 0.6932 | 19.7278 | 4.1865 |
| 31 | 12.0000 | 6.5000 | | | | 2.0274 | 1.8200 | 0.6867 | 9.9726 | 3.9933 |
| 32 | 7.9000 | 6.3000 | | | | 1.9836 | 1.8197 | 0.6802 | 5.9164 | 3.8001 |
| 33 | 5.7000 | 6.0000 | | | | 1.9196 | 1.8193 | 0.6704 | 3.7804 | 3.5103 |
| 34 | 5.1000 | 5.5000 | | | | 1.8176 | 1.8186 | 0.6541 | 3.2824 | 3.0274 |
| 35 | 4.1000 | 5.0000 | | | | 1.7210 | 1.8179 | 0.6378 | 2.3790 | 2.5444 |
| 36 | 3.7000 | 4.5000 | | | | 1.6295 | 1.8171 | 0.6215 | 2.0705 | 2.0614 |
| 37 | 2.7000 | 4.0000 | | | | 1.5429 | 1.8164 | 0.6052 | 1.1571 | 1.5784 |
| 38 | 2.0000 | 3.5000 | | | | 1.4609 | 1.8157 | 0.5889 | 0.5391 | 1.0954 |
| 39 | 1.1000 | 3.0000 | | | | 1.3833 | 1.8150 | 0.5726 | -0.2833 | 0.6124 |
| 40 | 0.5000 | 2.8000 | | | | 1.3534 | 1.8147 | 0.5661 | -0.8534 | 0.4192 |

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0}$$

$$E = 2G(1+\nu)$$

$$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$$




Radio inicial de la cavidad $\rho_0$= 39.4137 mm

Radio de la cavidad $\rho_1$= 40.3797 mm $\varepsilon_1$= 0.024509244

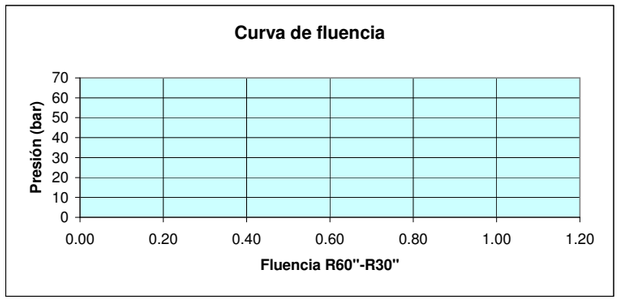
Presion en la cavidad $P_1$= 56.2821 bar

Radio de la cavidad $\rho_2$= 40.5729 mm $\varepsilon_2$= 0.029411093

Presion en la cavidad $P_2$= 96.0353 bar

**Módulo de corte G= 4136 Kp/cm$^2$**

**Módulo de def. Ep= 10340 Kp/cm$^2$**



# 1.4. PENETRÓMETROS DINÁMICOS

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-1**
**Fecha:**.....13-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **5.20**
**Observaciones:**

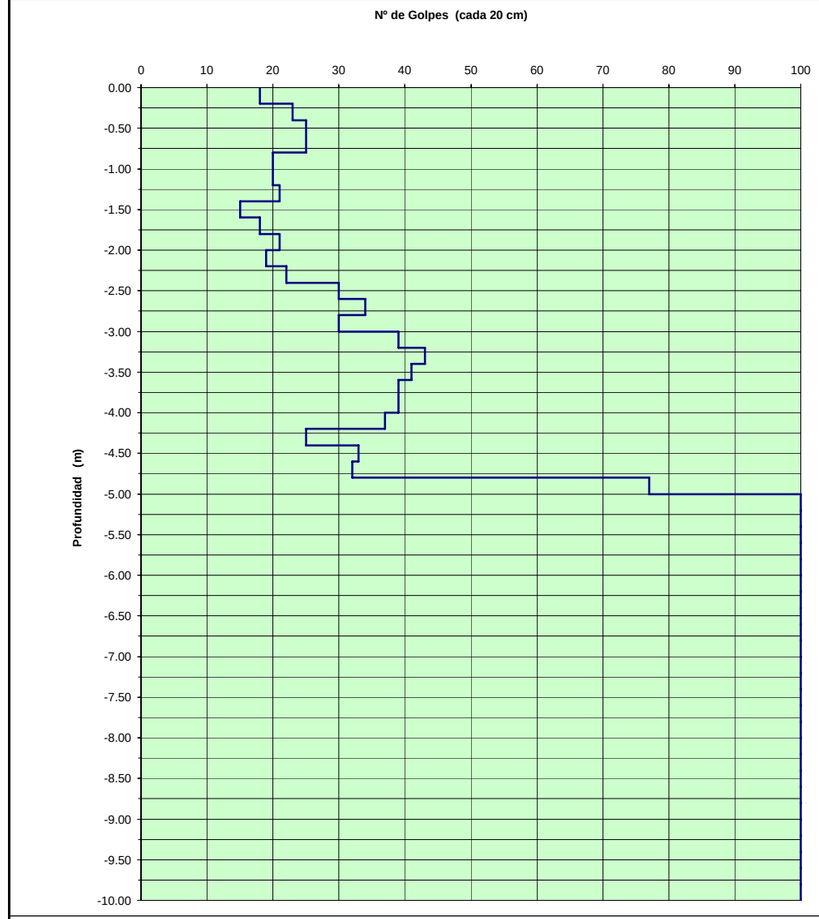
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 18 | 7.00 - 7.20 | | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 23 | 7.20 - 7.40 | | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 25 | 7.40 - 7.60 | | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 25 | 7.60 - 7.80 | | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 20 | 7.80 - 8.00 | | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 20 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 21 | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 15 | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 18 | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 21 | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 19 | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 22 | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 30 | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | 34 | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | 30 | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | 39 | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | 43 | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | 41 | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | 39 | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | 39 | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | 37 | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | **25** | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | 33 | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | 32 | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | 77 | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | 100 | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**.....*"PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"*
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**.....**PD-1**




Fecha:..... 13-ago-07 **Profundidad de Rechazo (m):.....5.20**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**..... **PD-2**
**Fecha:**.....13-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **8.00**
**Observaciones:**

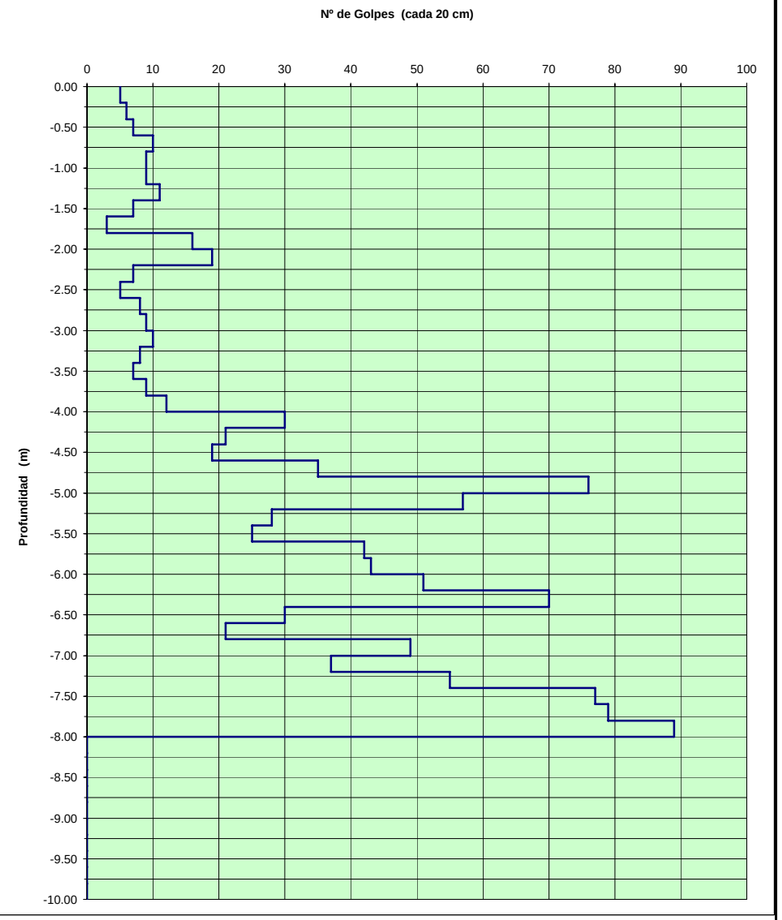
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 5 | 7.00 - 7.20 | 37 | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 6 | 7.20 - 7.40 | 55 | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 7 | 7.40 - 7.60 | 77 | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 10 | 7.60 - 7.80 | 79 | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 9 | 7.80 - 8.00 | 89 | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 9 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 11 | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 7 | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 3 | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 16 | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 19 | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 7 | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 5 | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | 8 | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | 9 | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | 10 | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | 8 | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | 7 | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | 9 | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | 12 | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | 30 | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | **21** | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | 19 | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | 35 | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | 76 | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | 57 | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | 28 | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | 25 | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | 42 | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | 43 | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | 51 | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | 70 | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | 30 | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | 21 | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | 49 | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**....."PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**..... PD-2




Fecha:..... 13-ago-07 | **Profundidad de Rechazo (m):..... 8.00**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-3**
**Fecha:**.....13-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **7.50**
**Observaciones:**

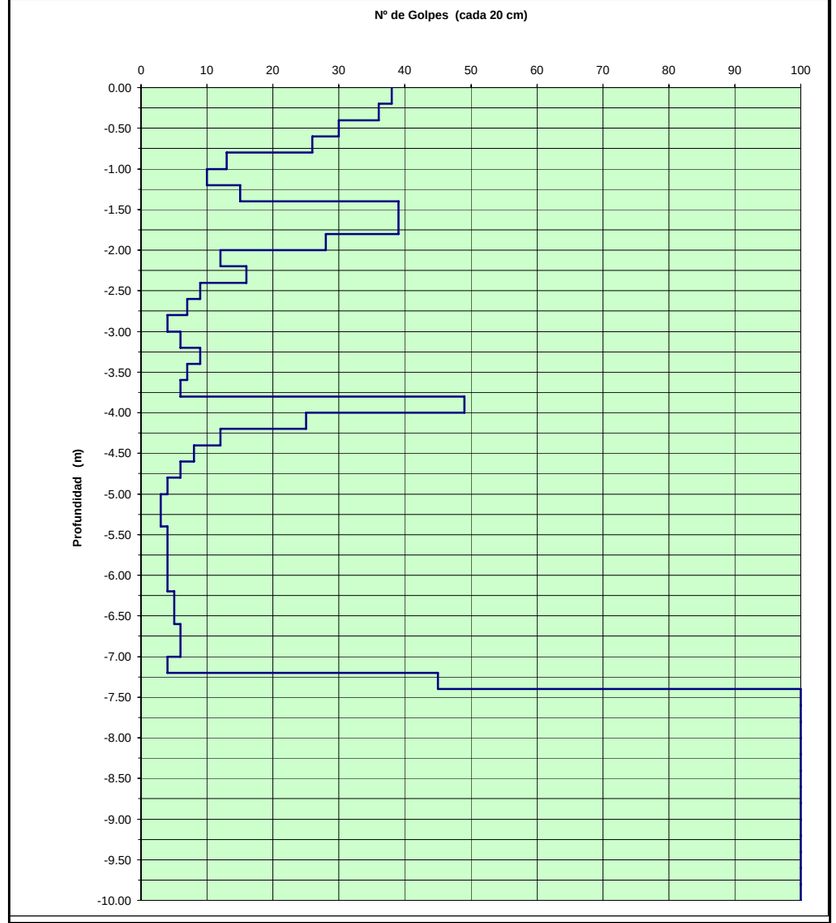
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 38 | 7.00 - 7.20 | 4 | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 36 | 7.20 - 7.40 | 45 | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 30 | 7.40 - 7.60 | 100 | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 26 | 7.60 - 7.80 | | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 13 | 7.80 - 8.00 | | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 10 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 15 | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 39 | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 39 | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 28 | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 12 | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 16 | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 9 | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | 7 | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | 4 | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | 6 | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | 9 | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | 7 | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | 6 | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | 49 | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | 25 | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | **12** | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | 8 | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | 6 | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | 4 | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | 3 | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | 3 | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | 4 | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | 4 | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | 4 | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | 4 | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | 5 | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | 5 | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | 6 | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | 6 | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**.....*"PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"*
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**.....**PD-3**




Fecha:..... 13-ago-07 | **Profundidad de Rechazo (m):.....7.50**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-4**
**Fecha:**.....13-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **2.45**
**Observaciones:**

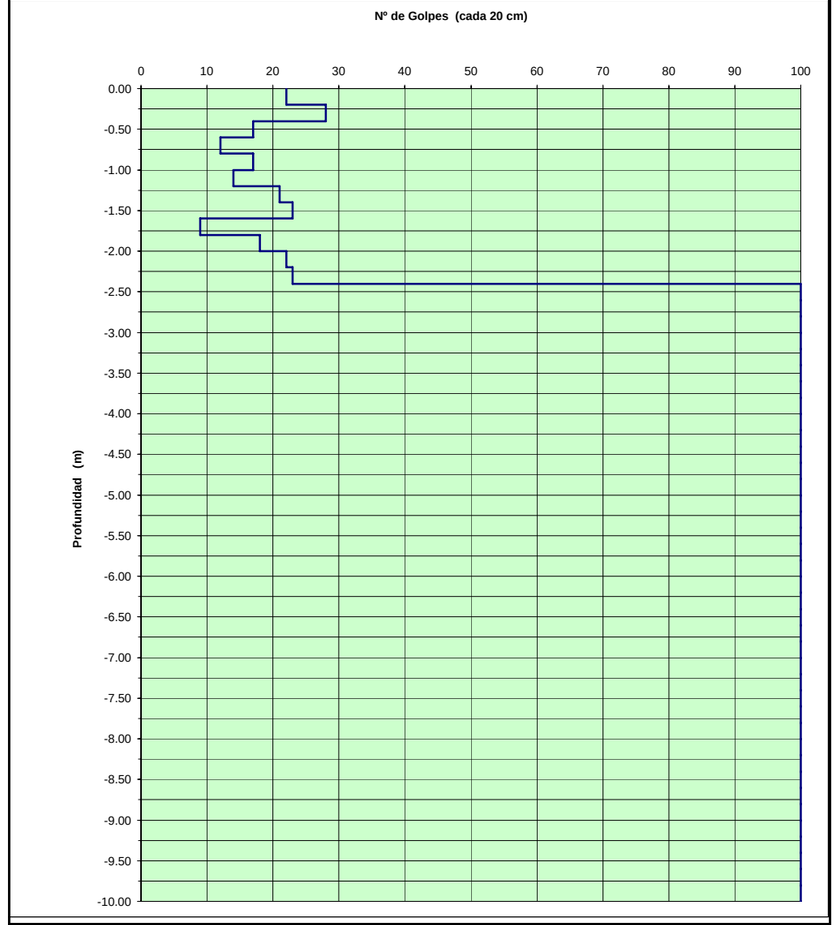
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 22 | 7.00 - 7.20 | | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 28 | 7.20 - 7.40 | | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 17 | 7.40 - 7.60 | | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 12 | 7.60 - 7.80 | | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 17 | 7.80 - 8.00 | | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 14 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 21 | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 23 | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 9 | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 18 | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 22 | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 23 | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 100 | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**....."PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**..... PD-4




Fecha:..... 13-ago-07 **Profundidad de Rechazo (m):..... 2.45**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-4 BIS**
**Fecha:**.....13-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **1.20**
**Observaciones:**

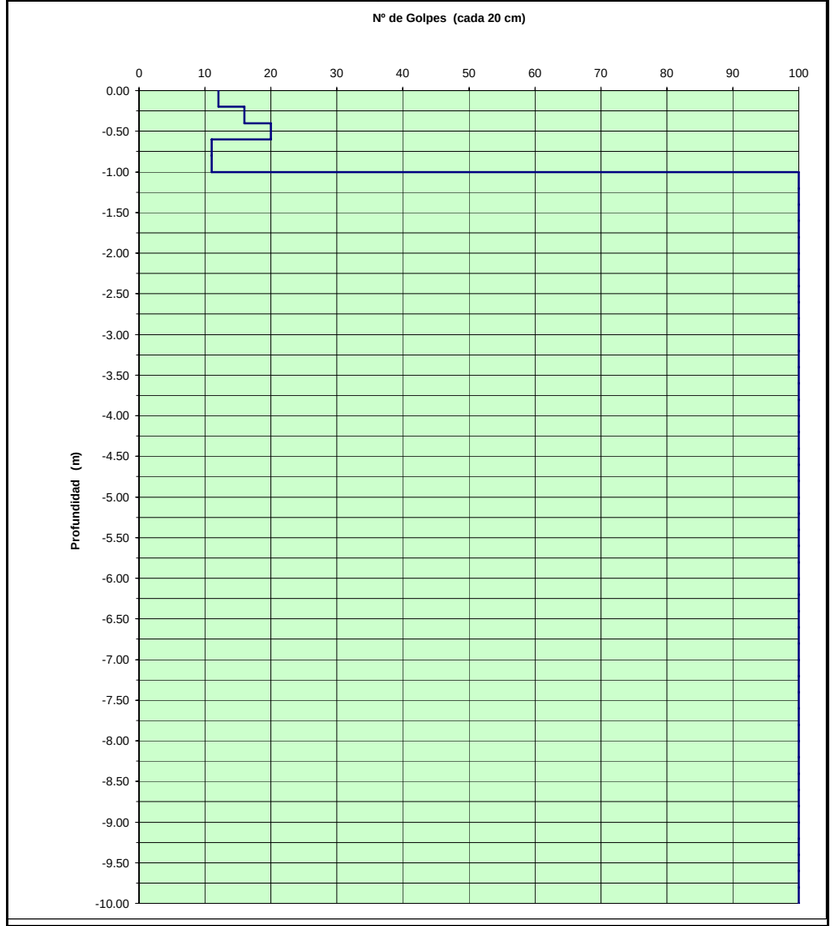
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 12 | 7.00 - 7.20 | | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 16 | 7.20 - 7.40 | | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 20 | 7.40 - 7.60 | | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 11 | 7.60 - 7.80 | | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 11 | 7.80 - 8.00 | | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 100 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**.....*"PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"*
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**.....**PD-4 BIS**




Fecha:..... 13-ago-07 **Profundidad de Rechazo (m):.....1.20**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-5**
**Fecha:**.....14-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **11.55**
**Observaciones:**

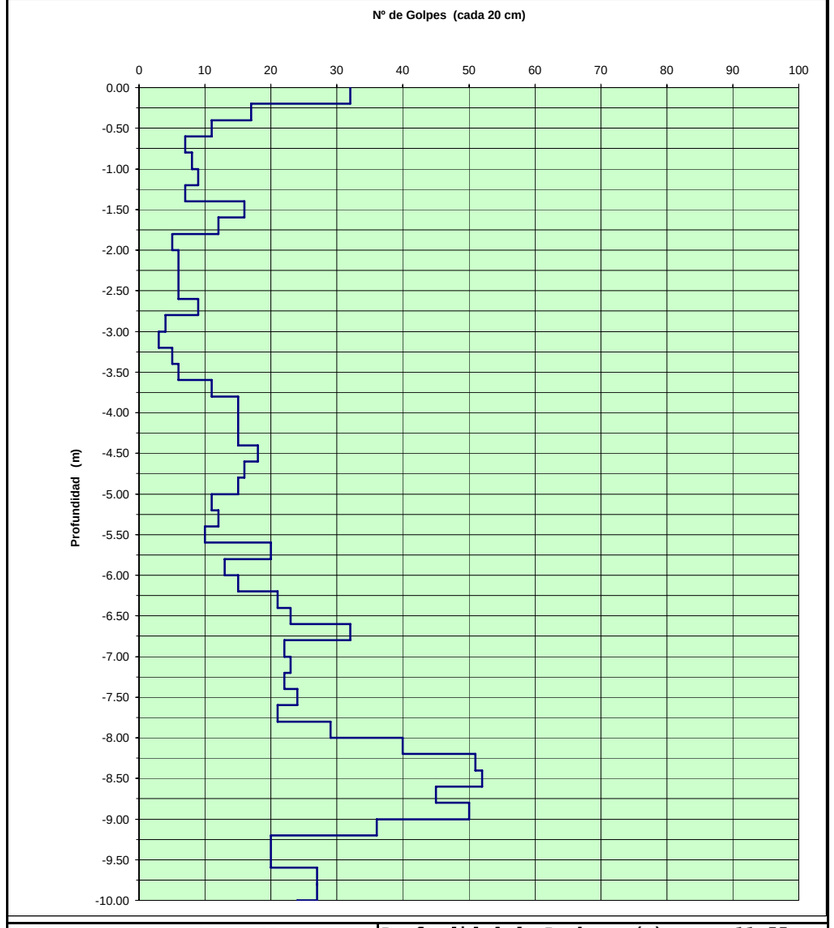
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 32 | 7.00 - 7.20 | 23 | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 17 | 7.20 - 7.40 | 22 | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 11 | 7.40 - 7.60 | 24 | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 7 | 7.60 - 7.80 | 21 | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 8 | 7.80 - 8.00 | 29 | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 9 | 8.00 - 8.20 | 40 | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 7 | 8.20 - 8.40 | 51 | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 16 | 8.40 - 8.60 | 52 | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 12 | 8.60 - 8.80 | 45 | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 5 | 8.80 - 9.00 | 50 | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 6 | 9.00 - 9.20 | 36 | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 6 | 9.20 - 9.40 | 20 | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 6 | 9.40 - 9.60 | 20 | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | 9 | 9.60 - 9.80 | 27 | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | 4 | 9.80 - 10.00 | 27 | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | 3 | 10.00 - 10.20 | 24 | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | 5 | 10.20 - 10.40 | 22 | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | 6 | 10.40 - 10.60 | 26 | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | 11 | 10.60 - 10.80 | 19 | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | 15 | 10.80 - 11.00 | 15 | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | 15 | 11.00 - 11.20 | 37 | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | **15** | 11.20 - 11.40 | 34 | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | 18 | 11.40 - 11.60 | 100 | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | 16 | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | 15 | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | 11 | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | 12 | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | 10 | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | 20 | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | 13 | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | 15 | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | 21 | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | 23 | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | 32 | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | 22 | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**.....*"PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"*
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**.....**PD-5**




Fecha:..... 14-ago-07 | **Profundidad de Rechazo (m):.....11.55**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-6**
**Fecha:**.....14-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **9.15**
**Observaciones:**

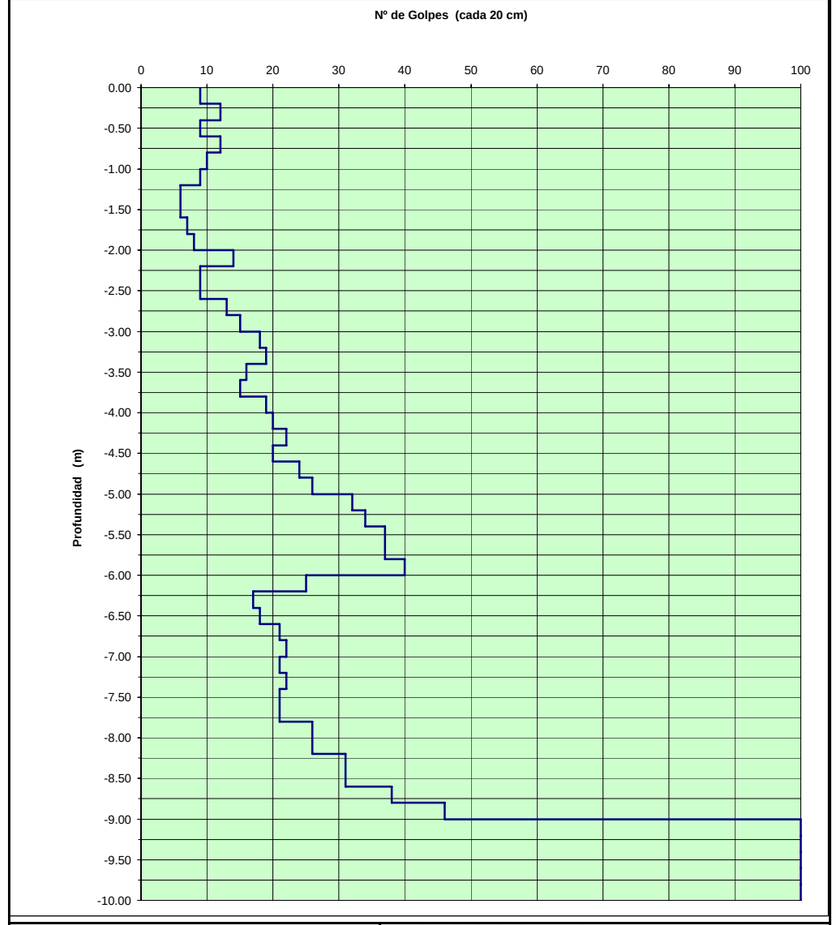
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 9 | 7.00 - 7.20 | 21 | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 12 | 7.20 - 7.40 | 22 | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 9 | 7.40 - 7.60 | 21 | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 12 | 7.60 - 7.80 | 21 | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 10 | 7.80 - 8.00 | 26 | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 9 | 8.00 - 8.20 | 26 | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 6 | 8.20 - 8.40 | 31 | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 6 | 8.40 - 8.60 | 31 | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 7 | 8.60 - 8.80 | 38 | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 8 | 8.80 - 9.00 | 46 | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 14 | 9.00 - 9.20 | 100 | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 9 | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 9 | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | 13 | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | 15 | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | 18 | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | 19 | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | 16 | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | 15 | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | 19 | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | 20 | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | **22** | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | 20 | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | 24 | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | 26 | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | 32 | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | 34 | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | 37 | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | 37 | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | 40 | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | 25 | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | 17 | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | 18 | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | 21 | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | 22 | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**.....*"PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"*
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**..... PD-6




Fecha:..... 14-ago-07 | **Profundidad de Rechazo (m):..... 9.15**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-7**
**Fecha:**.....8-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **4.95**
**Observaciones:**

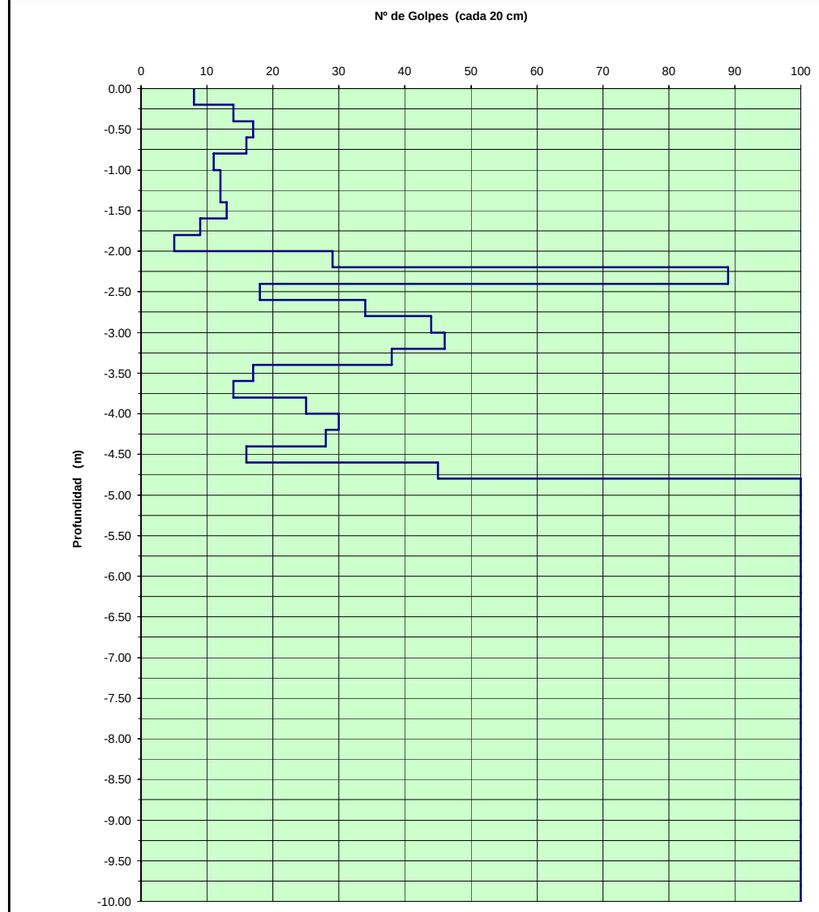
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 8 | 7.00 - 7.20 | | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 14 | 7.20 - 7.40 | | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 17 | 7.40 - 7.60 | | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 16 | 7.60 - 7.80 | | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 11 | 7.80 - 8.00 | | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 12 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 12 | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 13 | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 9 | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 5 | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 29 | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 89 | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 18 | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | 34 | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | 44 | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | 46 | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | 38 | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | 17 | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | 14 | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | 25 | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | 30 | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | **28** | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | 16 | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | 45 | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | 100 | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**....."PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**..... PD-7




Fecha:..... 8-ago-07 | **Profundidad de Rechazo (m):..... 4.95**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-8**
**Fecha:**.....14-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **10.20**
**Observaciones:**

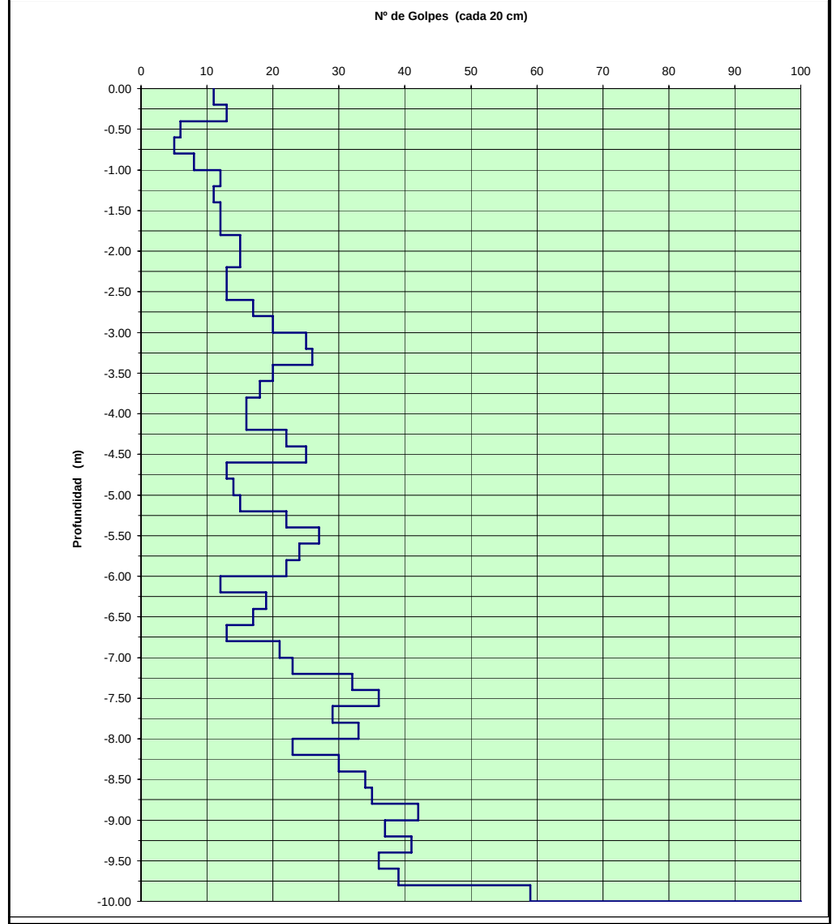
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 11 | 7.00 - 7.20 | 23 | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 13 | 7.20 - 7.40 | 32 | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 6 | 7.40 - 7.60 | 36 | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 5 | 7.60 - 7.80 | 29 | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 8 | 7.80 - 8.00 | 33 | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 12 | 8.00 - 8.20 | 23 | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 11 | 8.20 - 8.40 | 30 | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 12 | 8.40 - 8.60 | 34 | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 12 | 8.60 - 8.80 | 35 | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 15 | 8.80 - 9.00 | 42 | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 15 | 9.00 - 9.20 | 37 | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 13 | 9.20 - 9.40 | 41 | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 13 | 9.40 - 9.60 | 36 | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | 17 | 9.60 - 9.80 | 39 | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | 20 | 9.80 - 10.00 | 59 | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | 25 | 10.00 - 10.20 | 100 | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | 26 | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | 20 | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | 18 | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | 16 | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | 16 | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | **22** | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | 25 | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | 13 | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | 14 | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | 15 | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | 22 | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | 27 | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | 24 | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | 22 | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | 12 | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | 19 | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | 17 | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | 13 | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | 21 | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**....."PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**..... PD-8




Fecha:..... 14-ago-07 **Profundidad de Rechazo (m):..... 10.20**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-9**
**Fecha:**.....8-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **5.30**
**Observaciones:**

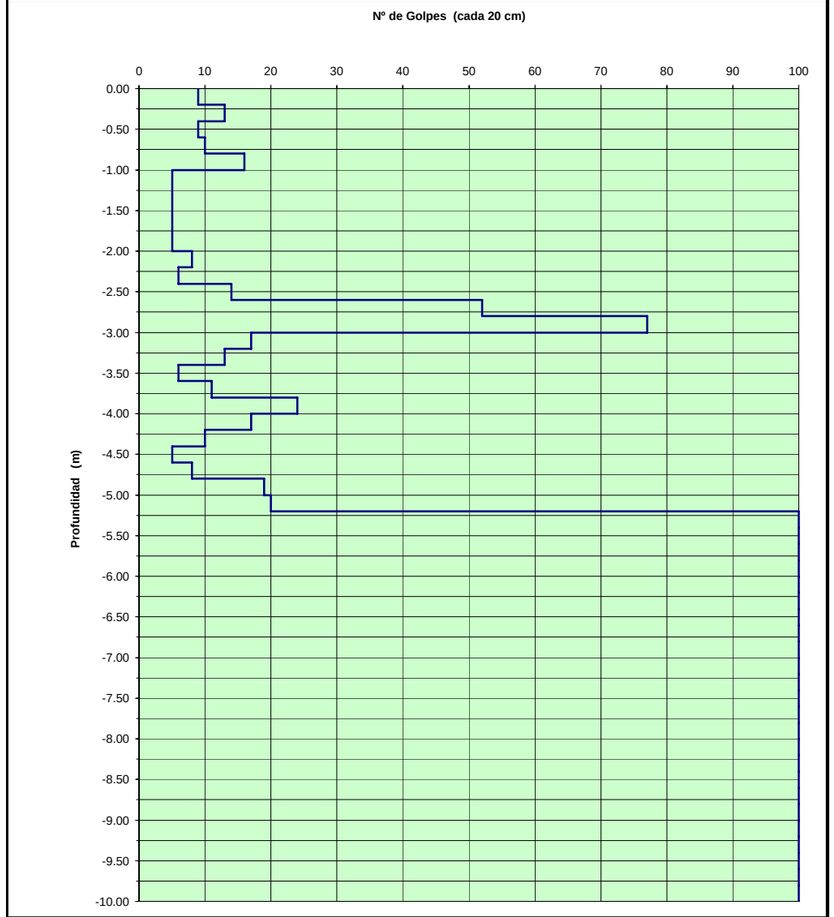
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 9 | 7.00 - 7.20 | | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 13 | 7.20 - 7.40 | | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 9 | 7.40 - 7.60 | | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 10 | 7.60 - 7.80 | | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 16 | 7.80 - 8.00 | | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 5 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 5 | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 5 | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 5 | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 5 | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 8 | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 6 | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 14 | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | 52 | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | 77 | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | 17 | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | 13 | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | 6 | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | 11 | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | 24 | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | 17 | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | **10** | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | 5 | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | 8 | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | 19 | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | 20 | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | 100 | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**.....*"PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"*
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**.....**PD-9**




Fecha:..... 8-ago-07 | **Profundidad de Rechazo (m):.....5.30**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-11**
**Fecha:**.....8-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **2.45**
**Observaciones:**

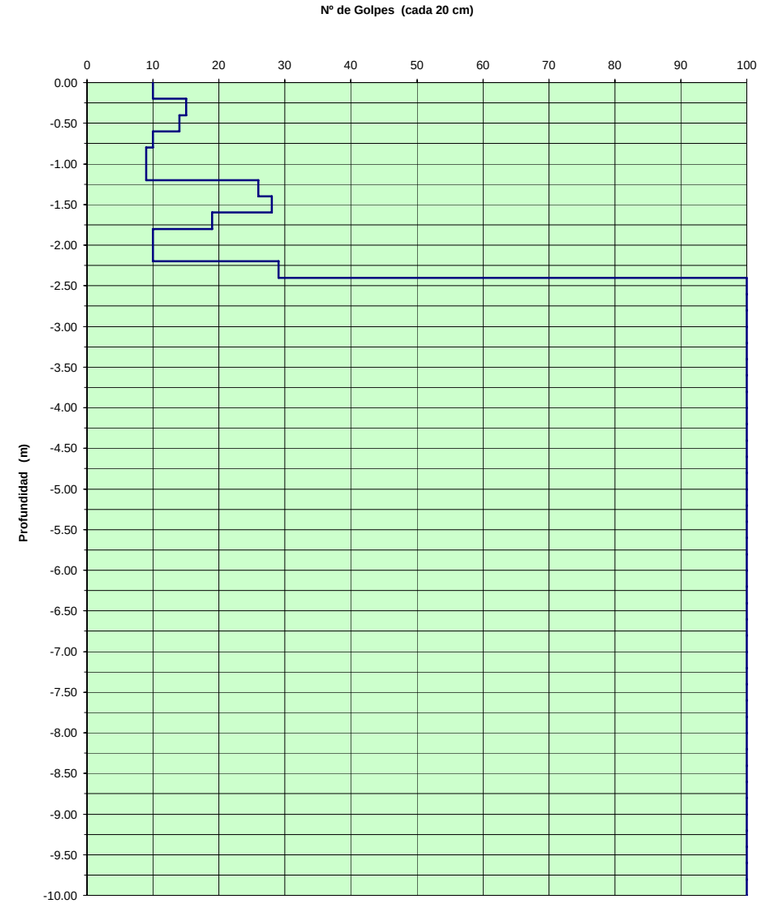
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 10 | 7.00 - 7.20 | | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 15 | 7.20 - 7.40 | | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 14 | 7.40 - 7.60 | | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 10 | 7.60 - 7.80 | | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 9 | 7.80 - 8.00 | | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 9 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 26 | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 28 | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 19 | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 10 | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 10 | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 29 | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 100 | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**.....*"PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"*
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**.....**PD-11**




Fecha:..... 8-ago-07 **Profundidad de Rechazo (m):.....2.45**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

U.T.E. CONSULTORÍA 4/2006

GEONOR

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... "PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA
**Cliente:**.....DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:
**Ensayo N°:**.....**PD-13**
**Fecha:**.....8-ago-07
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** **1.75**
**Observaciones:**

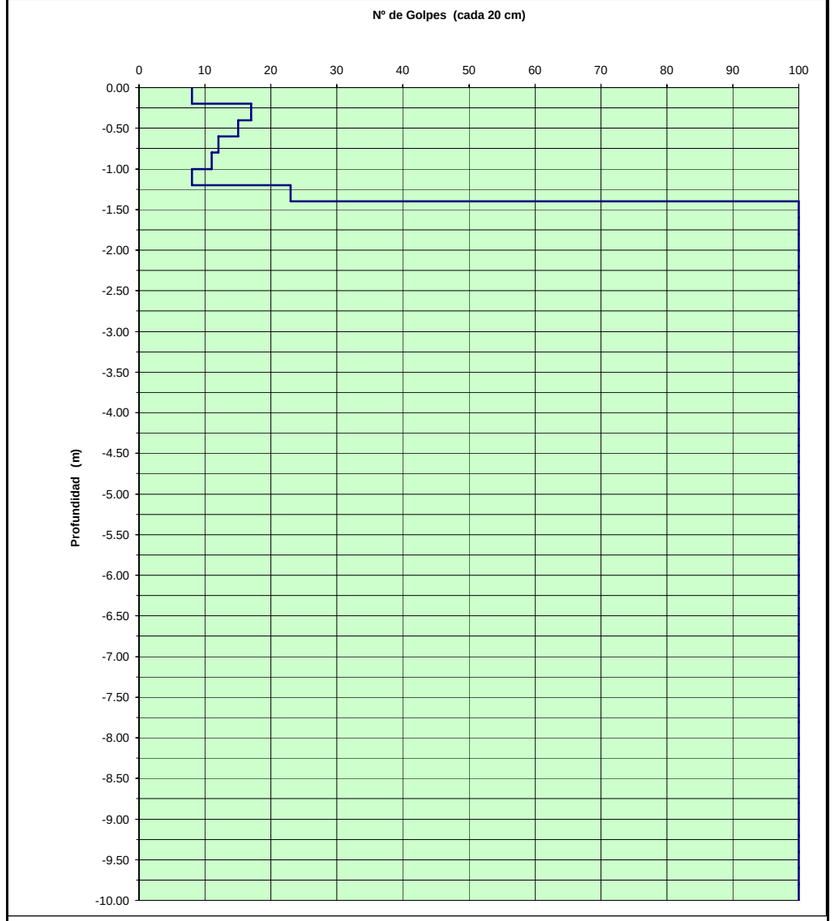
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 8 | 7.00 - 7.20 | | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 17 | 7.20 - 7.40 | | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 15 | 7.40 - 7.60 | | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 12 | 7.60 - 7.80 | | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 11 | 7.80 - 8.00 | | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 8 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 23 | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 100 | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**....."PROYECTO CONSTRUCTIVO: SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)"
**Cliente:**..DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILE:

**Ensayo N°:**..... PD-13




Fecha:..... 8-ago-07 | **Profundidad de Rechazo (m):.....1.75**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:.. DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

# U.T.E CONSULTORIA 4/2006

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... PROYECTO CONSTRUCTIVO: ESTACIÓN PROVISIONAL DE GIJÓN EN SANZ CRESPO
**Cliente:**..... MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES
**Ensayo Nº:**..... SANZ CRESPO PDE-1
**Fecha:**..... 8-ago-08
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** 2,75
**Observaciones:**

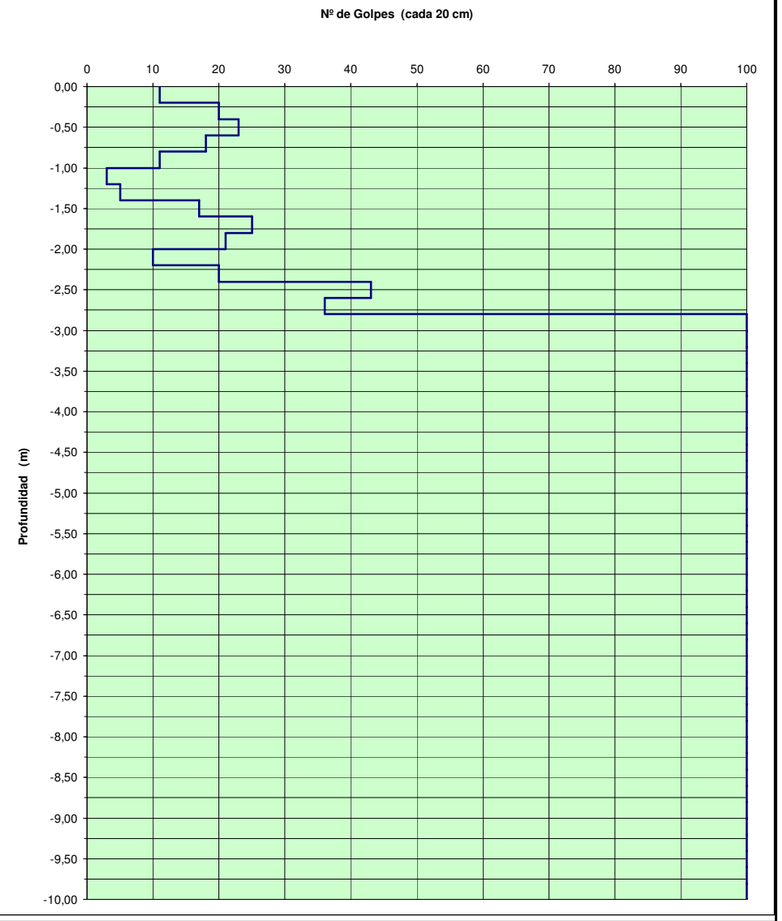
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 11 | 7.00 - 7.20 | | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 20 | 7.20 - 7.40 | | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 23 | 7.40 - 7.60 | | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 18 | 7.60 - 7.80 | | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 11 | 7.80 - 8.00 | | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 3 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 5 | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 17 | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 25 | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 21 | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 10 | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 20 | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 43 | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | 36 | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | 100 | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**.....PROYECTO CONSTRUCTIVO: ESTACIÓN PROVISIONAL DE GIJÓN EN SANZ CRESPO
**Cliente:**..MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

**Ensayo Nº:**.....SANZ CRESPO PDE-1




Fecha:.....8-ago-08 **Profundidad de Rechazo (m):.....2,75**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:...DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90° |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

# U.T.E CONSULTORIA 4/2006

## *Ensayo de Penetración Dinámica Continua*

**Obra:**..... PROYECTO CONSTRUCTIVO: ESTACIÓN PROVISIONAL DE GIJÓN EN SANZ CRESPO
**Cliente:**..... MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES
**Ensayo Nº:**..... SANZ CRESPO PDE-2
**Fecha:**..... 8-ago-08
**Número de trabajo:**
**Prof.rechazo(m):** 2,60
**Observaciones:**

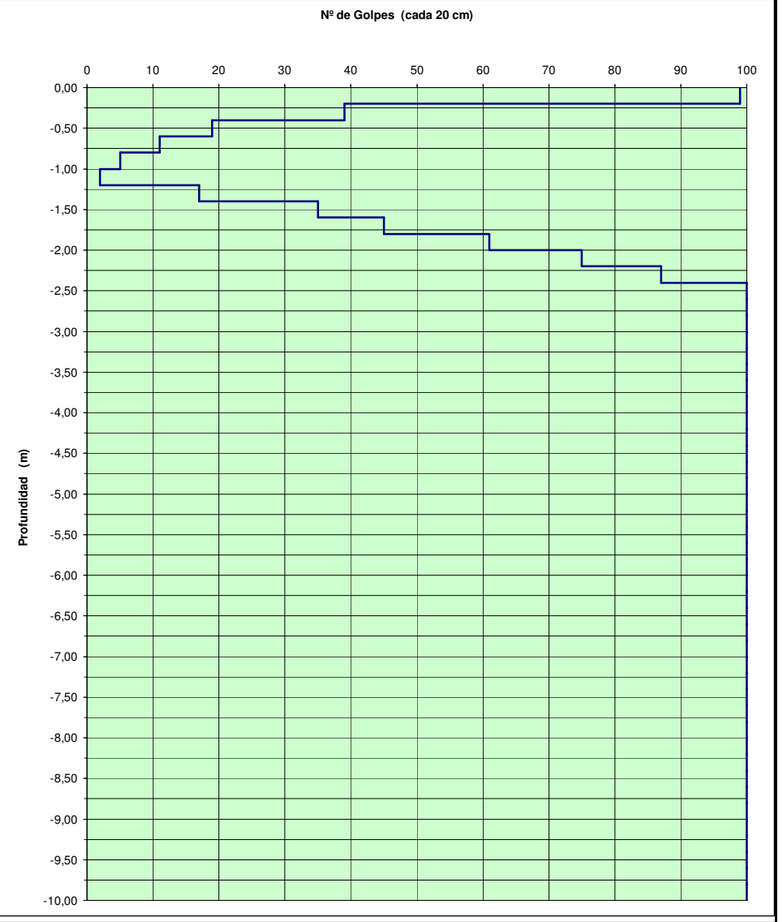
| *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* | *Profundidad* | *Golpes* |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.20 | 99 | 7.00 - 7.20 | | 14.00 - 14.20 | |
| 0.20 - 0.40 | 39 | 7.20 - 7.40 | | 14.20 - 14.40 | |
| 0.40 - 0.60 | 19 | 7.40 - 7.60 | | 14.40 - 14.60 | |
| 0.60 - 0.80 | 11 | 7.60 - 7.80 | | 14.60 - 14.80 | |
| 0.80 - 1.00 | 5 | 7.80 - 8.00 | | 14.80 - 15.00 | |
| 1.00 - 1.20 | 2 | 8.00 - 8.20 | | 15.00 - 15.20 | |
| 1.20 - 1.40 | 17 | 8.20 - 8.40 | | 15.20 - 15.40 | |
| 1.40 - 1.60 | 35 | 8.40 - 8.60 | | 15.40 - 15.60 | |
| 1.60 - 1.80 | 45 | 8.60 - 8.80 | | 15.60 - 15.80 | |
| 1.80 - 2.00 | 61 | 8.80 - 9.00 | | 15.80 - 16.00 | |
| 2.00 - 2.20 | 75 | 9.00 - 9.20 | | 16.00 - 16.20 | |
| 2.20 - 2.40 | 87 | 9.20 - 9.40 | | 16.20 - 16.40 | |
| 2.40 - 2.60 | 100 | 9.40 - 9.60 | | 16.40 - 16.60 | |
| 2.60 - 2.80 | | 9.60 - 9.80 | | 16.60 - 16.80 | |
| 2.80 - 3.00 | | 9.80 - 10.00 | | 16.80 - 17.00 | |
| 3.00 - 3.20 | | 10.00 - 10.20 | | 17.00 - 17.20 | |
| 3.20 - 3.40 | | 10.20 - 10.40 | | 17.20 - 17.40 | |
| 3.40 - 3.60 | | 10.40 - 10.60 | | 17.40 - 17.60 | |
| 3.60 - 3.80 | | 10.60 - 10.80 | | 17.60 - 17.80 | |
| 3.80 - 4.00 | | 10.80 - 11.00 | | 17.80 - 18.00 | |
| 4.00 - 4.20 | | 11.00 - 11.20 | | 18.00 - 18.20 | |
| 4.20 - 4.40 | | 11.20 - 11.40 | | 18.20 - 18.40 | |
| 4.40 - 4.60 | | 11.40 - 11.60 | | 18.40 - 18.60 | |
| 4.60 - 4.80 | | 11.60 - 11.80 | | 18.60 - 18.80 | |
| 4.80 - 5.00 | | 11.80 - 12.00 | | 18.80 - 19.00 | |
| 5.00 - 5.20 | | 12.00 - 12.20 | | 19.00 - 19.20 | |
| 5.20 - 5.40 | | 12.20 - 12.40 | | 19.20 - 19.40 | |
| 5.40 - 5.60 | | 12.40 - 12.60 | | 19.40 - 19.60 | |
| 5.60 - 5.80 | | 12.60 - 12.80 | | 19.60 - 19.80 | |
| 5.80 - 6.00 | | 12.80 - 13.00 | | 19.80 - 20.00 | |
| 6.00 - 6.20 | | 13.00 - 13.20 | | 20.00 - 20.20 | |
| 6.20 - 6.40 | | 13.20 - 13.40 | | 20.20 - 20.40 | |
| 6.40 - 6.60 | | 13.40 - 13.60 | | 20.40 - 20.60 | |
| 6.60 - 6.80 | | 13.60 - 13.80 | | 20.60 - 20.80 | |
| 6.80 - 7.00 | | 13.80 - 14.00 | | 20.80 - 21.00 | |

## Ensayo Penetración Dinámica Continua

UNE 103801/94

**Obra:**.....PROYECTO CONSTRUCTIVO: ESTACIÓN PROVISIONAL DE GIJÓN EN SANZ CRESPO
**Cliente:**..MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES

**Ensayo Nº:**.....SANZ CRESPO PDE-2




Fecha:.....8-ago-08 **Profundidad de Rechazo (m):.....2,60**

Cota de boca:.....

| | | |
|---|---|---|
| Penetrómetro tipo:...DPSH | Peso de la maza:..63,5 kg | Puntaza cónica corta: 90º |
| Diámetro varillaje: 33 mm. | Altura de caida:..76,2 cm | Diámetro de la puntaza: 51,0 mm. |

**Observaciones:**

**Cliente :** PRINCIPADO DE ASTURIAS

**Expediente / Obra:** 1935 / ESTUDIO GEOTÉCNICO CIMENTACIÓN SEGÚN CTE PARCELA LA BOHEMIA-GIJON PARA EDIFICIO DE SEDE JUDICIAL (EXPTE:AT-26-07)

**Ref. muestra:** 2007 - 483 / P 1

| ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA A RECHAZO S/ UNE 103801:1994 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo penetro (B=Borros, D=DPSH) | | D | | | | |
| Referencia del ensayo | | P-1 | | | | |
| Cota aproximada | m | | | | | |
| Profundidad alcanzada | m | 12,10 | | | | |
| Mostrar tabla de golpes? | S/N | S | | | | |
| 0.00 a -0.80 | | 0 | 34 | 57 | 93 | 8 |
| -1.00 a -1.80 | | 10 | 94 | 97 | 98 | 95 |
| -2.00 a -2.80 | | 34 | 29 | 24 | 22 | 29 |
| -3.00 a -3.80 | | 34 | 25 | 13 | 15 | 18 |
| -4.00 a -4.80 | | 16 | 18 | 20 | 22 | 20 |
| -5.00 a -5.80 | | 23 | 22 | 21 | 29 | 29 |
| -6.00 a -6.80 | | 29 | 29 | 25 | 27 | 35 |
| -7.00 a -7.80 | | 30 | 31 | 26 | 40 | 24 |
| -8.00 a -8.80 | | 30 | 31 | 29 | 27 | 25 |
| -9.00 a -9.80 | | 25 | 26 | 26 | 12 | 34 |
| -10.00 a -10.80 | | 33 | 47 | 40 | 43 | 33 |
| -11.00 a -11.80 | | 41 | 34 | 51 | 53 | 50 |
| -12.00 a -12.80 | | 46 | 100 | | | |
| -13.00 a -13.80 | | | | | | |
| -14.00 a -14.80 | | | | | | |
| -15.00 a -15.80 | | | | | | |
| -16.00 a -16.80 | | | | | | |
| -17.00 a -17.80 | | | | | | |
| -18.00 a -18.80 | | | | | | |
| -19.00 a -19.80 | | | | | | |
| -20.00 a -20.80 | | | | | | |
| -21.00 a -21.80 | | | | | | |
| -22.00 a -22.80 | | | | | | |
| -23.00 a -23.80 | | | | | | |
| -24.00 a -24.80 | | | | | | |
| -25.00 a -25.80 | | | | | | |
| -26.00 a -26.80 | | | | | | |
| -27.00 a -27.80 | | | | | | |
| -28.00 a -28.80 | | | | | | |
| -29.00 a -29.80 | | | | | | |
| -30.00 a -30.80 | | | | | | |
| -31.00 a -31.80 | | | | | | |
| -32.00 a -32.80 | | | | | | |
| -33.00 a -33.80 | | | | | | |
| -34.00 a -34.80 | | | | | | |
| -35.00 a -35.80 | | | | | | |

**Observaciones:** A cota -1,60 m. restos de antigua cimentación.

Fdo.: Técnico Supervisor

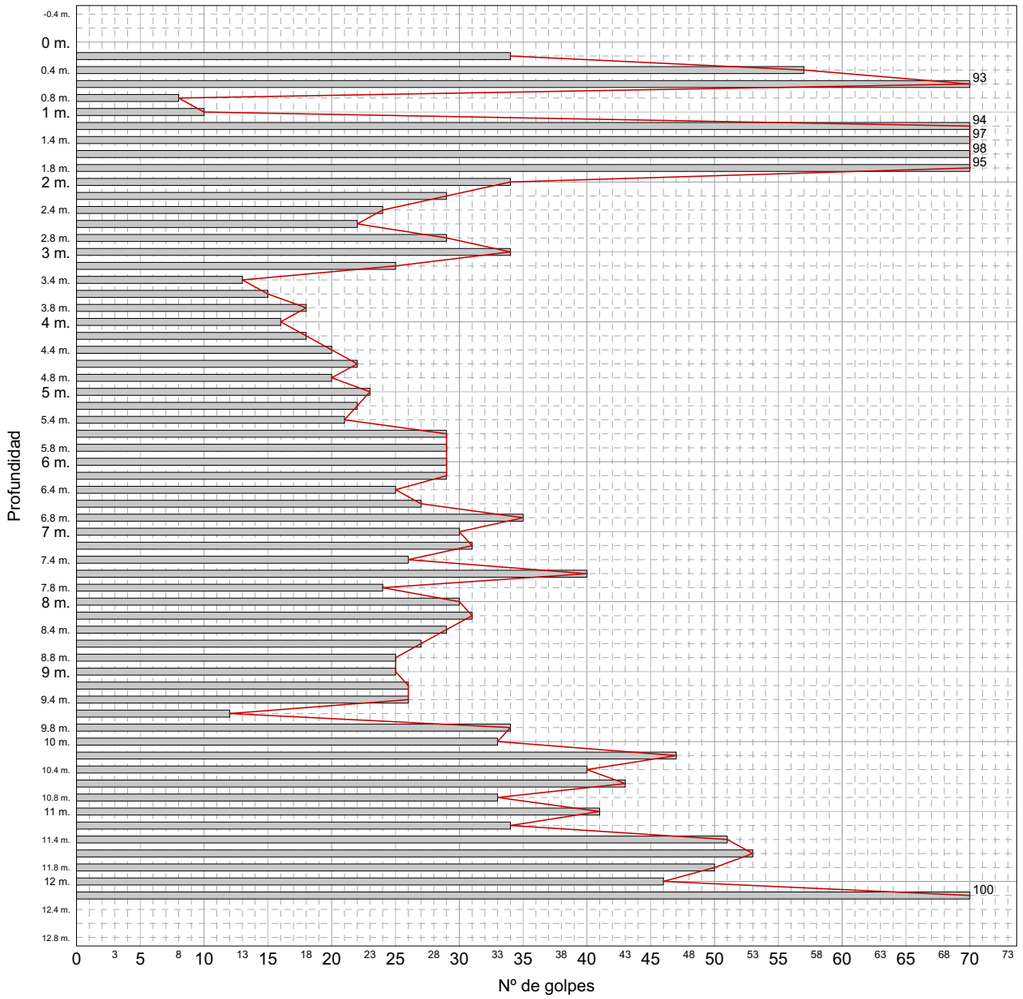


**Cliente :** PRINCIPADO DE ASTURIAS

**Expediente / Obra:** 1935 / ESTUDIO GEOTÉCNICO CIMENTACIÓN SEGÚN CTE PARCELA LA BOHEMIA-GIJON PARA EDIFICIO DE SEDE JUDICIAL (EXPTE:AT-26-07)

**Ref. muestra:** 2007 - 483 / P 1

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P-1 Cota aprox.: Fecha ejecución: [ENS.FFIN]




Profundidad alcanzada: 12.20 m. CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº
E200581
EMPRESA ACREDITADA (GTC) SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS, ENSAYOS "IN SITU" PARA RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS
Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** PRINCIPADO DE ASTURIAS

**Expediente / Obra:** 1935 / ESTUDIO GEOTÉCNICO CIMENTACIÓN SEGÚN CTE PARCELA LA BOHEMIA-GIJON PARA EDIFICIO DE SEDE JUDICIAL (EXPTE:AT-26-07)

**Ref. muestra:** 2007 - 484 / P 2

| ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA A RECHAZO S/ UNE 103801:1994 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo penetro (B=Borros, D=DPSH) | | D | | | | |
| Referencia del ensayo | | P-2 | | | | |
| Cota aproximada | m | | | | | |
| Profundidad alcanzada | m | 11,10 | | | | |
| Mostrar tabla de golpes? | S/N | S | | | | |
| 0.00 a -0.80 | | 0 | 21 | 9 | 7 | 5 |
| -1.00 a -1.80 | | 7 | 18 | 42 | 45 | 46 |
| -2.00 a -2.80 | | 39 | 37 | 32 | 32 | 24 |
| -3.00 a -3.80 | | 12 | 15 | 17 | 18 | 18 |
| -4.00 a -4.80 | | 19 | 22 | 24 | 25 | 27 |
| -5.00 a -5.80 | | 29 | 30 | 37 | 37 | 33 |
| -6.00 a -6.80 | | 30 | 30 | 31 | 26 | 20 |
| -7.00 a -7.80 | | 26 | 34 | 43 | 35 | 29 |
| -8.00 a -8.80 | | 24 | 18 | 18 | 28 | 37 |
| -9.00 a -9.80 | | 33 | 37 | 39 | 37 | 32 |
| -10.00 a -10.80 | | 28 | 21 | 31 | 34 | 31 |
| -11.00 a -11.80 | | 46 | 100 | | | |
| -12.00 a -12.80 | | | | | | |
| -13.00 a -13.80 | | | | | | |
| -14.00 a -14.80 | | | | | | |
| -15.00 a -15.80 | | | | | | |
| -16.00 a -16.80 | | | | | | |
| -17.00 a -17.80 | | | | | | |
| -18.00 a -18.80 | | | | | | |
| -19.00 a -19.80 | | | | | | |
| -20.00 a -20.80 | | | | | | |
| -21.00 a -21.80 | | | | | | |
| -22.00 a -22.80 | | | | | | |
| -23.00 a -23.80 | | | | | | |
| -24.00 a -24.80 | | | | | | |
| -25.00 a -25.80 | | | | | | |
| -26.00 a -26.80 | | | | | | |
| -27.00 a -27.80 | | | | | | |
| -28.00 a -28.80 | | | | | | |
| -29.00 a -29.80 | | | | | | |
| -30.00 a -30.80 | | | | | | |
| -31.00 a -31.80 | | | | | | |
| -32.00 a -32.80 | | | | | | |
| -33.00 a -33.80 | | | | | | |
| -34.00 a -34.80 | | | | | | |
| -35.00 a -35.80 | | | | | | |

Fdo.: Técnico Supervisor

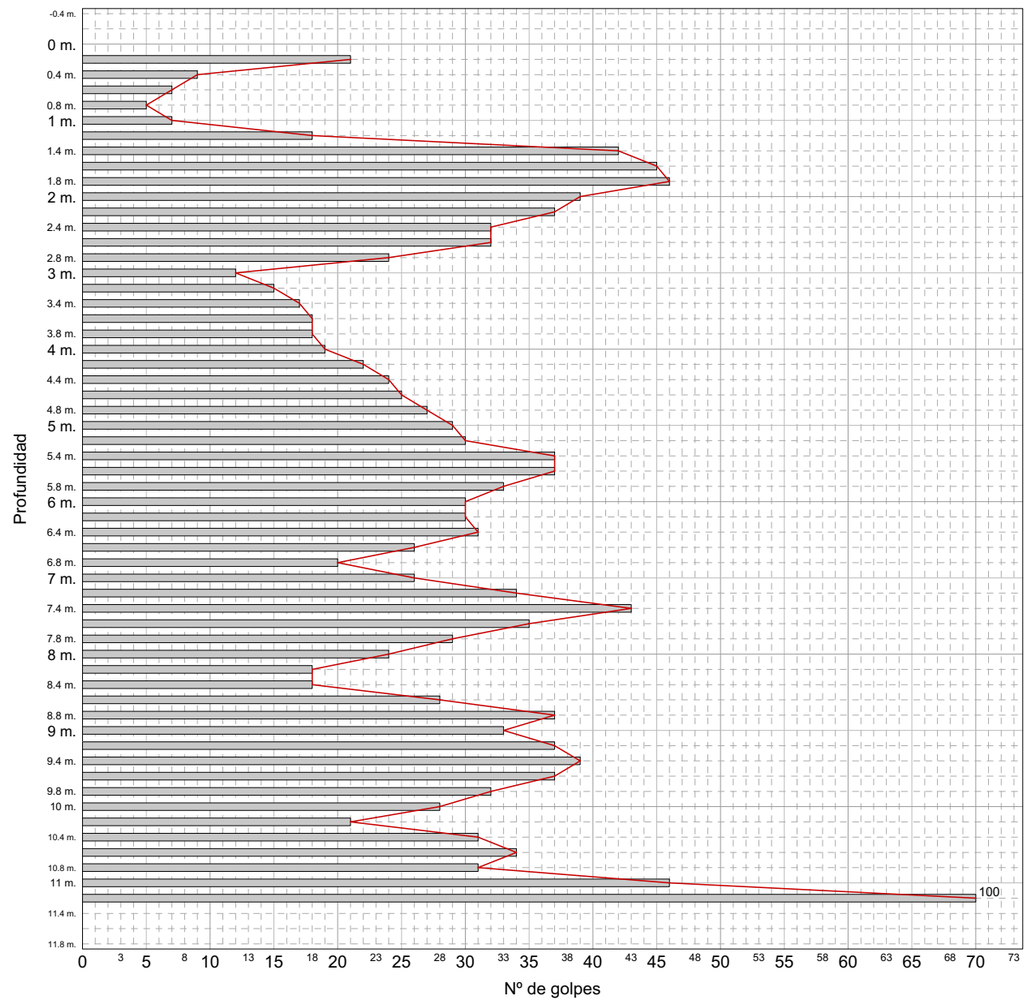


**Cliente :** PRINCIPADO DE ASTURIAS

**Expediente / Obra:** 1935 / ESTUDIO GEOTÉCNICO CIMENTACIÓN SEGÚN CTE PARCELA LA BOHEMIA-GIJON PARA EDIFICIO DE SEDE JUDICIAL (EXPTE:AT-26-07)

**Ref. muestra:** 2007 - 484 / P 2

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P-2 Cota aprox.: Fecha ejecución: [ENS.FFIN]




Profundidad alcanzada: 11.20 m. CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº
E200581
EMPRESA ACREDITADA (GTC) SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS, ENSAYOS "IN SITU" PARA RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS
Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** PRINCIPADO DE ASTURIAS

**Expediente / Obra:** 1935 / ESTUDIO GEOTÉCNICO CIMENTACIÓN SEGÚN CTE PARCELA LA BOHEMIA-GIJON PARA EDIFICIO DE SEDE JUDICIAL (EXPTE:AT-26-07)

**Ref. muestra:** 2007 - 485 / P 3

| ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA A RECHAZO S/ UNE 103801:1994 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo penetro (B=Borros, D=DPSH) | | D | | | | |
| Referencia del ensayo | | P-3 | | | | |
| Cota aproximada | m | | | | | |
| Profundidad alcanzada | m | 7,30 | | | | |
| Mostrar tabla de golpes? | S/N | S | | | | |
| 0.00 a -0.80 | | 0 | 24 | 15 | 10 | 18 |
| -1.00 a -1.80 | | 18 | 11 | 15 | 14 | 21 |
| -2.00 a -2.80 | | 20 | 18 | 26 | 47 | 41 |
| -3.00 a -3.80 | | 68 | 28 | 25 | 21 | 20 |
| -4.00 a -4.80 | | 12 | 16 | 17 | 16 | 17 |
| -5.00 a -5.80 | | 17 | 20 | 25 | 23 | 26 |
| -6.00 a -6.80 | | 41 | 38 | 36 | 30 | 32 |
| -7.00 a -7.80 | | 35 | 42 | 100 | | |
| -8.00 a -8.80 | | | | | | |
| -9.00 a -9.80 | | | | | | |
| -10.00 a -10.80 | | | | | | |
| -11.00 a -11.80 | | | | | | |
| -12.00 a -12.80 | | | | | | |
| -13.00 a -13.80 | | | | | | |
| -14.00 a -14.80 | | | | | | |
| -15.00 a -15.80 | | | | | | |
| -16.00 a -16.80 | | | | | | |
| -17.00 a -17.80 | | | | | | |
| -18.00 a -18.80 | | | | | | |
| -19.00 a -19.80 | | | | | | |
| -20.00 a -20.80 | | | | | | |
| -21.00 a -21.80 | | | | | | |
| -22.00 a -22.80 | | | | | | |
| -23.00 a -23.80 | | | | | | |
| -24.00 a -24.80 | | | | | | |
| -25.00 a -25.80 | | | | | | |
| -26.00 a -26.80 | | | | | | |
| -27.00 a -27.80 | | | | | | |
| -28.00 a -28.80 | | | | | | |
| -29.00 a -29.80 | | | | | | |
| -30.00 a -30.80 | | | | | | |
| -31.00 a -31.80 | | | | | | |
| -32.00 a -32.80 | | | | | | |
| -33.00 a -33.80 | | | | | | |
| -34.00 a -34.80 | | | | | | |
| -35.00 a -35.80 | | | | | | |

Fdo.: Técnico Supervisor

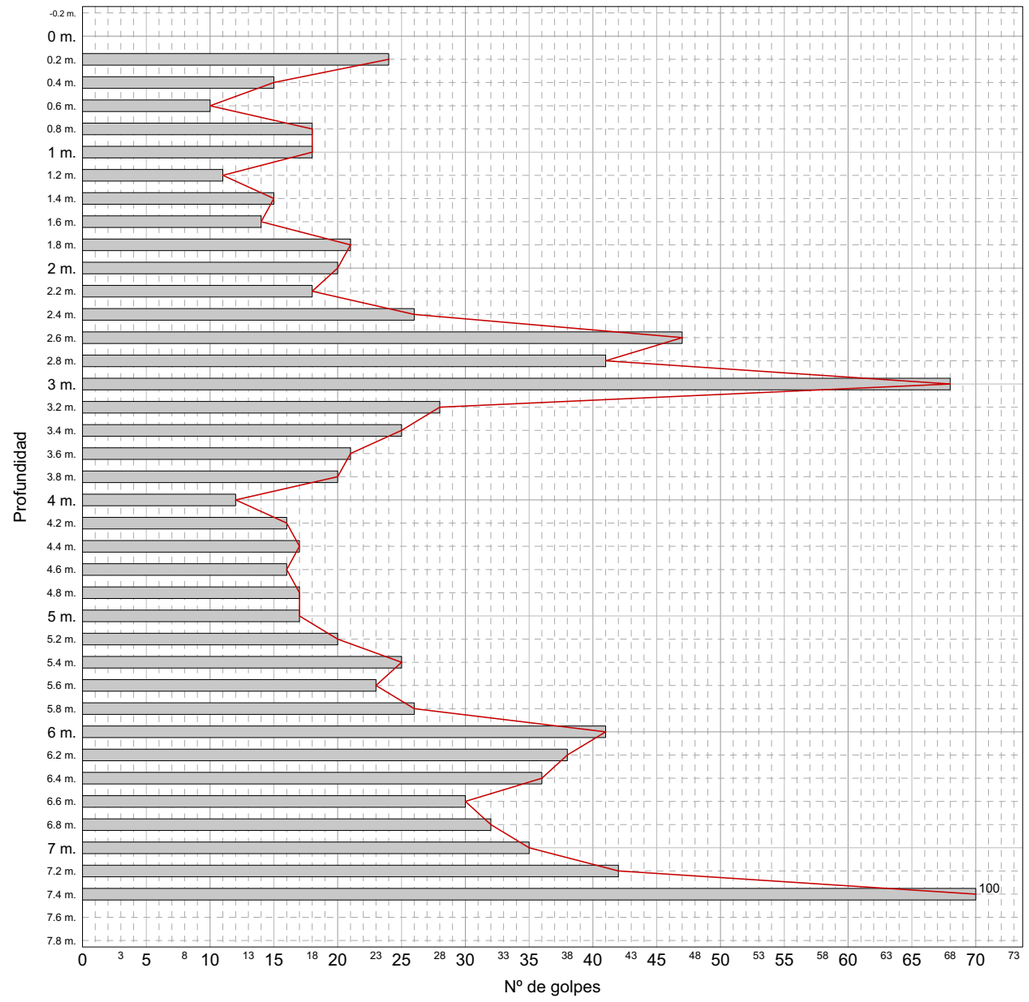


**Cliente :** PRINCIPADO DE ASTURIAS

**Expediente / Obra:** 1935 / ESTUDIO GEOTÉCNICO CIMENTACIÓN SEGÚN CTE PARCELA LA BOHEMIA-GIJON PARA EDIFICIO DE SEDE JUDICIAL (EXPTE:AT-26-07)

**Ref. muestra:** 2007 - 485 / P 3

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P-3 Cota aprox.: Fecha ejecución: [ENS.FFIN]




Profundidad alcanzada: 7.40 m. CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº
E200581
EMPRESA ACREDITADA (GTC) SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS, ENSAYOS "IN SITU" PARA RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS
Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** PRINCIPADO DE ASTURIAS

**Expediente / Obra:** 1935 / ESTUDIO GEOTÉCNICO CIMENTACIÓN SEGÚN CTE PARCELA LA BOHEMIA-GIJON PARA EDIFICIO DE SEDE JUDICIAL (EXPTE:AT-26-07)

**Ref. muestra:** 2007 - 486 / P 4

| ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA A RECHAZO S/ UNE 103801:1994 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo penetro (B=Borros, D=DPSH) | | D | | | | |
| Referencia del ensayo | | P-4 | | | | |
| Cota aproximada | m | | | | | |
| Profundidad alcanzada | m | 9,55 | | | | |
| Mostrar tabla de golpes? | S/N | S | | | | |
| 0.00 a -0.80 | | 0 | 7 | 10 | 14 | 4 |
| -1.00 a -1.80 | | 1 | 0 | 10 | 10 | 15 |
| -2.00 a -2.80 | | 13 | 6 | 3 | 2 | 4 |
| -3.00 a -3.80 | | 6 | 9 | 19 | 29 | 31 |
| -4.00 a -4.80 | | 42 | 52 | 41 | 31 | 36 |
| -5.00 a -5.80 | | 36 | 36 | 42 | 40 | 34 |
| -6.00 a -6.80 | | 40 | 40 | 47 | 28 | 25 |
| -7.00 a -7.80 | | 33 | 36 | 47 | 42 | 37 |
| -8.00 a -8.80 | | 40 | 47 | 48 | 43 | 42 |
| -9.00 a -9.80 | | 39 | 43 | 55 | 100 | |
| -10.00 a -10.80 | | | | | | |
| -11.00 a -11.80 | | | | | | |
| -12.00 a -12.80 | | | | | | |
| -13.00 a -13.80 | | | | | | |
| -14.00 a -14.80 | | | | | | |
| -15.00 a -15.80 | | | | | | |
| -16.00 a -16.80 | | | | | | |
| -17.00 a -17.80 | | | | | | |
| -18.00 a -18.80 | | | | | | |
| -19.00 a -19.80 | | | | | | |
| -20.00 a -20.80 | | | | | | |
| -21.00 a -21.80 | | | | | | |
| -22.00 a -22.80 | | | | | | |
| -23.00 a -23.80 | | | | | | |
| -24.00 a -24.80 | | | | | | |
| -25.00 a -25.80 | | | | | | |
| -26.00 a -26.80 | | | | | | |
| -27.00 a -27.80 | | | | | | |
| -28.00 a -28.80 | | | | | | |
| -29.00 a -29.80 | | | | | | |
| -30.00 a -30.80 | | | | | | |
| -31.00 a -31.80 | | | | | | |
| -32.00 a -32.80 | | | | | | |
| -33.00 a -33.80 | | | | | | |
| -34.00 a -34.80 | | | | | | |
| -35.00 a -35.80 | | | | | | |

Fdo.: Técnico Supervisor

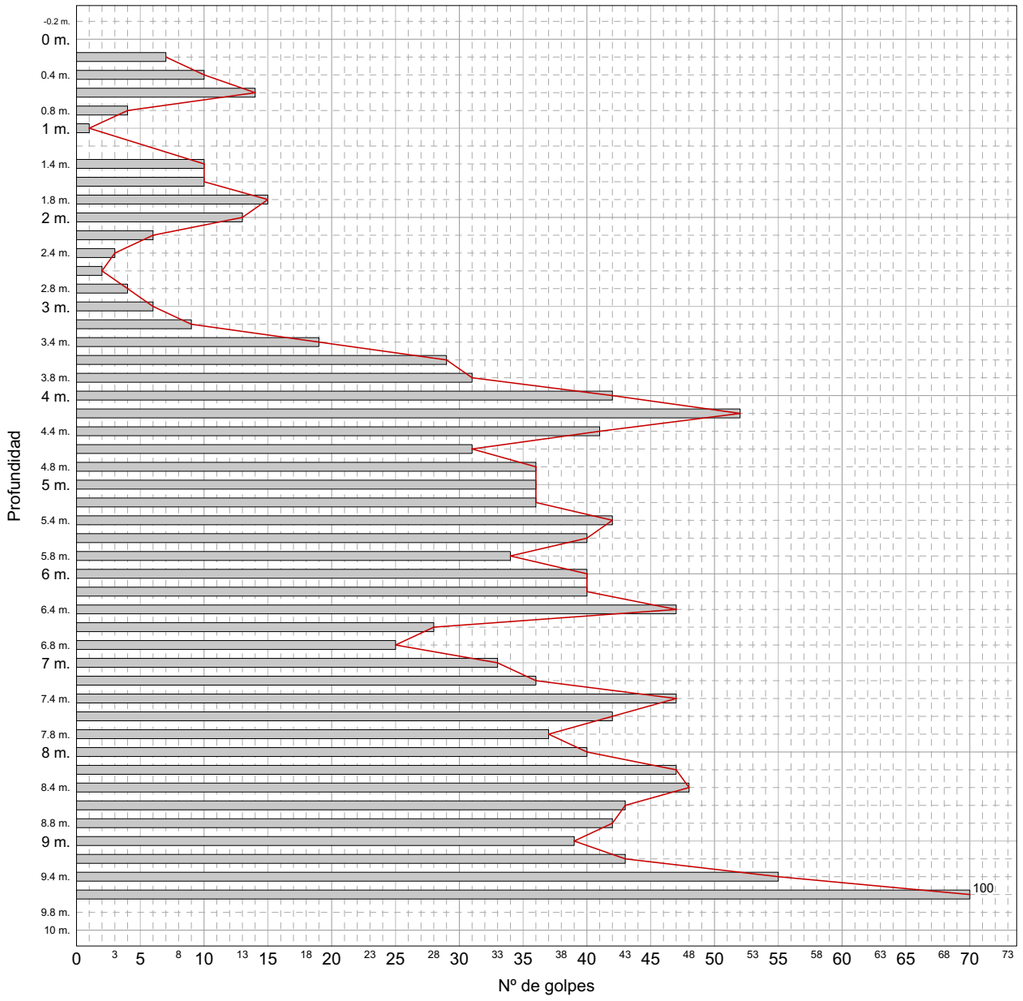


**Cliente :** PRINCIPADO DE ASTURIAS

**Expediente / Obra:** 1935 / ESTUDIO GEOTÉCNICO CIMENTACIÓN SEGÚN CTE PARCELA LA BOHEMIA-GIJON PARA EDIFICIO DE SEDE JUDICIAL (EXPTE:AT-26-07)

**Ref. muestra:** 2007 - 486 / P 4

Tipo: DPSH Ref.Ensayo: P-4 Cota aprox.: Fecha ejecución: [ENS.FFIN]




Profundidad alcanzada: 9.60 m. CARACTERISTICAS EQUIPO DE PENETRACION PUNTAZA: CILINDRICA TERMINADA EN FORMA CONICA CON ANGULO DE ATAQUE 90º

Peso de la maza: 63.5 +/- 0.5 kg.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº
E200581
EMPRESA ACREDITADA (GTC) SONDEOS, TOMA DE MUESTRAS, ENSAYOS "IN SITU" PARA RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS
Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

# APÉNDICE 2. ENSAYOS DE LABORATORIO RECOPILADOS

Código informe: IFE/1444/070921/1

# INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

**CLIENTE:** D.G.I.F. MINISTERIO DE FOMENTO.

**OBRA:** SUPRESION DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN.

**DENOMINACION DE LAS MUESTRAS:**

- SONDEOS: SJ-1; SJ-2; SJ-6; SJ-7; SJ-8; SJ-10; SJ-11; SJ-12
- AGUAS: SJ-1; SJ-2; SJ-6; SJ-7; SJ-8; SJ-10; SJ-11; SJ-12

El presente informe consta de 180 páginas selladas.

En Bobes, Siero a 21 de SEPTIEMBRE de 2007.

Fdo.: Sergio Fdez. Carbajal
Director de Laboratorio



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3990

**Descripción :** AGUA SONDEO SJ-01 / AGUA /

**Código del acta:** 2007/20361 **Nº Acta de obra :** 1864

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DE AGUA S/EHE; ANEJO 5 | |
|---|---|
| pH : | **6.94** |
| Magnesio (mg/l) : | **21.41** |
| SO4 (mg/l) : | **218.8** |
| Residuo seco (mg/l) : | **988.0** |
| Amonio (mg/l) : | **0.2** |
| CO2 libre (mg/l) : | **6.1** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3988

**Descripción :** AGUA SONDEO SJ-02 / AGUA /

**Código del acta:** 2007/20359 **Nº Acta de obra :** 1862

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DE AGUA S/EHE; ANEJO 5 | |
|---|---|
| pH : | **6.99** |
| Magnesio (mg/l) : | **21.7** |
| SO4 (mg/l) : | **221.7** |
| Residuo seco (mg/l) : | **1014.0** |
| Amonio (mg/l) : | **0.06** |
| CO2 libre (mg/l) : | **7.8** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4049

**Descripción :** AGUA SONDEO SJ-06 / AGUA /

**Código del acta:** 2007/20406 **Nº Acta de obra :** 1909

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DE AGUA S/EHE; ANEJO 5 | |
|---|---|
| pH : | **7.13** |
| Magnesio (mg/l) : | **17.1** |
| SO4 (mg/l) : | **80.0** |
| Residuo seco (mg/l) : | **851.0** |
| Amonio (mg/l) : | **0.18** |
| CO2 libre (mg/l) : | **3.4** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4050

**Descripción :** AGUA SONDEO SJ-07 / AGUA /

**Código del acta:** 2007/20407 **Nº Acta de obra :** 1910

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DE AGUA S/EHE; ANEJO 5 | |
|---|---|
| pH : | **7.08** |
| Magnesio (mg/l) : | **18.0** |
| SO4 (mg/l) : | **86.4** |
| Residuo seco (mg/l) : | **862.0** |
| Amonio (mg/l) : | **0.24** |
| CO2 libre (mg/l) : | **5.2** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4051

**Descripción :** AGUA SONDEO SJ-08 / AGUA /

**Código del acta:** 2007/20408 **Nº Acta de obra :** 1911

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DE AGUA S/EHE; ANEJO 5 | |
|---|---|
| pH : | **7.42** |
| Magnesio (mg/l) : | **13.2** |
| SO4 (mg/l) : | **109.8** |
| Residuo seco (mg/l) : | **381.5** |
| Amonio (mg/l) : | **0.33** |
| CO2 libre (mg/l) : | **3.4** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3989

**Descripción :** AGUA SONDEO SJ-10 / AGUA /

**Código del acta:** 2007/20360 **Nº Acta de obra :** 1863

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DE AGUA S/EHE; ANEJO 5 | |
|---|---|
| pH : | **8.05** |
| Magnesio (mg/l) : | **5.7** |
| SO4 (mg/l) : | **28.7** |
| Residuo seco (mg/l) : | **160.5** |
| Amonio (mg/l) : | **0.04** |
| CO2 libre (mg/l) : | **0.0** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3993

**Descripción :** AGUA SONDEO SJ-11 / AGUA /

**Código del acta:** 2007/20362 **Nº Acta de obra :** 1865

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DE AGUA S/EHE; ANEJO 5 | |
|---|---|
| pH : | **7.33** |
| Magnesio (mg/l) : | **13.0** |
| SO4 (mg/l) : | **79.9** |
| Residuo seco (mg/l) : | **530.5** |
| Amonio (mg/l) : | **0.06** |
| CO2 libre (mg/l) : | **1.7** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3994

**Descripción :** AGUA SONDEO SJ-12 / AGUA /

**Código del acta:** 2007/20363 **Nº Acta de obra :** 1866

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DE AGUA S/EHE; ANEJO 5 | |
|---|---|
| pH : | **7.39** |
| Magnesio (mg/l) : | **12.9** |
| SO4 (mg/l) : | **111.9** |
| Residuo seco (mg/l) : | **2022.0** |
| Amonio (mg/l) : | **0.13** |
| CO2 libre (mg/l) : | **4.3** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3963

**Descripción :** SJ-01 01.50-02.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20332 **Nº Acta de obra :** 1835

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 531 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 757 |
| Tara + muestra seca (g) | 715 |
| Humedad (%) | **22.8** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3963

**Descripción :** SJ-01 01.50-02.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20333 **Nº Acta de obra :** 1836

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 264.80 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 267.85 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 134.70 |
| Densidad (g/cm3) | **2.04** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3963

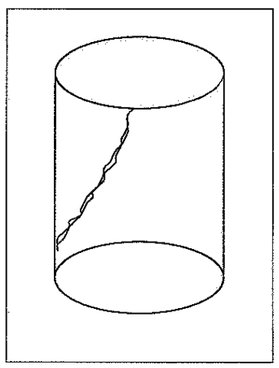
**Descripción :** SJ-01 01.50-02.10 / MI /

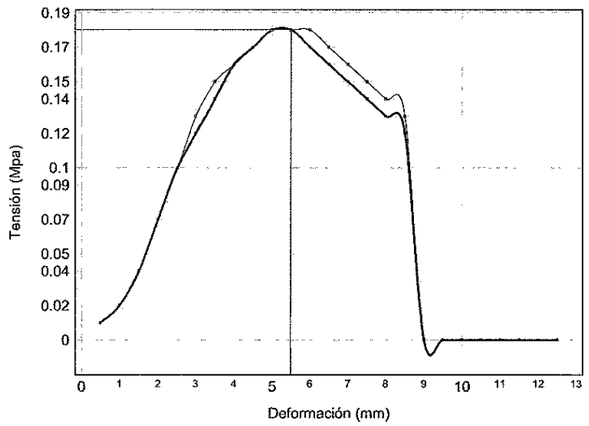
**Código del acta:** 2007/20334 **Nº Acta de obra :** 1837

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 14 |
| Diámetro (cm) : | 7 |
| Sección (cm²) | 38.5 |
| Volumen (cm³) : | 538.8 |
| Humedad probeta (%) : | 19.09 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 0.71 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.18** |
| Deformación (mm) : | **5.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.14** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.80** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3966

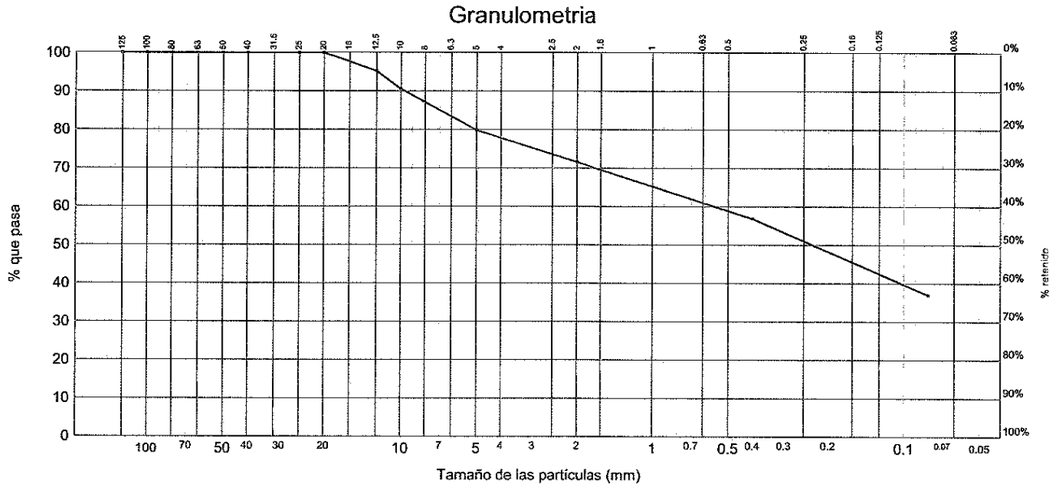
**Descripción :** SJ-01 02.10-02.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20344 **Nº Acta de obra :** 1847

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95 | 91 | 80 | 72 | 57 | 37.1 |






**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3966

**Descripción :** SJ-01 02.10-02.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20345 **Nº Acta de obra :** 1848

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 50.8 | 50.8 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 13.6 | 13.6 |
| Carbonatos (%) : | **26.8** | **26.8** |
| Carbonatos (%) media: | **26.8** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3966

**Descripción :** SJ-01 02.10-02.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20346 **Nº Acta de obra :** 1849

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 08/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 08/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.2276 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.2340 |
| Precipitado (g) | 0.0064 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **532** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **439** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.04** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3966

**Descripción :** SJ-01 02.10-02.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20347 **Nº Acta de obra :** 1850

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 3.4 | 3.5 |
| Materia Orgánica (%) | 1.44 | 1.48 |
| Materia Orgánica media (%) | **1.46** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3964

**Descripción :** SJ-01 03.00-03.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20335 **Nº Acta de obra :** 1838

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 547 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 829 |
| Tara + muestra seca (g) | 786 |
| Humedad (%) | **18.0** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3964

**Descripción :** SJ-01 03.00-03.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20336 **Nº Acta de obra :** 1839

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 256.80 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 259.12 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 135.97 |
| Densidad (g/cm3) | **2.13** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3964

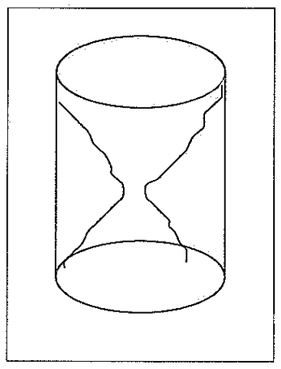
**Descripción :** SJ-01 03.00-03.60 / MI /

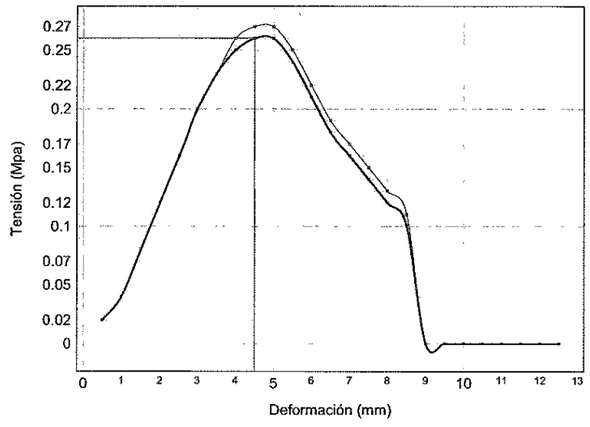
**Código del acta:** 2007/20337 **Nº Acta de obra :** 1840

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 14 |
| Diámetro (cm) : | 7 |
| Sección (cm²) | 38.5 |
| Volumen (cm³) : | 538.8 |
| Humedad probeta (%) : | 17.23 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 1.04 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.26** |
| Deformación (mm) : | **4.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.25** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.92** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3964

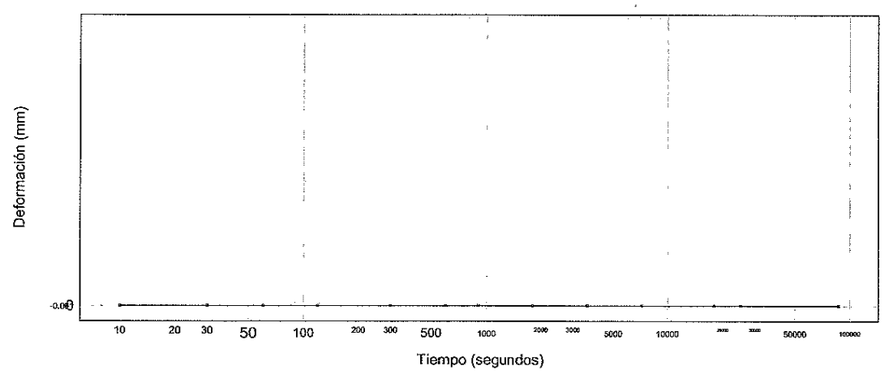
**Descripción :** SJ-01 03.00-03.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20338 **Nº Acta de obra :** 1841

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDOMETRO S/UNE 103601:1996 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro (mm) : | 45 | | | | | | | | | | | | |
| Altura (mm) : | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Area (mm²) : | 1590.4 | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (mm³) : | 19085.2 | | | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | INICIAL | FINAL | | | | | | | | | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) : | 445.39 | 447.16 | | | | | | | | | | | |
| Tara + Suelo (g) : | 439.93 | 439.93 | | | | | | | | | | | |
| Tara (g) : | 406.00 | 406.00 | | | | | | | | | | | |
| Humedad (%) : | **16.1** | **21.3** | | | | | | | | | | | |
| Densidad seca inicial (g/cm³) : | **1.78** | | | | | | | | | | | | |
| LECTURAS HINCHAMIENTO LIBRE | | | | | | | | | | | | | |
| Presión (kPa) : | 0.03 | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo (s) | 10 | 30 | 60 | 120 | 300 | 600 | 900 | 1800 | 3600 | 7200 | 18000 | 25200 | 86400 |
| Lectura Final de Carga (mm) : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Deformación acumulada (mm) : | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Hinchamiento libre (%) : | **0.0** | | | | | | | | | | | | |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3967

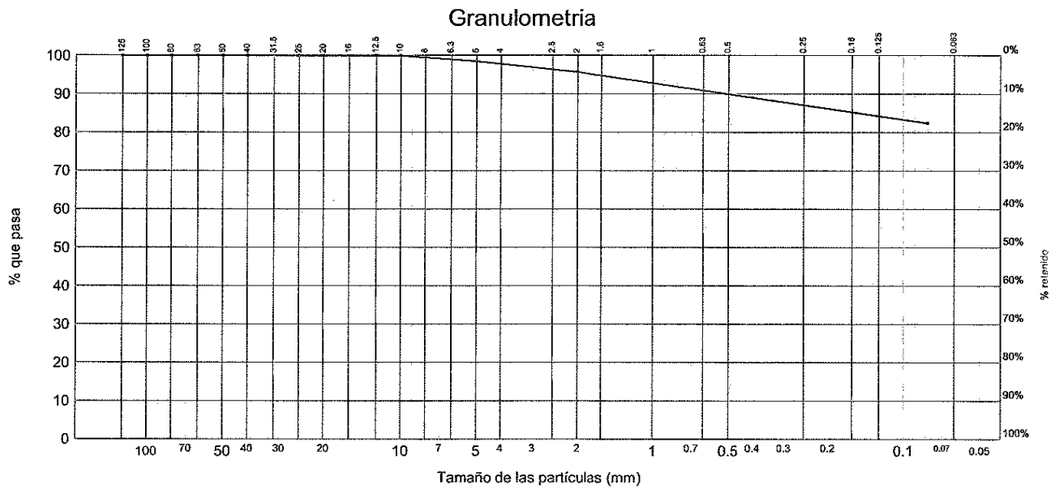
**Descripción :** SJ-01 03.60-04.05 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20348 **Nº Acta de obra :** 1851

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 02/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 96 | 89 | 82.5 |






**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3967

**Descripción :** SJ-01 03.60-04.05 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20349 **Nº Acta de obra :** 1852

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 50.8 | 50.8 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 7.4 | 7.2 |
| Carbonatos (%) : | **14.6** | **14.2** |
| Carbonatos (%) media: | **14.4** | |


Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3967

**Descripción :** SJ-01 03.60-04.05 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20350 **Nº Acta de obra :** 1853

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 08/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 08/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.8140 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.8214 |
| Precipitado (g) | 0.0074 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **616** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **508** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.05** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3967

**Descripción :** SJ-01 03.60-04.05 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20351 **Nº Acta de obra :** 1854

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 3.8 | 3.8 |
| Materia Orgánica (%) | 1.61 | 1.61 |
| Materia Orgánica media (%) | **1.61** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3965

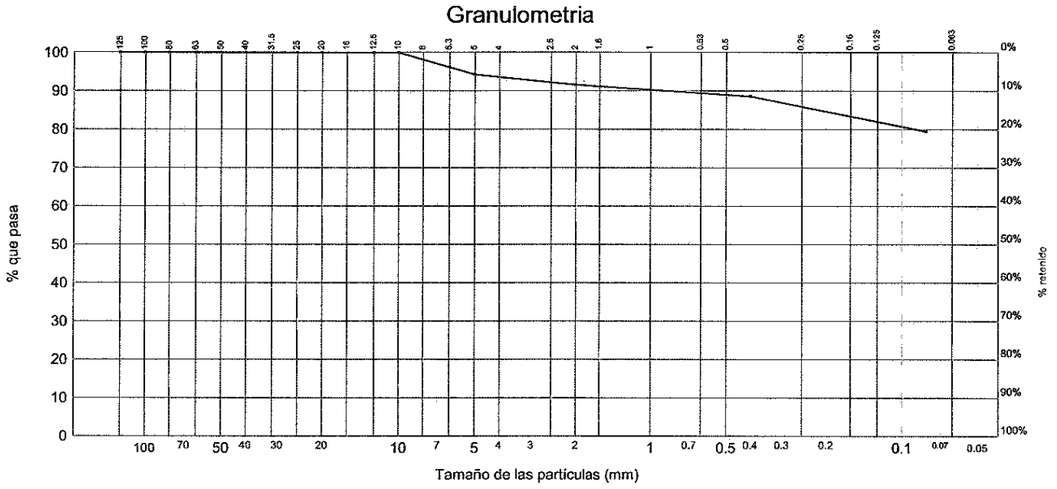
**Descripción :** SJ-01 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20339 **Nº Acta de obra :** 1842

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 02/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 94 | 92 | 89 | 79.5 |






**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3965

**Descripción :** SJ-01 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20340 **Nº Acta de obra :** 1843

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 29 | 26 | 17 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 38.99 | 45.40 | 40.75 |
| Tara + Suelo (g) | 34.04 | 39.53 | 36.79 |
| Tara (g) | 24.36 | 28.41 | 29.59 |
| Agua (g) | 4.950 | 5.870 | 3.960 |
| Suelo (g) | 9.680 | 11.120 | 7.200 |
| Humedad (%) | 51.14 | 52.79 | 55.00 |
| Límite líquido (%) | **53.4** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 33.76 | 36.19 | |
| Tara + Suelo (g) | 32.59 | 35.36 | |
| Tara (g) | 25.74 | 30.32 | |
| Agua (g) | 1.170 | 0.830 | |
| Suelo (g) | 6.850 | 5.040 | |
| Humedad (%) | 17.08 | 16.47 | |
| Límite plástico (%) | **16.8** | | |
| Indice de plasticidad | **36.6** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3965

**Descripción :** SJ-01 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20341 **Nº Acta de obra :** 1844

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 573 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 803 |
| Tara + muestra seca (g) | 758 |
| Humedad (%) | **24.3** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3965

**Descripción :** SJ-01 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20342 **Nº Acta de obra :** 1845

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 227.79 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 229.62 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 113.92 |
| Densidad (g/cm3) | **2.00** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3965

**Descripción :** SJ-01 04.50-05.10 / MI /

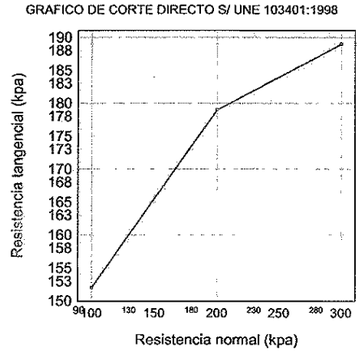
**Código del acta:** 2007/20343 **Nº Acta de obra :** 1846

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Colgadero exterior (i) | 4.91 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro(cm) | 5.0 | | |
| Cuadrada - Lado (cm) | ----- | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | inalterada | | |
| Altura muestra (cm) | 2.6 | | |
| Superficie (cm²) | 19.63 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (cm) | 0.3245 | 0.4622 | 0.4179 |
| Superficie de contacto (cm²) | 18.01 | 17.33 | 17.55 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.273 | 0.310 | 0.332 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **152** | **179** | **189** |
| Cohesión (kPa) | **136.3** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **10.48** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **1.390** | | |

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3968

**Descripción :** SJ-01 05.10-05.55 / SPT /

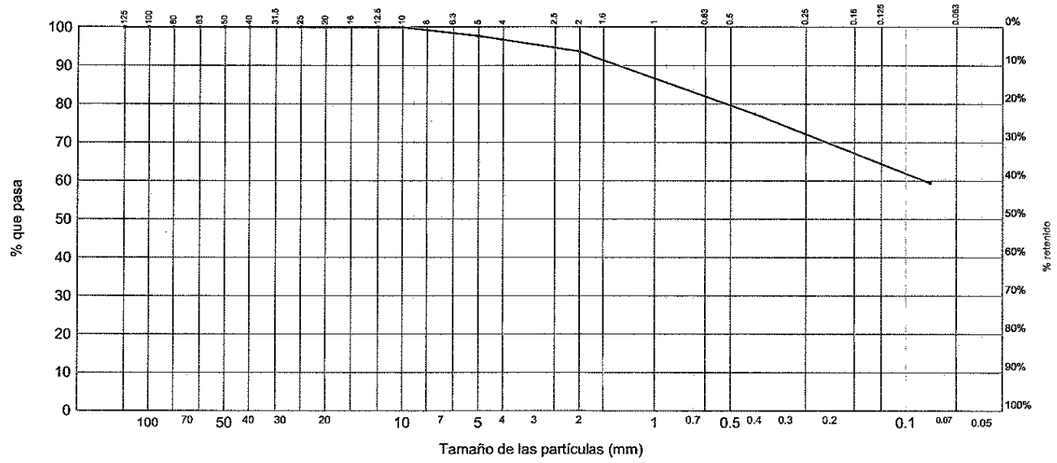
**Código del acta:** 2007/20352 **Nº Acta de obra :** 1855

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 94 | 77 | 59.5 |

Granulometria




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3968

**Descripción :** SJ-01 05.10-05.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20353 **Nº Acta de obra :** 1856

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 10/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 10/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.4 | 52.4 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 11.8 | 12.0 |
| Carbonatos (%) : | **22.5** | **22.9** |
| Carbonatos (%) media: | **22.7** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3968

**Descripción :** SJ-01 05.10-05.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20354 **Nº Acta de obra :** 1857

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 07/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 07/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 14.4446 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 14.4480 |
| Precipitado (g) | 0.0034 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **283** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **233** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.02** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3968

**Descripción :** SJ-01 05.10-05.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20355 **Nº Acta de obra :** 1858

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 1.5 | 1.5 |
| Materia Orgánica (%) | 0.63 | 0.63 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.63** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3970

**Descripción :** SJ-01 07.00-07.30 / TP /

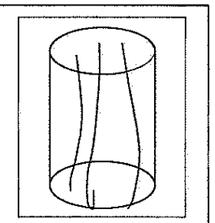
**Código del acta:** 2007/20358 **Nº Acta de obra :** 1861

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 30/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 30/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| RESISTENCIA A COMPRESION UNIAXIAL EN ROCA S/UNE-22950-90 PARTE 1 / NLT-250/91 | |
|---|---|
| CARACTERISTICAS GEOMETRIAS | |
| Nº Probeta | Probeta nº1 |
| Diámetro (cm) | 8.4 |
| Altura (cm) | 21 |
| Sección ($cm^2$) | 55.4 |
| Volumen ($cm^3$) | 1163.8 |
| Peso humedo (g) | 3097 |
| Peso seco (g) | 3085 |
| Humedad (%) | 0.4 |
| Densidad humeda ($g/cm^3$) | 2.66 |
| Densidad seca ($g/cm^3$) | 2.65 |
| CARACTERISTICAS MECANICAS | |
| Carga de rotura (kN) | 1064.2 |
| Relación alto/diámetro | 2.500 |
| Tensión de rotura (MPa) | 192.0 |
| Factor de esbeltez | 1.000 |
| Tensión de rotura corregida (MPa) | **192.0** |

Forma de rotura:



Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3969

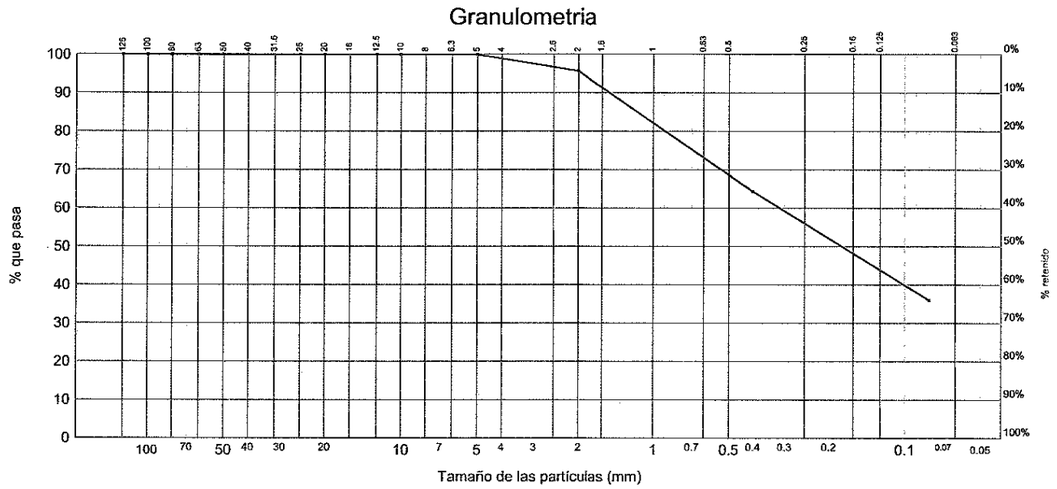
**Descripción :** SJ-01 07.90-08.35 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20356 **Nº Acta de obra :** 1859

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96 | 64 | 36 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3969

**Descripción :** SJ-01 07.90-08.35 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20357 **Nº Acta de obra :** 1860

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 02/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 35 | 28 | 23 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 32.53 | 34.67 | 42.84 |
| Tara + Suelo (g) | 30.70 | 32.58 | 40.16 |
| Tara (g) | 23.31 | 24.33 | 30.11 |
| Agua (g) | 1.830 | 2.090 | 2.680 |
| Suelo (g) | 7.390 | 8.250 | 10.050 |
| Humedad (%) | 24.76 | 25.33 | 26.67 |
| Límite líquido (%) | **25.6** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 36.69 | 43.19 | |
| Tara + Suelo (g) | 35.10 | 41.02 | |
| Tara (g) | 26.60 | 29.60 | |
| Agua (g) | 1.590 | 2.170 | |
| Suelo (g) | 8.500 | 11.420 | |
| Humedad (%) | 18.71 | 19.00 | |
| Límite plástico (%) | **18.9** | | |
| Índice de plasticidad | **6.7** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3954

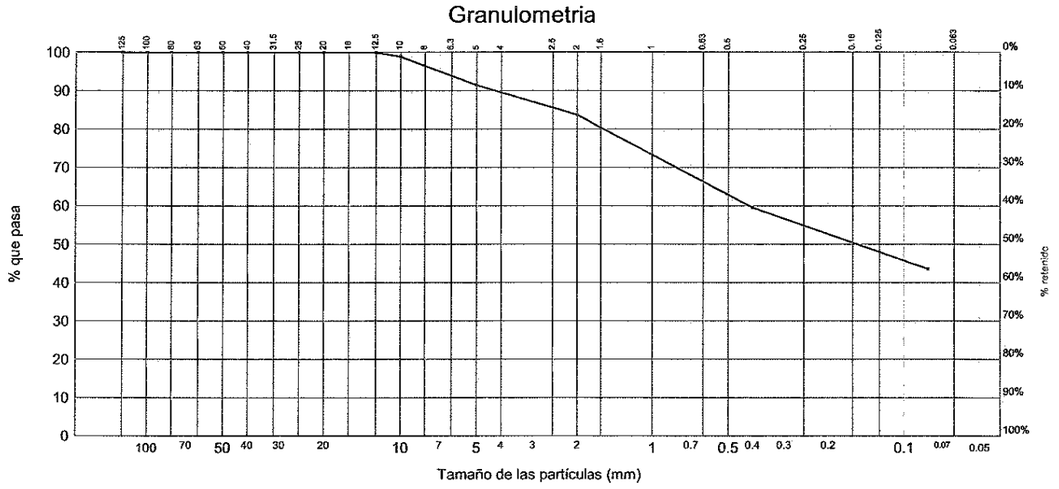
**Descripción :** SJ-02 04.20-04.65 / MI /

**Código del acta:** 2007/20305 **Nº Acta de obra :** 1808

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 02/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 91 | 84 | 60 | 43.6 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3954

**Descripción :** SJ-02 04.20-04.65 / MI /

**Código del acta:** 2007/20306 **Nº Acta de obra :** 1809

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 36 | 26 | 23 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 39.50 | 38.00 | 48.12 |
| Tara + Suelo (g) | 37.14 | 34.90 | 43.33 |
| Tara (g) | 29.55 | 25.48 | 28.80 |
| Agua (g) | 2.360 | 3.100 | 4.790 |
| Suelo (g) | 7.590 | 9.420 | 14.530 |
| Humedad (%) | 31.09 | 32.91 | 32.97 |
| Límite líquido (%) | **33.1** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 36.47 | 40.64 | |
| Tara + Suelo (g) | 34.94 | 38.26 | |
| Tara (g) | 28.37 | 28.16 | |
| Agua (g) | 1.530 | 2.380 | |
| Suelo (g) | 6.570 | 10.100 | |
| Humedad (%) | 23.29 | 23.56 | |
| Límite plástico (%) | **23.4** | | |
| Indice de plasticidad | **9.7** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3954

**Descripción :** SJ-02 04.20-04.65 / MI /

**Código del acta:** 2007/20307 **Nº Acta de obra :** 1810

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 541 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 863 |
| Tara + muestra seca (g) | 817 |
| Humedad (%) | **16.7** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3954

**Descripción :** SJ-02 04.20-04.65 / MI /

**Código del acta:** 2007/20308 **Nº Acta de obra :** 1811

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 255.08 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 257.49 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 138.25 |
| Densidad (g/cm3) | **2.19** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3954

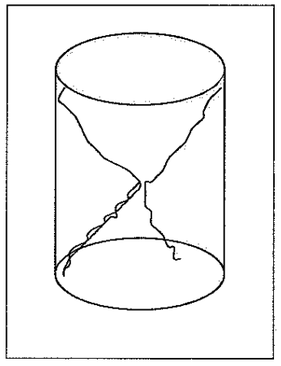
**Descripción :** SJ-02 04.20-04.65 / MI /

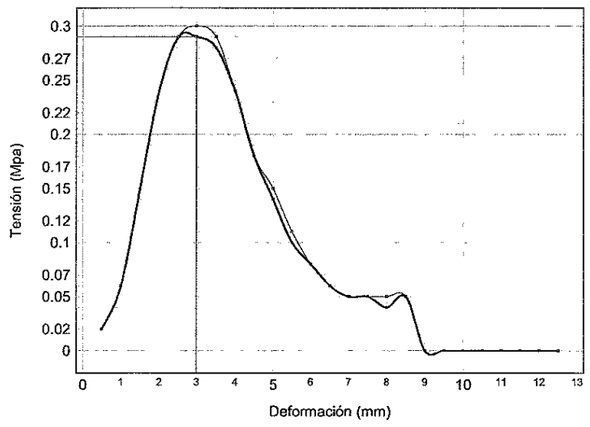
**Código del acta:** 2007/20309 **Nº Acta de obra :** 1812

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 14 |
| Diámetro (cm) : | 7 |
| Sección (cm²) | 38.5 |
| Volumen (cm³) : | 538.8 |
| Humedad probeta (%) : | 17.25 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 1.15 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.29** |
| Deformación (mm) : | **3.00** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.12** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.81** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3957

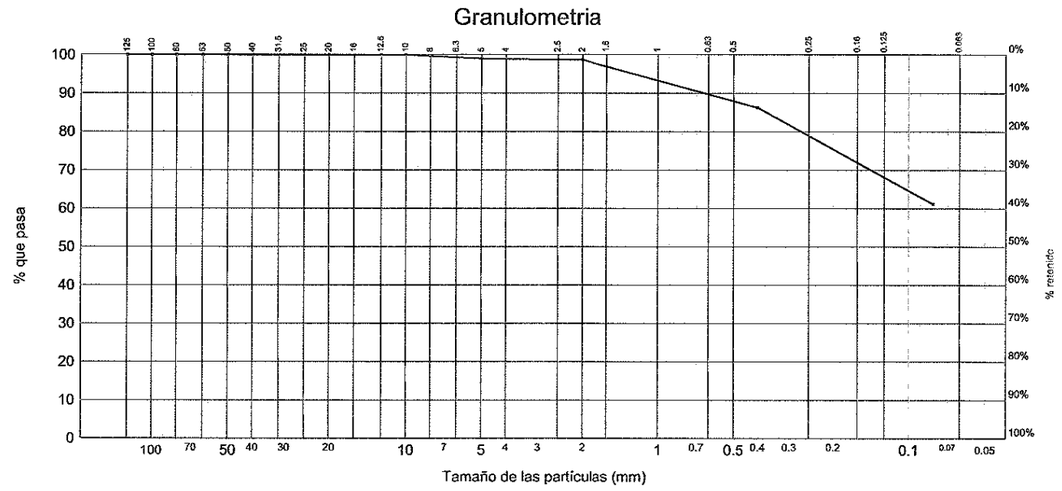
**Descripción :** SJ-02 04.65-05.10 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20316 **Nº Acta de obra :** 1819

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 99 | 86 | 61.1 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3957

**Descripción :** SJ-02 04.65-05.10 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20317 **Nº Acta de obra :** 1820

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 30 | 26 | 21 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 40.07 | 35.11 | 40.11 |
| Tara + Suelo (g) | 36.98 | 32.53 | 36.98 |
| Tara (g) | 25.70 | 23.32 | 26.21 |
| Agua (g) | 3.090 | 2.580 | 3.130 |
| Suelo (g) | 11.280 | 9.210 | 10.770 |
| Humedad (%) | 27.39 | 28.01 | 29.06 |
| Límite líquido (%) | **28.2** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 28.42 | 31.41 | |
| Tara + Suelo (g) | 27.69 | 30.43 | |
| Tara (g) | 23.97 | 25.48 | |
| Agua (g) | 0.730 | 0.980 | |
| Suelo (g) | 3.720 | 4.950 | |
| Humedad (%) | 19.62 | 19.80 | |
| Límite plástico (%) | **19.7** | | |
| Indice de plasticidad | **8.5** | | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3955

**Descripción :** SJ-02 05.70-06.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20310 **Nº Acta de obra :** 1813

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 528 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 706 |
| Tara + muestra seca (g) | 682 |
| Humedad (%) | **15.6** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3955

**Descripción :** SJ-02 05.70-06.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20311 **Nº Acta de obra :** 1814

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 116.27 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 117.22 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 64.27 |
| Densidad (g/cm3) | **2.24** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3955

**Descripción :** SJ-02 05.70-06.10 / MI /

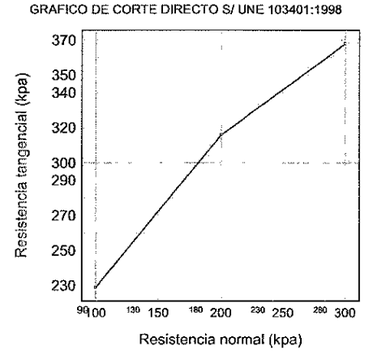
**Código del acta:** 2007/20312 **Nº Acta de obra :** 1815

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 30/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 30/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Colgadero exterior (i) | 4.91 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro(cm) | 5.0 | | |
| Cuadrada - Lado (cm) | ------ | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | inalterada | | |
| Altura muestra (cm) | 2.6 | | |
| Superficie ($cm^2$) | 19.63 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (cm) | 0.2531 | 0.2605 | 0.2260 |
| Superficie de contacto ($cm^2$) | 18.37 | 18.33 | 18.51 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.420 | 0.579 | 0.682 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **229** | **316** | **368** |
| Cohesión (kPa) | **165.3** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **34.80** | | |
| Cohesión ($kp/cm^2$) | **1.686** | | |

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3958

**Descripción :** SJ-02 06.10-06.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20318 **Nº Acta de obra :** 1821

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 10/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 10/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.4 | 52.4 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 12.8 | 12.8 |
| Carbonatos (%) : | **24.4** | **24.4** |
| Carbonatos (%) media: | **24.4** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3958

**Descripción :** SJ-02 06.10-06.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20319 **Nº Acta de obra :** 1822

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 07/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 07/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 13.6691 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 13.6828 |
| Precipitado (g) | 0.0137 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **1140** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **940** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.09** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3958

**Descripción :** SJ-02 06.10-06.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20320 **Nº Acta de obra :** 1823

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 14/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 14/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 3.2 | 3.1 |
| Materia Orgánica (%) | 1.35 | 1.31 |
| Materia Orgánica media (%) | **1.33** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3956

**Descripción :** SJ-02 07.20-07.65 / MI /

**Código del acta:** 2007/20313 **Nº Acta de obra :** 1816

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 532 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 643 |
| Tara + muestra seca (g) | 629 |
| Humedad (%) | **14.4** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3956

**Descripción :** SJ-02 07.20-07.65 / MI /

**Código del acta:** 2007/20314 **Nº Acta de obra :** 1817

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 122.64 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 124.97 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 70.76 |
| Densidad (g/cm3) | **2.38** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3959

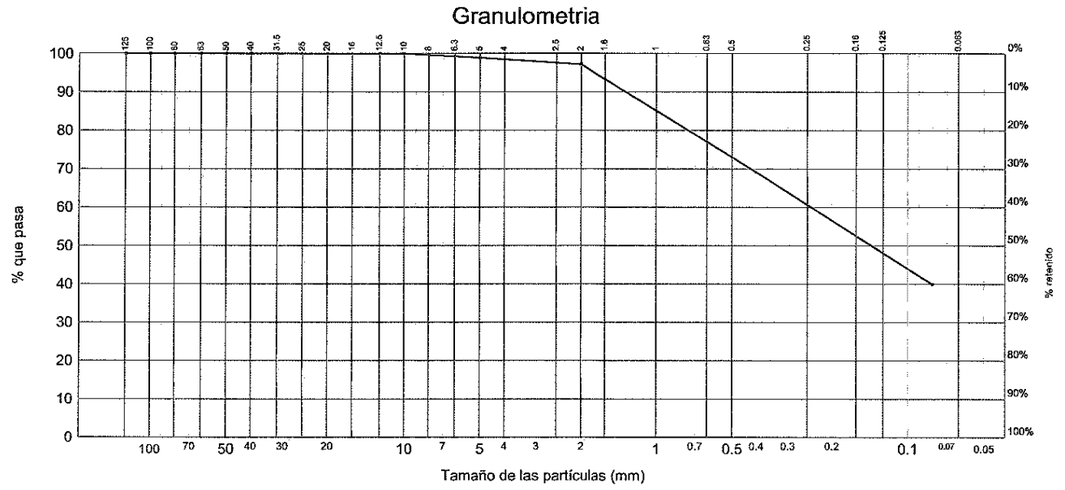
**Descripción :** SJ-02 07.65-08.10 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20321 **Nº Acta de obra :** 1824

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 97 | 69 | 39.9 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3959

**Descripción :** SJ-02 07.65-08.10 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20322 **Nº Acta de obra :** 1825

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 28 | 26 | 15 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 39.70 | 40.97 | 42.64 |
| Tara + Suelo (g) | 37.30 | 38.53 | 39.47 |
| Tara (g) | 28.36 | 29.55 | 28.81 |
| Agua (g) | 2.400 | 2.440 | 3.170 |
| Suelo (g) | 8.940 | 8.980 | 10.660 |
| Humedad (%) | 26.85 | 27.17 | 29.74 |
| Límite líquido (%) | | **27.4** | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 34.84 | 33.13 | |
| Tara + Suelo (g) | 33.74 | 31.64 | |
| Tara (g) | 28.41 | 24.35 | |
| Agua (g) | 1.100 | 1.490 | |
| Suelo (g) | 5.330 | 7.290 | |
| Humedad (%) | 20.64 | 20.44 | |
| Límite plástico (%) | | **20.5** | |
| Indice de plasticidad | | **6.9** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3960

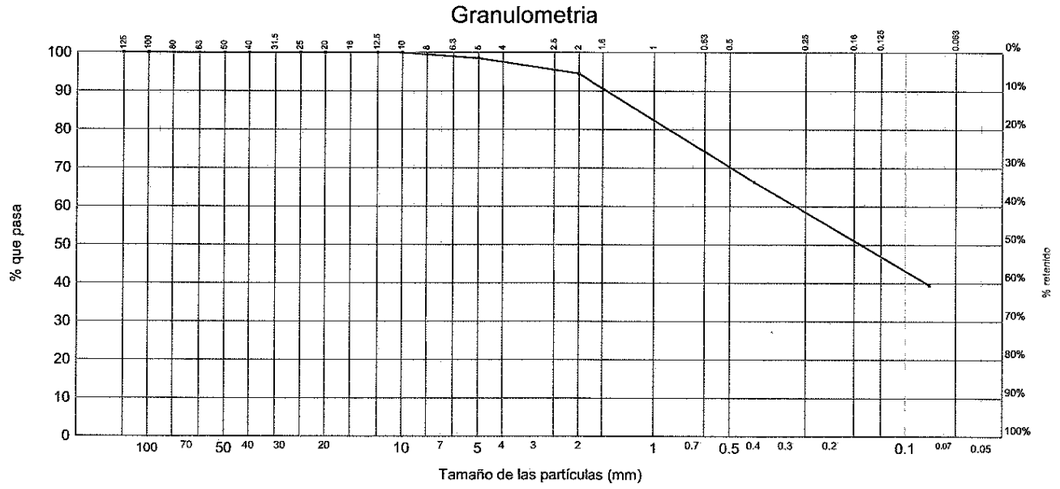
**Descripción :** SJ-02 08.70-09.15 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20323 **Nº Acta de obra :** 1826

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 95 | 66 | 39.5 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3960

**Descripción :** SJ-02 08.70-09.15 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20324 **Nº Acta de obra :** 1827

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 10/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 10/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.4 | 52.4 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 9.4 | 9.6 |
| Carbonatos (%) : | **17.9** | **18.3** |
| Carbonatos (%) media: | **18.1** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3960

**Descripción :** SJ-02 08.70-09.15 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20325 **Nº Acta de obra :** 1828

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 07/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 07/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.8121 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.8161 |
| Precipitado (g) | 0.0040 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **333** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **274** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.03** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3960

**Descripción :** SJ-02 08.70-09.15 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20326 **Nº Acta de obra :** 1829

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 14/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 14/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 2.4 | 2.4 |
| Materia Orgánica (%) | 1.01 | 1.01 |
| Materia Orgánica media (%) | **1.01** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3961

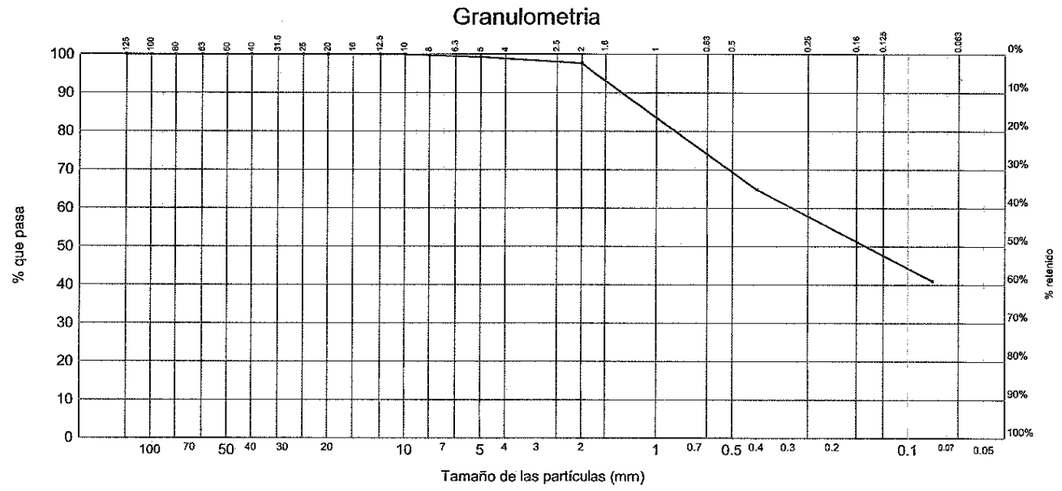
**Descripción :** SJ-02 10.55-11.00 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20327 **Nº Acta de obra :** 1830

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | **100** | 100 | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | 99 | 98 | 65 | 41 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3961

**Descripción :** SJ-02 10.55-11.00 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20328 **Nº Acta de obra :** 1831

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 50.8 | 50.8 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 7.0 | 7.2 |
| Carbonatos (%) : | **13.8** | **14.2** |
| Carbonatos (%) media: | **14.0** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3961

**Descripción :** SJ-02 10.55-11.00 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20329 **Nº Acta de obra :** 1832

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 07/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 07/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.5954 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.6004 |
| Precipitado (g) | 0.0050 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **416** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **343** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.03** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3961

**Descripción :** SJ-02 10.55-11.00 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20330 **Nº Acta de obra :** 1833

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 3.0 | 3.0 |
| Materia Orgánica (%) | 1.27 | 1.27 |
| Materia Orgánica media (%) | **1.27** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3962

**Descripción :** SJ-02 13.80-13.97 / TP /

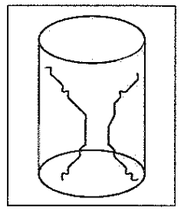
**Código del acta:** 2007/20331 **Nº Acta de obra :** 1834

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| RESISTENCIA A COMPRESION UNIAXIAL EN ROCA S/UNE-22950-90 PARTE 1 / NLT-250/91 | |
|---|---|
| CARACTERISTICAS GEOMETRIAS | |
| Nº Probeta | Probeta nº1 |
| Diámetro (cm) | 8.4 |
| Altura (cm) | 15.2 |
| Sección ($cm^2$) | 55.4 |
| Volumen ($cm^3$) | 842.3 |
| Peso humedo (g) | 2245 |
| Peso seco (g) | 2239 |
| Humedad (%) | 0.3 |
| Densidad humeda ($g/cm^3$) | 2.67 |
| Densidad seca ($g/cm^3$) | 2.66 |
| CARACTERISTICAS MECANICAS | |
| Carga de rotura (kN) | 199.95 |
| Relación alto/diámetro | 1.810 |
| Tensión de rotura (MPa) | 36.1 |
| Factor de esbeltez | 0.985 |
| Tensión de rotura corregida (MPa) | **35.5** |

Forma de rotura:



Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3998

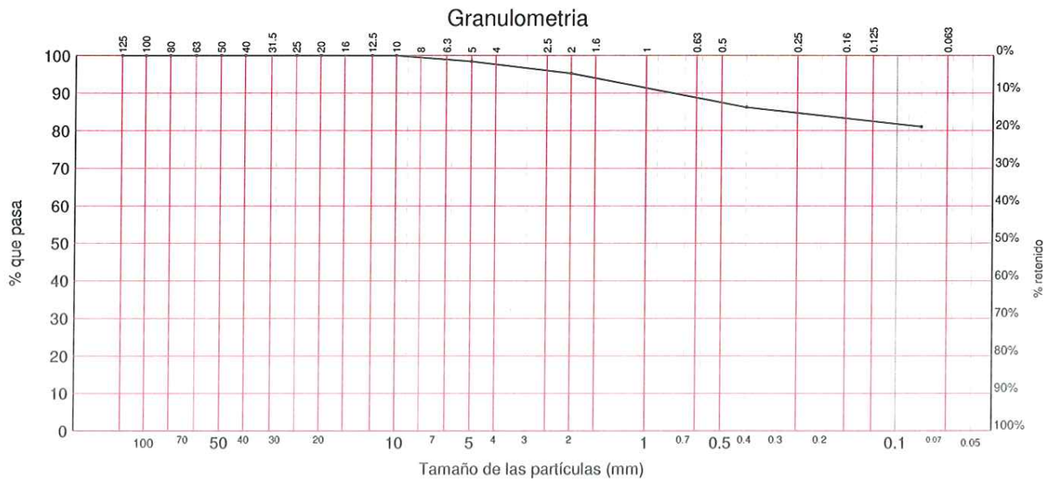
**Descripción :** SJ-05 01.50-02.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/21009 **Nº Acta de obra :** 1912

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 95 | 86 | 81 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3998

**Descripción :** SJ-05 01.50-02.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/21009 **Nº Acta de obra :** 1912

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 35 | 26 | 20 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 51.14 | 52.40 | 49.78 |
| Tara + Suelo (g) | 45.77 | 46.83 | 43.88 |
| Tara (g) | 26.61 | 27.63 | 24.38 |
| Agua (g) | 5.370 | 5.570 | 5.900 |
| Suelo (g) | 19.160 | 19.200 | 19.500 |
| Humedad (%) | 28.03 | 29.01 | 30.26 |
| Límite líquido (%) | **29.1** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 35.90 | 31.79 | |
| Tara + Suelo (g) | 34.77 | 30.61 | |
| Tara (g) | 28.79 | 24.37 | |
| Agua (g) | 1.130 | 1.180 | |
| Suelo (g) | 5.980 | 6.240 | |
| Humedad (%) | 18.90 | 18.91 | |
| Límite plástico (%) | **18.9** | | |
| Indice de plasticidad | **10.2** | | |

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 534 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 754 |
| Tara + muestra seca (g) | 724 |
| Humedad (%) | **15.8** |

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 274.26 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 277.08 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 147.55 |
| Densidad (g/cm3) | **2.17** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581
Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3998

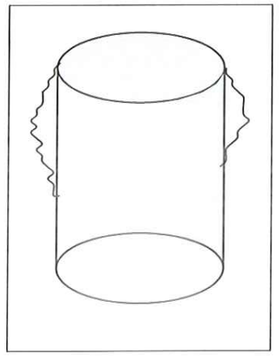
**Descripción :** SJ-05 01.50-02.10 / MI /

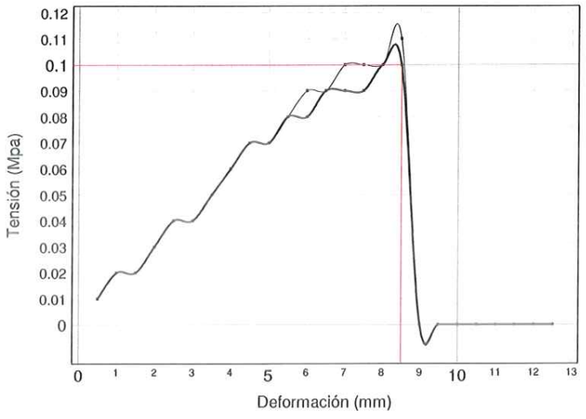
**Código del acta:** 2007/21009 **Nº Acta de obra :** 1912

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 14 |
| Diámetro (cm) : | 7 |
| Sección (cm²) | 38.5 |
| Volumen (cm³) : | 538.8 |
| Humedad probeta (%) : | 21.11 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 0.42 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.10** |
| Deformación (mm) : | **8.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.18** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.80** |








**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4001

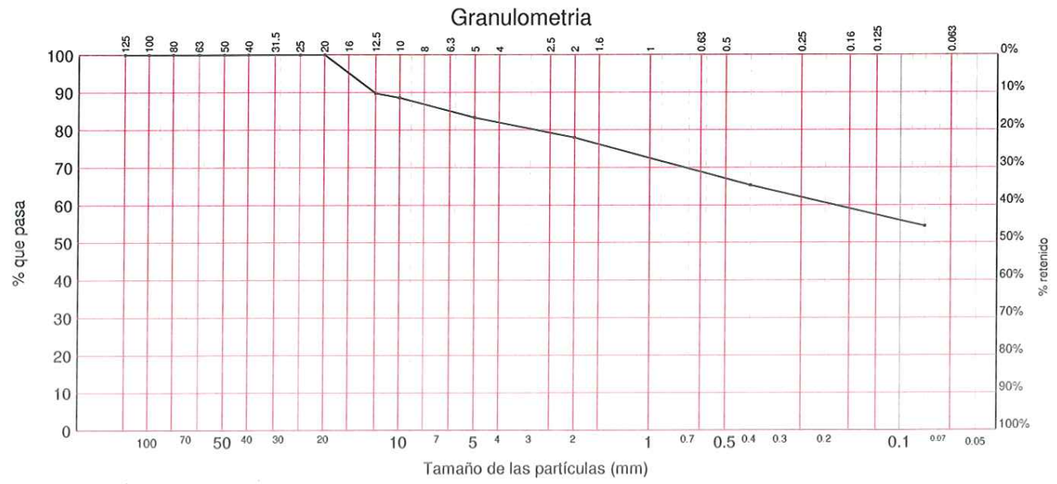
**Descripción :** SJ-05 02.10-02.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21011 **Nº Acta de obra :** 1914

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 89 | 83 | 78 | 65 | 54.3 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4001

**Descripción :** SJ-05 02.10-02.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21011 **Nº Acta de obra :** 1914

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 32 | 24 | 19 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 37.80 | 44.79 | 40.85 |
| Tara + Suelo (g) | 35.43 | 41.99 | 37.85 |
| Tara (g) | 25.55 | 30.79 | 26.19 |
| Agua (g) | 2.370 | 2.800 | 3.000 |
| Suelo (g) | 9.880 | 11.200 | 11.660 |
| Humedad (%) | 23.99 | 25.00 | 25.73 |
| Límite líquido (%) | **24.9** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 35.70 | 33.43 | |
| Tara + Suelo (g) | 34.50 | 32.18 | |
| Tara (g) | 27.76 | 25.17 | |
| Agua (g) | 1.200 | 1.250 | |
| Suelo (g) | 6.740 | 7.010 | |
| Humedad (%) | 17.80 | 17.83 | |
| Límite plástico (%) | **17.8** | | |
| Indice de plasticidad | **7.1** | | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4003

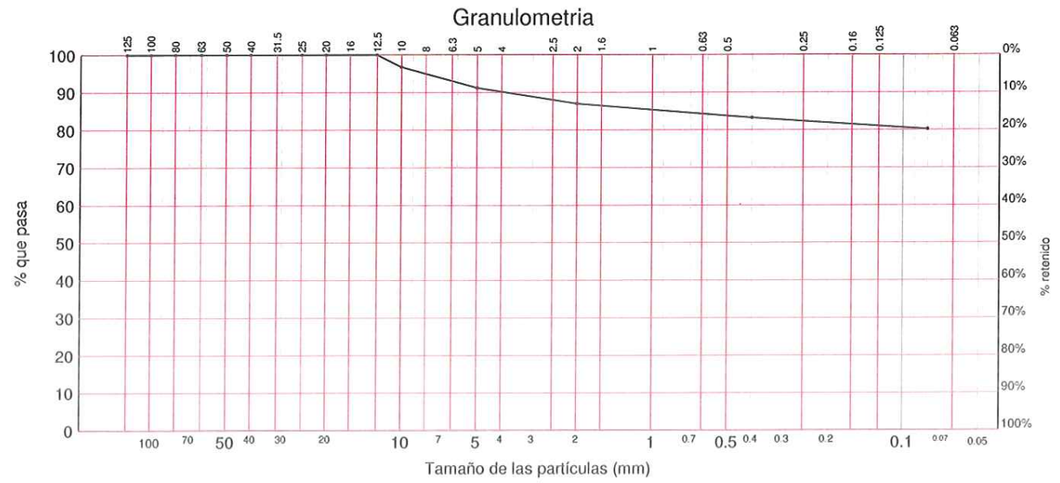
**Descripción :** SJ-05 05.10-05.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21012 **Nº Acta de obra :** 1915

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 91 | 87 | 83 | 80.2 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4003

**Descripción :** SJ-05 05.10-05.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21012 **Nº Acta de obra :** 1915

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | |
|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | |
| Número de golpes (de menos a mas) | ------ |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ------ |
| Tara + Suelo (g) | ------ |
| Tara (g) | ------ |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite líquido (%) | ------ |
| LIMITE PLASTICO | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ------ |
| Tara + Suelo (g) | ------ |
| Tara (g) | ------ |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite plástico (%) | ------ |
| Indice de plasticidad | **No plástico** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4000

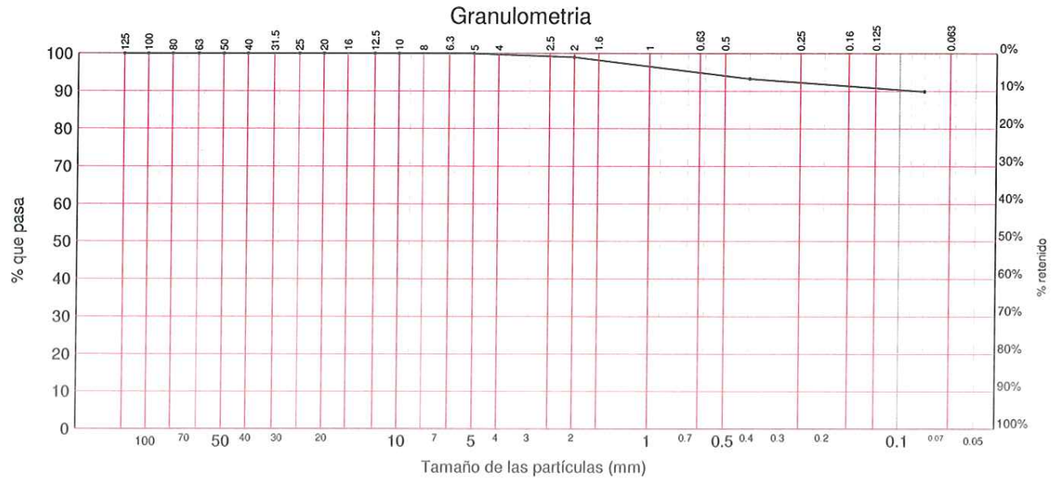
**Descripción :** SJ-05 06.00-06.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/21010 **Nº Acta de obra :** 1913

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 93 | 89.9 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4000

**Descripción :** SJ-05 06.00-06.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/21010 **Nº Acta de obra :** 1913

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 33 | 26 | 20 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 50.00 | 49.12 | 45.71 |
| Tara + Suelo (g) | 44.85 | 43.78 | 40.13 |
| Tara (g) | 29.62 | 28.41 | 24.64 |
| Agua (g) | 5.150 | 5.340 | 5.580 |
| Suelo (g) | 15.230 | 15.370 | 15.490 |
| Humedad (%) | 33.81 | 34.74 | 36.02 |
| Límite líquido (%) | **34.9** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 36.10 | 37.27 | |
| Tara + Suelo (g) | 34.45 | 35.57 | |
| Tara (g) | 27.65 | 28.57 | |
| Agua (g) | 1.650 | 1.700 | |
| Suelo (g) | 6.800 | 7.000 | |
| Humedad (%) | 24.26 | 24.29 | |
| Límite plástico (%) | **24.3** | | |
| Indice de plasticidad | **10.6** | | |

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 538 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 723 |
| Tara + muestra seca (g) | 693 |
| Humedad (%) | **19.4** |

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 213.79 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 215.84 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 111.98 |
| Densidad (g/cm3) | **2.10** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4000

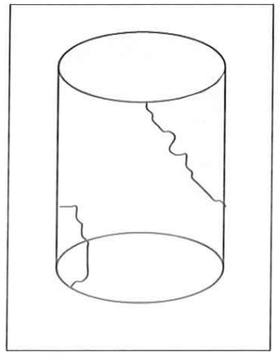
**Descripción :** SJ-05 06.00-06.60 / MI /

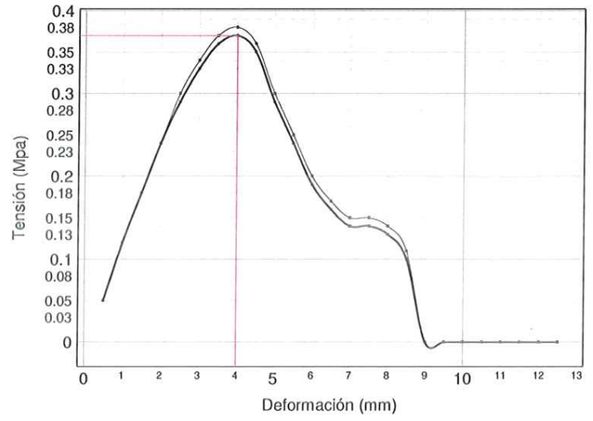
**Código del acta:** 2007/21010 **Nº Acta de obra :** 1913

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 14 |
| Diámetro (cm) : | 7 |
| Sección (cm²) | 38.5 |
| Volumen (cm³) : | 538.8 |
| Humedad probeta (%) : | 19.80 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 1.47 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.37** |
| Deformación (mm) : | **4.00** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.25** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.87** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4004

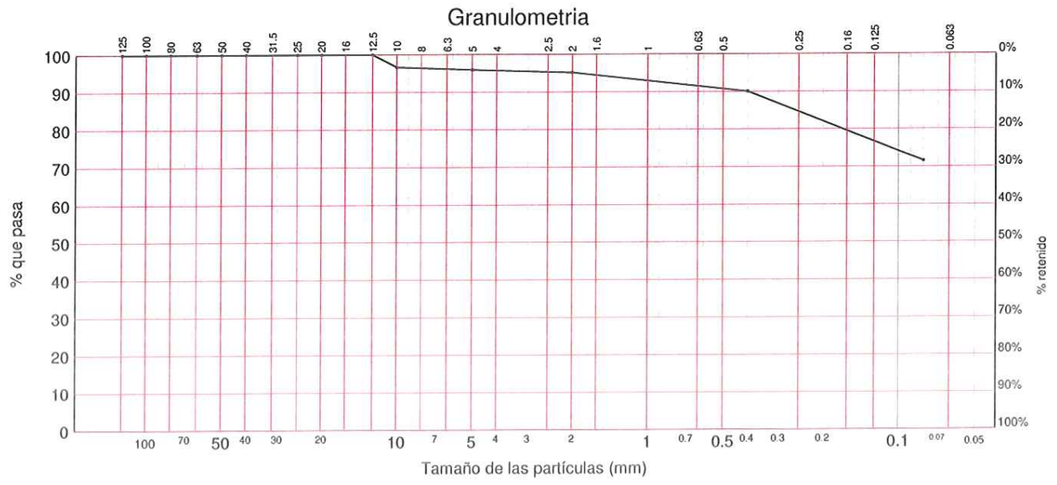
**Descripción :** SJ-05 06.60-07.05 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21013 **Nº Acta de obra :** 1916

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 96 | 95 | 90 | 71.5 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4004

**Descripción :** SJ-05 06.60-07.05 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21013 **Nº Acta de obra :** 1916

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | |
|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 34 | 28 | 22 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 37.69 | 38.79 | 41.12 |
| Tara + Suelo (g) | 34.44 | 35.29 | 37.36 |
| Tara (g) | 23.81 | 24.00 | 25.71 |
| Agua (g) | 3.250 | 3.500 | 3.760 |
| Suelo (g) | 10.630 | 11.290 | 11.650 |
| Humedad (%) | 30.57 | 31.00 | 32.27 |
| Límite líquido (%) | **31.2** | | |
| LIMITE PLASTICO | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 31.10 | 32.61 |
| Tara + Suelo (g) | 29.89 | 31.36 |
| Tara (g) | 24.41 | 25.70 |
| Agua (g) | 1.210 | 1.250 |
| Suelo (g) | 5.480 | 5.660 |
| Humedad (%) | 22.08 | 22.08 |
| Límite plástico (%) | **22.1** | |
| Indice de plasticidad | **9.1** | |

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 51.6 | 51.6 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 9.4 | 9.4 |
| Carbonatos (%) : | **18.2** | **18.2** |
| Carbonatos (%) media: | **18.2** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4004

**Descripción :** SJ-05 06.60-07.05 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21013 **Nº Acta de obra :** 1916

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 11.3368 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 11.3426 |
| Precipitado (g) | 0.0058 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **483** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **398** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.04** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40 | 40 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 1.2 | 1.2 |
| Materia Orgánica (%) | 0.51 | 0.51 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.51** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4005

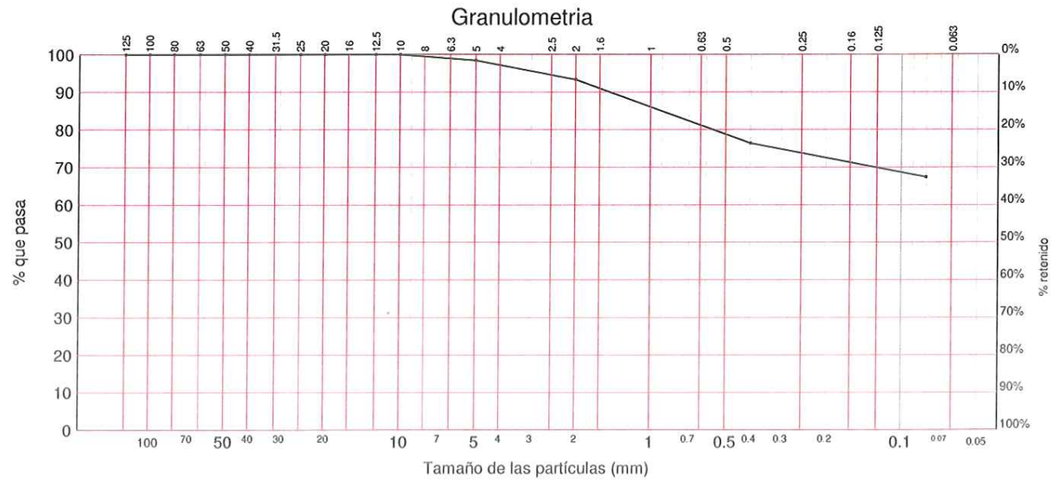
**Descripción :** SJ-05 08.15-08.60 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21014 **Nº Acta de obra :** 1917

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 93 | 76 | 67.3 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4005

**Descripción :** SJ-05 08.15-08.60 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21014 **Nº Acta de obra :** 1917

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 34 | 25 | 19 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 46.31 | 50.19 | 46.63 |
| Tara + Suelo (g) | 41.71 | 45.28 | 41.54 |
| Tara (g) | 25.49 | 28.36 | 24.63 |
| Agua (g) | 4.600 | 4.910 | 5.090 |
| Suelo (g) | 16.220 | 16.920 | 16.910 |
| Humedad (%) | 28.36 | 29.02 | 30.10 |
| Límite líquido (%) | **29.3** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 36.53 | 37.98 | |
| Tara + Suelo (g) | 35.22 | 36.62 | |
| Tara (g) | 28.40 | 29.55 | |
| Agua (g) | 1.310 | 1.360 | |
| Suelo (g) | 6.820 | 7.070 | |
| Humedad (%) | 19.21 | 19.24 | |
| Límite plástico (%) | **19.2** | | |
| Indice de plasticidad | **10.1** | | |

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 51.6 | 51.6 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 16.4 | 16.6 |
| Carbonatos (%) : | **31.8** | **32.2** |
| Carbonatos (%) media: | **32.0** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4005

**Descripción :** SJ-05 08.15-08.60 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21014 **Nº Acta de obra :** 1917

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 11.1571 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 11.1707 |
| Precipitado (g) | 0.0136 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **1132** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **933** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.09** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40 | 40 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 1.9 | 1.9 |
| Materia Orgánica (%) | 0.80 | 0.80 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.80** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4006

**Descripción :** SJ-05 15.85-16.15 / TP /

**Código del acta:** 2007/21015 **Nº Acta de obra :** 1918

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 26/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE COLAPSO EN SUELOS S/NLT-254-99 | |
|---|---|
| Presión de colapso (kp/cm²) : | **2** |
| Lectura de deformaciones antes de iniciar el ensayo (mm) : | 0.04 |
| Altura inicial de la probeta (mm) : | 12 |
| Lectura de deformaciones en el equiliibrio, antes de inundar (mm) | 0.58 |
| Lectura de deformaciones en el equiliibrio, despues de inundar (mm) | 0.61 |
| INDICE DE COLAPSO (%) : | **0.3** |
| POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO (%) : | **0.3** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4007

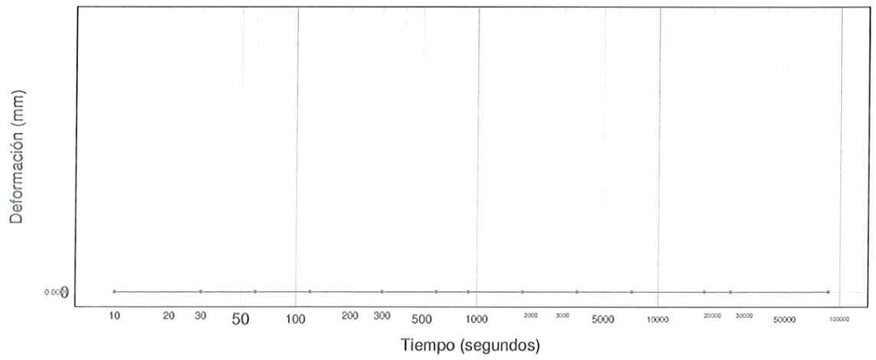
**Descripción :** SJ-05 21.35-21.70 / TP /

**Código del acta:** 2007/21016 **Nº Acta de obra :** 1919

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 26/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDOMETRO S/UNE 103601:1996 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro (mm) : | 45 | | | | | | | | | | | | |
| Altura (mm) : | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Area (mm²) : | 1590.4 | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (mm³) : | 19085.2 | | | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | INICIAL | | | | | | FINAL | | | | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) : | 451.60 | | | | | | 453.16 | | | | | | |
| Tara + Suelo (g) : | 445.78 | | | | | | 448.78 | | | | | | |
| Tara (g) : | 411.94 | | | | | | 411.94 | | | | | | |
| Humedad (%) : | **17.2** | | | | | | **11.9** | | | | | | |
| Densidad seca inicial (g/cm³) : | **1.85** | | | | | | | | | | | | |
| LECTURAS HINCHAMIENTO LIBRE | | | | | | | | | | | | | |
| Presión (kPa) : | 0.03 | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo (s) | 10 | 30 | 60 | 120 | 300 | 600 | 900 | 1800 | 3600 | 7200 | 18000 | 25200 | 86400 |
| Lectura Final de Carga (mm) : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Deformación acumulada (mm) : | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Hinchamiento libre (%) : | **0.0** | | | | | | | | | | | | |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4021

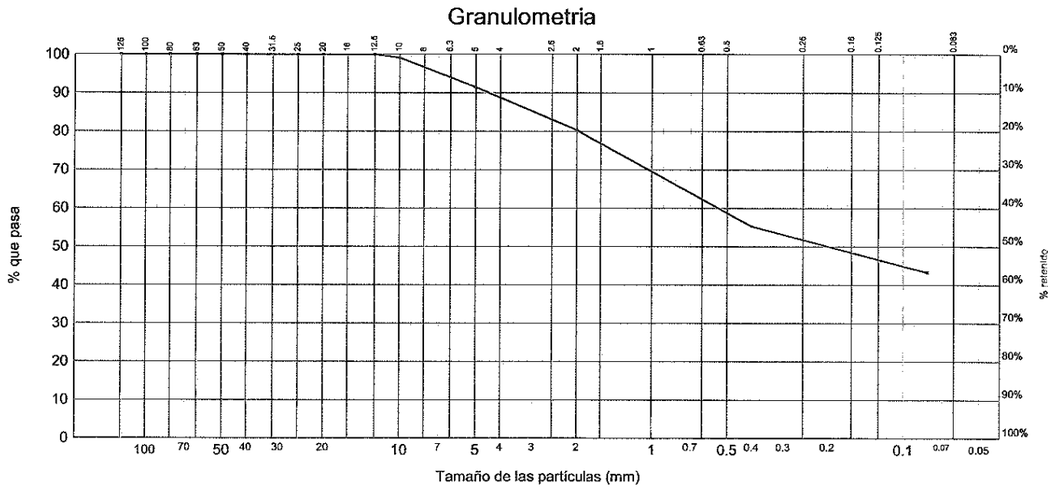
**Descripción :** SJ-06 01.40-02.00 / MI /

**Código del acta:** 2007/20364 **Nº Acta de obra :** 1867

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 29/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 30/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 91 | 80 | 55 | 43.3 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4021

**Descripción :** SJ-06 01.40-02.00 / MI /

**Código del acta:** 2007/20365 **Nº Acta de obra :** 1868

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 14/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 14/09/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 31 | 24 | 18 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 42.51 | 41.38 | 38.53 |
| Tara + Suelo (g) | 39.52 | 38.15 | 35.02 |
| Tara (g) | 30.29 | 28.55 | 25.00 |
| Agua (g) | 2.990 | 3.230 | 3.510 |
| Suelo (g) | 9.230 | 9.600 | 10.020 |
| Humedad (%) | 32.39 | 33.65 | 35.03 |
| Límite líquido (%) | **33.5** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 32.49 | 34.15 | |
| Tara + Suelo (g) | 30.95 | 32.55 | |
| Tara (g) | 24.36 | 25.71 | |
| Agua (g) | 1.540 | 1.600 | |
| Suelo (g) | 6.590 | 6.840 | |
| Humedad (%) | 23.37 | 23.39 | |
| Límite plástico (%) | **23.4** | | |
| Indice de plasticidad | **10.1** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4021

**Descripción :** SJ-06 01.40-02.00 / MI /

**Código del acta:** 2007/20366 **Nº Acta de obra :** 1869

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 540 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 704 |
| Tara + muestra seca (g) | 682 |
| Humedad (%) | **15.5** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4021

**Descripción :** SJ-06 01.40-02.00 / MI /

**Código del acta:** 2007/20367 **Nº Acta de obra :** 1870

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 242.49 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 244.73 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 130.17 |
| Densidad (g/cm3) | **2.16** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4025

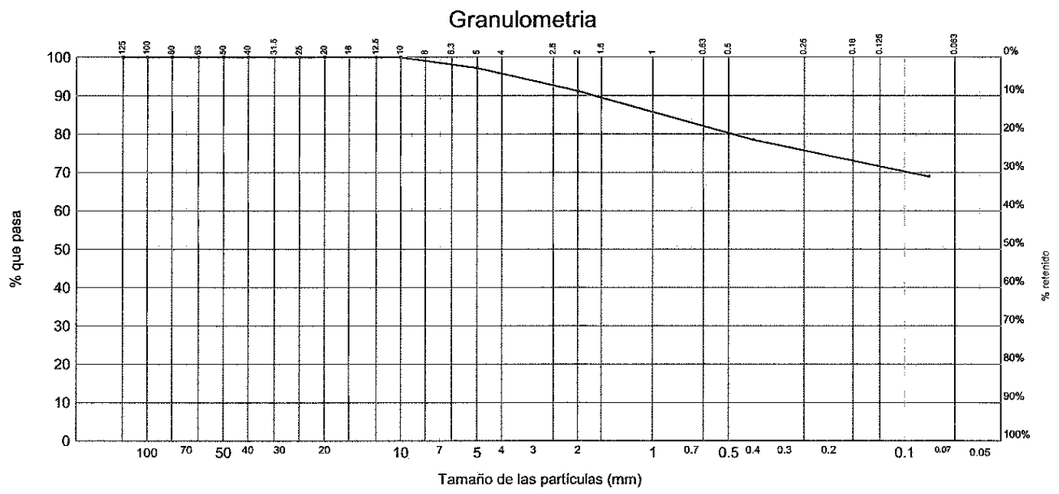
**Descripción :** SJ-06 02.00-02.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20371 **Nº Acta de obra :** 1874

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 29/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 91 | 78 | 68.9 |






**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4025

**Descripción :** SJ-06 02.00-02.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20372 **Nº Acta de obra :** 1875

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.4 | 52.4 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 8.4 | 8.2 |
| Carbonatos (%) : | **16.0** | **15.6** |
| Carbonatos (%) media: | **15.8** | |

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4025

**Descripción :** SJ-06 02.00-02.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20373 **Nº Acta de obra :** 1876

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.0 | 40.0 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 1.8 | 1.6 |
| Materia Orgánica (%) | 0.76 | 0.68 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.72** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4025

**Descripción :** SJ-06 02.00-02.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20374 **Nº Acta de obra :** 1877

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 30/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 30/08/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 13.0314 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 13.0389 |
| Precipitado (g) | 0.0075 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **624** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **514** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.05** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4024

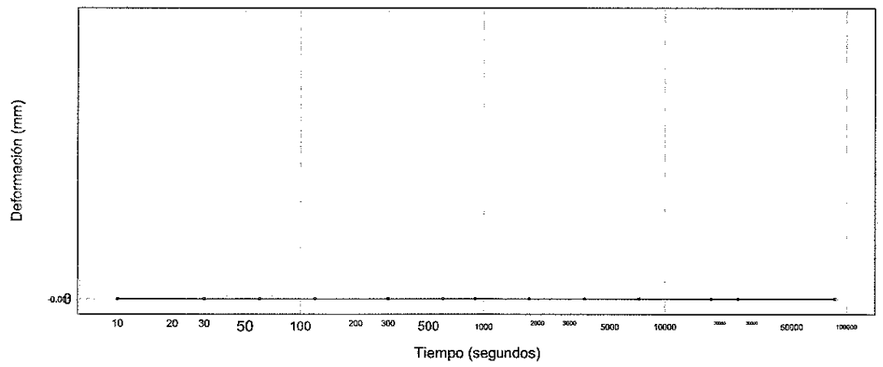
**Descripción :** SJ-06 03.25-03.85 / MI /

**Código del acta:** 2007/20370 **Nº Acta de obra :** 1873

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 29/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 29/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDOMETRO S/UNE 103601:1996 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro (mm) : | 45 | | | | | | | | | | | | |
| Altura (mm) : | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Area (mm²) : | 1590.4 | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (mm³) : | 19085.2 | | | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | INICIAL | FINAL | | | | | | | | | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) : | 451.50 | 453.32 | | | | | | | | | | | |
| Tara + Suelo (g) : | 446.11 | 446.11 | | | | | | | | | | | |
| Tara (g) : | 411.97 | 411.97 | | | | | | | | | | | |
| Humedad (%) : | **15.8** | **21.1** | | | | | | | | | | | |
| Densidad seca inicial (g/cm³) : | **1.79** | | | | | | | | | | | | |
| LECTURAS HINCHAMIENTO LIBRE | | | | | | | | | | | | | |
| Presión (kPa) : | 0.03 | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo (s) | 10 | 30 | 60 | 120 | 300 | 600 | 900 | 1800 | 3600 | 7200 | 18000 | 25200 | 86400 |
| Lectura Final de Carga (mm) : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Deformación acumulada (mm) : | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Hinchamiento libre (%) : | **0.0** | | | | | | | | | | | | |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingenieria y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4026

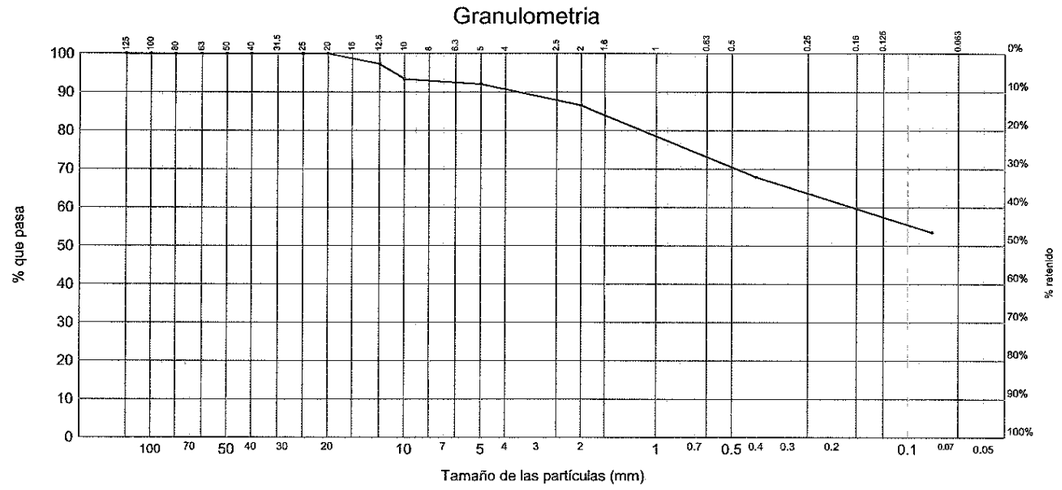
**Descripción :** SJ-06 03.85-04.30 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20375 **Nº Acta de obra :** 1878

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 29/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 93 | 92 | 87 | 68 | 53.4 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingenieria y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4026

**Descripción :** SJ-06 03.85-04.30 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20376 **Nº Acta de obra :** 1879

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 10/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 10/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 34 | 26 | 21 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 44.92 | 45.22 | 49.84 |
| Tara + Suelo (g) | 40.44 | 40.53 | 44.93 |
| Tara (g) | 24.38 | 24.36 | 28.57 |
| Agua (g) | 4.480 | 4.690 | 4.910 |
| Suelo (g) | 16.060 | 16.170 | 16.360 |
| Humedad (%) | 27.90 | 29.00 | 30.01 |
| Límite líquido (%) | | **29.2** | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 32.29 | | 37.07 |
| Tara + Suelo (g) | 31.03 | | 35.78 |
| Tara (g) | 25.00 | | 29.61 |
| Agua (g) | 1.260 | | 1.290 |
| Suelo (g) | 6.030 | | 6.170 |
| Humedad (%) | 20.90 | | 20.91 |
| Límite plástico (%) | | **20.9** | |
| Indice de plasticidad | | **8.3** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4022

**Descripción :** SJ-06 05.00-05.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20368 **Nº Acta de obra :** 1871

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 29/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 29/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE COLAPSO EN SUELOS S/NLT-254-99 | |
|---|---|
| Presión de colapso (kp/cm²) : | **2** |
| Lectura de deformaciones antes de iniciar el ensayo (mm) : | 0.01 |
| Altura inicial de la probeta (mm) : | 12 |
| Lectura de deformaciones en el equiliibrio, antes de inundar (mm) | 0.37 |
| Lectura de deformaciones en el equiliibrio, despues de inundar (mm) | 0.39 |
| INDICE DE COLAPSO (%) : | **0.2** |
| POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO (%) : | **0.2** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4027

**Descripción :** SJ-06 05.60-06.05 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20377 **Nº Acta de obra :** 1880

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.4 | 52.4 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 7.0 | 7.2 |
| Carbonatos (%) : | **13.4** | **13.7** |
| Carbonatos (%) media: | **13.6** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4027

**Descripción :** SJ-06 05.60-06.05 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20378 **Nº Acta de obra :** 1881

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 30/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 30/08/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 13.0269 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 13.0325 |
| Precipitado (g) | 0.0056 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **466** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **384** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.04** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4027

**Descripción :** SJ-06 05.60-06.05 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20379 **Nº Acta de obra :** 1882

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.0 | 40.0 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 1.7 | 1.6 |
| Materia Orgánica (%) | 0.72 | 0.68 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.70** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4023

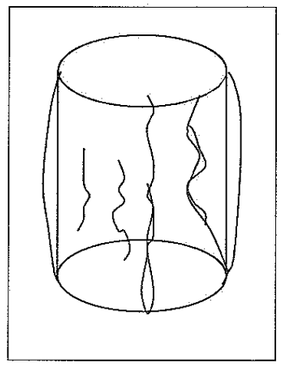
**Descripción :** SJ-06 07.30-07.80 / MI /

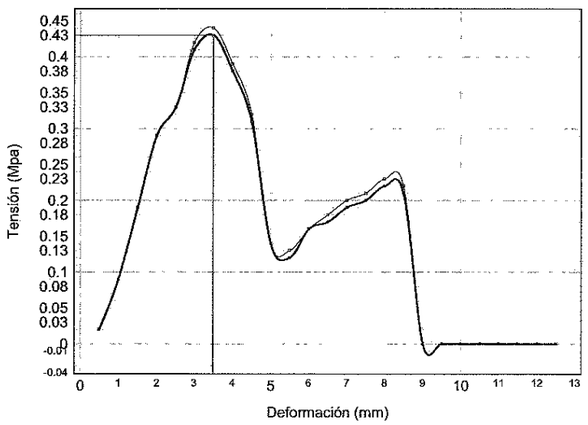
**Código del acta:** 2007/20369 **Nº Acta de obra :** 1872

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESIÓN SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 14 |
| Diámetro (cm) : | 7 |
| Sección (cm²) | 38.5 |
| Volumen (cm³) : | 538.8 |
| Humedad probeta (%) : | 15.98 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 1.68 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.43** |
| Deformación (mm) : | **3.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.25** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.94** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4028

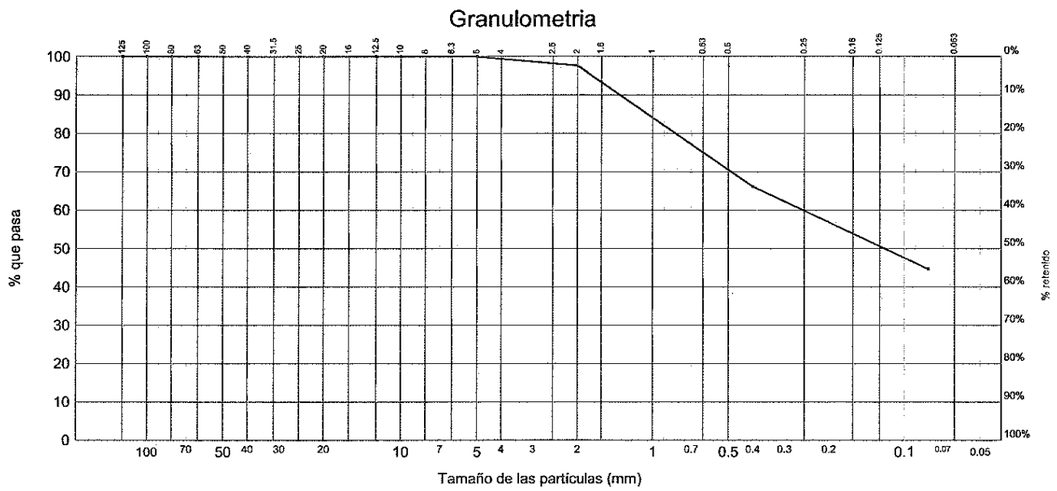
**Descripción :** SJ-06 07.80-08.25 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20380 **Nº Acta de obra :** 1883

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 29/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 66 | 44.6 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4028

**Descripción :** SJ-06 07.80-08.25 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20381 **Nº Acta de obra :** 1884

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 10/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 10/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 34 | 27 | 23 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 50.00 | 50.20 | 54.61 |
| Tara + Suelo (g) | 44.79 | 44.70 | 48.61 |
| Tara (g) | 26.20 | 25.72 | 28.42 |
| Agua (g) | 5.210 | 5.500 | 6.000 |
| Suelo (g) | 18.590 | 18.980 | 20.190 |
| Humedad (%) | 28.03 | 28.98 | 29.72 |
| Límite líquido (%) | **29.3** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 32.05 | 35.93 | |
| Tara + Suelo (g) | 30.73 | 34.63 | |
| Tara (g) | 24.41 | 28.40 | |
| Agua (g) | 1.320 | 1.300 | |
| Suelo (g) | 6.320 | 6.230 | |
| Humedad (%) | 20.89 | 20.87 | |
| Límite plástico (%) | **20.9** | | |
| Indice de plasticidad | **8.4** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4029

**Descripción :** SJ-06 12.10-12.20 / TP /

**Código del acta:** 2007/20382 **Nº Acta de obra :** 1885

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 543 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 774 |
| Tara + muestra seca (g) | 773 |
| Humedad (%) | **0.4** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4029

**Descripción :** SJ-06 12.10-12.20 / TP /

**Código del acta:** 2007/20383 **Nº Acta de obra :** 1886

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 419.60 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 423.32 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 262.14 |
| Densidad (g/cm3) | **2.67** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4029

**Descripción :** SJ-06 12.10-12.20 / TP /

**Código del acta:** 2007/20384 **Nº Acta de obra :** 1887

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| RESISTENCIA A CARGA PUNTUAL O PUNZONAMIENTO S/UNE 22950-5:1996 | |
|---|---|
| Determinación : | Nº1 |
| Peso húmedo (g) : | 1032 |
| Peso seco (g) : | 1028 |
| Humedad (%) : | 0.4 |
| Diámetro (mm) : | 84 |
| Ancho mínimo del fragmento (solo no diametrales) (mm) : | |
| Carga de rotura (kN) : | 17.84 |
| Factor de correción : | 1.263 |
| Indice de punzonamiento : | **25.3** |
| Indice de punzonamiento corregido : | **31.9** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4031

**Descripción :** SJ-07 03.00-03.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20385 **Nº Acta de obra :** 1888

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 532 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 937 |
| Tara + muestra seca (g) | 893 |
| Humedad (%) | **12.2** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4031

**Descripción :** SJ-07 03.00-03.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20386 **Nº Acta de obra :** 1889

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 253.09 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 255.04 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 138.73 |
| Densidad (g/cm3) | **2.22** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4031

**Descripción :** SJ-07 03.00-03.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20387 **Nº Acta de obra :** 1890

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.4 | 52.4 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 12.2 | 12.2 |
| Carbonatos (%) : | **23.3** | **23.3** |
| Carbonatos (%) media: | **23.3** | |

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4031

**Descripción :** SJ-07 03.00-03.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20388 **Nº Acta de obra :** 1891

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 30/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 30/08/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.9475 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.9740 |
| Precipitado (g) | 0.0265 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **2205** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **1818** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.18** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4031

**Descripción :** SJ-07 03.00-03.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20389 **Nº Acta de obra :** 1892

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.0 | 40.0 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 2.1 | 2.3 |
| Materia Orgánica (%) | 0.89 | 0.97 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.93** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4031

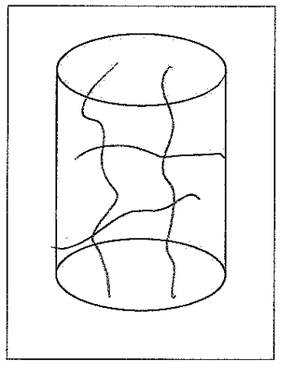
**Descripción :** SJ-07 03.00-03.60 / MI /

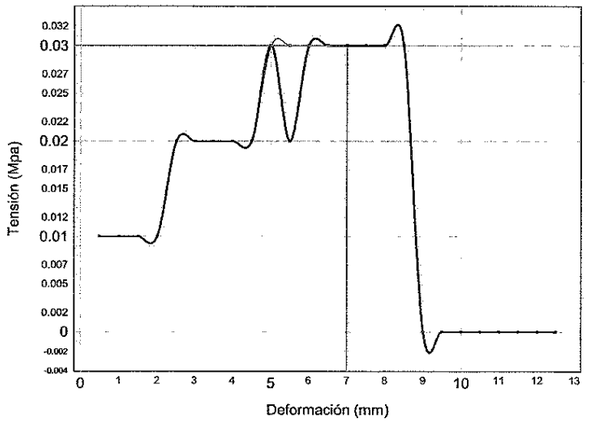
**Código del acta:** 2007/20390 **Nº Acta de obra :** 1893

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 14 |
| Diámetro (cm) : | 7 |
| Sección (cm²) | 38.5 |
| Volumen (cm³) : | 538.8 |
| Humedad probeta (%) : | 14.40 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 0.12 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.03** |
| Deformación (mm) : | **7.00** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.20** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.92** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4031

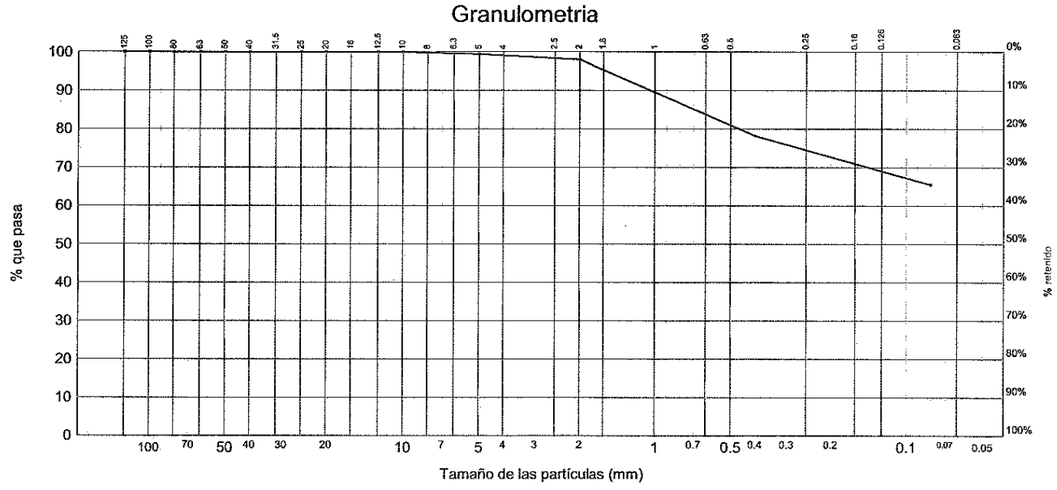
**Descripción :** SJ-07 03.00-03.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20391 **Nº Acta de obra :** 1894

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 78 | 65.5 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4031

**Descripción :** SJ-07 03.00-03.60 / MI /

**Código del acta:** 2007/20392 **Nº Acta de obra :** 1895

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 14/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 14/09/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 32 | 25 | 19 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 47.61 | 48.25 | 48.42 |
| Tara + Suelo (g) | 43.36 | 43.65 | 43.60 |
| Tara (g) | 30.09 | 29.76 | 29.61 |
| Agua (g) | 4.250 | 4.600 | 4.820 |
| Suelo (g) | 13.270 | 13.890 | 13.990 |
| Humedad (%) | 32.03 | 33.12 | 34.45 |
| Límite líquido (%) | | **33.2** | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 32.29 | | 32.70 |
| Tara + Suelo (g) | 30.77 | | 31.22 |
| Tara (g) | 24.00 | | 24.62 |
| Agua (g) | 1.520 | | 1.480 |
| Suelo (g) | 6.770 | | 6.600 |
| Humedad (%) | 22.45 | | 22.42 |
| Límite plástico (%) | | **22.4** | |
| Indice de plasticidad | | **10.8** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4035

**Descripción :** SJ-07 07.70-07.95 / TP /

**Código del acta:** 2007/20393 **Nº Acta de obra :** 1896

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 539 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 790 |
| Tara + muestra seca (g) | 788 |
| Humedad (%) | **0.8** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4035

**Descripción :** SJ-07 07.70-07.95 / TP /

**Código del acta:** 2007/20394 **Nº Acta de obra :** 1897

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 307.76 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 309.68 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 180.93 |
| Densidad (g/cm3) | **2.43** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4035

**Descripción :** SJ-07 07.70-07.95 / TP /

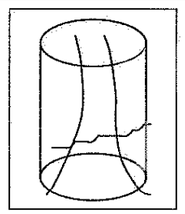
**Código del acta:** 2007/20395 **Nº Acta de obra :** 1898

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 29/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 29/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| RESISTENCIA A COMPRESION UNIAXIAL EN ROCA S/UNE-22950-90 PARTE 1 / NLT-250/91 | |
|---|---|
| CARACTERISTICAS GEOMETRIAS | |
| Nº Probeta | Probeta nº1 |
| Diámetro (cm) | 6.2 |
| Altura (cm) | 15.0 |
| Sección ($cm^2$) | 30.2 |
| Volumen ($cm^3$) | 452.9 |
| Peso humedo (g) | 1090 |
| Peso seco (g) | 1078 |
| Humedad (%) | 1.1 |
| Densidad humeda ($g/cm^3$) | 2.41 |
| Densidad seca ($g/cm^3$) | 2.38 |
| CARACTERISTICAS MECANICAS | |
| Carga de rotura (kN) | 109.35 |
| Relación alto/diámetro | 2.419 |
| Tensión de rotura (MPa) | 36.2 |
| Factor de esbeltez | 1.000 |
| Tensión de rotura corregida (MPa) | **36.2** |

Forma de rotura:



Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4038

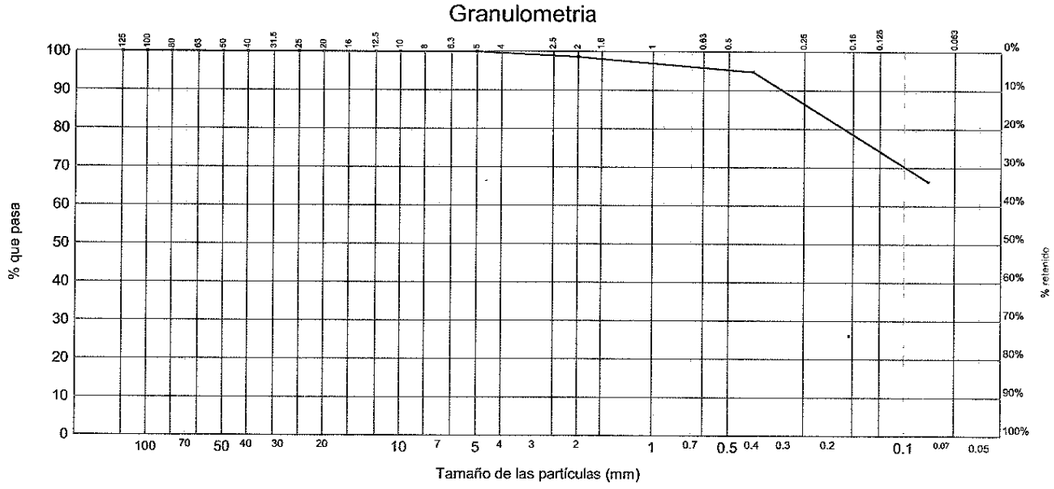
**Descripción :** SJ-08 05.65-06.10 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20396 **Nº Acta de obra :** 1899

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 29/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **99** | **95** | **66.2** |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4038

**Descripción :** SJ-08 05.65-06.10 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20397 **Nº Acta de obra :** 1900

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.4 | 52.4 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 4.4 | 4.2 |
| Carbonatos (%) : | **8.4** | **8.0** |
| Carbonatos (%) media: | **8.2** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4038

**Descripción :** SJ-08 05.65-06.10 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20398 **Nº Acta de obra :** 1901

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 30/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 30/08/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 13.5929 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 13.5959 |
| Precipitado (g) | 0.0030 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **250** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **206** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.02** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4038

**Descripción :** SJ-08 05.65-06.10 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20399 **Nº Acta de obra :** 1902

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.0 | 40.0 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 1.0 | 1.2 |
| Materia Orgánica (%) | 0.42 | 0.51 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.47** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4039

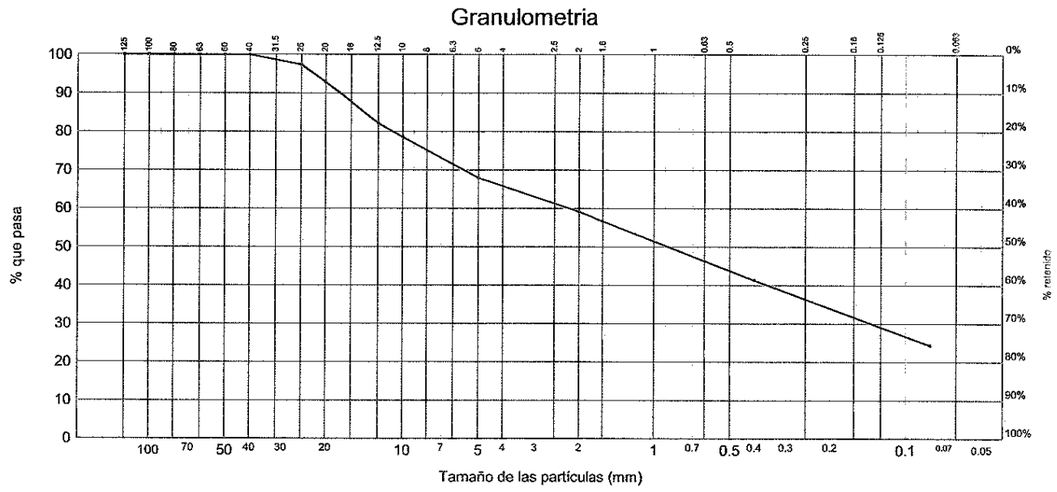
**Descripción :** SJ-08 08.90-09.40 / TP /

**Código del acta:** 2007/20400 **Nº Acta de obra :** 1903

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 29/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 30/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 93 | 82 | 79 | 68 | 59 | 41 | 24.3 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4039

**Descripción :** SJ-08 08.90-09.40 / TP /

**Código del acta:** 2007/20401 **Nº Acta de obra :** 1904

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 14/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 14/09/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 34 | 28 | 23 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 45.96 | 44.87 | 47.16 |
| Tara + Suelo (g) | 42.39 | 40.97 | 43.06 |
| Tara (g) | 28.42 | 26.20 | 28.16 |
| Agua (g) | 3.570 | 3.900 | 4.100 |
| Suelo (g) | 13.970 | 14.770 | 14.900 |
| Humedad (%) | 25.55 | 26.40 | 27.52 |
| Límite líquido (%) | **26.9** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 34.93 | 39.43 | |
| Tara + Suelo (g) | 33.15 | 37.63 | |
| Tara (g) | 24.42 | 28.81 | |
| Agua (g) | 1.780 | 1.800 | |
| Suelo (g) | 8.730 | 8.820 | |
| Humedad (%) | 20.39 | 20.41 | |
| Límite plástico (%) | **20.4** | | |
| Indice de plasticidad | **6.5** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4039

**Descripción :** SJ-08 08.90-09.40 / TP /

**Código del acta:** 2007/20402 **Nº Acta de obra :** 1905

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 528 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 814 |
| Tara + muestra seca (g) | 787 |
| Humedad (%) | **10.4** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4039

**Descripción :** SJ-08 08.90-09.40 / TP /

**Código del acta:** 2007/20403 **Nº Acta de obra :** 1906

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 310.21 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 312.86 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 178.40 |
| Densidad (g/cm3) | **2.36** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4039

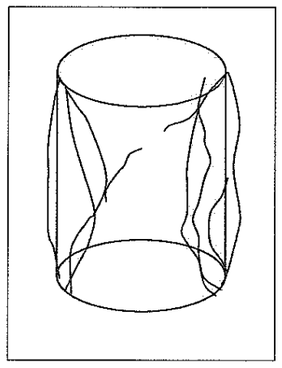
**Descripción :** SJ-08 08.90-09.40 / TP /

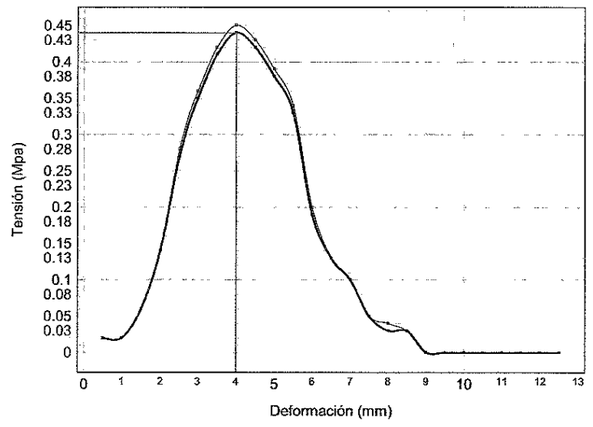
**Código del acta:** 2007/20404 **Nº Acta de obra :** 1907

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 17 |
| Diámetro (cm) : | 8.4 |
| Sección (cm²) | 55.4 |
| Volumen (cm³) : | 942.1 |
| Humedad probeta (%) : | 9.13 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 2.48 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.44** |
| Deformación (mm) : | **4.00** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.27** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **2.08** |








**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4039

**Descripción :** SJ-08 08.90-09.40 / TP /

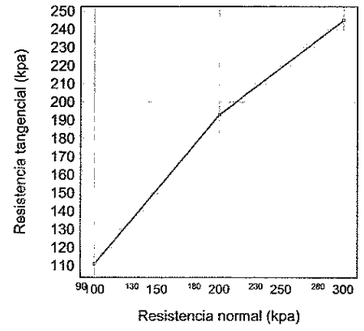
**Código del acta:** 2007/20405 **Nº Acta de obra :** 1908

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Colgadero exterior (i) | 4.91 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro(cm) | 5.0 | | |
| Cuadrada - Lado (cm) | ----- | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | inalterada | | |
| Altura muestra (cm) | 2.6 | | |
| Superficie (cm²) | 19.63 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (cm) | 0.2180 | 0.3966 | 0.1768 |
| Superficie de contacto (cm²) | 18.55 | 17.65 | 18.75 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.206 | 0.341 | 0.46 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **111** | **193** | **245** |
| Cohesión (kPa) | **49.0** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **33.82** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **0.500** | | |

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4009

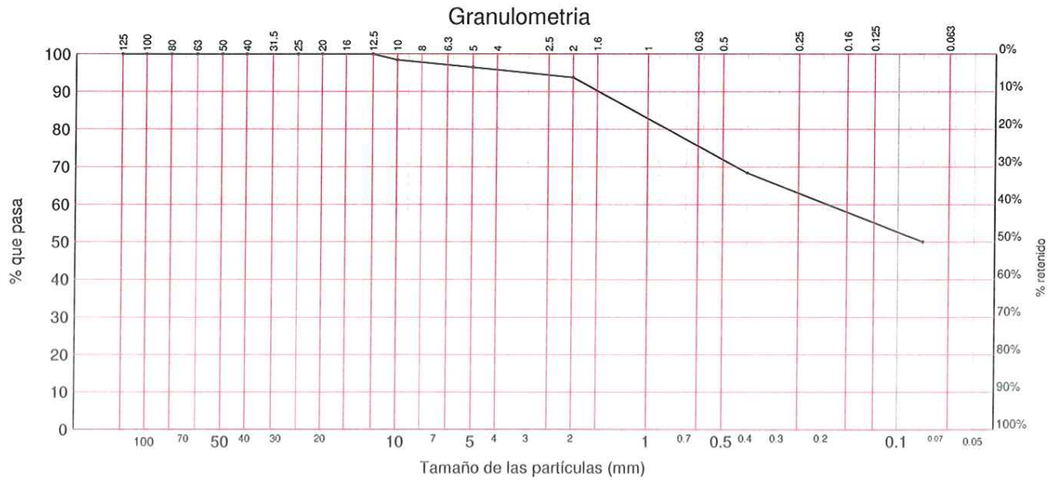
**Descripción :** SJ-09 01.40-01.85 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21018 **Nº Acta de obra :** 1921

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 96 | 94 | 68 | 50 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañilería (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4009

**Descripción :** SJ-09 01.40-01.85 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21018 **Nº Acta de obra :** 1921

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 34 | 27 | 22 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 48.04 | 43.94 | 51.89 |
| Tara + Suelo (g) | 43.86 | 39.49 | 46.94 |
| Tara (g) | 28.38 | 23.34 | 29.76 |
| Agua (g) | 4.180 | 4.450 | 4.950 |
| Suelo (g) | 15.480 | 16.150 | 17.180 |
| Humedad (%) | 27.00 | 27.55 | 28.81 |
| Límite líquido (%) | **27.7** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 33.11 | 38.06 | |
| Tara + Suelo (g) | 31.81 | 36.81 | |
| Tara (g) | 24.82 | 30.08 | |
| Agua (g) | 1.300 | 1.250 | |
| Suelo (g) | 6.990 | 6.730 | |
| Humedad (%) | 18.60 | 18.57 | |
| Límite plástico (%) | **18.6** | | |
| Indice de plasticidad | **9.1** | | |

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 51.6 | 51.6 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 8.4 | 8.2 |
| Carbonatos (%) : | **16.3** | **15.9** |
| Carbonatos (%) media: | **16.1** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañilería (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4009

**Descripción :** SJ-09 01.40-01.85 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21018 **Nº Acta de obra :** 1921

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.3644 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.3664 |
| Precipitado (g) | 0.0020 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **166** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **137** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.01** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40 | 40 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 2.1 | 2.0 |
| Materia Orgánica (%) | 0.89 | 0.85 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.87** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4008

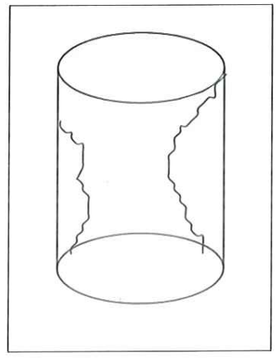
**Descripción :** SJ-09 03.80-04.20 / MI /

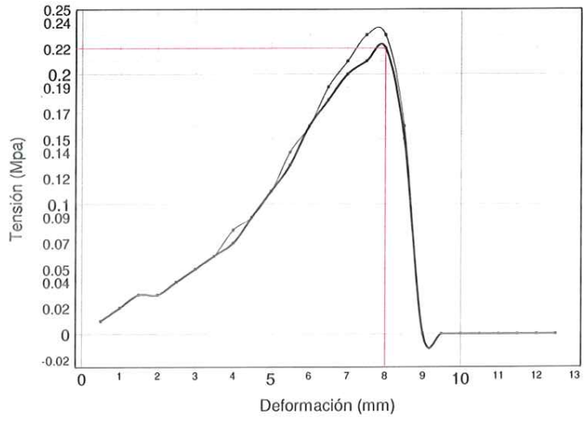
**Código del acta:** 2007/21017 **Nº Acta de obra :** 1920

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 14 |
| Diámetro (cm) : | 7 |
| Sección (cm²) | 38.5 |
| Volumen (cm³) : | 538.8 |
| Humedad probeta (%) : | 13.67 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 0.89 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.22** |
| Deformación (mm) : | **8.00** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.30** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **2.02** |





**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4008

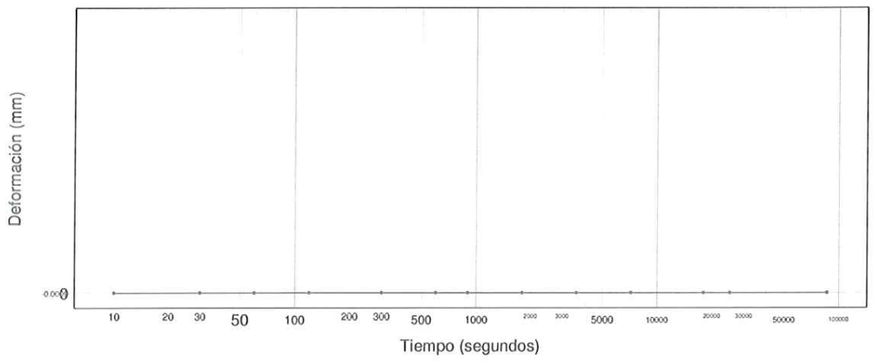
**Descripción :** SJ-09 03.80-04.20 / MI /

**Código del acta:** 2007/21017 **Nº Acta de obra :** 1920

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDOMETRO S/UNE 103601:1996 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro (mm) : | 45 | | | | | | | | | | | | |
| Altura (mm) : | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Area (mm²) : | 1590.4 | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (mm³) : | 19085.2 | | | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | INICIAL | FINAL | | | | | | | | | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) : | 447.23 | 448.36 | | | | | | | | | | | |
| Tara + Suelo (g) : | 442.38 | 442.38 | | | | | | | | | | | |
| Tara (g) : | 406.16 | 406.16 | | | | | | | | | | | |
| Humedad (%) : | **13.4** | **16.5** | | | | | | | | | | | |
| Densidad seca inicial (g/cm³) : | **1.90** | | | | | | | | | | | | |
| LECTURAS HINCHAMIENTO LIBRE | | | | | | | | | | | | | |
| Presión (kPa) : | 0.03 | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo (s) | 10 | 30 | 60 | 120 | 300 | 600 | 900 | 1800 | 3600 | 7200 | 18000 | 25200 | 86400 |
| Lectura Final de Carga (mm) : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Deformación acumulada (mm) : | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Hinchamiento libre (%) : | **0.0** | | | | | | | | | | | | |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4010

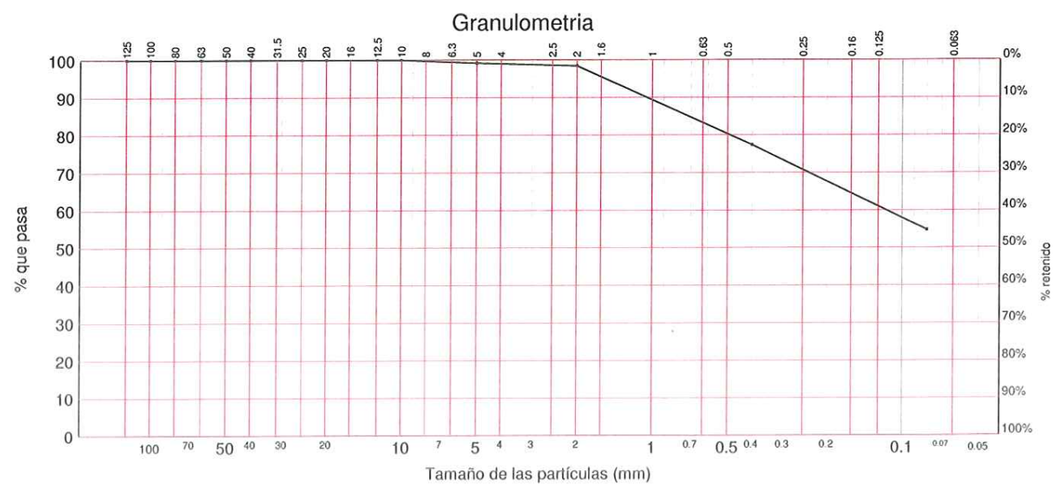
**Descripción :** SJ-09 04.20-04.65 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21019 **Nº Acta de obra :** 1922

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 98 | 77 | 54.7 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4010

**Descripción :** SJ-09 04.20-04.65 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21019 **Nº Acta de obra :** 1922

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 33 | 24 | 17 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 44.57 | 52.61 | 49.30 |
| Tara + Suelo (g) | 40.18 | 47.70 | 44.05 |
| Tara (g) | 23.92 | 30.29 | 26.28 |
| Agua (g) | 4.390 | 4.910 | 5.250 |
| Suelo (g) | 16.260 | 17.410 | 17.770 |
| Humedad (%) | 27.00 | 28.20 | 29.54 |
| Límite líquido (%) | **28.1** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 31.37 | 32.87 | |
| Tara + Suelo (g) | 30.12 | 31.57 | |
| Tara (g) | 23.79 | 25.00 | |
| Agua (g) | 1.250 | 1.300 | |
| Suelo (g) | 6.330 | 6.570 | |
| Humedad (%) | 19.75 | 19.79 | |
| Límite plástico (%) | **19.8** | | |
| Indice de plasticidad | **8.3** | | |

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 51.6 | 51.6 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 4.0 | 4.0 |
| Carbonatos (%) : | **7.8** | **7.8** |
| Carbonatos (%) media: | **7.8** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4010

**Descripción :** SJ-09 04.20-04.65 / SPT /

**Código del acta:** 2007/21019 **Nº Acta de obra :** 1922

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4, 462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.8240 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.8305 |
| Precipitado (g) | 0.0065 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **541** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **446** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.04** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40 | 40 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 1.8 | 1.8 |
| Materia Orgánica (%) | 0.76 | 0.76 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.76** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4011

**Descripción :** SJ-09 08.45-08.80 / TP /

**Código del acta:** 2007/21020 **Nº Acta de obra :** 1923

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 543 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 1139 |
| Tara + muestra seca (g) | 1067 |
| Humedad (%) | **13.7** |

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 300.31 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 303.40 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 165.98 |
| Densidad (g/cm3) | **2.24** |

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 21 |
| Diámetro (cm) : | 8.4 |
| Sección ($cm^2$) | 55.4 |
| Volumen ($cm^3$) : | 1163.8 |
| Humedad probeta (%) : | 13.26 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 2.69 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.48** |
| Deformación (mm) : | **3.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda ($g/cm^3$) : | **2.24** |
| Densidad Seca ($g/cm^3$) : | **1.98** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

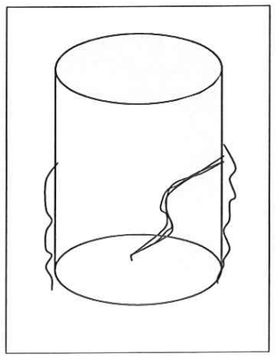
**Ref. muestra:** 2007 - 4011

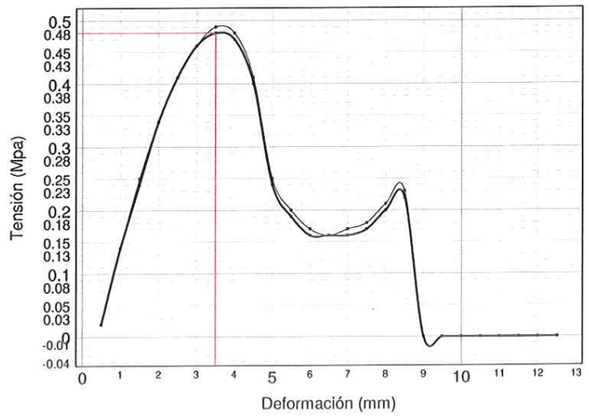
**Descripción :** SJ-09 08.45-08.80 / TP /

**Código del acta:** 2007/21020 **Nº Acta de obra :** 1923

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4012

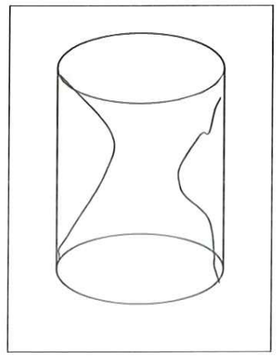
**Descripción :** SJ-09 13.60-13.95 / TP /

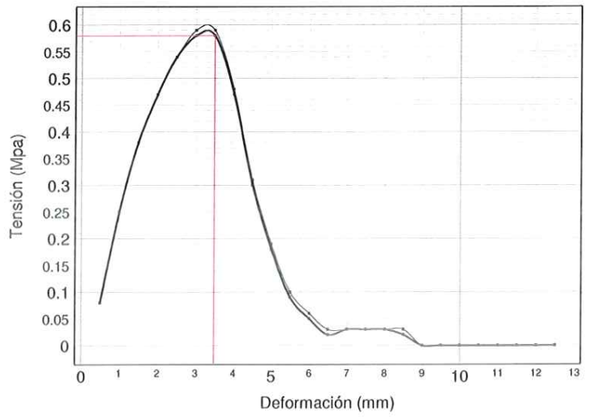
**Código del acta:** 2007/21021 **Nº Acta de obra :** 1924

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 24/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 21 |
| Diámetro (cm) : | 8.4 |
| Sección (cm²) | 55.4 |
| Volumen (cm³) : | 1163.8 |
| Humedad probeta (%) : | 12.09 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 3.28 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.58** |
| Deformación (mm) : | **3.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.26** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **2.02** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4013

**Descripción :** SJ-09 28.95-29.20 / TP /

**Código del acta:** 2007/21022 **Nº Acta de obra :** 1925

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 26/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 26/09/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE COLAPSO EN SUELOS S/NLT-254-99 | |
|---|---|
| Presión de colapso (kp/cm²) : | **2** |
| Lectura de deformaciones antes de iniciar el ensayo (mm) : | 0.01 |
| Altura inicial de la probeta (mm) : | 12 |
| Lectura de deformaciones en el equiliibrio, antes de inundar (mm) | 0.46 |
| Lectura de deformaciones en el equiliibrio, despues de inundar (mm) | 0.50 |
| INDICE DE COLAPSO (%) : | **0.3** |
| POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO (%) : | **0.3** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 4052

**Descripción :** AGUA SONDEO SJ-09 / AGUA /

**Código del acta:** 2007/21024 **Nº Acta de obra :** 1927

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/09/2007 **Fecha fin ensayo:** 25/09/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DE AGUA S/EHE; ANEJO 5 | |
|---|---|
| pH : | **7.81** |
| Magnesio (mg/l) : | **20.1561** |
| SO4 (mg/l) : | **213.4** |
| Residuo seco (mg/l) : | **1114.0** |
| Amonio (mg/l) : | **0.05** |
| CO2 libre (mg/l) : | **220.0** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3935

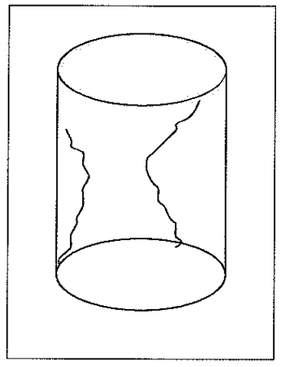
**Descripción :** SJ-10 01.50-02.10 / MI /

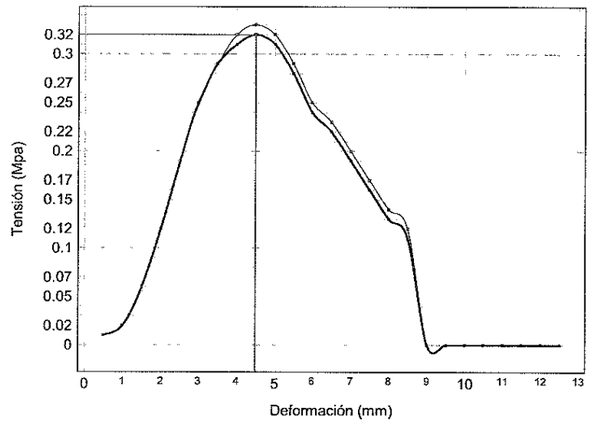
**Código del acta:** 2007/20285 **Nº Acta de obra :** 1788

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 14 |
| Diámetro (cm) : | 7 |
| Sección (cm²) | 38.5 |
| Volumen (cm³) : | 538.8 |
| Humedad probeta (%) : | 15.20 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 1.28 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.32** |
| Deformación (mm) : | **4.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.18** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.89** |





**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3935

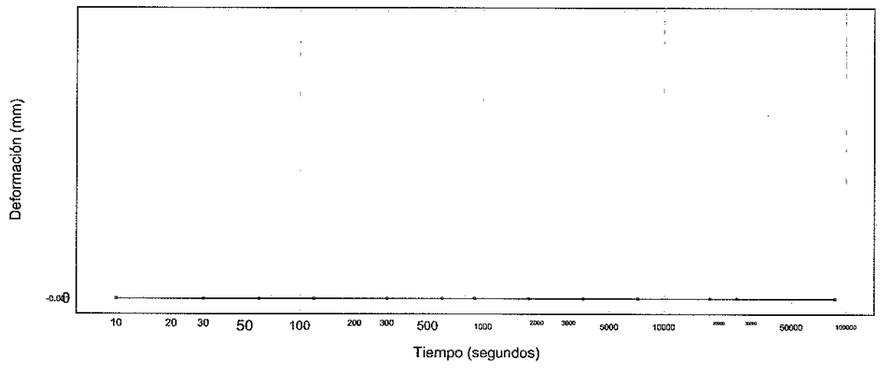
**Descripción :** SJ-10 01.50-02.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20286 **Nº Acta de obra :** 1789

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDOMETRO S/UNE 103601:1996 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | | | | | | | | | | | | | |
| Diámetro (mm) : | 45 | | | | | | | | | | | | |
| Altura (mm) : | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Area (mm²) : | 1590.4 | | | | | | | | | | | | |
| Volumen (mm³) : | 19085.2 | | | | | | | | | | | | |
| HUMEDAD | INICIAL | FINAL | | | | | | | | | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) : | 449.36 | 451.75 | | | | | | | | | | | |
| Tara + Suelo (g) : | 443.91 | 443.91 | | | | | | | | | | | |
| Tara (g) : | 411.96 | 411.96 | | | | | | | | | | | |
| Humedad (%) : | **17.1** | **24.5** | | | | | | | | | | | |
| Densidad seca inicial (g/cm³) : | **1.67** | | | | | | | | | | | | |
| LECTURAS HINCHAMIENTO LIBRE | | | | | | | | | | | | | |
| Presión (kPa) : | 0.03 | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo (s) | 10 | 30 | 60 | 120 | 300 | 600 | 900 | 1800 | 3600 | 7200 | 18000 | 25200 | 86400 |
| Lectura Final de Carga (mm) : | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Deformación acumulada (mm) : | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Hinchamiento libre (%) : | **0.0** | | | | | | | | | | | | |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3936

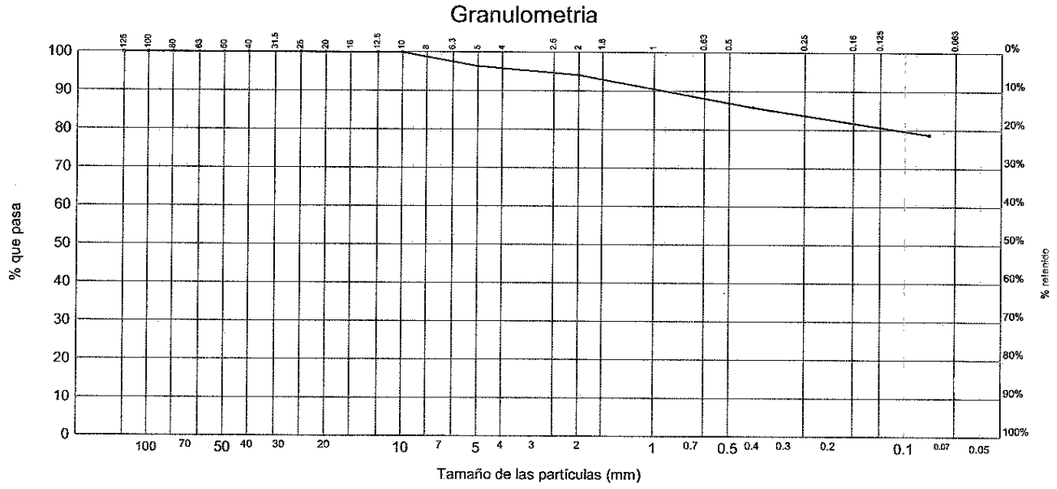
**Descripción :** SJ-10 02.10-02.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20287 **Nº Acta de obra :** 1790

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 02/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96 | 94 | 86 | 78.7 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3936

**Descripción :** SJ-10 02.10-02.55 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20288 **Nº Acta de obra :** 1791

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 21 | 26 | 30 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 35.49 | 40.90 | 34.80 |
| Tara + Suelo (g) | 33.85 | 38.72 | 32.83 |
| Tara (g) | 27.65 | 30.07 | 24.99 |
| Agua (g) | 1.640 | 2.180 | 1.970 |
| Suelo (g) | 6.200 | 8.650 | 7.840 |
| Humedad (%) | 26.45 | 25.20 | 25.13 |
| Límite líquido (%) | **25.4** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 29.16 | 33.93 | |
| Tara + Suelo (g) | 28.49 | 33.03 | |
| Tara (g) | 24.35 | 27.63 | |
| Agua (g) | 0.670 | 0.900 | |
| Suelo (g) | 4.140 | 5.400 | |
| Humedad (%) | 16.18 | 16.67 | |
| Límite plástico (%) | **16.4** | | |
| Indice de plasticidad | **9.0** | | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3948

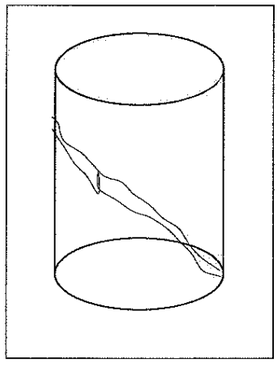
**Descripción :** SJ-10 12.70-13.00 / TP /

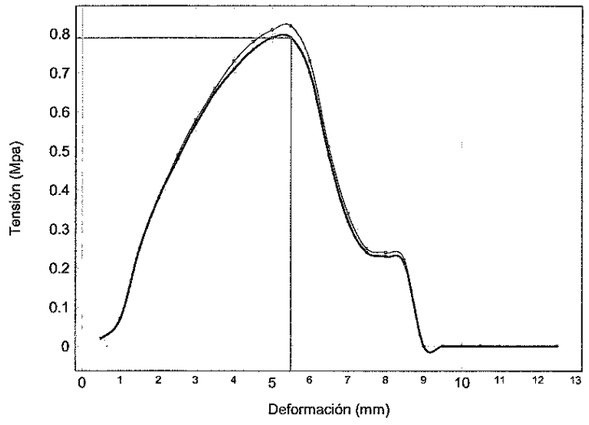
**Código del acta:** 2007/20300 **Nº Acta de obra :** 1803

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 16.9 |
| Diámetro (cm) : | 8.4 |
| Sección (cm²) | 55.4 |
| Volumen (cm³) : | 936.6 |
| Humedad probeta (%) : | 13.40 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 4.53 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.79** |
| Deformación (mm) : | **5.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.28** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **2.01** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3941

**Descripción :** SJ-10 13.00-13.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20289 **Nº Acta de obra :** 1792

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 50.8 | 50.8 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 11.4 | 11.2 |
| Carbonatos (%) : | **22.4** | **22.0** |
| Carbonatos (%) media: | **22.2** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3941

**Descripción :** SJ-10 13.00-13.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20290 **Nº Acta de obra :** 1793

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 08/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 08/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.5970 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.6066 |
| Precipitado (g) | 0.0096 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **799** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **659** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.07** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3941

**Descripción :** SJ-10 13.00-13.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20291 **Nº Acta de obra :** 1794

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 3.4 | 3.5 |
| Materia Orgánica (%) | 1.44 | 1.48 |
| Materia Orgánica media (%) | **1.46** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3942

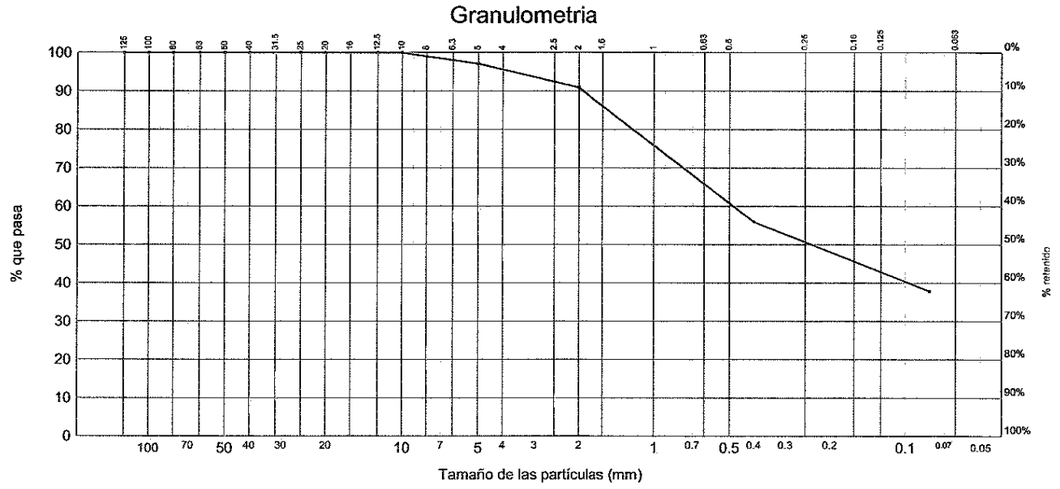
**Descripción :** SJ-10 15.00-15.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20292 **Nº Acta de obra :** 1795

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 91 | 56 | 37.9 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3942

**Descripción :** SJ-10 15.00-15.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20293 **Nº Acta de obra :** 1796

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 34 | 24 | 20 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 36.87 | 32.73 | 41.48 |
| Tara + Suelo (g) | 34.48 | 30.90 | 39.11 |
| Tara (g) | 24.63 | 23.79 | 30.29 |
| Agua (g) | 2.390 | 1.830 | 2.370 |
| Suelo (g) | 9.850 | 7.110 | 8.820 |
| Humedad (%) | 24.26 | 25.74 | 26.87 |
| Límite líquido (%) | **25.5** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 38.50 | 38.82 | |
| Tara + Suelo (g) | 36.83 | 37.53 | |
| Tara (g) | 28.17 | 30.79 | |
| Agua (g) | 1.670 | 1.290 | |
| Suelo (g) | 8.660 | 6.740 | |
| Humedad (%) | 19.28 | 19.14 | |
| Límite plástico (%) | **19.2** | | |
| Indice de plasticidad | **6.3** | | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3949

**Descripción :** SJ-10 16.50-16.85 / TP /

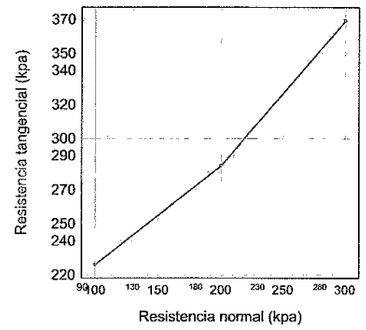
**Código del acta:** 2007/20301 **Nº Acta de obra :** 1804

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Colgadero exterior (i) | 4.91 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro(cm) | 5.0 | | |
| Cuadrada - Lado (cm) | ----- | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | parafinada | | |
| Altura muestra (cm) | 2.6 | | |
| Superficie (cm²) | 19.63 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (cm) | 0.3540 | 0.3392 | 0.4719 |
| Superficie de contacto (cm²) | 17.87 | 17.94 | 17.28 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.403 | 0.510 | 0.638 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **226** | **284** | **369** |
| Cohesión (kPa) | **150.0** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **35.56** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **1.530** | | |

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3944

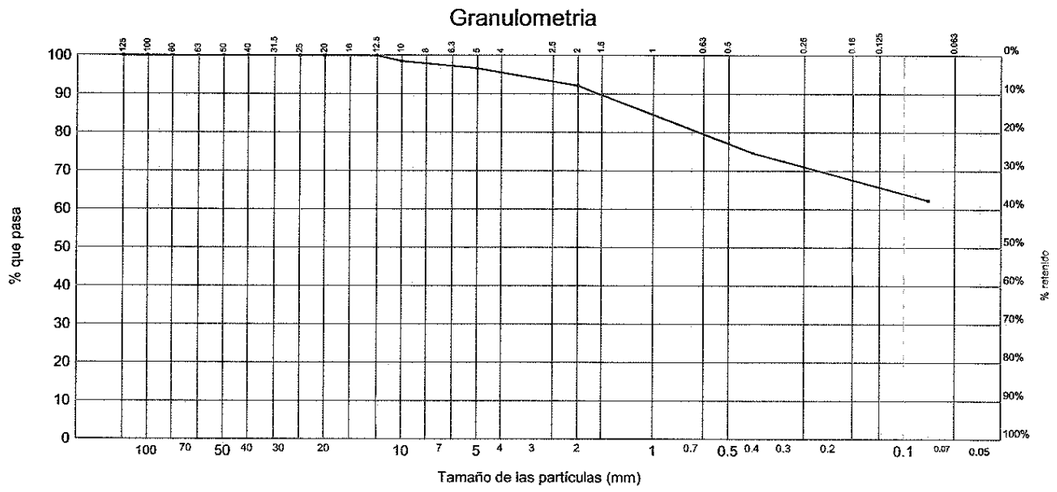
**Descripción :** SJ-10 22.00-22.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20294 **Nº Acta de obra :** 1797

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 97 | 92 | 75 | 62.3 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3944

**Descripción :** SJ-10 22.00-22.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20295 **Nº Acta de obra :** 1798

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 18 | 23 | 30 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 40.85 | 35.99 | 33.75 |
| Tara + Suelo (g) | 38.61 | 34.06 | 31.64 |
| Tara (g) | 30.25 | 26.61 | 23.30 |
| Agua (g) | 2.240 | 1.930 | 2.110 |
| Suelo (g) | 8.360 | 7.450 | 8.340 |
| Humedad (%) | 26.79 | 25.91 | 25.30 |
| Límite líquido (%) | **25.7** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 34.49 | 29.46 | |
| Tara + Suelo (g) | 33.62 | 28.76 | |
| Tara (g) | 28.40 | 24.38 | |
| Agua (g) | 0.870 | 0.700 | |
| Suelo (g) | 5.220 | 4.380 | |
| Humedad (%) | 16.67 | 15.98 | |
| Límite plástico (%) | **16.3** | | |
| Indice de plasticidad | **9.4** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3945

**Descripción :** SJ-10 24.50-24.60 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20296 **Nº Acta de obra :** 1799

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 50.8 | 50.8 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 43.6 | 43.8 |
| Carbonatos (%) : | **85.8** | **86.2** |
| Carbonatos (%) media: | **86.0** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3945

**Descripción :** SJ-10 24.50-24.60 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20297 **Nº Acta de obra :** 1800

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 08/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 08/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 11.3002 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 11.3096 |
| Precipitado (g) | 0.0094 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **782** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **645** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.06** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3945

**Descripción :** SJ-10 24.50-24.60 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20298 **Nº Acta de obra :** 1801

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 2.6 | 2.5 |
| Materia Orgánica (%) | 1.10 | 1.06 |
| Materia Orgánica media (%) | **1.08** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3950

**Descripción :** SJ-10 26.00-26.20 / TP /

**Código del acta:** 2007/20302 **Nº Acta de obra :** 1805

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO) S/UNE 22950-90 PARTE 2 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Carga de rotura (kN) : | 54.85 | 78.68 |
| Altura (cm) : | 4.2 | 4.2 |
| Diámetro (cm) : | 8.4 | 8.4 |
| Área ($cm^2$) : | 55.4 | 55.4 |
| Volumen ($cm^3$) : | 232.7 | 232.7 |
| Resistencia a tracción (MPa) | **9.9** | **14.2** |
| Resistencia a tracción (MPa) | **12.0** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3951

**Descripción :** SJ-10 27.80-28.00 / TP /

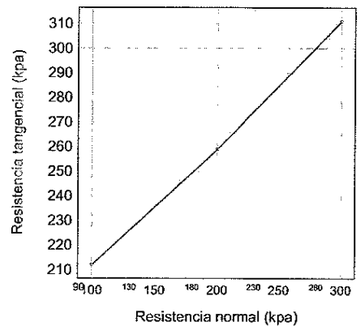
**Código del acta:** 2007/20303 **Nº Acta de obra :** 1806

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Colgadero exterior (i) | 4.91 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro(cm) | 5.0 | | |
| Cuadrada - Lado (cm) | ------ | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | parafinada | | |
| Altura muestra (cm) | 2.6 | | |
| Superficie (cm²) | 19.63 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (cm) | 0.2900 | 0.2358 | 0.4867 |
| Superficie de contacto (cm²) | 18.19 | 18.46 | 17.21 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.386 | 0.478 | 0.535 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **212** | **259** | **311** |
| Cohesión (kPa) | **161.7** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **26.34** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **1.649** | | |

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3952

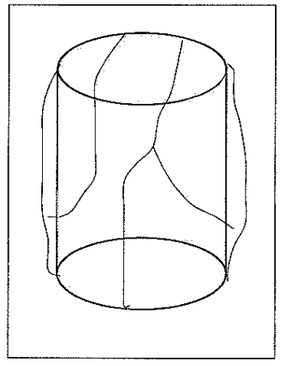
**Descripción :** SJ-10 29.00-29.20 / TP /

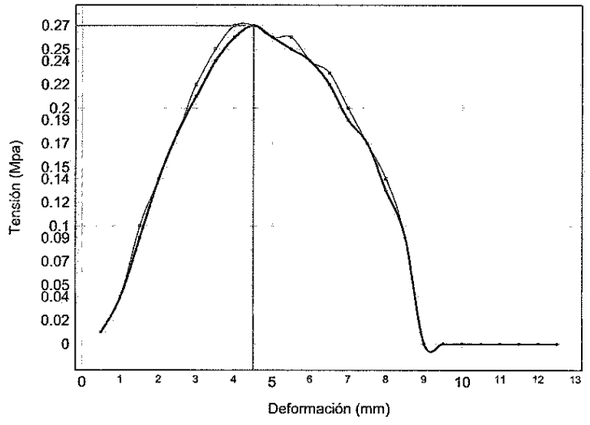
**Código del acta:** 2007/20304 **Nº Acta de obra :** 1807

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 18.0 |
| Diámetro (cm) : | 8.5 |
| Sección (cm²) | 56.7 |
| Volumen (cm³) : | 1021.4 |
| Humedad probeta (%) : | 13.52 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 1.56 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.27** |
| Deformación (mm) : | **4.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.21** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.95** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3925

**Descripción :** SJ-11 05.45-05.90 / SPT /

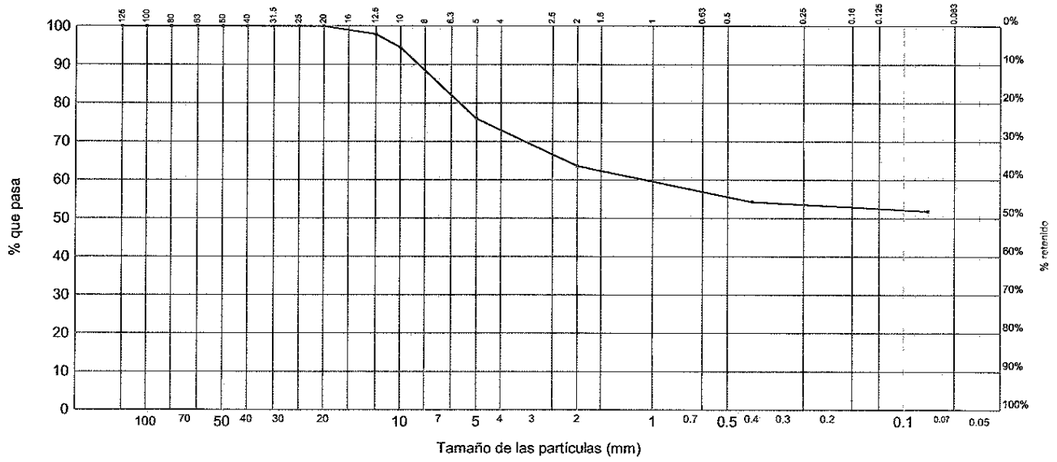
**Código del acta:** 2007/20260 **Nº Acta de obra :** 1763

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98 | 95 | 76 | 64 | 54 | 51.9 |

Granulometria




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3925

**Descripción :** SJ-11 05.45-05.90 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20261 **Nº Acta de obra :** 1764

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | |
|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | |
| Número de golpes (de menos a mas) | ------ |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ------ |
| Tara + Suelo (g) | ------ |
| Tara (g) | ------ |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite líquido (%) | ------ |
| LIMITE PLASTICO | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ------ |
| Tara + Suelo (g) | ------ |
| Tara (g) | ------ |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite plástico (%) | ------ |
| Indice de plasticidad | **No plástico** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3923

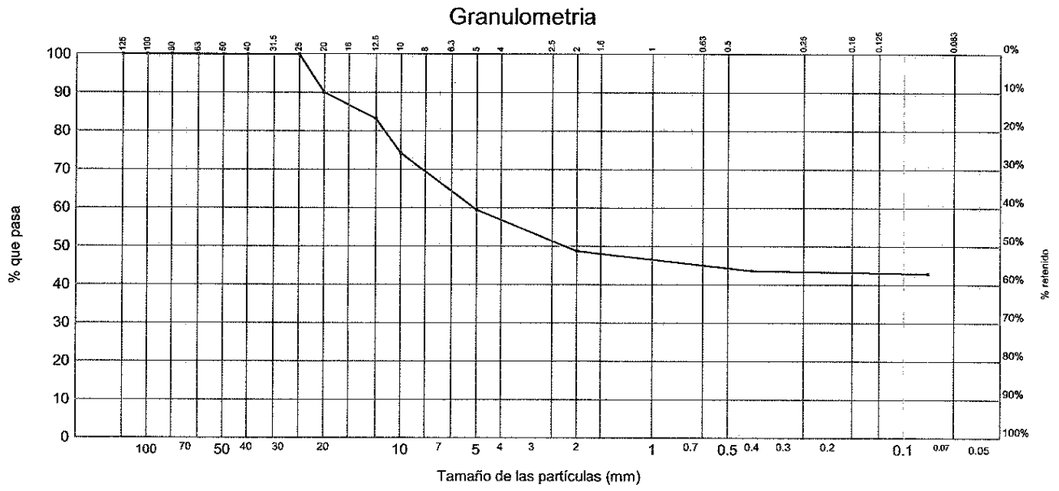
**Descripción :** SJ-11 07.60-08.20 / MI /

**Código del acta:** 2007/20255 **Nº Acta de obra :** 1758

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 83 | 74 | 59 | 49 | 44 | 42.9 |






**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3923

**Descripción :** SJ-11 07.60-08.20 / MI /

**Código del acta:** 2007/20256 **Nº Acta de obra :** 1759

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 23 | 26 | 30 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 36.71 | 39.78 | 35.53 |
| Tara + Suelo (g) | 34.58 | 37.69 | 33.66 |
| Tara (g) | 25.48 | 28.57 | 25.16 |
| Agua (g) | 2.130 | 2.090 | 1.870 |
| Suelo (g) | 9.100 | 9.120 | 8.500 |
| Humedad (%) | 23.41 | 22.92 | 22.00 |
| Límite líquido (%) | **23.1** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 37.39 | 32.05 | |
| Tara + Suelo (g) | 36.06 | 30.84 | |
| Tara (g) | 29.58 | 24.82 | |
| Agua (g) | 1.330 | 1.210 | |
| Suelo (g) | 6.480 | 6.020 | |
| Humedad (%) | 20.52 | 20.10 | |
| Límite plástico (%) | **20.3** | | |
| Indice de plasticidad | **2.8** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3923

**Descripción :** SJ-11 07.60-08.20 / MI /

**Código del acta:** 2007/20257 **Nº Acta de obra :** 1760

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 538 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 796 |
| Tara + muestra seca (g) | 762 |
| Humedad (%) | **15.2** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3923

**Descripción :** SJ-11 07.60-08.20 / MI /

**Código del acta:** 2007/20258 **Nº Acta de obra :** 1761

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 401.76 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 404.36 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 229.86 |
| Densidad (g/cm3) | **2.34** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3926

**Descripción :** SJ-11 08.20-08.65 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20262 **Nº Acta de obra :** 1765

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 10/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 10/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.4 | 52.4 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 21.6 | 21.8 |
| Carbonatos (%) : | **41.2** | **41.6** |
| Carbonatos (%) media: | **41.4** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3926

**Descripción :** SJ-11 08.20-08.65 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20263 **Nº Acta de obra :** 1766

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 07/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 07/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 13.5830 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 13.5885 |
| Precipitado (g) | 0.0055 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **458** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **377** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.04** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3926

**Descripción :** SJ-11 08.20-08.65 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20264 **Nº Acta de obra :** 1767

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 1.4 | 1.3 |
| Materia Orgánica (%) | 0.59 | 0.55 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.57** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3929

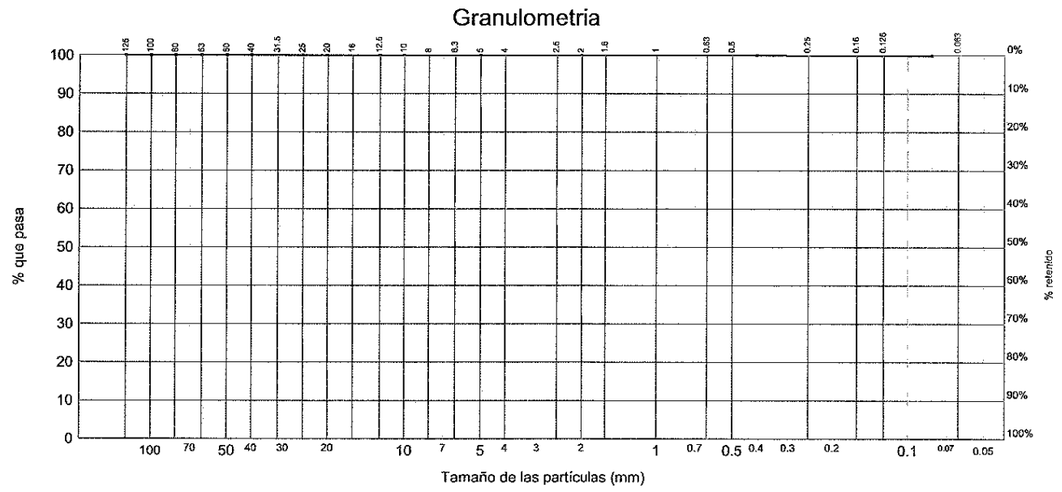
**Descripción :** SJ-11 14.45-14.70 / TP /

**Código del acta:** 2007/20275 **Nº Acta de obra :** 1778

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99.9 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3929

**Descripción :** SJ-11 14.45-14.70 / TP /

**Código del acta:** 2007/20276 **Nº Acta de obra :** 1779

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 36 | 27 | 20 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 41.25 | 34.49 | 36.58 |
| Tara + Suelo (g) | 38.82 | 32.45 | 34.31 |
| Tara (g) | 28.80 | 24.37 | 25.70 |
| Agua (g) | 2.430 | 2.040 | 2.270 |
| Suelo (g) | 10.020 | 8.080 | 8.610 |
| Humedad (%) | 24.25 | 25.25 | 26.36 |
| Límite líquido (%) | **25.5** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 31.09 | 29.88 | |
| Tara + Suelo (g) | 30.31 | 28.41 | |
| Tara (g) | 26.39 | 21.60 | |
| Agua (g) | 0.780 | 1.470 | |
| Suelo (g) | 3.920 | 6.810 | |
| Humedad (%) | 19.90 | 21.59 | |
| Límite plástico (%) | **20.7** | | |
| Indice de plasticidad | **4.8** | | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3929

**Descripción :** SJ-11 14.45-14.70 / TP /

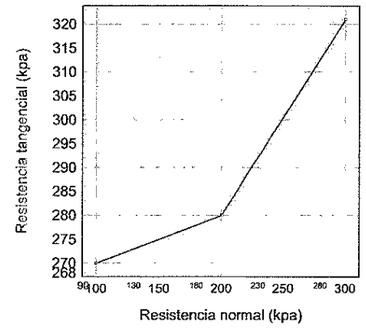
**Código del acta:** 2007/20277 **Nº Acta de obra :** 1780

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 02/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 02/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Colgadero exterior (i) | 4.91 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro(cm) | 5.0 | | |
| Cuadrada - Lado (cm) | ----- | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | parafinada | | |
| Altura muestra (cm) | 2.6 | | |
| Superficie (cm²) | 19.63 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (cm) | 0.3540 | 0.1030 | 0.3785 |
| Superficie de contacto (cm²) | 17.87 | 19.12 | 17.74 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.483 | 0.535 | 0.570 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **270** | **280** | **321** |
| Cohesión (kPa) | **239.3** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **14.31** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **2.440** | | |

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3930

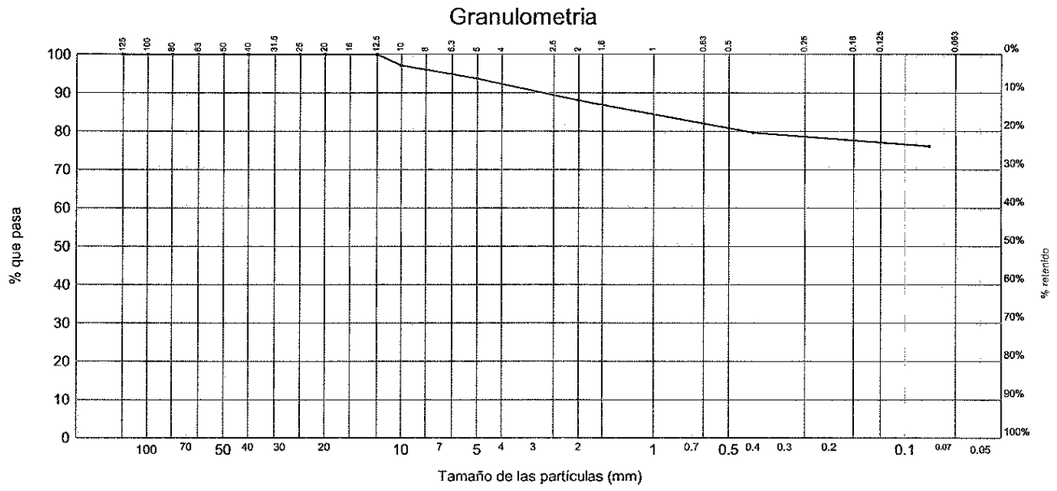
**Descripción :** SJ-11 17.20-17.50 / TP /

**Código del acta:** 2007/20278 **Nº Acta de obra :** 1781

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 02/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 94 | 88 | 80 | 76.1 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3930

**Descripción :** SJ-11 17.20-17.50 / TP /

**Código del acta:** 2007/20279 **Nº Acta de obra :** 1782

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 34 | 28 | 22 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 35.59 | 36.91 | 42.69 |
| Tara + Suelo (g) | 32.99 | 34.05 | 39.82 |
| Tara (g) | 23.77 | 24.03 | 30.07 |
| Agua (g) | 2.600 | 2.860 | 2.870 |
| Suelo (g) | 9.220 | 10.020 | 9.750 |
| Humedad (%) | 28.20 | 28.54 | 29.44 |
| Límite líquido (%) | **28.7** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 37.05 | 35.82 | |
| Tara + Suelo (g) | 35.76 | 34.44 | |
| Tara (g) | 28.40 | 26.19 | |
| Agua (g) | 1.290 | 1.380 | |
| Suelo (g) | 7.360 | 8.250 | |
| Humedad (%) | 17.53 | 16.73 | |
| Límite plástico (%) | **17.1** | | |
| Indice de plasticidad | **11.6** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3930

**Descripción :** SJ-11 17.20-17.50 / TP /

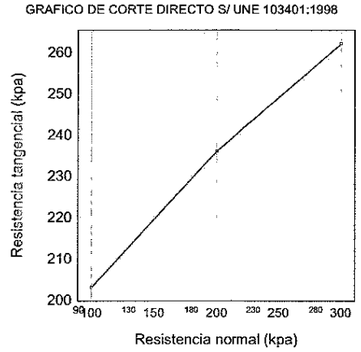
**Código del acta:** 2007/20280 **Nº Acta de obra :** 1783

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 31/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Colgadero exterior (i) | 4.91 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro(cm) | 5.0 | | |
| Cuadrada - Lado (cm) | ----- | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | parafinada | | |
| Altura muestra (cm) | 2.6 | | |
| Superficie (cm²) | 19.63 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (cm) | 0.2162 | 0.2801 | 0.1818 |
| Superficie de contacto (cm²) | 18.55 | 18.24 | 18.73 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.377 | 0.431 | 0.49 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **203** | **236** | **262** |
| Cohesión (kPa) | **174.7** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **16.44** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **1.781** | | |

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998






**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3927

**Descripción :** SJ-11 17.90-18.35 / SPT /

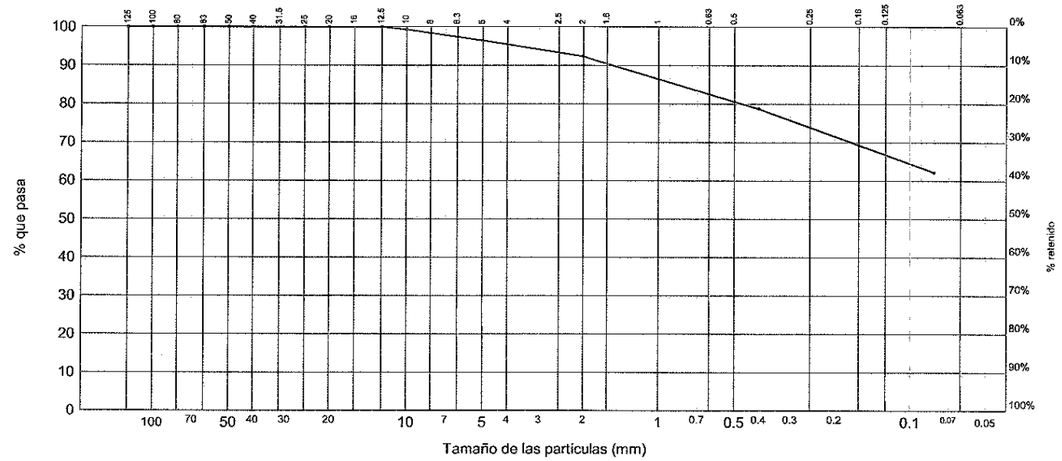
**Código del acta:** 2007/20265 **Nº Acta de obra :** 1768

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 97 | 92 | 79 | 62.2 |

Granulometria




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3927

**Descripción :** SJ-11 17.90-18.35 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20266 **Nº Acta de obra :** 1769

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 51.21 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 52.08 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 27.60 |
| Densidad (g/cm3) | **2.18** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3927

**Descripción :** SJ-11 17.90-18.35 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20267 **Nº Acta de obra :** 1770

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 10/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 10/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.4 | 52.4 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 13 | 13.2 |
| Carbonatos (%) : | **24.8** | **25.2** |
| Carbonatos (%) media: | **25.0** | |

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3927

**Descripción :** SJ-11 17.90-18.35 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20268 **Nº Acta de obra :** 1771

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 07/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 07/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.2257 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.2786 |
| Precipitado (g) | 0.0529 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **4401** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **3629** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.36** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3927

**Descripción :** SJ-11 17.90-18.35 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20269 **Nº Acta de obra :** 1772

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 4.2 | 4.0 |
| Materia Orgánica (%) | 1.77 | 1.69 |
| Materia Orgánica media (%) | **1.73** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3931

**Descripción :** SJ-11 20.20-20.45 / TP /

**Código del acta:** 2007/20281 **Nº Acta de obra :** 1784

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO) S/UNE 22950-90 PARTE 2 | | | |
|---|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 | Nº3 |
| Carga de rotura (kN) : | 30.84 | 37.19 | 28.58 |
| Altura (cm) : | 4.1 | 4.1 | 4.1 |
| Diámetro (cm) : | 8.2 | 8.2 | 8.2 |
| Área ($cm^2$) : | 52.8 | 52.8 | 52.8 |
| Volumen ($cm^3$) : | 216.5 | 216.5 | 216.5 |
| Resistencia a tracción (MPa) | **5.8** | **7.0** | **5.4** |
| Resistencia a tracción (MPa) | | **6.1** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3932

**Descripción :** SJ-11 21.30-21.70 / TP /

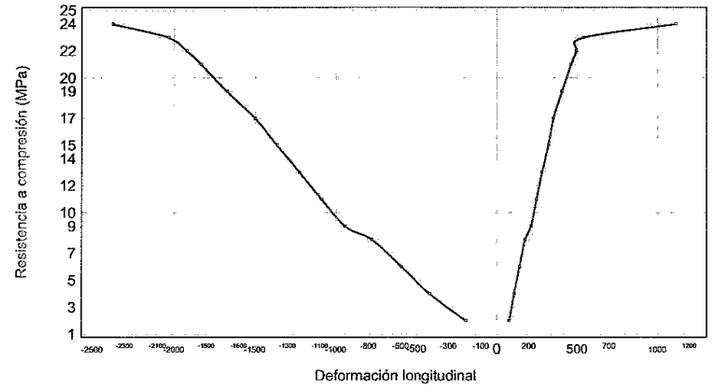
**Código del acta:** 2007/20282 **Nº Acta de obra :** 1785

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 25/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 25/08/2007 **Ensayo realizado por :** (324)

| COMPRESIÓN UNIAXIAL DE ROCAS CON MEDIDA DE DEFORMACIÓN, MODULO DE YOUNG Y COEFICIENTE DE POISSON S/UNE 22950-3:1990 | |
|---|---|
| Datos de la muestra | |
| Peso (g) : | 2866 |
| Altura (cm) : | 21.1 |
| Diámetro (cm) : | 8.2 |
| Sección ($cm^2$) : | 52.8 |
| Relación altura / diámetro : | 2.6 |
| Densidad aparente ($g/cm^3$) : | 2.57 |
| Coeficiente corrección esbeltez : | 1.000 |
| Datos del ensayo | |
| Longitud de la galga (mm) : | 30 |
| Resistencia eléctrica galga (Ohms) : | 120 |
| Coeficiente de galga : | 2.13 |
| Equipo de ensayo : | E0704/00/1A |
| Resultados | |
| Resistencia a la rotura (MPa) : | **25** |
| Modulo de Young E (MPa) : | **11469** |
| Coeficiente de Poisson : | **0.25** |

CURVAS RESISTENCIA - DEFORMACIÓN




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3933

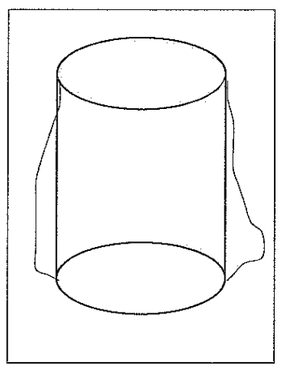
**Descripción :** SJ-11 31.05-31.40 / TP /

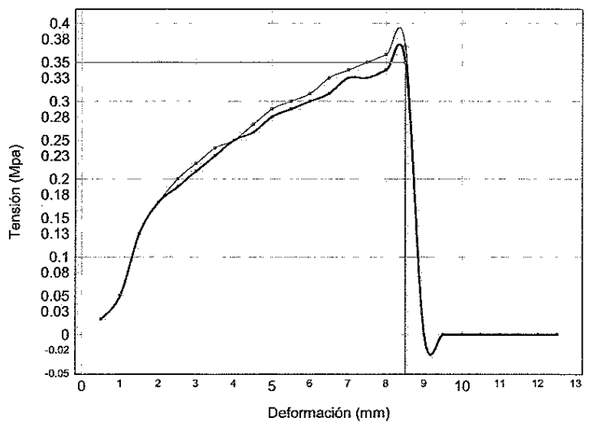
**Código del acta:** 2007/20283 **Nº Acta de obra :** 1786

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 16.7 |
| Diámetro (cm) : | 8.4 |
| Sección (cm²) | 55.4 |
| Volumen (cm³) : | 925.5 |
| Humedad probeta (%) : | 15.25 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 2.06 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.35** |
| Deformación (mm) : | **8.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.20** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.91** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3928

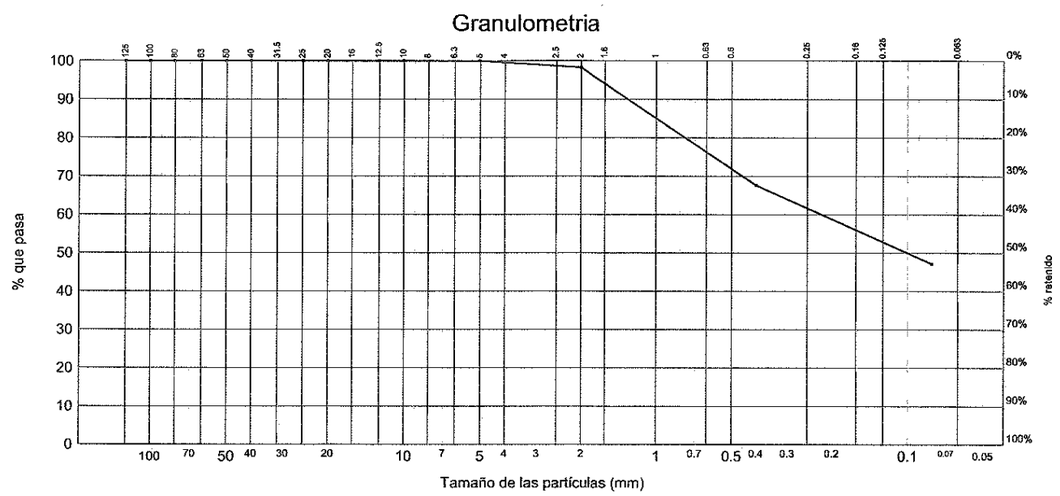
**Descripción :** SJ-11 32.30-32.70 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20270 **Nº Acta de obra :** 1773

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 31/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **100** | **98** | **68** | **47.1** |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3928

**Descripción :** SJ-11 32.30-32.70 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20271 **Nº Acta de obra :** 1774

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 01/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 01/08/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 85.32 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 86.93 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 45.72 |
| Densidad (g/cm3) | **2.16** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3928

**Descripción :** SJ-11 32.30-32.70 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20272 **Nº Acta de obra :** 1775

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 10/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 10/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.4 | 52.4 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 8.6 | 8.4 |
| Carbonatos (%) : | **16.4** | **16.0** |
| Carbonatos (%) media: | **16.2** | |

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3928

**Descripción :** SJ-11 32.30-32.70 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20273 **Nº Acta de obra :** 1776

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 07/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 07/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 11.3000 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 11.3100 |
| Precipitado (g) | 0.0100 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **832** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **686** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.07** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3928

**Descripción :** SJ-11 32.30-32.70 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20274 **Nº Acta de obra :** 1777

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 13/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 13/08/2007 **Ensayo realizado por :** (462)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 3.5 | 3.5 |
| Materia Orgánica (%) | 1.48 | 1.48 |
| Materia Orgánica media (%) | **1.48** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3934

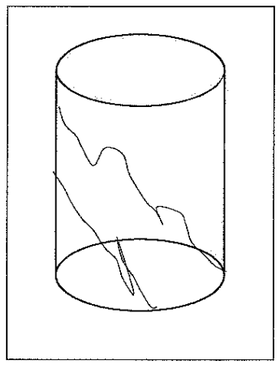
**Descripción :** SJ-11 34.20-34.55 / TP /

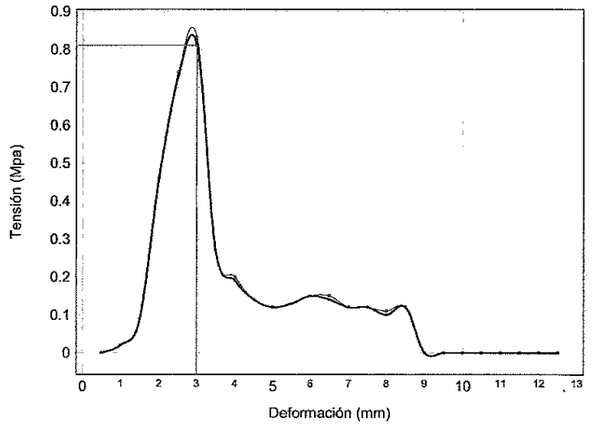
**Código del acta:** 2007/20284 **Nº Acta de obra :** 1787

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 03/08/2007 **Fecha fin ensayo:** 03/08/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 16.8 |
| Diámetro (cm) : | 8.4 |
| Sección (cm²) | 55.4 |
| Volumen (cm³) : | 931.0 |
| Humedad probeta (%) : | 11.02 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 4.58 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.81** |
| Deformación (mm) : | **3.00** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.27** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **2.05** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3910

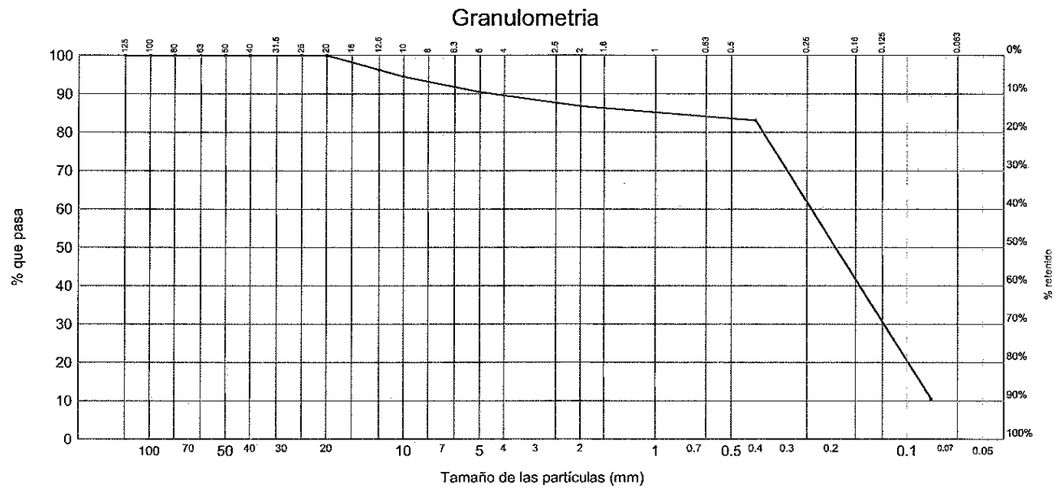
**Descripción :** SJ-12 03.00-03.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20227 **Nº Acta de obra :** 1730

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 18/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 19/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96 | 94 | 90 | 87 | 83 | 10.4 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3910

**Descripción :** SJ-12 03.00-03.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20228 **Nº Acta de obra :** 1731

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 24/07/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.6 | 52.6 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 29.8 | 29.6 |
| Carbonatos (%) : | **56.7** | **56.3** |
| Carbonatos (%) media: | **56.5** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3910

**Descripción :** SJ-12 03.00-03.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20229 **Nº Acta de obra :** 1732

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 23/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 23/07/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 13.9523 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 13.9695 |
| Precipitado (g) | 0.0172 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **1431** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **1180** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.12** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3910

**Descripción :** SJ-12 03.00-03.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20230 **Nº Acta de obra :** 1733

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 20/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 20/07/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 5.9 | 5.7 |
| Materia Orgánica (%) | 2.49 | 2.41 |
| Materia Orgánica media (%) | **2.45** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3910

**Descripción :** SJ-12 03.00-03.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20231 **Nº Acta de obra :** 1734

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 24/07/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | |
|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | |
| Número de golpes (de menos a mas) | ----- |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ----- |
| Tara + Suelo (g) | ----- |
| Tara (g) | ----- |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite líquido (%) | ----- |
| LIMITE PLASTICO | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ----- |
| Tara + Suelo (g) | ----- |
| Tara (g) | ----- |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite plástico (%) | ----- |
| Indice de plasticidad | **No plástico** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3921

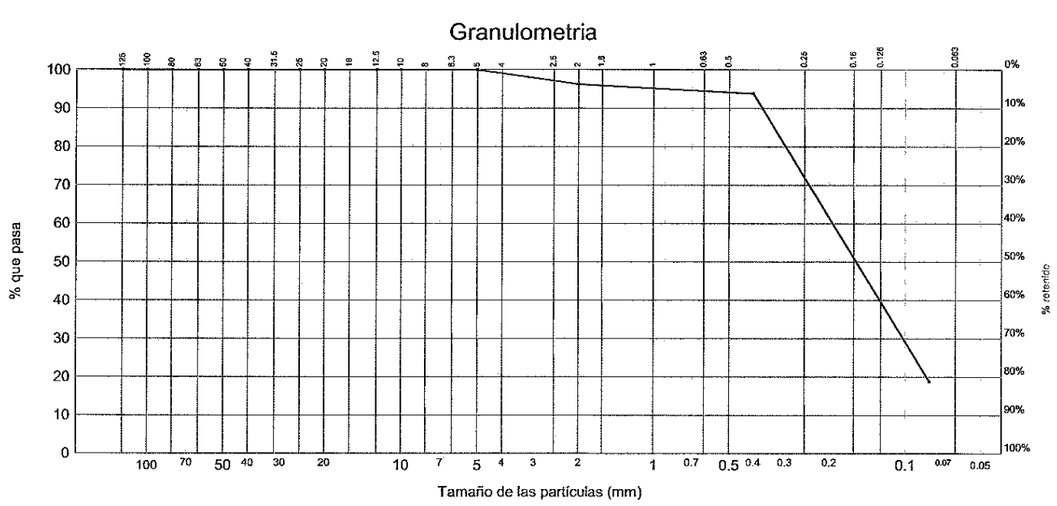
**Descripción :** SJ-12 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20247 **Nº Acta de obra :** 1750

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 19/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 20/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96 | 94 | 18.7 |






**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3921

**Descripción :** SJ-12 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20248 **Nº Acta de obra :** 1751

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 19/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 19/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 540 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 790 |
| Tara + muestra seca (g) | 740 |
| Humedad (%) | **25.0** |

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3921

**Descripción :** SJ-12 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20249 **Nº Acta de obra :** 1752

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 19/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 19/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 192.43 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 193.71 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 90.96 |
| Densidad (g/cm3) | **1.90** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3921

**Descripción :** SJ-12 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20250 **Nº Acta de obra :** 1753

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 24/07/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.6 | 52.6 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 41.6 | 41.4 |
| Carbonatos (%) : | **79.1** | **78.7** |
| Carbonatos (%) media: | **78.9** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3921

**Descripción :** SJ-12 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20251 **Nº Acta de obra :** 1754

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 23/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 23/07/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 13.3331 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 13.3531 |
| Precipitado (g) | 0.0200 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **1664** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **1372** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.14** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3921

**Descripción :** SJ-12 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20252 **Nº Acta de obra :** 1755

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 20/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 20/07/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 1.8 | 1.9 |
| Materia Orgánica (%) | 0.76 | 0.80 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.78** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3921

**Descripción :** SJ-12 04.50-05.10 / MI /

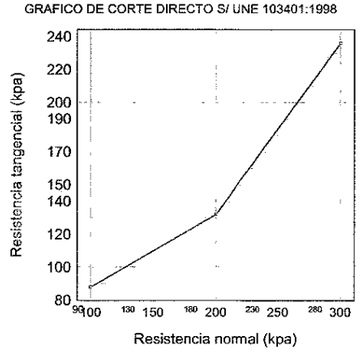
**Código del acta:** 2007/20253 **Nº Acta de obra :** 1756

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 19/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 19/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Colgadero exterior (i) | 4.91 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro(cm) | 5.0 | | |
| Cuadrada - Lado (cm) | ------ | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | CD | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | inalterada | | |
| Altura muestra (cm) | 2.6 | | |
| Superficie (cm²) | 19.63 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (cm) | 0.3147 | 0.2311 | 0.3982 |
| Superficie de contacto (cm²) | 18.06 | 18.48 | 17.65 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.159 | 0.244 | 0.416 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **88** | **132** | **236** |
| Cohesión (kPa) | **4.0** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **36.50** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **0.041** | | |

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998






**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3921

**Descripción :** SJ-12 04.50-05.10 / MI /

**Código del acta:** 2007/20254 **Nº Acta de obra :** 1757

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 18/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 18/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | |
|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | |
| Número de golpes (de menos a mas) | ----- |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ------ |
| Tara + Suelo (g) | ------ |
| Tara (g) | ------ |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite líquido (%) | ------ |
| LIMITE PLASTICO | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ------ |
| Tara + Suelo (g) | ------ |
| Tara (g) | ------ |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite plástico (%) | ------ |
| Indice de plasticidad | **No plástico** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3913

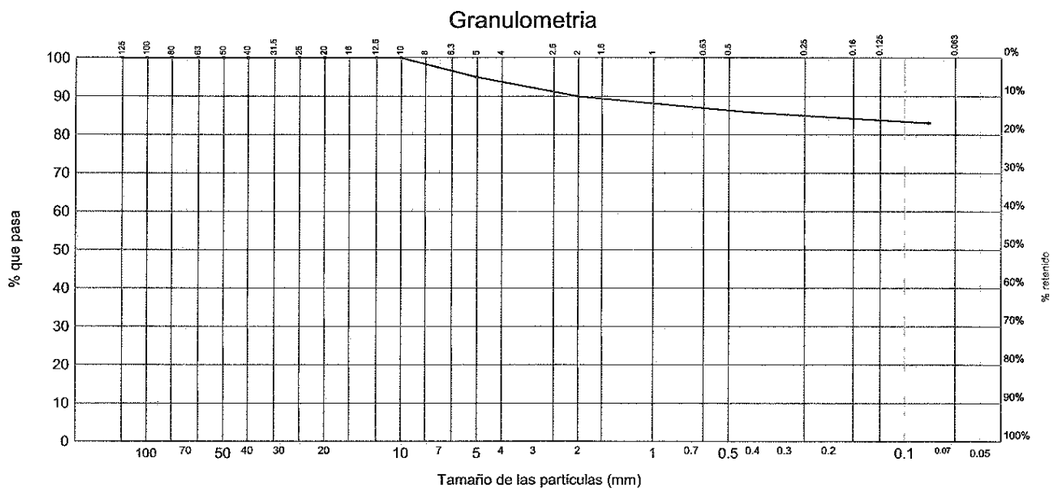
**Descripción :** SJ-12 10.00-10.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20232 **Nº Acta de obra :** 1735

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 18/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 19/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95 | 90 | 86 | 83.1 |






**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3913

**Descripción :** SJ-12 10.00-10.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20233 **Nº Acta de obra :** 1736

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 24/07/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.6 | 52.6 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 41.4 | 41.6 |
| Carbonatos (%) : | **78.7** | **79.1** |
| Carbonatos (%) media: | **78.9** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3913

**Descripción :** SJ-12 10.00-10.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20234 **Nº Acta de obra :** 1737

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 23/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 23/07/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.9762 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.9789 |
| Precipitado (g) | 0.0027 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **225** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **185** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.02** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3913

**Descripción :** SJ-12 10.00-10.45 / SPT /

**Código del acta:** 2007/20235 **Nº Acta de obra :** 1738

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 20/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 20/07/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 0.5 | 0.7 |
| Materia Orgánica (%) | 0.21 | 0.30 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.25** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3915

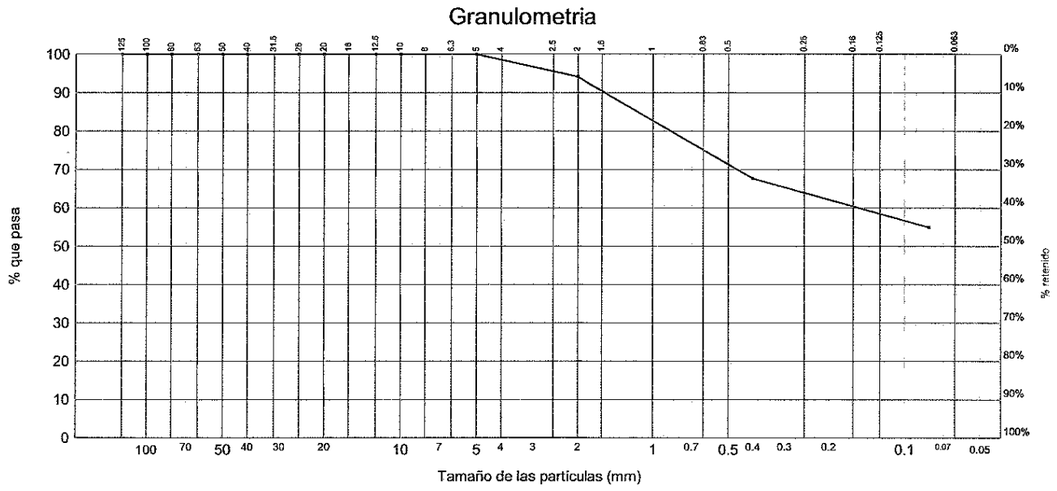
**Descripción :** SJ-12 15.25-15.70 / TP /

**Código del acta:** 2007/20236 **Nº Acta de obra :** 1739

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 18/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 19/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 94 | 68 | 55 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3915

**Descripción :** SJ-12 15.25-15.70 / TP /

**Código del acta:** 2007/20237 **Nº Acta de obra :** 1740

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 19/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 19/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 32 | 20 | 17 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 40.78 | 42.41 | 40.98 |
| Tara + Suelo (g) | 38.60 | 39.04 | 38.13 |
| Tara (g) | 29.76 | 26.29 | 27.75 |
| Agua (g) | 2.180 | 3.370 | 2.850 |
| Suelo (g) | 8.840 | 12.750 | 10.380 |
| Humedad (%) | 24.66 | 26.43 | 27.46 |
| Límite líquido (%) | **25.1** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 30.43 | 30.76 | |
| Tara + Suelo (g) | 29.62 | 29.74 | |
| Tara (g) | 24.81 | 23.79 | |
| Agua (g) | 0.810 | 1.020 | |
| Suelo (g) | 4.810 | 5.950 | |
| Humedad (%) | 16.84 | 17.14 | |
| Límite plástico (%) | **17.0** | | |
| Indice de plasticidad | **8.1** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3915

**Descripción :** SJ-12 15.25-15.70 / TP /

**Código del acta:** 2007/20238 **Nº Acta de obra :** 1741

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 24/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 24/07/2007 **Ensayo realizado por :** (57)

| DETERMINACION DE CARBONATOS S/UNE 103200 | | |
|---|---|---|
| Determinación : | Nº1 | Nº2 |
| Peso patrón (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen patrón (ml) : | 52.6 | 52.6 |
| Peso muestra (g) : | 0.2 | 0.2 |
| Volumen muestra ($cm^3$) : | 15.4 | 15.8 |
| Carbonatos (%) : | **29.3** | **30.0** |
| Carbonatos (%) media: | **29.6** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3915

**Descripción :** SJ-12 15.25-15.70 / TP /

**Código del acta:** 2007/20239 **Nº Acta de obra :** 1742

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 23/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 23/07/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 Y NLT-120-72 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.2228 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.2347 |
| Precipitado (g) | 0.0119 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **990** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **816** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.08** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3915

**Descripción :** SJ-12 15.25-15.70 / TP /

**Código del acta:** 2007/20240 **Nº Acta de obra :** 1743

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 20/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 20/07/2007 **Ensayo realizado por :** (330)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 40.1 | 40.1 |
| factor de normalidad | 1.02 | 1.02 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 2.2 | 2.0 |
| Materia Orgánica (%) | 0.93 | 0.85 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.89** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3915

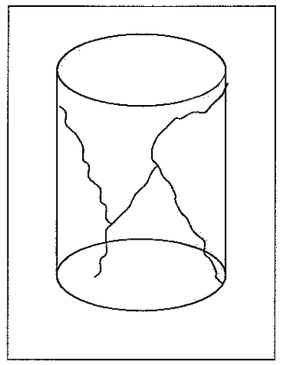
**Descripción :** SJ-12 15.25-15.70 / TP /

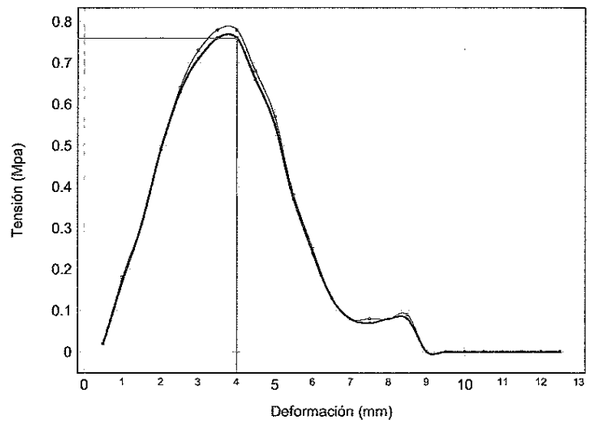
**Código del acta:** 2007/20241 **Nº Acta de obra :** 1744

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 17/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 17/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 17 |
| Diámetro (cm) : | 8.4 |
| Sección ($cm^2$) | 55.4 |
| Volumen ($cm^3$) : | 942.1 |
| Humedad probeta (%) : | 11.20 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 4.33 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.76** |
| Deformación (mm) : | **4.00** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda ($g/cm^3$) : | **2.33** |
| Densidad Seca ($g/cm^3$) : | **2.09** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3916

**Descripción :** SJ-12 26.00-26.40 / TP /

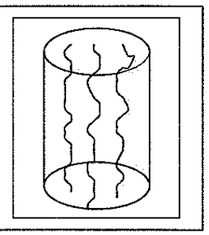
**Código del acta:** 2007/20242 **Nº Acta de obra :** 1745

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 18/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 18/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| RESISTENCIA A COMPRESION UNIAXIAL EN ROCA S/UNE-22950-90 PARTE 1 / NLT-250/91 | |
|---|---|
| CARACTERISTICAS GEOMETRIAS | |
| Nº Probeta | Probeta nº1 |
| Diámetro (cm) | 8.4 |
| Altura (cm) | 14 |
| Sección ($cm^2$) | 55.4 |
| Volumen ($cm^3$) | 775.8 |
| Peso humedo (g) | 1842 |
| Peso seco (g) | 1796 |
| Humedad (%) | 2.6 |
| Densidad humeda ($g/cm^3$) | 2.37 |
| Densidad seca ($g/cm^3$) | 2.31 |
| CARACTERISTICAS MECANICAS | |
| Carga de rotura (kN) | 117.48 |
| Relación alto/diámetro | 1.667 |
| Tensión de rotura (MPa) | 21.2 |
| Factor de esbeltez | 0.973 |
| Tensión de rotura corregida (MPa) | **20.6** |

Forma de rotura:





**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3917

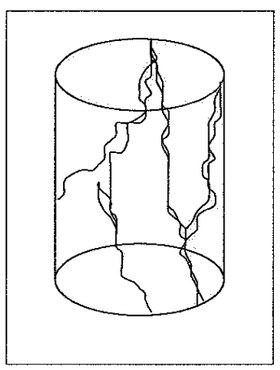
**Descripción :** SJ-12 29.65-29.85 / TP /

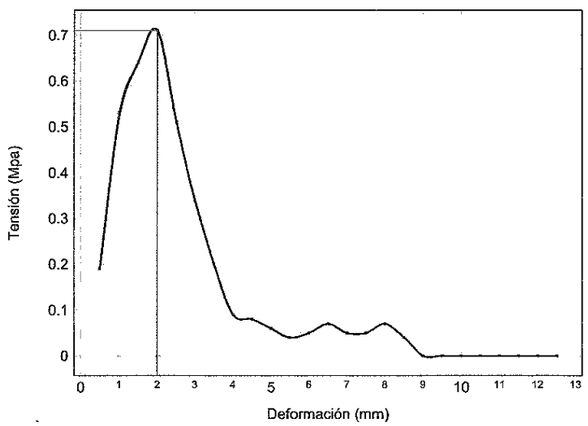
**Código del acta:** 2007/20243 **Nº Acta de obra :** 1746

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 17/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 17/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 17 |
| Diámetro (cm) : | 8.4 |
| Sección ($cm^2$) | 55.4 |
| Volumen ($cm^3$) : | 942.1 |
| Humedad probeta (%) : | 11.36 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 3.96 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.71** |
| Deformación (mm) : | **2.00** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda ($g/cm^3$) : | **2.31** |
| Densidad Seca ($g/cm^3$) : | **2.08** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3918

**Descripción :** SJ-12 31.70-31.90 / TP /

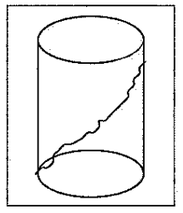
**Código del acta:** 2007/20244 **Nº Acta de obra :** 1747

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 18/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 18/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| RESISTENCIA A COMPRESION UNIAXIAL EN ROCA S/UNE-22950-90 PARTE 1 / NLT-250/91 | |
|---|---|
| CARACTERISTICAS GEOMETRIAS | |
| Nº Probeta | Probeta nº1 |
| Diámetro (cm) | 8.4 |
| Altura (cm) | 18 |
| Sección ($cm^2$) | 55.4 |
| Volumen ($cm^3$) | 997.5 |
| Peso humedo (g) | 2428 |
| Peso seco (g) | 2335 |
| Humedad (%) | 4.0 |
| Densidad humeda ($g/cm^3$) | 2.43 |
| Densidad seca ($g/cm^3$) | 2.34 |
| CARACTERISTICAS MECANICAS | |
| Carga de rotura (kN) | 161.83 |
| Relación alto/diámetro | 2.143 |
| Tensión de rotura (MPa) | 29.2 |
| Factor de esbeltez | 1.000 |
| Tensión de rotura corregida (MPa) | **29.2** |

Forma de rotura:





**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3920

**Descripción :** SJ-12 38.25-38.65 / TP /

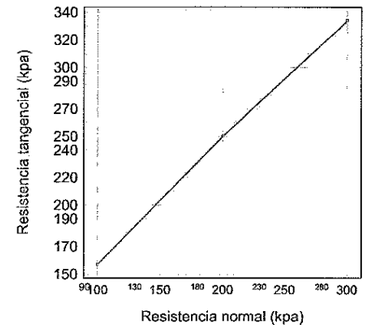
**Código del acta:** 2007/20245 **Nº Acta de obra :** 1748

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 19/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 19/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Colgadero exterior (i) | 4.91 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro(cm) | 5.0 | | |
| Cuadrada - Lado (cm) | ----- | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | inalterada | | |
| Altura muestra (cm) | 2.6 | | |
| Superficie ($cm^2$) | 19.63 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (cm) | 0.1030 | 0.2507 | 0.273 |
| Superficie de contacto ($cm^2$) | 19.12 | 18.38 | 18.27 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.300 | 0.46 | 0.61 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **157** | **250** | **334** |
| Cohesión (kPa) | **70.0** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **41.51** | | |
| Cohesión ($kp/cm^2$) | **0.714** | | |

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

control scinco ingeniería y servicios, s.a.

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN. (INFRAESTRUCTURA Y ARQUITECTURA)

**Ref. muestra:** 2007 - 3920

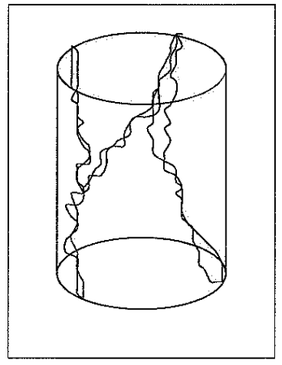
**Descripción :** SJ-12 38.25-38.65 / TP /

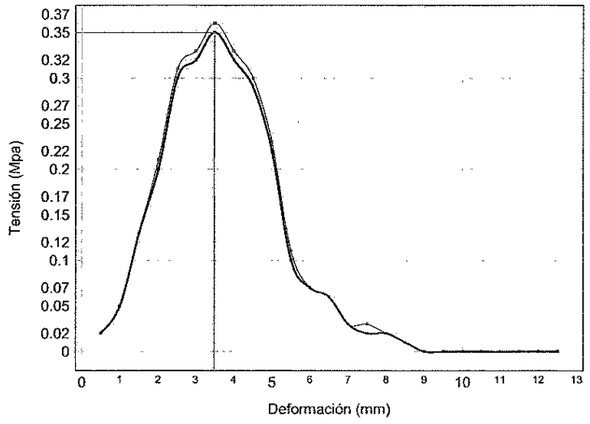
**Código del acta:** 2007/20246 **Nº Acta de obra :** 1749

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 18/07/2007 **Fecha fin ensayo:** 18/07/2007 **Ensayo realizado por :** (4)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (cm) : | 17 |
| Diámetro (cm) : | 8.4 |
| Sección (cm²) | 55.4 |
| Volumen (cm³) : | 942.1 |
| Humedad probeta (%) : | 12.35 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 1.98 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.35** |
| Deformación (mm) : | **3.50** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.14** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.91** |






Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañilería (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

geotecnia 2000

LABORATORIO GEOTECNIA 2000
POL. INDUSTRIAL VALMOR
AVDA. LOS YESEROS, 34 - NAVE 501
28340 VALDEMORO (MADRID)
TEL./FAX: 91 808 12 11
laboratorio@geotecnia2000.com



geotecnia Nº 30033 GTL04 LABORATORIO ACREDITADO

Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Ensayos de Laboratorio de Geotecnia, básicos y complementarios **GTL.b+c1+c2+c3**. Resolución 448/2005 del 7 de Enero. B.O.C.M. nº 38, pág. 19 del 15/02/2005.
Según D.C. 14/1990, de 22 de Marzo, R.D. 1230/1989, de 13 de Octubre y ORDEN de 14 de Mayo de 2003.

Nº Registro General de Laboratorio Acreditado: **03033GTL04**

TRABAJO Nº: **444/07**

PETICIONARIO: **UTE CONSULTORIA 4/2006**
**BOBES S/N 33429 SIERO**

DENOMINACIÓN: **SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN**

Nº DE MUESTRAS: **5**

TIPO DE MUESTRAS: **2 MUESTRAS INALTERADAS Y 3 TESTIGOS PARAFINADOS RECIBIDOS EN EL LABORATORIO MEDIANTE MENSAJERÍA.**

ENSAYOS REALIZADOS:

| | | |
|---|---|---|
| 5 | Apertura y descripción de muestra de suelo, roca y/o áridos | |
| 5 | Preparación de muestras para ensayos de suelos | UNE 103-100-95 |
| 3 | Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo | UNE 103-400-93 |

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 7442, Libro 0, Folio 207, Sección 8, Hoja M-120412, Inscripción 1 C.I.F. B-80798143

Laboratorio Acreditado por la Dirección General de Arquitectura y Vivienda
de la Comunidad de Madrid. Área de Acreditación: GTL.b+c1+c2+c3 nº Registro 03033GTL04.

Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las características de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.

LABORATORIO GEOTECNIA 2000
POL. INDUSTRIAL VALMOR
AVDA. LOS YESEROS, 34 - NAVE 501
28340 VALDEMORO (MADRID)
TEL./FAX: 91 808 12 11
laboratorio@geotecnia2000.com

El presente informe consta de 5 hojas, numeradas correlativamente de la 1 a la 5 y selladas por el laboratorio.

Los resultados obtenidos en este informe sólo afectan a las muestras sometidas a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio de ensayo, careciendo de valor si no lleva los correspondientes sellos y firmas autorizadas.

Fecha de entrada: **02-ago-07**

Fecha de salida: **14-ago-07**

EL TÉCNICO DE ÁREA

EL JEFE DE LABORATORIO

Fernando Herrera Rodríguez

Pedro J. Sánchez-Camacho García-Astillero

LABORATORIO ACREDITADO
ENTRADA | SALIDA
FECHA | FECHA
Nº | Nº

Madrid, a 14 de agosto de 2007

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 7442, Libro 0, Folio 207, Sección 8, Hoja M-120412, Inscripción 1 C.I.F. B-80798143

Laboratorio Acreditado por la Dirección General de Arquitectura y Vivienda
de la Comunidad de Madrid. Área de Acreditación: GTL.b+c1+c2+c3 nº Registro 03033GTL04.
Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las características de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.



PROYECTO: **SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN**
CLIENTE: **UTE CONSULTORIA 4/2006**
FECHA: **AGOSTO 2007**

MUESTRA: **SJ-2 7.20-7.65**

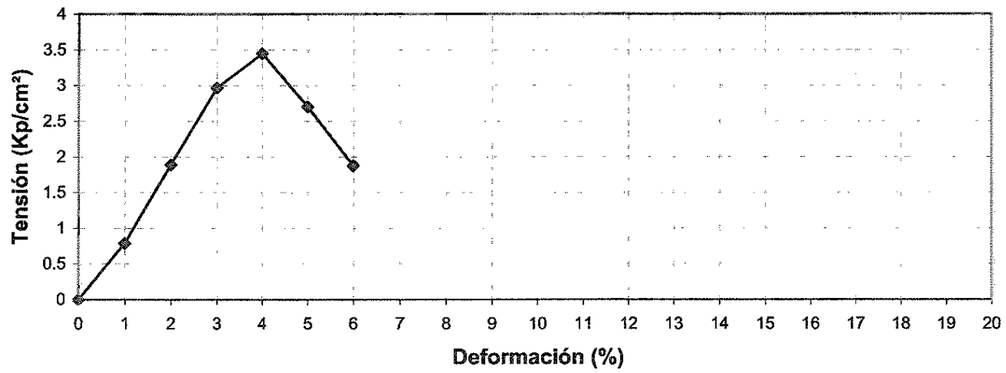
## ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro (cm) | 6.96 | Densidad seca (g/cm³) | **2.00** |
| Altura (cm) | 18.30 | Densidad ap. (g/cm³) | **2.25** |
| Area (cm²) | 38.05 | Carga de rotura (Kp) | 136.80 |
| Volumen (cm³) | 696.24 | T. de rotura (Kp/cm²) | 3.60 |
| Humedad (%) | **12.25** | Resistencia Corregida (Kp/cm²) | **3.45** |

Forma de rotura

Comentarios:

| Deformación (%) | Deformación (mm) | Carga Axial (Kp) | Deformación Unitaria (E) | 1 - E | Área Corregida A / (1 - E) | Ténsión Kp/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.83 | 30.40 | 0.01 | 0.99 | 38.43 | 0.79 |
| 2 | 3.66 | 73.40 | 0.02 | 0.98 | 38.82 | 1.89 |
| 3 | 5.49 | 116.50 | 0.03 | 0.97 | 39.22 | 2.97 |
| 4 | 7.32 | 136.80 | 0.04 | 0.96 | 39.63 | 3.45 |
| 5 | 9.15 | 108.30 | 0.05 | 0.95 | 40.05 | 2.70 |
| 6 | 10.98 | 76.00 | 0.06 | 0.94 | 40.47 | 1.88 |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |




Laboratorio Acreditado por la Dirección General de Arquitectura y Vivienda
de la Comunidad de Madrid. Área de Acreditación: GTL.b+c1+c2+c3 nº Registro 03033GTL04.
Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las características de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.

PROYECTO: **SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN**
CLIENTE: **UTE CONSULTORIA 4/2006**
FECHA: **AGOSTO 2007**

MUESTRA: **SJ-10 8.62-8.90**

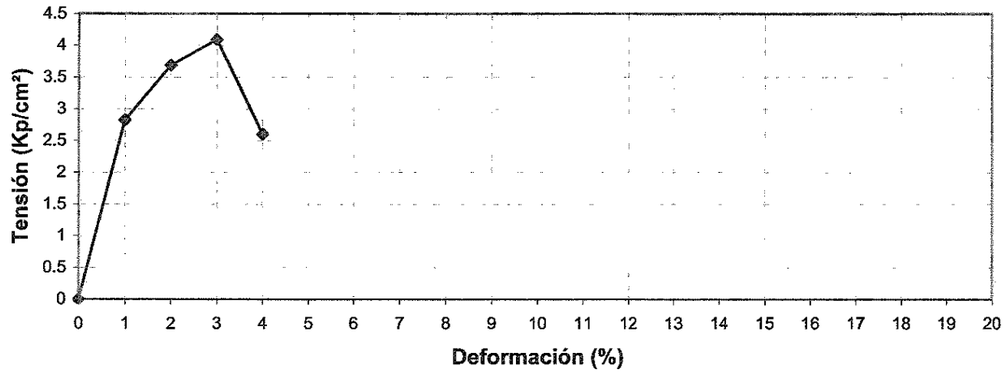
## ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

Forma de rotura

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro (cm) | 8.45 | Densidad seca (g/cm³) | **1.98** |
| Altura (cm) | 19.80 | Densidad ap. (g/cm³) | **2.22** |
| Area (cm²) | 56.08 | Carga de rotura (Kp) | 236.80 |
| Volumen (cm³) | 1110.37 | T. de rotura (Kp/cm²) | 4.22 |
| Humedad (%) | **12.28** | Resistencia Corregida (Kp/cm²) | **4.10** |

Comentarios:

| Deformación (%) | Deformación (mm) | Carga Axial (Kp) | Deformación Unitaria (E) | 1 - E | Area Corregida A / (1 - E) | Ténsión Kp/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.98 | 160.10 | 0.01 | 0.99 | 56.65 | 2.83 |
| 2 | 3.96 | 211.00 | 0.02 | 0.98 | 57.22 | 3.69 |
| 3 | 5.94 | 236.80 | 0.03 | 0.97 | 57.81 | 4.10 |
| 4 | 7.92 | 152.00 | 0.04 | 0.96 | 58.42 | 2.60 |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |




Laboratorio Acreditado por la Dirección General de Arquitectura y Vivienda
de la Comunidad de Madrid. Área de Acreditación: GTL.b+c1+c2+c3 nº Registro 03033GTL04.
Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las características de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.

E C A Empresa Registrada 3513/ER/06/04
ISO 9001-2000



PROYECTO: **SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN**
CLIENTE: **UTE CONSULTORIA 4/2006**
FECHA: **AGOSTO 2007**

MUESTRA: **SJ-11 7.60-8.20**

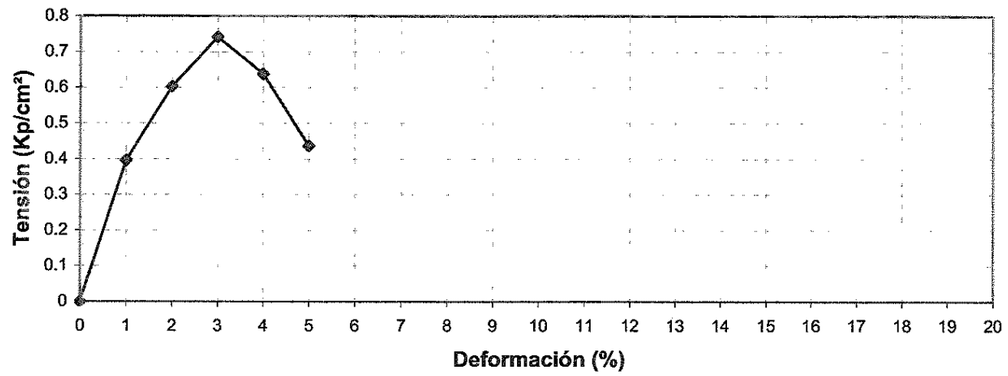
## ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

Forma de rotura

| | | | |
|---|---|---|---|
| Diámetro (cm) | 6.96 | Densidad seca (g/cm³) | **2.02** |
| Altura (cm) | 17.40 | Densidad ap. (g/cm³) | **2.31** |
| Area (cm²) | 38.05 | Carga de rotura (Kp) | 29.10 |
| Volumen (cm³) | 662.00 | T. de rotura (Kp/cm²) | 0.76 |
| Humedad (%) | **14.37** | Resistencia Corregida (Kp/cm²) | **0.74** |

Comentarios:

| Deformación (%) | Deformación (mm) | Carga Axial (Kp) | Deformación Unitaria (E) | 1 - E | Area Corregida A / (1 - E) | Ténsión Kp/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.74 | 15.20 | 0.01 | 0.99 | 38.43 | 0.40 |
| 2 | 3.48 | 23.40 | 0.02 | 0.98 | 38.82 | 0.60 |
| 3 | 5.22 | 29.10 | 0.03 | 0.97 | 39.22 | 0.74 |
| 4 | 6.96 | 25.30 | 0.04 | 0.96 | 39.63 | 0.64 |
| 5 | 8.70 | 17.50 | 0.05 | 0.95 | 40.05 | 0.44 |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |




Laboratorio Acreditado por la Dirección General de Arquitectura y Vivienda
de la Comunidad de Madrid. Área de Acreditación: GTL.b+c1+c2+c3 nº Registro 03033GTL04.
Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las características de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.

E C A Empresa Registrada 3513/ER/06/04
ISO 9001-2000

LABORATORIO GEOTECNIA 2000
POL. INDUSTRIAL VALMOR
AVDA. LOS YESEROS, 34 - NAVE 501
28340 VALDEMORO (MADRID)
TEL./FAX: 91 808 12 11
laboratorio@geotecnia2000.com

TRABAJO Nº: **444/07**

PETICIONARIO: **UTE CONSULTORIA 4/2006**
**BOBES S/N 33429 SIERO**

DENOMINACIÓN: **SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN**

Nº DE MUESTRAS: **5**

TIPO DE MUESTRAS: **2 MUESTRAS INALTERADAS Y 3 TESTIGOS PARAFINADOS RECIBIDOS EN EL LABORATORIO MEDIANTE MENSAJERÍA.**

ENSAYOS REALIZADOS:

2 Índice de dureza Cerchar

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 7442, Libro 0, Folio 207, Sección 8, Hoja M-120412, Inscripción 1 C.I.F. B-80798143

Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las características de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.



LABORATORIO GEOTECNIA 2000
POL. INDUSTRIAL VALMOR
AVDA. LOS YESEROS, 34 - NAVE 501
28340 VALDEMORO (MADRID)
TEL./FAX: 91 808 12 11
laboratorio@geotecnia2000.com

El presente informe consta de 4 hojas, numeradas correlativamente de la 1 a la 4 y selladas por el laboratorio.

Los resultados obtenidos en este informe sólo afectan a las muestras sometidas a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio de ensayo, careciendo de valor si no lleva los correspondientes sellos y firmas autorizadas.

Fecha de entrada: **02-ago-07**

Fecha de salida: **14-ago-07**

EL TÉCNICO DE ÁREA

EL JEFE DE LABORATORIO

Fernando Herrera Rodríguez

Pedro J. Sánchez-Camacho García-Astillero

LABORATORIO
ENTRADA | SALIDA
FECHA | FECHA
Nº | Nº

Madrid, a 14 de agosto de 2007

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 7442, Libro 0, Folio 207, Sección 8, Hoja M-120412, Inscripción 1 C.I.F. B-80798143

Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las características de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.

PROYECTO: **SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN**
CLIENTE: **UTE CONSULTORIA 4/2006**
FECHA: **AGOSTO 2007**

MUESTRA: **SJ-1 7.00-7.30**

## ENSAYO DE DUREZA CERCHAR

| | |
|---|---|
| **DUREZA CERCHAR** | **31.52** |
| **CLASIFICACIÓN DUREZA CERCHAR** | **Moderadamente dura** |

*Descripción del ensayo:*

El ensayo de dureza Cerchar consiste en perforar un orificio sobre una muestra de roca, mediante una broca de 8 mm de díametro, punta cónica de 90º de ángulo, con un sobrepeso de 200 N y a 190 rpm. La broca debe ser de carburo de tungteno. Se registra el tiempo necesario en segundo para perforar 10 mm.

Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las caracteristicas de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.

E C A Empresa Registrada 3513/ER/06/04 ISO 9001-2000



PROYECTO: **SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN**
CLIENTE: **UTE CONSULTORIA 4/2006**
FECHA: **AGOSTO 2007**

MUESTRA: **SJ-12 33.55-34.00**

## ENSAYO DE DUREZA CERCHAR

| | |
|---|---|
| **DUREZA CERCHAR** | **13.98** |
| **CLASIFICACIÓN DUREZA CERCHAR** | **Blanda** |

*Descripción del ensayo:*

El ensayo de dureza Cerchar consiste en perforar un orificio sobre una muestra de roca, mediante una broca de 8 mm de díametro, punta cónica de 90º de ángulo, con un sobrepeso de 200 N y a 190 rpm. La broca debe ser de carburo de tungteno. Se registra el tiempo necesario en segundo para perforar 10 mm.

Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las caracteristicas de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.

E C A Empresa Registrada 3513/ER/06/04 ISO 9001-2000

PROYECTO: **SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN**
CLIENTE: **UTE CONSULTORIA 4/2006**
FECHA: **SEPTIEMBRE 2007**

MUESTRA: **SJ-7 3.60-4.05**

## ENSAYO DE ROZABILIDAD-SCHIMAZEK (I.T. GEO2000-1/05-R)

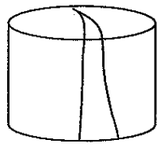
Factores para el cáculo del Q equivalente según Rosiwell

| MINERAL | COEFICIENTE | % | Q | Ø (cm) |
|---|---|---|---|---|
| Dolomita | 3 | 98.00 | 2.94 | 0.0150 |
| Opacos | 51 | 2.00 | 1.02 | 0.0060 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | |
|---|---|
| Resistencia a la Tracción Media (Kp/cm²): | 64.88 |
| Q (contenido en cuarzo o minerales abrasivos): | 0.040 |
| Ømedio (diámetro medio de las partículas de la roca, cm): | 0.0148 |

| | |
|---|---|
| ÍNDICE SCHIMAZEK (F) (Kp/cm): | **0.038** |

| Valor de F (Kp/cm) | CLASIFICACIÓN |
|---|---|
| < 0,06 | Se corta bien, desgaste ligero. |
| 0,06 - 0,42 | Se roza satisfactoriamente. |
| > 0,42 | Se rozan con picas de metal duro y máquinas potentes. |



Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las características de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.



PROYECTO: **SUPRESIÓN DE LA BARRERA FERROVIARIA DE GIJÓN**
CLIENTE: **UTE CONSULTORIA 4/2006**
FECHA: **SEPTIEMBRE 2007**

MUESTRA: **SJ-8 24.00 - 24.20**

## ENSAYO DE DUREZA CERCHAR

| | |
|---|---|
| **DUREZA CERCHAR** | **49** |
| **CLASIFICACIÓN DUREZA CERCHAR** | **Dura** |

*Descripción del ensayo:*

El ensayo de dureza Cerchar consiste en perforar un orificio sobre una muestra de roca, mediante una broca de 8 mm de díametro, punta cónica de 90º de ángulo, con un sobrepeso de 200 N y a 190 rpm. La broca debe ser de carburo de tungteno. Se registra el tiempo necesario en segundo para perforar 10 mm.

Este informe de ensayos responde a los criterios generales establecidos en la norma UNE 17025, en cuanto a las características de funcionamiento, organización, material de ensayo y aseguramiento de la calidad de laboratorios de materiales de la construcción. Los resultados de este informe afectan únicamente a las muestras ensayadas, quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, salvo autorización por escrito de GEOTECNIA 2000.

# GEOTECNIA 2000

**GEOTECNIA 2000, S.L. VALDEMORO (MADRID)**
**Laboratorio de Geotécnia. Polígono Valmor. Av/ Yeseros 34. Nave 501.**
**Telf. y fax. 8081211.**

GEOTECNIA LABORATORIO 2000

**TRABAJO Nº:** **ANEXO 38/01**

**PETICIONARIO:** **GEOCONTROL**
**C/ Alenza, 9 2º Izqda.**
**28003 MADRID**

**DENOMINACIÓN:** **NUEVO TRAZADO SUBTERRÁNEO FERROCARRIL GIJÓN.**

**Nº DE MUESTRAS:** **6**

**TIPO DE MUESTRAS:** **1 muestra inalterada de suelo, 2 testigos parafinados de suelo, y 3 testigos parafinados de roca, recibidas en el laboratorio mediante mensajeria.**

**ENSAYOS REALIZADOS:**

| | | |
|---|---|---|
| 3 | Preparación de muestras para ensayo. | UNE 103-100/95 |
| 3 | Tallado y refrentado de muestras rocosas. | |
| 3 | Densidad aparente en rocas. | |
| 2 | Estudio petrográfico (lámina delgada). | |
| 2 | Resistencia a la tracción (Ensayo Brasileño). | UNE 22950-2/90 |
| 2 | Ensayo de rozabilidad Schimazek. | I/20110/01-R |
| 1 | Resistencia a compresión simple en rocas | UNE 22950-1/90 |
| 3 | Ensayo de compresión triaxial en muestras de suelo, consolidado y sin drenaje (CU) | UNE 103-402/98 |

**El presente informe consta de 24 hojas, numeradas correlativamente de la 1 a la 24 y selladas por el Laboratorio.**

**Los resultados obtenidos en este informe sólo afectan a las muestras sometidas a ensayo.**

**Los ensayos sobre muestras rocosas han sido realizados siguiendo las recomendaciones de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM).**

**El informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio de ensayo.**



Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 7442, Libro 0, Folio 207, Sección 8, Hoja M-120412, Inscripción 1 C.I.F. B-80798143

**PROYECTO: NUEVO TRAZADO SUBTERRÁNEO FERROCARRIL GIJÓN.**

**FECHA: MAYO 2001**

# DENSIDAD APARENTE EN ROCAS

| MUESTRA | VOLUMEN ($cm^3$) | PESO (g) | DENSIDAD ($g/cm^3$) |
|---|---|---|---|
| **ST-4 TP (31.50-31.75)** | 200.19 | 521.35 | **2.60** |
| **ST-8 TP (9.05-9.30)** | 43.05 | 91.83 | **2.13** |
| **ST-10 TP (10.45-10.65)** | 317.77 | 692.86 | **2.18** |

## Número de muestra: S4: 31.50 - 31.75

**Reconocimiento de visu**: Roca de color beige pardusco, presentando un cierto veteado, compacta y de fractura irregular. Al ser atacada con HCl disuelto al 10% presenta una intensa efervescencia.

**Estudio microscópico**:

Composición mineral:

*Componentes Principales*: Calcita, óxidos de hierro (limonita)

*Componentes accesorios*: Opacos

Textura: Micrítica

**Observaciones**:

Roca sedimentaria carbonatada constituida en su practica totalidad por calcita.

Se observa la presencia de numrosos oolitos carbonatados de entre 0.1 y 0.15 mm y fracmentos de fósiles algo menos abundantes, tosdo ello cementado por una matriz muy fina de calcita micrítica.

Se aprecian en diferentes zonas de la matriz evidencias de una recristalización incipiente.

La roca presenta un entramado de microvenillas de carbonato, definiendo, groso modo, dos direcciones subperpendiculares.

**Proporciones minerales, tamaño de grano medio y Q**:

| | Contenido mineral en tanto por uno. | Diámetro de las partículas (cm) | Coeficientes | Q |
|---|---|---|---|---|
| Calcita | 0.93 | 0.0001 | 3 | 2.79 |
| Óxidos de hierro | 0.07 | 0.0001 | 51 | 3.57 |

**Clasificación**: Micrita oolítica



## Número de muestra: S10: 10.45 - 10.65

**Reconocimiento de visu**: Roca de color beige grisáceo, presentando un bandeado muy marcado definido por la alternancia de niveles de diferentes tonalidades. Al ser atacada con HCl disuelto al 10% presenta efervescencia.

**Estudio microscópico**:

Composición mineral:

*Componentes Principales*: Calcita

*Componentes accesorios*: Opacos, óxidos de hierro (limonita)

Textura: Microgranoblástica sacaroidéa

**Observaciones**:

Roca carbonatada constituida por un mosaico microgranoblástico de calcita con tamaños comprendidos entre 0.005 y 0.15 mm, con presencia de opacos granulares dispersos, si bien se aprecian esporádicas acumulaciones alrededor de microporos a su vez rellenos por calcita.

Se aprecian sombras preservadas de una antigua estratificación con niveles sucesivos de distintos tonos.

Estos estratos aparecen en parte deformados e interrumpidos, indicio de una cierta tectonización de la roca.

**Proporciones minerales, tamaño de grano medio y Q**:

| | Contenido mineral en tanto por uno. | Diámetro de las partículas (cm). | Coeficientes | Q |
|---|---|---|---|---|
| Calcita | 0.99 | 0.001 | 3 | 2.97 |
| Opacos | 0.01 | 0.0003 | 51 | 0.51 |

**Clasificación**: Calcita parcialmente recristalizada

GEOTECNIA LABORATORIO 2 0002

PROYECTO: NUEVO TRAZADO SUBTERRÁNEO FERROCARRIL GIJÓN.

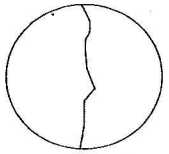
FECHA: MAYO 2001

# DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ROCAS PROCEDIMIENTO "BRASILEÑO"

UNE 22950-2/90

| MUESTRA Nº | ST-4 TP (31.50-31.75) |
|---|---|
| DIAMETRO (cm) | 8.30 |
| ALTURA (cm) | 3.70 |
| AREA ($cm^2$) | 54.11 |
| VOLUMEN ($cm^3$) | 200.19 |
| PESO (g) | 521.35 |
| DENSIDAD APARENTE ($g/cm^3$) | 2.60 |
| LECTURA DEL CUADRANTE DE CARGA (TM) | 2.50 |
| RESISTENCIA A TRACCIÓN ($kg/cm^2$) | 51.83 |

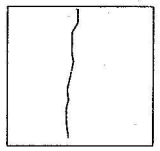
Forma de rotura de la probeta



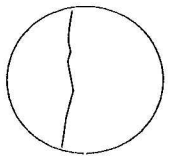
OBSERVACIONES:

Densidad aparente calculada a partir de la relación peso/volumen.

Muestra ensayada con su humedad natural.



DESCRIPCIÓN:





GEOTECNIA LABORATORIO 2 0002

PROYECTO: NUEVO TRAZADO SUBTERRÁNEO FERROCARRIL GIJÓN.

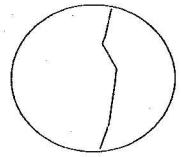
FECHA: MAYO 2001

# DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ROCAS PROCEDIMIENTO "BRASILEÑO"

UNE 22950-2/90

| MUESTRA Nº | ST-10 TP (10.45-10.65) |
|---|---|
| DIAMETRO (cm) | 8.50 |
| ALTURA (cm) | 5.60 |
| AREA ($cm^2$) | 56.75 |
| VOLUMEN ($cm^3$) | 317.77 |
| PESO (g) | 692.86 |
| DENSIDAD APARENTE ($g/cm^3$) | 2.18 |
| LECTURA DEL CUADRANTE DE CARGA (TM) | 0.48 |
| RESISTENCIA A TRACCIÓN ($kg/cm^2$) | 6.42 |

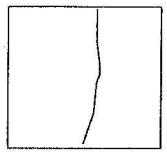
Forma de rotura de la probeta



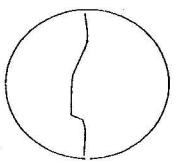
OBSERVACIONES:

Densidad aparente calculada a partir de la relación peso/volumen.

Muestra ensayada con su humedad natural.



DESCRIPCIÓN:



GEOTECNIA LABORATORIO 0002

**PROYECTO: NUEVO TRAZADO SUBTERRÁNEO FERROCARRIL GIJÓN.**

**FECHA: MAYO 2001**

## ENSAYO DE ROZABILIDAD-SCHIMAZEK

**INSTRUCCIÓN I/20110/01-R**

**Muestra: S-4 TP (31.50-31.75)**

| Mineral | Coeficiente | % | Q | d (cm) |
|---|---|---|---|---|
| Cuarzo | 100 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Feldespato | 35 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Filosilicatos | 4 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Magnetita | 31 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Oxidos Fe. | 51 | 7.0 | **3.57** | 0.00010 |
| Hematites | 51 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Piroxenos | 56 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Calcita | 3 | 93.0 | **2.79** | 0.00010 |
| Pirita | 50 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Hornblenda | 23 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Olivino | 72 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |

| | |
|---|---|
| Resistencia a la tracción (Kg/cm²) | **51.83** |
| Q (contenido en cuarzo o minerales abrasivos) | **0.0636** |
| dm (diámetro medio de las partículas de la roca, cm) | **0.00009** |

| | |
|---|---|
| ÍNDICE SCHIMAZEK (F) en Kg/cm | **0.0003** |

| Valor de F (Kg/cm) | Clasificación |
|---|---|
| < 0,06 | Se corta bien, desgaste ligero. |
| 0,06-0,42 | Se roza satisfactoriamente. |
| > 0,42 | Se rozan con picas de metal duro y máquinas potentes. |



GEOTECNIA LABORATORIO 0002

**PROYECTO: NUEVO TRAZADO SUBTERRÁNEO FERROCARRIL GIJÓN.**

**FECHA: MAYO 2001**

## ENSAYO DE ROZABILIDAD-SCHIMAZEK

**INSTRUCCIÓN I/20110/01-R**

**Muestra: S-10 TP (10.45-10.65)**

| Mineral | Coeficiente | % | Q | d (cm) |
|---|---|---|---|---|
| Cuarzo | 100 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Feldespato | 35 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Filosilicatos | 4 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Magnetita | 31 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Opacos | 51 | 1.0 | **0.51** | 0.00030 |
| Hematites | 51 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Piroxenos | 56 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Calcita | 3 | 99.0 | **2.97** | 0.00100 |
| Pirita | 50 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Hornblenda | 23 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |
| Olivino | 72 | 0.0 | **0.00** | 0.00000 |

| | |
|---|---|
| Resistencia a la tracción (Kg/cm²) | **6.42** |
| Q (contenido en cuarzo o minerales abrasivos) | **0.0348** |
| dm (diámetro medio de las partículas de la roca, cm) | **0.00099** |

| | |
|---|---|
| ÍNDICE SCHIMAZEK (F) en Kg/cm | **0.0002** |

| Valor de F (Kg/cm) | Clasificación |
|---|---|
| < 0,06 | Se corta bien, desgaste ligero. |
| 0,06-0,42 | Se roza satisfactoriamente. |
| > 0,42 | Se rozan con picas de metal duro y máquinas potentes. |

GEOTECNIA LABORATORIO S.L.

**PROYECTO: NUEVO TRAZADO SUBTERRÁNEO FERROCARRIL GIJÓN.**

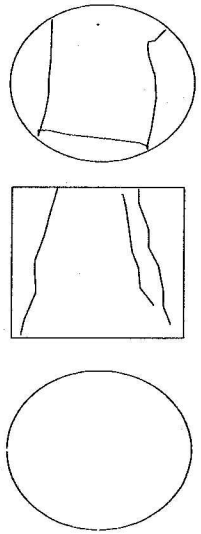
**FECHA: MAYO 2001**

## DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS DE ROCA

**UNE 22950-3/90**

| MUESTRA Nº | S-4 TP (31.50-31.75) |
|---|---|
| DIAMETRO (cm) | 8.30 |
| ALTURA (cm) | 15.80 |
| AREA ($cm^2$) | 54.11 |
| VOLUMEN ($cm^3$) | 854.88 |
| PESO (g) | 2229.50 |
| DENSIDAD APARENTE ($g/cm^3$) | 2.61 |
| LECTURA DEL CUADRANTE DE CARGA (TM) | 15.80 |
| RESISTENCIA ($Kg/cm^2$) | 292 |
| MODULO DE YOUNG E | — |
| COEFICIENTE DE POISSON | — |

**Forma de rotura de la probeta**



**OBSERVACIONES:**

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

## RESUMEN DE ENSAYOS DE ANALISIS DE AGUAS

CLIENTE: D.G.I.F.
PROYECTO / OBRA: METROTREN DE GIJON
IDENTIFICACION MUESTRA: S-3 2,00 M

RESULTADOS:

- Determinación de pH en aguas para hormigon y mortero s/une-7234-71

**pH = 7,24**

- Determinación de cloruros en aguas para hormigon y mortero s/une-7178

**$Cl^-$ (mg / l) = 32**

- Determinación de sulfatos en aguas para hormigon y mortero s/une-7131-58

**$SO_3$ (mg / l) = 247,2**

- Determinación de sustancias orgánicas solubles en eter (aceites y grasas) s/une-7235-71

**Glucosa, sacarosa y otros glúcidos reductores (excepto rafinosa) :**

RESULTADO : **carece totalmente**

- Determinación de sustancias solubles en aguas para hormigon y mortero s/une-7130-58

**Sustancias solubles (g/ l) = 0,26**

- Determinación de hidratos de carbono en aguas para hormigon y mortero s/une-7235-71

**Aceites y grasas :**

RESULTADO : **carece totalmente**

Observaciones:



seinco control ingeniería y servicios, s.a.

RESUMEN DE ENSAYOS DE ANALISIS DE AGUAS

CLIENTE: D.G.I.F.
PROYECTO / OBRA: METROTREN DE GIJON
IDENTIFICACION MUESTRA: S-10 3,95 M

RESULTADOS:

- Determinación de pH en aguas para hormigon y mortero s/une-7234-71

**pH = 7,32**

- Determinación de cloruros en aguas para hormigon y mortero s/une-7178

**$Cl^-$ (mg / l) = 355**

- Determinación de sulfatos en aguas para hormigon y mortero s/une-7131-58

**$SO_3$ (mg / l) = 311,0**

- Determinación de sustancias orgánicas solubles en eter (aceites y grasas) s/une-7235-71

**Glucosa, sacarosa y otros glúcidos reductores (excepto rafinosa) :**

RESULTADO : **carece totalmente**

- Determinación de sustancias solubles en aguas para hormigon y mortero s/une-7130-58

**Sustancias solubles (g/ l) = 1,46**

- Determinación de hidratos de carbono en aguas para hormigon y mortero s/une-7235-71

**Aceites y grasas :**

RESULTADO : **carece totalmente**

Observaciones:

- Laboratorio acreditado según el Real Decreto 1230/1989 de 13 de Octubre por el Ministerio de Fomento en la clase HA con el número 16004HA96, clase SE con el número 16005SE96 , y clase ST con el número 16018SV00

# GEOTECNIA 2000

**GEOTECNIA 2000, S.L. VALDEMORO (MADRID)**
**Laboratorio de Geotécnia. Polígono Valmor. Av/ Yeseros 34. Nave 501.**
**Telf. y fax. 8081211.**

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 7442, Libro 0, Folio 207, Sección 8, Hoja M-120412, Inscripción 1 C.I.F. B-80798143

**TRABAJO Nº:** **ANEXO 55/01**

**PETICIONARIO:** **GEOCONTROL**
**C/ Alenza, 9 2º Izqda.**
**28003 MADRID**

**DENOMINACIÓN:** **NUEVO TRAZADO SUBTERRÁNEO FERROCARRIL GIJÓN.**

**Nº DE MUESTRAS:** **9**

**TIPO DE MUESTRAS:** **26 testigos parafinados de roca, y 21 muestras de agua, recibidas en el laboratorio mediante mensajeria.**

**ENSAYOS REALIZADOS:**

| | | |
|---|---|---|
| 26 | Tallado y refrentado de muestras rocosas. | |
| 13 | Densidad aparente en rocas. | |
| 2 | Estudio petrográfico (lámina delgada). | |
| 4 | Resistencia a la tracción (Ensayo Brasileño). | UNE 22950-2/90 |
| 2 | Ensayo de rozabilidad Schimazek. | I/20110/01-R |
| 15 | Resistencia a compresión simple en rocas | UNE 22950-1/90 |
| 4 | Ensayo de compresión triaxial en muestras de roca. | UNE 22950-4/90 |
| 21 | Determinación del PH | UNE 7234 |
| 21 | Determinación del contenido de Sustancias solubles | UNE 7130 |
| 21 | Determinación del contenido de Sulfatos | UNE 7131 |
| 21 | Determinación del contenido de Cloruros | UNE 7178 |
| 21 | Determinación del contenido de Hidratos de Carbono | UNE 7132 |
| 21 | Determinación de Sustancias orgánicas solubles en éter | UNE 7235 |

**El presente informe consta de 50 hojas, numeradas correlativamente de la 1 a la 50 y selladas por el Laboratorio.**

**Los resultados obtenidos en este informe sólo afectan a las muestras sometidas a ensayo.**

**Los ensayos sobre muestras rocosas han sido realizados siguiendo las recomendaciones de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM).**

**El informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio de ensayo.**

PROYECTO: NUEVO TRAZADO SUBTERRANEO FERROCARRIL GIJÓN.

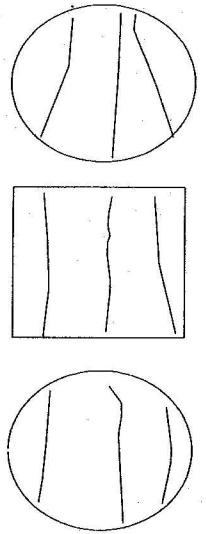
FECHA: JUNIO 2001

## DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS DE ROCA

UNE 22950-3/90

| MUESTRA Nº | S-2 TP 24.75-25.00 |
|---|---|
| DIAMETRO (cm) | 7.10 |
| ALTURA (cm) | 19.10 |
| ÁREA ($cm^2$) | 39.59 |
| VOLUMEN ($cm^3$) | 756.21 |
| PESO (g) | 2103.10 |
| DENSIDAD APARENTE ($g/cm^3$) | 2.78 |
| LECTURA DEL CUADRANTE DE CARGA (TM) | 42.60 |
| RESISTENCIA ($Kg/cm^2$) | 1076 |
| MODULO DE YOUNG E | — |
| COEFICIENTE DE POISSON | — |

Forma de rotura de la probeta



OBSERVACIONES:



PROYECTO: NUEVO TRAZADO SUBTERRANEO FERROCARRIL GIJÓN.

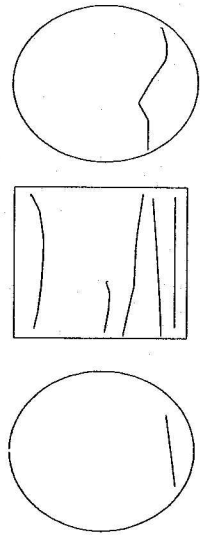
FECHA: JUNIO 2001

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS DE ROCA

UNE 22950-3/90

| MUESTRA Nº | S-15 TP 13.60-14.00 |
|---|---|
| DIAMETRO (cm) | 8.27 |
| ALTURA (cm) | 20.00 |
| ÁREA ($cm^2$) | 53.72 |
| VOLUMEN ($cm^3$) | 1074.31 |
| PESO (g) | 2819.50 |
| DENSIDAD APARENTE ($g/cm^3$) | 2.62 |
| LECTURA DEL CUADRANTE DE CARGA (TM) | 27.20 |
| RESISTENCIA ($Kg/cm^2$) | 506 |
| MODULO DE YOUNG E | — |
| COEFICIENTE DE POISSON | — |

Forma de rotura de la probeta



OBSERVACIONES:

TRABAJO: METRO TREN DE GIJÓN

FECHA: JUNIO 2001

## MUESTRA: S-1

### PH

UNE 7234

| |
|---|
| **6.96** |

### SUSTANCIAS DISUELTAS

UNE 7130

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+RESIDUO | RESIDUO SECO | SUST. SOLUBLES (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 169.206 | 169.254 | 0.048 | **0.480** |

### SULFATOS

UNE 7131

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+PRECIPITADO | PRECIPITADO SO4Ba | SO3 (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 12.6316 | 12.9648 | 0.3332 | **1.143** |

### CLORUROS

UNE 7178

| VOLUMEN MUESTRA | N AgNO3 | V AgNO3 | Cl- (mg/l) |
|---|---|---|---|
| 50 | 0.09852 | 0.9 | **63.0** |

### HIDRATOS DE CARBONO

UNE 7132

| | PRESENCIA |
|---|---|
| SACAROSA | **NO** |
| GLUCOSA Y REDUCTORES | **NO** |

### ACEITES Y GRASAS

UNE 7235

| PRESENCIA |
|---|
| **NO** |



TRABAJO: METRO TREN DE GIJÓN

FECHA: JUNIO 2001

## MUESTRA: S-2

### PH

UNE 7234

| |
|---|
| **9.29** |

### SUSTANCIAS DISUELTAS

UNE 7130

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+RESIDUO | RESIDUO SECO | SUST. SOLUBLES (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 200.901 | 200.965 | 0.064 | **0.640** |

### SULFATOS

UNE 7131

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+PRECIPITADO | PRECIPITADO SO4Ba | SO3 (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 14.5369 | 14.9965 | 0.4596 | **1.576** |

### CLORUROS

UNE 7178

| VOLUMEN MUESTRA | N AgNO3 | V AgNO3 | Cl- (mg/l) |
|---|---|---|---|
| 50 | 0.09852 | 1.8 | **125.9** |

### HIDRATOS DE CARBONO

UNE 7132

| | PRESENCIA |
|---|---|
| SACAROSA | **NO** |
| GLUCOSA Y REDUCTORES | **NO** |

### ACEITES Y GRASAS

UNE 7235

| PRESENCIA |
|---|
| **NO** |

TRABAJO: METRO TREN DE GIJÓN

FECHA: JUNIO 2001

## MUESTRA: S-4

### PH

UNE 7234

| |
|---|
| **7.60** |

### SUSTANCIAS DISUELTAS

UNE 7130

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+RESIDUO | RESIDUO SECO | SUST. SOLUBLES (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 206.992 | 207.011 | 0.019 | **0.190** |

### SULFATOS

UNE 7131

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+PRECIPITADO | PRECIPITADO SO4Ba | SO3 (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 12.3658 | 12.4313 | 0.0655 | **0.225** |

### CLORUROS

UNE 7178

| VOLUMEN MUESTRA | N AgNO3 | V AgNO3 | Cl- (mg/l) |
|---|---|---|---|
| 50 | 0.09852 | 0.8 | **56.0** |

### HIDRATOS DE CARBONO

UNE 7132

| | PRESENCIA |
|---|---|
| SACAROSA | **NO** |
| GLUCOSA Y REDUCTORES | **NO** |

### ACEITES Y GRASAS

UNE 7235

| PRESENCIA |
|---|
| **NO** |



TRABAJO: METRO TREN DE GIJÓN

FECHA: JUNIO 2001

## MUESTRA: S-5

### PH

UNE 7234

| |
|---|
| **7.16** |

### SUSTANCIAS DISUELTAS

UNE 7130

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+RESIDUO | RESIDUO SECO | SUST. SOLUBLES (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 205.765 | 205.784 | 0.019 | **0.190** |

### SULFATOS

UNE 7131

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+PRECIPITADO | PRECIPITADO SO4Ba | SO3 (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 13.2548 | 13.3279 | 0.0731 | **0.251** |

### CLORUROS

UNE 7178

| VOLUMEN MUESTRA | N AgNO3 | V AgNO3 | Cl- (mg/l) |
|---|---|---|---|
| 50 | 0.09852 | 0.7 | **49.0** |

### HIDRATOS DE CARBONO

UNE 7132

| | PRESENCIA |
|---|---|
| SACAROSA | **NO** |
| GLUCOSA Y REDUCTORES | **NO** |

### ACEITES Y GRASAS

UNE 7235

| PRESENCIA |
|---|
| **NO** |

TRABAJO: METRO TREN DE GIJÓN

FECHA: JUNIO 2001

## MUESTRA: S-4

### PH

UNE 7234

| |
|---|
| **7.60** |

### SUSTANCIAS DISUELTAS

UNE 7130

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+RESIDUO | RESIDUO SECO | SUST. SOLUBLES (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 206.992 | 207.011 | 0.019 | **0.190** |

### SULFATOS

UNE 7131

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+PRECIPITADO | PRECIPITADO SO4Ba | SO3 (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 12.3658 | 12.4313 | 0.0655 | **0.225** |

### CLORUROS

UNE 7178

| VOLUMEN MUESTRA | N AgNO3 | V AgNO3 | Cl- (mg/l) |
|---|---|---|---|
| 50 | 0.09852 | 0.8 | **56.0** |

### HIDRATOS DE CARBONO

UNE 7132

| | PRESENCIA |
|---|---|
| SACAROSA | **NO** |
| GLUCOSA Y REDUCTORES | **NO** |

### ACEITES Y GRASAS

UNE 7235

| PRESENCIA |
|---|
| **NO** |



TRABAJO: METRO TREN DE GIJÓN

FECHA: JUNIO 2001

## MUESTRA: S-5

### PH

UNE 7234

| |
|---|
| **7.16** |

### SUSTANCIAS DISUELTAS

UNE 7130

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+RESIDUO | RESIDUO SECO | SUST. SOLUBLES (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 205.765 | 205.784 | 0.019 | **0.190** |

### SULFATOS

UNE 7131

| VOLUMEN MUESTRA | TARA CRISOL | CRISOL+PRECIPITADO | PRECIPITADO SO4Ba | SO3 (g/l) |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 13.2548 | 13.3279 | 0.0731 | **0.251** |

### CLORUROS

UNE 7178

| VOLUMEN MUESTRA | N AgNO3 | V AgNO3 | Cl- (mg/l) |
|---|---|---|---|
| 50 | 0.09852 | 0.7 | **49.0** |

### HIDRATOS DE CARBONO

UNE 7132

| | PRESENCIA |
|---|---|
| SACAROSA | **NO** |
| GLUCOSA Y REDUCTORES | **NO** |

### ACEITES Y GRASAS

UNE 7235

| PRESENCIA |
|---|
| **NO** |

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-1 (2,30-2,90) |

## ANALISIS GRANULOMETRICO

| Tamices | | Retenido entre tamices | | Pasa en muestra total | |
|---|---|---|---|---|---|
| Designación A.S.T.M | Abertura mm. | Parte fina ensayada Grs. | Muestra total Grs. | Gramos | % |
| 4" | 100 | | | | |
| 3½" | 90 | | | | |
| 3" | 80 | | | | |
| 2½" | 63 | | | | |
| 2" | 50 | | | | |
| 1½" | 40 | | | 266 | 100 |
| 1" | 25 | | 18 | 248 | 93 |
| 3/4" | 20 | | 20 | 228 | 86 |
| 1/2" | 12,5 | | 23 | 205 | 77 |
| 3/8" | 10 | | 8 | 197 | 74 |
| 1/4" | 6,3 | | | | |
| Nº 4 | 5 | | 38 | 159 | 60 |
| Nº 10 | 2 | | 21 | 138 | 52 |
| Nº 40 | 0,4 | | 31 | 107 | 40 |
| Nº 80 | 0,16 | | 40 | 67 | 25 |
| Nº 200 | 0,08 | | 32 | 35 | 13 |

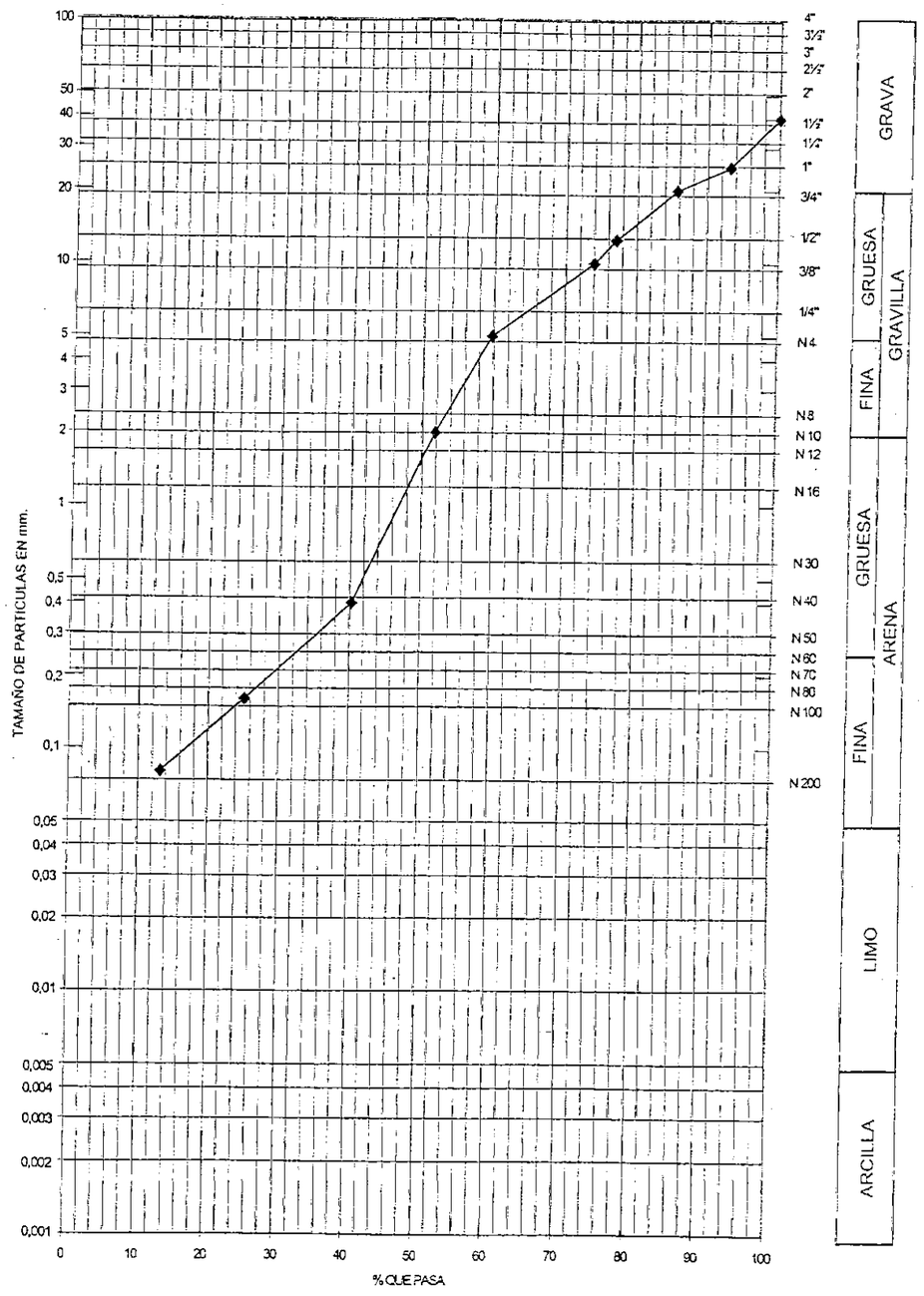
Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.



ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-1 (2,30-2,90) |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-1 (7,90 – 8,20) |

HUMEDAD NATURAL ..... 39,5 %

DENSIDAD HUMEDA ..... 1,971 g/cm$^3$

DENSIDAD SECA ..... 1,413 g/cm$^3$

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Regis** Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

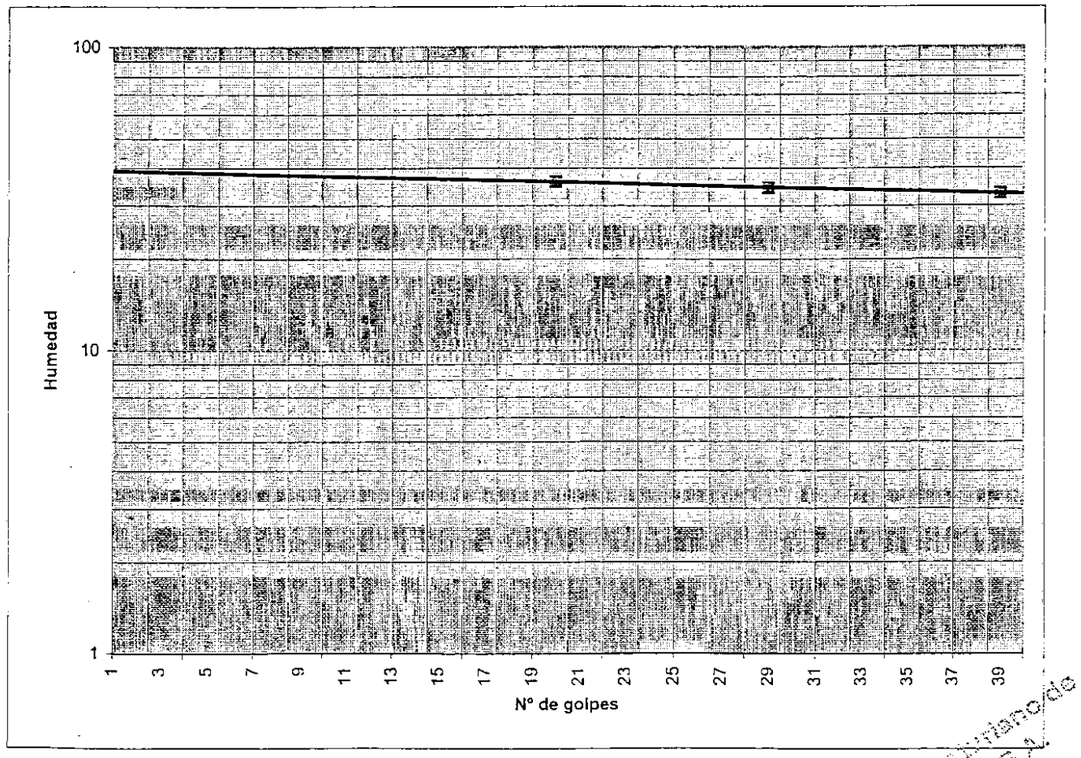


ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA : | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA : | S-1 (7,90 - 8,20) |
| HOJA Nº : | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | 16 | 23 | 32 | | | | |
| REF. TARA | A | B | C | | D | E | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | 5,49 | 5,19 | 4,89 | | 1,12 | 1,16 | |
| t+s+a | 49,95 | 49,36 | 48,45 | | 33,82 | 33,25 | |
| t+s | 44,46 | 44,17 | 43,56 | | 32,7 | 32,09 | |
| t | 29,25 | 29,08 | 28,75 | | 27,75 | 27,01 | |
| s=(t+s)-t | 15,21 | 15,09 | 14,81 | | 4,95 | 5,08 | |
| h=a/s*100 | 36,1 | 34,4 | 33,0 | | 22,6 | 22,8 | |
| | | | | 34 | 22,8 | 11,2 | |
| | | | | LL | LP | IP | |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-1 (7,90 - 8,20) |

## ANALISIS GRANULOMETRICO

| Tamices | | Retenido entre tamices | | Pasa en muestra total | |
|---|---|---|---|---|---|
| Designación A.S.T.M | Abertura mm. | Parte fina ensayada Grs. | Muestra total Grs. | Gramos | % |
| 4" | 100 | | | | |
| 3½" | 90 | | | | |
| 3" | 80 | | | | |
| 2½" | 63 | | | | |
| 2" | 50 | | | | |
| 1½" | 40 | | | | |
| 1" | 25 | | | | |
| 3/4" | 20 | | | 538 | 100 |
| 1/2" | 12,5 | | 20 | 518 | 96 |
| 3/8" | 10 | | 28 | 490 | 91 |
| 1/4" | 6,3 | | | | |
| Nº 4 | 5 | | 50 | 440 | 82 |
| Nº 10 | 2 | | 15 | 425 | 79 |
| Nº 40 | 0,4 | | 48 | 377 | 70 |
| Nº 80 | 0,16 | | 26 | 351 | 65 |
| Nº 200 | 0,08 | | 24 | 327 | 61 |

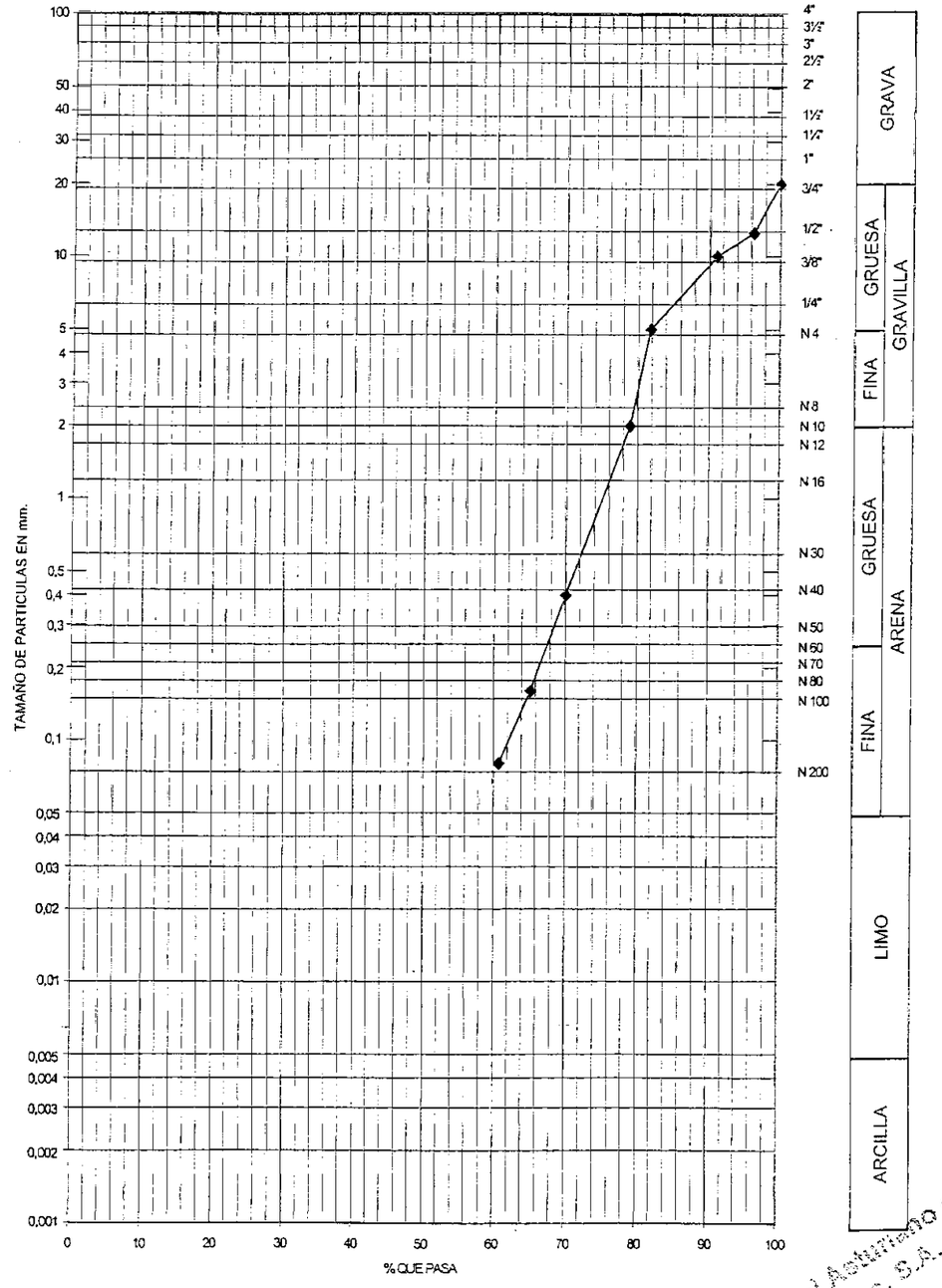
Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-1 (7,90 - 8,20) |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Referencia del laboratorio: G-4435

# APERTURA Y DESCRIPCION DE MUESTRA
## IAT-SUE.APER.001

*DATOS GENERALES:*

INFORME NÚMERO: 3886/1-6
PETICIONARIO: MINISTERIO DE FOMENTO. S.G.P.P. DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
CLIENTE: UTE SG - PAYMA - SGS TECNOS III
DENOMINACIÓN: METROTREN DE GIJON.

*DATOS DE LA MUESTRA:*

Situación: S-1
Profundidad, m: 7.9 - 8.2

Tipo de muestra: TP
Fecha de toma:

Diametro, cm: 10
Fecha de recepción: 13/9/02

Longitud, cm: 7
Fecha de apertura: 16/9/02

Almacenamiento: CÁMARA HÚMEDA
Medio de apertura: MANUAL

Entorno de ensayo: LABORATORIO DE GEOTECNIA
Operador: BMA

*DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:*

| Nivel dif. | Litología | Observaciones P- penetrómetro manual, V- vane-test manual: kp/cm2 |
|---|---|---|
| 7.9 m | ARCILLA CON INDICIOS DE ARENA. TONALIDAD GRISÁCEA OSCURA. | |
| 7.97 m | | |

*ENSAYOS REALIZADOS:*

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS - UNE 103302:1994
EDÓMETRO - UNE 103405:1994

*OBSERVACIONES:*

La información contenida en esta ficha de apertura afecta exclusivamente a las hojas de ensayo siguientes con el mismo numero de referencia de la muestra. Cada ensayo se realiza según la Norma o procedimiento indicado en la hoja de ensayo correspondiente.



Referencia del laboratorio: G-4435

# DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO
## UNE 103.302/94

*DATOS DEL ENSAYO:*

Masa del picnómetro calibrado, g: M1
Masa del picnómetro medio lleno de agua, g: M2
Masa del picnómetro medio lleno de agua + muestra, g: M3
Masa del picnómetro + muestra enrasado, g: M4

Temperatura de ensayo: 25 °C
Factor de corrección (K1): 0.99880

$$\text{Densidad relativa de las partículas de un suelo (G), gr/cm}^3 = \frac{M3 - M2}{(M3-M2) + (M1-M4)} \times K1$$

| N/Ref. | M1, g | M2, g | M3, g | M4, g | G, g/cm³ |
|---|---|---|---|---|---|
| 44 | 85.919 | 27.755 | 37.318 | 91.775 | 2.577 |
| 39 | 90.275 | 28.707 | 36.034 | 94.761 | 2.576 |

*RESULTADO DEL ENSAYO:*

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO (G): 2.577 gr/cm³

*OBSERVACIONES:*

OPERADOR: BMA

PAYMACotas

Referencia del laboratorio: G-4435

# CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO
## UNE 103.405/94

| Equipo |
|---|
| EDÓMETRO TRADICIONAL NORMATEST |

| Dimensiones probeta | |
|---|---|
| Altura, cm | 1.190 |
| Diámetro, cm | 4.482 |
| Superficie, $cm^2$ | 15.78 |
| Volumen, $cm^3$ | 18.78 |

| Ensayo de Colapso | |
|---|---|
| Presión de inundación, $kp/cm^2$ | |
| Lectura final antes de inundar, mm | |
| Lectura final después de inundar, mm | |
| ÍNDICE DE COLAPSO (I), % | |
| POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO (Ic), % | |

| Resultados | |
|---|---|
| Peso anillo, g | 396.15 |
| Peso anillo+suelo, g | 433.93 |
| Peso inicial suelo húmedo, g | 37.78 |
| Densidad rel. part. sólidas, $g/cm^3$ | 2.58 |
| Humedad inicial, % | 23.4 |
| Densidad aparente inicial, $g/cm^3$ | 2.01 |
| Densidad seca inicial, $g/cm^3$ | 1.63 |
| Grado saturación inicial, % | 100.00 |
| Humedad final, % | 18.2 |
| Densidad aparente final, $g/cm^3$ | 2.08 |
| Densidad seca final, $g/cm^3$ | 1.76 |
| Grado de saturación final, % | 100.00 |

| Resultados | |
|---|---|
| Índice de poros inicial, $e_0$ | 0.5810 |
| Índice de poros final, $e_f$ | 0.4777 |
| Altura de sólido (Hs), cm | 0.7527 |
| Altura de poros final (Hps), cm | 0.3561 |

**Resultados**

| ESCALÓN PRESIÓN kp/cm² | FECHA CARGA | TIEMPO sg | ASIENTO INSTÁNTANEO mm | LECTURA INICIAL t=10 sg mm | $L_0$ (MET. CASAGRANDE) mm | LECTURA FINAL mm | ALTURA PROBETA FINAL cm | ÍNDICE POROS en $L_0$ $e_{L0}$ | ÍNDICE POROS FINAL $e_f$ | ÍNDICE COMPRESIÓN Cc | ÍNDICE HINCHAMIENTO Cs | MÓDULO EDOMÉTRICO Em kp/cm² | COEF. COMPRESIBILIDAD ($a_v$) kp/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.125 | 19/9/02 | 68 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.1900 | 0.5810 | 0.5810 | | | | |
| 0.25 | 19/9/02 | 807 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | 1.1901 | 0.5811 | 0.5811 | 0.0003 | | 1 976.25 | 0.0008 |
| 0.5 | 19/9/02 | 81 595 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 1.1898 | 0.5810 | 0.5807 | 0.0013 | | 988.19 | 0.0016 |
| 1 | 20/9/02 | 86 641 | 0.008 | 0.010 | 0.004 | 0.046 | 1.1854 | 0.5804 | 0.5749 | 0.0193 | | 136.27 | 0.0116 |
| 2 | 21/9/02 | 88 419 | 0.043 | 0.089 | 0.079 | 0.182 | 1.1718 | 0.5705 | 0.5568 | 0.0601 | | 87.01 | 0.0181 |
| 4 | 22/9/02 | 85 445 | 0.053 | 0.235 | 0.220 | 0.391 | 1.1509 | 0.5517 | 0.5290 | 0.0923 | | 112.00 | 0.0139 |
| 8 | 23/9/02 | 86 345 | 0.061 | 0.452 | 0.431 | 0.726 | 1.1174 | 0.5237 | 0.4845 | 0.1478 | | 137.44 | 0.0111 |
| 16 | 24/9/02 | 84 470 | 0.055 | 0.781 | 0.756 | 1.147 | 1.0753 | 0.4805 | 0.4286 | 0.1857 | | 212.45 | 0.0070 |
| 32 | 25/9/02 | 85 177 | 0.049 | 1.196 | 1.162 | 1.624 | 1.0276 | 0.4266 | 0.3652 | 0.2106 | | 360.53 | 0.0040 |
| 0.125 | 26/9/02 | 86 235 | -0.087 | 1.537 | 1.573 | 0.777 | 1.1123 | 0.3720 | 0.4777 | | 0.0467 | 386.81 | 0.0035 |

NOTA: Los índices de compresión (Cc) y de hinchamiento (Cs), así como los módulos edométricos (Em) y los coeficientes de compresibilidad (av), se estiman de forma aproximada entre un escalón de presión y el inmediatamente anterior, tomando además para el cálculo los valores de índice de poros obtenidos al final de los escalones de presión considerados.

*OBSERVACIONES:*

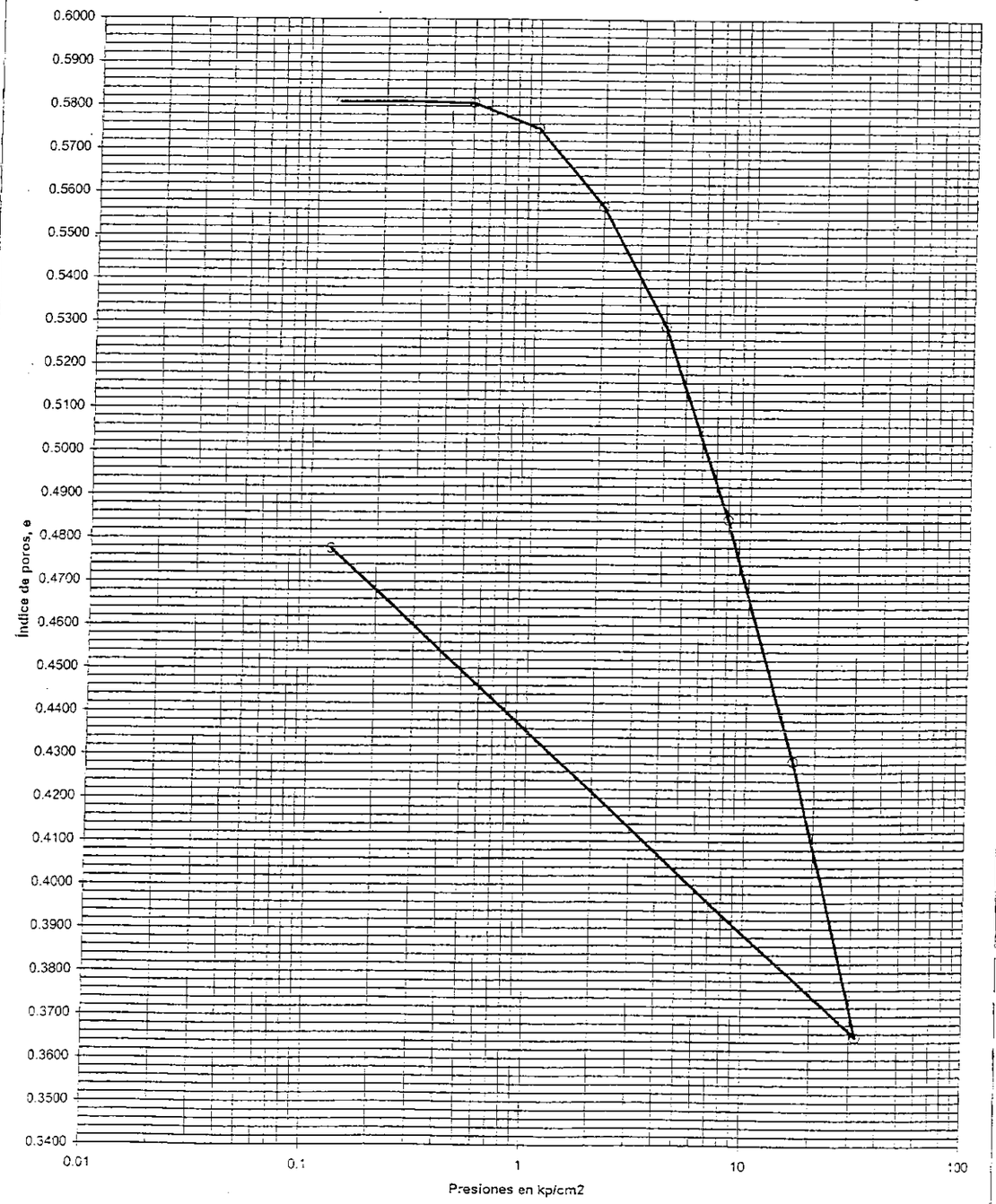


PAYMACotas

Referencia del laboratorio: G-4435

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94
## CURVA EDOMÉTRICA

DENSIDAD SECA INICIAL: 1.63 $gr/cm^3$ HUMEDAD INICIAL: 23.4 % DENSIDAD RELATIVA
INDICE DE POROS INICIAL: 0.5810 HUMEDAD FINAL: 18.2 % DE LAS PARTÍCULAS: 2.577 $gr/cm^3$



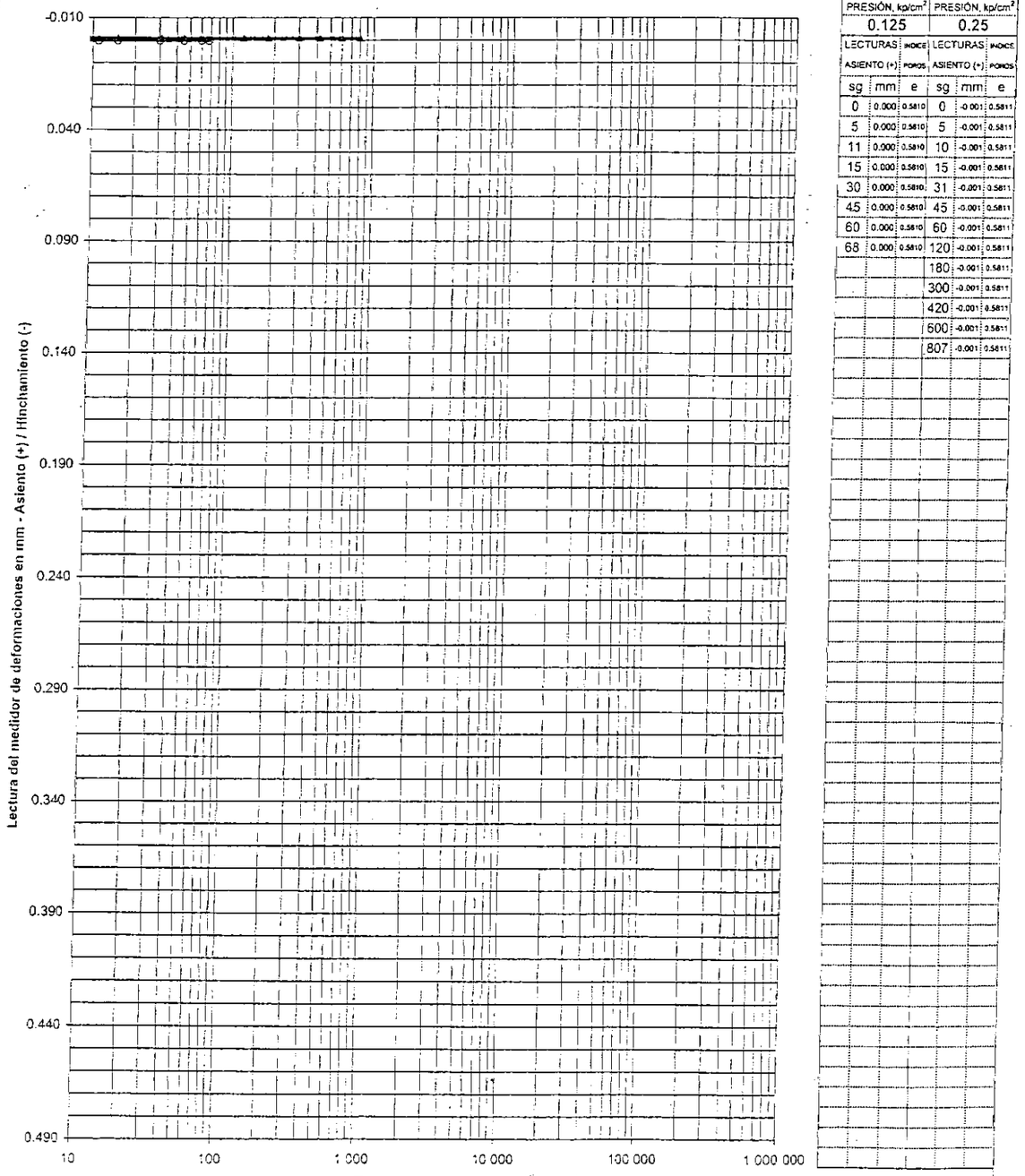
Referencia del laboratorio: G-4435

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 0.125 — 0.25
$L_0$ (método de Casagrande): 0.000 -0.001

Diámetro probeta, cm: 4.482
Altura inicial probeta, cm: 1.190




ESCALONES DE PRESIÓN

| FECHA | | | FECHA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 19-sep-02 | | | 19-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 0.125 | | | 0.25 | | |
| LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS | LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.000 | 0.5810 | 0 | -0.001 | 0.5811 |
| 5 | 0.000 | 0.5810 | 5 | -0.001 | 0.5811 |
| 11 | 0.000 | 0.5810 | 10 | -0.001 | 0.5811 |
| 15 | 0.000 | 0.5810 | 15 | -0.001 | 0.5811 |
| 30 | 0.000 | 0.5810 | 31 | -0.001 | 0.5811 |
| 45 | 0.000 | 0.5810 | 45 | -0.001 | 0.5811 |
| 60 | 0.000 | 0.5810 | 60 | -0.001 | 0.5811 |
| 68 | 0.000 | 0.5810 | 120 | -0.001 | 0.5811 |
| | | | 180 | -0.001 | 0.5811 |
| | | | 300 | -0.001 | 0.5811 |
| | | | 420 | -0.001 | 0.5811 |
| | | | 600 | -0.001 | 0.5811 |
| | | | 807 | -0.001 | 0.5811 |



PAYMACotas

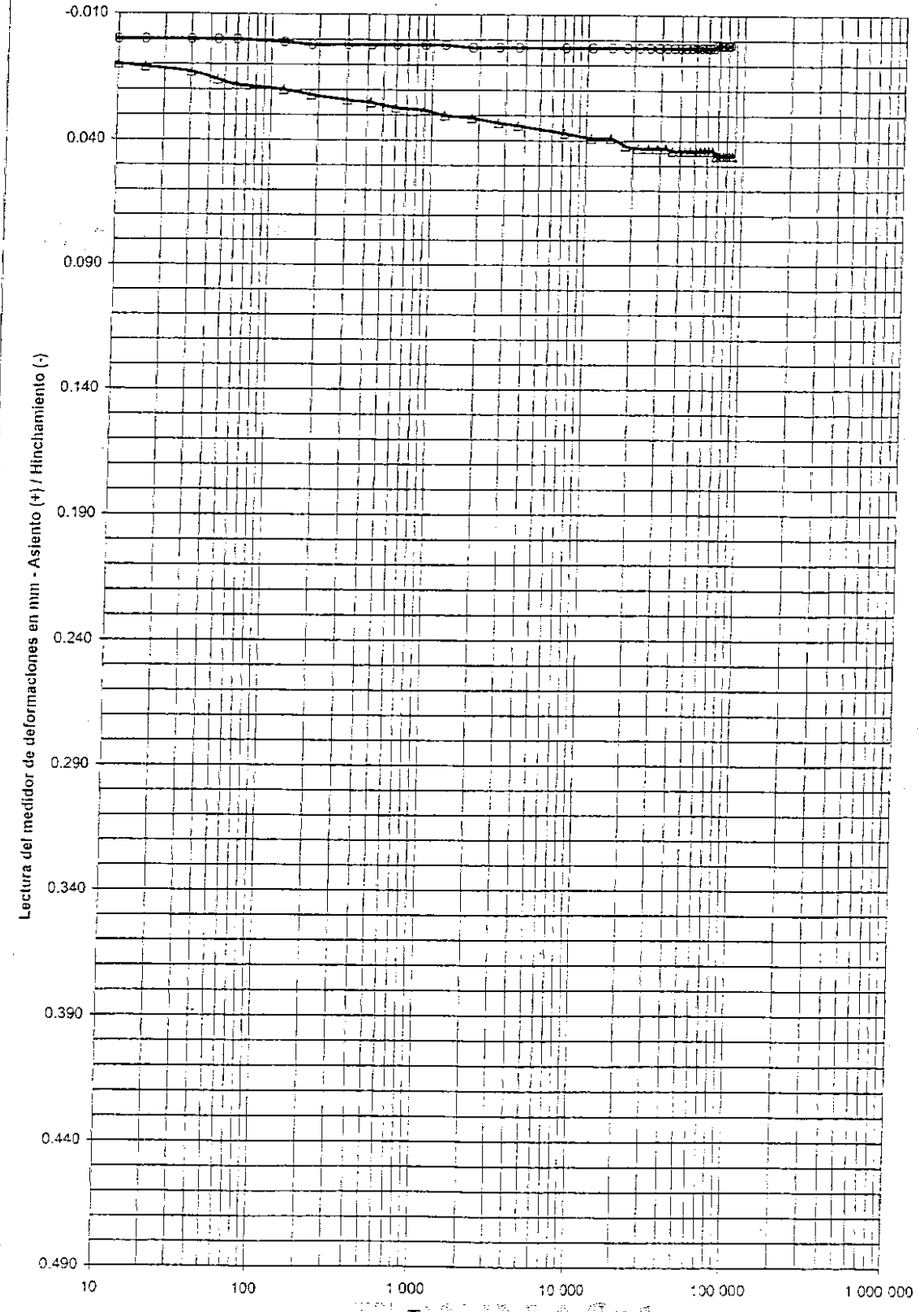
Referencia del laboratorio: G-4435

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 0.5 — 1
$L_0$ (método de Casagrande): 0.000 0.004

Diámetro probeta, cm: 4.482
Altura inicial probeta, cm: 1.190




ESCALONES DE PRESIÓN

| FECHA | | | FECHA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 19-sep-02 | | | 20-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 0.5 | | | 1 | | |
| LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS | LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.000 | 0.5810 | 0 | 0.008 | 0.5799 |
| 5 | 0.000 | 0.5810 | 5 | 0.010 | 0.5795 |
| 10 | 0.000 | 0.5810 | 10 | 0.010 | 0.5795 |
| 15 | 0.000 | 0.5810 | 15 | 0.011 | 0.5795 |
| 30 | 0.000 | 0.5810 | 30 | 0.013 | 0.5792 |
| 45 | 0.000 | 0.5810 | 45 | 0.016 | 0.5788 |
| 60 | 0.000 | 0.5810 | 60 | 0.018 | 0.5786 |
| 120 | 0.001 | 0.5808 | 120 | 0.020 | 0.5783 |
| 180 | 0.002 | 0.5807 | 180 | 0.022 | 0.5781 |
| 300 | 0.002 | 0.5807 | 300 | 0.024 | 0.5778 |
| 420 | 0.002 | 0.5807 | 420 | 0.025 | 0.5777 |
| 601 | 0.002 | 0.5807 | 600 | 0.027 | 0.5774 |
| 900 | 0.002 | 0.5807 | 900 | 0.028 | 0.5773 |
| 1 200 | 0.002 | 0.5807 | 1 200 | 0.030 | 0.5770 |
| 1 800 | 0.003 | 0.5806 | 1 800 | 0.031 | 0.5769 |
| 2 700 | 0.003 | 0.5806 | 2 700 | 0.033 | 0.5766 |
| 3 600 | 0.003 | 0.5806 | 3 600 | 0.034 | 0.5765 |
| 7 200 | 0.003 | 0.5806 | 7 200 | 0.037 | 0.5761 |
| 10 800 | 0.003 | 0.5806 | 10 800 | 0.039 | 0.5758 |
| 14 400 | 0.003 | 0.5806 | 14 400 | 0.039 | 0.5758 |
| 18 000 | 0.003 | 0.5806 | 18 000 | 0.042 | 0.5754 |
| 21 600 | 0.003 | 0.5806 | 21 600 | 0.043 | 0.5753 |
| 25 200 | 0.003 | 0.5806 | 25 201 | 0.043 | 0.5753 |
| 28 800 | 0.003 | 0.5806 | 28 800 | 0.043 | 0.5753 |
| 32 400 | 0.003 | 0.5806 | 32 400 | 0.043 | 0.5753 |
| 36 000 | 0.003 | 0.5806 | 36 000 | 0.044 | 0.5751 |
| 39 600 | 0.003 | 0.5806 | 39 600 | 0.044 | 0.5751 |
| 43 200 | 0.003 | 0.5806 | 43 200 | 0.044 | 0.5751 |
| 46 800 | 0.003 | 0.5806 | 46 800 | 0.044 | 0.5751 |
| 50 400 | 0.003 | 0.5806 | 50 400 | 0.044 | 0.5751 |
| 54 001 | 0.003 | 0.5806 | 54 000 | 0.044 | 0.5751 |
| 57 600 | 0.003 | 0.5806 | 57 600 | 0.044 | 0.5751 |
| 61 200 | 0.003 | 0.5806 | 61 200 | 0.044 | 0.5751 |
| 64 800 | 0.003 | 0.5806 | 64 800 | 0.044 | 0.5751 |
| 68 400 | 0.002 | 0.5807 | 68 400 | 0.046 | 0.5749 |
| 72 000 | 0.002 | 0.5807 | 72 000 | 0.046 | 0.5749 |
| 75 600 | 0.002 | 0.5807 | 75 600 | 0.046 | 0.5749 |
| 79 200 | 0.002 | 0.5807 | 79 200 | 0.046 | 0.5749 |
| 81 595 | 0.002 | 0.5807 | 82 800 | 0.046 | 0.5749 |
| | | | 86 400 | 0.046 | 0.5749 |
| | | | 86 641 | 0.046 | 0.5749 |

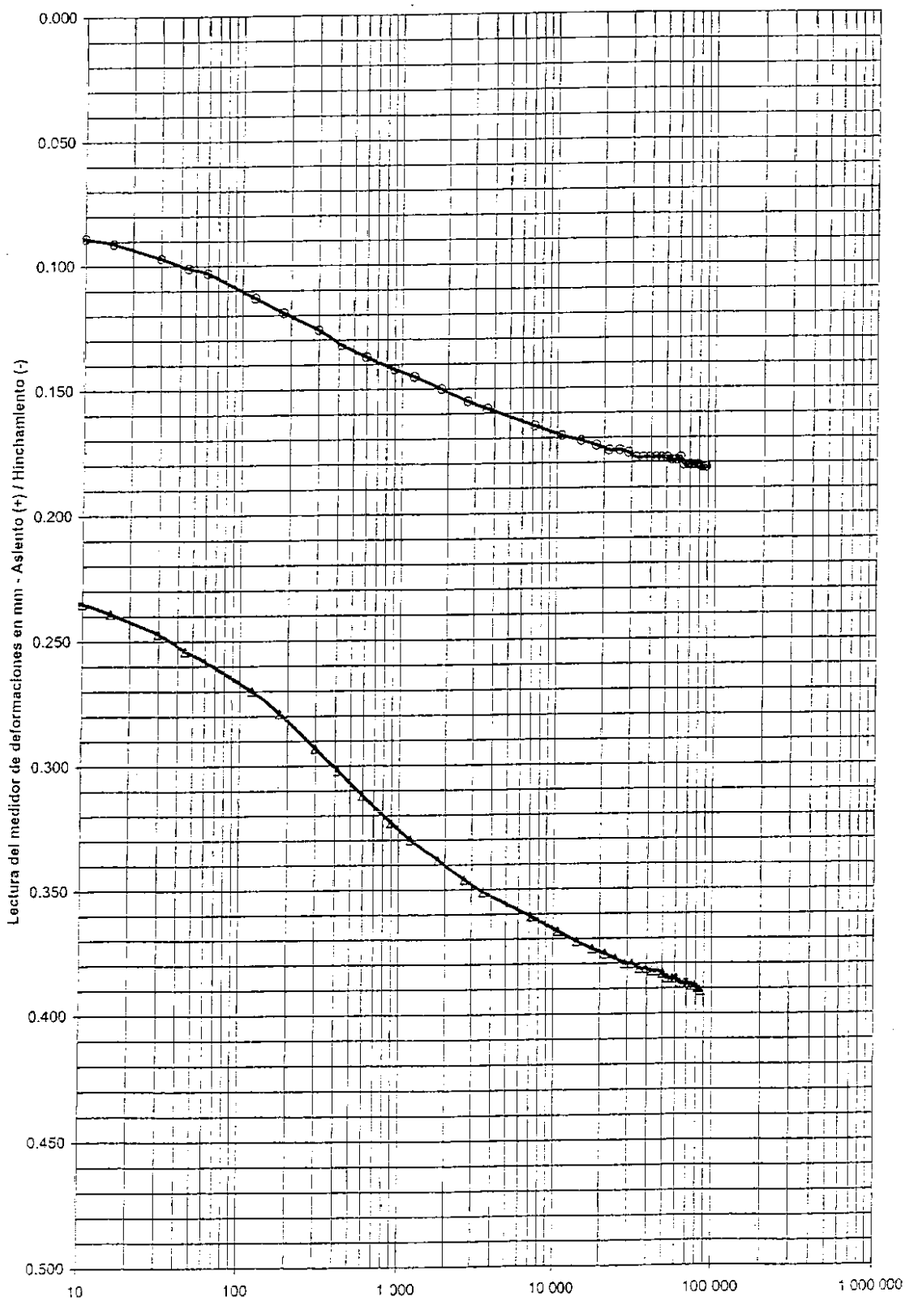
Referencia del laboratorio: G-4435

## ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

| Escalón de presión (kp/cm²): | 2 | 4 |
|---|---|---|
| $L_0$ (método de Casagrande): | 0.079 | 0.220 |

Diámetro probeta, cm: 4.482
Altura inicial probeta, cm: 1.190




| ESCALONES DE PRESIÓN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 21-sep-02 | | | 22-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 2 | | | 4 | | |
| LECTURAS: ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS | LECTURAS: ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.078 | 0.5706 | 0 | 0.225 | 0.5509 |
| 5 | 0.086 | 0.5695 | 5 | 0.231 | 0.5503 |
| 10 | 0.089 | 0.5692 | 10 | 0.235 | 0.5498 |
| 15 | 0.091 | 0.5689 | 15 | 0.239 | 0.5492 |
| 30 | 0.097 | 0.5681 | 30 | 0.247 | 0.5482 |
| 45 | 0.101 | 0.5676 | 45 | 0.254 | 0.5472 |
| 60 | 0.103 | 0.5673 | 60 | 0.258 | 0.5467 |
| 120 | 0.113 | 0.5660 | 120 | 0.270 | 0.5451 |
| 180 | 0.119 | 0.5652 | 180 | 0.279 | 0.5439 |
| 300 | 0.126 | 0.5642 | 301 | 0.293 | 0.5420 |
| 420 | 0.132 | 0.5634 | 420 | 0.302 | 0.5409 |
| 600 | 0.137 | 0.5628 | 600 | 0.312 | 0.5395 |
| 900 | 0.142 | 0.5621 | 900 | 0.323 | 0.5381 |
| 1 200 | 0.145 | 0.5617 | 1 200 | 0.330 | 0.5371 |
| 1 800 | 0.150 | 0.5610 | 1 800 | 0.338 | 0.5361 |
| 2 700 | 0.155 | 0.5604 | 2 700 | 0.345 | 0.5350 |
| 3 600 | 0.158 | 0.5600 | 3 600 | 0.351 | 0.5343 |
| 7 200 | 0.165 | 0.5591 | 7 200 | 0.361 | 0.5330 |
| 10 800 | 0.169 | 0.5585 | 10 800 | 0.367 | 0.5322 |
| 14 400 | 0.171 | 0.5583 | 14 401 | 0.371 | 0.5317 |
| 18 001 | 0.173 | 0.5580 | 18 000 | 0.374 | 0.5313 |
| 21 600 | 0.175 | 0.5577 | 21 600 | 0.376 | 0.5310 |
| 25 200 | 0.175 | 0.5577 | 25 200 | 0.378 | 0.5308 |
| 28 800 | 0.176 | 0.5576 | 28 800 | 0.380 | 0.5305 |
| 32 400 | 0.176 | 0.5573 | 32 400 | 0.380 | 0.5305 |
| 36 000 | 0.178 | 0.5573 | 36 000 | 0.382 | 0.5302 |
| 39 600 | 0.178 | 0.5573 | 39 600 | 0.382 | 0.5302 |
| 43 201 | 0.178 | 0.5573 | 43 200 | 0.383 | 0.5301 |
| 46 800 | 0.178 | 0.5573 | 46 800 | 0.383 | 0.5301 |
| 50 400 | 0.178 | 0.5573 | 50 400 | 0.384 | 0.5300 |
| 54 000 | 0.179 | 0.5572 | 54 000 | 0.386 | 0.5297 |
| 57 600 | 0.179 | 0.5572 | 57 600 | 0.386 | 0.5297 |
| 61 200 | 0.178 | 0.5573 | 61 200 | 0.386 | 0.5297 |
| 64 800 | 0.181 | 0.5569 | 64 800 | 0.388 | 0.5294 |
| 68 400 | 0.181 | 0.5569 | 68 400 | 0.388 | 0.5294 |
| 72 000 | 0.181 | 0.5569 | 72 000 | 0.388 | 0.5294 |
| 75 600 | 0.181 | 0.5569 | 75 600 | 0.389 | 0.5293 |
| 79 200 | 0.181 | 0.5569 | 79 200 | 0.389 | 0.5293 |
| 82 800 | 0.182 | 0.5568 | 82 800 | 0.390 | 0.5292 |
| 86 400 | 0.182 | 0.5568 | 85 445 | 0.391 | 0.5290 |
| 88 419 | 0.182 | 0.5568 | | | |



PAYMACotas

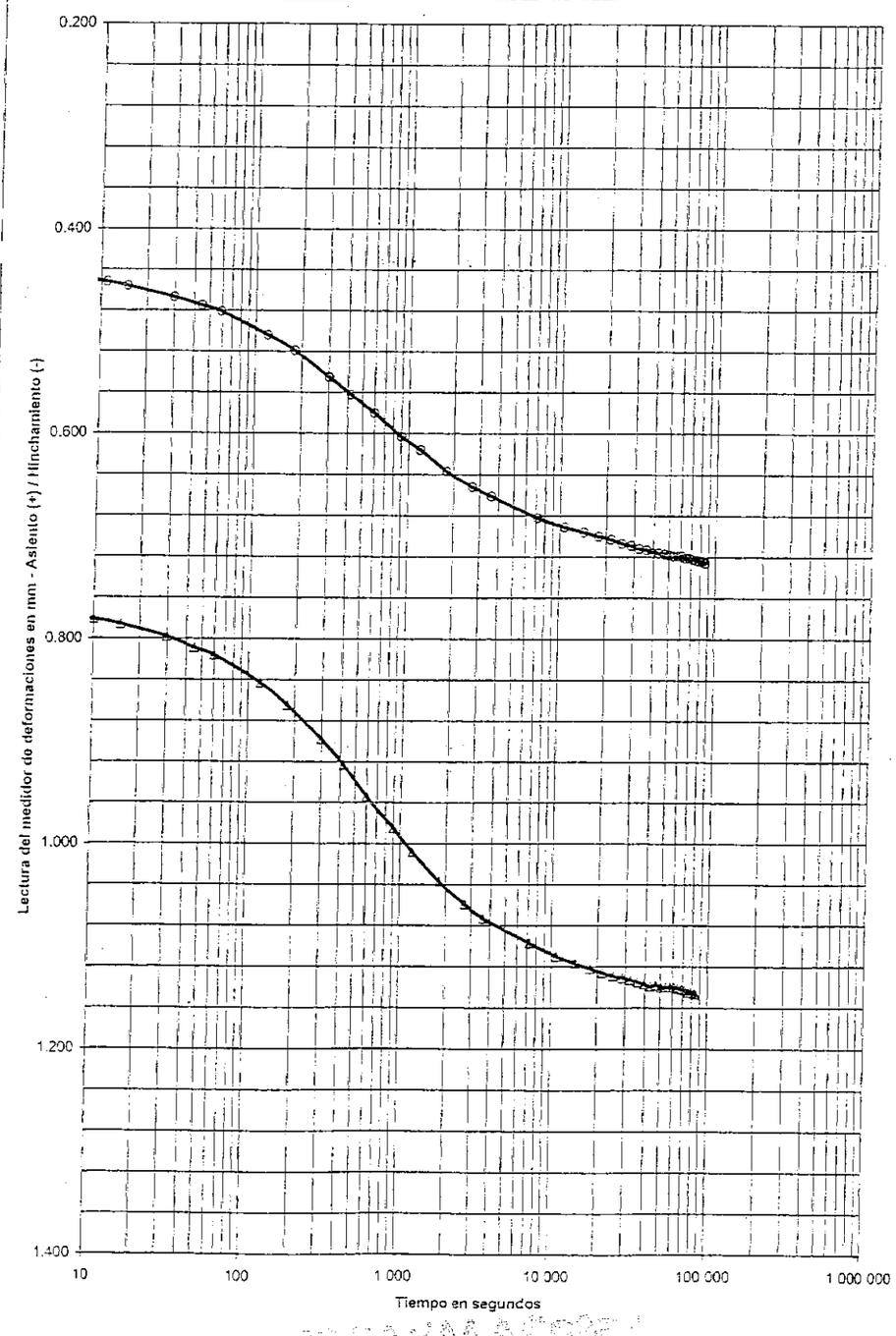
Referencia del laboratorio: G-4435

## ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

| Escalón de presión (kp/cm²): | 8 | 16 |
|---|---|---|
| $L_0$ (método de Casagrande): | 0.431 | 0.756 |

Diámetro probeta, cm: 4.482
Altura inicial probeta, cm: 1.190




| ESCALONES DE PRESIÓN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 23-sep-02 | | | 24-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 8 | | | 16 | | |
| LECTURAS: ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS | LECTURAS: ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.436 | 0.5231 | 0 | 0.767 | 0.4791 |
| 5 | 0.446 | 0.5217 | 5 | 0.776 | 0.4779 |
| 11 | 0.452 | 0.5209 | 10 | 0.781 | 0.4772 |
| 15 | 0.456 | 0.5204 | 15 | 0.786 | 0.4766 |
| 30 | 0.467 | 0.5189 | 30 | 0.798 | 0.4750 |
| 45 | 0.475 | 0.5179 | 45 | 0.809 | 0.4735 |
| 60 | 0.481 | 0.5171 | 60 | 0.816 | 0.4726 |
| 120 | 0.504 | 0.5140 | 120 | 0.843 | 0.4690 |
| 180 | 0.519 | 0.5120 | 180 | 0.865 | 0.4661 |
| 301 | 0.545 | 0.5086 | 300 | 0.898 | 0.4617 |
| 420 | 0.562 | 0.5063 | 420 | 0.923 | 0.4583 |
| 600 | 0.580 | 0.5039 | 600 | 0.954 | 0.4542 |
| 900 | 0.603 | 0.5009 | 900 | 0.985 | 0.4501 |
| 1 200 | 0.616 | 0.4991 | 1 201 | 1.008 | 0.4471 |
| 1 800 | 0.637 | 0.4963 | 1 800 | 1.037 | 0.4432 |
| 2 700 | 0.652 | 0.4944 | 2 700 | 1.059 | 0.4403 |
| 3 600 | 0.661 | 0.4932 | 3 600 | 1.073 | 0.4384 |
| 7 200 | 0.682 | 0.4904 | 7 200 | 1.097 | 0.4352 |
| 10 801 | 0.691 | 0.4892 | 10 800 | 1.110 | 0.4335 |
| 14 400 | 0.696 | 0.4885 | 14 400 | 1.117 | 0.4326 |
| 18 000 | 0.700 | 0.4880 | 18 000 | 1.122 | 0.4319 |
| 21 601 | 0.703 | 0.4876 | 21 600 | 1.125 | 0.4314 |
| 25 200 | 0.707 | 0.4870 | 25 200 | 1.129 | 0.4310 |
| 28 800 | 0.709 | 0.4868 | 28 800 | 1.131 | 0.4307 |
| 32 400 | 0.712 | 0.4864 | 32 400 | 1.133 | 0.4305 |
| 36 000 | 0.713 | 0.4862 | 36 000 | 1.135 | 0.4302 |
| 39 600 | 0.716 | 0.4859 | 39 601 | 1.137 | 0.4299 |
| 43 200 | 0.716 | 0.4859 | 43 200 | 1.139 | 0.4297 |
| 46 801 | 0.717 | 0.4857 | 46 800 | 1.138 | 0.4298 |
| 50 400 | 0.718 | 0.4856 | 50 400 | 1.140 | 0.4295 |
| 54 000 | 0.719 | 0.4855 | 54 000 | 1.140 | 0.4295 |
| 57 600 | 0.718 | 0.4855 | 57 600 | 1.140 | 0.4295 |
| 61 200 | 0.719 | 0.4855 | 61 200 | 1.140 | 0.4295 |
| 64 800 | 0.721 | 0.4852 | 64 800 | 1.141 | 0.4294 |
| 68 400 | 0.721 | 0.4852 | 68 400 | 1.142 | 0.4293 |
| 72 000 | 0.722 | 0.4851 | 72 000 | 1.143 | 0.4291 |
| 75 600 | 0.723 | 0.4849 | 75 600 | 1.145 | 0.4289 |
| 79 200 | 0.724 | 0.4848 | 79 200 | 1.145 | 0.4289 |
| 82 800 | 0.724 | 0.4848 | 82 800 | 1.146 | 0.4287 |
| 85 345 | 0.726 | 0.4845 | 84 470 | 1.147 | 0.4286 |

PAYMACetas

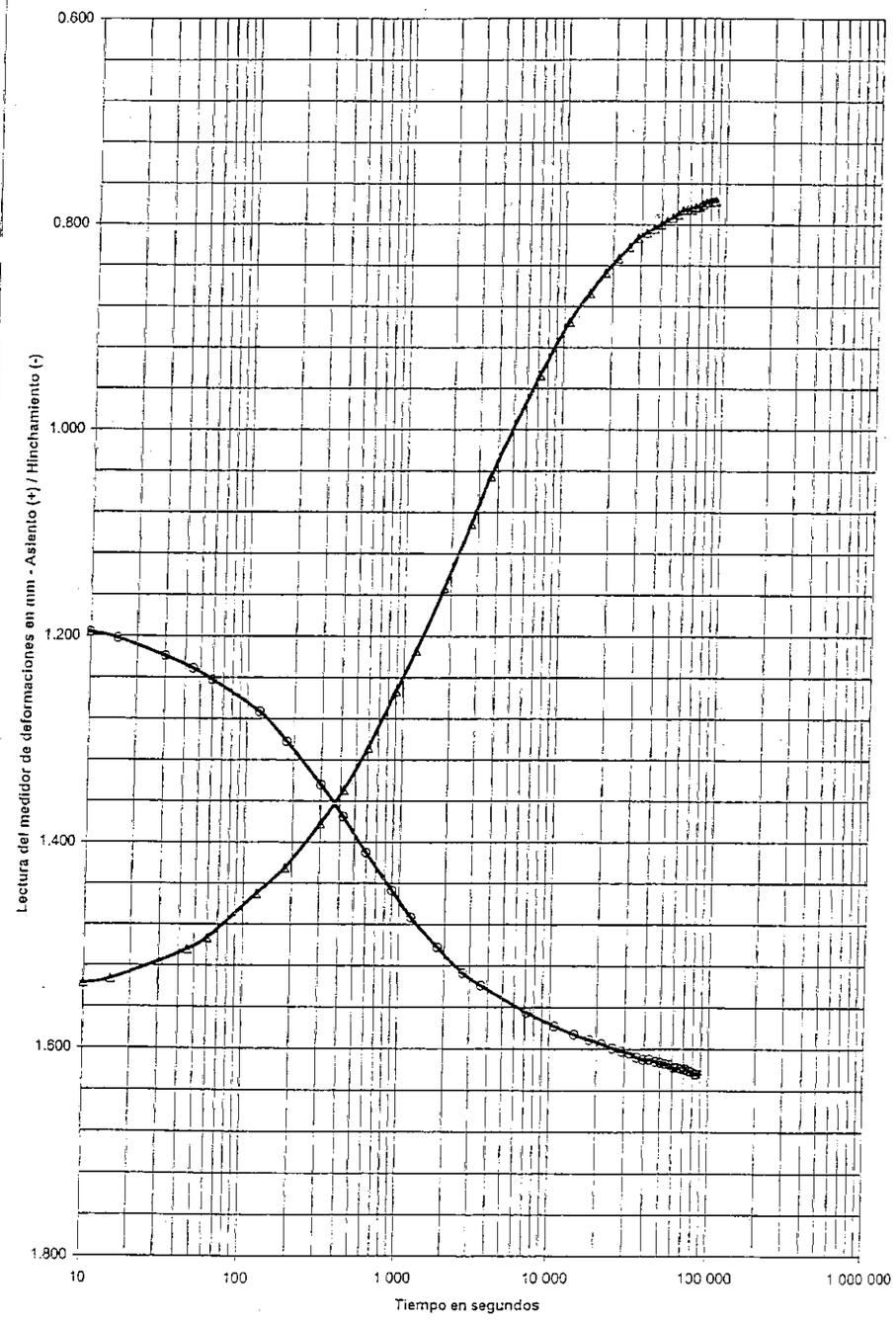
Referencia del laboratorio: G-4435

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

| | | | |
|---|---|---|---|
| Escalón de presión (kp/cm²): | 32 | 0.125 | |
| $L_0$ (método de Casagrande): | 1.162 | 1.573 | |

Diámetro probeta, cm: 4.482
Altura inicial probeta, cm: 1.190




| ESCALONES DE PRESIÓN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 25-sep-02 | | | 26-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 32 | | | 0.125 | | |
| LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS | LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 1.174 | 0.4250 | 0 | 1.571 | 0.3723 |
| 5 | 1.188 | 0.4231 | 5 | 1.538 | 0.3756 |
| 10 | 1.196 | 0.4221 | 10 | 1.537 | 0.3758 |
| 15 | 1.202 | 0.4213 | 15 | 1.533 | 0.3773 |
| 30 | 1.219 | 0.4190 | 30 | 1.516 | 0.3796 |
| 45 | 1.231 | 0.4174 | 45 | 1.504 | 0.3812 |
| 60 | 1.242 | 0.4160 | 60 | 1.493 | 0.3825 |
| 120 | 1.273 | 0.4119 | 121 | 1.450 | 0.3883 |
| 180 | 1.302 | 0.4080 | 181 | 1.425 | 0.3917 |
| 300 | 1.344 | 0.4024 | 300 | 1.382 | 0.3974 |
| 420 | 1.375 | 0.3983 | 420 | 1.349 | 0.4018 |
| 600 | 1.410 | 0.3936 | 600 | 1.308 | 0.4072 |
| 900 | 1.447 | 0.3887 | 900 | 1.253 | 0.4145 |
| 1 200 | 1.473 | 0.3853 | 1 200 | 1.214 | 0.4197 |
| 1 800 | 1.502 | 0.3814 | 1 800 | 1.153 | 0.4278 |
| 2 700 | 1.527 | 0.3781 | 2 700 | 1.091 | 0.4360 |
| 3 600 | 1.539 | 0.3765 | 3 600 | 1.045 | 0.4421 |
| 7 200 | 1.565 | 0.3731 | 7 200 | 0.947 | 0.4552 |
| 10 800 | 1.578 | 0.3713 | 10 800 | 0.895 | 0.4621 |
| 14 400 | 1.586 | 0.3703 | 14 400 | 0.867 | 0.4658 |
| 18 000 | 1.591 | 0.3696 | 18 000 | 0.847 | 0.4684 |
| 21 600 | 1.595 | 0.3691 | 21 600 | 0.833 | 0.4703 |
| 25 200 | 1.599 | 0.3685 | 25 200 | 0.822 | 0.4718 |
| 28 800 | 1.602 | 0.3681 | 28 800 | 0.813 | 0.4730 |
| 32 400 | 1.604 | 0.3679 | 32 400 | 0.808 | 0.4736 |
| 36 000 | 1.608 | 0.3673 | 36 000 | 0.804 | 0.4742 |
| 39 600 | 1.610 | 0.3671 | 39 600 | 0.800 | 0.4747 |
| 43 200 | 1.610 | 0.3671 | 43 200 | 0.796 | 0.4752 |
| 46 800 | 1.612 | 0.3668 | 46 800 | 0.793 | 0.4756 |
| 50 400 | 1.613 | 0.3667 | 50 400 | 0.790 | 0.4760 |
| 54 000 | 1.614 | 0.3665 | 54 000 | 0.788 | 0.4766 |
| 57 600 | 1.615 | 0.3664 | 57 600 | 0.785 | 0.4767 |
| 61 200 | 1.618 | 0.3660 | 61 200 | 0.785 | 0.4767 |
| 64 800 | 1.618 | 0.3660 | 64 800 | 0.783 | 0.4769 |
| 68 400 | 1.619 | 0.3659 | 68 401 | 0.782 | 0.4771 |
| 72 000 | 1.619 | 0.3659 | 72 000 | 0.780 | 0.4773 |
| 75 600 | 1.621 | 0.3656 | 75 600 | 0.778 | 0.4776 |
| 79 200 | 1.622 | 0.3655 | 79 200 | 0.778 | 0.4776 |
| 82 801 | 1.624 | 0.3652 | 82 800 | 0.777 | 0.4777 |
| 85 177 | 1.624 | 0.3652 | 86 235 | 0.777 | 0.4777 |

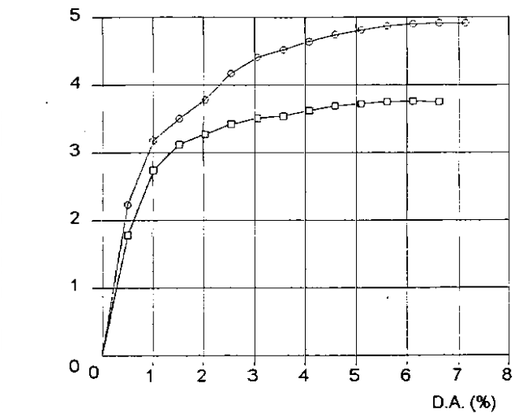


**CEPASA**
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.


Calle Nicolás Copérnico 12
Polígono CODEIN 28940
Fuenlabrada, MADRID
Teléfono: 606-88-54 Fax: 609-88-55

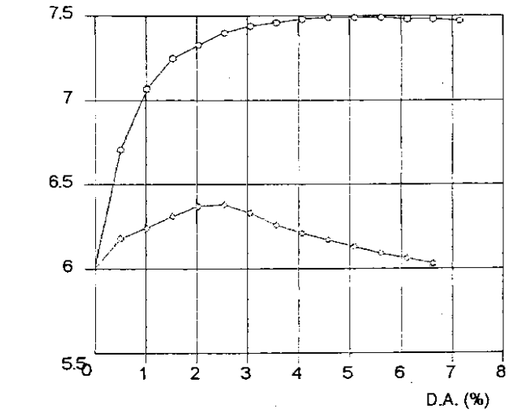

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ref nº:** | 02428 | **Fecha:** | 30/09/2002 | **Peticionario:** | GEOPAYMA |
| **Denominación:** | GIJÓN | | | **Operador:** | Esther Garcés |
| **Muestra:** | S-1 | **Cota:** | 7.90-8.20 | Triaxial. UNE 103402 | |

***Tens. desvi. corregida-Deformación Axial***



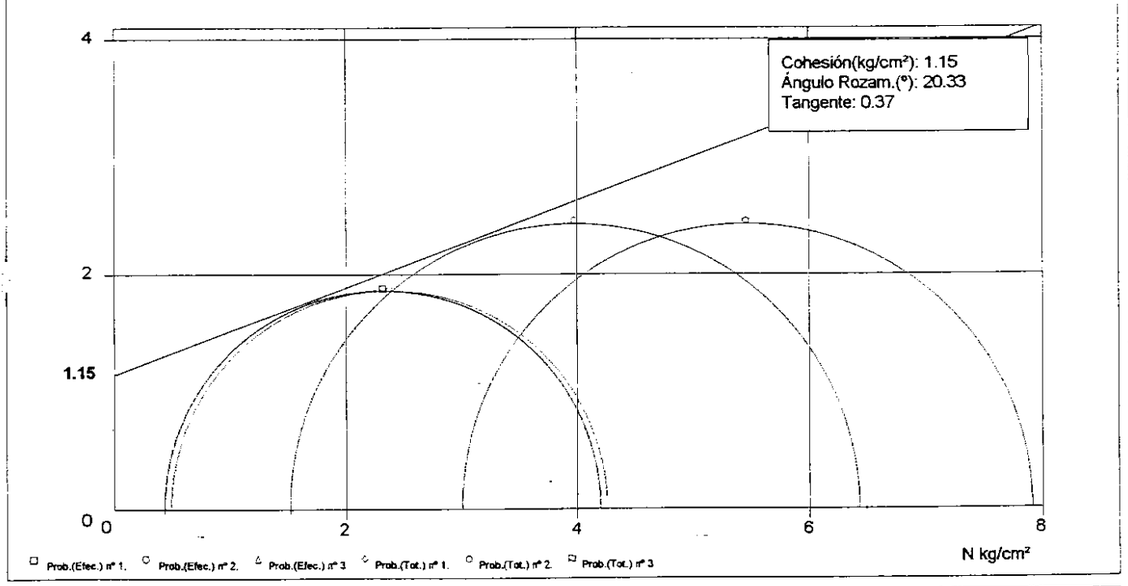

□ NOTA: Probeta nº 1. ○ Probeta nº 2. ◇ Probeta nº 3

***Pres. Interst.-Deformación Axial***




◇ Prob.(Med.Efec.) nº 1. ○ Prob.(Med.Efec.) nº 2. □ Prob.(Med.Efec.) nº 1.

***Recta de Coulomb y círculos de Mohr***




| | Centros | Radios | Sigma1 | Sigma3 |
|---|---|---|---|---|
| Cohesión (kg/cm²): 1.15 | 2.32 | 1.88 | 4.20 | 0.44 |
| Ángulo Roz. (º): 20.33 | 3.97 | 2.45 | 6.43 | 1.52 |
| Tangente: 0.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| P.I.: 6.06 | 2.38 | 1.88 | 4.26 | 0.50 |
| P.I.: 7.48 | 5.45 | 2.45 | 7.91 | 3.00 |
| P.I.: 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |



CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.

**CEPASA**
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.

Calle Nicolás Copérnico 12
Polígono COSEMI 28946
Fuenlabrada. MADRID
Teléfono: 606-88-54 Fax: 609-88-55

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ref nº:** | 02428 | **Fecha:** | 30/09/2002 | **Peticionario:** | GEOPAYMA |
| **Denominación:** | GIJÓN | | | **Operador:** | Esther Garcés |
| **Muestra:** | S-1 | **Cota:** | 7.90-8.20 | Triaxial. UNE 103402 | |

***Datos generales***

| | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| **Diámetro(cm):** | 3.73 | 3.78 | |
| **Altura(cm):** | 7.63 | 7.62 | |
| **Pres. Cel.(kg/cm²):** | 6.50 | 9.00 | |
| **Defor. Axial(%):** | 0.50 | 0.50 | |
| **Cte. Anillo:** | 1.00 | 1.00 | |
| **Área(cm²):** | 10.93 | 11.22 | |
| **Volumen(cm³):** | 83.40 | 85.50 | |

***Humedades***

| | 1 (Ini) | 1 (Fin) | 2 (Ini) | 2 (Fin) | 3 (Ini) | 3 (Fin) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **T+S+A (g):** | 163.93 | 167.80 | 167.40 | 168.54 | | |
| **T+S (g):** | 132.71 | 132.71 | 134.88 | 134.88 | | |
| **T (g):** | | | | | | |
| **S (g):** | 132.71 | 132.71 | 134.88 | 134.88 | | |
| **A (g):** | 31.22 | 35.09 | 32.52 | 33.66 | | |
| **dens. (g/cm³):** | 1.59 | 1.59 | 1.58 | 1.58 | | |
| **Humedad (%):** | 23.52 | 26.44 | 24.11 | 24.96 | | |

***Ensayo Consolidado sin drenaje con medida de presión intersticial***

| 1 L.A. | 1 T.D. | 1 P.I. | 1 D.A. | 2 L.A. | 2 T.D. | 2 P.I. | 2 D.A. | 3 L.A. | 3 T.D. | 3 P.I. | 3 D.A. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 6.00 | | | | 6.00 | | | | | |
| 19.58 | 1.78 | 6.18 | .51 | 25.19 | 2.23 | 6.71 | .51 | | | | |
| 30.23 | 2.74 | 6.24 | 1.02 | 36.06 | 3.18 | 7.07 | 1.02 | | | | |
| 34.66 | 3.12 | 6.31 | 1.53 | 39.92 | 3.50 | 7.25 | 1.53 | | | | |
| 36.52 | 3.27 | 6.37 | 2.04 | 43.32 | 3.78 | 7.33 | 2.04 | | | | |
| 38.40 | 3.42 | 6.38 | 2.55 | 47.97 | 4.17 | 7.40 | 2.55 | | | | |
| 39.54 | 3.51 | 6.33 | 3.06 | 51.03 | 4.41 | 7.44 | 3.06 | | | | |
| 40.18 | 3.54 | 6.26 | 3.57 | 52.60 | 4.52 | 7.46 | 3.57 | | | | |
| 41.24 | 3.62 | 6.21 | 4.08 | 54.26 | 4.64 | 7.48 | 4.08 | | | | |
| 42.22 | 3.69 | 6.17 | 4.59 | 55.75 | 4.74 | 7.49 | 4.59 | | | | |
| 42.81 | 3.72 | 6.13 | 5.10 | 56.84 | 4.81 | 7.49 | 5.10 | | | | |
| 43.48 | 3.75 | 6.09 | 5.61 | 57.87 | 4.87 | 7.49 | 5.61 | | | | |
| 43.80 | 3.76 | 6.06 | 6.12 | 58.62 | 4.90 | 7.48 | 6.12 | | | | |
| 43.90 | 3.75 | 6.03 | 6.63 | 58.97 | 4.91 | 7.48 | 6.63 | | | | |
| | | | | 59.36 | 4.91 | 7.47 | 7.14 | | | | |

***Observaciones:***

NOTA: L.A (Lectura de Anillo). T.D (Tensión Desviadora Corregida en kg/cm²). P.I (Presión Intersticial en kg/cm²). D.A (Deformación Axial en %). C.V (Cambio de volumen en cm³)

8/21

CEPASA
ENSAYOS GEOTÉCNICOS, S.A.

CASSA
Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA | METROTREN |
| MUESTRA | S-1 (8,50 – 9,20) |

HUMEDAD NATURAL ..... 35,4 %

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,029 g/cm³

DENSIDAD SECA ..... 1,498 g/cm³

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33080740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

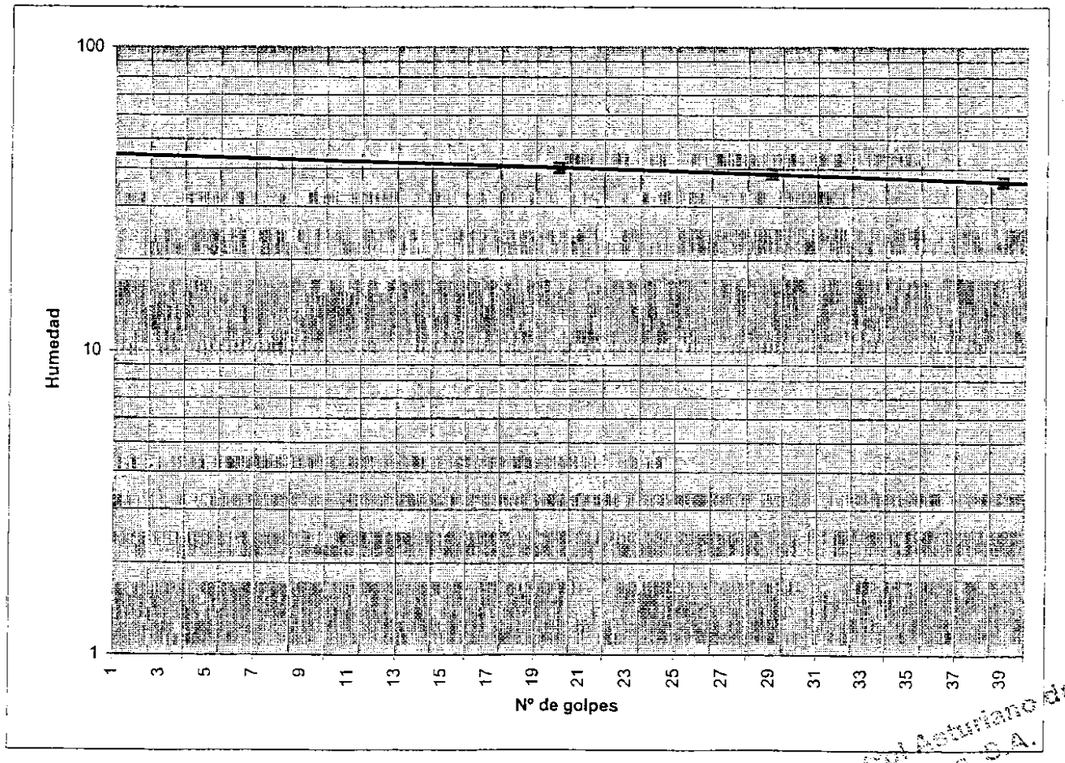
Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMETNO |
| OBRA : | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA : | S-1 (8,50 - 9,20) |
| HOJA Nº : | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | 15 | 21 | 34 | | LIMITE PLASTICO | | |
| REF. TARA | 1 | 3 | 5 | | 7 | 9 | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | 5,04 | 5,18 | 5,36 | | 1,1 | 1,18 | |
| t+s+a | 48,53 | 47,78 | 48,93 | | 30,86 | 32,21 | |
| t+s | 43,49 | 42,6 | 43,57 | | 29,76 | 31,03 | |
| t | 30,98 | 29,15 | 28,76 | | 25,17 | 26,14 | |
| s=(t+s)-t | 12,51 | 13,45 | 14,81 | | 4,59 | 4,89 | |
| h=a/s*100 | 40,3 | 38,5 | 36,2 | | 24,0 | 24,1 | |
| | | | | 37,8 | 24,1 | 13,7 | |
| | | | | LL | LP | IP | |




Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1ª - C.I.F. A-33060740



Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

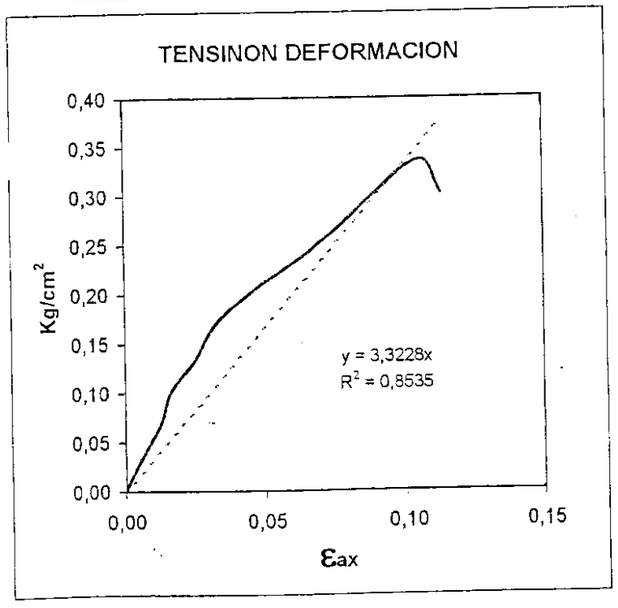
# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE - norma UNE 22950-3

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | INECO |
| REFERENCIA: | |
| OBRA: | METROTREN |
| MUESTRA: | S-1 (8,50-9,20) |
| FECHA: | |

| | |
|---|---|
| DIAMETRO (mm): | 68 |
| ALTURA (mm): | 141 |
| SECCION ($cm^2$): | 36,32 |

Cte. ANILLO: 1,22

| CARGAS | | | DEFORMACIONES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LECTURAS mm | | | |
| LECTURA | CARGA Kg | TENSION $Kg/cm^2$ | HORIZONTAL | VERTICAL | Eax | Et |
| 0 | 0 | 0,00 | 27 | 10 | 0,000 | 0,0000 |
| 1 | 1,22 | 0,03 | 27,85 | 10,16 | 0,006 | -0,0024 |
| 2 | 2,44 | 0,07 | 28,8 | 10,4 | 0,013 | -0,0059 |
| 3 | 3,66 | 0,10 | 29,35 | 10,46 | 0,017 | -0,0068 |
| 4 | 4,88 | 0,13 | 30,6 | 10,63 | 0,026 | -0,0093 |
| 5 | 6,1 | 0,17 | 31,5 | 11,02 | 0,032 | -0,0150 |
| 6 | 7,32 | 0,20 | 33,4 | 11,12 | 0,045 | -0,0165 |
| 7 | 8,54 | 0,24 | 35,8 | 11,42 | 0,062 | -0,0209 |
| 8 | 9,76 | 0,27 | 37,85 | 11,78 | 0,077 | -0,0262 |
| 10 | 12,2 | 0,34 | 41,71 | 12,15 | 0,104 | -0,0316 |
| 9 | 10,98 | 0,30 | 42,95 | 12,36 | 0,113 | -0,0347 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |




E= 3,9773 $Kg/cm^2$

υ = 0,34741

E= Modulo de Young

υ = Coef. De Poisson

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1}$$

$$\nu = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Control Asturiano de Estructuras, S. A.

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1ª - C.I.F. A-33060740

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Referencia del laboratorio: G-4436

# APERTURA Y DESCRIPCION DE MUESTRA
## IAT-SUE.APER.001

*DATOS GENERALES:*

INFORME NÚMERO: 3886/1-6
PETICIONARIO: MINISTERIO DE FOMENTO. S.G.P.P. DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
CLIENTE: UTE SG - PAYMA - SGS TECNOS III
DENOMINACIÓN: METROTREN DE GIJON.

*DATOS DE LA MUESTRA:*

Situación: S-1
Profundidad, m: 10.9 - 11.5

Tipo de muestra: MI — Diametro, cm: 7 — Longitud, cm: 14
Fecha de toma: — Fecha de recepción: 13/9/02 — Fecha de apertura: 16/9/02

Almacenamiento: CÁMARA HÚMEDA — Entorno de ensayo: LABORATORIO DE GEOTECNIA
Medio de apertura: EXTRACTOR HIDRAÚLICO CONTROLS — Operador: BMA

*DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:*

| Nivel clf. | Litología | Observaciones<br>P- penetrómetro manual, V- vane-test manual: kp/cm2 |
|---|---|---|
| 10.9 m | ARCILLA DE TONALIDAD GRISÁCEA OSCURA CON MATICES MARRÓN-OCRES Y MARRÓN-ROJIZOS. | PRESENTA NUCLEOS DE OXIDACIÓN. |
| 11.04 m | | |

*ENSAYOS REALIZADOS:*

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS - UNE 103302:1994
EDÓMETRO - UNE 103405:1994

*OBSERVACIONES:*

La información contenida en esta ficha de apertura afecta exclusivamente a las hojas de ensayo siguientes con el mismo número de referencia de la muestra. Cada ensayo se realiza según la Norma o procedimiento indicado en la hoja de ensayo correspondiente.



Referencia del laboratorio: G-4436

# DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO
## UNE 103.302/94

*DATOS DEL ENSAYO:*

Masa del picnómetro calibrado, g: M1
Masa del picnómetro medio lleno de agua, g: M2
Masa del picnómetro medio lleno de agua + muestra, g: M3
Masa del picnómetro + muestra enrasado, g: M4

Temperatura de ensayo: 25 °C
Factor de corrección (K1): 0.99880

Densidad relativa de las particulas de un suelo (G), gr/cm³ = $\frac{M3 - M2}{(M3-M2) + (M1-M4)} \times K1$

| N/Ref. | M1, g | M2, g | M3, g | M4, g | G, g/cm³ |
|---|---|---|---|---|---|
| 42 | 87.126 | 28.256 | 38.247 | 93.412 | 2.698 |
| 226 | 91.432 | 30.069 | 37.234 | 95.950 | 2.704 |

*RESULTADO DEL ENSAYO:*

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO (G): 2.701 gr/cm³

*OBSERVACIONES:*

Referencia del laboratorio: G-4436

# CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.405/94

| Equipo |
|---|
| EDÓMETRO MONOBLOC MECACISA. |

| Dimensiones probeta | |
|---|---|
| Altura, cm | 2.000 |
| Diámetro, cm | 4.943 |
| Superficie, $cm^2$ | 19.19 |
| Volumen, $cm^3$ | 38.38 |

| Ensayo de Colapso | |
|---|---|
| Presión de inundación, $kp/cm^2$ | |
| Lectura final antes de inundar, mm | |
| Lectura final después de inundar, mm | |
| ÍNDICE DE COLAPSO (I), % | |
| POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO (Ic), % | |

| Resultados | |
|---|---|
| Peso anillo, g | 108.69 |
| Peso anillo+suelo, g | 190.98 |
| Peso inicial suelo húmedo, g | 82.29 |
| Densidad rel. part. sólidas, $g/cm^3$ | 2.70 |
| Humedad inicial, % | 14.2 |
| Densidad aparente inicial, $g/cm^3$ | 2.14 |
| Densidad seca inicial, $g/cm^3$ | 1.87 |
| Grado saturación inicial, % | 86.31 |
| Humedad final, % | 15.6 |
| Densidad aparente final, $g/cm^3$ | 2.21 |
| Densidad seca final, $g/cm^3$ | 1.91 |
| Grado de saturación final, % | 100.00 |

| Resultados | |
|---|---|
| Índice de poros inicial, $e_0$ | 0.4444 |
| Índice de poros final, $e_f$ | 0.4186 |
| Altura de sólido (Hs), cm | 1.3847 |
| Altura de poros final (Hps), cm | 0.5873 |

Resultados

| ESCALÓN PRESIÓN $kp/cm^2$ | FECHA CARGA | TIEMPO sg | ASIENTO INSTÁNTANEO mm | LECTURA INICIAL t=10 sg mm | $L_0$ (MET. CASAGRANDE) mm | LECTURA FINAL mm | ALTURA PROBETA FINAL cm | ÍNDICE POROS en $L_0$ $e_{L_0}$ | ÍNDICE POROS FINAL $e_f$ | ÍNDICE COMPRESIÓN Cc | ÍNDICE HINCHAMIENTO Cs | MÓDULO EDOMÉTRICO Em $kp/cm^2$ | COEF. COMPRESIBILIDAD ($a_v$) $kp/cm^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.12 | 17/9/02 | 178 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.000 | 2.0000 | 0.4441 | 0.4444 | | | | |
| 0.24 | 17/9/02 | 1 633 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 2.0000 | 0.4444 | 0.4444 | 0.0000 | | | 0.0000 |
| 0.5 | 17/9/02 | 84 553 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.014 | 1.9986 | 0.4434 | 0.4433 | 0.0035 | | 341.40 | 0.0042 |
| 1 | 18/9/02 | 85 578 | 0.034 | 0.048 | 0.046 | 0.067 | 1.9933 | 0.4410 | 0.4395 | 0.0126 | | 189.91 | 0.0076 |
| 2 | 19/9/02 | 84 247 | 0.065 | 0.132 | 0.124 | 0.171 | 1.9829 | 0.4354 | 0.4320 | 0.0249 | | 191.93 | 0.0075 |
| 4 | 20/9/02 | 86 620 | 0.087 | 0.258 | 0.242 | 0.314 | 1.9686 | 0.4269 | 0.4217 | 0.0342 | | 278.06 | 0.0051 |
| 8 | 21/9/02 | 88 195 | 0.107 | 0.421 | 0.414 | 0.489 | 1.9511 | 0.4145 | 0.4090 | 0.0422 | | 447.78 | 0.0032 |
| 16 | 22/9/02 | 85 315 | 0.139 | 0.628 | 0.615 | 0.723 | 1.9277 | 0.3999 | 0.3921 | 0.0561 | | 666.98 | 0.0021 |
| 32 | 23/9/02 | 86 588 | 0.167 | 0.890 | 0.854 | 1.062 | 1.8938 | 0.3827 | 0.3677 | 0.0811 | | 912.85 | 0.0015 |
| 0.12 | 24/9/02 | 84 423 | -0.299 | 0.763 | 0.820 | 0.356 | 1.9644 | 0.3851 | 0.4186 | | 0.0210 | 856.63 | 0.0016 |

NOTA: Los índices de compresión (Cc) y de hinchamiento (Cs), así como los módulos edométricos (Em) y los coeficientes de compresibilidad ($a_v$), se estiman de forma aproximada entre un escalón de presión y el inmediatamente anterior, tomando además para el cálculo los valores de índice de poros obtenidos al final de los escalones de presión considerados.

OBSERVACIONES:



PAYMACotas

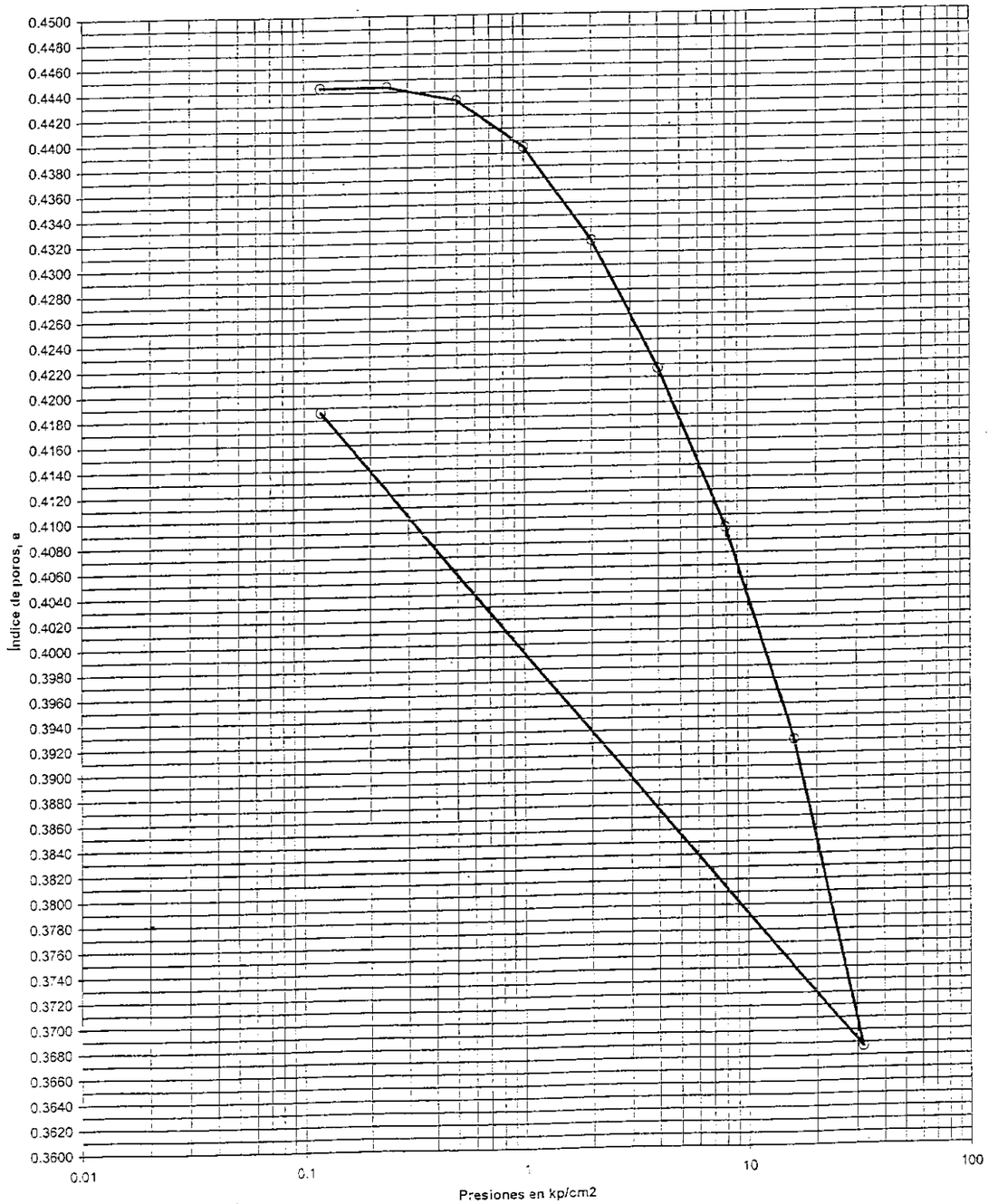
Referencia del laboratorio: G-4436

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVA EDOMÉTRICA

DENSIDAD SECA INICIAL: 1.87 $gr/cm^3$ HUMEDAD INICIAL: 14.2 % DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS: 2.701 $gr/cm^3$

INDICE DE POROS INICIAL: 0.4444 HUMEDAD FINAL: 15.6 %






Formació, 67 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)

PAYMACetas

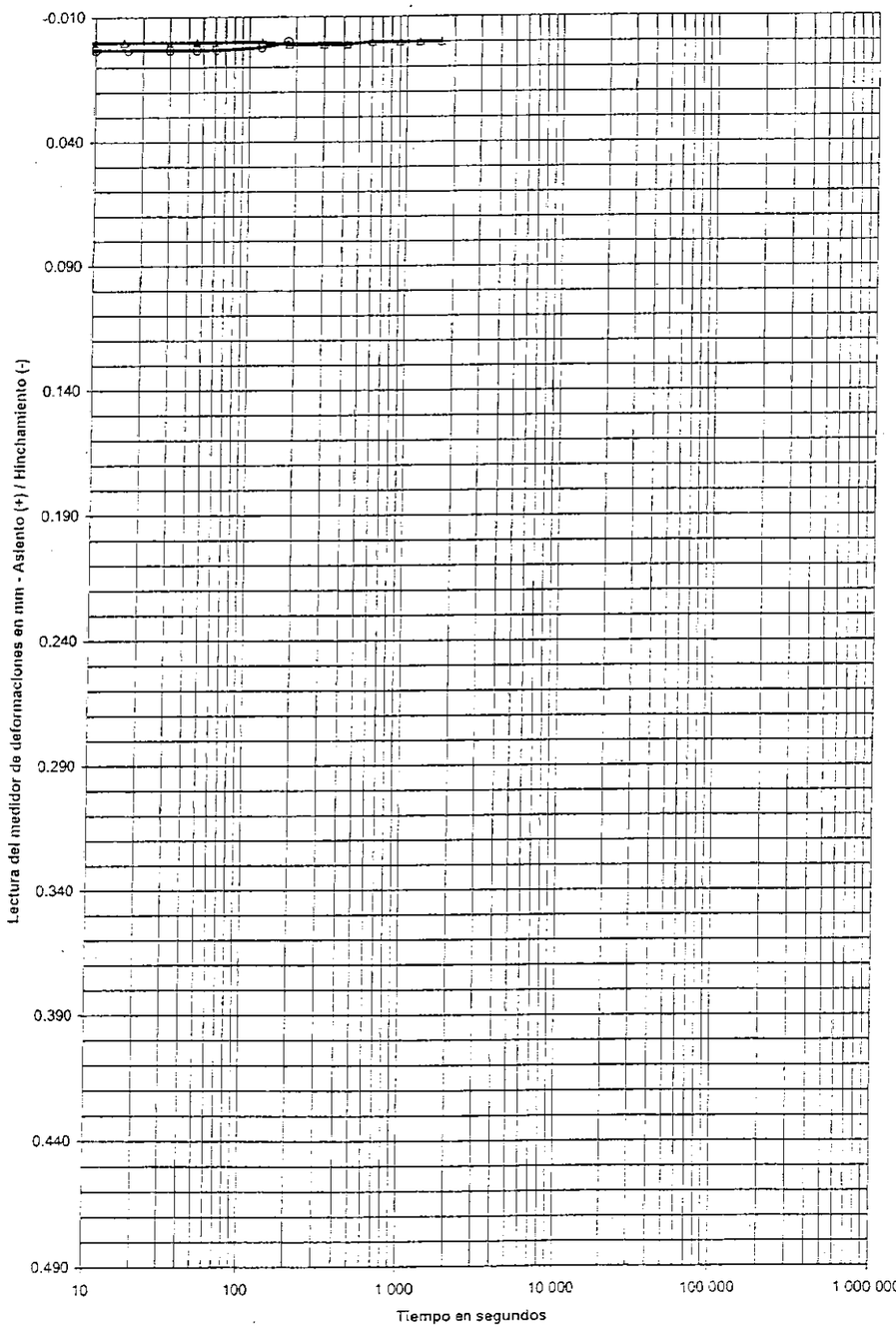
Referencia del laboratorio: G-4436

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 0.12 — 0.24
$L_0$ (método de Casagrande): 0.003 — 0.000

Diámetro probeta, cm: 4.943
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 17-sep-02 | | | 17-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 0.12 | | | 0.24 | | |
| LECTURAS ASIENTO (+) | | INDICE POROS | LECTURAS ASIENTO (+) | | INDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.002 | 0.4442 | 0 | -0.001 | 0.4444 |
| 5 | 0.003 | 0.4441 | 5 | -0.001 | 0.4444 |
| 10 | 0.003 | 0.4441 | 10 | 0.000 | 0.4444 |
| 16 | 0.003 | 0.4441 | 15 | 0.000 | 0.4444 |
| 30 | 0.003 | 0.4441 | 30 | 0.000 | 0.4444 |
| 45 | 0.003 | 0.4441 | 45 | 0.000 | 0.4444 |
| 61 | 0.003 | 0.4441 | 60 | 0.000 | 0.4444 |
| 120 | 0.002 | 0.4442 | 121 | 0.000 | 0.4444 |
| 178 | 0.000 | 0.4444 | 180 | 0.001 | 0.4443 |
| | | | 300 | 0.001 | 0.4443 |
| | | | 420 | 0.001 | 0.4443 |
| | | | 600 | 0.000 | 0.4444 |
| | | | 900 | 0.000 | 0.4444 |
| | | | 1 200 | 0.000 | 0.4444 |
| | | | 1 633 | 0.000 | 0.4444 |



PAYMACetas

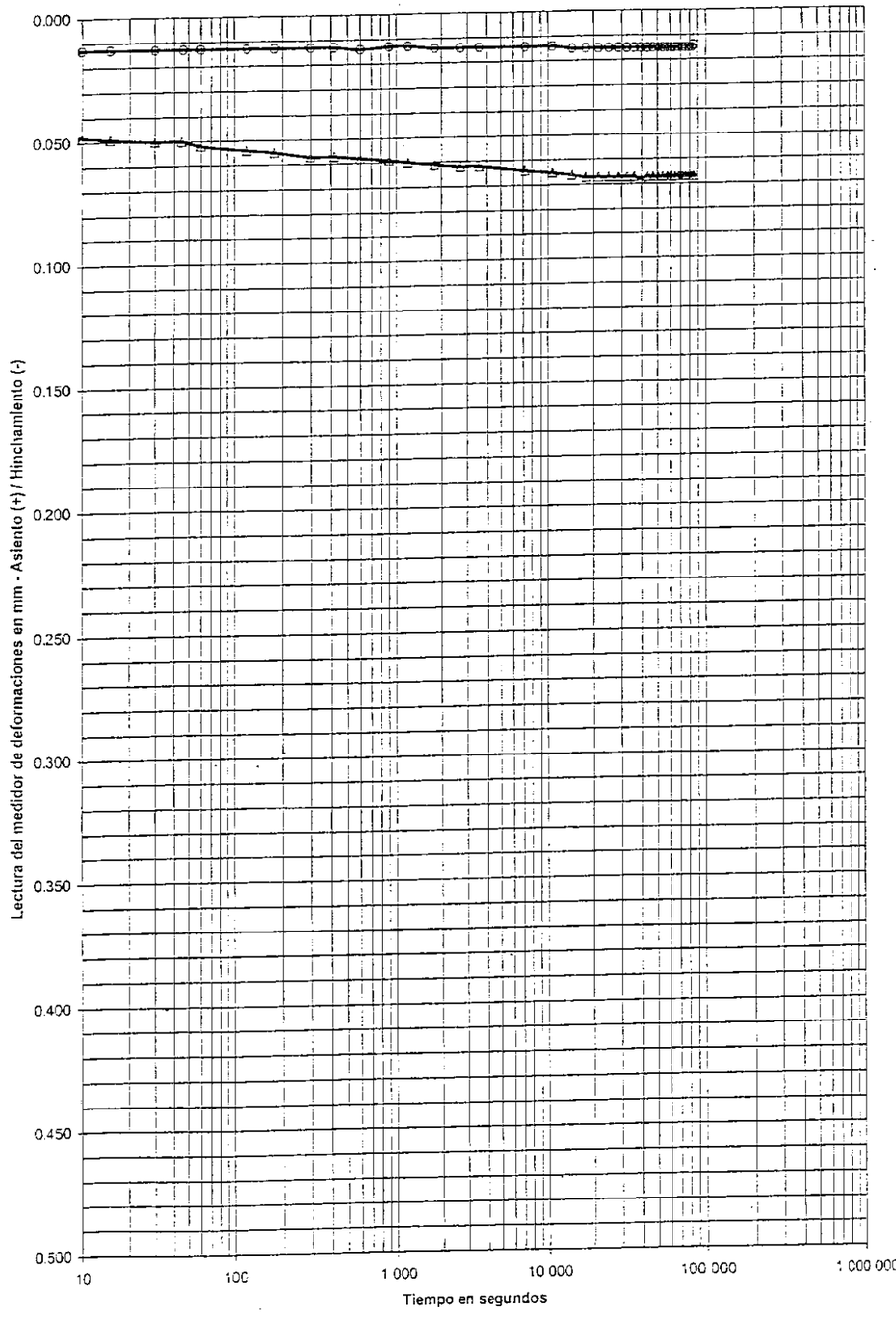
Referencia del laboratorio: G-4436

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 0.5 — 1
$L_0$ (método de Casagrande): 0.013 — 0.046

Diámetro probeta, cm: 4.943
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 17-sep-02 | | | 18-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 0.5 | | | 1 | | |
| LECTURAS ASIENTO (+) | | INDICE POROS | LECTURAS ASIENTO (+) | | INDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.013 | 0.4434 | 0 | 0.045 | 0.4411 |
| 5 | 0.013 | 0.4434 | 5 | 0.047 | 0.4410 |
| 10 | 0.013 | 0.4434 | 10 | 0.048 | 0.4409 |
| 15 | 0.013 | 0.4434 | 15 | 0.049 | 0.4408 |
| 30 | 0.013 | 0.4434 | 30 | 0.050 | 0.4407 |
| 46 | 0.013 | 0.4434 | 45 | 0.050 | 0.4407 |
| 60 | 0.013 | 0.4434 | 60 | 0.052 | 0.4406 |
| 120 | 0.013 | 0.4434 | 120 | 0.054 | 0.4405 |
| 180 | 0.013 | 0.4434 | 180 | 0.055 | 0.4404 |
| 300 | 0.013 | 0.4434 | 300 | 0.057 | 0.4402 |
| 420 | 0.013 | 0.4434 | 420 | 0.057 | 0.4402 |
| 600 | 0.014 | 0.4433 | 600 | 0.058 | 0.4402 |
| 900 | 0.013 | 0.4434 | 900 | 0.059 | 0.4401 |
| 1 200 | 0.013 | 0.4434 | 1 200 | 0.060 | 0.4400 |
| 1 800 | 0.014 | 0.4433 | 1 800 | 0.061 | 0.4400 |
| 2 700 | 0.014 | 0.4433 | 2 700 | 0.062 | 0.4399 |
| 3 600 | 0.014 | 0.4433 | 3 600 | 0.062 | 0.4399 |
| 7 200 | 0.014 | 0.4433 | 7 200 | 0.064 | 0.4397 |
| 10 800 | 0.014 | 0.4433 | 10 800 | 0.065 | 0.4397 |
| 14 401 | 0.015 | 0.4433 | 14 400 | 0.066 | 0.4396 |
| 18 000 | 0.015 | 0.4433 | 18 000 | 0.067 | 0.4395 |
| 21 600 | 0.015 | 0.4433 | 21 600 | 0.067 | 0.4395 |
| 25 200 | 0.015 | 0.4433 | 25 200 | 0.067 | 0.4395 |
| 28 801 | 0.015 | 0.4433 | 28 800 | 0.067 | 0.4395 |
| 32 400 | 0.015 | 0.4433 | 32 400 | 0.067 | 0.4395 |
| 36 000 | 0.015 | 0.4433 | 36 000 | 0.067 | 0.4395 |
| 39 600 | 0.015 | 0.4433 | 39 600 | 0.068 | 0.4394 |
| 43 200 | 0.015 | 0.4433 | 43 200 | 0.067 | 0.4395 |
| 46 800 | 0.015 | 0.4433 | 46 801 | 0.067 | 0.4395 |
| 50 400 | 0.015 | 0.4433 | 50 400 | 0.067 | 0.4395 |
| 54 000 | 0.015 | 0.4433 | 54 000 | 0.067 | 0.4395 |
| 57 600 | 0.015 | 0.4433 | 57 600 | 0.067 | 0.4395 |
| 61 201 | 0.015 | 0.4433 | 61 200 | 0.067 | 0.4395 |
| 64 800 | 0.015 | 0.4433 | 64 800 | 0.067 | 0.4395 |
| 68 400 | 0.015 | 0.4433 | 68 400 | 0.067 | 0.4395 |
| 72 000 | 0.015 | 0.4433 | 72 000 | 0.067 | 0.4395 |
| 75 600 | 0.015 | 0.4433 | 75 600 | 0.067 | 0.4395 |
| 79 200 | 0.015 | 0.4433 | 79 200 | 0.067 | 0.4395 |
| 82 800 | 0.015 | 0.4433 | 82 801 | 0.067 | 0.4395 |
| 84 553 | 0.014 | 0.4433 | 85 578 | 0.067 | 0.4395 |



Polígono 57 - 08110 Montcada i Reixac - (Barcelona)

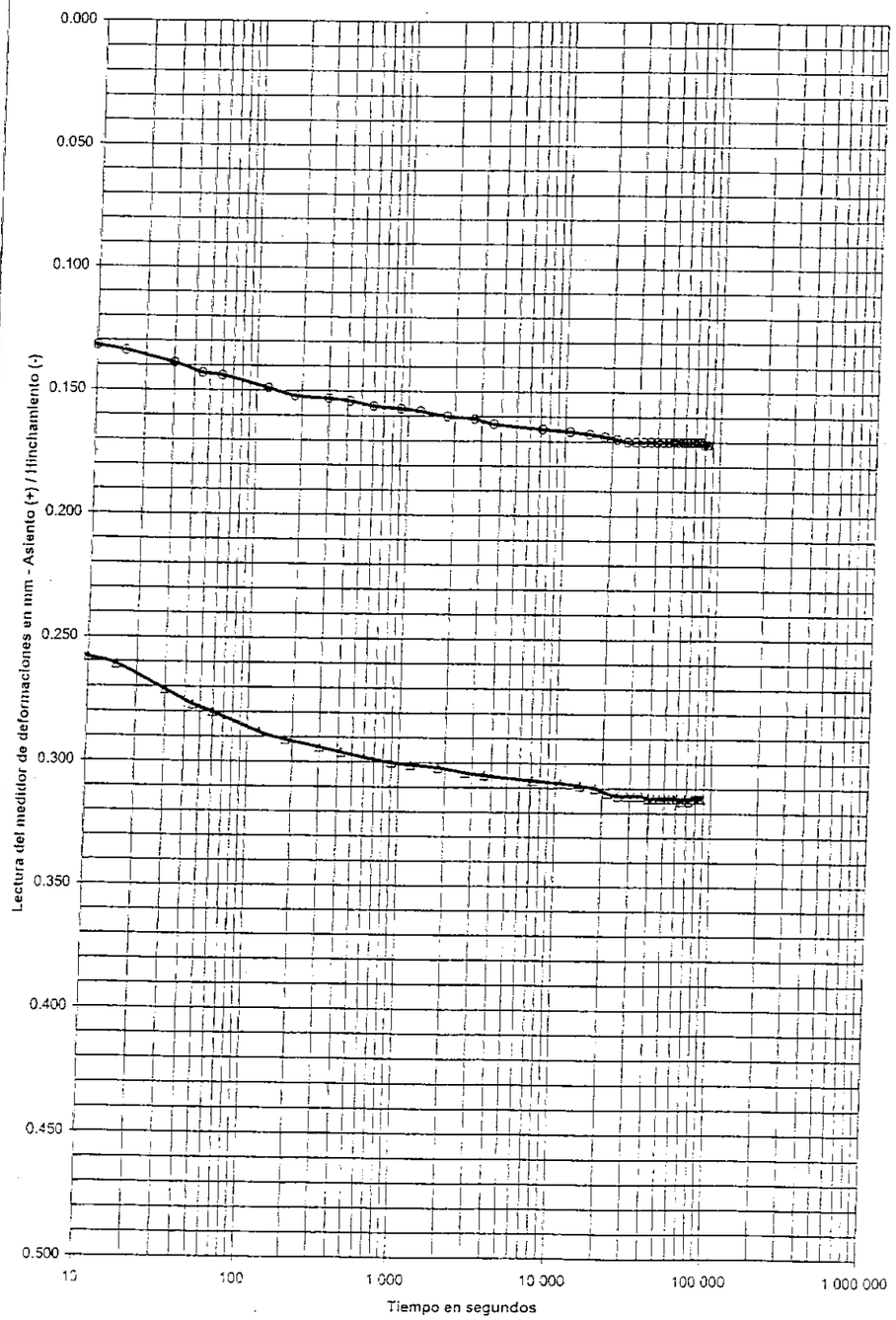
Referencia del laboratorio: G-4436

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 2 — 4
$L_o$ (método de Casagrande): 0.124 — 0.242

Diámetro probeta, cm: 4.943
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 19-sep-02 | | | 20-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 2 | | | 4 | | |
| LECTURAS | | INDICE | LECTURAS | | INDICE |
| ASIENTO (+) | | POROS | ASIENTO (+) | | POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.124 | 0.4354 | 0 | 0.239 | 0.4272 |
| 5 | 0.129 | 0.4350 | 5 | 0.251 | 0.4262 |
| 10 | 0.132 | 0.4348 | 10 | 0.258 | 0.4257 |
| 15 | 0.134 | 0.4347 | 15 | 0.261 | 0.4255 |
| 30 | 0.139 | 0.4343 | 30 | 0.271 | 0.4248 |
| 45 | 0.143 | 0.4340 | 45 | 0.277 | 0.4244 |
| 60 | 0.144 | 0.4340 | 60 | 0.280 | 0.4241 |
| 120 | 0.149 | 0.4336 | 120 | 0.288 | 0.4236 |
| 180 | 0.152 | 0.4334 | 180 | 0.291 | 0.4233 |
| 300 | 0.153 | 0.4333 | 301 | 0.294 | 0.4231 |
| 420 | 0.154 | 0.4332 | 420 | 0.296 | 0.4230 |
| 600 | 0.156 | 0.4331 | 600 | 0.298 | 0.4228 |
| 900 | 0.157 | 0.4330 | 900 | 0.300 | 0.4227 |
| 1 200 | 0.158 | 0.4329 | 1 200 | 0.301 | 0.4226 |
| 1 800 | 0.160 | 0.4328 | 1 800 | 0.302 | 0.4225 |
| 2 700 | 0.161 | 0.4327 | 2 700 | 0.304 | 0.4224 |
| 3 601 | 0.163 | 0.4326 | 3 600 | 0.305 | 0.4223 |
| 7 200 | 0.165 | 0.4324 | 7 200 | 0.307 | 0.4222 |
| 10 800 | 0.166 | 0.4324 | 10 800 | 0.308 | 0.4221 |
| 14 400 | 0.167 | 0.4323 | 14 400 | 0.309 | 0.4220 |
| 18 000 | 0.168 | 0.4322 | 18 000 | 0.310 | 0.4220 |
| 21 600 | 0.169 | 0.4322 | 21 600 | 0.312 | 0.4218 |
| 25 200 | 0.170 | 0.4321 | 25 200 | 0.313 | 0.4218 |
| 28 800 | 0.170 | 0.4321 | 28 800 | 0.313 | 0.4218 |
| 32 400 | 0.170 | 0.4321 | 32 400 | 0.313 | 0.4218 |
| 36 000 | 0.170 | 0.4321 | 36 000 | 0.313 | 0.4218 |
| 39 600 | 0.170 | 0.4321 | 39 600 | 0.314 | 0.4217 |
| 43 200 | 0.170 | 0.4321 | 43 200 | 0.314 | 0.4217 |
| 46 800 | 0.170 | 0.4321 | 46 800 | 0.314 | 0.4217 |
| 50 400 | 0.170 | 0.4321 | 50 400 | 0.314 | 0.4217 |
| 54 000 | 0.170 | 0.4321 | 54 000 | 0.314 | 0.4217 |
| 57 600 | 0.170 | 0.4321 | 57 600 | 0.314 | 0.4217 |
| 61 200 | 0.170 | 0.4321 | 61 200 | 0.314 | 0.4217 |
| 64 800 | 0.170 | 0.4321 | 64 800 | 0.315 | 0.4216 |
| 68 400 | 0.170 | 0.4321 | 68 400 | 0.314 | 0.4217 |
| 72 000 | 0.170 | 0.4321 | 72 000 | 0.315 | 0.4216 |
| 75 600 | 0.170 | 0.4321 | 75 600 | 0.314 | 0.4217 |
| 79 201 | 0.171 | 0.4320 | 79 200 | 0.314 | 0.4217 |
| 82 800 | 0.171 | 0.4320 | 82 800 | 0.314 | 0.4217 |
| 84 247 | 0.171 | 0.4320 | 86 400 | 0.314 | 0.4217 |
| | | | 86 620 | 0.314 | 0.4217 |



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 39 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)

R. M. DE BARCELONA, T. 4014, L. 4231, Secc 2ª, F. 143, H. 68358, Inscr. 1ª-N.I.F. A-08737280

PAYMACotas

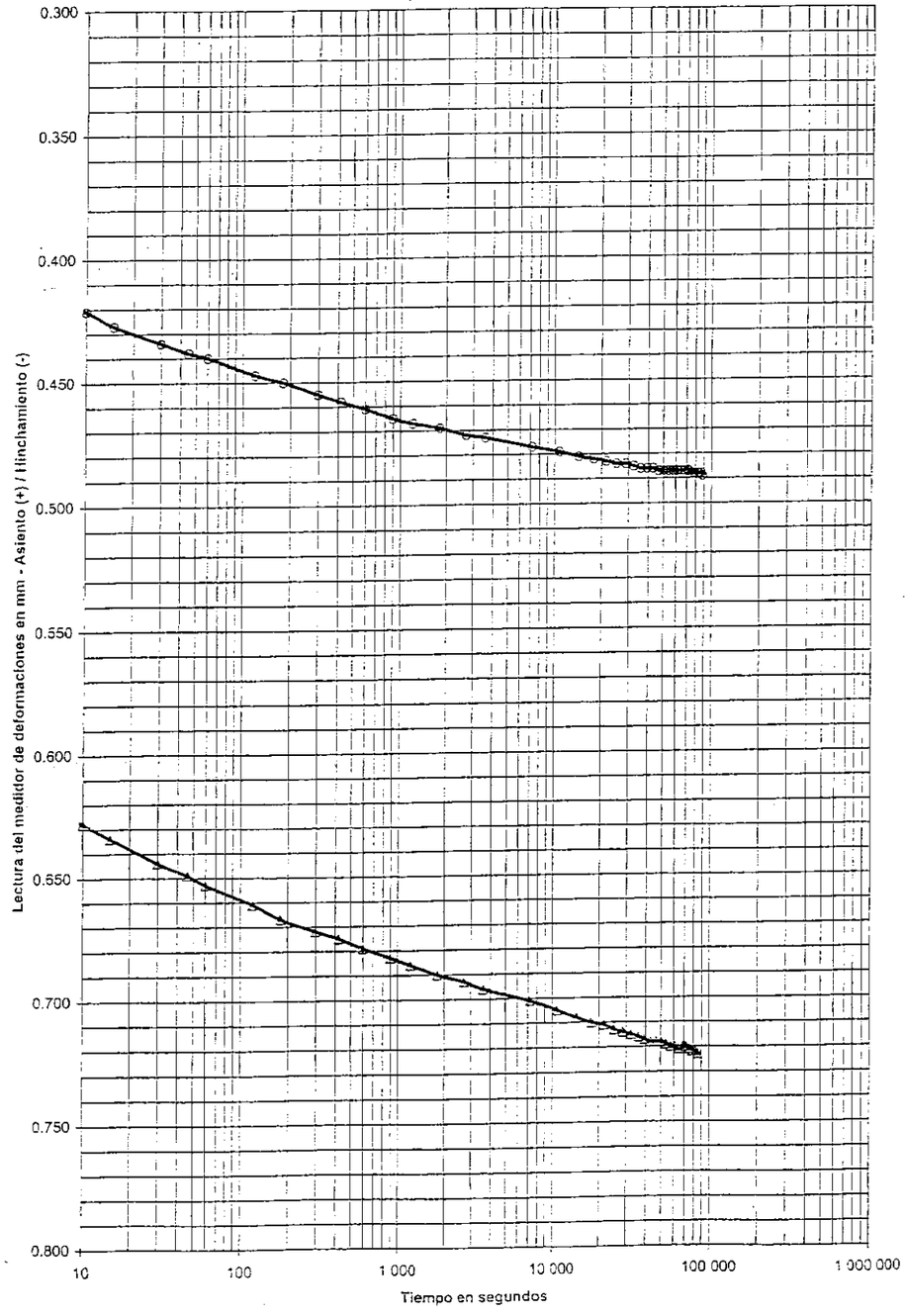
Referencia del laboratorio: G-4436

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 8 — 16
$L_o$ (método de Casagrande): 0.414 — 0.615

Diámetro probeta, cm: 4.943
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 21-sep-02 | | | 22-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 8 | | | 16 | | |
| LECTURAS | | INDICE | LECTURAS | | INDICE |
| ASIENTO (+) | | POROS | ASIENTO (+) | | POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.393 | 0.4180 | 0 | 0.604 | 0.4007 |
| 5 | 0.413 | 0.4145 | 5 | 0.618 | 0.3997 |
| 10 | 0.421 | 0.4140 | 10 | 0.628 | 0.3990 |
| 15 | 0.427 | 0.4135 | 15 | 0.634 | 0.3986 |
| 30 | 0.434 | 0.4130 | 30 | 0.644 | 0.3978 |
| 45 | 0.438 | 0.4127 | 45 | 0.649 | 0.3975 |
| 60 | 0.440 | 0.4125 | 60 | 0.653 | 0.3972 |
| 120 | 0.447 | 0.4121 | 120 | 0.66 | 0.3966 |
| 181 | 0.450 | 0.4119 | 180 | 0.667 | 0.3962 |
| 300 | 0.455 | 0.4115 | 300 | 0.672 | 0.3958 |
| 420 | 0.458 | 0.4113 | 420 | 0.675 | 0.3956 |
| 600 | 0.461 | 0.4111 | 600 | 0.679 | 0.3953 |
| 900 | 0.465 | 0.4108 | 900 | 0.683 | 0.3950 |
| 1 200 | 0.467 | 0.4106 | 1 200 | 0.686 | 0.3948 |
| 1 800 | 0.469 | 0.4105 | 1 800 | 0.690 | 0.3945 |
| 2 700 | 0.472 | 0.4103 | 2 700 | 0.693 | 0.3943 |
| 3 600 | 0.473 | 0.4102 | 3 600 | 0.696 | 0.3941 |
| 7 200 | 0.477 | 0.4099 | 7 200 | 0.701 | 0.3937 |
| 10 800 | 0.479 | 0.4098 | 10 800 | 0.705 | 0.3934 |
| 14 400 | 0.481 | 0.4096 | 14 400 | 0.708 | 0.3932 |
| 18 000 | 0.482 | 0.4095 | 18 000 | 0.710 | 0.3931 |
| 21 600 | 0.483 | 0.4095 | 21 600 | 0.711 | 0.3930 |
| 25 200 | 0.484 | 0.4094 | 25 200 | 0.713 | 0.3929 |
| 28 800 | 0.484 | 0.4094 | 28 800 | 0.714 | 0.3928 |
| 32 400 | 0.485 | 0.4093 | 32 400 | 0.715 | 0.3927 |
| 36 000 | 0.485 | 0.4092 | 36 000 | 0.716 | 0.3926 |
| 39 600 | 0.486 | 0.4093 | 39 601 | 0.717 | 0.3925 |
| 43 200 | 0.486 | 0.4093 | 43 200 | 0.718 | 0.3925 |
| 46 800 | 0.487 | 0.4092 | 46 800 | 0.718 | 0.3925 |
| 50 400 | 0.487 | 0.4092 | 50 400 | 0.718 | 0.3925 |
| 54 000 | 0.487 | 0.4092 | 54 000 | 0.719 | 0.3924 |
| 57 600 | 0.487 | 0.4092 | 57 600 | 0.720 | 0.3924 |
| 61 200 | 0.487 | 0.4092 | 61 200 | 0.720 | 0.3924 |
| 64 800 | 0.487 | 0.4092 | 64 800 | 0.721 | 0.3923 |
| 68 400 | 0.487 | 0.4092 | 68 400 | 0.720 | 0.3924 |
| 72 000 | 0.487 | 0.4092 | 72 000 | 0.720 | 0.3924 |
| 75 600 | 0.488 | 0.4091 | 75 600 | 0.721 | 0.3923 |
| 79 200 | 0.488 | 0.4091 | 79 200 | 0.722 | 0.3922 |
| 82 800 | 0.488 | 0.4091 | 82 800 | 0.722 | 0.3922 |
| 86 400 | 0.488 | 0.4091 | 86 515 | 0.723 | 0.3921 |
| 88 195 | 0.489 | 0.4090 | | | |



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 39 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)

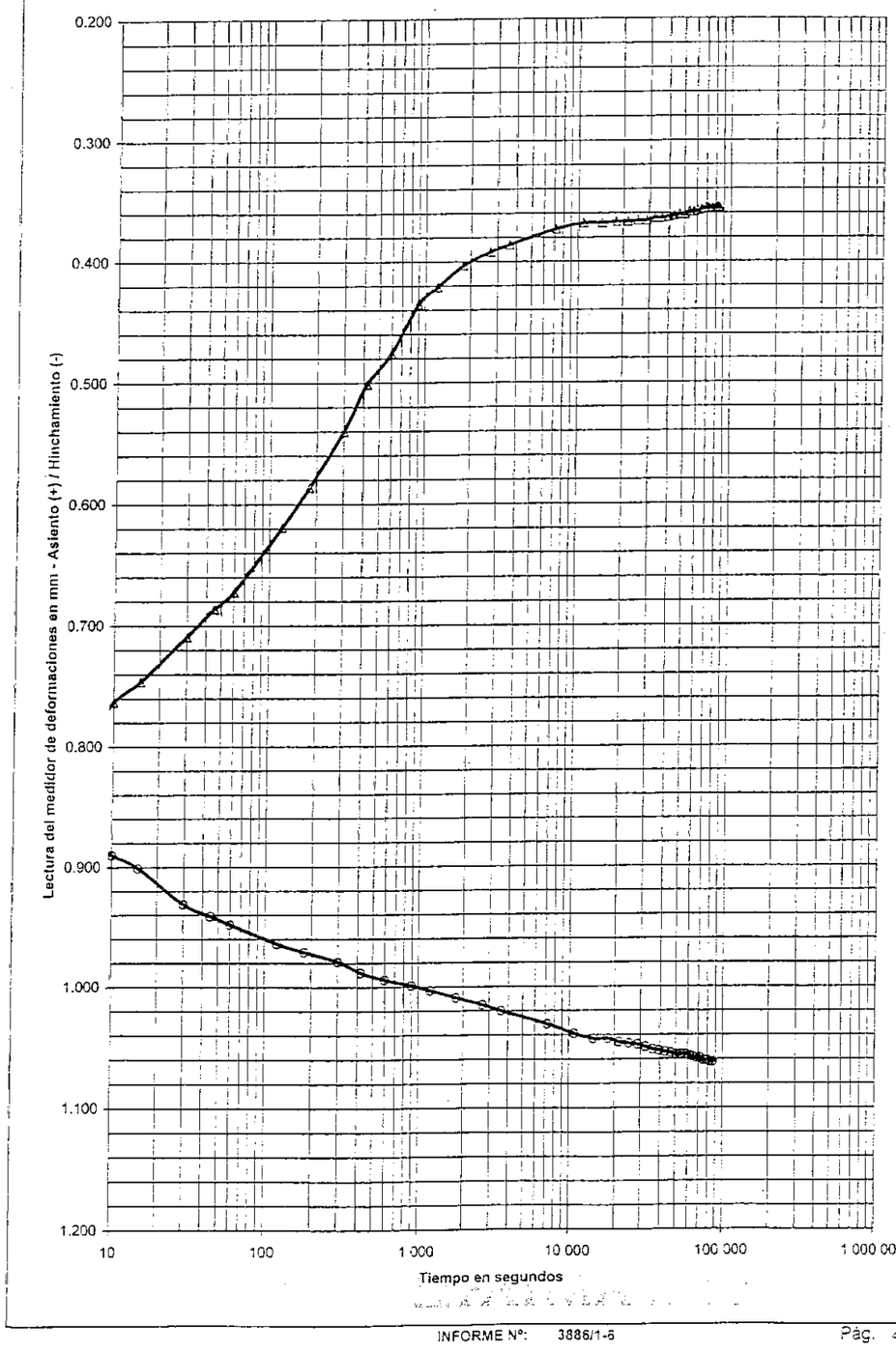
Referencia del laboratorio: G-4436

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

| | | |
|---|---|---|
| Escalón de presión (kp/cm²): | 32 | 0.12 |
| $L_0$ (método de Casagrande): | 0.854 | 0.820 |

Diámetro probeta, cm: 4.943
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 23-sep-02 | | | 24-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 32 | | | 0.12 | | |
| LECTURAS ASIENTO (+) | | INDICE POROS | LECTURAS ASIENTO (+) | | INDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.788 | 0.3874 | 0 | 0.942 | 0.3763 |
| 5 | 0.870 | 0.3815 | 5 | 0.808 | 0.3860 |
| 10 | 0.890 | 0.3801 | 10 | 0.783 | 0.3883 |
| 15 | 0.901 | 0.3792 | 15 | 0.746 | 0.3905 |
| 30 | 0.931 | 0.3771 | 30 | 0.709 | 0.3932 |
| 45 | 0.941 | 0.3764 | 45 | 0.686 | 0.3948 |
| 60 | 0.948 | 0.3759 | 60 | 0.672 | 0.3958 |
| 120 | 0.964 | 0.3747 | 120 | 0.619 | 0.3997 |
| 180 | 0.971 | 0.3742 | 180 | 0.586 | 0.4020 |
| 300 | 0.979 | 0.3737 | 300 | 0.540 | 0.4054 |
| 420 | 0.988 | 0.3730 | 420 | 0.501 | 0.4082 |
| 600 | 0.994 | 0.3726 | 600 | 0.478 | 0.4100 |
| 900 | 0.999 | 0.3722 | 900 | 0.435 | 0.4129 |
| 1 200 | 1.003 | 0.3719 | 1 200 | 0.421 | 0.4140 |
| 1 800 | 1.009 | 0.3715 | 1 800 | 0.403 | 0.4153 |
| 2 700 | 1.015 | 0.3711 | 2 700 | 0.392 | 0.4160 |
| 3 600 | 1.020 | 0.3707 | 3 600 | 0.386 | 0.4165 |
| 7 200 | 1.031 | 0.3699 | 7 201 | 0.373 | 0.4174 |
| 10 800 | 1.039 | 0.3693 | 10 800 | 0.368 | 0.4178 |
| 14 400 | 1.043 | 0.3690 | 14 400 | 0.368 | 0.4178 |
| 18 000 | 1.043 | 0.3690 | 18 000 | 0.367 | 0.4179 |
| 21 600 | 1.045 | 0.3688 | 21 600 | 0.367 | 0.4179 |
| 25 200 | 1.047 | 0.3687 | 25 200 | 0.366 | 0.4179 |
| 28 800 | 1.048 | 0.3687 | 28 800 | 0.366 | 0.4179 |
| 32 400 | 1.050 | 0.3685 | 32 400 | 0.364 | 0.4181 |
| 36 000 | 1.052 | 0.3684 | 36 000 | 0.364 | 0.4181 |
| 39 600 | 1.053 | 0.3683 | 39 600 | 0.363 | 0.4181 |
| 43 200 | 1.054 | 0.3682 | 43 200 | 0.362 | 0.4182 |
| 46 800 | 1.055 | 0.3682 | 46 800 | 0.361 | 0.4183 |
| 50 400 | 1.056 | 0.3681 | 50 400 | 0.361 | 0.4183 |
| 54 000 | 1.055 | 0.3681 | 54 000 | 0.359 | 0.4184 |
| 57 600 | 1.056 | 0.3681 | 57 600 | 0.359 | 0.4184 |
| 61 200 | 1.057 | 0.3680 | 61 200 | 0.358 | 0.4185 |
| 64 800 | 1.058 | 0.3679 | 64 800 | 0.357 | 0.4186 |
| 68 400 | 1.059 | 0.3679 | 68 400 | 0.356 | 0.4186 |
| 72 000 | 1.059 | 0.3679 | 72 000 | 0.356 | 0.4186 |
| 75 600 | 1.061 | 0.3677 | 75 600 | 0.356 | 0.4186 |
| 79 200 | 1.061 | 0.3677 | 79 200 | 0.356 | 0.4186 |
| 82 800 | 1.062 | 0.3677 | 82 800 | 0.355 | 0.4187 |
| 86 400 | 1.062 | 0.3677 | 84 423 | 0.356 | 0.4188 |
| 86 586 | 1.062 | 0.3677 | | | |



T. 93 675 29 34 • F. 93 564 69 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)

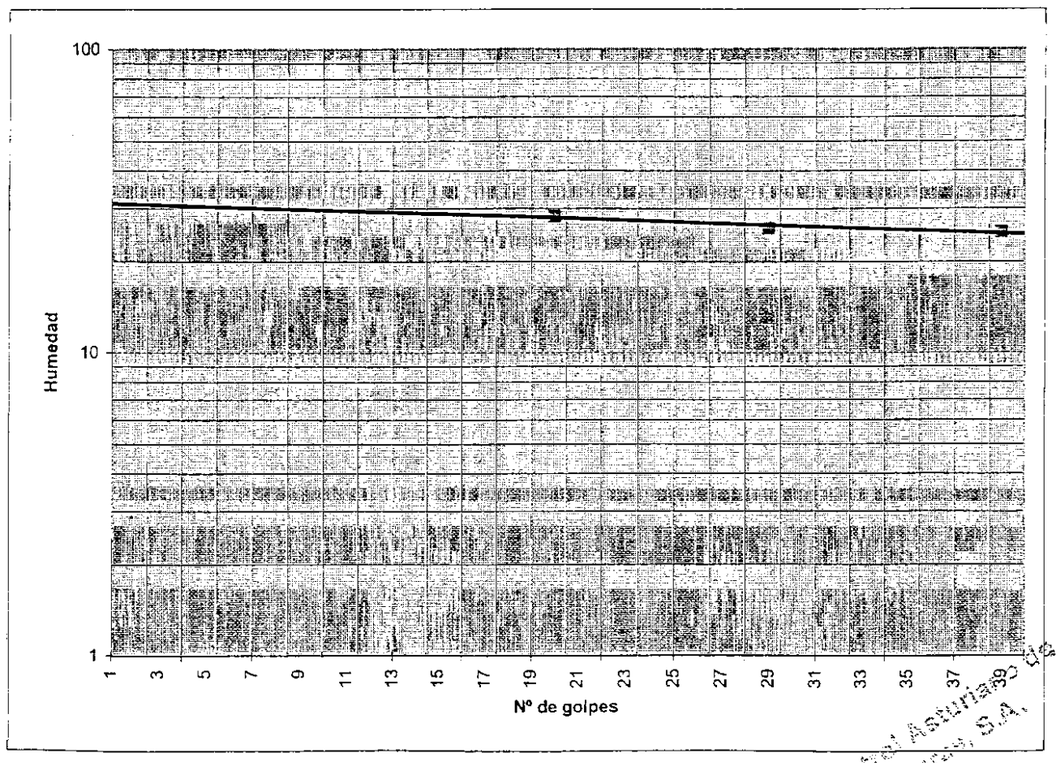
R. M. DE BARCELONA, T 4914, L 4231 Sec 2ª, F. 143, H. 56359, Inscr. 1ª - N.I.F. A-08737280

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-1 (9,20 - 9,80) |
| HOJA Nº: | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | 17 | 27 | 33 | | | | |
| REF. TARA | 2 | 4 | 6 | | 8 | 10 | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | 4,25 | 4,08 | 3,76 | | 0,9 | 0,91 | |
| t+s+a | 46,41 | 47,56 | 46,54 | | 32,35 | 32,41 | |
| t+s | 42,16 | 43,48 | 42,78 | | 31,45 | 31,5 | |
| t | 27,15 | 27,67 | 27,81 | | 26,45 | 26,51 | |
| s=(t+s)-t | 15,01 | 15,81 | 14,97 | | 5 | 4,99 | |
| h=a/s*100 | 28,3 | 25,8 | 25,1 | | 18,0 | 18,2 | |
| | | | | 26 | 18,2 | 7,8 | |
| | | | | LL | LP | IP | |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3ª, Folio 121, Hoja 1399, inscripción 1ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 63 42

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-1 (10,90 – 11,50) |

HUMEDAD NATURAL ..... 15,6 %

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,302 g/cm3

DENSIDAD SECA ..... 1,991 g/cm3

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

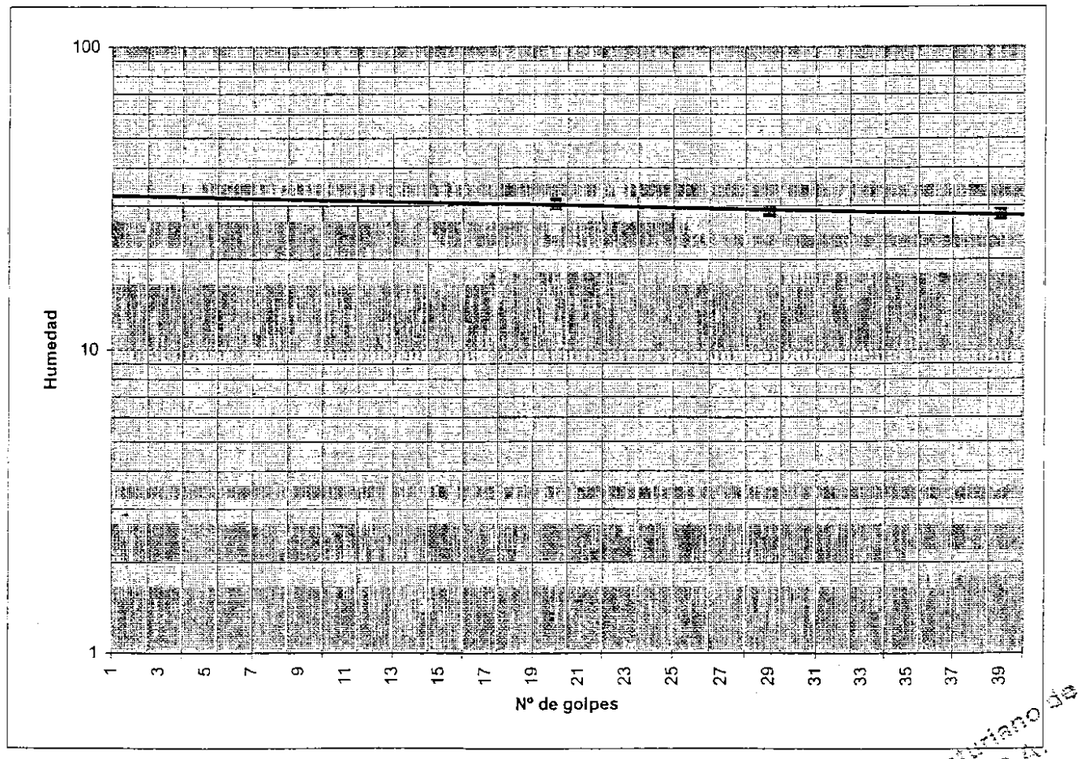


Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO:** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA :** | METROTREN |
| **REFERENCIA:** | |
| **MUESTRA :** | S-1 (10,90 - 11,50) |
| **HOJA Nº :** | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | 19 | 28 | 34 | | | | |
| REF. TARA | 10 | 20 | 30 | | 40 | 50 | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | 6,44 | 5,4 | 4,82 | | 1,43 | 1,12 | |
| t+s+a | 52,9 | 50,2 | 48,67 | | 33,31 | 32,02 | |
| t+s | 46,46 | 44,8 | 43,85 | | 31,88 | 30,9 | |
| t | 25,23 | 26,05 | 26,71 | | 25,32 | 25,85 | |
| s=(t+s)-t | 21,23 | 18,75 | 17,14 | | 6,56 | 5,05 | |
| h=a/s*100 | 30,3 | 28,8 | 28,1 | | 21,8 | 22,2 | |
| | | | | 29,5 | 22,2 | 7,3 | |
| | | | | LL | LP | IP | |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE - norma UNE 22950-3

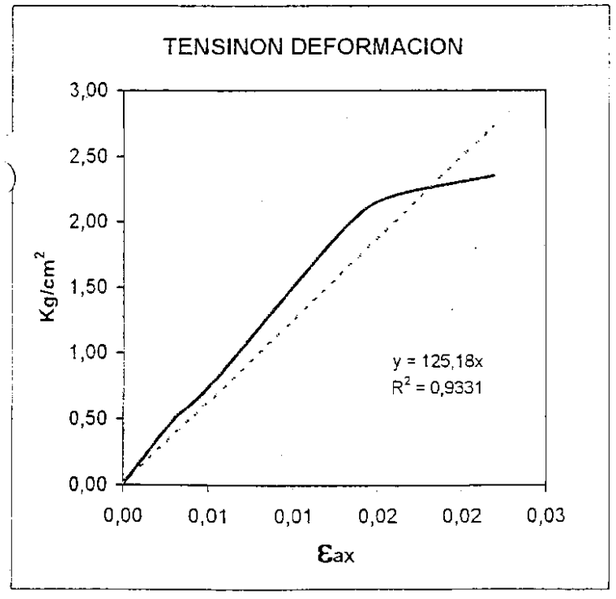
Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | INECO |
| REFERENCIA: | |
| OBRA: | METROTREN |
| MUESTRA: | S-1 (10,90-11,50) |
| FECHA: | |

| | |
|---|---|
| DIAMETRO (mm): | 68 |
| ALTURA (mm): | 146 |
| SECCION ($cm^2$): | 36,32 |

| | |
|---|---|
| Cte. ANILLO: | 1,22 |

| CARGAS | | | DEFORMACIONES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LECTURAS mm | | | |
| LECTURA | CARGA Kg | TENSION Kg/cm² | HORIZONTAL | VERTICAL | Eax | Et |
| 0 | 0 | 0,00 | 23 | 16 | 0,000 | 0,0000 |
| 15 | 18,3 | 0,50 | 23,45 | 16,03 | 0,003 | -0,0004 |
| 21 | 25,62 | 0,71 | 23,7 | 16,06 | 0,005 | -0,0009 |
| 58 | 70,76 | 1,95 | 24,9 | 16,2 | 0,013 | -0,0029 |
| 65 | 79,3 | 2,18 | 25,28 | 16,26 | 0,016 | -0,0038 |
| 70 | 85,4 | 2,35 | 26,2 | 16,75 | 0,022 | -0,0110 |




**E= 148,3103 Kg/cm²**

**υ = 0,17724**

**E=** Modulo de Young

υ = Coef. De Poisson

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1}$$

$$v = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

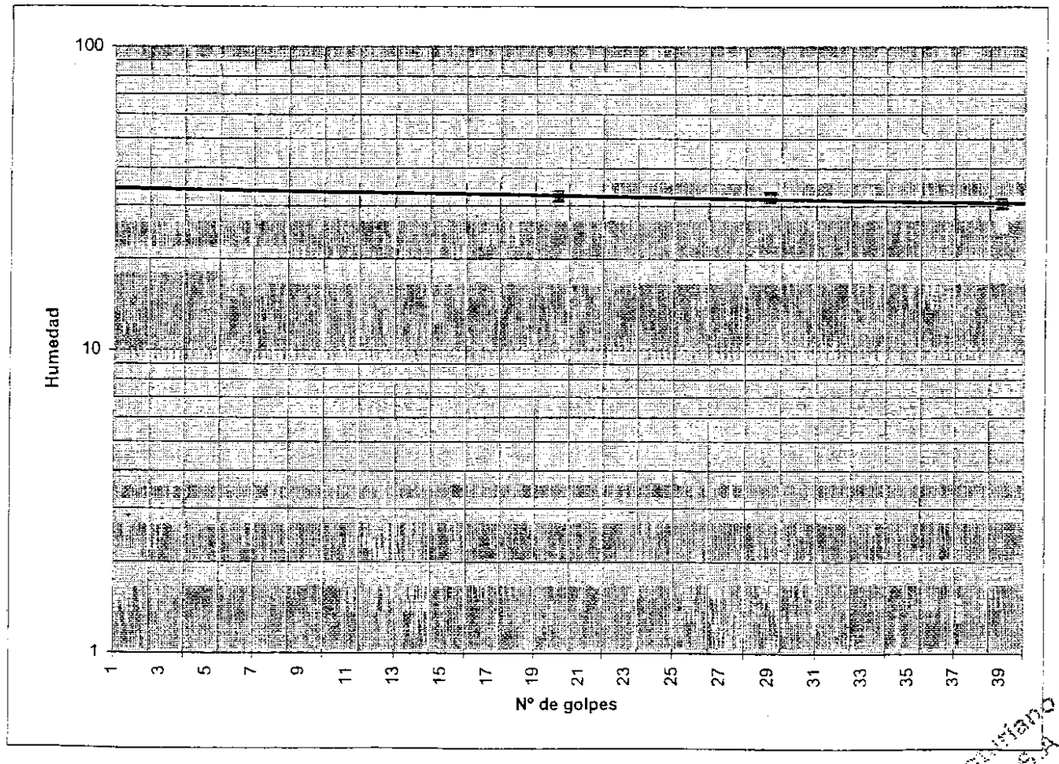


Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA : | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA : | S-1 (11,50 - 12,10) |
| HOJA Nº : | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | LIMITE PLASTICO | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | 23 | 16 | 32 | | | |
| REF. TARA | A | B | C | | D | E |
| a=(t+s+a)-(t+s) | 3,67 | 3,94 | 4,09 | | 0,95 | 0,88 |
| t+s+a | 40,01 | 42,13 | 44,23 | | 36,19 | 33,72 |
| t+s | 36,34 | 38,19 | 40,14 | | 35,24 | 32,84 |
| t | 24,95 | 25,91 | 26,73 | | 30,8 | 28,75 |
| s=(t+s)-t | 11,39 | 12,28 | 13,41 | | 4,44 | 4,09 |
| h=a/s*100 | 32,2 | 32,1 | 30,5 | | 21,4 | 21,5 |
| | | | | 31,7 | 21,5 | 10,2 |
| | | | | LL | LP | IP |




Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-1 (14,60 – 15,00) |

HUMEDAD NATURAL ..... 13,6 %

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,236 g/cm$^3$

DENSIDAD SECA ..... 1,968 g/cm$^3$

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

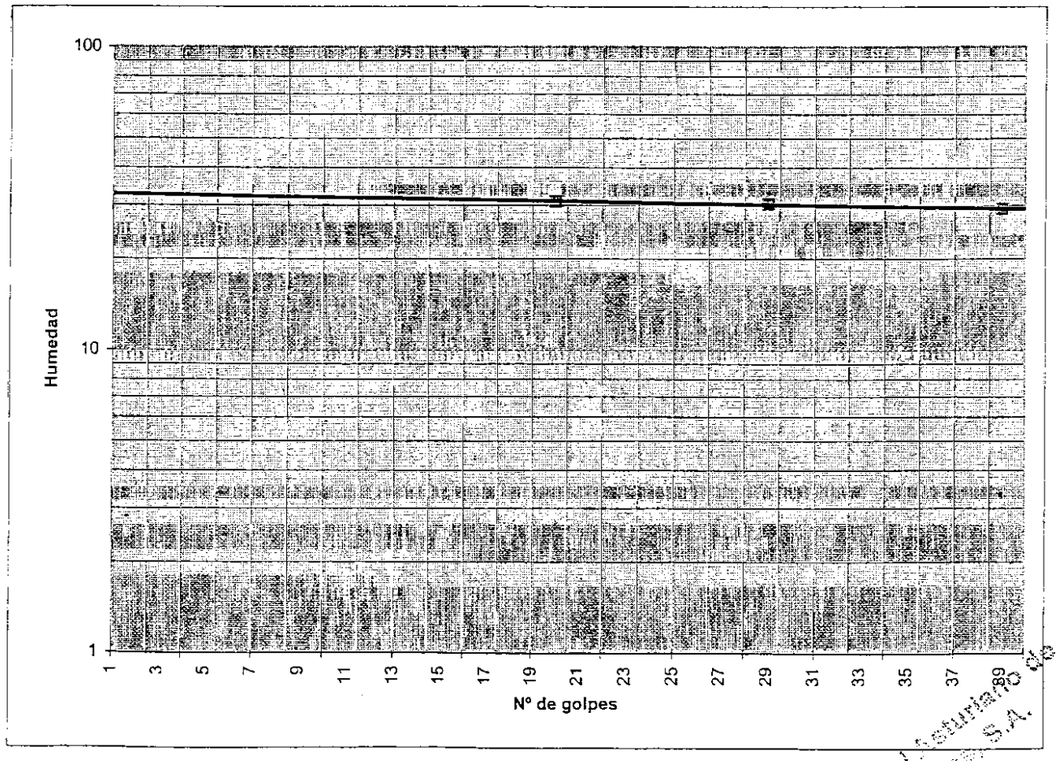


Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO:** | MINSITERIO DE FOMENTO |
| **OBRA :** | METROTREN |
| **REFERENCIA:** | |
| **MUESTRA :** | S-1 (14,60 - 15,00) |
| **HOJA Nº** | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | 15 | 22 | 30 | | | | |
| REF. TARA | 6 | 8 | 10 | | 12 | 14 | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | 4,16 | 4,53 | 4,4 | | 1,3 | 1,12 | |
| t+s+a | 42,89 | 46,62 | 47,99 | | 32,57 | 32,09 | |
| t+s | 38,73 | 42,09 | 43,59 | | 31,27 | 30,97 | |
| t | 25,26 | 27,18 | 28,51 | | 25,37 | 25,9 | |
| s=(t+s)-t | 13,47 | 14,91 | 15,08 | | 5,9 | 5,07 | |
| h=a/s*100 | 30,9 | 30,4 | 29,2 | | 22,0 | 22,1 | |
| | | | | 29,9 | 22,1 | 7,8 | |
| | | | | LL | LP | IP | |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-1 (14,60 - 15,00) |

## ANALISIS GRANULOMETRICO

| Tamices | | Retenido entre tamices | | Pasa en muestra total | |
|---|---|---|---|---|---|
| Designación A.S.T.M | Abertura mm. | Parte fina ensayada Grs. | Muestra total Grs. | Gramos | % |
| 4" | 100 | | | | |
| 3½" | 90 | | | | |
| 3" | 80 | | | | |
| 2½" | 63 | | | | |
| 2" | 50 | | | | |
| 1½" | 40 | | | | |
| 1" | 25 | | | 952 | 100 |
| 3/4" | 20 | | 21 | 931 | 98 |
| 1/2" | 12,5 | | 7 | 924 | 97 |
| 3/8" | 10 | | 4 | 920 | 97 |
| 1/4" | 6,3 | | | | |
| Nº 4 | 5 | | 171 | 749 | 79 |
| Nº 10 | 2 | | 7 | 742 | 78 |
| Nº 40 | 0,4 | | 154 | 588 | 62 |
| Nº 80 | 0,16 | | 105 | 483 | 51 |
| Nº 200 | 0,08 | | 82 | 401 | 42 |

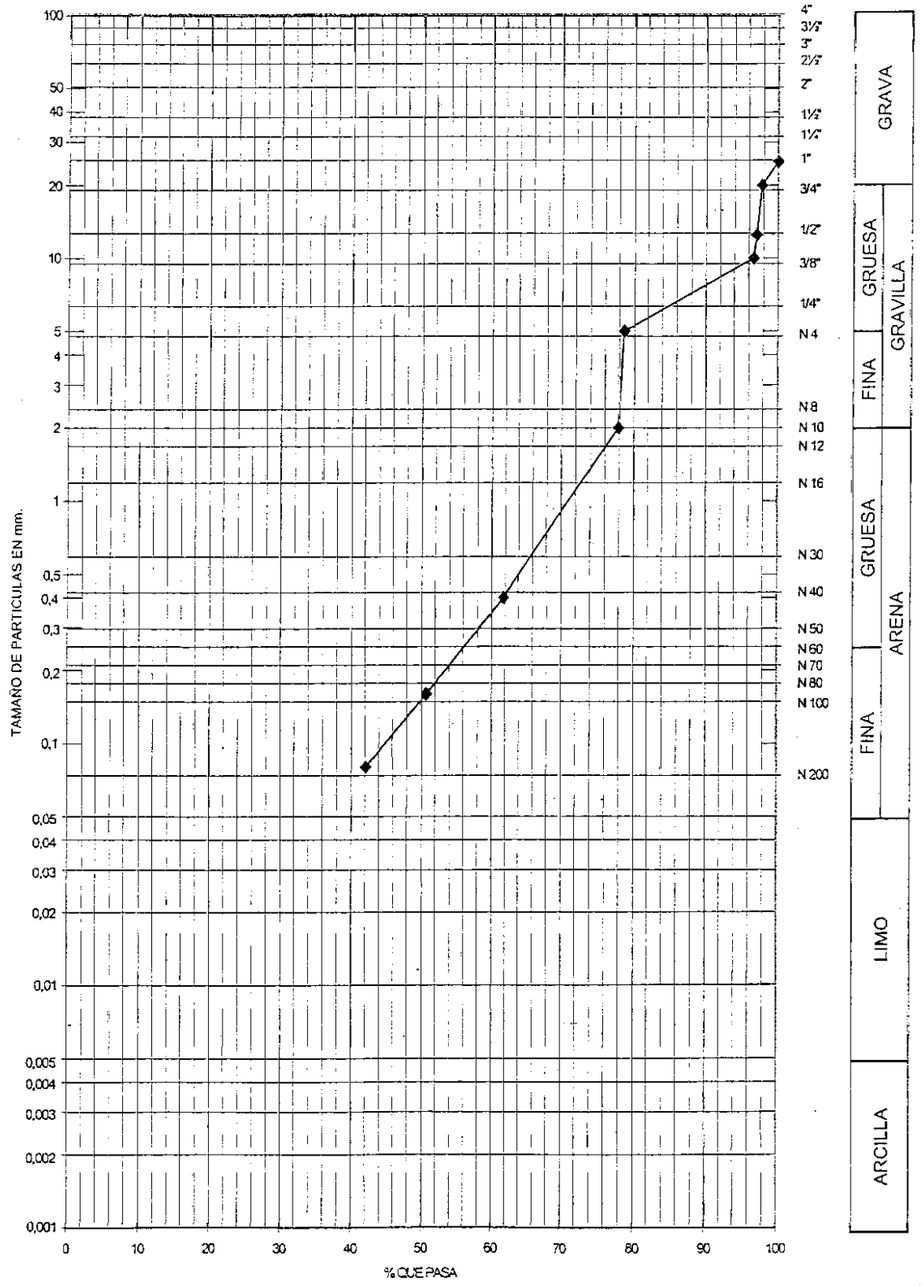
Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.



Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-1 (14,60 - 15,00) |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE - norma UNE 22950-3

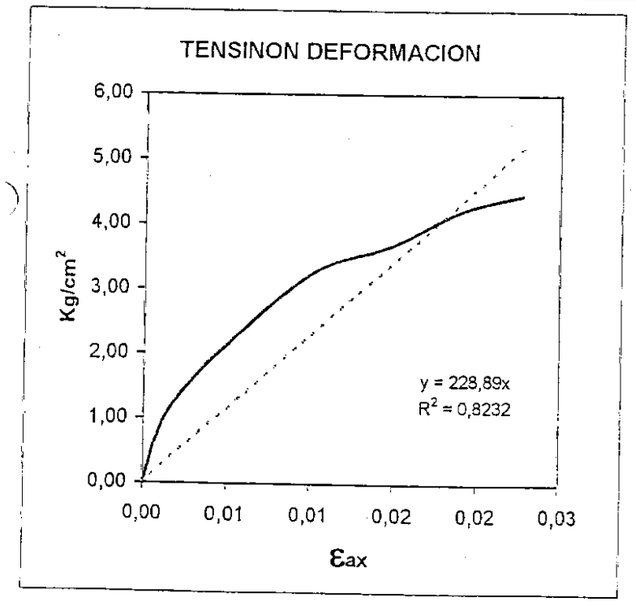
Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | INECO |
| REFERENCIA: | |
| OBRA: | METROTREN |
| MUESTRA: | S-1 (14,60-15,00) |
| FECHA: | |

| | |
|---|---|
| DIAMETRO (mm): | 82 |
| ALTURA (mm): | 132 |
| SECCION ($cm^2$): | 52,81 |

Cte. ANILLO: 1,22

| CARGAS | | | DEFORMACIONES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LECTURAS mm | | | |
| LECTURA | CARGA Kg | TENSION $Kg/cm^2$ | HORIZONTAL | VERTICAL | Εax | Εt |
| 0 | 0 | 0,00 | 14 | 8 | 0,000 | 0,0000 |
| 47 | 57,34 | 1,09 | 14,2 | 8,02 | 0,002 | -0,0002 |
| 91 | 111,02 | 2,10 | 14,65 | 8,08 | 0,005 | -0,0010 |
| 141 | 172,02 | 3,26 | 15,35 | 8,15 | 0,010 | -0,0018 |
| 159 | 193,98 | 3,67 | 15,96 | 8,36 | 0,015 | -0,0044 |
| 182 | 222,04 | 4,20 | 16,5 | 8,58 | 0,019 | -0,0071 |
| 193 | 235,46 | 4,46 | 17 | 8,82 | 0,023 | -0,0100 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |




**E= 252,9205 $Kg/cm^2$**

**υ = 0,30200**

**E=** Modulo de Young

**υ** = Coef. De Poisson

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1}$$

$$v = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 528, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A 33060740

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-3 (14,10 – 14,40) |

HUMEDAD NATURAL ..... 11,9 %

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,259 g/cm$^3$

DENSIDAD SECA ..... 2,019 g/cm$^3$

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

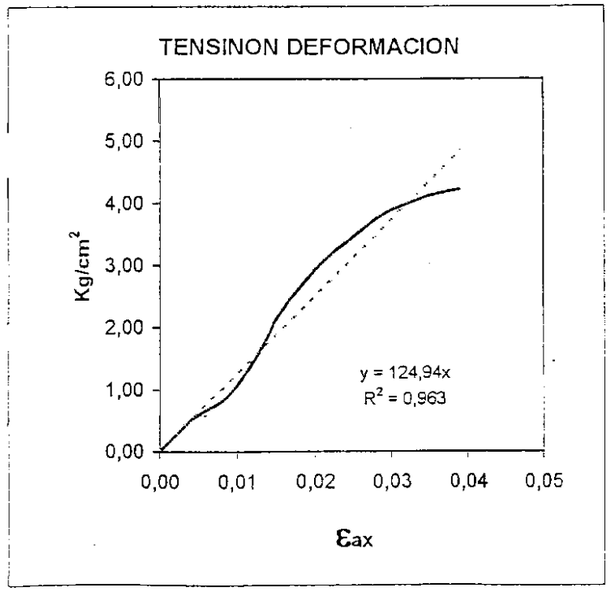
# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE - norma UNE 22950-3

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | INECO |
| REFERENCIA: | |
| OBRA: | METROTREN |
| MUESTRA: | S-3 (14,10 - 14,40) |
| FECHA: | |

| | |
|---|---|
| DIAMETRO (mm): | 82 |
| ALTURA (mm): | 162 |
| SECCION (cm$^2$): | 52,81 |

Cte. ANILLO: 1,22

| CARGAS | | | DEFORMACIONES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LECTURAS mm | | | |
| LECTURA | CARGA Kg | TENSION Kg/cm$^2$ | HORIZONTAL | VERTICAL | Eax | Et |
| 0 | 0 | 0,00 | 12 | 15 | 0,000 | 0,0000 |
| 13 | 15,86 | 0,30 | 12,4 | 15,04 | 0,002 | -0,0005 |
| 24 | 29,28 | 0,55 | 12,75 | 15,06 | 0,005 | -0,0007 |
| 40 | 48,8 | 0,92 | 13,46 | 15,08 | 0,009 | -0,0010 |
| 71 | 86,62 | 1,64 | 14,12 | 15,1 | 0,013 | -0,0012 |
| 95 | 115,9 | 2,19 | 14,5 | 15,11 | 0,015 | -0,0013 |
| 115 | 140,3 | 2,66 | 14,95 | 15,12 | 0,018 | -0,0015 |
| 135 | 164,7 | 3,12 | 15,5 | 15,14 | 0,022 | -0,0017 |
| 148 | 180,56 | 3,42 | 16 | 15,15 | 0,025 | -0,0018 |
| 164 | 200,08 | 3,79 | 16,62 | 15,24 | 0,029 | -0,0029 |
| 172 | 209,84 | 3,97 | 17,12 | 15,3 | 0,032 | -0,0037 |
| 179 | 218,38 | 4,14 | 17,7 | 15,38 | 0,035 | -0,0046 |
| 183 | 223,26 | 4,23 | 18,3 | 15,41 | 0,039 | -0,0050 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |




**E= 133.9197 Kg/cm$^2$**

**υ = 0,08780**

**E=** Modulo de Young

**υ** = Coef. De Poisson

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1}$$

$$v = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-4 (1,00 - 1,45) |

## ANALISIS GRANULOMETRICO

| Tamices | | Retenido entre tamices | | Pasa en muestra total | |
|---|---|---|---|---|---|
| Designación A.S.T.M | Abertura mm. | Parte fina ensayada Grs. | Muestra total Grs. | Gramos | % |
| 4" | 100 | | | | |
| 3½" | 90 | | | | |
| 3" | 80 | | | | |
| 2½" | 63 | | | | |
| 2" | 50 | | | | |
| 1½" | 40 | | | 374 | 100 |
| 1" | 25 | | 25 | 349 | 93 |
| 3/4" | 20 | | 8 | 341 | 91 |
| 1/2" | 12,5 | | 21 | 320 | 86 |
| 3/8" | 10 | | 12 | 308 | 82 |
| 1/4" | 6,3 | | | | |
| Nº 4 | 5 | | 66 | 242 | 65 |
| Nº 10 | 2 | | 24 | 218 | 58 |
| Nº 40 | 0,4 | | 63 | 155 | 41 |
| Nº 80 | 0,16 | | 37 | 118 | 32 |
| Nº 200 | 0,08 | | 45 | 73 | 20 |

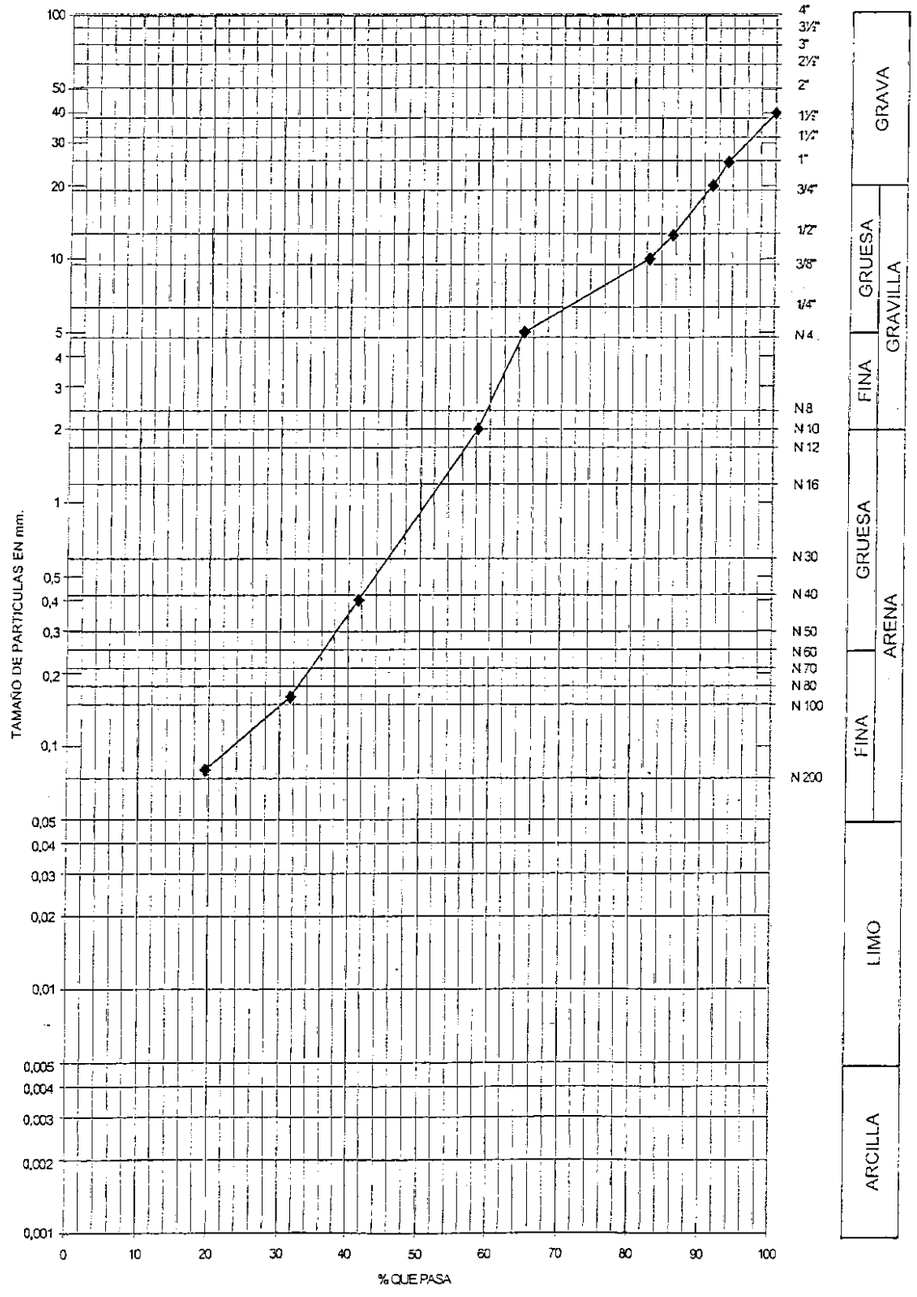
Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.



ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos


| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-4 (1,00 - 1,45) |


Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-4 (2,50 - 2,95) |

## ANALISIS GRANULOMETRICO

| Tamices | | Retenido entre tamices | | Pasa en muestra total | |
|---|---|---|---|---|---|
| Designación A.S.T.M | Abertura mm. | Parte fina ensayada Grs. | Muestra total Grs. | Gramos | % |
| 4" | 100 | | | | |
| 3½" | 90 | | | | |
| 3" | 80 | | | | |
| 2½" | 63 | | | | |
| 2" | 50 | | | | |
| 1½" | 40 | | | | |
| 1" | 25 | | | | |
| 3/4" | 20 | | | 358 | 100 |
| 1/2" | 12,5 | | 30 | 328 | 92 |
| 3/8" | 10 | | 22 | 306 | 85 |
| 1/4" | 6,3 | | | | |
| Nº 4 | 5 | | 90 | 216 | 60 |
| Nº 10 | 2 | | 4 | 212 | 59 |
| Nº 40 | 0,4 | | 13 | 199 | 56 |
| Nº 80 | 0,16 | | 32 | 167 | 47 |
| Nº 200 | 0,08 | | 56 | 111 | 31 |

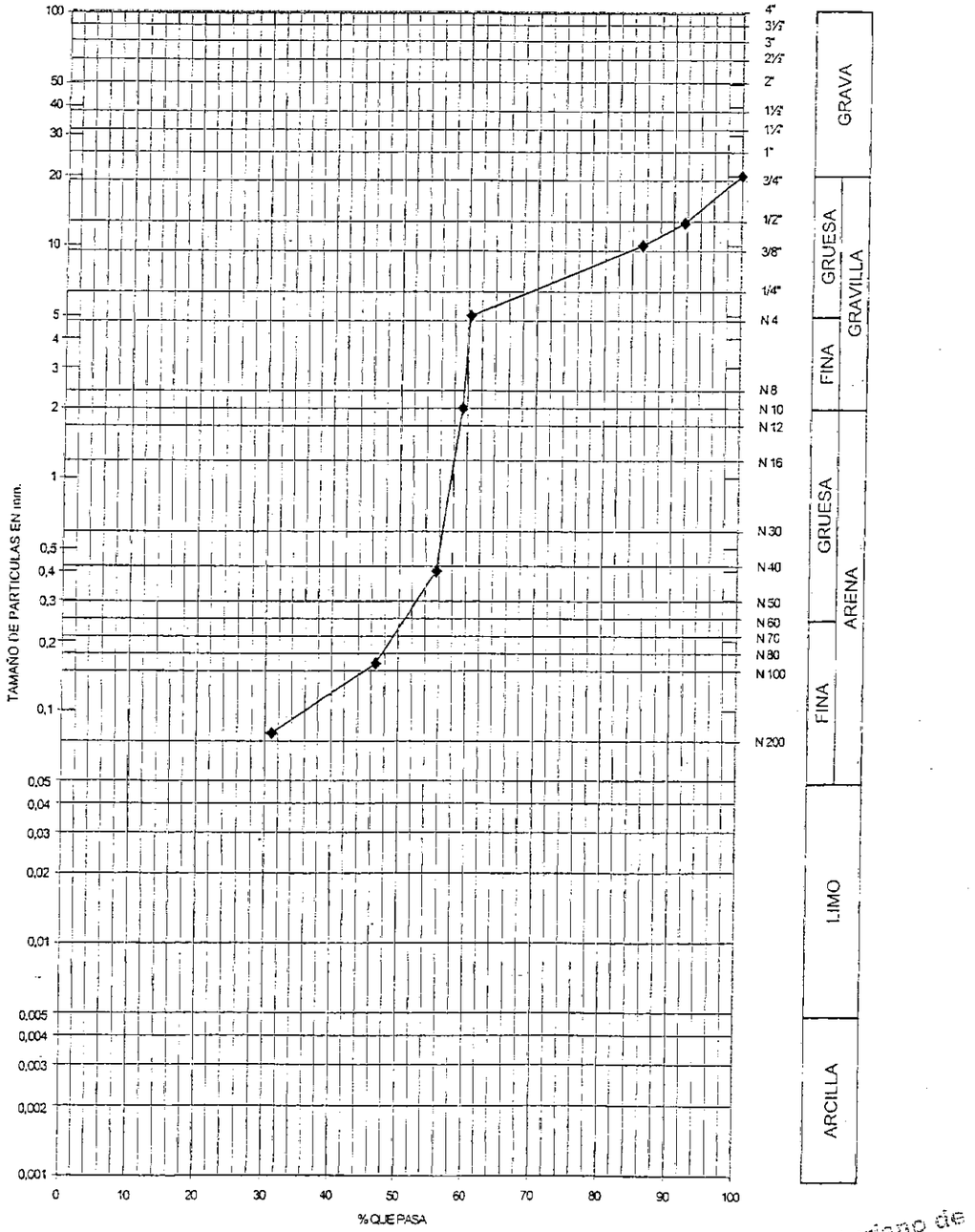
Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Regis Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.



ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-4 (2,50 - 2,95) |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-4 (5,00 – 5,60) |

HUMEDAD NATURAL ..... 28,4 %

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,228 g/cm$^3$

DENSIDAD SECA ..... 1,735 g/cm$^3$

ENSAYO EDOMETRICO: YA ENVIADO

Control Asturiano de Estructuras, S.A.



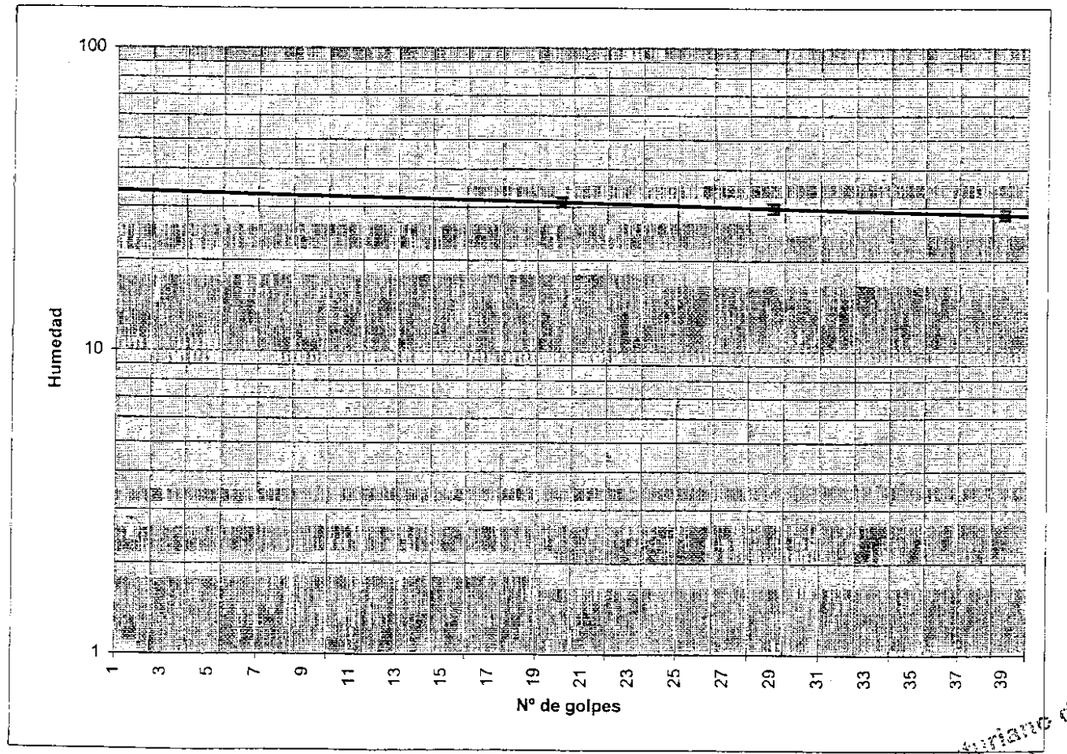
Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO:** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA :** | METROTREN |
| **REFERENCIA:** | |
| **MUESTRA:** | S-4 (5,00 - 5,60) |
| **HOJA Nº :** | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | 15 | 22 | 32 | | | | |
| REF. TARA | 10 | 20 | 30 | | 1 | 3 | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | 5,03 | 4,74 | 4,48 | | 0,79 | 0,83 | |
| t+s+a | 51,92 | 50,36 | 50,19 | | 35,68 | 29,97 | |
| t+s | 46,89 | 45,62 | 45,71 | | 34,89 | 29,14 | |
| t | 30,72 | 29,71 | 29,89 | | 31,03 | 25,15 | |
| s=(t+s)-t | 16,17 | 15,91 | 15,82 | | 3,86 | 3,99 | |
| h=a/s*100 | 31,1 | 29,8 | 28,3 | | 20,5 | 20,8 | |
| | | | | 29,3 | 20,8 | 8,5 | |
| | | | | LL | LP | IP | |




Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE - norma UNE 22950-3

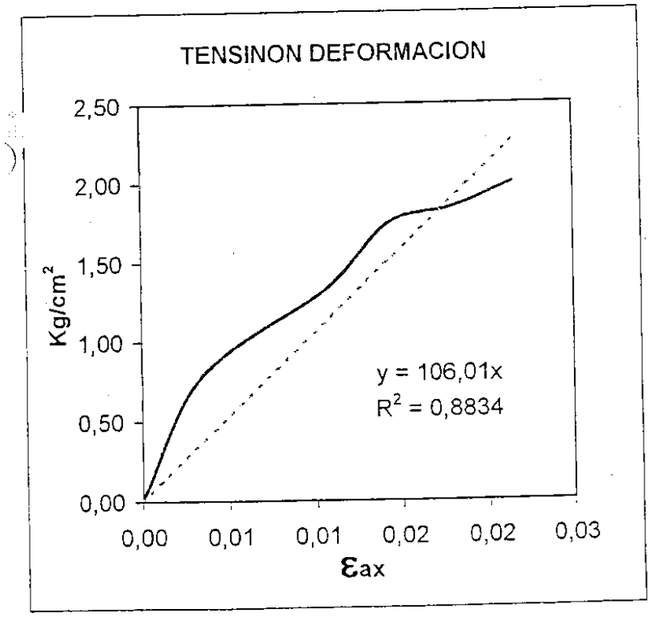
Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obra
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | INECO |
| REFERENCIA: | |
| OBRA: | METROTREN |
| MUESTRA: | S-4 (5,00 - 5,60) |
| FECHA: | |

| | |
|---|---|
| DIAMETRO (mm): | 70 |
| ALTURA (mm): | 140 |
| SECCION ($cm^2$): | 38,48 |

Cte. ANILLO: 1,22

| CARGAS | | | DEFORMACIONES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LECTURAS mm | | | |
| LECTURA | CARGA Kg | TENSION $Kg/cm^2$ | HORIZONTAL | VERTICAL | Εax | Εt |
| 0 | 0 | 0,00 | 0 | 14 | 0,000 | 0,0000 |
| 25 | 30,5 | 0,79 | 0,5 | 14,13 | 0,004 | -0,0019 |
| 42 | 51,24 | 1,33 | 1,5 | 14,37 | 0,011 | -0,0053 |
| 55 | 67,1 | 1,74 | 2 | 14,65 | 0,014 | -0,0093 |
| 58 | 70,76 | 1,84 | 2,5 | 14,79 | 0,018 | -0,0113 |
| 63 | 76,86 | 2,00 | 3 | 15,02 | 0,021 | -0,0146 |




**E= 104,1486 Kg/cm²**

**υ = 0,50**

**E=** Modulo de Young

υ = Coef. De Poisson

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1}$$

$$v = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Control Asturiano de Estructuras, S. A.

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Regist. Mercantil de Asturias, Tomo 529, libro 344, Sección 3ª, Folio 121, Hoja 1389, inscripción 1ª - C.I.F. A-33060740



PAYMACotas

Referencia del laboratorio: G-4437

# APERTURA Y DESCRIPCION DE MUESTRA

## IAT-SUE.APER.001

*DATOS GENERALES:*

INFORME NÚMERO: 3886/1-6
PETICIONARIO: MINISTERIO DE FOMENTO. S.G.P.P. DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
CLIENTE: UTE SG - PAYMA - SGS TECNOS III
DENOMINACIÓN: METROTREN DE GIJON.

*DATOS DE LA MUESTRA:*

Situación: S-4
Profundidad, m: 5 - 5.6

Tipo de muestra: MI
Fecha de toma:
Diametro, cm: 7
Fecha de recepción: 13/9/02
Longitud, cm: 17
Fecha de apertura: 16/9/02

Almacenamiento: CÁMARA HÚMEDA
Medio de apertura: EXTRACTOR HIDRAÚLICO CONTROLS
Entorno de ensayo: LABORATORIO DE GEOTECNIA
Operador: BMA

*DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:*

| Nivel dif. | Litología | Observaciones P- penetrómetro manual, V- vane-test manual: kp/cm2 |
|---|---|---|
| 5 m | ARCILLA DE ASPECTO MARGOSO. TONALIDAD BEIGE-BLANQUECINA. | PRESENTA GRADO IRREGULAR DE LITIFICACIÓN. |
| 5.17 m | | |

*ENSAYOS REALIZADOS:*

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS - UNE 103302:1994
EDÓMETRO - UNE 103405:1994

*OBSERVACIONES:*

R. M. DE BARCELONA, T. 4914, L. 4231, Sec. 2ª, F. 143, H. 66369, Insc. 1ª - N.I.F. A-08737280

La información contenida en esta ficha de apertura afecta exclusivamente a las hojas de ensayo siguientes con el mismo número de referencia de la muestra. Cada ensayo se realiza según la Norma o procedimiento indicado en la hoja de ensayo correspondiente.



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 39 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Monicada i Reixac • (Barcelona)
central@caymacotas.com

Referencia del laboratorio: G-4437

# DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO
## UNE 103.302/94

*DATOS DEL ENSAYO:*

| | |
|---|---|
| Masa del picnómetro calibrado, g: | M1 |
| Masa del picnómetro medio lleno de agua, g: | M2 |
| Masa del picnómetro medio lleno de agua + muestra, g: | M3 |
| Masa del picnómetro + muestra enrasado, g: | M4 |
| Temperatura de ensayo: | 25 °C |
| Factor de corrección (K1): | 0.99880 |

Densidad relativa de las partículas de un suelo (G), $gr/cm^3$ = $\frac{M3 - M2}{(M3-M2) + (M1-M4)} \times K1$

| N/Ref. | M1, g | M2, g | M3, g | M4, g | G, $g/cm^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 44 | 85.919 | 27.680 | 35.445 | 90.972 | 2.860 |
| 43 | 89.568 | 28.323 | 34.369 | 93.501 | 2.859 |

*RESULTADO DEL ENSAYO:*

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO (G): 2.859 $gr/cm^3$

*OBSERVACIONES:*



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. DE BARCELONA, T. 4914, L. 4231 Sec. 2ª, F. 143, H. 68369, Inscr. 1ª-N.I.F. A-08737280

PAYMACotas

Referencia del laboratorio: G-4437

# CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO
## UNE 103.405/94

| *Equipo* |
|---|
| EDÓMETRO MONOBLOC MECACISA |

| *Dimensiones probeta* | |
|---|---|
| Altura, cm | 2.000 |
| Diámetro, cm | 4.945 |
| Superficie, $cm^2$ | 19.21 |
| Volumen, $cm^3$ | 38.42 |

| *Ensayo de Colapso* | |
|---|---|
| Presión de inundación, $kp/cm^2$ | |
| Lectura final antes de inundar, mm | |
| Lectura final después de inundar, mm | |
| ÍNDICE DE COLAPSO (I), % | |
| POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO (Ic), % | |

| *Resultados* | |
|---|---|
| Peso anillo, g | 106.49 |
| Peso anillo+suelo, g | 189.06 |
| Peso inicial suelo húmedo, g | 82.57 |
| Densidad rel. part. sólidas, $g/cm^3$ | 2.86 |
| Humedad inicial, % | 18.9 |
| Densidad aparente inicial, $g/cm^3$ | 2.15 |
| Densidad seca inicial, $g/cm^3$ | 1.81 |
| Grado saturación inicial, % | 93.23 |
| Humedad final, % | 19.3 |
| Densidad aparente final, $g/cm^3$ | 2.19 |
| Densidad seca final, $g/cm^3$ | 1.84 |
| Grado de saturación final, % | 99.64 |

| *Resultados* | |
|---|---|
| Índice de poros inicial, $e_0$ | 0.5796 |
| Índice de poros final, $e_f$ | 0.5534 |
| Altura de sólido (Hs), cm | 1.2661 |
| Altura de poros final (Hps), cm | 0.6975 |

*Resultados*

| ESCALÓN PRESIÓN $kp/cm^2$ | FECHA CARGA | TIEMPO sg | ASIENTO INSTÁNTANEO mm | LECTURA INICIAL t=10 sg mm | $L_0$ (MÉT. CASAGRANDE) mm | LECTURA FINAL mm | ALTURA PROBETA FINAL cm | ÍNDICE POROS en $L_0$ $e_{Lo}$ | ÍNDICE POROS FINAL $e_f$ | ÍNDICE COMPRESIÓN Cc | ÍNDICE HINCHAMIENTO Cs | MÓDULO EDOMÉTRICO Em $kp/cm^2$ | COEF. COMPRESIBILIDAD ($a_v$) $kp/cm^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.12 | 17/9/02 | 86 368 | 0.038 | 0.038 | 0.034 | 0.076 | 1.9924 | 0.5770 | 0.5737 | | | | |
| 0.24 | 18/9/02 | 85 544 | 0.010 | 0.086 | 0.085 | 0.098 | 1.9902 | 0.5729 | 0.5719 | 0.0060 | | 104.91 | 0.0150 |
| 0.5 | 19/9/02 | 84 210 | 0.029 | 0.126 | 0.126 | 0.131 | 1.9869 | 0.5697 | 0.5693 | 0.0082 | | 157.19 | 0.0100 |
| 1 | 20/9/02 | 86 573 | 0.017 | 0.148 | 0.147 | 0.163 | 1.9837 | 0.5680 | 0.5668 | 0.0083 | | 313.86 | 0.0050 |
| 2 | 21/9/02 | 88 154 | 0.034 | 0.197 | 0.195 | 0.213 | 1.9787 | 0.5643 | 0.5628 | 0.0133 | | 391.70 | 0.0040 |
| 4 | 22/9/02 | 85 291 | 0.035 | 0.248 | 0.246 | 0.266 | 1.9734 | 0.5602 | 0.5586 | 0.0140 | | 744.19 | 0.002* |
| 8 | 23/9/02 | 86 475 | 0.042 | 0.308 | 0.307 | 0.328 | 1.9672 | 0.5554 | 0.5537 | 0.0163 | | 1 272.33 | 0.0012 |
| 16 | 24/9/02 | 84 311 | 0.050 | 0.378 | 0.375 | 0.405 | 1.9595 | 0.5500 | 0.5477 | 0.0199 | | 2 071.60 | 0.0008 |
| 32 | 25/9/02 | 85 364 | 0.067 | 0.472 | 0.467 | 0.511 | 1.9489 | 0.5428 | 0.5393 | 0.0279 | | 2 948.00 | 0.0005 |
| 0.12 | 26/9/02 | 86 735 | -0.186 | 0.345 | 0.344 | 0.333 | 1.9667 | 0.5525 | 0.5534 | | 0.0058 | 3 480.35 | 0.0004 |

NOTA: Los índices de compresión (Cc) y de hinchamiento (Cs), así como los módulos edométricos (Em) y los coeficientes de compresibilidad (av), se estiman de forma aproximada entre un escalón de presión y el inmediatamente anterior, tomando además para el cálculo los valores de índice de poros obtenidos al final de los escalones de presión considerados.

*OBSERVACIONES:*



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. DE BARCELONA, T. 4914, L. 4231 Sec. 2ª, F. 143, H. 68369, Inscr. 1ª-N.I.F. A-08737280

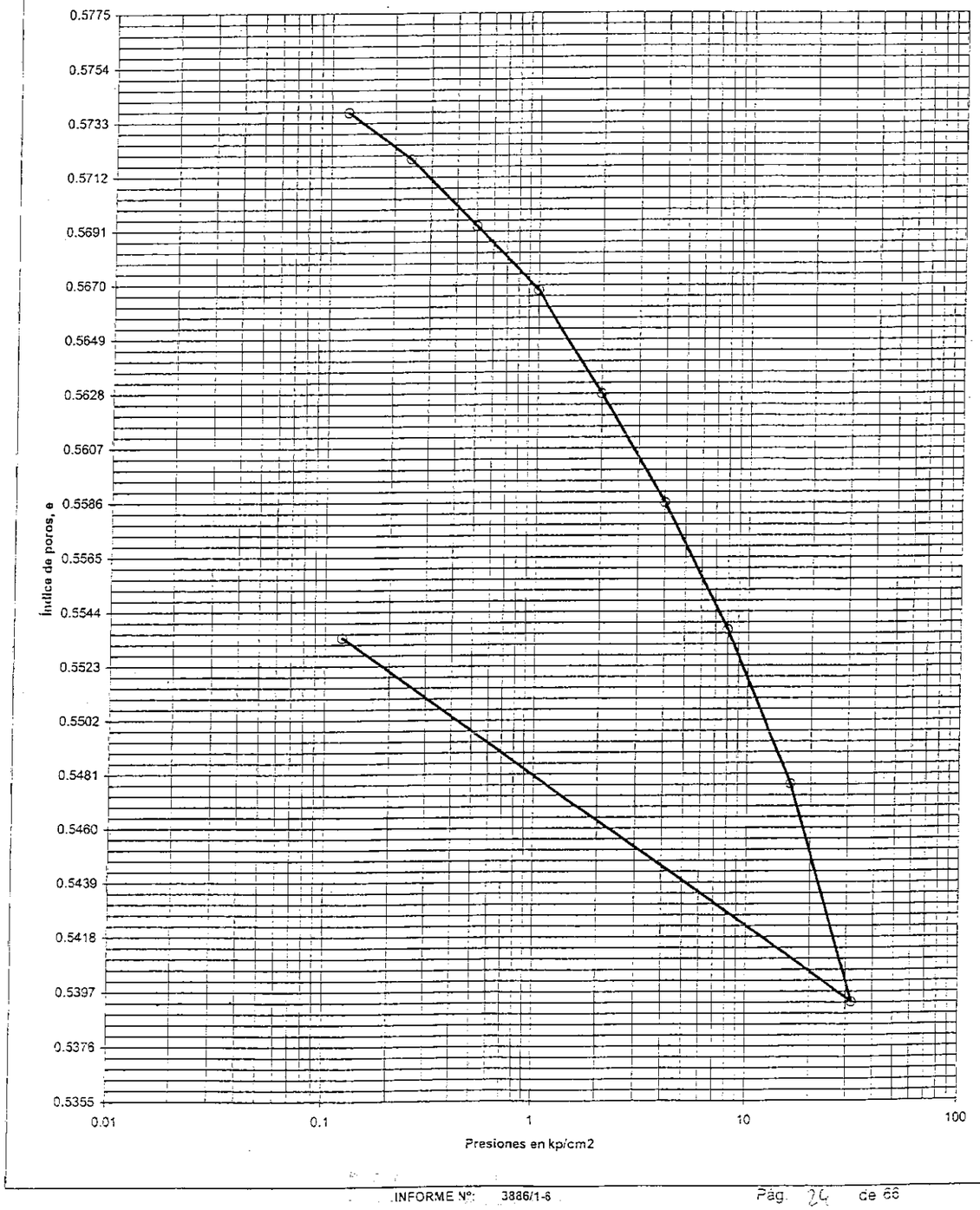
Referencia del laboratorio: G-4437

## ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVA EDOMÉTRICA

DENSIDAD SECA INICIAL: 1.81 gr/cm³ HUMEDAD INICIAL: 18.9 % DENSIDAD RELATIVA

INDICE DE POROS INICIAL: 0.5796 HUMEDAD FINAL: 19.3 % DE LAS PARTÍCULAS: 2.859 gr/cm³






T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)

R. M. DE BARCELONA, T 4914, L 4231 Secc 2ª, F 143, H 58359, Insc 1ª-N.I.F. A-08737280

PAYMACotas

Referencia del laboratorio: G-4437

## ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

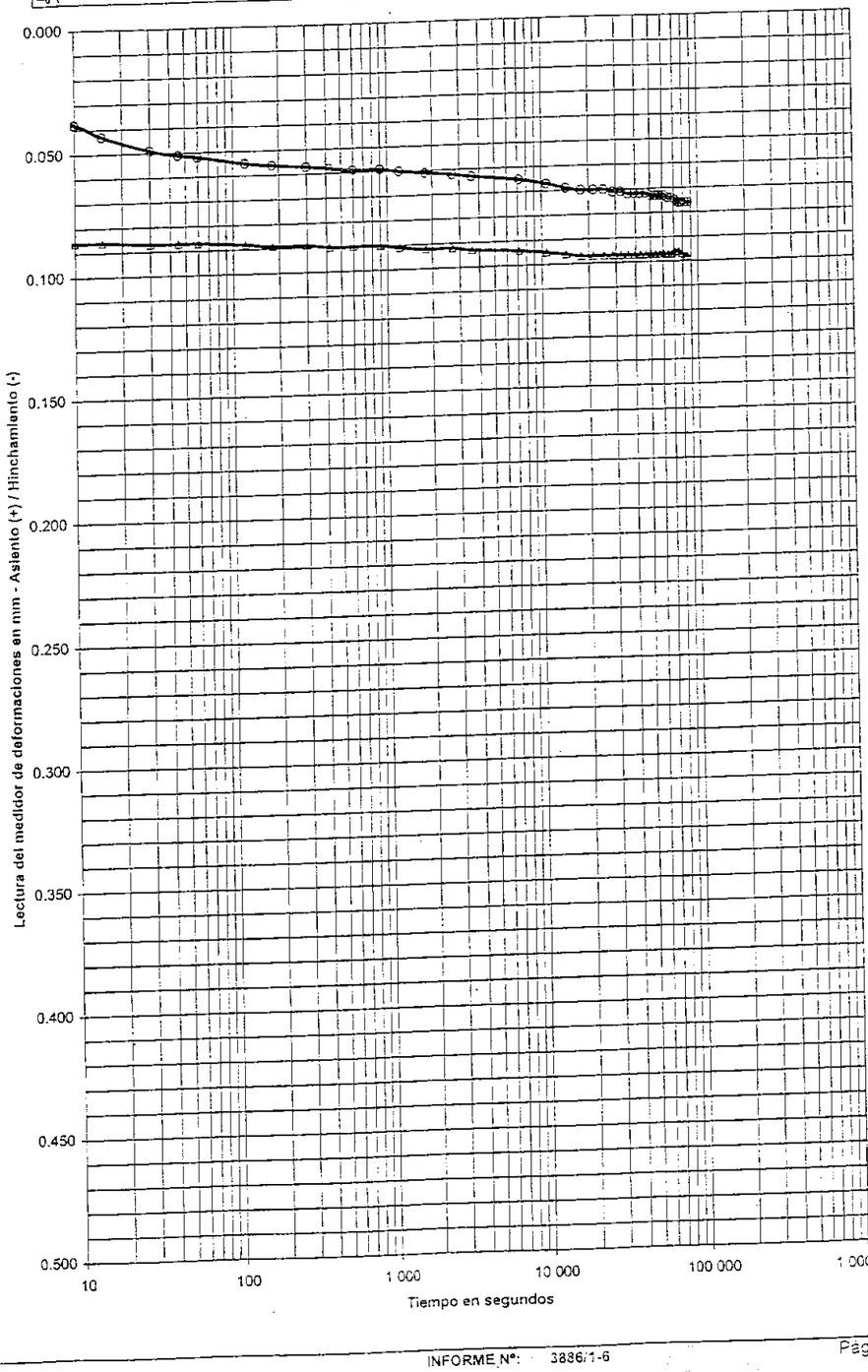
## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 0.12 0.24

$L_0$ (método de Casagrande): 0.034 0.085

Diámetro probeta, cm: 4.945

Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESIÓN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 17-sep-02 | | | 18-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 0.12 | | | 0.24 | | |
| LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS | LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.028 | 0.5774 | 0 | 0.085 | 0.5729 |
| 5 | 0.035 | 0.5769 | 5 | 0.085 | 0.5729 |
| 10 | 0.038 | 0.5767 | 10 | 0.085 | 0.5729 |
| 15 | 0.043 | 0.5763 | 15 | 0.086 | 0.5729 |
| 30 | 0.049 | 0.5758 | 30 | 0.087 | 0.5728 |
| 45 | 0.051 | 0.5756 | 45 | 0.087 | 0.5728 |
| 60 | 0.052 | 0.5755 | 60 | 0.087 | 0.5728 |
| 120 | 0.055 | 0.5753 | 120 | 0.088 | 0.5727 |
| 180 | 0.056 | 0.5752 | 180 | 0.089 | 0.5726 |
| 300 | 0.057 | 0.5752 | 300 | 0.089 | 0.5726 |
| 420 | 0.058 | 0.5751 | 420 | 0.090 | 0.5725 |
| 600 | 0.059 | 0.5750 | 600 | 0.090 | 0.5725 |
| 900 | 0.059 | 0.5750 | 900 | 0.090 | 0.5725 |
| 1 200 | 0.060 | 0.5749 | 1 200 | 0.091 | 0.5725 |
| 1 800 | 0.061 | 0.5748 | 1 800 | 0.092 | 0.5724 |
| 2 700 | 0.062 | 0.5748 | 2 700 | 0.092 | 0.5724 |
| 3 600 | 0.063 | 0.5747 | 3 600 | 0.093 | 0.5723 |
| 7 200 | 0.065 | 0.5745 | 7 200 | 0.094 | 0.5722 |
| 10 800 | 0.067 | 0.5744 | 10 800 | 0.095 | 0.5722 |
| 14 400 | 0.069 | 0.5742 | 14 400 | 0.096 | 0.5721 |
| 18 000 | 0.070 | 0.5741 | 18 000 | 0.097 | 0.5720 |
| 21 600 | 0.070 | 0.5741 | 21 600 | 0.097 | 0.5720 |
| 25 200 | 0.070 | 0.5741 | 25 200 | 0.097 | 0.5720 |
| 28 800 | 0.071 | 0.5740 | 28 800 | 0.097 | 0.5720 |
| 32 400 | 0.071 | 0.5740 | 32 400 | 0.097 | 0.5720 |
| 36 000 | 0.072 | 0.5740 | 36 000 | 0.097 | 0.5720 |
| 39 600 | 0.072 | 0.5740 | 39 600 | 0.097 | 0.5720 |
| 43 200 | 0.072 | 0.5740 | 43 200 | 0.097 | 0.5720 |
| 46 800 | 0.072 | 0.5740 | 46 800 | 0.097 | 0.5720 |
| 50 400 | 0.073 | 0.5739 | 50 400 | 0.097 | 0.5720 |
| 54 000 | 0.073 | 0.5739 | 54 000 | 0.097 | 0.5720 |
| 57 600 | 0.073 | 0.5739 | 57 600 | 0.097 | 0.5720 |
| 61 200 | 0.073 | 0.5739 | 61 200 | 0.097 | 0.5720 |
| 64 800 | 0.074 | 0.5738 | 64 800 | 0.097 | 0.5720 |
| 68 400 | 0.074 | 0.5738 | 68 400 | 0.097 | 0.5720 |
| 72 000 | 0.075 | 0.5737 | 72 000 | 0.096 | 0.5721 |
| 75 600 | 0.076 | 0.5737 | 75 600 | 0.096 | 0.5721 |
| 79 200 | 0.076 | 0.5737 | 79 200 | 0.097 | 0.5720 |
| 82 800 | 0.076 | 0.5737 | 82 800 | 0.098 | 0.5719 |
| 86 268 | 0.076 | 0.5737 | 85 544 | 0.098 | 0.5719 |



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. DE BARCELONA, T 4914, L 4231 Secc 2ª, F 143, H 58359, Insc 1ª-N.I.F. A-08737280

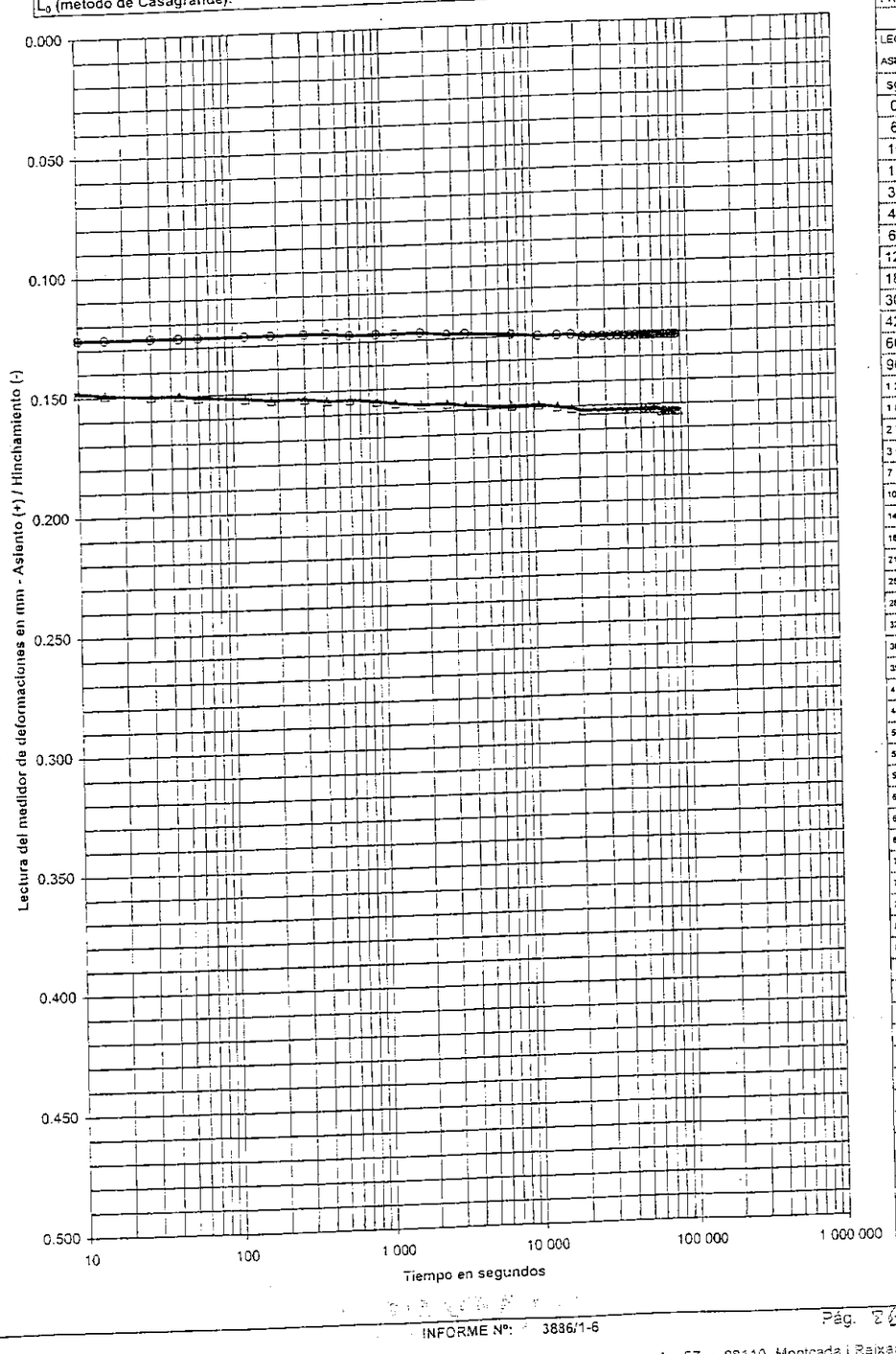
Referencia del laboratorio: G-4437

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 0.5 — 1
$L_0$ (método de Casagrande): 0.126 — 0.147

Diámetro probeta, cm: 4.945
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESION | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | | FECHA | | | |
| 19-sep-02 | | | | 20-sep-02 | | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | | PRESIÓN, kp/cm² | | | |
| 0.5 | | | | 1 | | | |
| LECTURAS | | | INDICE | LECTURAS | | | INDICE |
| ASIENTO (+) | | | POROS | ASIENTO (+) | | | POROS |
| sg | mm | e | | sg | mm | e | |
| 0 | 0.126 | | 0.5697 | 0 | 0.147 | | 0.5680 |
| 6 | 0.126 | | 0.5697 | 5 | 0.148 | | 0.5680 |
| 10 | 0.126 | | 0.5697 | 10 | 0.148 | | 0.5680 |
| 15 | 0.126 | | 0.5697 | 15 | 0.149 | | 0.5679 |
| 30 | 0.126 | | 0.5697 | 30 | 0.150 | | 0.5678 |
| 45 | 0.125 | | 0.5697 | 45 | 0.150 | | 0.5678 |
| 60 | 0.126 | | 0.5697 | 60 | 0.151 | | 0.5677 |
| 120 | 0.126 | | 0.5697 | 120 | 0.152 | | 0.5676 |
| 180 | 0.126 | | 0.5697 | 180 | 0.153 | | 0.5675 |
| 300 | 0.126 | | 0.5697 | 300 | 0.153 | | 0.5676 |
| 420 | 0.126 | | 0.5697 | 420 | 0.154 | | 0.5675 |
| 600 | 0.127 | | 0.5696 | 600 | 0.154 | | 0.5675 |
| 900 | 0.127 | | 0.5696 | 900 | 0.155 | | 0.5674 |
| 1 201 | 0.127 | | 0.5696 | 1 200 | 0.156 | | 0.5673 |
| 1 800 | 0.127 | | 0.5696 | 1 800 | 0.157 | | 0.5673 |
| 2 700 | 0.128 | | 0.5695 | 2 700 | 0.157 | | 0.5673 |
| 3 600 | 0.128 | | 0.5695 | 3 600 | 0.158 | | 0.5672 |
| 7 200 | 0.129 | | 0.5695 | 7 200 | 0.159 | | 0.5671 |
| 10 800 | 0.130 | | 0.5694 | 10 800 | 0.159 | | 0.5671 |
| 14 400 | 0.130 | | 0.5694 | 14 400 | 0.160 | | 0.5670 |
| 18 000 | 0.130 | | 0.5694 | 18 000 | 0.161 | | 0.5669 |
| 21 600 | 0.131 | | 0.5693 | 21 600 | 0.162 | | 0.5669 |
| 25 200 | 0.131 | | 0.5693 | 25 200 | 0.162 | | 0.5669 |
| 28 800 | 0.131 | | 0.5693 | 28 800 | 0.162 | | 0.5669 |
| 32 400 | 0.131 | | 0.5693 | 32 400 | 0.162 | | 0.5669 |
| 36 000 | 0.131 | | 0.5693 | 36 000 | 0.162 | | 0.5669 |
| 39 600 | 0.131 | | 0.5693 | 39 600 | 0.162 | | 0.5669 |
| 43 200 | 0.131 | | 0.5693 | 43 200 | 0.162 | | 0.5669 |
| 46 800 | 0.131 | | 0.5693 | 46 800 | 0.162 | | 0.5669 |
| 50 400 | 0.131 | | 0.5693 | 50 400 | 0.162 | | 0.5669 |
| 54 000 | 0.131 | | 0.5693 | 54 000 | 0.162 | | 0.5669 |
| 57 600 | 0.131 | | 0.5693 | 57 600 | 0.162 | | 0.5669 |
| 61 200 | 0.131 | | 0.5693 | 61 200 | 0.162 | | 0.5669 |
| 64 800 | 0.131 | | 0.5693 | 64 800 | 0.162 | | 0.5669 |
| 68 400 | 0.131 | | 0.5693 | 68 400 | 0.163 | | 0.5668 |
| 72 000 | 0.131 | | 0.5693 | 72 000 | 0.163 | | 0.5668 |
| 75 600 | 0.131 | | 0.5693 | 75 600 | 0.163 | | 0.5668 |
| 79 200 | 0.131 | | 0.5693 | 79 200 | 0.163 | | 0.5668 |
| 82 800 | 0.131 | | 0.5693 | 82 800 | 0.163 | | 0.5668 |
| 84 210 | 0.131 | | 0.5693 | 86 400 | 0.163 | | 0.5668 |
| | | | | 86 573 | 0.163 | | 0.5668 |



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. DE BARCELONA, T 4914, L 4231, Secc 2ª, F 143, H 58358, Inscr. 1ª N.I.F. A-08737280

PAYMACotas

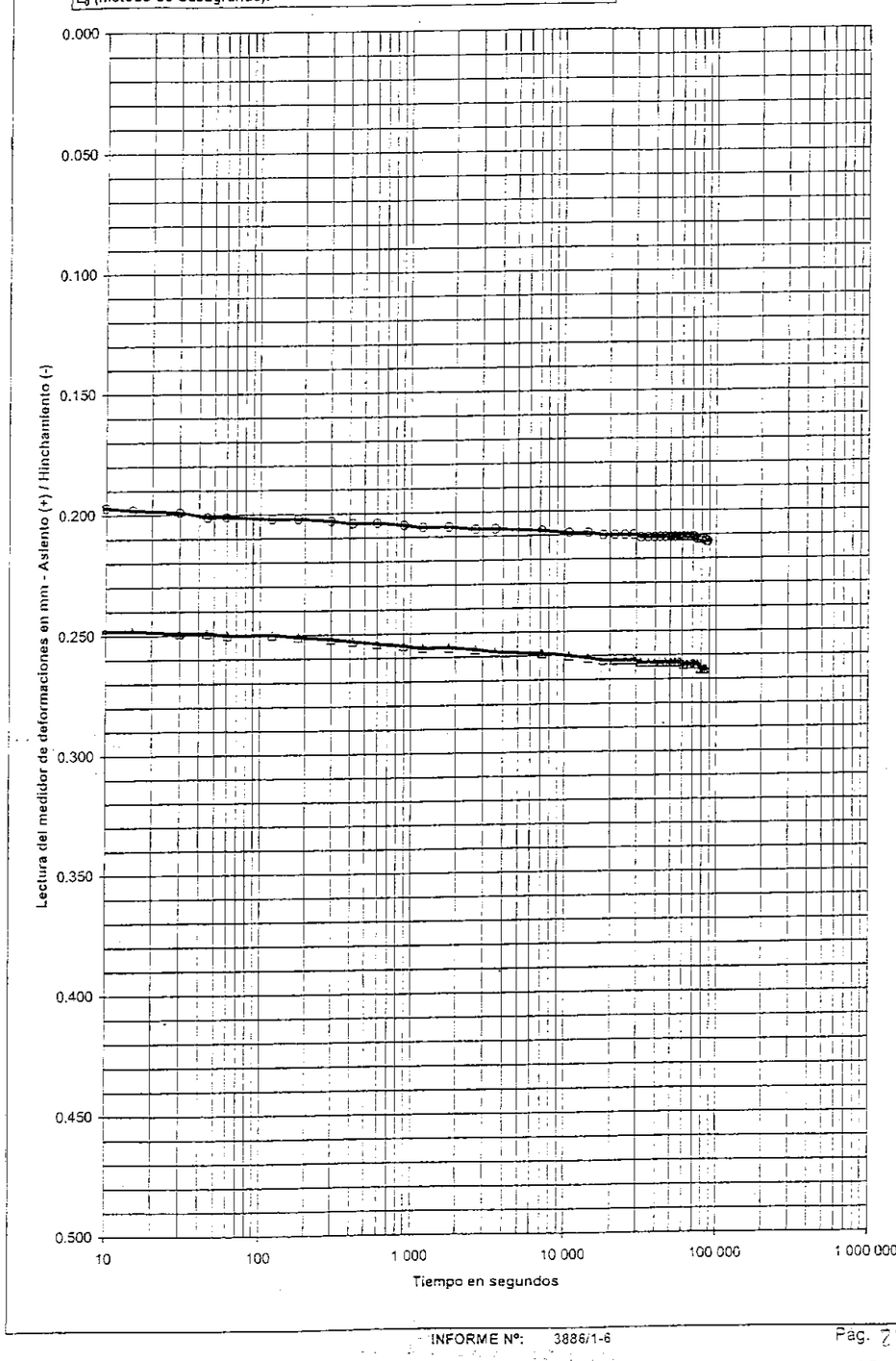
Referencia del laboratorio: G-4437

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 2 — 4
$L_0$ (método de Casagrande): 0.195 — 0.246

Diámetro probeta, cm: 4.945
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESIÓN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | | FECHA | | | |
| 21-sep-02 | | | | 22-sep-02 | | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | | PRESIÓN, kp/cm² | | | |
| 2 | | | | 4 | | | |
| LECTURAS | | | INDICE | LECTURAS | | | INDICE |
| ASIENTO (+) | | | POROS | ASIENTO (-) | | | POROS |
| sg | mm | e | | sg | mm | e | |
| 0 | 0.194 | | 0.5643 | 0 | 0.246 | | 0.5602 |
| 5 | 0.196 | | 0.5642 | 5 | 0.247 | | 0.5601 |
| 10 | 0.197 | | 0.5641 | 10 | 0.248 | | 0.5601 |
| 15 | 0.198 | | 0.5640 | 15 | 0.248 | | 0.5601 |
| 30 | 0.199 | | 0.5639 | 30 | 0.249 | | 0.5600 |
| 45 | 0.201 | | 0.5638 | 45 | 0.249 | | 0.5600 |
| 60 | 0.201 | | 0.5638 | 61 | 0.250 | | 0.5599 |
| 120 | 0.202 | | 0.5637 | 120 | 0.250 | | 0.5599 |
| 180 | 0.202 | | 0.5637 | 180 | 0.251 | | 0.5598 |
| 300 | 0.203 | | 0.5636 | 300 | 0.252 | | 0.5599 |
| 420 | 0.204 | | 0.5635 | 420 | 0.253 | | 0.5597 |
| 600 | 0.204 | | 0.5635 | 600 | 0.254 | | 0.5596 |
| 900 | 0.205 | | 0.5635 | 900 | 0.255 | | 0.5595 |
| 1 200 | 0.206 | | 0.5634 | 1 200 | 0.256 | | 0.5594 |
| 1 800 | 0.206 | | 0.5634 | 1 800 | 0.256 | | 0.5594 |
| 2 700 | 0.207 | | 0.5633 | 2 700 | 0.257 | | 0.5594 |
| 3 600 | 0.207 | | 0.5633 | 3 600 | 0.258 | | 0.5592 |
| 7 200 | 0.208 | | 0.5632 | 7 200 | 0.259 | | 0.5592 |
| 10 800 | 0.209 | | 0.5631 | 10 800 | 0.260 | | 0.5591 |
| 14 400 | 0.209 | | 0.5631 | 14 400 | 0.261 | | 0.5590 |
| 18 000 | 0.210 | | 0.5631 | 18 000 | 0.262 | | 0.5590 |
| 21 600 | 0.210 | | 0.5631 | 21 600 | 0.262 | | 0.5590 |
| 25 200 | 0.210 | | 0.5631 | 25 200 | 0.262 | | 0.5590 |
| 28 800 | 0.210 | | 0.5631 | 28 800 | 0.262 | | 0.5590 |
| 32 400 | 0.211 | | 0.5630 | 32 400 | 0.263 | | 0.5589 |
| 36 000 | 0.211 | | 0.5630 | 36 000 | 0.262 | | 0.5589 |
| 39 600 | 0.211 | | 0.5630 | 39 600 | 0.263 | | 0.5589 |
| 43 200 | 0.211 | | 0.5630 | 43 200 | 0.263 | | 0.5589 |
| 46 800 | 0.211 | | 0.5630 | 46 800 | 0.253 | | 0.5589 |
| 50 400 | 0.211 | | 0.5630 | 50 400 | 0.263 | | 0.5589 |
| 54 000 | 0.211 | | 0.5630 | 54 000 | 0.263 | | 0.5589 |
| 57 600 | 0.211 | | 0.5630 | 57 600 | 0.263 | | 0.5589 |
| 61 200 | 0.211 | | 0.5630 | 61 200 | 0.264 | | 0.5588 |
| 64 800 | 0.211 | | 0.5630 | 64 800 | 0.264 | | 0.5588 |
| 68 400 | 0.211 | | 0.5630 | 68 400 | 0.264 | | 0.5588 |
| 72 000 | 0.211 | | 0.5630 | 72 000 | 0.264 | | 0.5588 |
| 75 600 | 0.212 | | 0.5629 | 75 600 | 0.264 | | 0.5588 |
| 79 200 | 0.212 | | 0.5629 | 79 200 | 0.265 | | 0.5586 |
| 82 800 | 0.212 | | 0.5629 | 82 800 | 0.256 | | 0.5586 |
| 86 400 | 0.213 | | 0.5628 | 85 291 | 0.266 | | 0.5586 |
| 86 154 | 0.213 | | 0.5628 | | | | |



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)

R. M. DE BARCELONA, T 4914, L 4231, Secc 2ª, F 143, H 58359, Inscr. 1ª N.I.F. A-08737280

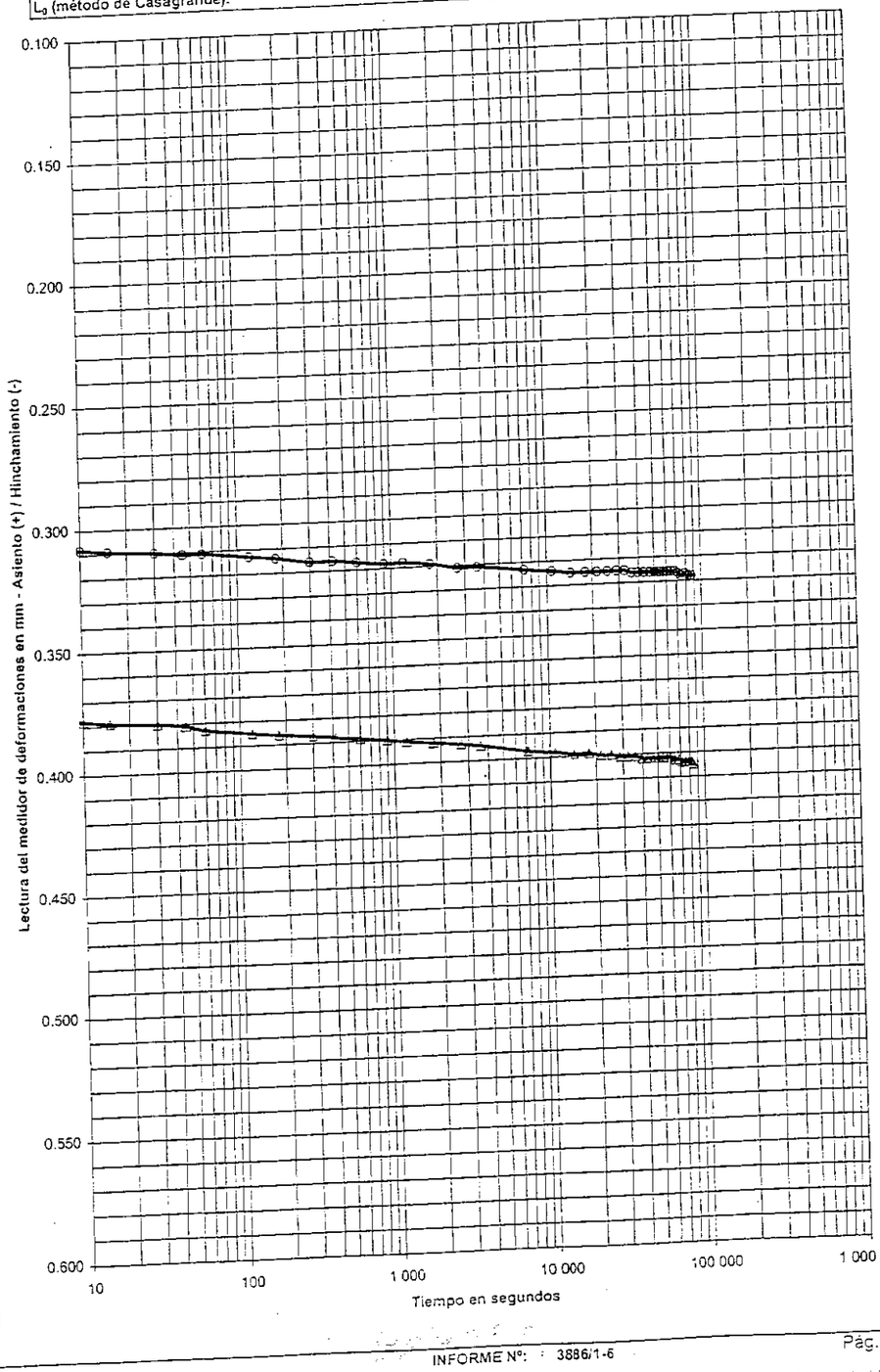
Referencia del laboratorio: **G-4437**

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 8 — 16
$L_o$ (método de Casagrande): 0.307 — 0.375

Diámetro probeta, cm: 4.945
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESION | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 23-sep-02 | | | 24-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESION, kp/cm² | | |
| 8 | | | 16 | | |
| LECTURAS ASIENTO (+) | | INDICE POROS | LECTURAS ASIENTO (+) | | INDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.305 | 0.5556 | 0 | 0.375 | 0.5500 |
| 5 | 0.307 | 0.5554 | 5 | 0.377 | 0.5499 |
| 10 | 0.308 | 0.5553 | 10 | 0.378 | 0.5498 |
| 15 | 0.309 | 0.5552 | 15 | 0.379 | 0.5497 |
| 30 | 0.310 | 0.5552 | 30 | 0.380 | 0.5496 |
| 45 | 0.311 | 0.5551 | 45 | 0.381 | 0.5496 |
| 60 | 0.311 | 0.5551 | 60 | 0.383 | 0.5494 |
| 120 | 0.313 | 0.5549 | 120 | 0.385 | 0.5492 |
| 180 | 0.314 | 0.5549 | 180 | 0.386 | 0.5492 |
| 300 | 0.316 | 0.5547 | 300 | 0.387 | 0.5491 |
| 420 | 0.316 | 0.5547 | 420 | 0.388 | 0.5490 |
| 600 | 0.317 | 0.5546 | 600 | 0.389 | 0.5489 |
| 900 | 0.318 | 0.5545 | 900 | 0.390 | 0.5489 |
| 1 200 | 0.318 | 0.5545 | 1 200 | 0.391 | 0.5488 |
| 1 800 | 0.319 | 0.5545 | 1 800 | 0.392 | 0.5487 |
| 2 700 | 0.321 | 0.5543 | 2 700 | 0.393 | 0.5486 |
| 3 600 | 0.321 | 0.5543 | 3 600 | 0.394 | 0.5485 |
| 7 200 | 0.323 | 0.5541 | 7 200 | 0.397 | 0.5483 |
| 10 800 | 0.324 | 0.5541 | 10 800 | 0.398 | 0.5482 |
| 14 400 | 0.325 | 0.5540 | 14 400 | 0.399 | 0.5481 |
| 18 000 | 0.325 | 0.5540 | 18 000 | 0.399 | 0.5481 |
| 21 500 | 0.325 | 0.5540 | 21 500 | 0.400 | 0.5481 |
| 25 200 | 0.325 | 0.5540 | 25 200 | 0.400 | 0.5481 |
| 28 800 | 0.325 | 0.5540 | 28 800 | 0.401 | 0.5480 |
| 32 400 | 0.325 | 0.5540 | 32 400 | 0.401 | 0.5480 |
| 36 000 | 0.326 | 0.5539 | 36 300 | 0.401 | 0.5480 |
| 39 600 | 0.326 | 0.5539 | 39 600 | 0.402 | 0.5479 |
| 43 200 | 0.326 | 0.5539 | 43 200 | 0.402 | 0.5479 |
| 46 800 | 0.326 | 0.5539 | 46 800 | 0.402 | 0.5479 |
| 50 400 | 0.326 | 0.5539 | 50 400 | 0.402 | 0.5479 |
| 54 000 | 0.326 | 0.5539 | 54 000 | 0.402 | 0.5479 |
| 57 600 | 0.326 | 0.5539 | 57 600 | 0.402 | 0.5479 |
| 61 200 | 0.326 | 0.5539 | 61 200 | 0.402 | 0.5479 |
| 64 800 | 0.326 | 0.5539 | 64 800 | 0.403 | 0.5479 |
| 68 400 | 0.326 | 0.5539 | 68 400 | 0.403 | 0.5478 |
| 72 000 | 0.327 | 0.5538 | 72 000 | 0.404 | 0.5477 |
| 75 600 | 0.328 | 0.5537 | 75 600 | 0.404 | 0.5477 |
| 79 200 | 0.327 | 0.5538 | 79 200 | 0.404 | 0.5477 |
| 82 800 | 0.328 | 0.5537 | 82 800 | 0.404 | 0.5477 |
| 86 400 | 0.328 | 0.5537 | 84 311 | 0.405 | 0.5477 |
| 86 475 | 0.328 | 0.5537 | | | |



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferreria • Avda. Ferreria, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. D. ...ELONA, T 4914, L 4231 Sec 2ª, F 143, H 50359 Insc. 1ª N.I.F. A-08737280

PAYMACotas

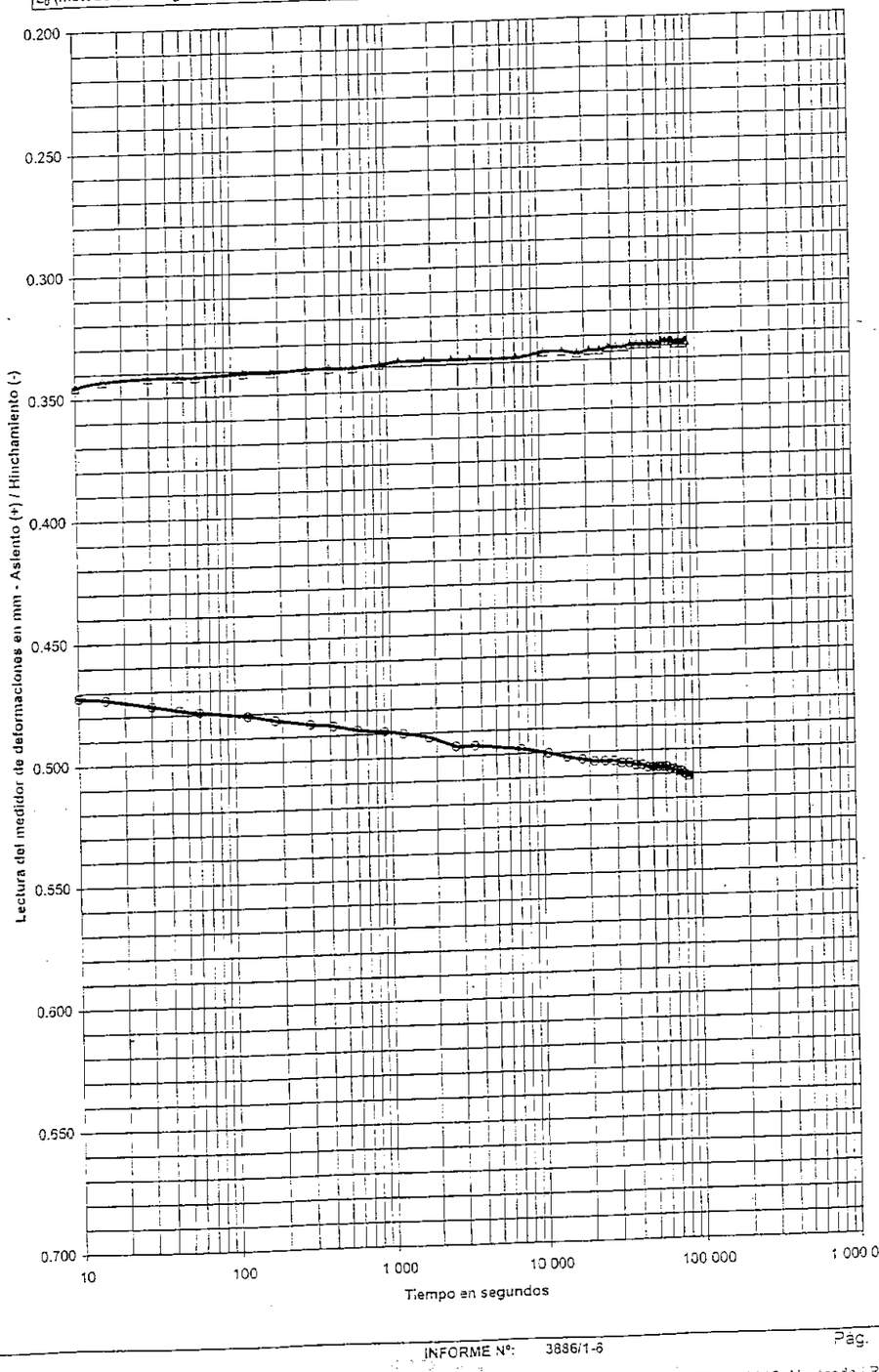
Referencia del laboratorio: **G-4437**

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 32 — 0.12
$L_o$ (método de Casagrande): 0.467 — 0.344

Diámetro probeta, cm: 4.945
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESIÓN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 25-sep-02 | | | 26-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 32 | | | 0.12 | | |
| LECTURAS ASIENTO (-) | | INDICE POROS | LECTURAS ASIENTO (+) | | INDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.458 | 0.5427 | 0 | 0.403 | 0.5478 |
| 5 | 0.470 | 0.5425 | 5 | 0.349 | 0.5521 |
| 10 | 0.472 | 0.5424 | 10 | 0.345 | 0.5524 |
| 15 | 0.473 | 0.5423 | 15 | 0.343 | 0.5526 |
| 30 | 0.476 | 0.5421 | 30 | 0.342 | 0.5526 |
| 45 | 0.478 | 0.5419 | 45 | 0.342 | 0.5525 |
| 60 | 0.479 | 0.5418 | 60 | 0.342 | 0.5525 |
| 120 | 0.481 | 0.5417 | 120 | 0.341 | 0.5527 |
| 180 | 0.483 | 0.5415 | 180 | 0.341 | 0.5527 |
| 300 | 0.485 | 0.5413 | 300 | 0.340 | 0.5528 |
| 420 | 0.486 | 0.5413 | 420 | 0.340 | 0.5528 |
| 600 | 0.488 | 0.5411 | 600 | 0.340 | 0.5529 |
| 900 | 0.489 | 0.5410 | 900 | 0.339 | 0.5529 |
| 1 200 | 0.490 | 0.5410 | 1 200 | 0.338 | 0.5530 |
| 1 800 | 0.492 | 0.5408 | 1 800 | 0.338 | 0.5530 |
| 2 700 | 0.496 | 0.5405 | 2 700 | 0.338 | 0.5530 |
| 3 600 | 0.496 | 0.5405 | 3 600 | 0.338 | 0.5530 |
| 7 200 | 0.498 | 0.5403 | 7 200 | 0.338 | 0.5530 |
| 10 800 | 0.500 | 0.5402 | 10 800 | 0.336 | 0.5531 |
| 14 400 | 0.502 | 0.5400 | 14 400 | 0.336 | 0.5531 |
| 18 000 | 0.503 | 0.5399 | 18 000 | 0.337 | 0.5530 |
| 21 600 | 0.504 | 0.5398 | 21 600 | 0.336 | 0.5531 |
| 25 200 | 0.504 | 0.5398 | 25 200 | 0.336 | 0.5531 |
| 28 800 | 0.504 | 0.5398 | 28 800 | 0.335 | 0.5532 |
| 32 400 | 0.505 | 0.5398 | 32 400 | 0.335 | 0.5532 |
| 36 000 | 0.505 | 0.5398 | 36 000 | 0.335 | 0.5532 |
| 39 600 | 0.506 | 0.5397 | 39 600 | 0.334 | 0.5533 |
| 43 200 | 0.506 | 0.5397 | 43 200 | 0.334 | 0.5533 |
| 46 800 | 0.507 | 0.5396 | 46 800 | 0.334 | 0.5533 |
| 50 400 | 0.507 | 0.5396 | 50 400 | 0.334 | 0.5533 |
| 54 000 | 0.507 | 0.5396 | 54 000 | 0.334 | 0.5533 |
| 57 600 | 0.507 | 0.5396 | 57 600 | 0.334 | 0.5533 |
| 61 200 | 0.507 | 0.5396 | 61 201 | 0.333 | 0.5534 |
| 64 800 | 0.508 | 0.5395 | 64 800 | 0.333 | 0.5534 |
| 68 400 | 0.508 | 0.5395 | 68 400 | 0.333 | 0.5534 |
| 72 000 | 0.509 | 0.5395 | 72 000 | 0.333 | 0.5534 |
| 75 600 | 0.509 | 0.5395 | 75 600 | 0.334 | 0.5533 |
| 79 201 | 0.510 | 0.5394 | 79 200 | 0.333 | 0.5534 |
| 82 801 | 0.511 | 0.5393 | 82 800 | 0.334 | 0.5533 |
| 85 354 | 0.511 | 0.5393 | 86 400 | 0.333 | 0.5534 |
| | | | 86 735 | 0.333 | 0.5534 |



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferreria • Avda. Ferreria, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. D. ...ELONA, T 4914, L 4231 Sec 2ª, F 143, H 50359 Insc. 1ª N.I.F. A-08737280

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-4 (5,60 – 6,05) |

CARBONATOS ..... 46 %

MATERIA ORGANICA ..... NO CONTIENE

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

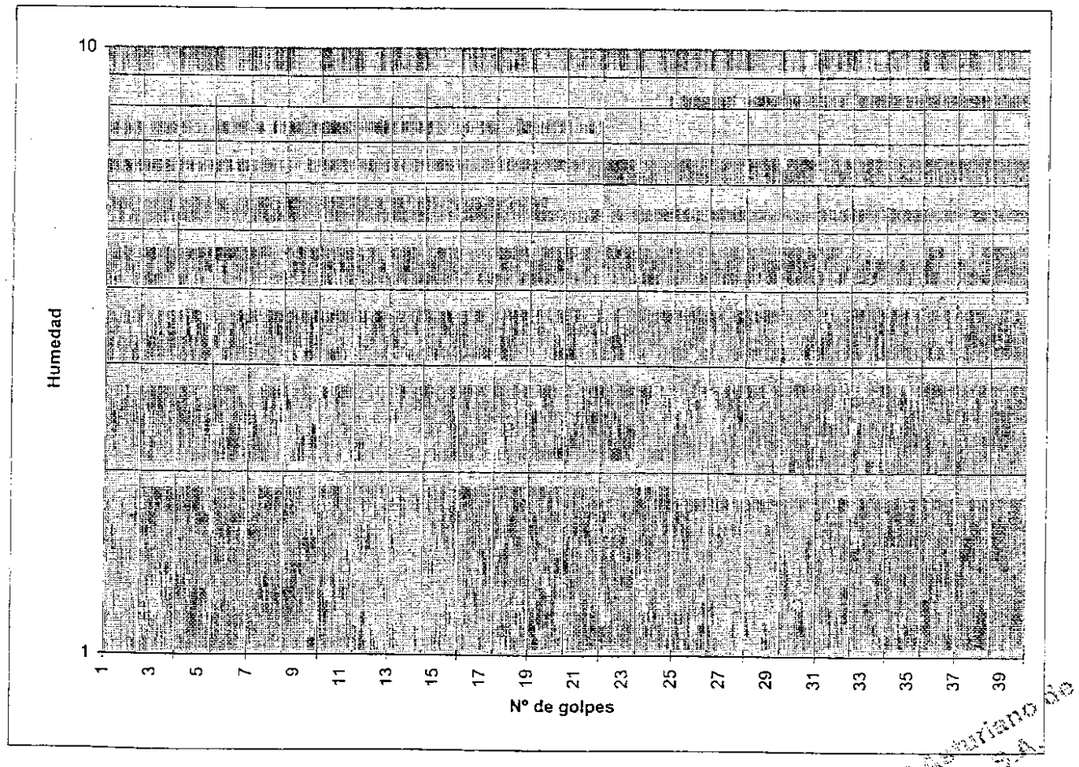


Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO:** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA :** | METROTREN |
| **REFERENCIA:** | |
| **MUESTRA :** | S-4 (5,60 - 6,05) |
| **HOJA Nº :** | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
| REF. TARA | | | | | | | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | | | | | | | |
| t+s+a | | NO PLASTICO | | | | | |
| t+s | | | | | | | |
| t | | | | | | | |
| s=(t+s)-t | | | | | | | |
| h=a/s*100 | | | | | | | |
| | | | | LL | LP | IP | |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA | METROTREN |
| MUESTRA | S-4 (8,00 – 8,60) |

HUMEDAD NATURAL ..... 18,3 %

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,135 g/cm$^3$

DENSIDAD SECA ..... 1,805 g/cm$^3$

ENSAYO EDOMETRICO: YA ENVIADO

Control Asturiano de Estructuras, S.A.



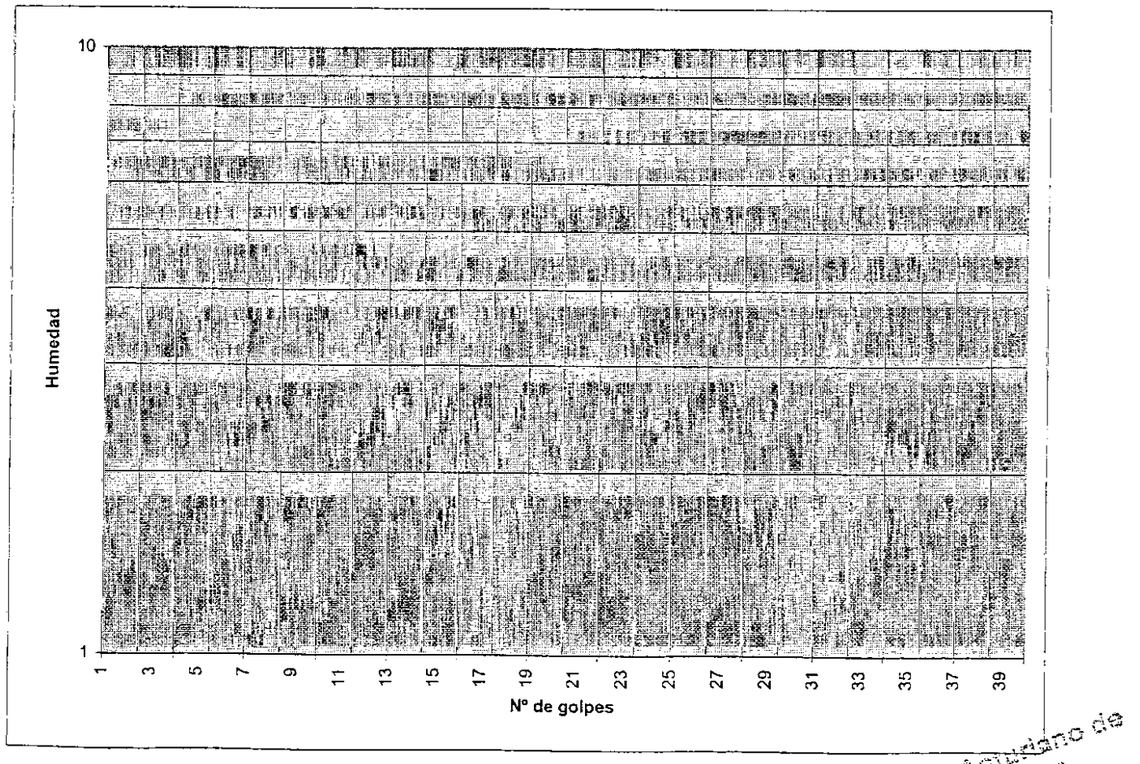
Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA : | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA : | S-4 (8,00 - 8,60) |
| HOJA Nº : | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | | | | | | | |
| REF. TARA | | | | | | | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | | | | | | | |
| t+s+a | | NO PLASTICO | | | | | |
| t+s | | | | | | | |
| t | | | | | | | |
| s=(t+s)-t | | | | | | | |
| h=a/s*100 | | | | | | | |
| | | | | LL | LP | IP | |




Control Asturiano de Estructuras, S.A.



Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE - norma UNE 22950-3

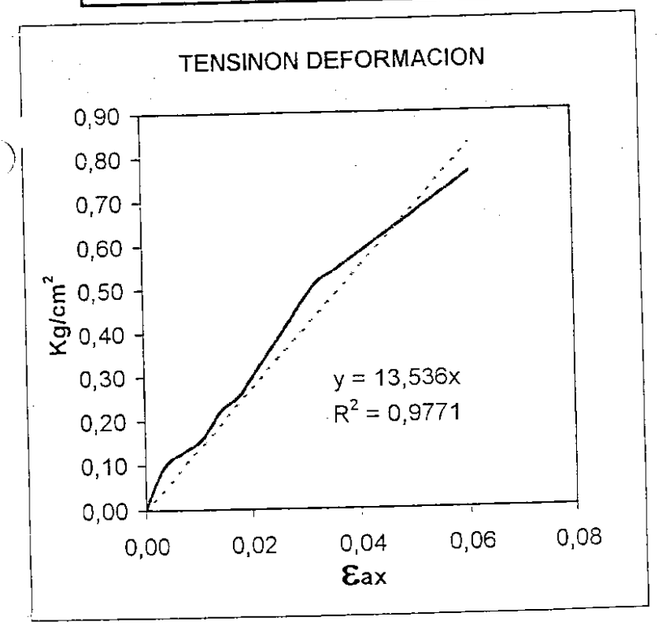
Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obra
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | INECO |
| REFERENCIA: | |
| OBRA: | METROTREN |
| MUESTRA: | S-4 (8,00 - 8,60) |
| FECHA: | |

| | |
|---|---|
| DIAMETRO (mm): | 70 |
| ALTURA (mm): | 140 |
| SECCION ($cm^2$): | 38,48 |

Cte. ANILLO: 1,22

| CARGAS | | | DEFORMACIONES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LECTURAS mm | | | |
| LECTURA | CARGA Kg | TENSION $Kg/cm^2$ | HORIZONTAL | VERTICAL | Eax | Et |
| 0 | 0 | 0,00 | 21 | 7 | 0,000 | 0,0000 |
| 3 | 3,66 | 0,10 | 21,5 | 7,06 | 0,004 | -0,0009 |
| 4 | 4,88 | 0,13 | 22 | 7,18 | 0,007 | -0,0026 |
| 5 | 6,1 | 0,16 | 22,5 | 7,38 | 0,011 | -0,0054 |
| 7 | 8,54 | 0,22 | 23 | 7,62 | 0,014 | -0,0089 |
| 8 | 9,76 | 0,25 | 23,5 | 7,85 | 0,018 | -0,0121 |
| 10 | 12,2 | 0,32 | 24 | 8,12 | 0,021 | -0,0160 |
| 12 | 14,64 | 0,38 | 24,5 | 8,5 | 0,025 | -0,0214 |
| 16 | 19,52 | 0,51 | 25,5 | 9,18 | 0,032 | -0,0311 |
| 17 | 20,74 | 0,54 | 26 | 9,46 | 0,036 | -0,0351 |
| 19 | 23,18 | 0,60 | 27 | 9,95 | 0,043 | -0,0421 |
| 20 | 24,4 | 0,63 | 27,5 | 10,21 | 0,046 | -0,0459 |
| 21 | 25,62 | 0,67 | 28 | 10,52 | 0,050 | -0,0503 |
| 22 | 26,84 | 0,70 | 28,5 | 10,77 | 0,054 | -0,0539 |
| 23 | 28,06 | 0,73 | 29 | 10,92 | 0,057 | -0,0560 |
| 24 | 29,28 | 0,76 | 29,5 | 11,25 | 0,061 | -0,0607 |




**E=** 14,5652 $Kg/cm^2$

**υ =** 0,49600

**E=** Modulo de Young

**υ** = Coef. De Poisson

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1}$$

$$\nu = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 528, Libro 344, Sección 3ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1ª - C.I.F. A-33060740



R. M. DE BARCELONA, T. 4914, L. 4231, Sec 2ª, F. 143, H. B 58359, Inscr. 1ª - N.I.F. A-08017280

PAYMACOTAS

Referencia del laboratorio: G-4438

## APERTURA Y DESCRIPCION DE MUESTRA

## IAT-SUE.APER.001

*DATOS GENERALES:*

INFORME NÚMERO: 3886/1-6
PETICIONARIO: MINISTERIO DE FOMENTO. S.G.P.P. DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
CLIENTE: UTE SG - PAYMA - SGS TECNOS III
DENOMINACIÓN: METROTREN DE GIJON.

*DATOS DE LA MUESTRA:*

Situación: S-4
Profundidad, m: 8 - 8.6

Tipo de muestra: MI — Diametro, cm: 7 — Longitud, cm: 11
Fecha de toma: — Fecha de recepción: 13/9/02 — Fecha de apertura: 16/9/02

Almacenamiento: CÁMARA HÚMEDA — Entorno de ensayo: LABORATORIO DE GEOTECNIA
Medio de apertura: EXTRACTOR HIDRAÚLICO CONTROLS — Operador: BMA

*DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:*

| Nivel dif. | Litología | Observaciones |
|---|---|---|
| 8 m | ARCILLA CON ALGO DE ARENA Y ALGO A BASTANTE DE GRAVA. TONALIDAD BEIGE-MARRÓN CLARA. | P- penetrometro manual, V- vane-test manual: kp/cm2 |
| 8.11 m | | |

*ENSAYOS REALIZADOS:*

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS - UNE 103302:1994
EDÓMETRO - UNE 103405:1994

*OBSERVACIONES:*

La información contenida en esta ficha de apertura afecta exclusivamente a las hojas de ensayo siguientes con el mismo número de referencia de la muestra. Cada ensayo se realiza según la Norma o procedimiento indicado en la hoja de ensayo correspondiente.



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
centre.@paymacotas.com

Referencia del laboratorio: G-4438

# DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO
## UNE 103.302/94

*DATOS DEL ENSAYO:*

| | |
|---|---|
| Masa del picnómetro calibrado, g: | M1 |
| Masa del picnómetro medio lleno de agua, g: | M2 |
| Masa del picnómetro medio lleno de agua + muestra, g: | M3 |
| Masa del picnómetro + muestra enrasado, g: | M4 |

Temperatura de ensayo: 25 °C
Factor de corrección (K1): 0.99880

$$\text{Densidad relativa de las partículas de un suelo (G), gr/cm}^3 = \frac{M3 - M2}{(M3-M2) + (M1-M4)} \times K1$$

| N/Ref. | M1, g | M2, g | M3, g | M4, g | G, g/cm³ |
|---|---|---|---|---|---|
| 231 | 92.110 | 29.993 | 36.502 | 96.338 | 2.850 |
| 39 | 90.275 | 28.708 | 38.245 | 96.468 | 2.849 |

*RESULTADO DEL ENSAYO:*

DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS DE UN SUELO (G): 2.849 gr/cm³

*OBSERVACIONES:*

OPERADOR: BMA INFORME Nº: 3886/1-6 

T. 93 575 26 24 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 67 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. DE BARCELONA, T 4914, L 4231 Sec. 2ª, F 143, H 56359, Insc. 1ª-N.I.F. A 08737280

PAYMACotas

Referencia del laboratorio: G-4438

# CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO
## UNE 103.405/94

| *Equipo* |
|---|
| EDÓMETRO MONOBLOC MECACISA. |

| *Dimensiones probeta* | |
|---|---|
| Altura, cm | 2.000 |
| Diámetro, cm | 4.950 |
| Superficie, cm² | 19.24 |
| Volumen, cm³ | 38.48 |

| *Ensayo de Colapso* | |
|---|---|
| Presión de inundación, kp/cm² | |
| Lectura final antes de inundar, mm | |
| Lectura final después de inundar, mm | |
| ÍNDICE DE COLAPSO (I), % | |
| POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO (Ic), % | |

| *Resultados* | |
|---|---|
| Peso anillo, g | 109.04 |
| Peso anillo+suelo, g | 195.24 |
| Peso inicial suelo húmedo, g | 86.20 |
| Densidad rel. part. sólidas, g/cm³ | 2.85 |
| Humedad inicial, % | 17.1 |
| Densidad aparente inicial, g/cm³ | 2.24 |
| Densidad seca inicial, g/cm³ | 1.91 |
| Grado saturación inicial, % | 99.10 |
| Humedad final, % | 15.5 |
| Densidad aparente final, g/cm³ | 2.28 |
| Densidad seca final, g/cm³ | 1.97 |
| Grado de saturación final, % | 98.97 |

| *Resultados* | |
|---|---|
| Índice de poros inicial, $e_0$ | 0.4916 |
| Índice de poros final, $e_f$ | 0.4442 |
| Altura de sólido (Hs), cm | 1.3408 |
| Altura de poros final (Hps), cm | 0.5920 |

*Resultados*

| ESCALÓN PRESIÓN kp/cm² | FECHA CARGA | TIEMPO sg | ASIENTO INSTÁNTANEO mm | LECTURA INICIAL (t=10 sg) mm | $L_0$ (MET. CASAGRANDE) mm | LECTURA FINAL mm | ALTURA PROBETA FINAL cm | ÍNDICE POROS en $L_0$ $e_{L0}$ | ÍNDICE POROS FINAL $e_f$ | ÍNDICE COMPRESIÓN Cc | ÍNDICE HINCHAMIENTO Cs | MÓDULO EDOMÉTRICO Em kp/cm² | COEF. COMPRESIBILIDAD ($a_v$) kp/cm² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.12 | 17/9/02 | 86 163 | 0.001 | 0.001 | -0.001 | 0.012 | 1.9988 | 0.4917 | 0.4908 | | | 178.90 | 0.0083 |
| 0.24 | 18/9/02 | 85 515 | 0.003 | 0.015 | 0.016 | 0.025 | 1.9975 | 0.4905 | 0.4898 | 0.0033 | | 129.12 | 0.0115 |
| 0.5 | 19/9/02 | 84 178 | 0.016 | 0.041 | 0.038 | 0.065 | 1.9935 | 0.4888 | 0.4868 | 0.0094 | | 165.20 | 0.0090 |
| 1 | 20/9/02 | 86 512 | 0.022 | 0.087 | 0.080 | 0.125 | 1.9875 | 0.4857 | 0.4823 | 0.0149 | | 247.05 | 0.0060 |
| 2 | 21/9/02 | 88 111 | 0.034 | 0.159 | 0.150 | 0.206 | 1.9794 | 0.4805 | 0.4763 | 0.0199 | | 378.54 | 0.0039 |
| 4 | 22/9/02 | 85 255 | 0.053 | 0.259 | 0.250 | 0.310 | 1.9690 | 0.4730 | 0.4685 | 0.0259 | | 631.61 | 0.0023 |
| 8 | 23/9/02 | 86 423 | 0.067 | 0.377 | 0.369 | 0.435 | 1.9565 | 0.4641 | 0.4592 | 0.0309 | | 933.89 | 0.0016 |
| 16 | 24/9/02 | 169 817 | 0.087 | 0.522 | 0.514 | 0.603 | 1.9397 | 0.4533 | 0.4467 | 0.0415 | | 1 507.44 | 0.0009 |
| 32 | 26/9/02 | 86 666 | 0.101 | 0.704 | 0.694 | 0.796 | 1.9204 | 0.4399 | 0.4323 | 0.0478 | | 3 837.12 | 0.0004 |
| 0.12 | 27/9/02 | 85 946 | -0.131 | 0.565 | 0.668 | 0.636 | 1.9364 | 0.4418 | 0.4442 | | 0.0049 | | |

NOTA: Los índices de compresión (Cc) y de hinchamiento (Cs), así como los módulos edométricos (Em) y los coeficientes de compresibilidad (av), se estiman de forma aproximada entre un escalón de presión y el inmediatamente anterior, tomando además para el cálculo los valores de índice de poros obtenidos al final de los escalones de presión considerados.

*OBSERVACIONES:*

OPERADOR: BMA INFORME Nº: 3886/1-6 

T. 93 575 26 24 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 67 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. DE BARCELONA, T 4914, L 4231 Sec. 2ª, F 143, H 56359, Insc. 1ª-N.I.F. A 08737280

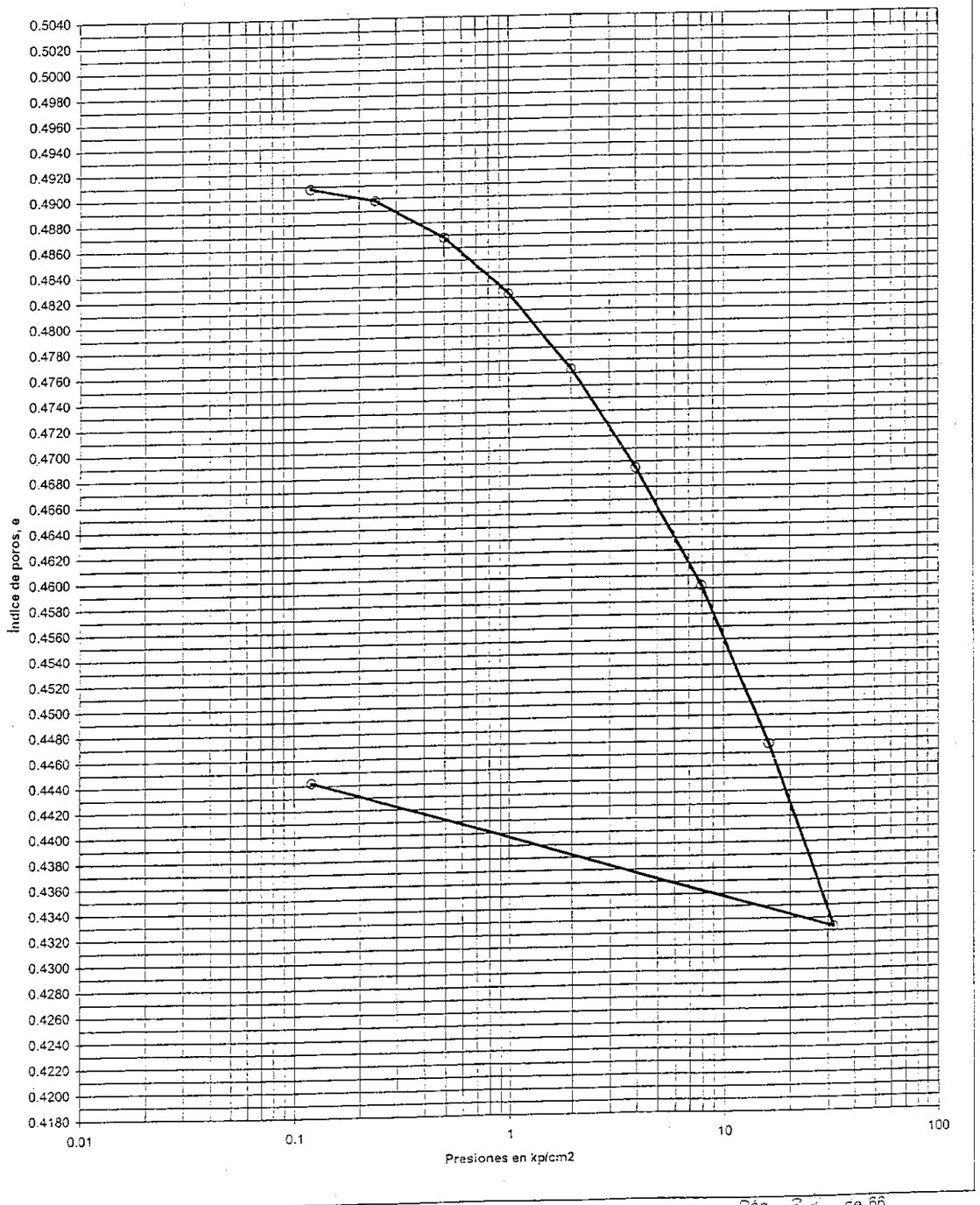
Referencia del laboratorio: G-4438

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVA EDOMÉTRICA

DENSIDAD SECA INICIAL: 1.91 gr/cm³ HUMEDAD INICIAL: 17.1 % DENSIDAD RELATIVA

INDICE DE POROS INICIAL: 0.4916 HUMEDAD FINAL: 15.5 % DE LAS PARTÍCULAS: 2.849 gr/cm³






T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 67 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. DE BARCELONA, T. 4914, L. 4231, Secc. 2ª, F. 143, H. 58359, Insc. 1ª - N.I.F. A-08737280

PAYMACotas

Referencia del laboratorio: G-4438

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

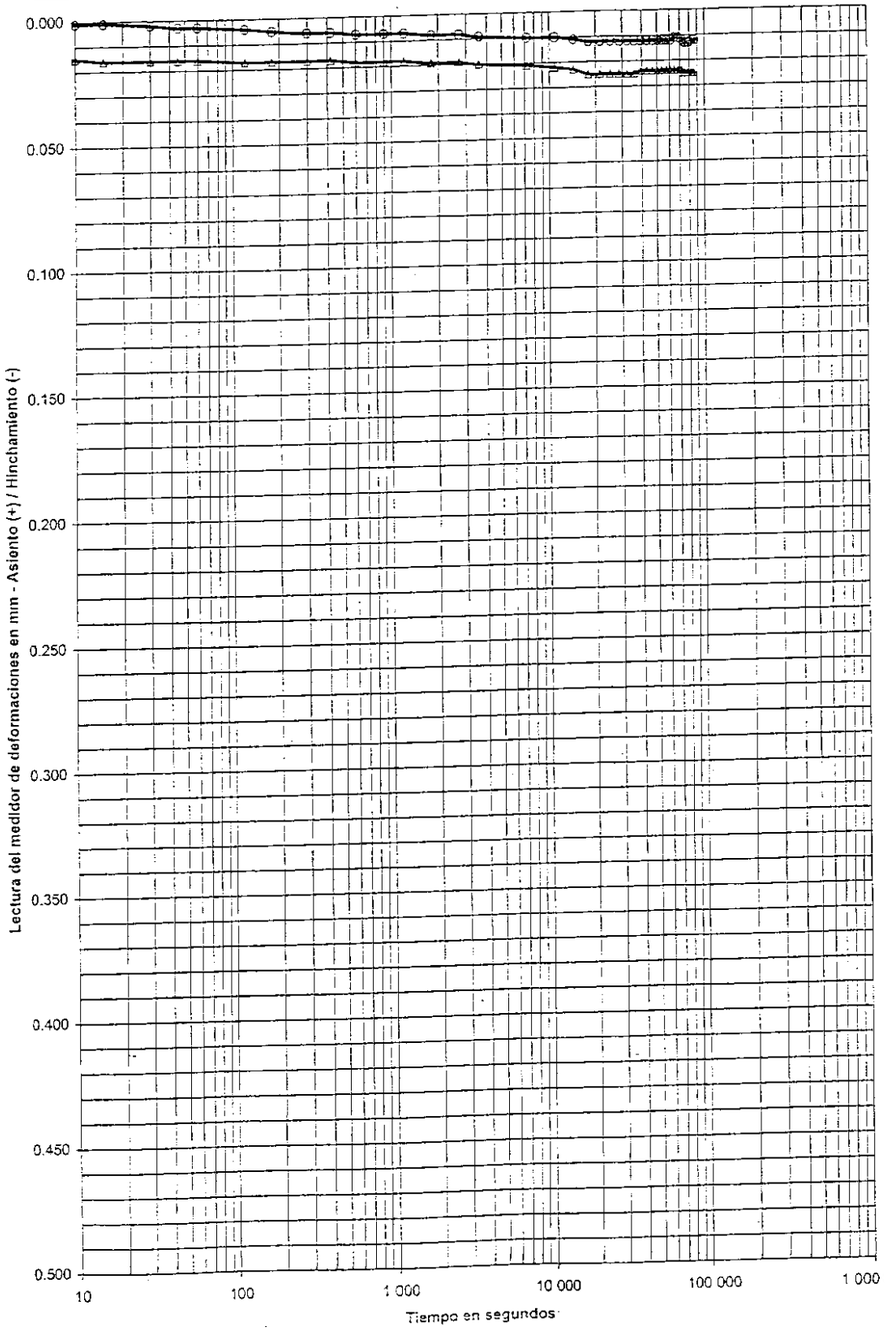
## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 0.12 0.24

$L_0$ (método de Casagrande): -0.001 0.016

Diámetro probeta, cm: 4.950

Altura inicial probeta, cm: 2.000




ESCALONES DE PRESIÓN

| FECHA | | | FECHA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 17-sep-02 | | | 18-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 0.12 | | | 0.24 | | |
| LECTURAS ASIENTO (-) | | ÍNDICE POROS | LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.000 | 0.4916 | 0 | 0.015 | 0.4905 |
| 5 | 0.001 | 0.4916 | 5 | 0.015 | 0.4905 |
| 10 | 0.001 | 0.4916 | 10 | 0.015 | 0.4905 |
| 15 | 0.001 | 0.4916 | 15 | 0.016 | 0.4905 |
| 30 | 0.002 | 0.4915 | 30 | 0.016 | 0.4905 |
| 45 | 0.003 | 0.4914 | 45 | 0.016 | 0.4905 |
| 60 | 0.003 | 0.4914 | 60 | 0.016 | 0.4905 |
| 120 | 0.004 | 0.4913 | 120 | 0.017 | 0.4904 |
| 180 | 0.005 | 0.4913 | 180 | 0.017 | 0.4904 |
| 300 | 0.006 | 0.4912 | 300 | 0.017 | 0.4904 |
| 420 | 0.006 | 0.4912 | 420 | 0.017 | 0.4904 |
| 601 | 0.007 | 0.4911 | 600 | 0.018 | 0.4903 |
| 900 | 0.007 | 0.4911 | 900 | 0.018 | 0.4903 |
| 1 200 | 0.007 | 0.4911 | 1 200 | 0.018 | 0.4903 |
| 1 800 | 0.008 | 0.4911 | 1 800 | 0.019 | 0.4902 |
| 2 700 | 0.008 | 0.4911 | 2 701 | 0.019 | 0.4902 |
| 3 600 | 0.009 | 0.4910 | 3 600 | 0.020 | 0.4902 |
| 7 201 | 0.010 | 0.4909 | 7 200 | 0.021 | 0.4901 |
| 10 800 | 0.010 | 0.4909 | 10 800 | 0.022 | 0.4900 |
| 14 400 | 0.011 | 0.4908 | 14 400 | 0.023 | 0.4899 |
| 18 000 | 0.012 | 0.4908 | 18 000 | 0.025 | 0.4898 |
| 21 600 | 0.012 | 0.4908 | 21 600 | 0.025 | 0.4898 |
| 25 200 | 0.012 | 0.4908 | 25 200 | 0.025 | 0.4898 |
| 28 800 | 0.012 | 0.4908 | 28 800 | 0.025 | 0.4898 |
| 32 400 | 0.012 | 0.4908 | 32 400 | 0.025 | 0.4898 |
| 36 000 | 0.012 | 0.4908 | 36 000 | 0.025 | 0.4898 |
| 39 600 | 0.012 | 0.4908 | 39 600 | 0.024 | 0.4899 |
| 43 200 | 0.012 | 0.4908 | 43 200 | 0.024 | 0.4899 |
| 46 800 | 0.012 | 0.4908 | 46 800 | 0.024 | 0.4899 |
| 50 400 | 0.012 | 0.4908 | 50 400 | 0.024 | 0.4899 |
| 54 000 | 0.012 | 0.4908 | 54 000 | 0.024 | 0.4899 |
| 57 600 | 0.012 | 0.4908 | 57 600 | 0.024 | 0.4899 |
| 61 200 | 0.012 | 0.4908 | 61 200 | 0.024 | 0.4899 |
| 64 800 | 0.011 | 0.4908 | 64 800 | 0.024 | 0.4899 |
| 68 400 | 0.011 | 0.4908 | 68 400 | 0.024 | 0.4899 |
| 72 000 | 0.012 | 0.4908 | 72 000 | 0.024 | 0.4899 |
| 75 600 | 0.013 | 0.4907 | 75 600 | 0.025 | 0.4898 |
| 79 200 | 0.013 | 0.4907 | 79 200 | 0.025 | 0.4898 |
| 82 800 | 0.012 | 0.4908 | 82 800 | 0.025 | 0.4898 |
| 86 163 | 0.012 | 0.4908 | 85 515 | 0.025 | 0.4898 |



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 67 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. DE BARCELONA, T. 4914, L. 4231, Secc. 2ª, F. 143, H. 58359, Insc. 1ª - N.I.F. A-08737280

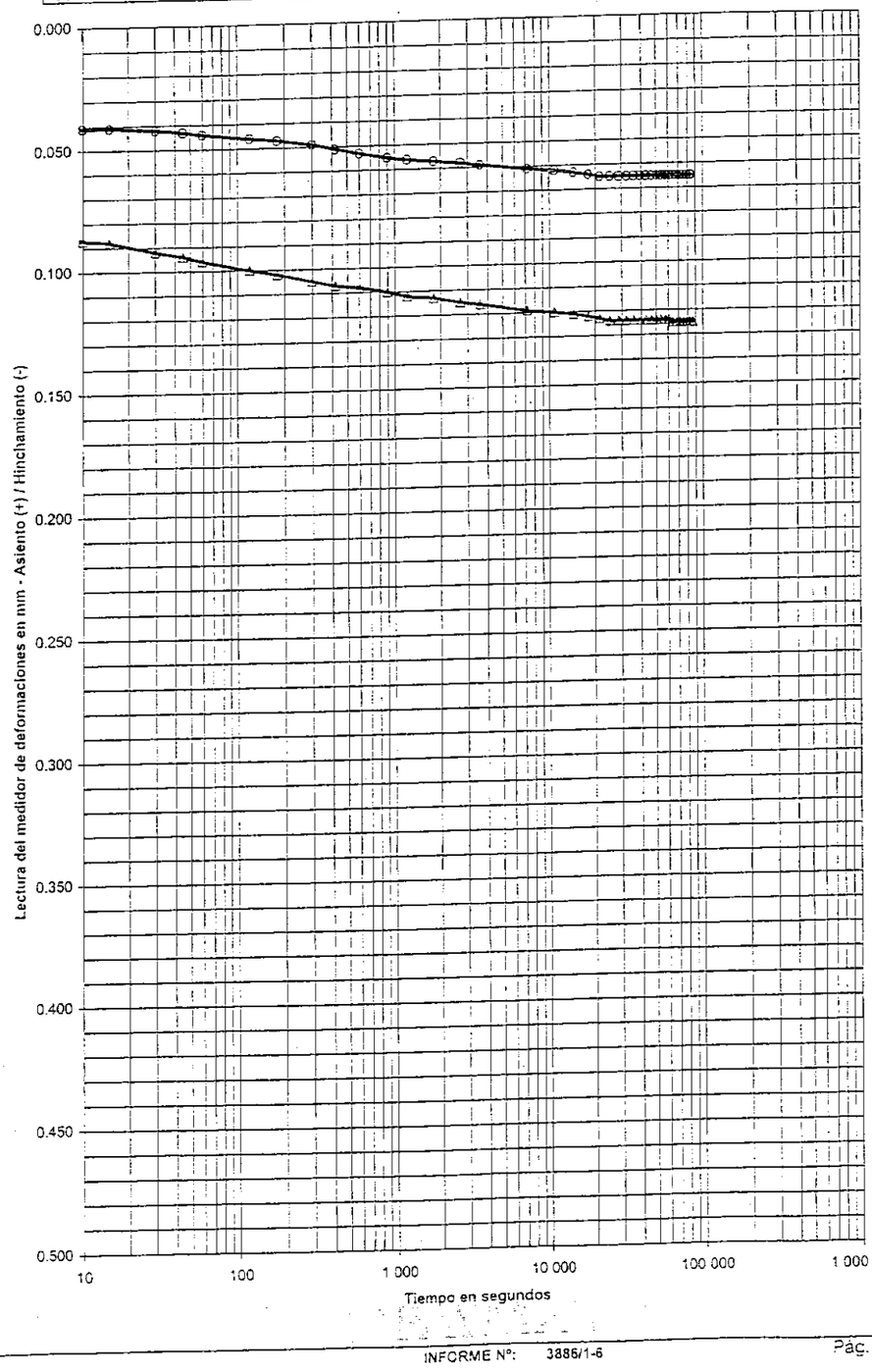
Referencia del laboratorio: G-4438

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 0.5 1
$L_0$ (método de Casagrande): 0.038 0.080

Diámetro probeta, cm: 4.950
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESIÓN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 19-sep-02 | | | 20-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 0.5 | | | 1 | | |
| LECTURAS | | ÍNDICE | LECTURAS | | ÍNDICE |
| ASIENTO (-) | | POROS | ASIENTO (+) | | POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.039 | 0.4687 | 0 | 0.080 | 0.4657 |
| 5 | 0.040 | 0.4687 | 5 | 0.084 | 0.4654 |
| 10 | 0.041 | 0.4686 | 10 | 0.087 | 0.4652 |
| 15 | 0.041 | 0.4686 | 15 | 0.088 | 0.4651 |
| 30 | 0.042 | 0.4685 | 30 | 0.092 | 0.4648 |
| 45 | 0.043 | 0.4684 | 45 | 0.094 | 0.4646 |
| 60 | 0.044 | 0.4684 | 60 | 0.096 | 0.4645 |
| 120 | 0.046 | 0.4682 | 120 | 0.100 | 0.4642 |
| 180 | 0.047 | 0.4681 | 180 | 0.102 | 0.4640 |
| 300 | 0.049 | 0.4680 | 300 | 0.105 | 0.4638 |
| 420 | 0.051 | 0.4678 | 420 | 0.107 | 0.4637 |
| 600 | 0.053 | 0.4677 | 600 | 0.108 | 0.4636 |
| 900 | 0.055 | 0.4675 | 900 | 0.110 | 0.4634 |
| 1 200 | 0.056 | 0.4675 | 1 200 | 0.112 | 0.4633 |
| 1 800 | 0.057 | 0.4674 | 1 800 | 0.113 | 0.4632 |
| 2 700 | 0.058 | 0.4673 | 2 700 | 0.115 | 0.4631 |
| 3 601 | 0.059 | 0.4672 | 3 600 | 0.116 | 0.4630 |
| 7 200 | 0.061 | 0.4671 | 7 200 | 0.119 | 0.4628 |
| 10 800 | 0.062 | 0.4670 | 10 801 | 0.120 | 0.4627 |
| 14 400 | 0.063 | 0.4669 | 14 400 | 0.121 | 0.4626 |
| 18 000 | 0.064 | 0.4669 | 18 000 | 0.122 | 0.4625 |
| 21 600 | 0.065 | 0.4668 | 21 600 | 0.123 | 0.4625 |
| 25 200 | 0.065 | 0.4668 | 25 200 | 0.124 | 0.4624 |
| 28 800 | 0.065 | 0.4668 | 28 800 | 0.124 | 0.4624 |
| 32 400 | 0.065 | 0.4668 | 32 401 | 0.124 | 0.4624 |
| 36 000 | 0.065 | 0.4668 | 36 000 | 0.124 | 0.4624 |
| 39 600 | 0.065 | 0.4668 | 39 600 | 0.124 | 0.4624 |
| 43 200 | 0.065 | 0.4668 | 43 200 | 0.124 | 0.4624 |
| 46 800 | 0.065 | 0.4668 | 46 800 | 0.124 | 0.4624 |
| 50 400 | 0.065 | 0.4668 | 50 400 | 0.124 | 0.4624 |
| 54 001 | 0.065 | 0.4668 | 54 000 | 0.124 | 0.4624 |
| 57 600 | 0.065 | 0.4668 | 57 600 | 0.124 | 0.4624 |
| 61 200 | 0.065 | 0.4668 | 61 200 | 0.124 | 0.4624 |
| 64 800 | 0.065 | 0.4668 | 64 800 | 0.125 | 0.4623 |
| 68 400 | 0.065 | 0.4668 | 68 400 | 0.125 | 0.4623 |
| 72 000 | 0.065 | 0.4668 | 72 000 | 0.125 | 0.4623 |
| 75 600 | 0.065 | 0.4668 | 75 600 | 0.125 | 0.4623 |
| 79 200 | 0.065 | 0.4668 | 79 200 | 0.125 | 0.4623 |
| 82 800 | 0.065 | 0.4668 | 82 800 | 0.125 | 0.4623 |
| 84 778 | 0.065 | 0.4668 | 86 400 | 0.125 | 0.4623 |
| | | | 86 512 | 0.125 | 0.4623 |



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. DE BARCELONA, T. 4914, L. 4231, Secc 2ª, F. 143, H. 56359, Inscr. 1ª-N.I.F. A-08737260

PAYMACotas

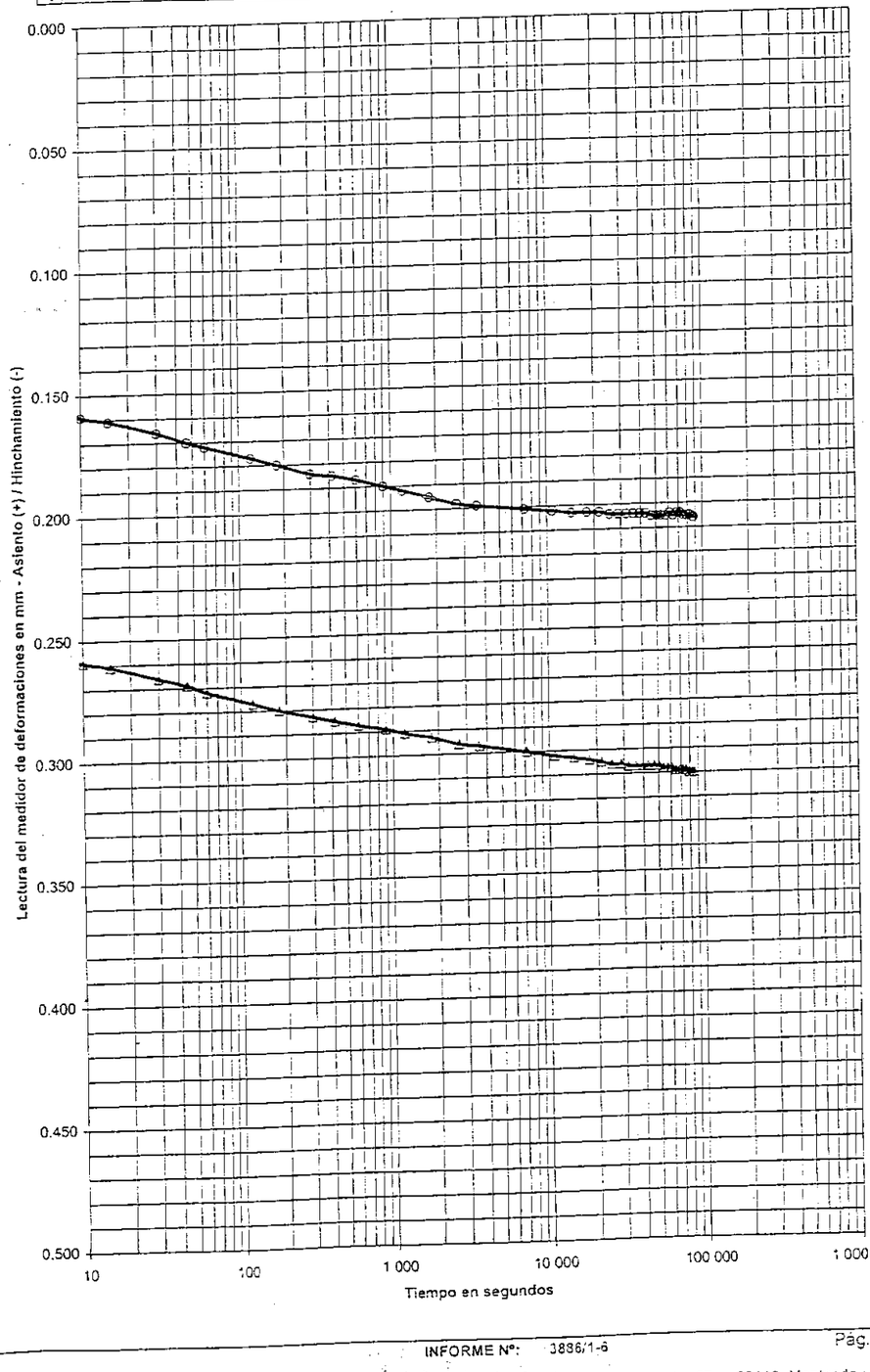
Referencia del laboratorio: G-4438

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 2 4
$L_0$ (método de Casagrande): 0.150 0.250

Diámetro probeta, cm: 4.950
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESIÓN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | FECHA | | |
| 21-sep-02 | | | 22-sep-02 | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | PRESIÓN, kp/cm² | | |
| 2 | | | 4 | | |
| LECTURAS | | ÍNDICE | LECTURAS | | ÍNDICE |
| ASIENTO (-) | | POROS | ASIENTO (+) | | POROS |
| sg | mm | e | sg | mm | e |
| 0 | 0.149 | 0.4805 | 0 | 0.245 | 0.4732 |
| 6 | 0.155 | 0.4801 | 5 | 0.255 | 0.4725 |
| 10 | 0.159 | 0.4798 | 10 | 0.259 | 0.4723 |
| 15 | 0.161 | 0.4796 | 15 | 0.261 | 0.4722 |
| 30 | 0.166 | 0.4793 | 30 | 0.266 | 0.4718 |
| 46 | 0.170 | 0.4790 | 45 | 0.269 | 0.4716 |
| 60 | 0.172 | 0.4788 | 60 | 0.272 | 0.4714 |
| 120 | 0.177 | 0.4784 | 120 | 0.277 | 0.4710 |
| 180 | 0.180 | 0.4782 | 180 | 0.280 | 0.4708 |
| 300 | 0.184 | 0.4779 | 301 | 0.283 | 0.4705 |
| 420 | 0.185 | 0.4778 | 421 | 0.285 | 0.4704 |
| 600 | 0.187 | 0.4777 | 600 | 0.287 | 0.4702 |
| 900 | 0.190 | 0.4775 | 900 | 0.289 | 0.4701 |
| 1 200 | 0.192 | 0.4773 | 1 200 | 0.291 | 0.4699 |
| 1 800 | 0.195 | 0.4771 | 1 800 | 0.293 | 0.4698 |
| 2 700 | 0.198 | 0.4769 | 2 700 | 0.296 | 0.4696 |
| 3 600 | 0.199 | 0.4768 | 3 600 | 0.297 | 0.4695 |
| 7 200 | 0.201 | 0.4767 | 7 200 | 0.300 | 0.4692 |
| 10 800 | 0.202 | 0.4766 | 10 800 | 0.302 | 0.4691 |
| 14 400 | 0.203 | 0.4765 | 14 400 | 0.303 | 0.4690 |
| 18 000 | 0.203 | 0.4765 | 18 000 | 0.304 | 0.4690 |
| 21 600 | 0.203 | 0.4765 | 21 600 | 0.305 | 0.4689 |
| 25 200 | 0.204 | 0.4764 | 25 200 | 0.306 | 0.4688 |
| 28 800 | 0.204 | 0.4764 | 28 800 | 0.306 | 0.4688 |
| 32 400 | 0.204 | 0.4764 | 32 400 | 0.307 | 0.4688 |
| 36 000 | 0.204 | 0.4764 | 36 000 | 0.307 | 0.4688 |
| 39 600 | 0.204 | 0.4764 | 39 600 | 0.307 | 0.4688 |
| 43 200 | 0.204 | 0.4764 | 43 200 | 0.307 | 0.4688 |
| 46 800 | 0.205 | 0.4764 | 46 800 | 0.307 | 0.4688 |
| 50 400 | 0.205 | 0.4764 | 50 400 | 0.307 | 0.4688 |
| 54 000 | 0.205 | 0.4764 | 54 001 | 0.308 | 0.4687 |
| 57 600 | 0.205 | 0.4764 | 57 600 | 0.308 | 0.4687 |
| 61 200 | 0.204 | 0.4764 | 61 201 | 0.308 | 0.4687 |
| 64 800 | 0.205 | 0.4764 | 64 800 | 0.309 | 0.4686 |
| 68 400 | 0.204 | 0.4764 | 68 400 | 0.309 | 0.4686 |
| 72 000 | 0.204 | 0.4764 | 72 000 | 0.309 | 0.4686 |
| 75 600 | 0.205 | 0.4764 | 75 600 | 0.309 | 0.4686 |
| 79 200 | 0.205 | 0.4764 | 79 200 | 0.310 | 0.4685 |
| 82 800 | 0.205 | 0.4764 | 82 800 | 0.310 | 0.4685 |
| 86 400 | 0.206 | 0.47631 | 86 255 | 0.310 | 0.4685 |
| 88 111 | 0.206 | 0.4763 | | | |



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial La Ferrería • Avda. Ferrería, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

R. M. DE BARCELONA, T. 4914, L. 4231, Secc 2ª, F. 143, H. 56359, Inscr. 1ª-N.I.F. A-08737260

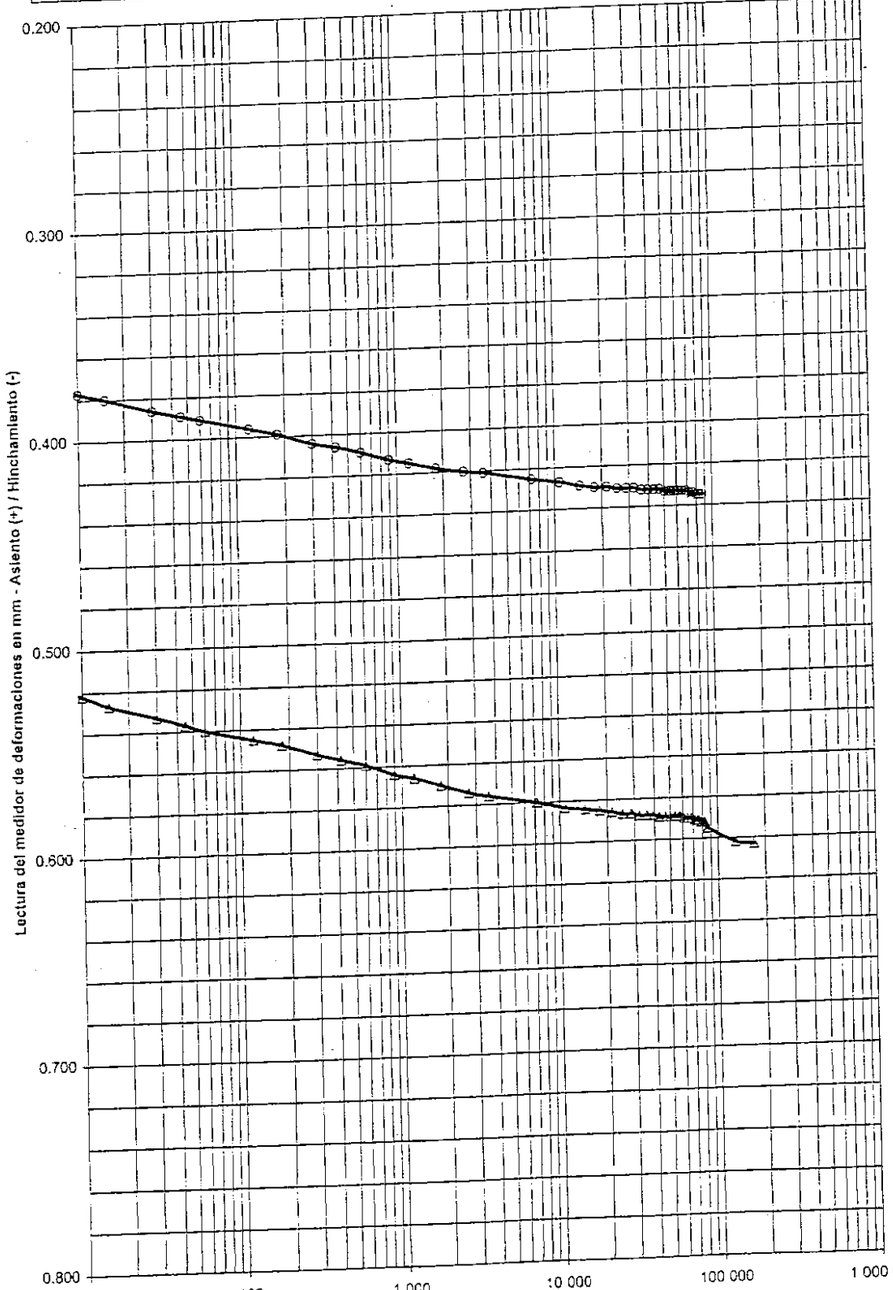
Referencia del laboratorio: G-4438

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 8 16
$L_o$ (método de Casagrande): 0.369 0.514

Diámetro probeta, cm: 4.950
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESIÓN | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | | FECHA | | | | | |
| 23-sep-02 | | | | 24-sep-02 | | | | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | | PRESIÓN, kp/cm² | | | | | |
| 8 | | | | 16 | | | | | |
| LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS | | LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS | | | |
| sg | mm | e | | sg | mm | e | | | |
| 0 | 0.363 | 0.4648 | | 0 | 0.505 | 0.4540 | | | |
| 5 | 0.371 | 0.4640 | | 5 | 0.515 | 0.4532 | | | |
| 10 | 0.377 | 0.4635 | | 10 | 0.522 | 0.4527 | | | |
| 15 | 0.380 | 0.4633 | | 15 | 0.527 | 0.4523 | | | |
| 30 | 0.386 | 0.4629 | | 30 | 0.533 | 0.4519 | | | |
| 45 | 0.389 | 0.4626 | | 45 | 0.537 | 0.4515 | | | |
| 60 | 0.391 | 0.4625 | | 60 | 0.540 | 0.4514 | | | |
| 120 | 0.396 | 0.4621 | | 120 | 0.545 | 0.4510 | | | |
| 180 | 0.399 | 0.4619 | | 180 | 0.548 | 0.4508 | | | |
| 300 | 0.404 | 0.4615 | | 300 | 0.553 | 0.4504 | | | |
| 420 | 0.406 | 0.4614 | | 421 | 0.556 | 0.4502 | | | |
| 600 | 0.409 | 0.4611 | | 600 | 0.559 | 0.4500 | | | |
| 900 | 0.413 | 0.4608 | | 901 | 0.564 | 0.4496 | | | |
| 1 200 | 0.415 | 0.4607 | | 1 200 | 0.566 | 0.4494 | | | |
| 1 800 | 0.418 | 0.4605 | | 1 800 | 0.570 | 0.4491 | | | |
| 2 700 | 0.420 | 0.4603 | | 2 700 | 0.574 | 0.4488 | | | |
| 3 600 | 0.421 | 0.4602 | | 3 600 | 0.576 | 0.4487 | | | |
| 7 200 | 0.425 | 0.4599 | | 7 200 | 0.580 | 0.4484 | | | |
| 10 800 | 0.427 | 0.4598 | | 10 800 | 0.583 | 0.4482 | | | |
| 14 400 | 0.429 | 0.4597 | | 14 400 | 0.584 | 0.4481 | | | |
| 18 000 | 0.430 | 0.4595 | | 18 000 | 0.585 | 0.4480 | | | |
| 21 500 | 0.430 | 0.4596 | | 21 600 | 0.586 | 0.4479 | | | |
| 25 200 | 0.431 | 0.4595 | | 25 201 | 0.587 | 0.4479 | | | |
| 28 800 | 0.431 | 0.4595 | | 28 800 | 0.587 | 0.4479 | | | |
| 32 401 | 0.431 | 0.4595 | | 32 400 | 0.588 | 0.4478 | | | |
| 36 000 | 0.432 | 0.4594 | | 36 000 | 0.588 | 0.4478 | | | |
| 39 600 | 0.432 | 0.4594 | | 39 600 | 0.588 | 0.4478 | | | |
| 43 200 | 0.432 | 0.4594 | | 43 200 | 0.589 | 0.4477 | | | |
| 46 800 | 0.432 | 0.4594 | | 46 800 | 0.589 | 0.4477 | | | |
| 50 400 | 0.433 | 0.4594 | | 50 400 | 0.589 | 0.4477 | | | |
| 54 000 | 0.433 | 0.4594 | | 54 000 | 0.589 | 0.4477 | | | |
| 57 600 | 0.433 | 0.4594 | | 57 600 | 0.589 | 0.4477 | | | |
| 61 201 | 0.433 | 0.4594 | | 61 200 | 0.590 | 0.4476 | | | |
| 64 800 | 0.433 | 0.4594 | | 64 800 | 0.590 | 0.4476 | | | |
| 68 400 | 0.433 | 0.4594 | | 68 400 | 0.590 | 0.4476 | | | |
| 72 000 | 0.434 | 0.4593 | | 72 000 | 0.591 | 0.4476 | | | |
| 75 600 | 0.434 | 0.4593 | | 75 600 | 0.591 | 0.4476 | | | |
| 79 200 | 0.435 | 0.4592 | | 79 200 | 0.592 | 0.4475 | | | |
| 82 800 | 0.435 | 0.4592 | | 82 800 | 0.592 | 0.4475 | | | |
| 86 400 | 0.435 | 0.4592 | | 86 400 | 0.595 | 0.4473 | | | |
| 86 423 | 0.435 | 0.4592 | | 129 600 | 0.502 | 0.4467 | | | |
| | | | | 169 417 | 0.503 | 0.4467 | | | |

R. M. DE BARCELONA, T 4814, L 4231 Secc 2ª, F. 143, H 50359 Insc. 1ª-N.I.F. A-08737280



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial "La Ferreria" • Avda. Ferreria, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

PAYMACotas

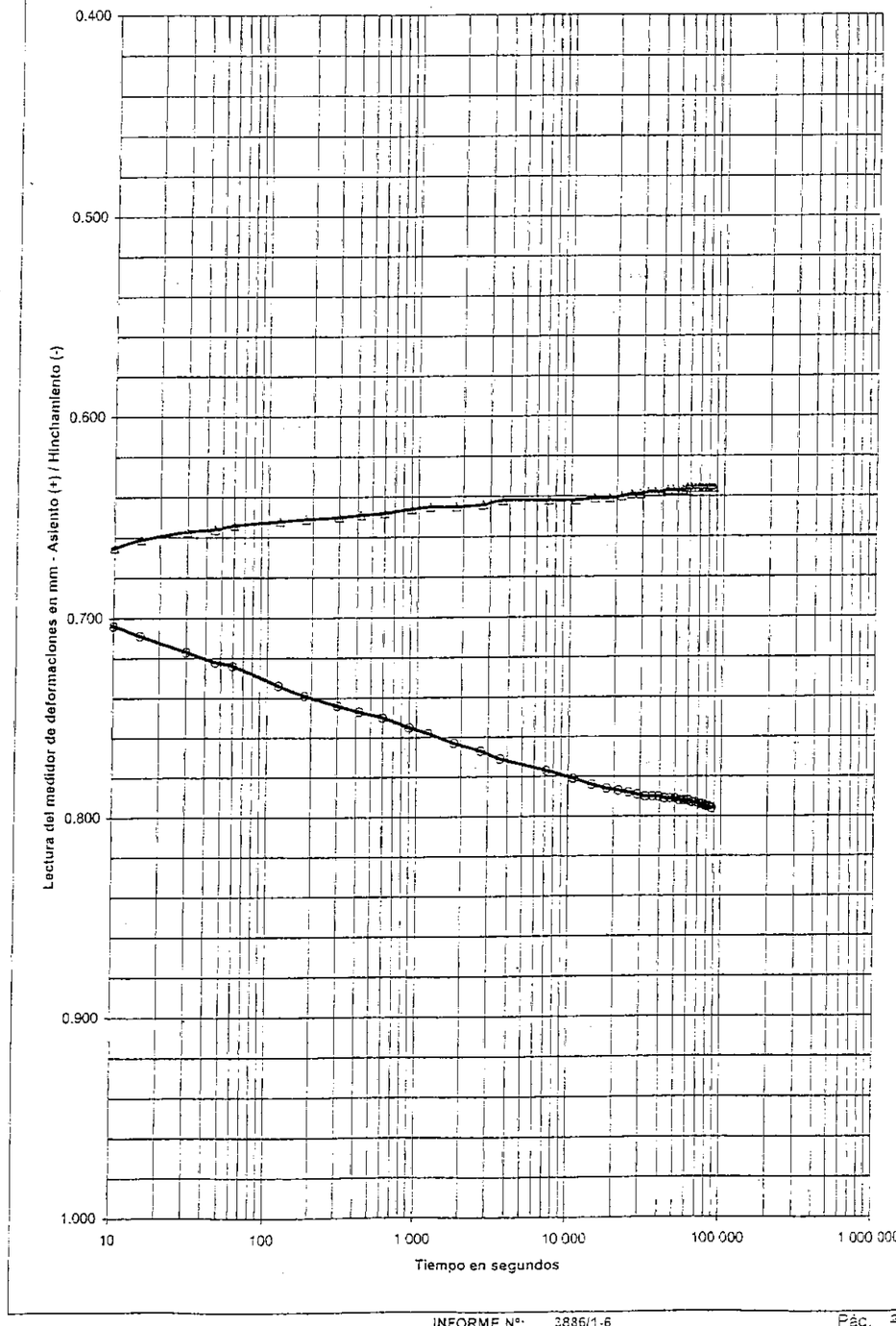
Referencia del laboratorio: G-4438

# ENSAYO EDOMÉTRICO - UNE 103.405/94

## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN

Escalón de presión (kp/cm²): 32 0.12
$L_o$ (método de Casagrande): 0.694 0.668

Diámetro probeta, cm: 4.950
Altura inicial probeta, cm: 2.000




| ESCALONES DE PRESIÓN | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | | | | FECHA | | | | | |
| 26-sep-02 | | | | 27-sep-02 | | | | | |
| PRESIÓN, kp/cm² | | | | PRESIÓN, kp/cm² | | | | | |
| 32 | | | | 0.12 | | | | | |
| LECTURAS ASIENTO (+) | | ÍNDICE POROS | | LECTURAS ASIENTO (-) | | ÍNDICE POROS | | | |
| sg | mm | e | | sg | mm | e | | | |
| 0 | 0.685 | 0.4406 | | 0 | 0.712 | 0.4385 | | | |
| 5 | 0.699 | 0.4395 | | 6 | 0.571 | 0.4416 | | | |
| 10 | 0.704 | 0.4391 | | 10 | 0.665 | 0.4420 | | | |
| 15 | 0.709 | 0.4388 | | 15 | 0.661 | 0.4423 | | | |
| 30 | 0.717 | 0.4382 | | 30 | 0.657 | 0.4426 | | | |
| 46 | 0.722 | 0.4378 | | 45 | 0.656 | 0.4427 | | | |
| 60 | 0.724 | 0.4376 | | 60 | 0.654 | 0.4429 | | | |
| 120 | 0.734 | 0.4369 | | 120 | 0.652 | 0.4430 | | | |
| 180 | 0.739 | 0.4365 | | 180 | 0.651 | 0.4431 | | | |
| 301 | 0.744 | 0.4362 | | 300 | 0.650 | 0.4432 | | | |
| 421 | 0.747 | 0.4359 | | 420 | 0.649 | 0.4433 | | | |
| 600 | 0.750 | 0.4357 | | 600 | 0.648 | 0.4433 | | | |
| 900 | 0.755 | 0.4353 | | 901 | 0.646 | 0.4435 | | | |
| 1 200 | 0.758 | 0.4351 | | 1 200 | 0.645 | 0.4435 | | | |
| 1 800 | 0.763 | 0.4347 | | 1 800 | 0.645 | 0.4435 | | | |
| 2 700 | 0.767 | 0.4344 | | 2 700 | 0.644 | 0.4436 | | | |
| 3 600 | 0.771 | 0.4341 | | 3 600 | 0.642 | 0.4438 | | | |
| 7 200 | 0.777 | 0.4337 | | 7 200 | 0.642 | 0.4438 | | | |
| 10 800 | 0.781 | 0.4334 | | 10 801 | 0.642 | 0.4438 | | | |
| 14 400 | 0.784 | 0.4332 | | 14 400 | 0.641 | 0.4438 | | | |
| 18 000 | 0.786 | 0.4330 | | 18 000 | 0.641 | 0.4438 | | | |
| 21 600 | 0.787 | 0.4330 | | 21 600 | 0.640 | 0.4439 | | | |
| 25 200 | 0.788 | 0.4329 | | 25 201 | 0.639 | 0.4440 | | | |
| 28 800 | 0.789 | 0.4328 | | 28 800 | 0.639 | 0.4440 | | | |
| 32 400 | 0.790 | 0.4327 | | 32 400 | 0.638 | 0.4441 | | | |
| 36 000 | 0.790 | 0.4327 | | 36 000 | 0.638 | 0.4441 | | | |
| 39 600 | 0.790 | 0.4327 | | 39 600 | 0.638 | 0.4441 | | | |
| 43 200 | 0.791 | 0.4327 | | 43 200 | 0.637 | 0.4441 | | | |
| 46 800 | 0.791 | 0.4327 | | 46 800 | 0.637 | 0.4441 | | | |
| 50 400 | 0.791 | 0.4327 | | 50 400 | 0.637 | 0.4441 | | | |
| 54 000 | 0.792 | 0.4326 | | 54 000 | 0.637 | 0.4441 | | | |
| 57 600 | 0.792 | 0.4326 | | 57 600 | 0.636 | 0.4442 | | | |
| 61 201 | 0.792 | 0.4326 | | 61 200 | 0.636 | 0.4442 | | | |
| 64 800 | 0.793 | 0.4326 | | 64 800 | 0.636 | 0.4442 | | | |
| 68 400 | 0.793 | 0.4325 | | 68 400 | 0.635 | 0.4442 | | | |
| 72 000 | 0.794 | 0.4324 | | 72 000 | 0.636 | 0.4442 | | | |
| 75 600 | 0.794 | 0.4324 | | 75 600 | 0.636 | 0.4442 | | | |
| 79 200 | 0.795 | 0.4324 | | 79 200 | 0.636 | 0.4442 | | | |
| 82 800 | 0.795 | 0.4324 | | 82 800 | 0.636 | 0.4442 | | | |
| 86 400 | 0.796 | 0.4323 | | 85 946 | 0.635 | 0.4442 | | | |
| 86 666 | 0.796 | 0.4323 | | | | | | | |

R. M. DE BARCELONA, T 4814, L 4231 Secc 2ª, F. 143, H 50359 Insc. 1ª-N.I.F. A-08737280



T. 93 575 28 34 • F. 93 564 89 00 • Polígono Industrial "La Ferreria" • Avda. Ferreria, 57 • 08110 Montcada i Reixac • (Barcelona)
central@paymacotas.com

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-4 (8,60 – 9,05) |

CARBONATOS ..... 47 %

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1ª - C.I.F. A-33080740

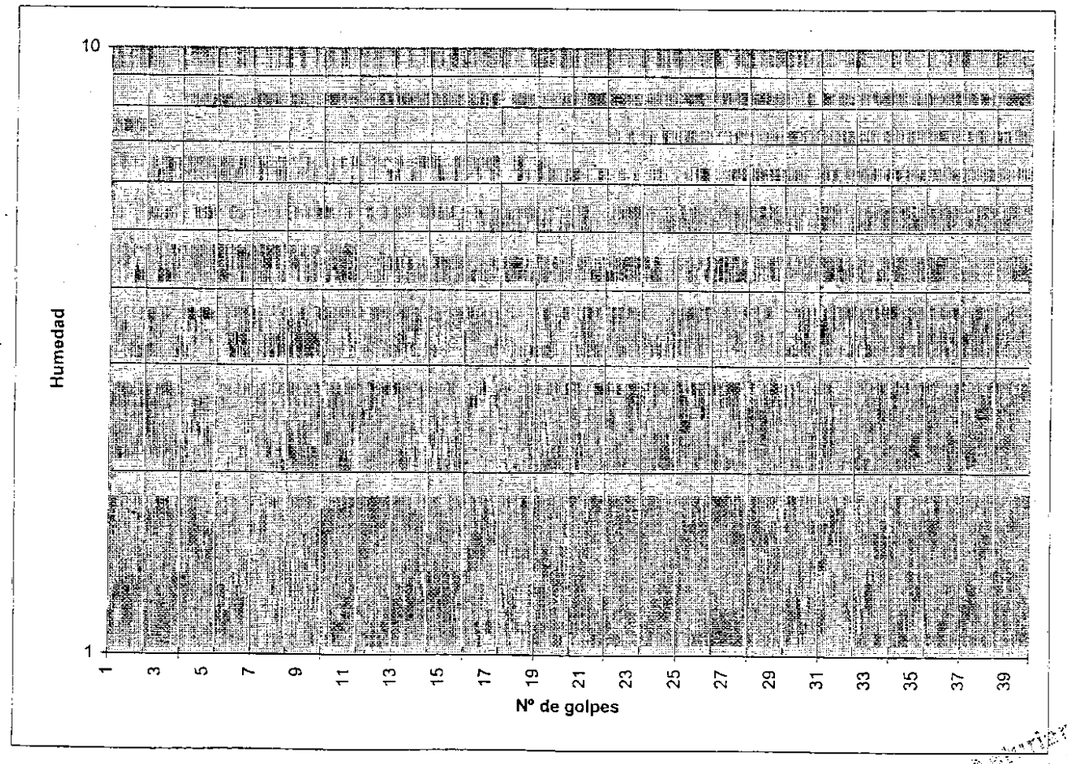


ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO:** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA :** | METROTREN |
| **REFERENCIA:** | |
| **MUESTRA :** | S-4 (8,60 - 9,05) |
| **HOJA Nº :** | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
| REF. TARA | | | | | | | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | | | | | | | |
| t+s+a | | NO PLASTICO | | | | | |
| t+s | | | | | | | |
| t | | | | | | | |
| s=(t+s)-t | | | | | | | |
| h=a/s*100 | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | LL | LP | IP | |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1ª - C.I.F. A-33080740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-4 (11,30 – 11,85) |

HUMEDAD NATURAL ..... 17,2 %

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,066 g/cm$^3$

DENSIDAD SECA ..... 1,763 g/cm$^3$

CARBONATOS ..... 45 %

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

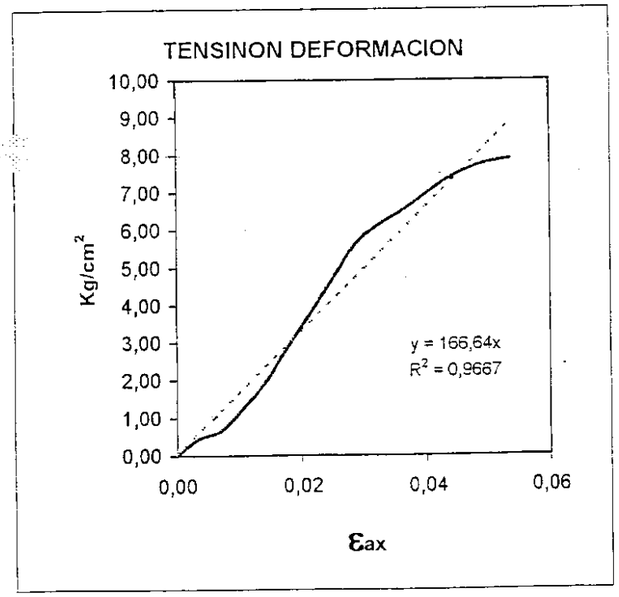
# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE - norma UNE 22950-3

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | INECO |
| REFERENCIA: | |
| OBRA: | METROTREN |
| MUESTRA: | S-4 (11,30 - 11,85) |
| FECHA: | |

| | |
|---|---|
| DIAMETRO (mm): | 70 |
| ALTURA (mm): | 140 |
| SECCION (cm$^2$): | 38,48 |

Cte. ANILLO: 1,22

| CARGAS | | | DEFORMACIONES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LECTURAS mm | | | |
| LECTURA | CARGA Kg | TENSION Kg/cm$^2$ | HORIZONTAL | VERTICAL | Εax | Εt |
| 0 | 0 | 0,00 | 0 | 17 | 0,000 | 0,0000 |
| 14 | 17,08 | 0,44 | 0,5 | 17,16 | 0,004 | -0,0023 |
| 21 | 25,62 | 0,67 | 1 | 17,18 | 0,007 | -0,0026 |
| 40 | 48,8 | 1,27 | 1,5 | 17,25 | 0,011 | -0,0036 |
| 62 | 75,64 | 1,97 | 2 | 17,34 | 0,014 | -0,0049 |
| 92 | 112,24 | 2,92 | 2,5 | 17,46 | 0,018 | -0,0066 |
| 120 | 146,4 | 3,80 | 3 | 17,56 | 0,021 | -0,0080 |
| 148 | 180,56 | 4,69 | 3,5 | 17,7 | 0,025 | -0,0100 |
| 177 | 215,94 | 5,61 | 4 | 17,91 | 0,029 | -0,0130 |
| 193 | 235,46 | 6,12 | 4,5 | 18,05 | 0,032 | -0,0150 |
| 204 | 248,88 | 6,47 | 5 | 18,15 | 0,036 | -0,0164 |
| 217 | 264,74 | 6,88 | 5,5 | 18,3 | 0,039 | -0,0186 |
| 230 | 280,6 | 7,29 | 6 | 18,47 | 0,043 | -0,0210 |
| 240 | 292,8 | 7,61 | 6,5 | 18,59 | 0,046 | -0,0227 |
| 246 | 300,12 | 7,80 | 7 | 18,71 | 0,050 | -0,0244 |
| 249 | 303,78 | 7,89 | 7,5 | 18,33 | 0,054 | -0,0190 |




**E= 178,3432 kg/cm$^2$**

**υ = 0,43786**

**E=** Modulo de Young

**υ** = Coef. De Poisson

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1}$$

$$\nu = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Control Asturiano de Estructuras, S. A.

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

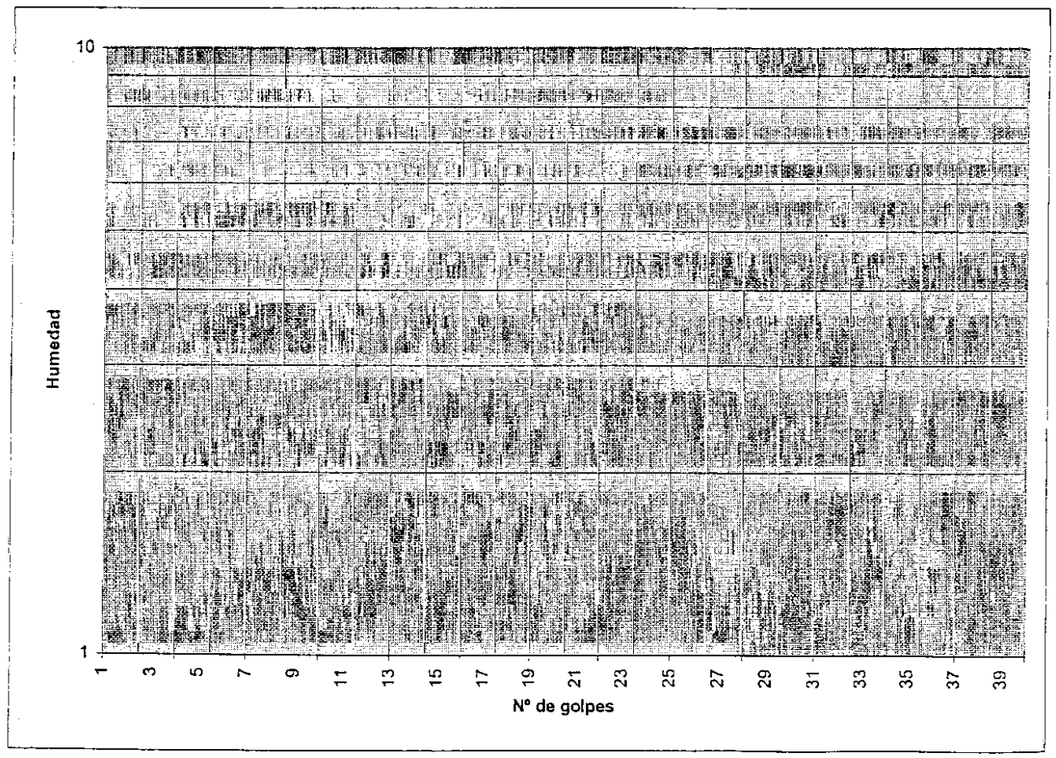
ntrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA : | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA : | S-4 811,30 - 11,85) |
| HOJA Nº : | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
| REF. TARA | | | | | | | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | | | | | | | |
| t+s+a | | NO PLASTICO | | | | | |
| t+s | | | | | | | |
| t | | | | | | | |
| s=(t+s)-t | | | | | | | |
| h=a/s*100 | | | | | | | |

| LL | LP | IP |
|---|---|---|
| | | |




Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740



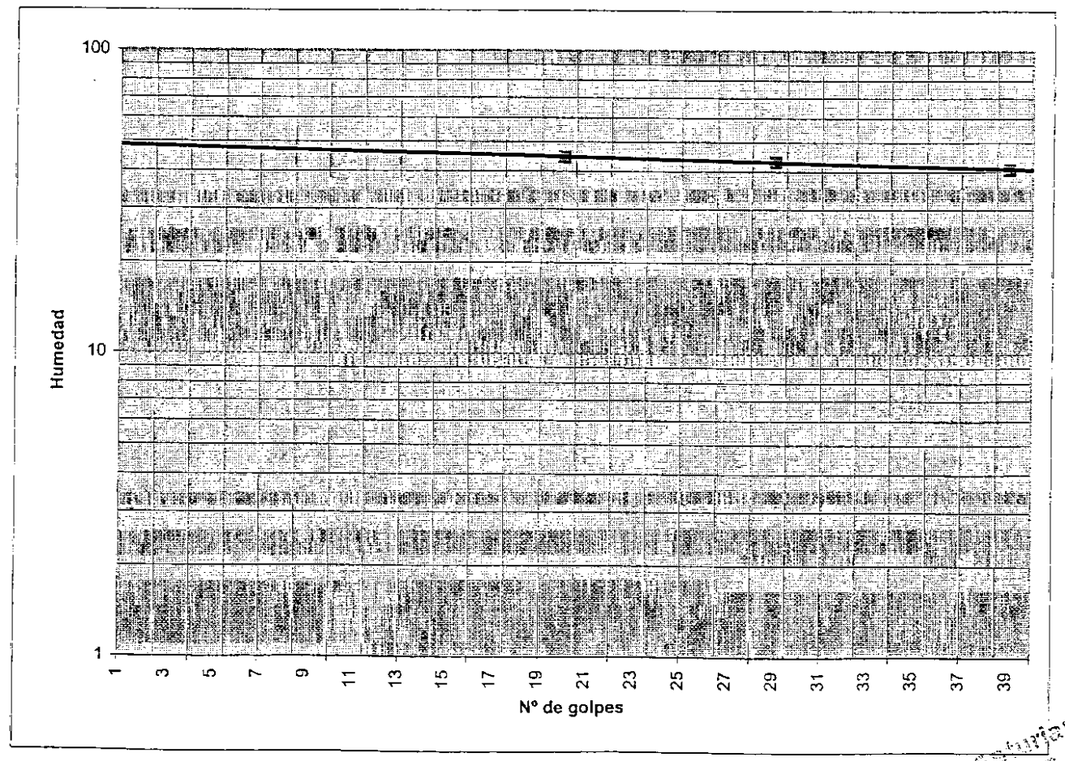
ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA : | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA : | S-4 (11,85 - 12,30) |
| HOJA Nº : | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | 17 | 22 | 33 | | LIMITE PLASTICO | | |
| REF. TARA | 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | 6,34 | 6,43 | 5,29 | | 1,51 | 1,34 | |
| t+s+a | 49,3 | 50,91 | 48,9 | | 38,08 | 36,34 | |
| t+s | 42,96 | 44,48 | 43,61 | | 36,57 | 35 | |
| t | 28,71 | 29,57 | 30,61 | | 30,8 | 29,95 | |
| s=(t+s)-t | 14,25 | 14,91 | 13 | | 5,77 | 5,05 | |
| h=a/s*100 | 44,5 | 43,1 | 40,7 | | 26,2 | 26,5 | |

| LL | LP | IP |
|---|---|---|
| 42,5 | 26,5 | 16,0 |




Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-4 (14,10 – 14,40) |

HUMEDAD NATURAL ..... 12,8 %

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,185 g/cm3

DENSIDAD SEDA ..... 1,937 g/cm3

CARBONATOS ..... 21 %

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE - norma UNE 22950-3

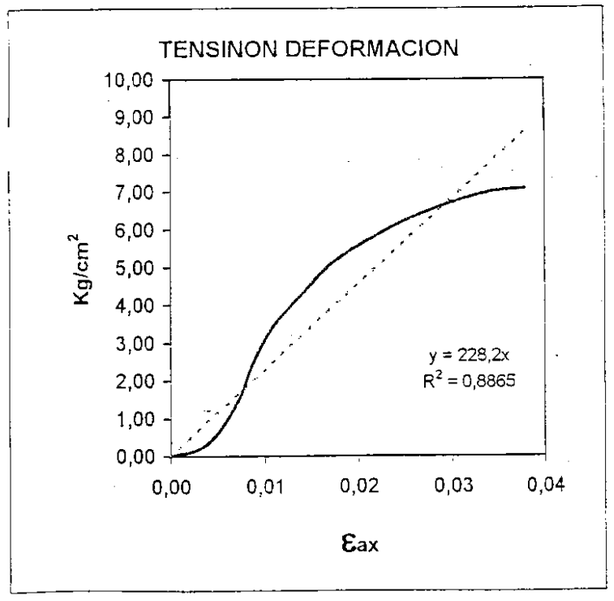
Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | INECO |
| REFERENCIA: | |
| OBRA: | METROTREN |
| MUESTRA: | S-4 (14,10 - 14,40) |
| FECHA: | |

| | |
|---|---|
| DIAMETRO (mm): | 88 |
| ALTURA (mm): | 159 |
| SECCION ($cm^2$): | 60,82 |

Cte. ANILLO: 1,22

| CARGAS | | | DEFORMACIONES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LECTURAS mm | | | |
| LECTURA | CARGA Kg | TENSION Kg/cm² | HORIZONTAL | VERTICAL | Εax | Εt |
| 0 | 0 | 0,00 | 12 | 21 | 0,000 | 0,0000 |
| 15 | 18,3 | 0,30 | 12,6 | 21,08 | 0,004 | -0,0009 |
| 65 | 79,3 | 1,30 | 13,09 | 21,17 | 0,007 | -0,0019 |
| 120 | 146,4 | 2,41 | 13,38 | 21,22 | 0,009 | -0,0025 |
| 170 | 207,4 | 3,41 | 13,73 | 21,31 | 0,011 | -0,0035 |
| 211 | 257,42 | 4,23 | 14,2 | 21,38 | 0,014 | -0,0043 |
| 250 | 305 | 5,01 | 14,68 | 21,47 | 0,017 | -0,0053 |
| 270 | 329,4 | 5,42 | 15,03 | 21,54 | 0,019 | -0,0061 |
| 298 | 363,56 | 5,98 | 15,65 | 21,61 | 0,023 | -0,0069 |
| 320 | 390,4 | 6,42 | 16,23 | 21,72 | 0,027 | -0,0082 |
| 336 | 409,92 | 6,74 | 16,8 | 21,83 | 0,030 | -0,0094 |
| 350 | 427 | 7,02 | 17,45 | 21,94 | 0,034 | -0,0107 |
| 353 | 430,66 | 7,08 | 18,02 | 22,03 | 0,038 | -0,0117 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |




**E= 285,7783 Kg/cm²**

**υ = 0,31154**

**E=** Modulo de Young

**υ** = Coef. De Poisson

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1}$$

$$\nu = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Control Asturiano de Estructuras, S. A.

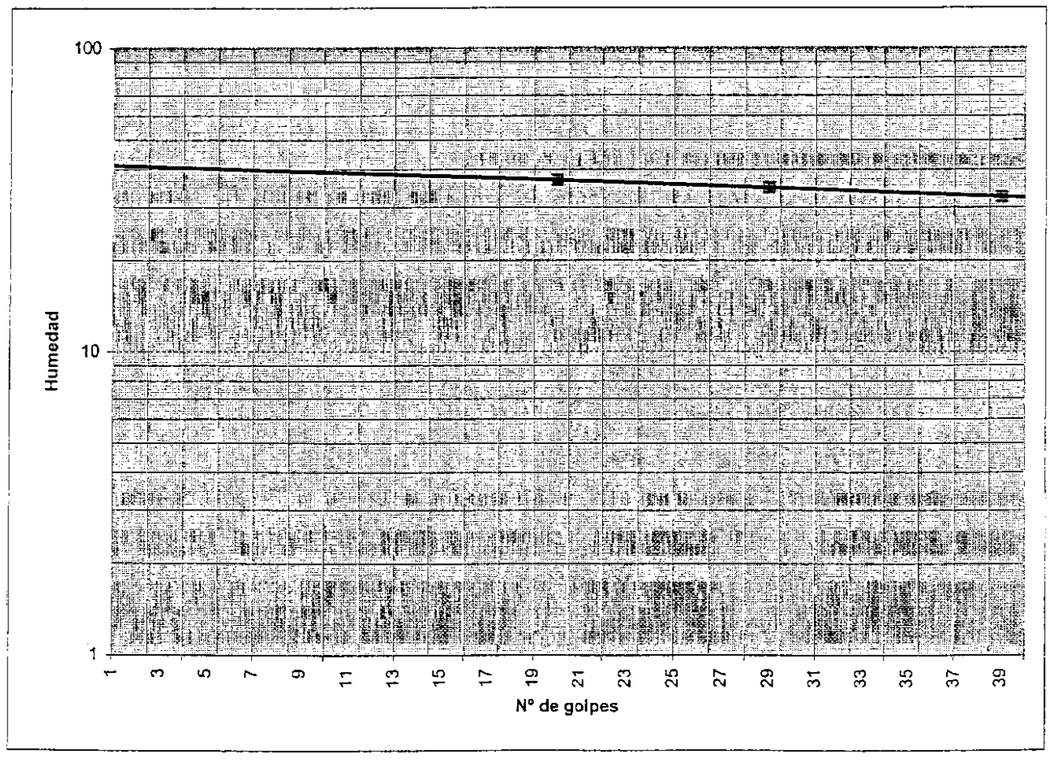
Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA : | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-4 (14,10 - 14,40) |
| HOJA Nº : | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | 13 | | 31 | | 5 | 6 | |
| REF. TARA | C | A | 4 | | | | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | 5,98 | 4,58 | 4,23 | | 0,9 | 0,92 | |
| t+s+a | 47,8 | 42,85 | 42,46 | | 30,6 | 30,65 | |
| t+s | 41,82 | 38,27 | 38,23 | | 29,7 | 29,73 | |
| t | 25,61 | 25,12 | 25,24 | | 25,3 | 25,28 | |
| s=(t+s)-t | 16,21 | 13,15 | 12,99 | | 4,4 | 4,45 | |
| h=a/s*100 | 36,9 | 34,8 | 32,6 | | 20,5 | 20,7 | |
| | | | | 33,9 | 20,7 | 13,2 | |
| | | | | LL | LP | IP | |




Control Asturiano de Estructuras, S.A



Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-4 (14,40 - 14,47) |

## ANALISIS GRANULOMETRICO

| Tamices | | Retenido entre tamices | | Pasa en muestra total | |
|---|---|---|---|---|---|
| Designación A.S.T.M | Abertura mm. | Parte fina ensayada Grs. | Muestra total Grs. | Gramos | % |
| 4" | 100 | | | | |
| 3½" | 90 | | | | |
| 3" | 80 | | | | |
| 2½" | 63 | | | | |
| 2" | 50 | | | | |
| 1½" | 40 | | | 154 | 100 |
| 1" | 25 | | 27 | 127 | 82 |
| 3/4" | 20 | | 13 | 114 | 74 |
| 1/2" | 12,5 | | 15 | 99 | 64 |
| 3/8" | 10 | | 3 | 96 | 62 |
| 1/4" | 6,3 | | | | |
| Nº 4 | 5 | | 13 | 83 | 54 |
| Nº 10 | 2 | | 10 | 73 | 47 |
| Nº 40 | 0,4 | | 12 | 61 | 40 |
| Nº 80 | 0,16 | | 2 | 59 | 38 |
| Nº 200 | 0,08 | | 3 | 56 | 36 |

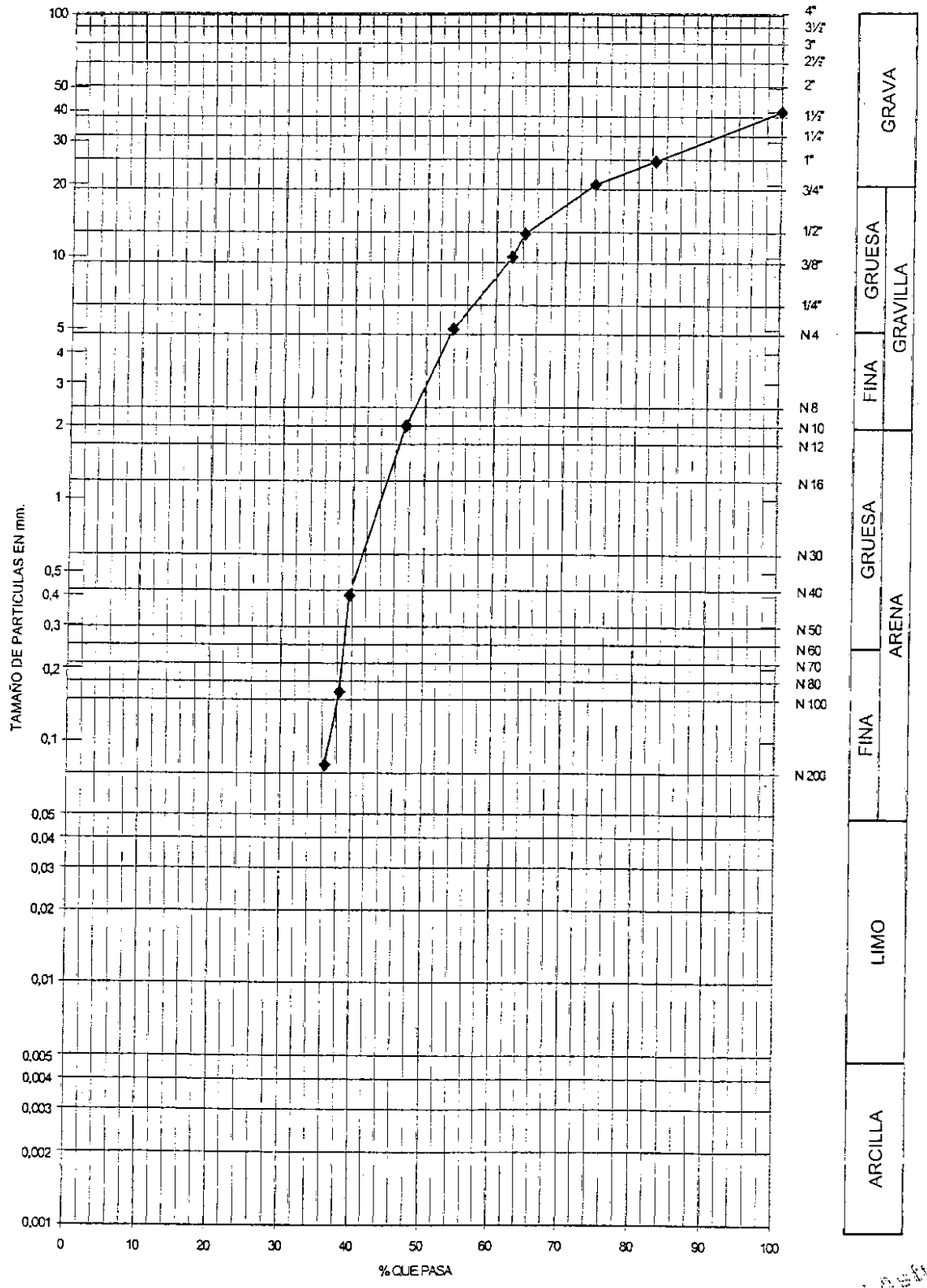
Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-4 (14,40 - 14,47) |




Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740



Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA | METROTREN |
| MUESTRA | S-4 (15,90 – 16,50) |

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,085 g/cm$^3$

CARBONATOS ..... 16 %

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

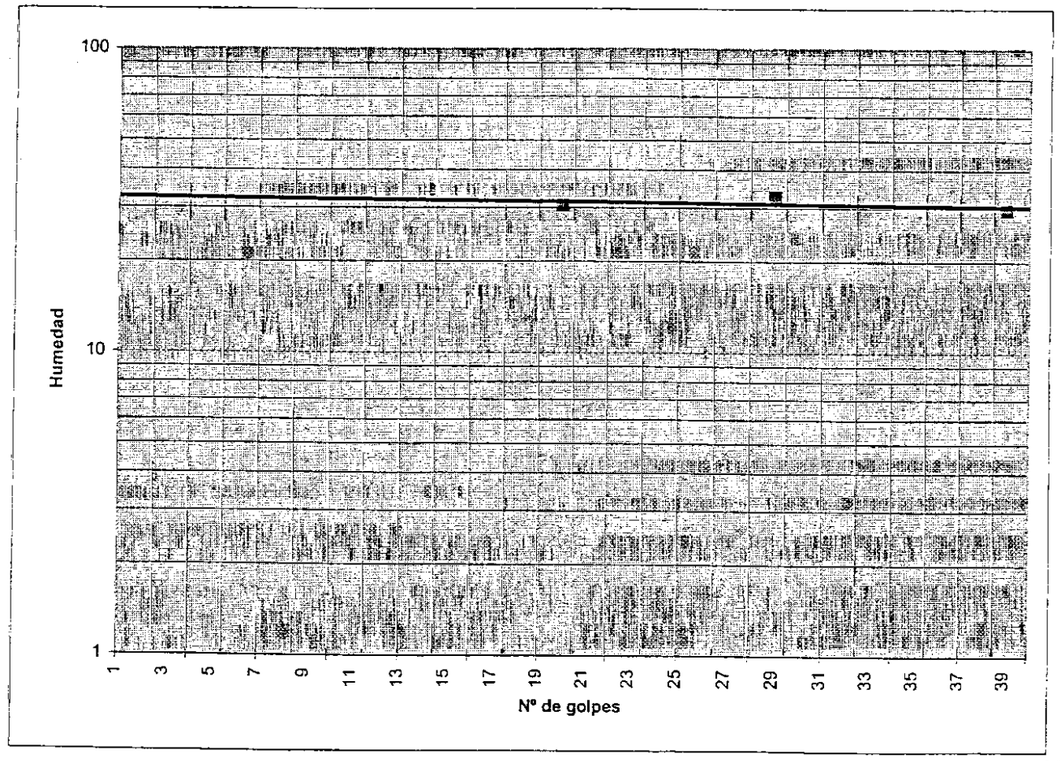
Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | MINISTERIO DE FOMENTO |
| OBRA: | METROTREN |
| REFERENCIA: | |
| MUESTRA: | S-4 (15,90 - 16,50) |
| HOJA Nº: | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | LIMITE PLASTICO | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | 27 | 16 | 34 | | 110 | 140 |
| REF. TARA | 5 | 6 | 7 | | 1 | 1,08 |
| a=(t+s+a)-(t+s) | 5,42 | 4,96 | 4,74 | | 36,58 | 31,22 |
| t+s+a | 48,43 | 46,42 | 47,92 | | 35,58 | 30,14 |
| t+s | 43,01 | 41,46 | 43,18 | | 30,71 | 24,89 |
| t | 25,29 | 26,25 | 27,17 | | 4,87 | 5,25 |
| s=(t+s)-t | 17,72 | 15,21 | 16,01 | | 20,5 | 20,6 |
| h=a/s*100 | 30,6 | 32,6 | 29,6 | | | |
| | | | | 30,8 | 20,6 | 10,2 |
| | | | | LL | LP | IP |




Control Asturiano de Estructuras, S.A.



Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33080740

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

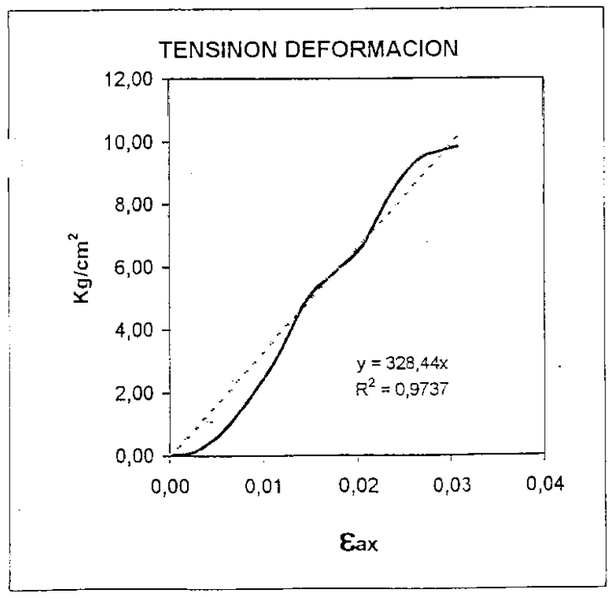
# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE - norma UNE 22950-3

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | INECO |
| REFERENCIA: | |
| OBRA: | METROTREN |
| MUESTRA: | S-4 (15,90 - 16,50) |
| FECHA: | |

| | |
|---|---|
| DIAMETRO (mm): | 85 |
| ALTURA (mm): | 170 |
| SECCION ($cm^2$): | 56,75 |

Cte. ANILLO: 1,22

| CARGAS | | | DEFORMACIONES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LECTURAS mm | | | |
| LECTURA | CARGA Kg | TENSION $Kg/cm^2$ | HORIZONTAL | VERTICAL | Εax | Εt |
| 0 | 0 | 0,00 | 0,5 | 18 | 0,000 | 0,0000 |
| 8 | 9,76 | 0,17 | 1 | 18,19 | 0,003 | -0,0022 |
| 38 | 46,36 | 0,82 | 1,5 | 18,42 | 0,006 | -0,0049 |
| 89 | 108,58 | 1,91 | 2 | 18,52 | 0,009 | -0,0061 |
| 150 | 183 | 3,22 | 2,5 | 18,59 | 0,012 | -0,0069 |
| 230 | 280,6 | 4,94 | 3 | 18,66 | 0,015 | -0,0078 |
| 270 | 329,4 | 5,80 | 3,5 | 18,71 | 0,018 | -0,0084 |
| 310 | 378,2 | 6,66 | 4 | 18,76 | 0,021 | -0,0089 |
| 385 | 469,7 | 8,28 | 4,5 | 18,81 | 0,024 | -0,0095 |
| 437 | 533,14 | 9,40 | 5 | 18,9 | 0,026 | -0,0106 |
| 453 | 552,66 | 9,74 | 5,5 | 19,47 | 0,029 | -0,0173 |
| 457 | 557,54 | 9,83 | 5,73 | 19,71 | 0,031 | -0,0201 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |




**E= 328,44980 $Kg/cm^2$**

**υ = 0,45436**

E= Modulo de Young

υ = Coef. De Poisson

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1}$$

$$v = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Control Asturiano de Estructuras, S. A.



Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33080740

Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-4 (27,10 – 27,40) |

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,435 g/cm$^3$

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.



Control Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

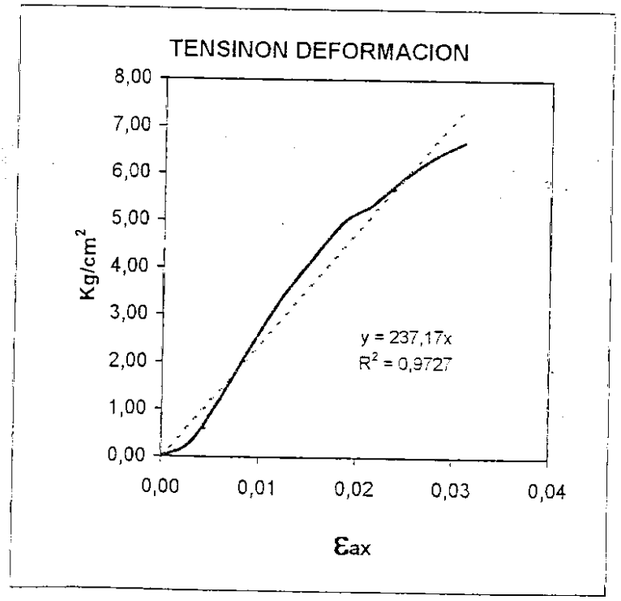
# ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE - norma UNE 22950-3

| | |
|---|---|
| PETICIONARIO: | INECO |
| REFERENCIA: | |
| OBRA: | METROTREN |
| MUESTRA: | S-4 (27,10 - 27,40) |
| FECHA: | |

| | |
|---|---|
| DIAMETRO (mm): | 80 |
| ALTURA (mm): | 161 |
| SECCION (cm$^2$): | 50,27 |

Cte. ANILLO: 1,22

| CARGAS | | | DEFORMACIONES | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | LECTURAS mm | | | |
| LECTURA | CARGA Kg | TENSION Kg/cm$^2$ | HORIZONTAL | VERTICAL | Εax | Εt |
| 0 | 0 | 0,00 | 14 | 18 | 0,000 | 0,0000 |
| 30 | 15 | 0,30 | 14,5 | 18,12 | 0,003 | -0,0015 |
| 73 | 65 | 1,29 | 15 | 18,16 | 0,006 | -0,0020 |
| 108 | 120 | 2,39 | 15,5 | 18,18 | 0,009 | -0,0023 |
| 141 | 170 | 3,38 | 16 | 18,21 | 0,012 | -0,0026 |
| 164 | 211 | 4,20 | 16,5 | 18,28 | 0,016 | -0,0035 |
| 181 | 250 | 4,97 | 17 | 18,32 | 0,019 | -0,0040 |
| 194 | 270 | 5,37 | 17,5 | 18,38 | 0,022 | -0,0047 |
| 203 | 298 | 5,93 | 18 | 18,42 | 0,025 | -0,0053 |
| 208 | 320 | 6,37 | 18,5 | 18,47 | 0,028 | -0,0059 |
| 210 | 336 | 6,68 | 19 | 18,52 | 0,031 | -0,0065 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |




E= 243,3043 Kg/cm$^2$

υ = 0,21467

E= Modulo de Young

υ = Coef. De Poisson

$$E = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_1}$$

$$v = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3.ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1.ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S. A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA** | METROTREN |
| **MUESTRA** | S-4 (33,20 – 33,50) |

DENSIDAD HUMEDA ..... 2,465 g/cm$^3$

CARBONATOS ..... 85 %

COMPRESION SIMPLE ..... 553 Kg/cm$^2$

Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

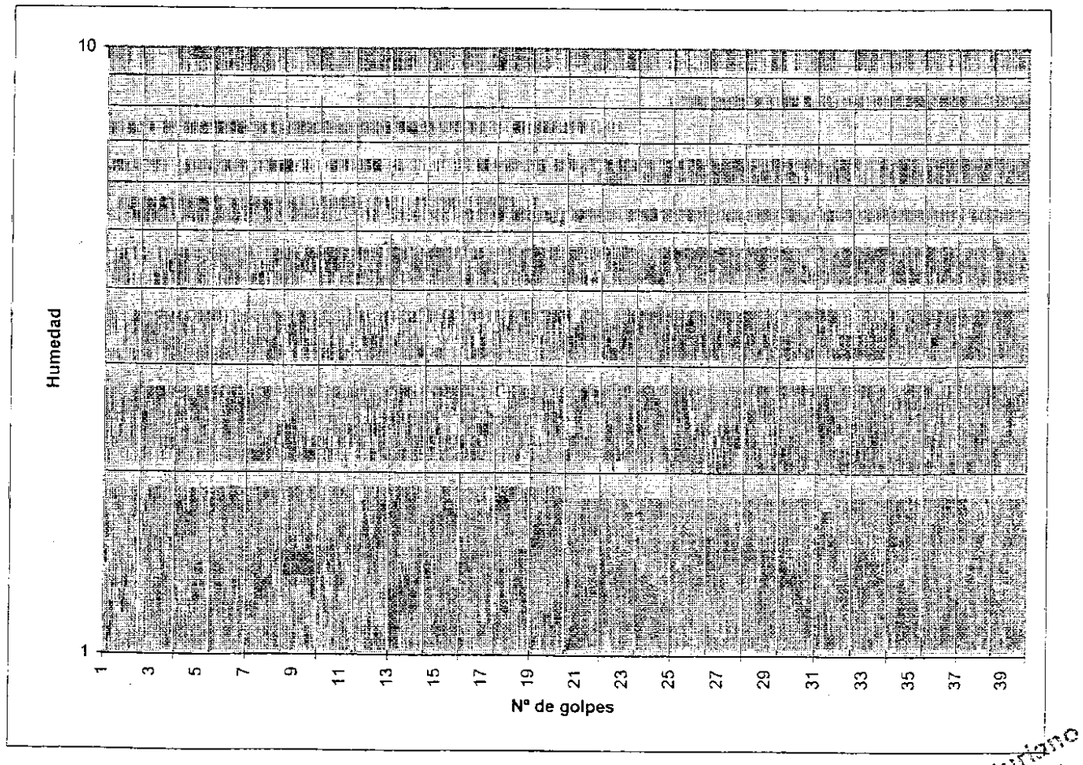
Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

ontrol Asturiano de Estructuras
Inspección de Proyectos y Obras
Laboratorio Acreditado de Ensayos

| | |
|---|---|
| **PETICIONARIO:** | MINISTERIO DE FOMENTO |
| **OBRA :** | METROTREN |
| **REFERENCIA:** | |
| **MUESTRA :** | S-4 (33,20 - 33,50) |
| **HOJA Nº :** | |

# LIMITES DE ATTERBERG

| LIMITE LIQUIDO | | | | | LIMITE PLASTICO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº DE GOLPES | | | | | | | |
| REF. TARA | | | | | | | |
| a=(t+s+a)-(t+s) | | | | | | | |
| t+s+a | | NO PLASTICO | | | | | |
| t+s | | | | | | | |
| t | | | | | | | |
| s=(t+s)-t | | | | | | | |
| h=a/s*100 | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | LL | LP | IP |




Sociedad Unipersonal - Inscrita en el Registro Mercantil de Asturias, Tomo 529, Libro 344, Sección 3ª, Folio 121, Hoja 1389, Inscripción 1ª - C.I.F. A-33060740

Control Asturiano de Estructuras, S.A.

Parque Tecnológico • Parcela 47 • 33420 Llanera (Asturias) • Tels. 98 526 63 75 • 98 526 64 43 • Fax 98 526 53 42

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

Código informe: IFE/1444/080911/1

# INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

**CLIENTE:** D.G.I.F. MINISTERIO DE FOMENTO.

**OBRA:** PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACIÓN PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**DENOMINACION DE LAS MUESTRAS:**

- SONDEOS: SE-1, SE-2, SCA-1.

El presente informe consta de 49 páginas selladas.

En Bobes, Siero a 11 de SEPTIEMBRE de 2008.

Fdo.: Sergio Fdez. Carbajal
Director de Laboratorio



seinco control ingeniería y servicios, s.a.

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1610

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 02.00-02.60 / MI /

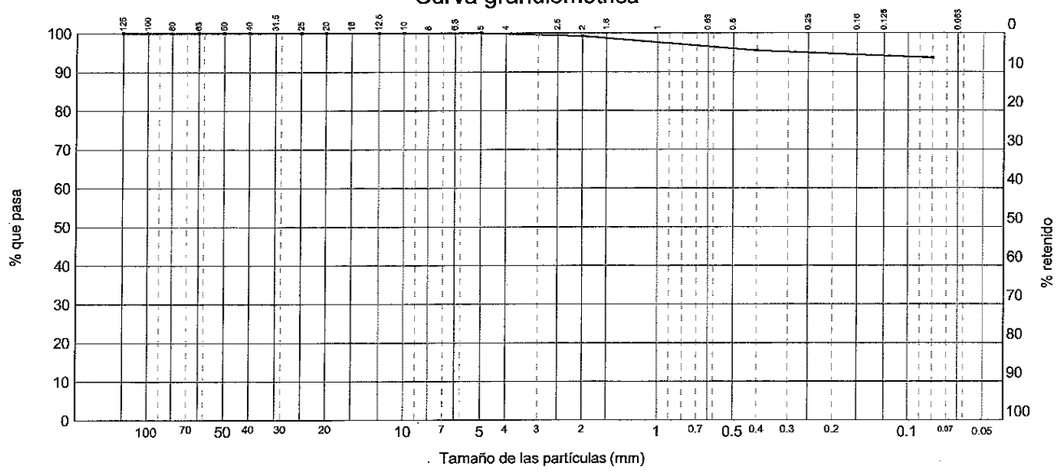
**Código del acta:** 2008/19392 **Nº Acta de obra :** 3251

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 95 | 93.6 |

Curva granulométrica




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1610

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 02.00-02.60 / MI /

**Código del acta:** 2008/19393 **Nº Acta de obra :** 3252

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 18 | 23 | 30 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 43.99 | 43.80 | 43.05 |
| Tara + Suelo (g) | 39.02 | 39.73 | 38.70 |
| Tara (g) | 27.74 | 30.25 | 28.18 |
| Agua (g) | 4.970 | 4.070 | 4.350 |
| Suelo (g) | 11.280 | 9.480 | 10.520 |
| Humedad (%) | 44.06 | 42.93 | 41.35 |
| Límite líquido (%) | **42.5** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 42.23 | 39.77 | |
| Tara + Suelo (g) | 39.64 | 36.63 | |
| Tara (g) | 29.55 | 24.38 | |
| Agua (g) | 2.590 | 3.140 | |
| Suelo (g) | 10.090 | 12.250 | |
| Humedad (%) | 25.67 | 25.63 | |
| Límite plástico (%) | **25.6** | | |
| Indice de plasticidad | **16.9** | | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1610

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 02.00-02.60 / MI /

**Código del acta:** 2008/19394 **Nº Acta de obra :** 3253

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 546 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 782 |
| Tara + muestra seca (g) | 725 |
| Humedad (%) | **31.8** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1610

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 02.00-02.60 / MI /

**Código del acta:** 2008/19395 **Nº Acta de obra :** 3254

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 263.95 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 265.65 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 122.03 |
| Densidad (g/cm3) | **1.86** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1610

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 02.00-02.60 / MI /

**Código del acta:** 2008/19396 **Nº Acta de obra :** 3255

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.3438 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.3494 |
| Precipitado (g) | 0.0056 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **466** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **384** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.04** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañilería (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1610

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 02.00-02.60 / MI /

**Código del acta:** 2008/19397 **Nº Acta de obra :** 3256

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 39.8 | 39.8 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 0.3 | 0.3 |
| Materia Orgánica (%) | 0.13 | 0.13 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.13** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1610

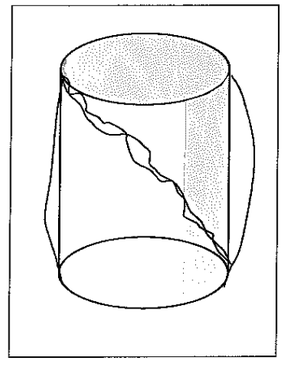
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 02.00-02.60 / MI /

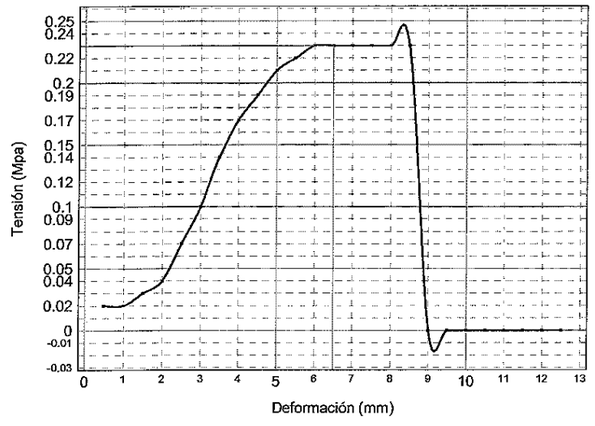
**Código del acta:** 2008/19398 **Nº Acta de obra :** 3257

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 26/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 26/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (mm) : | 140 |
| Diámetro (mm) : | 70 |
| Sección (cm²) | 38 |
| Volumen (cm³) : | 539 |
| Humedad probeta (%) : | 25.90 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 0.90 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.23** |
| Deformación (mm) : | **6.50** |
| Deformación (%) : | **4.64** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.00** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.59** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1610

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 02.00-02.60 / MI /

**Código del acta:** 2008/19399 **Nº Acta de obra :** 3258

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Relación palanca: | 10:1 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro (mm) | 50 | | |
| Cuadrada - Lado (mm) | ----- | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | inalterada | | |
| Altura muestra (mm) | 26 | | |
| Superficie (mm²) | 1963 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (mm) | 2.066 | 2.263 | 4.871 |
| Superficie de contacto (mm²) | 1860 | 1850 | 1720 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.196 | 0.239 | 0.324 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **105** | **129** | **188** |
| Cohesión (kPa) | **58** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **22.5** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **0.6** | | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1610

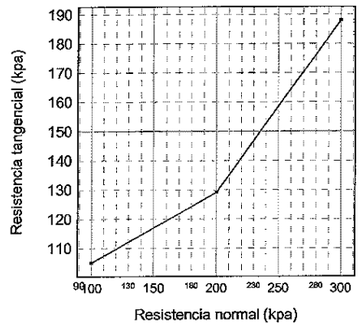
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 02.00-02.60 / MI /

**Código del acta:** 2008/19399 **Nº Acta de obra :** 3258

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

seinco control ingeniería y servicios, s.a.

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1611

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 06.00-06.40 / MI /

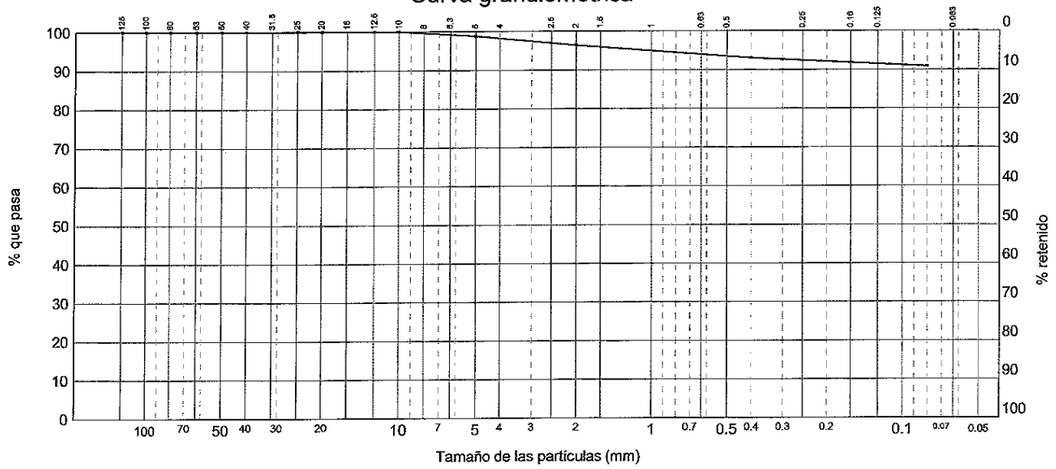
**Código del acta:** 2008/19400 **Nº Acta de obra :** 3259

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 96 | 93 | 90.8 |

Curva granulométrica






seinco control ingeniería y servicios, s.a.

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1611

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 06.00-06.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19401 **Nº Acta de obra :** 3260

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 31 | 22 | 16 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 44.55 | 42.54 | 45.67 |
| Tara + Suelo (g) | 41.04 | 38.50 | 41.60 |
| Tara (g) | 30.06 | 26.27 | 29.75 |
| Agua (g) | 3.510 | 4.040 | 4.070 |
| Suelo (g) | 10.980 | 12.230 | 11.850 |
| Humedad (%) | 31.97 | 33.03 | 34.35 |
| Límite líquido (%) | **32.5** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 32.21 | 37.67 | |
| Tara + Suelo (g) | 31.10 | 36.52 | |
| Tara (g) | 25.15 | 30.34 | |
| Agua (g) | 1.110 | 1.150 | |
| Suelo (g) | 5.950 | 6.180 | |
| Humedad (%) | 18.66 | 18.61 | |
| Límite plástico (%) | **18.6** | | |
| Indice de plasticidad | **13.9** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1611

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 06.00-06.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19402 **Nº Acta de obra :** 3261

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 538 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 819 |
| Tara + muestra seca (g) | 775 |
| Humedad (%) | **18.6** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1611

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 06.00-06.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19403 **Nº Acta de obra :** 3262

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 192.71 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 193.98 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 104.10 |
| Densidad (g/cm3) | **2.18** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1611

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 06.00-06.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19404 **Nº Acta de obra :** 3263

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 39.8 | 39.8 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 0.4 | 0.4 |
| Materia Orgánica (%) | 0.17 | 0.17 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.17** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1611

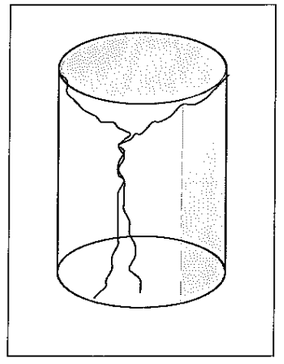
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 06.00-06.40 / MI /

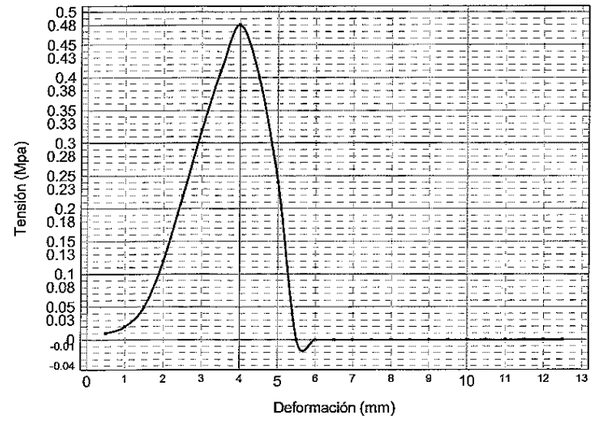
**Código del acta:** 2008/19405 **Nº Acta de obra :** 3264

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 26/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 26/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (mm) : | 140 |
| Diámetro (mm) : | 70 |
| Sección (cm²) | 38 |
| Volumen (cm³) : | 539 |
| Humedad probeta (%) : | 14.00 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 1.84 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.48** |
| Deformación (mm) : | **4.00** |
| Deformación (%) : | **2.86** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.30** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **2.02** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1611

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 06.00-06.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19406 **Nº Acta de obra :** 3265

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Relación palanca: | 10:1 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro (mm) | 50 | | |
| Cuadrada - Lado (mm) | ----- | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | inalterada | | |
| Altura muestra (mm) | 26 | | |
| Superficie (mm²) | 1963 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (mm) | 4.970 | 4.970 | 3.345 |
| Superficie de contacto (mm²) | 1715 | 1715 | 1796 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.179 | 0.314 | 0.437 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **104** | **183** | **243** |
| Cohesión (kPa) | **38** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **34.8** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **0.4** | | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1611

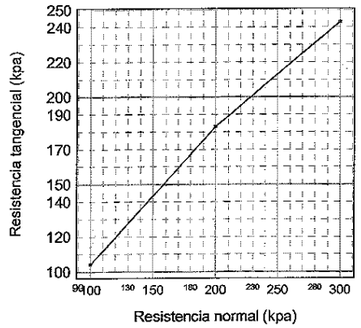
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 06.00-06.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19406 **Nº Acta de obra :** 3265

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1615

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 11.00-11.50 / TP /

**Código del acta:** 2008/19407 **Nº Acta de obra :** 3266

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.6047 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.6132 |
| Precipitado (g) | 0.0085 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **707** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **583** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.06** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1615

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 11.00-11.50 / TP /

**Código del acta:** 2008/19408 **Nº Acta de obra :** 3267

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 39.8 | 39.8 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 1.9 | 2.1 |
| Materia Orgánica (%) | 0.81 | 0.89 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.85** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1615

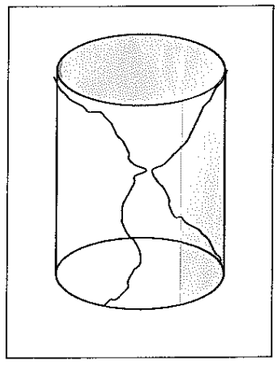
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 11.00-11.50 / TP /

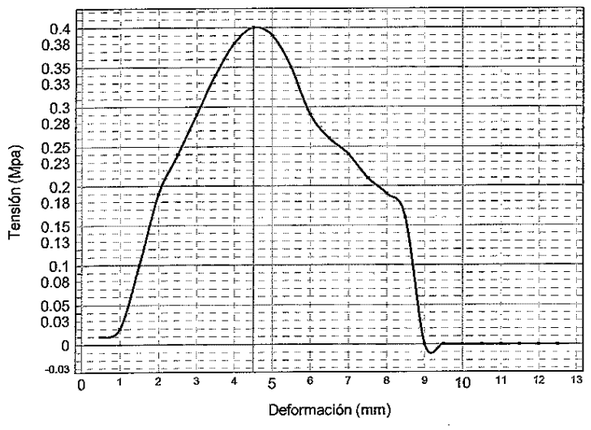
**Código del acta:** 2008/19409 **Nº Acta de obra :** 3268

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 26/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 26/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (mm) : | 168 |
| Diámetro (mm) : | 84 |
| Sección (cm²) | 55 |
| Volumen (cm³) : | 931 |
| Humedad probeta (%) : | 13.33 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 2.22 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.40** |
| Deformación (mm) : | **4.50** |
| Deformación (%) : | **2.68** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.16** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.91** |








**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1615

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 11.00-11.50 / TP /

**Código del acta:** 2008/19410 **Nº Acta de obra :** 3269

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Relación palanca: | 10:1 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro (mm) | 50 | | |
| Cuadrada - Lado (mm) | ----- | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | parafinada | | |
| Altura muestra (mm) | 26 | | |
| Superficie (mm²) | 1963 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (mm) | 3.099 | 2.657 | 2.705 |
| Superficie de contacto (mm²) | 1809 | 1831 | 1828 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.457 | 0.585 | 0.809 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **253** | **319** | **443** |
| Cohesión (kPa) | **148** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **43.5** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **1.5** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1615

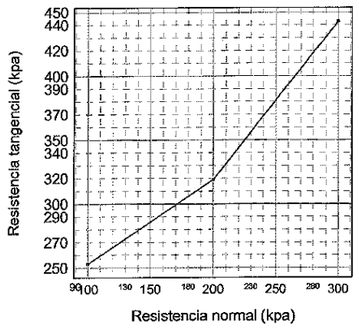
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 11.00-11.50 / TP /

**Código del acta:** 2008/19410 **Nº Acta de obra :** 3269

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998






**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1616

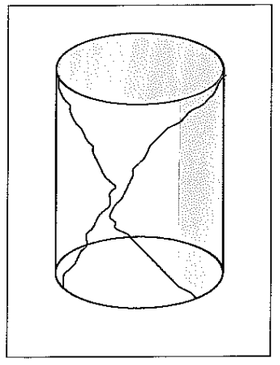
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-01 13.20-13.50 / TP /

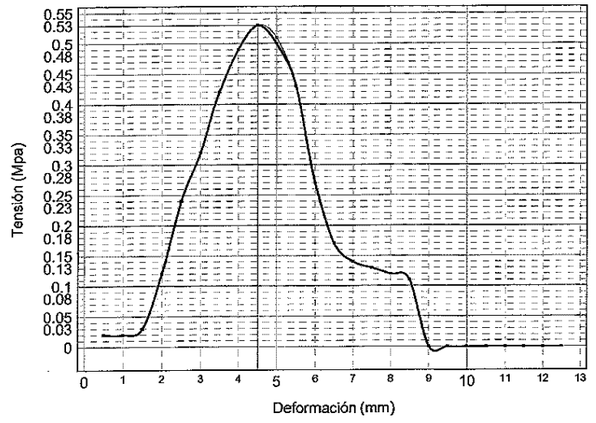
**Código del acta:** 2008/19411 **Nº Acta de obra :** 3270

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 26/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 26/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (mm) : | 168 |
| Diámetro (mm) : | 84 |
| Sección (cm²) | 55 |
| Volumen (cm³) : | 931 |
| Humedad probeta (%) : | 12.95 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 2.95 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.53** |
| Deformación (mm) : | **4.50** |
| Deformación (%) : | **2.68** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.17** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.92** |





**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1617

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 05.00-05.40 / MI /

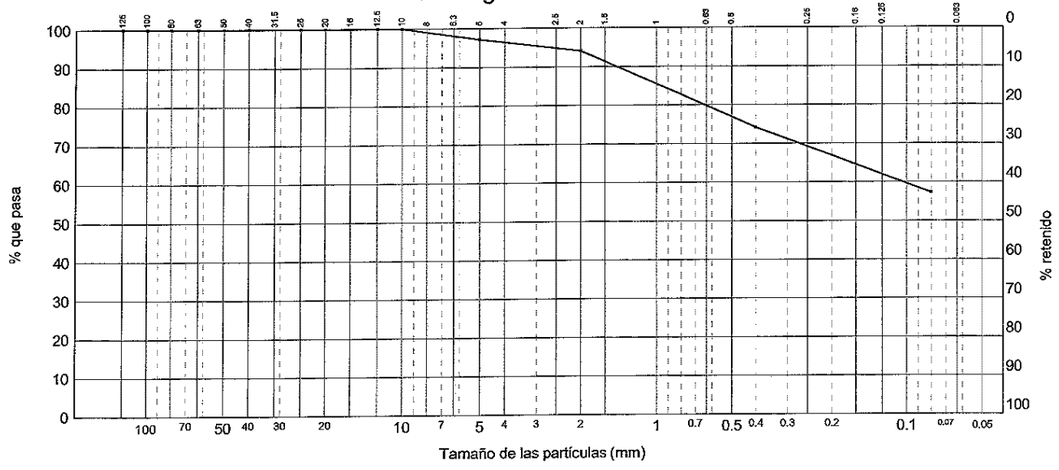
**Código del acta:** 2008/19412 **Nº Acta de obra :** 3271

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101 1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 97 | 94 | 74 | 57.2 |

Curva granulométrica




Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañilería (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1617

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 05.00-05.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19413 **Nº Acta de obra :** 3272

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | | | |
|---|---|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | | | |
| Número de golpes (de menos a mas) | 16 | 21 | 30 |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 41.23 | 45.68 | 44.31 |
| Tara + Suelo (g) | 37.93 | 42.30 | 40.98 |
| Tara (g) | 26.61 | 30.29 | 28.56 |
| Agua (g) | 3.300 | 3.380 | 3.330 |
| Suelo (g) | 11.320 | 12.010 | 12.420 |
| Humedad (%) | 29.15 | 28.14 | 26.81 |
| Límite líquido (%) | **27.5** | | |
| LIMITE PLASTICO | | | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | 32.35 | 32.83 | |
| Tara + Suelo (g) | 31.17 | 31.56 | |
| Tara (g) | 24.49 | 24.36 | |
| Agua (g) | 1.180 | 1.270 | |
| Suelo (g) | 6.680 | 7.200 | |
| Humedad (%) | 17.66 | 17.64 | |
| Límite plástico (%) | **17.6** | | |
| Indice de plasticidad | **9.9** | | |

Laboratorio acreditado por la Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañilería (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1617

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 05.00-05.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19414 **Nº Acta de obra :** 3273

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 540 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 766 |
| Tara + muestra seca (g) | 738 |
| Humedad (%) | **14.1** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1617

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 05.00-05.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19415 **Nº Acta de obra :** 3274

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 229.36 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 233.16 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 125.67 |
| Densidad (g/cm3) | **2.22** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañilería (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1617

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 05.00-05.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19416 **Nº Acta de obra :** 3275

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.2882 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.2990 |
| Precipitado (g) | 0.0108 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **899** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **741** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.07** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1617

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 05.00-05.40 / MI /

**Código del acta:** 2008/19417 **Nº Acta de obra :** 3276

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 39.8 | 39.8 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 2.1 | 2.0 |
| Materia Orgánica (%) | 0.89 | 0.85 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.87** | |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1617

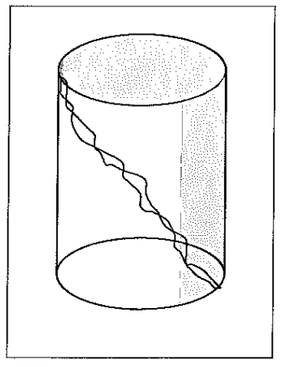
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 05.00-05.40 / MI /

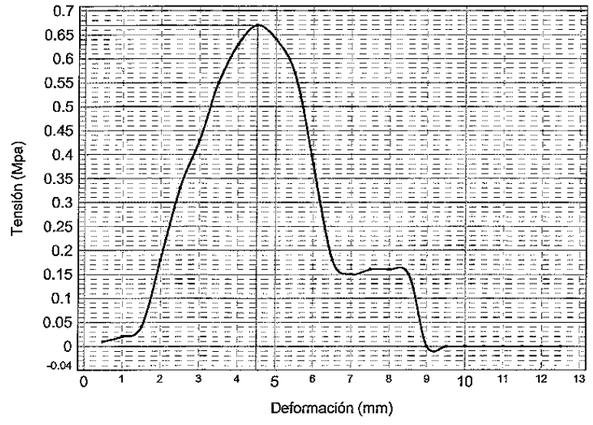
**Código del acta:** 2008/19418 **Nº Acta de obra :** 3277

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (mm) : | 140 |
| Diámetro (mm) : | 70 |
| Sección (cm²) | 38 |
| Volumen (cm³) : | 539 |
| Humedad probeta (%) : | 14.62 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 2.58 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.67** |
| Deformación (mm) : | **4.50** |
| Deformación (%) : | **3.21** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.28** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **1.99** |








**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1618

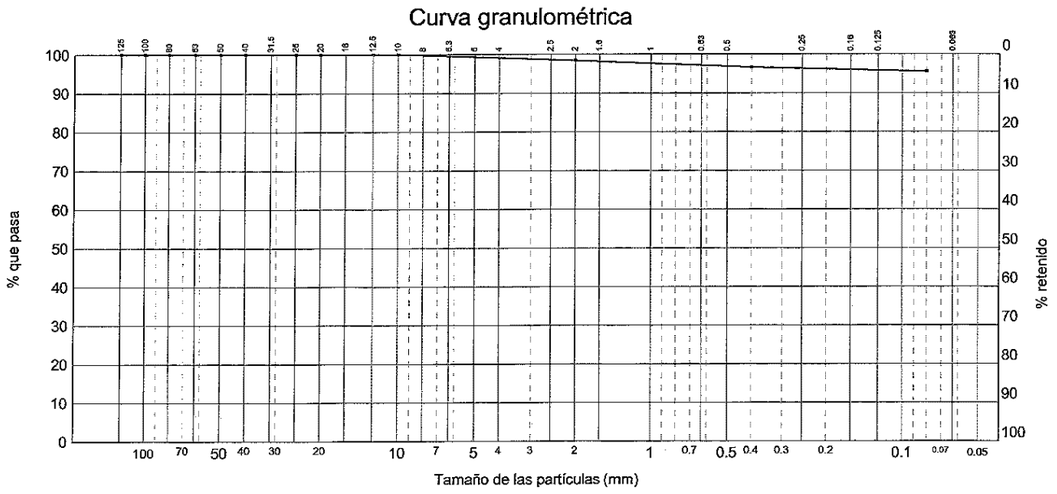
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 10.10-10.70 / MI /

**Código del acta:** 2008/19419 **Nº Acta de obra :** 3278

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 98 | 97 | 95.5 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1618

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 10.10-10.70 / MI /

**Código del acta:** 2008/19420 **Nº Acta de obra :** 3279

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 542 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 824 |
| Tara + muestra seca (g) | 793 |
| Humedad (%) | **12.4** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1618

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 10.10-10.70 / MI /

**Código del acta:** 2008/19421 **Nº Acta de obra :** 3280

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| DENSIDAD APARENTE O HÚMEDA DE UN SUELO S/UNE-103301-94 | |
|---|---|
| Peso muestra, en aire (g) | 293.11 |
| Peso muestra paráfinada, en aire (g) | 298.96 |
| Peso muestra paráfinada, en agua (g) | 165.38 |
| Densidad (g/cm3) | **2.31** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1618

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 10.10-10.70 / MI /

**Código del acta:** 2008/19422 **Nº Acta de obra :** 3281

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 39.8 | 39.8 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 0.3 | 0.3 |
| Materia Orgánica (%) | 0.13 | 0.13 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.13** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1618

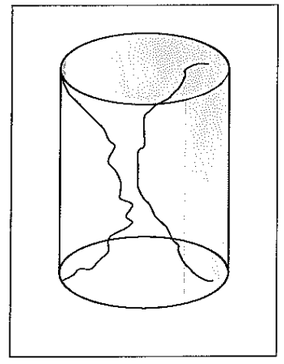
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 10.10-10.70 / MI /

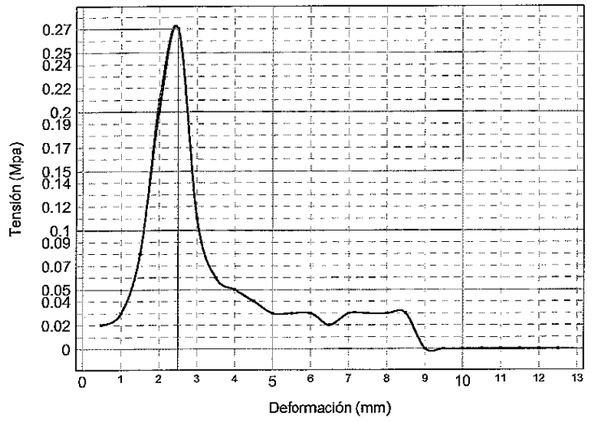
**Código del acta:** 2008/19423 **Nº Acta de obra :** 3282

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (mm) : | 140 |
| Diámetro (mm) : | 70 |
| Sección (cm²) | 38 |
| Volumen (cm³) : | 539 |
| Humedad probeta (%) : | 13.97 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 1.04 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.27** |
| Deformación (mm) : | **2.50** |
| Deformación (%) : | **1.79** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.38** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **2.09** |






Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1618

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 10.10-10.70 / MI /

**Código del acta:** 2008/19424 **Nº Acta de obra :** 3283

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS S/UNE 103401:1998 | | | |
|---|---|---|---|
| Brazos de palanca | | | |
| Relación palanca: | 10:1 | | |
| Tipos de célula | | | |
| Circular - Diámetro (mm) | 50 | | |
| Cuadrada - Lado (mm) | ---- | | |
| Condiciones iniciales de ensayo | | | |
| Tipo de ensayo | UU | | |
| Tipo de célula | circular | | |
| Tipo de muestra | inalterada | | |
| Altura muestra (mm) | 26 | | |
| Superficie (mm²) | 1963 | | |
| Resultados | | | |
| Pesos (kg) | 2.0 | 4.0 | 6.0 |
| Desplazamiento horizontal (mm) | 2.755 | 2.508 | 2.509 |
| Superficie de contacto (mm²) | 1826 | 1838 | 1838 |
| Fuerza tangencial (kN) | 0.517 | 0.688 | 0.738 |
| Resistencia normal (kPa) | **100** | **200** | **300** |
| Resistencia tangencial (kPa) | **283** | **374** | **402** |
| Cohesión (kPa) | **234** | | |
| Angulo de rozam. interno (°) | **30.8** | | |
| Cohesión (kp/cm²) | **2.4** | | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1618

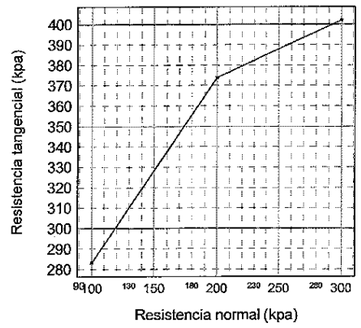
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 10.10-10.70 / MI /

**Código del acta:** 2008/19424 **Nº Acta de obra :** 3283

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

GRAFICO DE CORTE DIRECTO S/ UNE 103401:1998




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1618

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 10.10-10.70 / MI /

**Código del acta:** 2008/19425 **Nº Acta de obra :** 3284

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | |
|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | |
| Número de golpes (de menos a mas) | ---- |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ---- |
| Tara + Suelo (g) | ---- |
| Tara (g) | ---- |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite líquido (%) | ------ |
| LIMITE PLASTICO | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ---- |
| Tara + Suelo (g) | ---- |
| Tara (g) | ---- |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite plástico (%) | ------ |
| Indice de plasticidad | **No plástico** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1619

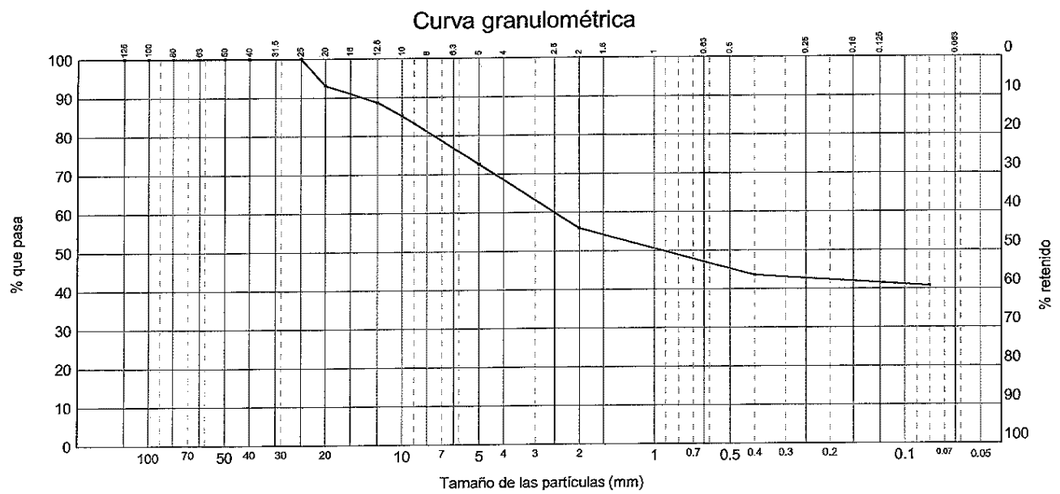
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 02.40-03.00 / SPT /

**Código del acta:** 2008/19426 **Nº Acta de obra :** 3285

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 93 | 89 | 85 | 73 | 56 | 44 | 40.7 |




Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1619

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 02.40-03.00 / SPT /

**Código del acta:** 2008/19427 **Nº Acta de obra :** 3286

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 528 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 1381 |
| Tara + muestra seca (g) | 1311 |
| Humedad (%) | **8.9** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1619

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 02.40-03.00 / SPT /

**Código del acta:** 2008/19428 **Nº Acta de obra :** 3287

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 12.8595 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 12.8697 |
| Precipitado (g) | 0.0102 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **849** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **700** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.07** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1619

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 02.40-03.00 / SPT /

**Código del acta:** 2008/19429 **Nº Acta de obra :** 3288

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| DETERMINACION DE LA MATERIA ORGÁNICA S/UNE 103204:1993 | | |
|---|---|---|
| Referencia | 1 | 2 |
| Masa de oxalato en disolución (g) | 0.275 | 0.275 |
| Volumen de disolución KMnO4 0.1M (ml) | 39.8 | 39.8 |
| factor de normalidad | 1.03 | 1.03 |
| Masa de muestra ensayada (g) | 0.25 | 0.25 |
| Volumen de KMnO4 0.1M gastados (ml) | 0.4 | 0.4 |
| Materia Orgánica (%) | 0.17 | 0.17 |
| Materia Orgánica media (%) | **0.17** | |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1619

**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 02.40-03.00 / SPT /

**Código del acta:** 2008/19430 **Nº Acta de obra :** 3289

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| LIMITES DE ATTERBERG S/NLT-105 Y NLT-106 | |
|---|---|
| LIMITE LIQUIDO | |
| Número de golpes (de menos a mas) | ----- |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ----- |
| Tara + Suelo (g) | ----- |
| Tara (g) | ----- |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite líquido (%) | ------ |
| LIMITE PLASTICO | |
| Tara + Suelo + Agua (g) | ----- |
| Tara + Suelo (g) | ----- |
| Tara (g) | ----- |
| Agua (g) | 0.000 |
| Suelo (g) | 0.000 |
| Humedad (%) | 0.00 |
| Límite plástico (%) | ------ |
| Indice de plasticidad | **No plástico** |

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1624

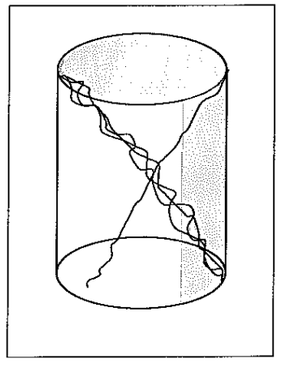
**Descripción :** ESTACION SANZ CRESPO SE-02 14.20-15.50 / TP /

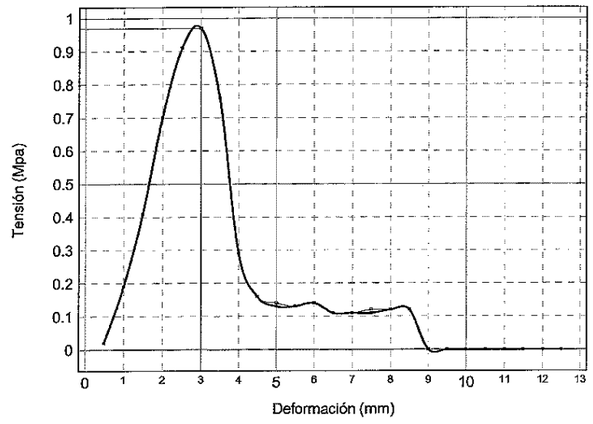
**Código del acta:** 2008/19431 **Nº Acta de obra :** 3290

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| COMPRESION SIMPLE S/UNE 103400 | |
|---|---|
| DIMENSIONES DE LA PROBETA | |
| Altura (mm) : | 168 |
| Diámetro (mm) : | 84 |
| Sección (cm²) | 55 |
| Volumen (cm³) : | 931 |
| Humedad probeta (%) : | 11.95 |
| RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA | |
| Carga (KN) : | 5.38 |
| Resistencia (Mpa) : | **0.97** |
| Deformación (mm) : | **3.00** |
| Deformación (%) : | **1.79** |
| DENSIDAD | |
| Densidad Húmeda (g/cm³) : | **2.29** |
| Densidad Seca (g/cm³) : | **2.05** |








**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1627

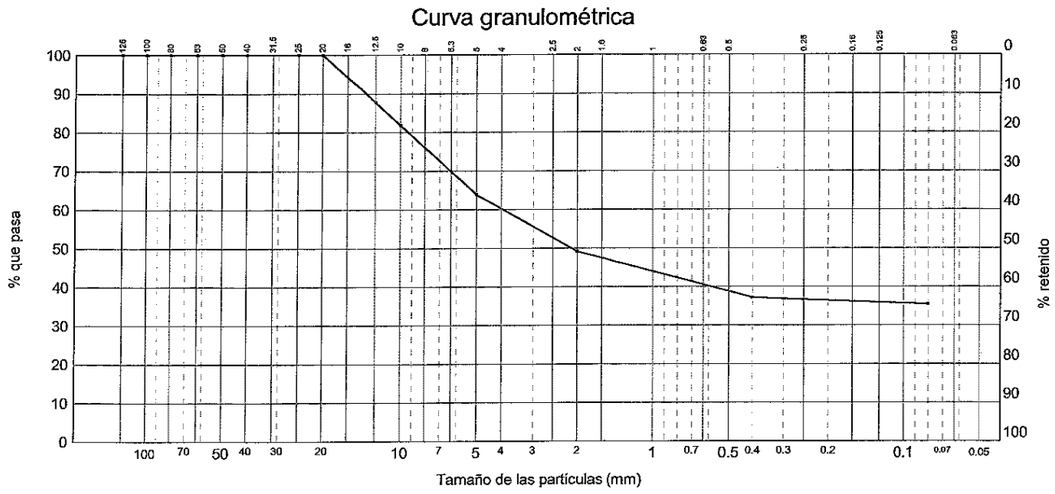
**Descripción :** ESTACION LA CALZADA SCA-01 06.00-06.10 / SPT /

**Código del acta:** 2008/19432 **Nº Acta de obra :** 3291

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 28/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 28/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO S/UNE 103101:1995 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamiz (mm) | 125 | 100 | 80 | 63 | 50 | 40 | 25 | 20 | 12.5 | 10 | 5 | 2 | 0.4 | 0.08 |
| Pasa (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 88 | 82 | 64 | 49 | 37 | 35.4 |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1627

**Descripción :** ESTACION LA CALZADA SCA-01 06.00-06.10 / SPT /

**Código del acta:** 2008/19433 **Nº Acta de obra :** 3292

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| DETERMINACION DE LA HUMEDAD S/UNE 103300:1993 | |
|---|---|
| Tara (g) | 539 |
| Tara + muestra húmeda (g) | 864 |
| Tara + muestra seca (g) | 824 |
| Humedad (%) | **14.0** |



**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1629

**Descripción :** ESTACION LA CALZADA SCA-01 08.60-09.10 / TP /

**Código del acta:** 2008/19434 **Nº Acta de obra :** 3293

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 05/09/2008 **Fecha fin ensayo:** 05/09/2008 **Ensayo realizado por :** (496)

| CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO S/UNE 103201:1996 | |
|---|---|
| Peso del recipiente (g) | 14.1681 |
| Peso del recipiente mas precipitado calcinado (g) | 14.1822 |
| Precipitado (g) | 0.0141 |
| Volumen de muestra tomada para el ensayo (ml) | 250 |
| Muestra de suelo (g) | 10 |
| Volumen de agua para disolución de los sulfatos de muestra total (ml) | 500 |
| Sulfatos (SO4) (mg/kg) | **1173** |
| Sulfatos (SO3) (mg/kg) | **967** |
| Sulfatos (SO3) (%) | **0.10** |

Observaciones :

Grado de agresividad SO4 (mg/kg). Criterio según instrucción EHE (Tabla 8.2.3.b) :

Debil: 2.000-3.000
Medio: 3.000-12.000
Fuerte: >12.000

Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1629

**Descripción :** ESTACION LA CALZADA SCA-01 08.60-09.10 / TP /

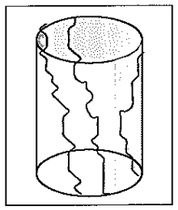
**Código del acta:** 2008/19435 **Nº Acta de obra :** 3294

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| RESISTENCIA A COMPRESION UNIAXIAL EN ROCA S/UNE-22950-90 PARTE 1 | |
|---|---|
| CARACTERISTICAS GEOMETRIAS | |
| Nº Probeta | Probeta nº1 |
| Diámetro (mm) | 84 |
| Altura (mm) | 210 |
| Sección (cm²) | 55.4 |
| Volumen (cm³) | 1163.8 |
| Peso humedo (g) | 3025 |
| Peso seco (g) | 2905 |
| Humedad (%) | 4.1 |
| Densidad humeda (g/cm³) | 2.60 |
| Densidad seca (g/cm³) | 2.50 |
| CARACTERISTICAS MECANICAS | |
| Carga de rotura (kN) | 64.72 |
| Relación alto/diámetro | 2.500 |
| Tensión de rotura (MPa) | 11.7 |
| Factor de esbeltez | 1.000 |
| Tensión de rotura corregida (MPa) | **11.7** |

Forma de rotura:





**Cliente :** (2319) MINISTERIO DE FOMENTO /

**Expediente / Obra:** 1444 / PROYECTO CONSTRUCTIVO: "ESTACION PROVISIONAL DE GIJON EN SANZ CRESPO".

**Ref. muestra:** 2008 - 1630

**Descripción :** ESTACION LA CALZADA SCA-01 12.40-12.70 / TP /

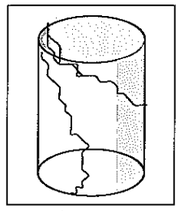
**Código del acta:** 2008/19436 **Nº Acta de obra :** 3295

DATOS DEL ENSAYO :

**Fecha inicio ensayo:** 27/08/2008 **Fecha fin ensayo:** 27/08/2008 **Ensayo realizado por :** (30)

| RESISTENCIA A COMPRESION UNIAXIAL EN ROCA S/UNE-22950-90 PARTE 1 | |
|---|---|
| CARACTERISTICAS GEOMETRIAS | |
| Nº Probeta | Probeta nº1 |
| Diámetro (mm) | 84 |
| Altura (mm) | 210 |
| Sección (cm²) | 55.4 |
| Volumen (cm³) | 1163.8 |
| Peso humedo (g) | 3044 |
| Peso seco (g) | 2926 |
| Humedad (%) | 4.0 |
| Densidad humeda (g/cm³) | 2.62 |
| Densidad seca (g/cm³) | 2.51 |
| CARACTERISTICAS MECANICAS | |
| Carga de rotura (kN) | 180.92 |
| Relación alto/diámetro | 2.500 |
| Tensión de rotura (MPa) | 32.6 |
| Factor de esbeltez | 1.000 |
| Tensión de rotura corregida (MPa) | **32.6** |

Forma de rotura:



Laboratorio acreditado por la Consejeria de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras en las áreas de Materiales de Albañileria (AM), control de hormigón, sus componentes y armaduras de acero (EHA), geotécnia (GTL), sondeos, toma de muestras y ensayos in situ (GTC) y materiales constituyentes en viales (VSG) según resoluciones publicadas en BOPA, con fechas 16 de marzo de 2004 y 11 de marzo de 2005.

EMPRESA CERTIFICADA SEGÚN LA NORMA ISO 9001:2000 CON EL Nº E200581

Control, Ingeniería y servicios, S.A., Siero

# APÉNDICE 3. FICHAS DE CANTERAS, GRAVERAS Y PLANTAS DE SUMINISTRO RECOPILADAS

# 3.1. CANTERAS

# FICHA DE CANTERA

| | | |
|---|---|---|
| Empresa: **INECO-TIFSA**<br>Observador: **Víctor Madrigal Fernández** | Fecha de observación:9-julio-10<br>Denominación: **CANTERA LA DORIGA** | FICHA Nº:<br>**YC - 1** |
| Empresa explotadora: **CALIZAS LA DORIGA, S.L.**<br>Persona de contacto: Luis Carlos Albarca Suárez<br>Dirección: Toriga s/n-Cornellana (Asturias). | | Teléfono.: 98 583 51 76<br>Fax: 98 583 50 55 |

## DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

| UBICACIÓN | GEOMETRÍA | PRODUCCIÓN | SERVICIOS |
|---|---|---|---|
| **Dirección:** Toriga, s/n.<br>**Municipio:** Cornellana<br>**Comarca:**<br>**Provincia:** Oviedo<br>**Nº Hoja MAGNA (E:1/50.000):** 28<br>**Nombre de la Hoja:** GRADO<br>**Coordenadas UTM** **X:** 0731363 **Y:** 4808856<br>**Distancia media a la obra:** 49 km. | **Altura del Frente:**<br>**Anchura del Frente:**<br>**Profundidad del frente:**<br>**Superficie a explotar:**<br>**Reservas estimadas:**<br>**Reservas probables:** | **Instalaciones (tipo y nº):** 1 Molino arenero, 1 Hazemag.<br>**Capacidad de producción:**<br>**Árido comercializado:** 0/4-4/12-12/20-40/80-Zahorras<br>**Precio del material en gravera:** | **Agua:** Sí<br>**Luz:** Sí<br>**Teléfono:** Sí<br>**Accesos:** Buenos por carretera de asfalto |

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL

**(Tipo de material, recubrimientos, disposición, naturaleza, matriz, etc.)**

Calizas con niveles de pizarras intercalados. Grupo Rañeces (Devónico Superior)

| ENSAYO | PARÁMETRO | VALOR | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Zahorra artificial | Zahorra artificial | Zahorra artificial |
| Granulometría (% QUE PASA):<br>TAMAÑO MÁXIMO .....<br>TAMIZ # Nº 100.....<br>TAMIZ #Nº 4 .....<br>TAMIZ # Nº 40 .....<br>TAMIZ # Nº 100 .....<br>TAMIZ # Nº 0,080 .....<br><br>Límite líquido: .....<br>Índice de plasticidad: .....<br>Clasificación de Casagrande: .....<br><br>Equivalente de arena: .....<br><br>Peso específico .....<br><br>Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:.. | | | | |

## OBSERVACIONES

Usos del árido: Cimiento, núcleo y coronación de terraplén.

Observaciones:

## PLANTA DE SITUACIÓN

**Planta 1:400.000**

## FOTOGRAFÍAS

**Frente de explotación**

**Instalaciones**

# FICHA DE CANTERA

| | | |
|---|---|---|
| Empresa: **INECO-TIFSA**<br>Observador: **Víctor Madrigal Fernández** | Fecha de observación:9-julio-10<br>Denominación: **CANTERAS GRADO, S.L.** | FICHA Nº:<br>**YC - 2** |
| Empresa explotadora: **CANTERAS GRADO, S.L.**<br>Persona de contacto:<br>Dirección: Ctra. N-634 P.K. 436+000. San Juan de Villapañada, s/n. 33820-Grado (Asturias). | | Teléfono.:<br>Fax: |

## DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

| UBICACIÓN | GEOMETRÍA | PRODUCCIÓN | SERVICIOS |
|---|---|---|---|
| **Dirección:** San Juan de Villapañada, s/n.<br>**Municipio:** 33820-Grado<br>**Comarca:**<br>**Provincia:** Oviedo<br>**Nº Hoja MAGNA (E:1/50.000):** 28<br>**Nombre de la Hoja:** GRADO<br>**Coordenadas UTM** X:<br>Y:<br>**Distancia media a la obra:** 53 km. | **Altura del Frente:**<br>**Anchura del Frente:**<br>**Profundidad del frente:**<br>**Superficie a explotar:**<br>**Reservas estimadas:**<br>**Reservas probables:** | **Instalaciones (tipo y nº):** 1 Molinos arenero, 1 Hazemag.<br>**Capacidad de producción:** 200.000 t/año<br>**Árido comercializado:** 0/4-4/12-12/20-40/80-Zahorras<br>**Precio del material en gravera:** | **Agua:** Sí<br>**Luz:** Sí<br>**Teléfono:** Sí<br>**Accesos:** Buenos por carretera de asfalto |

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL

**(Tipo de material, recubrimientos, disposición, naturaleza, matriz, etc.)**

Cuarcita armoricana

| ENSAYO | PARÁMETRO | VALOR | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Zahorra artificial | Zahorra artificial | Zahorra artificial |
| Granulometría (% QUE PASA):<br>TAMAÑO MÁXIMO .....<br>TAMIZ # Nº 100.....<br>TAMIZ #Nº 4 .....<br>TAMIZ # Nº 40 .....<br>TAMIZ # Nº 100 .....<br>TAMIZ # Nº 0,080 ..... | 1,1% finos | | | |
| Límite líquido: .....<br>Índice de plasticidad: .....<br>Clasificación de Casagrande: ..... | | | | |
| Equivalente de arena: ..... | 98 | | | |
| Peso específico ..... | | | | |
| Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:.. | | | | |

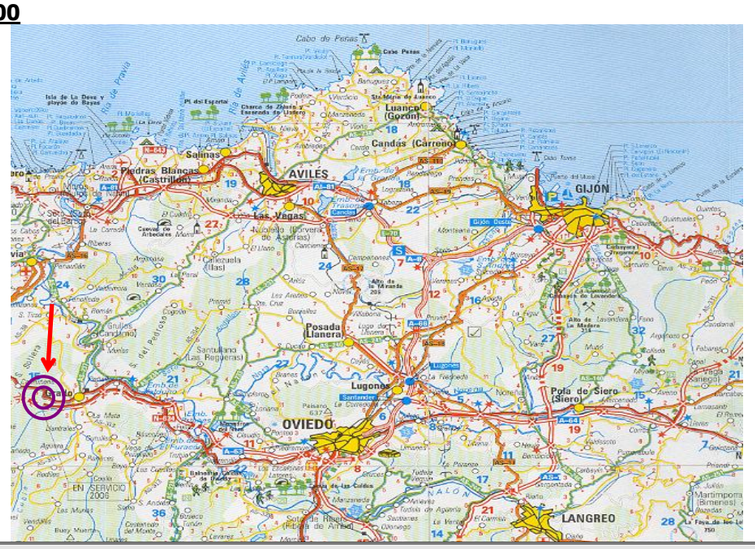
## OBSERVACIONES

Usos del árido: Cimiento, núcleo, coronación de terraplén y capa de forma previo machaqueo.

Observaciones: material excelente para la extracción de escollera y la fabricación de áridos de machaqueo. los tramos mas alterados son apropiados para la fabricación de zahorras artificiales.

## PLANTA DE SITUACIÓN

**Planta 1:400.000**




## FOTOGRAFÍAS

**Frente de explotación**

**Instalaciones**

# FICHA DE CANTERA

| | | |
|---|---|---|
| Empresa: : **INECO-TIFSA**<br>Observador: **Víctor Madrigal Fernández** | Fecha de observación:9-julio-10<br>Denominación: **CERRO PERLÍN** | FICHA Nº:<br>**YC - 3** |
| Empresa explotadora: **CANTERA LA BELONGA, S.A.**<br>Persona de contacto: Alberto Fernández Arias (Director Facultativo)<br>Dirección: Cellagú-Latores s/n-33193-Oviedo (Asturias). | | Teléfono.: 98 52 56 255<br>Fax: 98 52 56 255 |

## DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

| UBICACIÓN | GEOMETRÍA | PRODUCCIÓN | SERVICIOS |
|---|---|---|---|
| **Dirección:** Latores s/n<br>**Municipio:** 33193-Latores<br>**Comarca:**<br>**Provincia:** Oviedo<br>**Nº Hoja MAGNA (E:1/50.000):** 29<br>**Nombre de la Hoja:** OVIEDO<br>**X:**<br>**Coordenadas UTM**<br>**Y:**<br>**Distancia media a la obra:** 32 km. | **Altura del Frente:** 20,0 metros en seis bancos<br>**Coeficiente aprovechamiento:** 85%<br>**Reservas estimadas:** Ilimitadas | **Instalaciones (tipo y nº):** 5 Molinos Larón, 10 cribas vibrantes, 2 separadores centrífugos.<br>**Capacidad de producción:** 1.480 tm/hora<br>**Árido comercializado:** 0/2, 0/4, 4/10, 10/20, 16/32, 32/63, Todo uno 0/20, Todo uno 0/25 (Zahorra artificial), estériles (zahorra natural), escollera 1000/3000 y 3000/6000; Piedra en rama LMA 15/300 | **Agua:** Sí<br>**Luz:** Sí<br>**Teléfono:** Sí<br>**Accesos:** Buenos por carretera de asfalto |

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL

**(Tipo de material, recubrimientos, disposición, naturaleza, matriz, etc.)**

Caliza de montaña, masiva, de edad Namuriense, de la Formación Barcaliente-Valdeteja

| ENSAYO | PARÁMETRO | VALOR | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Zahorra artificial | Zahorra artificial | Zahorra artificial |
| Granulometría (% QUE PASA):<br>TAMAÑO MÁXIMO .....<br>TAMIZ # Nº 100.....<br>TAMIZ #Nº 4 .....<br>TAMIZ # Nº 40 .....<br>TAMIZ # Nº 100 .....<br>TAMIZ # Nº 0,080 ..... | | | | |
| Límite líquido: .....<br>Índice de plasticidad: ..... | | | | |
| Carbonato (CaO): ..... | 54,5% | | | |
| Sílice: ..... | 0,30% | | | |
| Resistencia compresión simple..... | 750 Kp/cm$^2$ | | | |
| Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:.. | 29,2% | | | |

## OBSERVACIONES

Usos del árido: Cimiento, núcleo, coronación de terraplén y capa de forma previo machaqueo.

Observaciones: material excelente para la extracción de escollera y la fabricación de áridos de machaqueo. los tramos mas alterados son apropiados para la fabricación de zahorras artificiales.

## PLANTA DE SITUACIÓN

**Planta 1:400.000**

## FOTOGRAFÍAS

**Frente de explotación**

**Instalaciones**

# FICHA DE CANTERA

| | | |
|---|---|---|
| Empresa: : **INECO-TIFSA**<br>Observador: **Víctor Madrigal Fernández** | Fecha de observación:9-julio-10<br>Denominación: **CANTERAS LATORES** | FICHA Nº:<br>**YC - 4** |
| Empresa explotadora: **READYMIX ASLAND, S.A.**<br>Persona de contacto: Gerardo Menéndez Montero (Jefe de Producción)<br>Dirección: Cellagú-Latores s/n-33193-Oviedo (Asturias). | | Teléfono.: 98 52 35 014<br>Fax: 98 52 35 014 |

## DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

| UBICACIÓN | GEOMETRÍA | PRODUCCIÓN | SERVICIOS |
|---|---|---|---|
| **Dirección:** Latores s/n<br>**Municipio:** 33193-Latores<br>**Comarca:**<br>**Provincia:** Oviedo<br>**Nº Hoja MAGNA (E:1/50.000):** 29<br>**Nombre de la Hoja:** OVIEDO<br>**X:**<br>**Coordenadas UTM**<br>**Y:**<br>**Distancia media a la obra:** 32 km. | **Altura del Frente:** 20,0 metros en bancos<br>**Coeficiente aprovechamiento:** 90%<br>**Reservas estimadas:** Ilimitadas | **Instalaciones (tipo y nº):** Molinos, cribas vibrantes, separadores centrífugos.<br>**Capacidad de producción:** 500.750 tm/año<br>**Árido comercializado:** 0/2, 0/4, 4/10, 10/20, 16/32, 32/63, Todo uno 0/20, Todo uno 0/25 (Zahorra artificial), estériles (zahorra natural), escollera 1000/3000 y 3000/6000; Piedra en rama LMA 15/300 | **Agua:** Sí<br>**Luz:** Sí<br>**Teléfono:** Sí<br>**Accesos:** Buenos por carretera de asfalto |

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL

**(Tipo de material, recubrimientos, disposición, naturaleza, matriz, etc.)**

Caliza de montaña, masiva, de edad Namuriense (Carbonífero), de la Formación Barcaliente-Valdeteja. Morfología alomada. Estratos de potencia métrica.

| ENSAYO | PARÁMETRO | VALOR | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Zahorra artificial** | **Zahorra artificial** | **Zahorra artificial** |
| Granulometría (% QUE PASA):<br>TAMAÑO MÁXIMO .....<br>TAMIZ # Nº 100.....<br>TAMIZ #Nº 4 .....<br>TAMIZ # Nº 40 .....<br>TAMIZ # Nº 100 .....<br>TAMIZ # Nº 0,080 .....<br><br>Límite líquido: .....<br>Índice de plasticidad: .....<br>Equivalente de arena..... | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>73 | | | |
| Densidad real ..... | 2,68-2,69 gr/cm$^2$ | | | |
| Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:.. | 25,9% | | | |

## OBSERVACIONES

**Usos del árido:** Cimiento, núcleo, coronación de terraplén y capa de forma previo machaqueo.

**Observaciones:** material excelente para la extracción de escollera y la fabricación de áridos de machaqueo. los tramos mas alterados son apropiados para la fabricación de zahorras artificiales.

## PLANTA DE SITUACIÓN

**Planta 1:400.000**

## FOTOGRAFÍAS

**Frente de explotación**

**Instalaciones**

# FICHA DE CANTERA

| | | |
|---|---|---|
| Empresa: **INECO-TIFSA**<br>Observador: **Víctor Madrigal Fernández** | Fecha de observación:9-julio-10<br>Denominación: **CANTERAS Hnos COTO** | FICHA Nº:<br>**YC - 5** |
| Empresa explotadora: **CANTERA HERMANOS COTO, S.L.**<br>Persona de contacto:<br>Dirección: Anieves s/n-33919-Tudela Veguín-Oviedo (Asturias). | | Teléfono.: 98 578 85 86<br>Fax: |

## DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

| UBICACIÓN | GEOMETRÍA | PRODUCCIÓN | SERVICIOS |
|---|---|---|---|
| **Dirección:** Anieves s/n<br>**Municipio:** 33919-Tudela Veguín<br>**Comarca:**<br>**Provincia:** Oviedo<br>**Nº Hoja MAGNA (E:1/50.000):** 29<br>**Nombre de la Hoja:** OVIEDO<br>**Coordenadas UTM** X:<br>Y:<br>**Distancia media a la obra:** 46 km. | **Altura del Frente:**<br>**Coeficiente aprovechamiento:**<br>**Reservas estimadas:** Ilimitadas | **Instalaciones (tipo y nº):** Molinos (Primario, Secundario y Terciario) y una machacadora.<br>**Capacidad de producción:**<br>**Árido comercializado:** 0/2, 0/4, 4/10, 10/20, 16/32, 32/63, Todo uno 0/20, Todo uno 0/25 (Zahorra artificial), estériles (zahorra natural), escollera 1000/3000 y 3000/6000; Piedra en rama LMA 15/300<br>**Precio en cantera:** 6,55-6,60 | **Agua:** Sí<br>**Luz:** Sí<br>**Teléfono:** Sí<br>**Accesos:** Buenos por carretera de asfalto |

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL

**(Tipo de material, recubrimientos, disposición, naturaleza, matriz, etc.)**

Caliza de montaña, masiva, de edad Namuriense (Carbonífero), de la Formación Barcaliente-Valdeteja. Morfología alomada. Estratos de potencia métrica.

| ENSAYO | PARÁMETRO | VALOR | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Zahorra artificial | Zahorra artificial | Zahorra artificial |
| Granulometría (% QUE PASA):<br>TAMAÑO MÁXIMO .....<br>TAMIZ # Nº 100.....<br>TAMIZ #Nº 4 .....<br>TAMIZ # Nº 40 .....<br>TAMIZ # Nº 100 .....<br>TAMIZ # Nº 0,080 ..... | <br><br><br><br><br><br>9,2% | | | |
| Límite líquido: .....<br>Índice de plasticidad: .....<br>Equivalente de arena..... | <br><br>83 | | | |
| Densidad real ..... | | | | |
| Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:.. | | | | |

## OBSERVACIONES

**Usos del árido:** Cimiento, núcleo, coronación de terraplén y capa de forma previo machaqueo.

**Observaciones:** material excelente para la extracción de escollera y la fabricación de áridos de machaqueo. los tramos mas alterados son apropiados para la fabricación de zahorras artificiales.

## PLANTA DE SITUACIÓN

**Planta 1:400.000**

## FOTOGRAFÍAS

**Frente de explotación**

**Instalaciones**

# FICHA DE CANTERA

| | | |
|---|---|---|
| Empresa: **INECO-TIFSA**<br>Observador: **Víctor Madrigal Fernández** | Fecha de observación:9-julio-10<br>Denominación: **ÁRIDOS BAHOTO** | FICHA Nº:<br>**YC - 6** |
| Empresa explotadora: **CANTERA ÁRIDOS BAHOTO S.L.**<br>Persona de contacto:<br>Dirección: Entrepeñas, s/n-33930-Tudela Veguín-Langreo-Oviedo (Asturias). | | Teléfono.: 98 578 90 24<br>Fax: |

## DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

| UBICACIÓN | GEOMETRÍA | PRODUCCIÓN | SERVICIOS |
|---|---|---|---|
| **Dirección:** Entrepeñas s/n<br>**Municipio:** 33930-Tudela Veguín<br>**Comarca:**<br>**Provincia:** Oviedo<br>**Nº Hoja MAGNA (E:1/50.000):** 29<br>**Nombre de la Hoja:** OVIEDO<br>**Coordenadas UTM** X:<br>Y:<br>**Distancia media a la obra:** 46 km. | **Altura del Frente:**<br>**Coeficiente aprovechamiento:**<br>**Reservas estimadas:** Ilimitadas | **Instalaciones (tipo y nº):**<br>**Capacidad de producción:**<br>**Árido comercializado:** 0/2, 0/4, 4/10, 10/20, 16/32, 32/63, Todo uno 0/20, Todo uno 0/25 (Zahorra artificial), estériles (zahorra natural), escollera 1000/3000 y 3000/6000; Piedra en rama LMA 15/300<br>**Precio en cantera:** | **Agua:** Sí<br>**Luz:** Sí<br>**Teléfono:** Sí<br>**Accesos:** Buenos por carretera de asfalto |

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL

**(Tipo de material, recubrimientos, disposición, naturaleza, matriz, etc.)**

Caliza de montaña, masiva, de edad Namuriense (Carbonífero), de la Formación Barcaliente-Valdeteja. Morfología alomada. Estratos de potencia métrica.

| ENSAYO | PARÁMETRO | VALOR | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Zahorra artificial | Zahorra artificial | Zahorra artificial |
| Granulometría (% QUE PASA):<br>TAMAÑO MÁXIMO .....<br>TAMIZ # Nº 100.....<br>TAMIZ #Nº 4 .....<br>TAMIZ # Nº 40 .....<br>TAMIZ # Nº 100 .....<br>TAMIZ # Nº 0,080 .....<br><br>Límite líquido: .....<br>Índice de plasticidad: .....<br>Equivalente de arena.....<br><br>Densidad real .....<br><br>Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:.. | | | | |

## OBSERVACIONES

**Usos del árido:** Cimiento, núcleo, coronación de terraplén y capa de forma previo machaqueo.

**Observaciones:** Material excelente para la extracción de escollera y la fabricación de áridos de machaqueo. los tramos mas alterados son apropiados para la fabricación de zahorras artificiales.

## PLANTA DE SITUACIÓN

**Planta 1:400.000**

## FOTOGRAFÍAS

**Frente de explotación**

**Instalaciones**

# 3.2. GRAVERAS

# FICHA DE GRAVERA

| | | |
|---|---|---|
| Empresa: **INECO-TIFSA.**<br>Observador: **Víctor Madrigal Fernández** | Fecha de observación:8-julio-10<br>Denominación: **GRAVERA EL ESTRELLÍN** | FICHA Nº:<br>**YG - 1** |
| Empresa explotadora: **ACCIONA INFRAESTRUCTURAS**<br>Persona de contacto: Teófilo Ladero Lázaro<br>Dirección: Avda Europa, 18. Parque empresarial La Moraleja. 28108-Alcobendas (Madrid) | | Teléfono.: 98 512 97 12<br>Fax: 98 512 92 14 |

## DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

| UBICACIÓN | GEOMETRÍA | PRODUCCIÓN | SERVICIOS |
|---|---|---|---|
| **Dirección:** Ctra. Avilés-Faro Peñas, 24. (pasado Ensidesa, desvío izda Faro Peñas)<br>**Municipio:** Avilés<br>**Comarca:**<br>**Provincia:** Oviedo<br>**Nº Hoja MAGNA (E:1/50.000):** 13<br>**Nombre de la Hoja:** AVILÉS<br>**Coordenadas UTM** X:<br>Y:<br>**Distancia media a la obra:** 28 km. | **Altura del Frente:**<br>**Anchura del Frente:**<br>**Profundidad del frente:**<br>**Superficie a explotar:**<br>**Reservas estimadas:**<br>**Reservas probables:** | **Instalaciones (tipo y nº):** Dos Molinos (Primario y secundario), cinco Cribas, dos lavadores, un Ciclón, Pantalla desgoteadora.<br>**Capacidad de producción:** 1.600 t/día<br>**Árido comercializado:** 0/4-4/12-12/20<br>**Precio del material en gravera:** | **Agua:** Sí<br>**Luz:** Sí<br>**Teléfono:** Sí<br>**Accesos:** Buenos por carretera de asfalto |

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL

**(Tipo de material, recubrimientos, disposición, naturaleza, matriz, etc.)**

Conglomerado silíceo Jurásico de cementación débil. Son gravas silíceas redondeadas a subredondeadas, en matriz arenosa, con cemento de unión silíceo.

| ENSAYO | PARÁMETRO | VALOR | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Zahorra artificial** | **Zahorra artificial** | **Zahorra artificial** |
| Granulometría (% QUE PASA):<br>TAMAÑO MÁXIMO .....<br>TAMIZ # Nº 100.....<br>TAMIZ #Nº 4 .....<br>TAMIZ # Nº 40 .....<br>TAMIZ # Nº 100 .....<br>TAMIZ # Nº 0,080 .....<br><br>Límite líquido: .....<br>Índice de plasticidad: .....<br>Clasificación de Casagrande: .....<br><br>Equivalente de arena: .....<br><br>Peso específico .....<br>Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:..<br>Coeficiente de Pulido Acelerado: ..... | <br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>2,552 gr/cm$^3$<br>18,8-21,7 | | | |

## OBSERVACIONES

Usos del árido: Cimiento, núcleo, coronación de terraplén, capa de forma y subbalasto.

Observaciones:

## PLANTA DE SITUACIÓN

**Planta 1:400.000**

## FOTOGRAFÍAS

**Frente de explotación**

**Instalaciones**

# FICHA DE GRAVERA

| | | |
|---|---|---|
| Empresa: **INECO-TIFSA.**<br>Observador: **Víctor Madrigal Fernández** | Fecha de observación:8-julio-10<br>Denominación: LA MARUCA | FICHA Nº:<br>**YG - 2** |
| Empresa explotadora: **CANTERAS LA ATALAYA, S.L.**<br>Persona de contacto:<br>Dirección: Avda de Lugo, 66. 33400-AVILÉS | | Teléfono.: 98 556 11 98<br>Fax: 98 5156 60 18 |

## DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

| UBICACIÓN | GEOMETRÍA | PRODUCCIÓN | SERVICIOS |
|---|---|---|---|
| **Dirección:** El Picalón s/n-AVILÉS<br>**Municipio:** Avilés<br>**Comarca:**<br>**Provincia:** Oviedo<br>**Nº Hoja MAGNA (E:1/50.000):** 13<br>**Nombre de la Hoja:** AVILÉS<br>**Coordenadas UTM** X:<br>Y:<br>**Distancia media a la obra:** 26,9 km. | **Altura del Frente:**<br>**Anchura del Frente:**<br>**Profundidad del frente:**<br>**Superficie a explotar:**<br>**Reservas estimadas:** $10^6$ $m^3$<br>**Reservas probables:** | **Instalaciones (tipo y nº):**<br>1 Molino, Cribas y lavadores.<br>**Capacidad de producción:**<br>1.000 t/día<br>**Árido comercializado:**<br>0/4-4/10 y 10/20<br>**Precio del material en gravera:** | **Agua:** Sí<br>**Luz:** Sí<br>**Teléfono:** Sí<br>**Accesos:** Buenos por carretera de asfalto |

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL

**(Tipo de material, recubrimientos, disposición, naturaleza, matriz, etc.)**

Conglomerado silíceo Jurásico de cementación débil. Son gravas silíceas redondeadas a subredondeadas, en matriz arenosa, con cemento de unión silíceo.

| ENSAYO | PARÁMETRO | VALOR | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Zahorra artificial** | **Zahorra artificial** | **Zahorra artificial** |
| Granulometría (% QUE PASA):<br>TAMAÑO MÁXIMO .....<br>TAMIZ # Nº 100.....<br>TAMIZ #Nº 4 .....<br>TAMIZ # Nº 40 .....<br>TAMIZ # Nº 100 .....<br>TAMIZ # Nº 0,080 ..... | Arena 0/4: 2,6%; Arrocillo 4/10: 0,06% y Trito 10/20: 0,03% | | | |
| Límite líquido: .....<br>Índice de plasticidad: .....<br>Clasificación de Casagrande: ..... | | | | |
| Equivalente de arena: ..... | | | | |
| Peso específico ..... | 62 | | | |
| Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:..<br>Coeficiente de Pulido Acelerado: ..... | | | | |

## OBSERVACIONES

Usos del árido: Cimiento, núcleo, coronación de terraplén, capa de forma y subbalasto.

Observaciones:

## PLANTA DE SITUACIÓN

**Planta 1:400.000**

## FOTOGRAFÍAS

**Frente de explotación**

**Instalaciones**

# FICHA DE GRAVERA

| | | |
|---|---|---|
| Empresa: **INECO-TIFSA.**<br>Observador: **Víctor Madrigal Fernández** | Fecha de observación:8-julio-10<br>Denominación: **GRAVERA ARIEXCA** | FICHA Nº:<br>**YG - 3** |
| Empresa explotadora: **ARIEXCA**<br>Persona de contacto: Eufrasio Fernández<br>Dirección: Julia de la Riba, 4-5ºF Avilés-33402 | | Teléfono.: 98 551 00 29<br>Tf. Móvil: 699 051 541<br>Fax: 98 551 00 29 |

## DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

| UBICACIÓN | GEOMETRÍA | PRODUCCIÓN | SERVICIOS |
|---|---|---|---|
| **Dirección:** Ctra. AS-328, km 2. El Estrellín s/n<br>**Municipio:** Avilés<br>**Comarca:**<br>**Provincia:** Oviedo<br>**Nº Hoja MAGNA (E:1/50.000):** 13<br>**Nombre de la Hoja:** AVILÉS<br>**Coordenadas UTM** X:<br>Y:<br>**Distancia media a la obra:** 28 km. | **Altura del Frente:**<br>**Anchura del Frente:**<br>**Profundidad del frente:**<br>**Superficie a explotar:**<br>**Reservas estimadas:** 500.000 $m^3$<br>**Reservas probables:** | **Instalaciones (tipo y nº):** Un Molino, Cribas, un lavador.<br>**Capacidad de producción:**<br>1.600 t/día<br>**Árido comercializado:** 0/6-6/15-15/25-25/100 Zahorra natural y artificial 0/40, 60/80<br>**Precio del material en gravera:** | **Agua:** Sí<br>**Luz:** Sí<br>**Teléfono:** Sí<br>**Accesos:** Buenos por carretera de asfalto |

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA GENERAL

**(Tipo de material, recubrimientos, disposición, naturaleza, matriz, etc.)**

Conglomerado silíceo Jurásico de cementación débil. Son gravas silíceas redondeadas a subredondeadas, en matriz arenosa, con cemento de unión silíceo.

| ENSAYO | PARÁMETRO | VALOR | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Zahorra artificial** | **Zahorra artificial** | **Zahorra artificial** |
| Granulometría (% QUE PASA):<br>TAMAÑO MÁXIMO .....<br>TAMIZ # Nº 100.....<br>TAMIZ #Nº 4 .....<br>TAMIZ # Nº 40 .....<br>TAMIZ # Nº 100 .....<br>TAMIZ # Nº 0,080 .....<br><br>Límite líquido: .....<br>Índice de plasticidad: .....<br>Clasificación de Casagrande: .....<br><br>Equivalente de arena: .....<br><br>Peso específico .....<br>Coeficiente de Desgaste Los Ángeles:..<br>Coeficiente de Pulido Acelerado: ..... | | | | |

## OBSERVACIONES

Usos del árido: Cimiento, núcleo, coronación de terraplén, capa de forma y subbalasto.

Observaciones:

## PLANTA DE SITUACIÓN

**Planta 1:400.000**

## FOTOGRAFÍAS

**Frente de explotación**

NO PERMITEN FOTOGRAFIAR EL FRENTE DE EXPLOTACIÓN

**Instalaciones**

# 3.3. PLANTAS DE HORMIGÓN

| | ESTUDIO DE MATERIALES | Nº: | PH-1 |
|---|---|---|---|
| INECO | PLANTA DE SUMINISTRO | Orden: | |
| | | Fecha: | 09/07/2010 |
| | | Autor: | V.Madrigal |

## SITUACIÓN

HOJA 1/50.000:

COORDENADAS X:
Y:

TÉRMINO MUNICIPAL: Avilés

PARAJE:

PROVINCIA: Oviedo

DENOMINACIÓN: FHISA

PROPIETARIO: FHISA HORMIGONES

SUSTACIA EXPLOTADA: Hormigón

ESTADO: Activa

DIRECCIÓN: El Picalón, 15

TELÉFONO: 985 56 85 90

FAX 985 56 85 91

## SITUACIÓN

## PRODUCCIÓN

TIPO DE ÁRIDO: Silíceo PRODUCTO: Hormigón
PRODUCCIÓN: 140 $m^3$/hora

PROCEDENCIA: Cantera Grado (Ficha de cantera YC-2)

## INSTALACIONES

Amasadora eje vertical de 4.500 litros
3 silos 280 tm almacenamiento

## FOTOGRAFÍAS DE LA PLANTA

| | ESTUDIO DE MATERIALES | Nº: | PH-2 |
|---|---|---|---|
| INECO | PLANTA DE SUMINISTRO | Orden: | |
| | | Fecha: | 09/07/2010 |
| | | Autor: | V.Madrigal |

SITUACIÓN

HOJA 1/50.000:

COORDENADAS X:
Y:

TÉRMINO MUNICIPAL: Avilés

PARAJE:

PROVINCIA: Oviedo

DENOMINACIÓN: FHISA

PROPIETARIO: FHISA HORMIGONES

SUSTACIA EXPLOTADA: Hormigón

ESTADO: Activa

DIRECCIÓN: El Picalón, 15

TELÉFONO: 985 56 85 90

FAX 985 56 85 91


## SITUACIÓN

PRODUCCIÓN

TIPO DE ÁRIDO: Silíceo PRODUCTO: Hormigón
PRODUCCIÓN: 140 $m^3$/hora

PROCEDENCIA: Cantera Grado (Ficha de cantera YC-2)

INSTALACIONES

Amasadora eje vertical de 4.500 litros
3 silos 280 tm almacenamiento

FOTOGRAFÍAS DE LA PLANTA

| | ESTUDIO DE MATERIALES | Nº: | PH-3 |
|---|---|---|---|
| INECO | PLANTA DE SUMINISTRO | Orden: | |
| | | Fecha: | 09/07/2010 |
| | | Autor: | V.Madrigal |

## SITUACIÓN

HOJA 1/50.000:

COORDENADAS X:
Y:

TÉRMINO MUNICIPAL: Tremañes-Gijón

PARAJE:

PROVINCIA: Oviedo

DENOMINACIÓN:

PROPIETARIO: HANSON HISPANIA S.A.

SUSTACIA EXPLOTADA: Hormigón

ESTADO: Activa

DIRECCIÓN: Los Blimales s/n. P.Ind Mora (Garay). Parcela nº1

TELÉFONO: 985 31 04 11

## SITUACIÓN

## PRODUCCIÓN

TIPO DE ÁRIDO: Silíceo

PRODUCTO: Hormigón

PRODUCCIÓN: 120 $m^3$/hora

PROCEDENCIA:

## INSTALACIONES

## FOTOGRAFÍAS DE LA PLANTA

| | ESTUDIO DE MATERIALES | Nº: | PH-4 |
|---|---|---|---|
| INECO | PLANTA DE SUMINISTRO | Orden: | |
| | | Fecha: | 09/07/2010 |
| | | Autor: | V.Madrigal |

## SITUACIÓN

HOJA 1/50.000:

COORDENADAS X:
Y:

TÉRMINO MUNICIPAL: Tremañes-Gijón

PARAJE:

PROVINCIA: Oviedo

DENOMINACIÓN:

PROPIETARIO: GENERAL DE HORMIGONES S.A

SUSTACIA EXPLOTADA: Hormigón

ESTADO: Activa

DIRECCIÓN: Los Blimales s/n. P.Ind Mora (Garay). Parcela nº1

TELÉFONO: 985 32 26 33/23 30

FAX 985 30 83 49

## SITUACIÓN

## PRODUCCIÓN

TIPO DE ÁRIDO: Silíceo

PRODUCTO: Hormigón

PRODUCCIÓN: 180 $m^3$/hora

PROCEDENCIA:

## INSTALACIONES

Tolva de áridos y 3 silos de cemento

## FOTOGRAFÍAS DE LA PLANTA

| | | |
|---|---|---|
| INECO | **ESTUDIO DE MATERIALES**<br>**PLANTA DE SUMINISTRO** | **Nº:** PH-5<br>**Orden:**<br>**Fecha:** 09/07/2010<br>**Autor:** V.Madrigal |

## SITUACIÓN

HOJA 1/50.000:

COORDENADAS
X:
Y:

TÉRMINO MUNICIPAL: Tremañes-Gijón

PARAJE:

PROVINCIA: Oviedo

DENOMINACIÓN: HORAVISA-Gijón

PROPIETARIO: HORAVISA

SUSTACIA EXPLOTADA: Hormigón

ESTADO: Activa

DIRECCIÓN: C/Agricultura s/n. P.Ind Bankunión II

TELÉFONO: 985 32 70 11 y 647 75 83 42

## SITUACIÓN

## PRODUCCIÓN

TIPO DE ÁRIDO: Silíceo

PRODUCTO: Hormigón

PRODUCCIÓN: 100 $m^3$/hora

PROCEDENCIA:

## INSTALACIONES

Tolva de áridos y 3 silos de cemento de 300 tm

## FOTOGRAFÍAS DE LA PLANTA

# APÉNDICE 4. ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO Y MODELO DE SIMULACIÓN DE FLUJO SUBTERRÁNEO

# Estudio hidrogeológico y modelo de simulación de flujo subterráneo del entorno de la Estación Intermodal de Gijón. Alternativas Moreda y Museo.

(Febrero 2020)

# ÍNDICE


1. Introducción 3
2. Trabajos realizados 3
   - 2.1. Campaña geotécnica - hidrogeológica 2007 4
   - 2.2. Otras campañas geotécnicas 6
3. Marco hidrogeológico 9
4. Hidrogeología local 11
   - 4.1. Características hidrogeológicas de los materiales 11
     - 4.1.1. Acuífero cuaternario 11
     - 4.1.2. Acuífero jurásico 12
   - 4.2. Parámetros hidráulicos 15
     - 4.2.1. Ensayos en sondeo 15
     - 4.2.2. Ensayos de bombeo 17
     - 4.2.3. Acuífero cuaternario 19
     - 4.2.4. Acuífero jurásico 20
   - 4.3. Niveles piezométricos 23
   - 4.4. Funcionamiento hidráulico de los acuíferos 27
   - 4.5. Calidad química de las aguas subterráneas 32
   - 4.6. Vulnerabilidad de los acuíferos 33
     - 4.6.1. Acuíferos cuaternarios 34
     - 4.6.2. Acuíferos jurásicos 34
5. Modelo de flujo - metodología 35
   - 5.1. Recopilación de información 35
   - 5.2. Elaboración del modelo conceptual hidrogeológico 35
   - 5.3. Discretización del modelo 35
   - 5.4. Asignación de parámetros hidráulicos a las celdas de la malla 35
   - 5.5. Calibración del modelo 35
   - 5.6. Elaboración de hipótesis de simulación 35
   - 5.7. Simulación de hipótesis 35
   - 5.8. Interpretación de los resultados 35
   - 5.9. Establecimiento de conclusiones y recomendaciones 35
6. Modelo conceptual 36
   - 6.1. Discretización del modelo 36
   - 6.2. Condiciones de Contorno 39
7. Parámetros hidrogeológicos del modelo 39
   - 7.1. Permeabilidad y transmisividad 39
   - 7.2. Niveles piezométricos 43
   - 7.3. Coeficiente de almacenamiento 43
   - 7.4. Recarga 43
   - 7.5. Bombeos 43
   - 7.6. Barreras al flujo horizontal 43
   - 7.7. Río Pilón 44
8. Calibración del modelo 45
   - 8.1. Hipótesis de calibración 47
   - 8.2. Hipótesis húmeda 57
9. Simulación del efecto barrera 66
   - 9.1. Hipótesis de calibración 67
     - 9.1.1. Impacto probable de las obras de la estación sin medidas de drenaje (Alternativa Moreda) 67
     - 9.1.2. Impacto probable de las obras de la estación con medidas de drenaje (Alternativa Moreda) 76
     - 9.1.3. Impacto probable de las obras de la estación sin medidas de drenaje (Alternativa Museo) 86
     - 9.1.4. Impacto probable de las obras de la estación con medidas de drenaje (Alternativa Museo) 95
   - 9.2. Hipótesis húmeda 105
     - 9.2.1. Impacto probable de las obras de la estación sin medidas de drenaje (Alternativa Moreda) 105
     - 9.2.2. Impacto probable de las obras de la estación con medidas de drenaje (Alternativa Moreda) 114
     - 9.2.3. Impacto probable de las obras de la estación sin medidas de drenaje (Alternativa Museo) 124
     - 9.2.4. Impacto probable de las obras de la estación con medidas de drenaje (Alternativa Museo) 133

**10. Interacción estación - medio acuífero 143**
**10.1. Impactos probables 143**
10.1.1. Sobre el funcionamiento hidráulico 143
10.1.2. Sobre la calidad de las aguas 144
**10.2. Tramificación de las obras 145**
10.2.1. Alternativa Moreda 145
10.2.2. Alternativa Museo 147
**10.3. Medidas correctoras 149**
10.3.1. Sobre el funcionamiento hidráulico 149
10.3.2. Sobre la calidad de las aguas 151
**11. Conclusiones y recomendaciones 153**
**11.1. Resumen y conclusiones 153**
**11.2. Recomendaciones 155**

**Apéndice 1: Medidas piezométricas recopiladas en las distintas campañas geotécnicas.**

# 1. Introducción

Se realiza este informe a petición de INECO-TIFSA, con el objeto de estudiar el entorno hidrogeológico donde se ubicará la futura Estación Intermodal de Gijón. Se analiza especialmente el probable efecto barrera que sobre el flujo subterráneo puede provocar las obras las dos alternativas (Moreda y Museo) contempladas para la futura estación.

Se presenta el estudio hidrogeológico que ha servido de base para la calibración del modelo de simulación presentado. El estudio hidrogeológico se apoya principalmente en la campaña geológico-geotécnica e hidrogeológica realizada en la zona por INECO-TIFSA entre 2007 y 2010, de modo que ésta ha servido de punto de partida para el estudio y el modelo de simulación.

Con el objetivo de cuantificar el probable efecto barrera, así como para valorar la contribución de las posibles medidas de drenaje necesarias para restituir el flujo subterráneo a través de las obras, se ha realizado un modelo de simulación del flujo subterráneo, utilizando para ello el código MODFLOW (Mc Donald y Harbaugh) del US Geological Survey.

MODFLOW es un código numérico tridimensional de diferencias finitas, ampliamente utilizado a nivel mundial, tanto en geotecnia como en otros campos de aplicación, para la simulación del flujo subterráneo en sistemas hidrogeológicos con un mayor o menor grado de complejidad. El código MODFLOW permite la simulación de bordes permeables, impermeables y de nivel constante, de ríos, de pozos de bombeo y recarga, evapotranspiración, recarga, barreras hidráulicas, etc., lo que le permite simular prácticamente cualquier tipo de sistema hidrogeológico por complejo que éste sea. Posteriormente, se han desarrollado en el mercado científico varios preprocesadores y postprocesadores que facilitan y agilizan tanto la entrada de datos al código numérico, como la salida y representación de los resultados. En este trabajo, se ha utilizado el paquete Processing Modflow (Chiang y Kinzelbach).

Inicialmente, se definen las características hidrogeológicas de los materiales, los parámetros hidráulicos y el funcionamiento hidráulico de los acuíferos, así como la calidad química y la vulnerabilidad a la contaminación de los distintos terrenos afectados. Posteriormente, se analizan las posibles afecciones que la construcción de las obras puede provocar sobre el medio acuífero, tanto en cuanto a su funcionamiento hidráulico, como en cuanto a la calidad química de sus aguas. Finalmente, se valoran una serie de medidas preventivas y correctoras, necesarias para evitar las posibles afecciones y/o minimizar sus efectos a valores tolerables.

Los detalles constructivos de la las dos alternativas contempladas para las obras de la futura estación, utilizados para el estudio y para el modelo de simulación de flujo subterráneo, han sido facilitados por INECO-TIFSA.

En el estudio hidrogeológico se ha considerado para el análisis del efecto barrera, tanto las obras del soterramiento hasta el pozo de extracción de la tuneladora del túnel de penetración en Gijón, como las obras del propio túnel ya construido.

# 2. Trabajos realizados

Para la realización del estudio se ha analizado la información referente al Proyecto de penetración del FC en Gijón de la Secretaría de Estado de Infraestructuras del Ministerio de Fomento, así como la referida a otras actuaciones realizados en la zona, además de otra información más genérica de tipo geológico e hidrogeológico del entorno de la zona de estudio.

La información más detallada de la zona, corresponde a los resultados de la campaña geológico-geotécnica e hidrogeológica realizada por INECO-TIFSA en el año 2007 para el proyecto constructivo de la Estación de Moreda.

A continuación, se expone en orden temporal decreciente la documentación utilizada en el estudio, numerada para facilitar su cita en el texto.

(1) “Proyecto Constructivo de la Estación Intermodal de Gijón”. Información de la campaña geológica-geotécnica y planos de la solución constructiva. INECO-TIFSA (2010).

(2) “Trabajos de campo y ensayos para el estudio hidrogeológico del proyecto de la nueva Estación de Moreda, Gijón”. 2 Tomos. In Situ Testing, S.L. (2009).

(3) “Proyecto Constructivo de la Estación Provisional de Gijón en Sanz Crespo”. Anejo de geología y columnas de sondeos. Secretaría de Estado de Infraestructuras. Dirección General de Ferrocarriles. Ministerio de Fomento (2008).

(4) “Piezómetros. Trabajos de auscultación en la Avda. de la Costa para el Túnel de Penetración del Ferrocarril en Gijón”. GEOPAYMA (mayo 2007).

(5) “Estudio Geotécnico del Proyecto: Parcela La Bohemia, sita en Gijón, con destino a edifico para sede judicial”. SEINCO (2007).

(6) “Proyecto Modificado Nº 2. Túnel de Penetración del ferrocarril en Gijón. Infraestructura y Vía”. Secretaría de Estado de Infraestructuras. Planos de planta y

alzado. Dirección General de Ferrocarriles. Ministerio de Fomento (noviembre 2006).

(7) "Sondeos y ensayos geotécnicos complementarios para el Depósito de Aguas de Tormentas de la Cuenca Centro de Gijón". TECNIA Control (octubre 2006).

(8) "Estudio Geotécnico para Tanque de Tormentas en Gijón". AIC (septiembre 2005).

(9) "Estudio Geológico-Geotécnico para un depósito de tormentas en la Avda. Juan Carlos I (Gijón)". TECNIA Control (abril 2005).

(10) "Precisiones sobre los acuíferos de la cuenca jurásica asturiana (NO de España)". E. Menéndez Casares, B. González Fernández, M. Gutiérrez Claverol y J.C. García-Ramos. Trabajos de Geología. Universidad de Oviedo, 24: 119-126 (2004).

(11) "Proyecto Constructivo del Túnel de Penetración del Ferrocarril en Gijón. Infraestructura y Vía". Secretaría de Estado de Infraestructuras. Dirección General de Ferrocarriles. Ministerio de Fomento (noviembre 2002).

(12) "Estudio Geotécnico del Nuevo Trazado Subterráneo del Ferrocarril en Gijón". Secretaría de Estado de Infraestructuras. Dirección General de Ferrocarriles. Ministerio de Fomento (2002).

(13) "El subsuelo de Gijón: Aspectos geológicos". Gutiérrez Calverol, Manuel y Luque Cabal, Carlos (2002).

(14) "Mapa de Unidades Hidrogeológicas de la España Peninsular e Islas Baleares. Escala 1.000.000". MOPU Dirección General de Obras Hidráulicas. Servicio Geológico. MINER Instituto Tecnológico Geominero de España. (1990).

(15) "Mapa Hidrogeológico de España. Escala 1:200.000. Hoja de Oviedo (3)". Instituto Geológico y Minero de España (1989).

(16) "Investigación hidrogeológica de la Cuenca Norte: Asturias. Colec. Informes. Serv. Publi. Ministerio de Industria, 81 p. IGME (1984).

(17) "Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Serie Magna. Hoja de Gijón (14)". Instituto Geológico y Minero de España (1972).

(18) Base de puntos de agua del Instituto Geológico y Minero de España. Designación de puntos, piezometría, bombeos, caudales, parámetros hidráulicos y columnas litológicas.

(19) Planos de planta y alzado de las obras del Colector Juan Carlos I y del Depósito de Tormentas de Natahoyo. Ayuntamiento de Gijón. Empresa Municipal de Aguas de Gijón S.A.

## 2.1. Campaña geotécnica - hidrogeológica 2007

La campaña geológico-geotécnica e hidrogeológica realizada por INECO-TIFSA en 2007 para el proyecto de la estación consistió en:

- Perforación de 10 sondeos de investigación geotécnica a rotación con recuperación de testigo continuo, entubados con tubería piezométrica y denominados con las siglas "SJ-".

- Perforación de 7 piezómetros fuera de traza construidos con tubería piezométrica comercial, macizo de gravillas, sello sanitario superficial, tapón de fondo, y tapones de bentonita instalados en el anular entre el terreno y la entubación para aislar los tramos filtrantes. Los piezómetros fueron denominados de Pz-1 a Pz-6, existiendo un piezómetro más denominado Pz-1bis próximo al Pz-1. Previamente a la construcción de los piezómetros, se perforaron 5 sondeos a recuperación de testigo continuo en el emplazamiento de los piezómetros Pz-2, Pz-3, Pz-4, Pz-5 y Pz-6, que posteriormente fueron reperforados a destroza mediante rotopercusión, salvo en el caso del Pz-5 donde el piezómetro se instaló directamente en el taladro realizado para el sondeo a rotación con recuperación de testigo. Los piezómetros Pz-1 y Pz-1bis fueron perforados directamente a destroza mediante rotopercusión, utilizándose la testificación del sondeo SJ-02, próximo a éstos, como guía para su construcción.

- Perforación de 2 pozos de bombeo a rotopercusión, denominados PB-1 y PB-2, y de 7 piezómetros satélites distantes entre 3 y 6 m de los pozos. Los piezómetros fueron denominados Pz-11, Pz-12 y Pz-13 en el caso del PB-1, y Pz-21, Pz-22, Pz-23 y Pz-24 en el caso del PB-2.

- Realización de 8 ensayos de bombeo:

  - en el PB-1 controlando niveles en el pozo y en los piezómetros satélites

  - en el PB-2 controlando niveles en el pozo y en los piezómetros satélites

  - en Pz-24 controlando niveles en el propio piezómetro, en PB-2 y en resto de piezómetros satélites

  - 5 ensayo más en los piezómetros fuera de traza Pz-1, Pz-2, Pz-3, Pz-4 y Pz-6.

- Toma de muestras de agua y análisis hidroquímico en los piezómetros y pozos de la campaña hidrogeológica, así como toma de muestra de agua y análisis de

hidrocarburos, aceites, grasas y metales pesados en los sondeos SJ-07, SJ-08, SJ-09, y SJ-11 de la campaña de la estación, y en el SC-2 de la campaña del proyecto del túnel de penetración en Gijón (11).

- Control piezométrico periódico, tanto en los sondeos, piezómetros y pozos de la campaña de la estación, como en otros sondeos próximos de campañas previas.

- Realización de 6 ensayos de permeabilidad de tipo Lugeon y 2 de tipo Lefranc, ejecutados en los sondeos geotécnicos durante su perforación.

- Nivelación de precisión de los sondeos, pozos y piezómetros perforados en la campaña de INECO-TIFSA, así como de los sondeos SC-1, SC-3, SC-4, S-1, S-2 y S-3, perforados en campañas anteriores.

Para un mayor detalle de la campaña hidrogeológica de INECO-TIFSA se recomienda la consulta del documento (2) “Trabajos de campo y ensayos para el estudio hidrogeológico del proyecto de la nueva Estación de Moreda, Gijón”.

A continuación en la tabla 2.1 se presenta una relación con los sondeos, piezómetros y pozos de bombeo realizados en la campaña de INECO-TIFSA en 2007. Se indica las coordenadas y la profundidad de las prospecciones.

| Sondeo | Origen | Prof. (m) | X (UTM) | Y(UTM) | Z (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| SJ-01 | Campaña INECO-TIFSA | 15 | 283211,834 | 4823741,707 | 12,73 |
| SJ-02 | Campaña INECO-TIFSA | 25,15 | 283304,402 | 4823742,241 | 19,57 |
| SJ-05 | Campaña INECO-TIFSA | 25,05 | 283285,293 | 4823854,256 | 16,43 |
| SJ-06 | Campaña INECO-TIFSA | 20,1 | 283471,113 | 4823886,37 | 13,59 |
| SJ-07 | Campaña INECO-TIFSA | 25 | 283580,807 | 4823972,027 | 12,09 |
| SJ-08 | Campaña INECO-TIFSA | 29,85 | 283621,333 | 4824059,575 | 12,19 |
| SJ-09 | Campaña INECO-TIFSA | 30 | 283762,108 | 4824141,95 | 8,71 |
| SJ-10 | Campaña INECO-TIFSA | 35,1 | 283855,983 | 4824201,589 | 8,87 |
| SJ-11 | Campaña INECO-TIFSA | 35 | 283923,62 | 4824375,449 | 9,41 |
| SJ-12 | Campaña INECO-TIFSA | 40,25 | 284019,587 | 4824445,08 | 8,77 |
| Pz-1 | Campaña INECO-TIFSA | 26 | 283303,57 | 4823742,046 | 19,69 |
| Pz-1 bis | Campaña INECO-TIFSA | 9 | 283306,885 | 4823740,871 | 19,69 |
| Pz-2 | Campaña INECO-TIFSA | 25 | 284167,448 | 4823932,245 | 9,90 |
| Pz-3 | Campaña INECO-TIFSA | 25 | 283460,974 | 4824041,239 | 11,30 |
| Pz-4 | Campaña INECO-TIFSA | 25 | 283374,846 | 4824634,615 | 7,75 |
| Pz-5 | Campaña INECO-TIFSA | 25,2 | 283076,308 | 4824323,659 | 14,06 |
| Pz-6 | Campaña INECO-TIFSA | 40 | 283863,787 | 4823332,828 | 26,76 |
| PB-1 | Campaña INECO-TIFSA | 31 | 283845,04 | 4824202,94 | 8,90 |
| Pz-11 | Campaña INECO-TIFSA | 24 | 283849,1 | 4824200,61 | 8,90 |
| Pz-12 | Campaña INECO-TIFSA | 31 | 283841,93 | 4824201,91 | 8,90 |
| Pz-13 | Campaña INECO-TIFSA | 36 | 283845,71 | 4824207,67 | 8,90 |
| PB-2 | Campaña INECO-TIFSA | 9 | 284020,822 | 4824452,93 | 8,88 |
| Pz-21 | Campaña INECO-TIFSA | 9 | 284023,679 | 4824450,852 | 8,86 |
| Pz-22 | Campaña INECO-TIFSA | 27 | 284017,995 | 4824450,767 | 8,75 |
| Pz-23 | Campaña INECO-TIFSA | 31 | 284022,803 | 4824447,244 | 8,90 |
| Pz-24 | Campaña INECO-TIFSA | 37 | 284018,586 | 4824447,46 | 8,93 |

*Tabla 2.1. Relación de sondeos, piezómetros y pozos de bombeo de la campaña de INECO-TIFSA (2007)*

## 2.2. Otras campañas geotécnicas

Además de la campaña de INECO-TIFSA, se ha contado con la información de diversas campañas geotécnicas realizadas tanto previamente, como posteriormente a la campaña del proyecto de la Estación de Moreda. A parte de las campañas geotécnicas relacionadas con el trazado del ferrocarril y con el proyecto de del túnel de penetración en Gijón, contenidas en los documentos citados anteriormente (3, 4, 11, 12), se ha contado con las campañas geotécnicas realizadas para el proyecto de la Consejería de Justicia en la parcela de La Bohemia (5), y para el proyecto del Depósito de Tormentas de Natahoyo (7, 8 y 9).

A continuación, en las tablas 2.2 a 2.7, se presenta una relación con las prospecciones de las distintas campañas geotécnicas realizadas en la propia zona de estudio o próxima a la misma. En la figura 2.1, se presenta la situación de todas las prospecciones consideradas.

| Sondeo | Origen | Prof. (m) | X (UTM) | Y(UTM) | Z (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| SCJ-1 | Consejería de Justicia | 14 | 283914 | 4824130 | 8,55 |
| SCJ-2 | Consejería de Justicia | 14 | 283885 | 4824162 | 8,55 |
| SCJ-3 | Consejería de Justicia | 16 | 283800 | 4824090 | 9,10 |
| SCJ-4 | Consejería de Justicia | 16 | 283833 | 4824052 | 9,65 |

*Tabla 2.2. Relación de sondeos del proyecto de la Consejería de Justicia (2007)*

| Sondeo | Origen | Prof. (m) | X (UTM) | Y(UTM) | Z (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| S-1AIC | Depósito de Tormentas | 15 | 283837 | 4824435 | 8,40 |
| SDT-1 | Depósito de Tormentas | 15 | 283783 | 4824440 | 8,20 |
| SDT-2 | Depósito de Tormentas | 15 | 283840 | 4824448 | 8,45 |
| SDT-3 | Depósito de Tormentas | 14,7 | 283861 | 4824427 | 8,47 |
| SDT-4 | Depósito de Tormentas | 23,9 | 283881 | 4824459 | 8,54 |
| SDT-1' | Depósito de Tormentas | 25 | 283870,97 | 4824469,15 | 8,48 |
| SDT-2' | Depósito de Tormentas | 25 | 283824,82 | 4824452,84 | 8,36 |
| SDT-3' | Depósito de Tormentas | 35 | 283814,36 | 4824433,43 | 8,47 |
| SDT-4' | Depósito de Tormentas | 25 | 283805,25 | 4824415,71 | 8,45 |
| SDT-5' | Depósito de Tormentas | 35 | 283859,08 | 4824446,16 | 8,46 |
| SDT-6' | Depósito de Tormentas | 25 | 283888,79 | 4824437,61 | 8,26 |

*Tabla 2.3. Relación de sondeos del proyecto del Depósito de Tormentas de Natahoyo (2005-2006)*

| Sondeo | Origen | Prof. (m) | X (UTM) | Y(UTM) | Z (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| SE-1 | Estación provisional | 15 | 283920 | 4824240 | 8,80 |
| SE-2 | Estación provisional | 15 | 283950 | 4824214 | 8,60 |

*Tabla 2.4. Relación de sondeos del proyecto de la Estación Provisional en Sanz Crespo (2008)*

| Sondeo | Origen | Prof. (m) | X (UTM) | Y(UTM) | Z (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| S-1 | Estudio Geotecnico | 35 | 283389,401 | 4823779,543 | 18,99 |
| S-2 | Estudio Geotecnico | 35,1 | 283674 | 4824129,88 | 11,73 |
| S-3 | Estudio Geotecnico | 30 | 284169,651 | 4824494,328 | 7,64 |
| S-4 | Estudio Geotecnico | 35,5 | 284409,3868 | 4824536,461 | 7,78 |
| S-5 | Estudio Geotecnico | 30 | 284412,1082 | 4824445,746 | 5,77 |
| S-6 | Estudio Geotecnico | 30,1 | 284576,8298 | 4824447,873 | 6,31 |
| S-7 | Estudio Geotecnico | 32 | 284793,0874 | 4824527,646 | 5,99 |
| S-7C | Estudio Geotecnico | 9 | 284793,0874 | 4824527,646 | 5,99 |
| S-8 | Estudio Geotecnico | 30 | 284720,9069 | 4824474,417 | 5,76 |
| S-9 | Estudio Geotecnico | 38,3 | 284825,6289 | 4824357,84 | 6,80 |
| S-10 | Estudio Geotecnico | 31,5 | 284765,4442 | 4824265,752 | 6,40 |
| S-10C | Estudio Geotecnico | 4,7 | 284765,4442 | 4824265,752 | 6,40 |
| S-11 | Estudio Geotecnico | 30 | 285070,09 | 4824577,987 | 9,60 |
| S-12 | Estudio Geotecnico | 35,15 | 284972,4913 | 4824203,501 | 8,54 |
| S-13 | Estudio Geotecnico | 35 | 285018,4543 | 4824057,785 | 9,35 |
| S-14 | Estudio Geotecnico | 36,6 | 285197,7574 | 4824170,217 | 10,10 |

*Tabla 2.5. Relación de sondeos del "Estudio Geotécnico del Nuevo Trazado Subterráneo del FC en Gijón" (2002)*

| Sondeo | Origen | Prof. (m) | X (UTM) | Y(UTM) | Z (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| SIG-7 | Obra Túnel | 35 | 284592 | 4824474 | 6,00 |
| SIG-8 | Obra Túnel | 35 | 284647 | 4824436 | 6,40 |
| SIG-20 | Obra Túnel | 38,5 | 284466 | 4824541 | 7,70 |
| SIG-25 | Obra Túnel | 35,2 | 284247 | 4824516 | 8,00 |
| SIG-26 | Obra Túnel | 35 | 284555 | 4824418 | 6,00 |
| SIG-27 | Obra Túnel | 36,2 | 284637 | 4824348 | 6,50 |
| SIG-29+PzD1 | Obra Túnel | 21 | 284750,357 | 4824229,35 | 5,98 |
| SIG-30+PzD2 | Obra Túnel | 21 | 284785,21 | 4824227,146 | 5,92 |
| SIG-31+PzD4 | Obra Túnel | 21 | 284838,408 | 4824191,891 | 5,50 |
| SIG-32+PzD5 | Obra Túnel | 21 | 284872,568 | 4824169,193 | 5,68 |
| SIG-33+PzD6 | Obra Túnel | 21 | 284900,061 | 4824151,396 | 6,00 |
| PzD3 | Obra Túnel | 10 | 284805,672 | 4824232,097 | 6,00 |
| PzD7 | Obra Túnel | 10 | 284950,117 | 4824133,393 | 7,00 |
| PzU1 | Obra Túnel | 4 | 284762,69 | 4824258,675 | 6,00 |
| PzU2 | Obra Túnel | 4 | 284747,462 | 4824231,3 | 5,98 |
| PzU3 | Obra Túnel | 4 | 284804,125 | 4824234,608 | 6,00 |
| PzU5 | Obra Túnel | 4 | 284827,492 | 4824178,44 | 5,80 |
| PzU6 | Obra Túnel | 4 | 284854,588 | 4824194,457 | 6,00 |
| PzU7 | Obra Túnel | 4 | 284857,583 | 4824153,752 | 5,60 |
| PzU8 | Obra Túnel | 4 | 284895,126 | 4824141,658 | 6,00 |
| PzU9 | Obra Túnel | 4 | 284947,44 | 4824134,873 | 7,00 |
| PzU10 | Obra Túnel | 4 | 284939,472 | 4824111,566 | 6,00 |

*Tabla 2.6. Relación de prospecciones del " Proyecto Constructivo del túnel de penetración del FC en Gijón. Infraestructura y Vía." (2002)*

| Sondeo | Origen | Prof. (m) | X (UTM) | Y(UTM) | Z (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| SC-1 | Proyecto Túnel | 23,4 | 283193,992 | 4823931,705 | 15,11 |
| SC-3 | Proyecto Túnel | 31,3 | 283775,57 | 4824188,422 | 9,42 |
| SC-4 | Proyecto Túnel | 40 | 284117,103 | 4824425,906 | 7,94 |
| SC-6 | Proyecto Túnel | 40 | 284462,22 | 4824491,154 | 7,78 |
| SC-7 | Proyecto Túnel | 35 | 284576,972 | 4824507,152 | 7,80 |
| SC-8 | Proyecto Túnel | 31 | 284692,167 | 4824511,473 | 6,30 |
| SC-8C | Proyecto Túnel | 3,2 | 284692,167 | 4824511,473 | 6,30 |
| SC-9 | Proyecto Túnel | 35 | 284799 | 4824500 | 6,31 |
| SC-9C | Proyecto Túnel | 6,6 | 284799 | 4824500 | 6,31 |
| SC-10 | Proyecto Túnel | 35 | 284905,514 | 4824464,613 | 6,79 |
| SC-10C | Proyecto Túnel | 12,6 | 284905,514 | 4824464,613 | 6,79 |
| SC-11 | Proyecto Túnel | 37 | 284993,151 | 4824398,805 | 11,02 |
| SC-12 | Proyecto Túnel | 36 | 285085 | 4824306 | 11,40 |
| P-1 | Proyecto Túnel | 13,5 | 284879 | 4824460 | 6,80 |
| P-2 | Proyecto Túnel | 35 | 284894 | 4824463 | 6,70 |
| Pz-1C | Proyecto Túnel | 12,3 | 284895 | 4824535 | 6,70 |
| Pz-1L | Proyecto Túnel | 19,6 | 284895 | 4824535 | 6,70 |
| Pz-2C | Proyecto Túnel | 12,6 | 284840 | 4824447 | 6,90 |
| Pz-2L | Proyecto Túnel | 35 | 284840 | 4824447 | 6,90 |

*Tabla 2.7. Relación de prospecciones de obra del proyecto modificado del túnel de penetración del FC en Gijón (2007).*

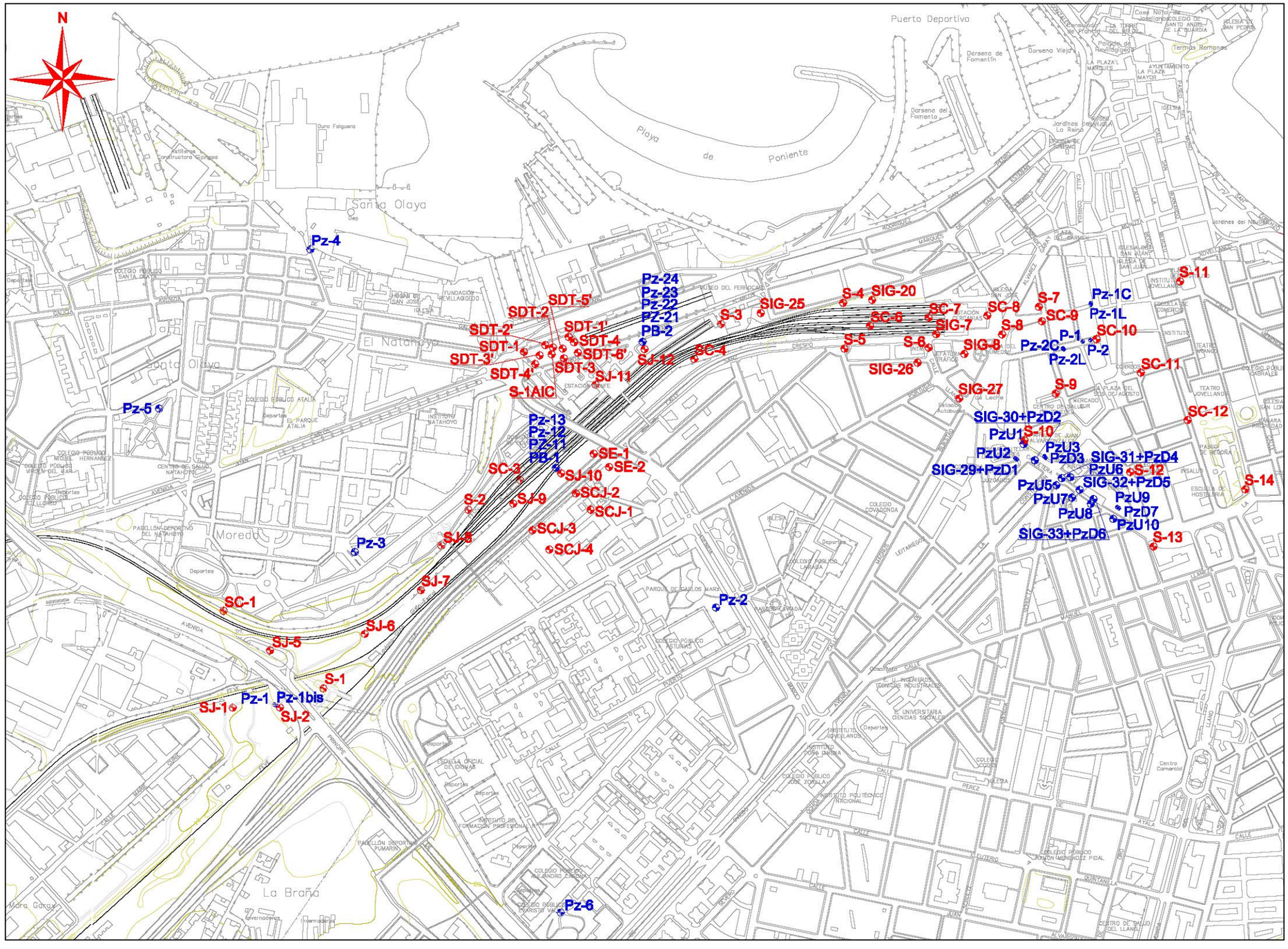



*Figura 2.1. Plano de situación de las prospecciones realizadas en la zona de estudio durante las distintas campañas geotécnicas e hidrogeológicas (en **azul piezómetros y pozos de bombeo** y en **rojo sondeos geotécnicos**)*

# 3. Marco hidrogeológico

La zona de estudio se encuadra dentro de la Cuenca Meso-Terciaria de Asturias, más concretamente dentro la Cuenca de Villaviciosa-Gijón. Corresponde a una depresión estructural relacionada con la etapa distensiva que siguió a la orogenia hercínica. Esta rellena por depósitos de naturaleza detrítica y calcárea, de origen marino y continental, con edades que van desde el Pérmico hasta el Terciario. Recubriendo los materiales del Mesozoico y del Terciario, aparece un manto cuaternario detrítico, de origen fluvio-marino.

En la zona de estudio, el manto cuaternario alcanza en general un espesor reducido, con valores entre 4 m y 13 m de potencia. Está representado por arcillas de origen coluvial-eluvial, por arenas litorales o de playa, por rellenos de origen antrópico y por los depósitos aluviales asociados al cauce del río Pilón. Los depósitos cuaternarios descansan sobre un substrato jurásico de naturaleza calcárea, constituido por calizas, dolomías, margas y brechas.

Desde un punto de vista hidrogeológico regional, el substrato de la zona urbana de Gijón forma parte del "Sistema acuífero Nº 1 - Unidad Mesozoica Gijón-Villaviciosa" de la clasificación del Instituto Geológico Minero de España (IGME,16). Dentro de esta unidad, el área de Gijón pertenece al subsistema situado más al Norte, en concreto al borde occidental del "Subsistema 1A - Villaviciosa", asimilable a la "Unidad Hidrogeológica 01.19 Villaviciosa" de la Confederación Hidrográfica del Norte (14). Localmente, limita con los materiales paleozoicos del Monte Areo-Cabo Torres que son considerados como una barrera más o menos impermeable, separado al Sur del "Subsistema 1B – Llantones" por la barrera que suponen los materiales impermeables del Permotrías.

Según la bibliografía consultada (13) los aportes generales al sistema de Villaviciosa, tanto superficiales como subterráneos, son de 183 $Hm^3$/año, de los cuales 178 $Hm^3$/año proceden de la precipitación y 5 $Hm^3$/año serían aportados al sistema por los arroyos existentes en la zona. Del total de los aportes, 58 $Hm^3$/año correspondería a los recursos subterráneos que para una superficie de aproximadamente 304 $km^2$ supondría una tasa de recarga media de aproximadamente 190 mm/año.

Dentro del subsistema se distinguen dos niveles acuíferos:

**Acuífero jurásico calcáreo**

Está constituido, esencialmente, por calizas y dolomías del Lías que constituyen el acuífero más importante de este subsistema. Forman el substrato rocoso que yace debajo del manto cuaternario en la ciudad de Gijón. En general, presenta una permeabilidad elevada, aunque muy variable en función de la fracturación y/o karstificación del macizo rocoso, y en función de la presencia de niveles arcillosos y margosos en la serie estratigráfica.

**Acuífero jurásico detrítico**

Está constituido por conglomerados, arenas y areniscas que se sitúan, estratigráficamente, encima de los depósitos calcáreos anteriores. Presenta en general una permeabilidad por porosidad reducida, y no serán afectados por las obras proyectadas.

**Acuíferos cuaternarios**

En el área urbana de Gijón, son los depósitos de arenas litorales o de playa los que desde un punto de vista hidráulico presentan una mayor potencialidad como acuífero. Los depósitos cuaternarios dan lugar a una serie de acuíferos, más o menos interconectados entre sí, de carácter libre en general. El nivel acuífero asociado a los depósitos cuaternarios aparece unas veces desconectado y colgado sobre el sistema acuífero jurásico, y otras, en cambio, presenta una conexión hidráulica con el sistema profundo.

En la figura 3.1. se representa la distribución de los distintos sistemas acuíferos en el área de Gijón y sus alrededores.

*Figura 3.1. Distribución de las unidades acuíferas en la zona de Gijón y su entorno*

# 4. Hidrogeología local

## 4.1. Características hidrogeológicas de los materiales

Las futuras obras de la Estación Intermodal de Gijón afectarán a materiales detríticos de edad Cuaternario y a materiales esencialmente calcáreos de edad Jurásico.

El manto cuaternario está representado en la zona de estudio por arcillas de origen coluvio-eluvial (Qel), arenas de playa (Qli), depósitos de ría esencialmente fangosos asociados al cauce del río Pilón (Qal) y por rellenos antrópicos (Qr). A priori, los depósitos de arenas son los que presentan una mayor potencialidad como acuífero, mientras que en el caso los depósitos arcillosos y fangosos se espera una permeabilidad muy reducida. Los depósitos aluviales del río Pilón presentan una distribución muy localizada y limitada al cauce del río, aunque existen depósitos de fangos y turbas, entremezclados con los depósitos de arenas litorales, posiblemente asociados a antiguas zonas de marismas o al antiguo cauce del río Pilón que actualmente se encuentra encauzado y desviado de su cauce original. Los depósitos antrópicos, de naturaleza variable ligada a la composición de los rellenos y los vertidos de los que proceden, presentan en general una compacidad baja que les confiere una permeabilidad elevada.

El acuífero jurásico calcáreo está representado en la zona de estudio por dolomías (Jd) y calizas dolomíticas (Jcd) de permeabilidad media-alta, y por lutitas margosas (Jlm) y brechas de cantos calcáreos en una matriz lutítico-arcillosa (Jlb), en general de baja permeabilidad.

A continuación se presenta la caracterización hidrogeológica de las distintas unidades litológicas afectados por la traza del proyecto.

### *4.1.1. Acuífero cuaternario*

**Depósitos coluvio-eluviales (Qel)**

Están constituida por arcillas y arcillas limosas de colores pardos-amarillentos que engloban, de forma local, una cierta fracción de arenas y gravas redondeadas de naturaleza cuarcítica, y algún canto anguloso de naturaleza calcárea en la base de la unidad.

Las muestras analizadas presentan un contenido medio de finos del 94%. Se trata de materiales de baja permeabilidad, con valores que oscilan entre permeabilidades típicas de un limo arenoso y valores que indican una permeabilidad muy baja, típica de una arcilla.

Desde un punto de vista hidrogeológico, esta unidad presenta en general una permeabilidad muy baja, pudiéndose considera a efectos prácticos como impermeable. No obstante, es posible una cierta circulación subterránea a través de niveles con un mayor contenido de arenas y/o gravas.

Dado el carácter poco permeable de esta unidad, estos materiales presentan en conjunto una vulnerabilidad a la contaminación baja, no obstante debido a la proximidad del nivel piezométrico a la superficie se recomienda evitar vertidos accidentales sobre estos materiales.

En el área del estudio, esta unidad aparece con un espesor variable a lo largo de la mayor parte de la traza, apoyándose directamente encima del substrato jurásico del que procede y, por lo general, debajo del manto de depósitos antrópicos, excepto en la parte inicial y final de la traza donde se sitúa debajo de los depósitos aluviales y de arenas litorales. Presenta un espesor medio de 3-4 m de potencia, con valores máximos de 9 m detectados en el sondeo SJ-02 .

En general, los sondeos geotécnicos perforados en esta litología presentan un nivel piezométrico por debajo de su base, imponiendo los paquetes calcáreos de edad Jurásico, mucho más permeables, su nivel en el taladro entubado con tubería ranurada a lo largo de toda su longitud. En cambio, en los sondeos perforados en arenas litorales (Qli) o en los piezómetros y pozos con tramos filtrantes únicamente en el manto cuaternario, el nivel piezométrico afectaría a estos materiales, de modo que es bastante probable que estos materiales se encuentren saturados en mayor o menor medida en una parte importante de la traza, aunque debido a su baja permeabilidad el aporte de agua a los sondeos es muy pequeño, así como la magnitud del flujo subterráneo asociado.

**Arenas litorales - depósitos de playa (Qli)**

Esta unidad está constituida por arenas finas a medias de colores amarillentos, puntualmente conchíferas y en general muy limpias,. Se trata de depósitos típicos de playa y dunas adyacentes. En el tramo medio de la unidad, coexisten las arenas limpias con términos de arenas limosas y arcillosas en tonos grisáceos debido al contenido en materia orgánica. También aparecen, intercalados en la serie, lentejones de gravas de naturaleza cuarcítica y carbonatada, y depósitos de fangos y turbas que se describen a continuación.

Presentan un contenido en finos escaso, con un valor medio del 10% en las muestras analizadas. Las pruebas de permeabilidad realizados indican una permeabilidad típica de una arena fina que constituyen un acuífero con una permeabilidad de media a alta, pudiendo ser más alta en los niveles de granulometría más gruesa.

Los depósitos de fangos intercalados a modo de niveles pueden provocar una cierta compartimentación del acuífero, dando lugar a niveles colgados.

Se trata de una unidad con una vulnerabilidad a la contaminación de alta a muy alta, debido a su elevada permeabilidad y a la proximidad del nivel freático a la superficie del terreno.

En la zona de estudio, aparecen al final de la traza con un espesor entre 1 m y 1,8 m, situándose encima de los depósitos eluviales (Qel). Al este de la zona del proyecto, el espesor de esta unidad aumenta, alcanzando espesores de 7 m en la zona de los sondeos S-7 y SC-10 situados al este de la estación del humedal.

Los sondeos perforados en esta formación revelan la existencia de un nivel freático somero asociado a esta unidad, situado en torno a 3-4 m de profundidad.

**Fangos y turbas - depósitos de ría (Qa)**

Están constituidos por limos y arcillas de tonos grises oscuros. Presentan un elevado contenido en materia orgánica, un esponjamiento elevado y una escasa consolidación, así como un contenido en humedad muy elevado. Ocasionalmente, se puede encontrar un contenido variable de gravas hacia muro de la unidad.

Aparecen en la zona de estudio formando delgados niveles aislados, asociados a los depósitos de arenas litorales (Qli). Son facies típicas de la interacción de la dinámica marina y fluvial. Al Este de la traza, se han detectado espesores máximos de fangos entre 3 m y 5 m (SC-7 Pz-1C/L) y un nivel freático asociado situado en torno a 3 m de profundidad, lo que indica que estos materiales aparecen saturados de agua. Presentan permeabilidades muy bajas, pudiendo considerarse a efectos prácticos como impermeables. Se trata de materiales muy poco compactados y saturados de agua, de modo que un descenso temporal o permanente del nivel freático podría provocar fenómenos de consolidación.

Los fangos y las turbas son en general materiales de baja vulnerabilidad debido a su baja permeabilidad, aunque la presencia de un nivel freático somero recomienda evitar el vertido de contaminantes sobre estos materiales.

Debido a su semejanza litológica e hidrogeológica de esta unidad con la unidad siguiente, se ha decidido unificar ambas unidades bajo la misma denominación (Qa), tal cual se ha realizado en el estudio geológico del Proyecto de la Estación (1). Así el espesor de fangos, detectado en el sondeo SJ-11, podría pertenecer bien a depósitos de ría o marisma, o a depósitos aluviales asociados al antiguo cauce del río Pilón, actualmente desviado de su cauce original.

**Depósitos aluviales del río Pilón (Qa)**

Aparecen en la parte inicial de la traza asociados al cauce actual del río, y alcanzan un apotencia en torno a 2 m en el sondeo SJ-01. El sondeo SJ-02, próximo al anterior, podría haber atravesado también un nivel de 1,4 m de espesor de depósitos aluviales arcillosos. Están constituidos por limos y arcillas con algún nivel de arenas intercalado.

El nivel piezométrico medido en el sondeo SJ-01, en comparación con el nivel de la lámina del río, indica que el río se situaría colgado por encima del nivel en el sondeo. No obstante, el nivel en este sondeo podría estar influenciado por el nivel del acuífero jurásico, más profundo y mucho más permeable que los depósitos aluviales en esta zona. Así, el nivel en el Pz-1bis, tan sólo ranurado en el manto cuaternario y que muestra un nivel claramente por encima del nivel en el río, podría presentar un nivel piezométrico más acorde con el existente en los depósitos aluviales en esta zona.

**Depósitos antrópicos (Qr)**

Forman un manto continuo en la zona de estudio con una potencia comprendida entre 1 m y 6 m de espesor. Aparecen recubriendo los depósitos de arenas (Qli), limos-arcillosos de origen eluvial (Qel) y depósitos aluviales del río Pilón (Qa), situándose en algunas zonas de la parte central del trazado directamente encima del substrato jurásico.

Presentan una composición muy heterogénea, constituida por cantos silíceos y carbonatados, por fragmentos y escombros (ladrillos, madera, vidrio, etc.) todo englobado en una matriz areno-limosa. Presentan en general una compacidad baja y una permeabilidad media a localmente elevada.

En general, no existe un nivel freático asociado a estos depósitos en la zona de estudio, situándose normalmente éste por debajo de la base de esta unidad. No obstante, los niveles más elevados medidos en el Pz-4, así como en otros sondeos situados al este de la traza (S-3 y S-8), se sitúan por encima del muro de esta unidad, lo que permite considerar la existencia de un cierto flujo subterráneo asociado a esta unidad en ciertas épocas especialmente húmedas, o que podría originarse como consecuencia del efecto barrera de la estación.

### *4.1.2. Acuífero jurásico*

Esta formado por calizas dolomíticas (Qcd), dolomías (Qd), lutitas margosas (Jlm) y brechas (Jlb).

**Calizas dolomíticas (Jcd)**

En general, se trata de micritas con distintos grados de cristalización y en la mayoría de los casos aparecen laminadas milimétricamente debido a la intercalación de niveles limoso oscuros y niveles calcáreos claros.

Presenta un buzamiento de aproximadamente 7-10º hacia el norte y un grado de alteración variable, más elevado hacia la superficie. Los sondeos realizados han revelado la existencia de cavidades kársticas en esta formación, aunque fuera de la traza de estudio.

Este término constituye un nivel continuo de 2-4 m de potencia en la zona más profunda del área investigada por los sondeos de la traza, así como un nivel más delgado, de apenas 1 m de potencia, en la zona superficial del macizo jurásico entre los sondeos SJ-11 y SJ-12.

Los ensayos y las pruebas de permeabilidad realizados en esta unidad indica una permeabilidad media-alta, pudiéndose hablar de acuíferos de regulares a buenos. Se considera una vulnerabilidad a la contaminación alta a muy alta, aunque de algún modo protegida por los depósitos de lutitas margosas (Jlm) intercalados en la serie.

**Dolomías (Jd)**

Aparece, en general, hacia muro de la serie jurásica y en la zona de la traza es el nivel calcáreo predominante. Presenta una textura de grano fino y colores grises oscuros violáceos a ocres amarillentos, que pasan a anaranjados por alteración.

Presenta un grado de alteración y fracturación elevados, dando lugar, a veces, a brechas con matriz margo-limosa. Su grado de karstificación es siempre menor que en los términos calizos. Cuando alcanza grados de alteración entre V y VI se comporta como un suelo de granulometría variable de arena a arcilla. La permeabilidad de los términos más alterados varia en función de la granulometría, de muy baja, en los términos más arcillosos, a elevada o muy elevada en los términos más arenosos.

Cuando presenta grados de alteración inferiores a V se comporta como un macizo rocoso con una permeabilidad variable, en función del grado de fracturación y, en menor medida, en función del grado de karstificación.

Los ensayos de bombeo realizados en esta unidad indican una permeabilidad media-alta, con una potencialidad acuífera bastante importante. La vulnerabilidad a la contaminación de esta unidad dependerá del grado de fracturación y/o karstificación del macizo rocoso y de la granulometría en los términos más alterados, aunque visto los valores de permeabilidad obtenidos en los distintos ensayos, se considera en general elevada.

Esta unidad al igual que la anterior presenta un nivel piezométrico asociado, pudiéndose distinguir dos niveles acuíferos diferenciados entre los sondeos y piezómetros perforados en la parte inicial y final de la traza, que corresponden, respectivamente, a los términos calcáreos más profundos y someros del macizo jurásico investigado.

**Margas limo-arcillosas (Jlm)**

Predominan en la serie jurásica y están constituidas por lutitas margosas a algo arenosas, de tonos grises oscuros a algo azuladas, apareciendo también términos de margas arcillosas. En ocasiones, presenta pequeños niveles calcáreos de poca entidad, pero con una elevada fracturación y karstificación.

Se comportan como un suelo de consistencia elevada y de permeabilidad en general baja, típicas de un limo, aunque en los ensayos se han obtenido valores más elevados, incluso comparables a los de los términos calizos.

Esta unidad es mayoritaria en el macizo jurásico presente en la zona de estudio, alcanzando una abundancia relativa algo superior al de las dos unidades anteriores juntas. Aparece formando paquetes de espesor variable entre 1 m y 10 m entre los términos calcáreos, confiriendo un carácter multicapa al acuífero jurásico.

La vulnerabilidad de esta formación es en general reducida, al igual que la permeabilidad. No obstante, no se descarta una cierta circulación subterránea asociado a los niveles granulométricos más gruesos y a los niveles calcáreos intercalados. Este litotipo constituyen dentro del acuífero multicapa los niveles de acuitardos, incluso acuicludos, que aíslan los niveles calcáreos intercalados de la llegada de posibles contaminantes desde la superficie del terreno.

Los sondeos perforados en esta unidad están ranurados también en los niveles más calcáreos, y los piezómetros y pozos de la campaña del proyecto de la estación sitúan sus tramos filtrantes preferentemente en los niveles calcáreos, de modo que no se puede asegurar ni descartar la existencia de un nivel piezométrico asociado a estos materiales. No obstante, es de esperar un nivel piezométrico asociado a esta unidad así como una cierta circulación subterránea, visto el grado de fracturación y alteración observado, junto a los elevados valores de permeabilidad obtenidos en algunos ensayos realizados sobre esta litología.

**Brechas (Jlb)**

Están compuestas por arenas y gravas angulosas de naturaleza caliza y dolomítica, englobadas en una matriz limo-margosa o arcillo-margosa de colores gris oscuro a ocres claros en los términos alterados. Presenta una distribución irregular y su origen se relaciona con brechas intraformacionales por disolución y colapso, o con el efecto tectónico de pequeñas fracturas.

Son muy abundantes en la zona de estudio, coexistiendo en mayor o menor medida con el resto de litotipos. Presentan por lo general una consistencia baja debido a su alto grado de alteración.

Se esperan valores de permeabilidad medios-bajos, aunque no se descarta valores más elevados asociados a los términos más lavados con matriz más escasa. Al igual que en la unidad anterior es bastante probable la existencia de un cierto flujo subterráneo, aunque en general limitado. Se espera una vulnerabilidad a la contaminación de media a baja.

## 4.2. Parámetros hidráulicos

Para la determinación de los parámetros hidráulicos de los materiales afectados, se ha contado con un total de 130 ensayos Lugeon, 35 ensayos Lefranc, 10 ensayos Gilg-Gavard, 1 ensayo en CPTU, 1 ensayo de infiltración y 10 ensayos de bombeo. Se presenta a continuación los resultados obtenidos, y al final del aparatado una síntesis de los valores para cada una de las litologías afectadas por la traza del estudio

### *4.2.1. Ensayos en sondeo*

De las pruebas realizadas en sondeos, 8 fueron realizadas en la campaña del proyecto de la estación, mientras que el resto pertenecen a otras campañas realizadas en la misma zona de estudio, o en zonas próximas que por semejanza de las litologías ensayadas sus resultados son extrapolables.

Los valores de permeabilidad obtenidos presentan una gran variabilidad, desde valores nulos pertenecientes a terrenos prácticamente impermeables, hasta valores tan altos que fue imposible realizar los ensayo con éxito: en el caso de los ensayos de tipo Lefranc fue imposible elevar el nivel del agua dentro del sondo, y en el caso de los ensayos Lugeon no se pudo elevar la presión del tramo probado. En otras ocasiones, el terreno en las paredes del sondeo se presentaba tan fracturado y/o alterado que no se consiguió aislar el tramo con los obturadores, expulsándose el agua por la boca del sondeo durante los ensayos Lugeon. A continuación se presentan los resultados obtenidos

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S-1 | Lugeon | 28,00 | 30,20 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-2 | Lugeon | 28,00 | 29,90 | Jlm-Jlb | margas-brechas | admite todo el caudal |
| S-2 | Lugeon | 27,00 | 29,90 | Jlm-Jlb | margas-brechas | admite todo el caudal |
| S-2 | Lugeon | 28,90 | 29,90 | Jlm-Jlb | margas-brechas | admite todo el caudal |
| S-3 | Lugeon | 25,00 | 29,06 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-4 | Lugeon | 24,80 | 27,85 | Jcd | calizas | admite todo el caudal |
| S-5 | Lugeon | 25,00 | 26,60 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-6 | Lugeon | 27,00 | 28,70 | Jlb | brechas | asciende el agua |
| S-6 | Lugeon | 25,10 | 28,70 | Jlb | brechas | admite todo el caudal |
| S-7 | Lugeon | 23,60 | 25,00 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-8 | Lugeon | 25,00 | 26,50 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-9 | Lugeon | 26,00 | 27,70 | Jd | dolomías | admite todo el caudal |
| S-10 | Lugeon | 25,15 | 27,00 | Jd | dolomías | admite todo el caudal |
| S-12 | Lugeon | 25,00 | 29,25 | Jd | dolomías | 1,3E-06 |
| S-14 | Lugeon | 26,30 | 27,55 | Jd | dolomías | admite todo el caudal |
| S-14 | Lugeon | 29,60 | 30,60 | Jd | dolomías | 1,0E-07 |
| S-15 | Lugeon | 28,25 | 29,35 | Jd-Jcd | dolomías-calizas | admite todo el caudal |
| S-15 | Lugeon | 26,50 | 29,35 | Jd-Jcd | dolomías-calizas | admite todo el caudal |
| S-16 | Lugeon | 26,50 | 29,20 | Jcd | calizas | admite todo el caudal |
| S-16 | Lugeon | 28,00 | 29,20 | Jcd | calizas | admite todo el caudal |
| S-17 | Lugeon | 26,50 | 28,20 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-18 | Lugeon | 30,00 | 32,10 | Jlm | margas | admite todo el caudal |
| S-18 | Lugeon | 31,00 | 32,10 | Jlm | margas | admite todo el caudal |
| S-19 | Lugeon | 35,00 | 37,00 | Jlm | margas | 4,2E-08 |
| S-20 | Lugeon | 26,50 | 27,65 | Jlm | margas | 3,0E-06 |

*Tabla 4.1. Resultados obtenidos en los ensayos Lugeon, Lefranc y Gilg-Gavard realizados en sondeos*

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S-22 | Lugeon | 27,60 | 30,30 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-23 | Lugeon | 25,50 | 27,75 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-24 | Lugeon | 28,30 | 29,80 | Jlm | margas | admite todo el caudal |
| S-25 | Lugeon | 30,80 | 32,30 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-25 | Lugeon | 31,30 | 32,30 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-25 | Lugeon | 33,50 | 35,00 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-25 | Lugeon | 34,00 | 35,00 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-26 | Lugeon | 28,50 | 30,00 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-27 | Lugeon | 29,50 | 31,00 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-27 | Lugeon | 30,00 | 31,00 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-27 | Lugeon | 34,00 | 35,00 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-28 | Lugeon | 25,35 | 27,65 | Jcd-Jlm | calizas-margas | asciende el agua |
| S-29 | Lugeon | 27,00 | 28,10 | Jlb | brechas | asciende el agua |
| S-30 | Lugeon | 28,30 | 30,30 | Jlb-Jcd | brechas-calizas | 9,7E-07 |
| S-31 | Lugeon | 27,60 | 29,65 | Jlm | margas | 1,7E-06 |
| S-1 | Lefranc | 9,00 | 11,30 | Jlm-Jlb | margas-brechas | 2,3E-05 |
| S-2 | Lefranc | 6,00 | 8,10 | Jlm | margas | impermeable |
| S-2 | Lefranc | 18,20 | 29,90 | Jlm | margas | no se consigue llenar |
| S-5 | Lefranc | 3,87 | 4,70 | Qa | fangos | impermeable |
| S-6 | Lefranc | 3,10 | 6,35 | Jlb | brechas | impermeable |
| S-7 | Lefranc | 6,00 | 7,50 | Qli | arenas | impermeable |
| S-9 | Lefranc | 3,10 | 6,50 | Qa-Qel | fangos-arcillas | 4,8E-05 |
| S-9 | Lefranc | 5,10 | 9,00 | Jlb-Jlm | brechas-margas | 3,7E-06 |
| S-11 | Lefranc | 3,20 | 4,50 | Jlm | margas | no se consigue llenar |
| S-12 | Lefranc | 4,50 | 6,00 | Jlb | brechas | 1,8E-06 |
| S-13 | Lefranc | 3,00 | 4,70 | Jlm | margas | impermeable |
| S-14 | Lefranc | 4,10 | 4,50 | Jd | dolomías | 2,8E-05 |
| S-15 | Lefranc | 7,00 | 9,20 | Qli | arenas | 4,8E-05 |
| S-16 | Lefranc | 10,60 | 13,60 | Qli | arenas | 1,0E-05 |
| S-16 | Lefranc | 6,60 | 10,00 | Qli | arenas | no se consigue llenar |
| S-17 | Lefranc | 3,00 | 6,50 | Jlm | margas | 2,9E-07 |
| S-18 | Lefranc | 3,10 | 4,80 | Qli | arenas | 6,7E-05 |
| S-19 | Lefranc | 6,00 | 7,40 | Qli-Qa | arenas-turbas | 2,2E-05 |
| S-19 | Lefranc | 3,10 | 6,00 | Qli | arenas | no se consigue llenar |
| S-20 | Lefranc | 3,75 | 4,25 | Qa | turbas | impermeable |
| S-21 | Lefranc | 30,00 | 35,00 | Jlm-Jd-Jcd | margas-dolomías-calizas | 3,4E-05 |
| S-21 | Lefranc | 9,00 | 10,00 | Qli | arenas | impermeable |
| S-22 | Lefranc | 3,00 | 6,00 | Qel | arcillas | impermeable |
| S-24 | Lefranc | 3,20 | 5,00 | Qel | arcillas | impermeable |
| S-25 | Lefranc | 3,70 | 4,80 | Qel | arcillas | impermeable |
| S-26 | Lefranc | 15,00 | 30,00 | Jd-Jlm-Jcd | dolomías-margas-calizas | 3,6E-06 |
| S-26 | Lefranc | 3,80 | 5,00 | Qel | arcillas | impermeable |
| S-27 | Lefranc | 3,40 | 4,90 | Qel | arcillas | impermeable |
| S-28 | Lefranc | 3,00 | 6,35 | Qe-Jlm | arcillas-margas | 4,9E-07 |
| S-30 | Lefranc | 9,00 | 13,60 | Jd-Jcd | dolomías-calizas | 4,3E-05 |
| S-31 | Lefranc | 7,00 | 8,20 | Qa | turbas | impermeable |
| SC-1 | Lugeon | 12,50 | 16,50 | Jlm | margas | 2,2E-05 |
| SC-1 | Lugeon | 19,00 | 23,40 | Jlm | margas | 1,4E-05 |
| SC-2 | Lugeon | 11,80 | 16,80 | Jlm | margas | 1,2E-05 |
| SC-2 | Lugeon | 25,50 | 28,10 | Jcd | calizas | 1,8E-05 |
| SC-3 | Lugeon | 13,30 | 18,30 | Jlm | margas | 1,7E-05 |
| SC-3 | Lugeon | 23,60 | 28,60 | Jd | dolomías | 1,3E-05 |
| SC-4 | Lugeon | 15,60 | 17,20 | Jlb | brechas | 1,1E-07 |
| SC-4 | Lugeon | 16,60 | 17,20 | Jlb | brechas | 3,3E-06 |
| SC-4 | Lugeon | 21,00 | 22,00 | Jlb | brechas | 4,7E-07 |
| SC-4 | Lugeon | 23,90 | 27,90 | Jlb | brechas | 3,8E-06 |
| SC-4 | Lugeon | 29,00 | 32,00 | Jlb | brechas | 1,1E-06 |
| SC-5 | Lugeon | 13,00 | 16,00 | Jlm | margas | 8,6E-06 |
| SC-5 | Lugeon | 18,00 | 21,00 | Jlm | margas | 7,5E-06 |
| SC-5 | Lugeon | 22,80 | 25,90 | Jlm | margas | 6,5E-06 |
| SC-5 | Lugeon | 27,90 | 30,90 | Jlb | brechas | 5,6E-06 |
| SC-6 | Lugeon | 9,40 | 14,40 | Jlm | margas | 2,2E-05 |
| SC-6 | Lugeon | 20,60 | 25,60 | Jd | dolomías | 1,9E-05 |
| SC-6 | Lugeon | 30,90 | 35,90 | Jlm | margas | 2,0E-05 |
| SC-7 | Lugeon | 14,60 | 19,60 | Jlm | margas | 1,9E-05 |
| SC-7 | Lugeon | 30,00 | 35,00 | Jlb | brechas | 1,4E-05 |

*Tabla 4.1. Resultados obtenidos en los ensayos Lugeon, Lefranc y Gilg-Gavard realizados en sondeos (continuación)*

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SC-8 | Lugeon | 7,50 | 9,00 | Jlm | margas | 2,6E-05 |
| SC-8 | Lugeon | 10,00 | 15,00 | Jlm | margas | 5,1E-06 |
| SC-8 | Lugeon | 15,00 | 16,70 | Jlm | margas | 2,5E-05 |
| SC-8 | Lugeon | 22,00 | 26,70 | Jlm | margas | 4,8E-06 |
| SC-9 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jlm | margas | 8,2E-06 |
| SC-9 | Lugeon | 30,00 | 35,00 | Jlm | margas | 8,6E-06 |
| SC-10 | Lugeon | 24,00 | 29,90 | Jcd | calizas | 8,6E-06 |
| SC-10 | Lugeon | 30,00 | 35,00 | Jcd | calizas | 1,3E-05 |
| SC-11 | Lugeon | 12,00 | 17,50 | Jd | dolomías | 6,4E-06 |
| SC-11 | Lugeon | 21,00 | 26,00 | Jcd | calizas | 1,0E-05 |
| SC-11 | Lugeon | 32,00 | 37,00 | Jlm | margas | 5,1E-06 |
| SC-12 | Lugeon | 4,50 | 6,00 | Jd | dolomías | 1,7E-05 |
| SC-12 | Lugeon | 19,00 | 21,00 | Jcd | calizas | 1,2E-05 |
| SC-12 | Lugeon | 25,00 | 30,00 | Jcd | calizas | 9,3E-06 |
| SC-13 | Lugeon | 18,50 | 23,50 | Jlm | margas | 3,5E-06 |
| SC-13 | Lugeon | 30,00 | 35,00 | Jcd | calizas | 1,1E-05 |
| SC-14 | Lugeon | 10,50 | 15,50 | Jlm | margas | 1,4E-05 |
| SC-14 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jlm | margas | 1,5E-05 |
| SC-14 | Lugeon | 30,00 | 35,10 | Jlm | margas | 1,5E-05 |
| SC-15 | Lugeon | 7,00 | 12,00 | Jlm | margas | 1,7E-06 |
| SC-15 | Lugeon | 15,60 | 20,60 | Jlm | margas | 5,0E-07 |
| SC-15 | Lugeon | 22,60 | 27,60 | Jlm | margas | 5,6E-06 |
| SC-16 | Lugeon | 13,00 | 16,00 | Jlm | margas | 5,4E-05 |
| SC-16 | Lugeon | 24,00 | 30,00 | Jd | dolomías | impermeable |
| SC-17 | Lugeon | 14,00 | 18,50 | Jlm | margas | 9,6E-06 |
| SC-17 | Lugeon | 19,80 | 24,00 | Jlm | margas | 6,5E-06 |
| SC-17 | Lugeon | 24,00 | 28,50 | Jd | dolomías | 5,6E-06 |
| SC-17 | Lugeon | 30,00 | 35,00 | Jlm | margas | 4,3E-06 |
| SC-18 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jlm | margas | 4,6E-05 |
| SC-18 | Lugeon | 25,00 | 30,20 | Jlm | margas | 3,4E-06 |
| SC-18 | Lugeon | 30,20 | 35,00 | Jlm | margas | 8,8E-06 |
| SC-19 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jcd | calizas | 1,6E-05 |
| SC-19 | Lugeon | 26,00 | 31,00 | Jd | dolomías | 2,3E-05 |
| SC-20 | Lugeon | 26,00 | 30,00 | Jlm | margas | impermeable |
| SC-21 | Lugeon | 10,00 | 15,00 | Jlm | margas | 6,8E-06 |
| SC-21 | Lugeon | 15,00 | 20,00 | Jlm | margas | 3,0E-06 |
| SC-21 | Lugeon | 25,00 | 30,00 | Jcd | calizas | 2,7E-05 |
| SC-22 | Lugeon | 10,50 | 15,50 | Jlm | margas | 5,7E-06 |
| SC-22 | Lugeon | 15,50 | 20,50 | Jlm | margas | 4,6E-06 |
| SC-22 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jcd | calizas | 7,3E-06 |
| SC-22 | Lugeon | 25,00 | 30,00 | Jlm | margas | 4,9E-06 |
| SC-24 | Lugeon | 10,50 | 15,50 | Jlm | margas | 4,7E-06 |
| SC-24 | Lugeon | 15,00 | 20,00 | Jlm | margas | 1,4E-05 |
| SC-24 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jd | dolomías | 1,9E-05 |
| SC-24 | Lugeon | 28,50 | 33,00 | Jcd | calizas | 1,4E-05 |
| SC-25 | Lugeon | 10,00 | 15,40 | Qr | antrópico | 1,8E-05 |
| SC-25 | Lugeon | 16,00 | 22,50 | Jlm | margas | 6,5E-05 |
| SC-25 | Lugeon | 24,00 | 30,10 | Jlm | margas | 1,1E-05 |
| SC-26 | Lugeon | 4,00 | 9,00 | Jlm | margas | 3,0E-05 |
| SC-26 | Lugeon | 17,50 | 19,00 | Jcd | calizas | 1,5E-05 |
| SC-26 | Lugeon | 26,00 | 30,00 | Jlm | margas | 4,3E-06 |
| SC-27 | Lugeon | 6,00 | 11,00 | Jlm | margas | 2,3E-06 |
| SC-27 | Lugeon | 16,00 | 21,00 | Jlm | margas | 1,4E-05 |
| SC-27 | Lugeon | 26,00 | 31,00 | Jcd | calizas | 1,6E-05 |
| SC-28 | Lugeon | 15,00 | 19,00 | Jlm | margas | 4,7E-06 |
| SC-29 | Lugeon | 20,00 | 25,80 | Jlm | margas | 1,7E-06 |
| SC-30 | Lugeon | 3,00 | 8,00 | Jlm | margas | 2,5E-05 |
| SC-30 | Lugeon | 10,00 | 14,00 | Jcd | calizas | 2,6E-05 |
| SC-30 | Lugeon | 21,00 | 24,00 | Jcd | calizas | 1,5E-05 |
| SC-30 | Lugeon | 28,00 | 29,60 | Jcd | calizas | 2,0E-05 |
| SC-31 | Lugeon | 8,00 | 13,00 | Jd | dolomías | 1,6E-05 |
| SDT-2' | Lefranc | 11,00 | 14,25 | Jlm | margas | 1,7E-08 |
| SDT-6' | Lefranc | 13,00 | 14,30 | Jlm | margas | 2,4E-07 |
| SDT-2' | Gilg Gavard | 12,00 | 15,00 | Jlm | margas | 1,7E-09 |
| SDT-2' | Gilg Gavard | 21,00 | 21,50 | Jd-Jlm | dolomías-margas | 1,6E-09 |
| SDT-2' | Gilg Gavard | 0,00 | 25,00 | - | todo el sondeo | 2,9E-10 |

*Tabla 4.1. Resultados obtenidos en los ensayos Lugeon, Lefranc y Gilg-Gavard realizados en sondeos (continuación)*

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SDT-1' | Gilg Gavard | 5,00 | 5,40 | Jlm | margas | 4,5E-08 |
| SDT-1' | Gilg Gavard | 15,00 | 17,00 | Jlm | margas | 6,6E-09 |
| SDT-1' | Gilg Gavard | 21,00 | 22,10 | Jd | dolomías | 1,2E-09 |
| SDT-1' | Gilg Gavard | 0,00 | 25,00 | - | todo el sondeo | 1,7E-09 |
| SDT-6' | Gilg Gavard | 6,00 | 7,90 | Jd-Jlm | dolomías-margas | 1,7E-08 |
| SDT-6' | Gilg Gavard | 17,00 | 17,55 | Jlm | margas | 1,8E-08 |
| SDT-6' | Gilg Gavard | 21,00 | 25,00 | Jlm | margas | 5,4E-09 |
| SIG-7 | Lugeon | 15 | 20 | Jlm-Jcd | lutitas-calizas | 3E-06 |
| SIG-7 | Lugeon | 25,5 | 30 | Jcd | calizas dolomíticas | 3E-06 |
| SIG-7 | Lugeon | 32 | 35 | Jlm-Jcd | lutitas-calizas | 5E-06 |
| SJ-8 | Lefranc | 2,8 | 3,85 | Qel-Qr | arcillas-relleno | no se consigue llenar |
| SJ-9 | Lefranc | 5,8 | 7 | Jlm | lutitas margosas | 2,5E-08 |
| SJ-5 | Lugeon | 10 | 15 | Jlm | lutitas margosas | 7,5E-07 |
| SJ-6 | Lugeon | 4,5 | 9,5 | Jlm | lutitas margosas | asciende el agua |
| SJ-7 | Lugeon | 7,9 | 12,9 | Jlm-Jd | lutitas margosas-dolomías | asciende el agua |
| SJ-8 | Lugeon | 10 | 15 | Jlm | lutitas margosas | 8,9E-07 |
| SJ-10 | Lugeon | 8,8 | 13,45 | Jlm | lutitas margosas | asciende el agua |
| SJ-10 | Lugeon | 15 | 21 | Jd-Jlm | dolomías-lutitas margosas | 4,3E-07 |

*Tabla 4.1. Resultados obtenidos en los ensayos Lugeon, Lefranc y Gilg-Gavard realizados en sondeos (continuación)*

### 4.2.2. Ensayos de bombeo

En cuanto a las pruebas en pozos o piezómetros de gran diámetro, en la campaña geotécnica del proyecto del túnel de penetración del FC en Gijón (11) se realizaron 2 ensayos de bombeo y un ensayo de infiltración. Para la realización de los ensayos se utilizaron 2 pozos (400 mm de diámetro de perforación y entubados con tubería de 205 mm de diámetro interior). El pozo P-1 (13,5 m de profundidad) fue perforado tan solo en el acuífero superior y el pozo P-2 (37,0 m de profundidad) fue perforado en el acuífero inferior, aislando el acuífero superior. Para el control piezométrico del acuífero, durante la realización de los ensayos, se construyeron 3 pares de piezómetros, 3 para medir el potencial hidráulico en el acuífero superior y otros tres para medirlo en el acuífero inferior. El objetivo era evaluar la permeabilidad de los dos acuíferos por separado y estudiar la conexión entre ellos. Se realizaron 2 ensayos de bombeo en cada uno de los pozos y un ensayo de infiltración en el pozo P-1. Aunque los pozos ensayados se sitúan al este de la zona de estudio (figura 2.1) se realizaron sobre litologías similares a las presentes en la zona de estudio por lo que sus resultados son extrapolables.

A continuación se presenta un cuadro resumen con los resultados obtenidos en los ensayos de bombeo e infiltración del proyecto, así como el ensayo realizado en un CPTU sobre turbas.

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/seg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| P-1 | Bombeo | 0 | 12,3 | Qli-Qa | arenas-turbas | 2,0E-05 |
| P-2 | Bombeo | 12,6 | 35 | Jcd | calizas | 2,0E-06 |
| P-1 | Infiltración | 0 | 13,5 | Qli-Qa | arenas-turbas | 3,0E-03 |
| CPTU | | | | Qa | turbas | 6,9E-06 |

*Tabla 4.2. Resultados obtenidos en los ensayos de bombeo, infiltración y en CPTU recopilados en el Proyecto del Túnel de penetración del FC en Gijón.*

Durante la campaña hidrogeológica de campo del proyecto de la estación (2) se realizaron un total de 8 ensayos de bombeo: 1 en el PB-1 controlando niveles en el pozo y en los piezómetros satélites, 1 en el PB-2 controlando niveles en el pozo y en los piezómetros satélites, 1 en Pz-24 controlando niveles en el propio piezómetro, en PB-2 y en resto de piezómetros satélites, y 5 ensayos más en los piezómetros fuera de traza Pz-1, Pz-2, Pz-3, Pz-4 y Pz-6.

**PB-1**

El ensayo fue realizado en el pozo PB-1 (270 mm de perforación y 200 mm de entubación) tomando niveles en el propio pozo y en los piezómetros satélites (270 mm de diámetro perforación y 140 mm de diámetro entubación) Pz-11, Pz-12 y Pz-13. El PB-1 fue diseñado para bombear aisladamente un nivel dolomítico (Jd) intercalado entre paquetes lutíticos (Jlm), mientras que los piezómetros Pz-12, Pz-11 y Pz-13 lo fueron para registrar aisladamente el nivel piezométrico en el mismo nivel dolomítico bombeado, en un nivel superior y en un nivel calcáreo inferior, respectivamente, todos ellos separados por paquetes de lutitas margosas. Se pretendía conocer los parámetros hidráulicos de los distintos niveles del acuífero jurásico multicapa, además de analizar la interconexión entre niveles permeables a través de las capas lutíticas semiconfinantes. Todos los piezómetros mostraron una respuesta rápida y comparable entre sí y a lo largo del ensayo, de los que se deduce que existe una buena conexión hidráulica entre niveles calcáreos y que los niveles lutíticos presentan una permeabilidad mayor de la esperada, posiblemente debido a su elevado grado de fracturación.

**PB-2**

El ensayo fue realizado en el pozo PB-2 (270 mm de diámetro perforación y 200 mm de diámetro entubación) tomando niveles en el propio pozo y en los piezómetros satélites (270 mm de diámetro perforación y 140 mm de diámetro entubación) Pz-21, Pz-22, Pz-23 y Pz-24. El PB-2 fue diseñado para bombear aisladamente el acuífero cuaternario (Qli) y el Pz-21 para medir el nivel en el mismo acuífero. Por contra, los piezómetros Pz-22, Pz-23 y Pz-24 fueron diseñados para medir distintos niveles calcáreos del acuífero jurásico multicapa infrayacente bajo el manto cuaternario. El ensayo se realizó a caudal crítico con un volumen de extracción muy reducido debido a que el espesor saturado en el manto de arenas litorales (Qli) era muy limitado, sin que llegará a notar descenso alguno en ninguno de los 4 piezómetros satélites durante el ensayo.

**Pz-24**

Se bombeo el Pz-24, abierto en el nivel calcáreo más profundo cortado por el sondeo SJ-12, y se registro la variación de nivel en los piezómetros Pz-23 y Pz-22, abiertos en el acuífero jurásico aunque en niveles superiores, y en el Pz-21 y PB-2 abiertos en el acuífero cuaternario. Todos los piezómetros notaron el bombeo en mayor o menor medida, lo que indica una buena conexión hidráulica entre los niveles del acuífero jurásico separados por paquetes lutíticos, así como una cierta conexión hidráulica entre el acuífero cuaternario y jurásico al final de la traza.

**Pz-1**

Se bombeo el Pz-1 (270 mm de diámetro de perforación y 140 mm de diámetro de entubación) abierto en el acuífero jurásico y se registro la variación de nivel en el propio piezómetro y en el Pz-1bis, cercano y abierto tan sólo en el manto cuaternario constituido en esta zona por depósitos arcillosos de naturales eluvial y aluvial. El piezómetro Pz-1bis no noto el bombeo de lo que se deduce una total desconexión entre ambos acuíferos en

esta zona de la traza, algo esperable visto la baja permeabilidad de los depósitos eluviales (Qel) y aluviales (Qa).

**Pz-2, Pz-3, Pz-4 y Pz-6**

Se trata de piezómetros (270 mm de diámetro de perforación y 140 mm de diámetro de entubación) situados fuera de traza y abiertos en todos los niveles calcáreos de edad Jurásico que atravesaron. Se pretendía conocer las características permeables del acuífero jurásico en distintos puntos alrededor de la traza, para lo que se bombearon los piezómetros tomando las variaciones de nivel en el propio piezómetro bombeado.

Los valores obtenidos en los ensayos de bombeo son más representativos de la permeabilidad de la zona saturada del acuífero que los obtenidos en los ensayos tipo Lefranc o Lugeon. En los ensayos de bombeo se pone en juego un volumen de acuífero mayor que en caso de las pruebas en sondeo, que afectan a una zona más localizada y que además está algo alterada por la propia perforación. En este sentido, es importante destacar que la realización de ensayos Lefranc en las zonas muy permeables es difícil, debido a la inestabilidad de las paredes del sondeo al levantar la tubería de revestimiento, por lo que en ocasiones el tramo ensayado fue de reducida longitud.

A continuación, en la tabla 4.3, se recogen los resultados de la interpretación de los ensayos de bombeo realizado en la campaña hidrogeológica del proyecto de la estación, recogida en el informe de trabajos de campo y ensayos de la campaña (1). Los valores de transmisividad (T) obtenidos por los diversos métodos de interpretación han sido tomadas del informe, mientras que los valores medios de permeabilidad (K) han sido recalculados a partir de una horquilla de espesores saturados (b) razonables.

| Punto | Unidades | Litología | b (m) [1] | K (m/s) [2] | T media ($m^2$/día) [3] | Jacob en bombeo | | Theis en bombeo | | Jacob en recuperación | Thiem |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | T ($m^2$/día) | S | T ($m^2$/día) | S | T ($m^2$/día) | T ($m^2$/día) |
| Pz-1 | Jcd-Jd | calizas y dolomías | 4,5 - 7 | 2,0E-04 - 3,0E-04 | 118 | 73 | - | 60 | - | 221 | - |
| Pz-2 | Jd-Jlb-Jlm | dolomías margas y brechas | 14 - 15 | 5,9E-05 - 6,3E-05 | 77 | 81 | - | 80 | - | 69 | - |
| Pz-3 | Jd | dolomías muy brechificadas | 0,8 - 5,3 | 2,9E-03 - 1,9E-02 | 1310 | 1317 | - | 1249 | - | 1363 | - |
| Pz-4 | Jd | dolomías | 17 - 19 | 2,4E-06 - 2,7E-06 | 4 | 5 | - | 2 | - | 5 | - |
| Pz-6 | Jd | dolomías | 25,5 - 26 | 1,3E-05 - 1,3E-05 | 29 | 31 | - | 27 | - | 28 | - |
| PB-1 | Jd Jlm-Jlb | dolomías, margas y brechas | 4 - 17 | 6,8E-04 - 2,9E-03 | 1000 | 1265 | - | 169 | - | 1488 | 1076 |
| Pz-11 | | | 4 - 17 | 9,9E-04 - 4,2E-03 | 1456 | 1506 | 0,0012 | 916 | 0,0025 | 1945 | - |
| Pz-12 | | | 4 - 17 | 7,6E-04 - 3,2E-03 | 1114 | 1405 | 0,0015 | 786 | 0,0031 | 1150 | - |
| Pz-13 | | | 4 - 17 | 1,4E-03 - 5,8E-03 | 1993 | 1686 | 0,0013 | 1573 | 0,00078 | 2720 | - |
| PB-2 | Qli | arenas finas | 0,3 - 1 | 1,2E-04 - 4,1E-04 | 11 | 5 | - | 7 | - | 20 | - |
| Pz-22 | Jcd-Jd-Jmb-Jlm | calizas, dolomías, brechas y margas | 5 - 20 | 4,8E-06 - 1,9E-05 | 8 | 9 | 0,0002 | 9 | 0,00013 | 7 | - |
| Pz-23 | | | 3,5 - 20 | 4,6E-06 - 2,6E-05 | 8 | 10 | 0,0001 | 7 | 0,00019 | 7 | - |
| Pz-24 | | | 3,5 - 20 | 7,4E-06 - 4,2E-05 | 13 | 8 | - | 7 | - | 7 | 29 |

[1] intervalo de espesores saturados empleados para el cálculo de la permeabilidad (K)

[2] permeabilidad (K) obtenida a partir del valor medio de transmisividad (T) y el intervalo de espesores saturados (b)

[3] transmisividad media (T) de los distintos métodos de interpretación del ensayo

*Tabla 4.3. Resultados obtenidos en los ensayos de bombeo realizados en la campaña hidrogeológica del proyecto de la estación. Los valores de permeabilidad media (K) han sido recalculados a partir de los valores de transmisividad (T) del el informe de la campaña y del intervalo de espesores saturados (b) señalado en la tabla*

### 4.2.3. Acuífero cuaternario

**Depósitos coluvio-eluviales (Qel)**

Se pueden considerar a efectos prácticos como impermeables, con valores de permeabilidad muy reducidos; 6 de los 5 ensayos realizados resultaron impermeables y tan solo en el sondeo S-28 se obtuvo una permeabilidad algo más elevada (4,9E-07 m/s) debido posiblemente a que en el tramo también se ensayaban lutitas margosas.

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S-22 | Lefranc | 3,00 | 6,00 | Qel | arcillas | impermeable |
| S-24 | Lefranc | 3,20 | 5,00 | Qel | arcillas | impermeable |
| S-25 | Lefranc | 3,70 | 4,80 | Qel | arcillas | impermeable |
| S-26 | Lefranc | 3,80 | 5,00 | Qel | arcillas | impermeable |
| S-27 | Lefranc | 3,40 | 4,90 | Qel | arcillas | impermeable |
| S-28 | Lefranc | 3,00 | 6,35 | Qe-Jlm | arcillas-margas | 4,9E-07 |

*Tabla 4.4. Resultados obtenidos en las pruebas de permeabilidad en sondeo sobre la unidad Qel*

**Arenas litorales - depósitos de playa (Qli)**

Se ha recopilado un total de 8 ensayos de tipo Lefranc para esta litología. En 2 de los ensayos se obtuvo un valor nulo o impermeable y en otros 2 la permeabilidad del terreno fue tan elevada que fue imposible llenar el sondeo. En cuanto a los valores numéricos distintos de cero, se midieron permeabilidades entre 1,0E-05 m/s y 6,7E-05 m/s con un valor medio de 3,7E-05 m/s, valores típicos de una arena fina. Los valores nulos podrían corresponder a zonas con un contenido en finos (turbas y fangos intercalados) muy elevado, y los valores superiores al límite del ensayo podrían correlacionarse con niveles de arenas muy limpias y poco compactas de granulometría gruesa.

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S-7 | Lefranc | 6,00 | 7,50 | Qli | arenas | impermeable |
| S-15 | Lefranc | 7,00 | 9,20 | Qli | arenas | 4,8E-05 |
| S-16 | Lefranc | 10,60 | 13,60 | Qli | arenas | 1,0E-05 |
| S-16 | Lefranc | 6,60 | 10,00 | Qli | arenas | no se consigue llenar |
| S-18 | Lefranc | 3,10 | 4,80 | Qli | arenas | 6,7E-05 |
| S-19 | Lefranc | 3,10 | 6,00 | Qli | arenas | no se consigue llenar |
| S-21 | Lefranc | 9,00 | 10,00 | Qli | arenas | impermeable |
| S-19 | Lefranc | 6,00 | 7,40 | Qli-Qal | arenas-turbas | 2,2E-05 |
| **Valor mínimo: de 1,0E-05 m/s a impermeable** | | | | | | |
| **Valor máximo: de 6,7E-05 m/s a valores superiores al método de ensayo** | | | | | | |
| **Valor medio de los valores medidos: 3,7E-05 m/s** | | | | | | |

*Tabla 4.5. Resultados obtenidos en las pruebas de permeabilidad en sondeo sobre la unidad Qli*

El ensayo de bombeo realizado en la campaña geotécnica del proyecto de túnel de penetración del FC en Gijón (11), indica una permeabilidad para las arenas litorales de 2E-05 m/s (tabla 4.2), valor acorde con los resultados de los ensayos Lefranc. Mientras que el ensayo de bombeo realizado sobre el PB-2 en la campaña hidrogeológica del proyecto de la estación (1), indica cifras entre 1,2E-04 m/s y 4,1E-04 m/s (tabla 4.3), valores más elevados que los anteriores y quizá demasiado elevados para unas arenas finas-medias, por lo que es probable que el régimen crítico bajo el cual se realizo el ensayo haya influido en su interpretación, sobredimensionado en cierto modo los resultados.

Se esperan, en general, valores de permeabilidad media-alta entre 1E-05 m/s y 1E-04 m/s, aunque no se descartan localmente valores más altos asociado a niveles de granulometría más gruesa, y más bajos en las zonas con abundantes intercalaciones de fangos y turbas.

**Aluvial, fangos y turbas (Qa)**

Presenta una permeabilidad muy reducida, pudiéndose considerar en la mayor parte de las ocasiones prácticamente impermeable. Los ensayos presentan valores de permeabilidad nulos (impermeable) en 3 de los 4 ensayos realizados, y un valor de permeabilidad de 4,8E-08 m/s en un tramo mixto de fangos y depósitos eluviales, valor muy poco apropiado para estas litologías. Igualmente, en la campaña geotécnica del proyecto del Túnel de penetración del FC en Gijón (11), se indica un valor de 6.9E-06 m/s para un ensayo realizado en un CPTU sobre turbas, valor poco apropiado para esta unidad que se recomienda tomar con cautela.

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S-5 | Lefranc | 3,87 | 4,70 | Qa | fangos | impermeable |
| S-20 | Lefranc | 3,75 | 4,25 | Qa | turbas | impermeable |
| S-31 | Lefranc | 7,00 | 8,20 | Qa | turbas | impermeable |
| S-9 | Lefranc | 3,10 | 6,50 | Qa-Qel | fangos-arcillas | 4,8E-05 |

*Tabla 4.6. Resultados obtenidos en las pruebas de permeabilidad en sondeo sobre la unidad Qa*

**Depósitos antrópicos (Qr)**

Se dispone de dos ensayos en sondeos, uno con una permeabilidad de 1,8E-5 m/s en un terraplén de naturaleza arenosa y otro en el que no se consiguió llenar el sondeo debido a su alta permeabilidad. En general, en los depósitos antrópicos, la permeabilidad varía en función de la granulometría y el grado de compacidad del relleno, siendo en general los valores de permeabilidad elevados.

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SC-25 | Lugeon | 10,00 | 15,40 | Qr | antrópico | 1,8E-05 |
| SJ-8 | Lefranc | 2,8 | 3,85 | Qel-Qr | arcillas-relleno | no se consigue llenar |

*Tabla 4.7. Resultados obtenidos en las pruebas de permeabilidad en sondeo sobre la unidad Qr*

### 4.2.4. *Acuífero jurásico*

**Calizas dolomíticas (Jcd)**

Se han recopilado un total de 21 ensayos Lugeon con valores de permeabilidad que varían entre 3,0E-06 m/s y 2,7E-05 m/s, y un valor medio de 1,4E-05 m/s. No obstante, en 3 de los 21 ensayos no fue posible aumentar la presión en el tramo probado debido, posiblemente, a una elevada fracturación y/o karstificación de macizo rocoso. En el S-28 se realizó un ensayo Lugeon en un tramo mixto constituido por margas y calizas, resultando fallido el ensayo a no poder aislar adecuadamente el tramo debido a la alta fracturación del macizo.

El ensayo de bombeo realizado en la campaña geotécnica del proyecto del túnel de penetración del FC en Gijón (11) sobre el acuífero jurasico, indican una permeabilidad de 2E-06 m/s (tabla 4.2) para un acuífero constituido principalmente por calizas dolomíticas, comparable con los valores más bajos obtenidos en los ensayos Lugeon.

Los ensayos de bombeo realizados en el Pz-1 y Pz-24 en la campaña hidrogeológica del proyecto de la estación, sobre litologías de la unidad Jcd, indican valores entre 3E-04 m/s y 4.6E-06 m/s (tabla 4.3) congruentes con los resultados de los ensayos Lugeon, aunque con valores máximos más elevados.

Se esperan un macizo rocoso con una permeabilidad variable entre 2E-06 m/s y 3E-04 m/s, aunque no se descarta la aparición de valores más elevados asociados a zonas más fracturadas y/o karstificadas, al igual que valores más reducidos donde el macizo rocoso se presenta más sano.

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S-4 | Lugeon | 24,80 | 27,85 | Jcd | calizas | admite todo el caudal |
| S-16 | Lugeon | 26,50 | 29,20 | Jcd | calizas | admite todo el caudal |
| S-16 | Lugeon | 28,00 | 29,20 | Jcd | calizas | admite todo el caudal |
| SC-2 | Lugeon | 25,50 | 28,10 | Jcd | calizas | 1,8E-05 |
| SC-10 | Lugeon | 24,00 | 29,90 | Jcd | calizas | 8,6E-06 |
| SC-10 | Lugeon | 30,00 | 35,00 | Jcd | calizas | 1,3E-05 |
| SC-11 | Lugeon | 21,00 | 26,00 | Jcd | calizas | 1,0E-05 |
| SC-12 | Lugeon | 19,00 | 21,00 | Jcd | calizas | 1,2E-05 |
| SC-12 | Lugeon | 25,00 | 30,00 | Jcd | calizas | 9,3E-06 |
| SC-13 | Lugeon | 30,00 | 35,00 | Jcd | calizas | 1,1E-05 |
| SC-19 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jcd | calizas | 1,6E-05 |
| SC-21 | Lugeon | 25,00 | 30,00 | Jcd | calizas | 2,7E-05 |
| SC-22 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jcd | calizas | 7,3E-06 |
| SC-24 | Lugeon | 28,50 | 33,00 | Jcd | calizas | 1,4E-05 |
| SC-26 | Lugeon | 17,50 | 19,00 | Jcd | calizas | 1,5E-05 |
| SC-27 | Lugeon | 26,00 | 31,00 | Jcd | calizas | 1,6E-05 |
| SC-30 | Lugeon | 10,00 | 14,00 | Jcd | calizas | 2,6E-05 |
| SC-30 | Lugeon | 21,00 | 24,00 | Jcd | calizas | 1,5E-05 |
| SC-30 | Lugeon | 28,00 | 29,60 | Jcd | calizas | 2,0E-05 |
| SIG-7 | Lugeon | 25,5 | 30 | Jcd | calizas dolomíticas | 3E-06 |
| S-28 | Lugeon | 25,35 | 27,65 | Jcd-Jlm | calizas-margas | asciende el agua |
| **Valor mínimo: de 3,0E-06 m/s** | | | | | | |
| **Valor máximo: de 2,7E-05 m/s a valores superiores al método de ensayo** | | | | | | |
| **Valor medio de los valores medidos: 1,4E-05 m/s** | | | | | | |

*Tabla 4.8. Resultados obtenidos en las pruebas de permeabilidad en sondeo sobre la unidad Jcd*

**Dolomías (Jd)**

En general presentan un grado de karstificación menor que las calizas aunque los valores de permeabilidad obtenidos son parecidos. Los valores de permeabilidad varían entre prácticamente impermeable y valores por encima del método de ensayo, habiéndose obtenido un valor medio de los valores medidos de 1,1E-05 m/s y un valor máximo de 4.3E-05 m/s.

En 8 de los 31 ensayos no se pudo obturar correctamente el tramo ensayado debido a la fracturación del macizo, ascendiendo el agua hasta la boca del sondeo. Un ensayo resultó impermeable y en 5 ensayos no se pudo elevar la presión del tramo ensayado debido a la alta permeabilidad del tramo probado.

Los ensayos de bombeo de la campaña hidrogeológica del proyecto de la estación indican valores de permeabilidad entre 1,9E-02 m/s y 2,4E-06 m/s (tabla 4.3), siendo más correcto considerar un valor máximo de 2,9E-03 m/s para el ensayo realizado en el Pz-3 sobre un macizo muy brechificado, ya que es bastante probable que el flujo de agua hacia el piezómetro procediera de un tramo de 5,3 m de espesor.

Se espera, pues una permeabilidad muy variable desde valores prácticamente nulos o impermeables, en zonas de roca sana, hasta valores en torno a 3E-03 m/s, incluso

superiores en zonas intensamente brechificadas. Los valores medios de permeabilidad se situarían entre 1E-4 y 1E-5 m/s.

A continuación se presenta una tabla con los valores de los ensayos

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S-3 | Lugeon | 25,00 | 29,06 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-5 | Lugeon | 25,00 | 26,60 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-9 | Lugeon | 26,00 | 27,70 | Jd | dolomías | admite todo el caudal |
| S-10 | Lugeon | 25,15 | 27,00 | Jd | dolomías | admite todo el caudal |
| S-12 | Lugeon | 25,00 | 29,25 | Jd | dolomías | 1,3E-06 |
| S-14 | Lugeon | 26,30 | 27,55 | Jd | dolomías | admite todo el caudal |
| S-14 | Lugeon | 29,60 | 30,60 | Jd | dolomías | 1,0E-07 |
| S-17 | Lugeon | 26,50 | 28,20 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-23 | Lugeon | 25,50 | 27,75 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-26 | Lugeon | 28,50 | 30,00 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-27 | Lugeon | 29,50 | 31,00 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-27 | Lugeon | 30,00 | 31,00 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-27 | Lugeon | 34,00 | 35,00 | Jd | dolomías | asciende el agua |
| S-14 | Lefranc | 4,10 | 4,50 | Jd | dolomías | 2,8E-05 |
| SC-3 | Lugeon | 23,60 | 28,60 | Jd | dolomías | 1,3E-05 |
| SC-6 | Lugeon | 20,60 | 25,60 | Jd | dolomías | 1,9E-05 |
| SC-11 | Lugeon | 12,00 | 17,50 | Jd | dolomías | 6,4E-06 |
| SC-12 | Lugeon | 4,50 | 6,00 | Jd | dolomías | 1,7E-05 |
| SC-16 | Lugeon | 24,00 | 30,00 | Jd | dolomías | impermeable |
| SC-17 | Lugeon | 24,00 | 28,50 | Jd | dolomías | 5,6E-06 |
| SC-19 | Lugeon | 26,00 | 31,00 | Jd | dolomías | 2,3E-05 |
| SC-24 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jd | dolomías | 1,9E-05 |
| SC-31 | Lugeon | 8,00 | 13,00 | Jd | dolomías | 1,6E-05 |
| SDT-1' | Gilg Gavard | 21,00 | 22,10 | Jd | dolomías | 1,2E-09 |
| S-15 | Lugeon | 28,25 | 29,35 | Jd-Jcd | dolomías-calizas | admite todo el caudal |
| S-15 | Lugeon | 26,50 | 29,35 | Jd-Jcd | dolomías-calizas | admite todo el caudal |
| S-30 | Lefranc | 9,00 | 13,60 | Jd-Jcd | dolomías-calizas | 4,3E-05 |
| SDT-2' | Gilg Gavard | 21,00 | 21,50 | Jd-Jlm | dolomías-margas | 1,6E-09 |
| SDT-6' | Gilg Gavard | 6,00 | 7,90 | Jd-Jlm | dolomías-margas | 1,7E-08 |
| SJ-10 | Lugeon | 15 | 21 | Jd-Jlm | dolomías-lutitas margosas | 4,3E-07 |
| S-26 | Lefranc | 15,00 | 30,00 | Jd-Jlm-Jcd | dolomías-margas-calizas | 3,6E-06 |
| **Valor mínimo: de 1,2E-09 m/s a impermeable** | | | | | | |
| **Valor máximo: de 4,3E-05 m/s a valores superiores al método de ensayo** | | | | | | |
| **Valor medio de los valores medidos: 1,1E-05 m/s** | | | | | | |

*Tabla 4.9. Resultados obtenidos en las pruebas de permeabilidad en sondeo sobre la unidad Jd*

**Margas limo-arcillosas (Jlm)**

Los valores de permeabilidad recopilados varían entre prácticamente impermeables hasta valores por encima del límite del tipo de ensayos realizados. Los valores medidos por encima de cero, varían entre 1,7E-09 m/s y 6,5E-05 m/s, es decir entre valores de un acuitardo y valores de un acuífero de regular a bueno. El valor medio, al igual que ocurría en las calizas y las dolomías, se sitúa en torno a 1E-05 m/s. En 5 ocasiones la permeabilidad del terreno superaba el límite del ensayo y en 3 ocasiones el resultado fue cero o impermeable.

No se dispone de ensayos de bombeo realizados en esta litología de modo independiente, aunque visto la respuesta de los piezómetros satélites en los ensayos de bombeo en PB-1 y Pz24, parece que existe una conexión hidráulica mayor de esperado a través de los tramos de lutitas margosas (Jlm), algo que corroboraría en cierto modo los altos valores de permeabilidad que se recogen en la tabla siguiente.

Parece pues que las margas presentan una permeabilidad mayor de lo esperado, si bien parece lógico pensar en permeabilidades medias en torno a 1E-07 m/s 1E-08 m/s propias de un acuitardo, sin descartar valores tanto superiores como inferiores.

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S-1 | Lugeon | 28,00 | 30,20 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-7 | Lugeon | 23,60 | 25,00 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-8 | Lugeon | 25,00 | 26,50 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-18 | Lugeon | 30,00 | 32,10 | Jlm | margas | admite todo el caudal |
| S-18 | Lugeon | 31,00 | 32,10 | Jlm | margas | admite todo el caudal |
| S-19 | Lugeon | 35,00 | 37,00 | Jlm | margas | 4,2E-08 |
| S-20 | Lugeon | 26,50 | 27,65 | Jlm | margas | 3,0E-06 |
| S-22 | Lugeon | 27,60 | 30,30 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-24 | Lugeon | 28,30 | 29,80 | Jlm | margas | admite todo el caudal |
| S-25 | Lugeon | 30,80 | 32,30 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-25 | Lugeon | 31,30 | 32,30 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-25 | Lugeon | 33,50 | 35,00 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-25 | Lugeon | 34,00 | 35,00 | Jlm | margas | asciende el agua |
| S-31 | Lugeon | 27,60 | 29,65 | Jlm | margas | 1,7E-06 |
| S-2 | Lefranc | 6,00 | 8,10 | Jlm | margas | impermeable |
| S-2 | Lefranc | 18,20 | 29,90 | Jlm | margas | no se consigue llenar |
| S-11 | Lefranc | 3,20 | 4,50 | Jlm | margas | no se consigue llenar |
| S-13 | Lefranc | 3,00 | 4,70 | Jlm | margas | impermeable |
| S-17 | Lefranc | 3,00 | 6,50 | Jlm | margas | 2,9E-07 |
| SC-1 | Lugeon | 12,50 | 16,50 | Jlm | margas | 2,2E-05 |
| SC-1 | Lugeon | 19,00 | 23,40 | Jlm | margas | 1,4E-05 |
| SC-2 | Lugeon | 11,80 | 16,80 | Jlm | margas | 1,2E-05 |
| SC-3 | Lugeon | 13,30 | 18,30 | Jlm | margas | 1,7E-05 |
| SC-5 | Lugeon | 13,00 | 16,00 | Jlm | margas | 8,6E-06 |
| SC-5 | Lugeon | 18,00 | 21,00 | Jlm | margas | 7,5E-06 |
| SC-5 | Lugeon | 22,80 | 25,90 | Jlm | margas | 6,5E-06 |
| SC-6 | Lugeon | 9,40 | 14,40 | Jlm | margas | 2,2E-05 |
| SC-6 | Lugeon | 30,90 | 35,90 | Jlm | margas | 2,0E-05 |
| SC-7 | Lugeon | 14,60 | 19,60 | Jlm | margas | 1,9E-05 |
| SC-8 | Lugeon | 7,50 | 9,00 | Jlm | margas | 2,6E-05 |
| SC-8 | Lugeon | 10,00 | 15,00 | Jlm | margas | 5,1E-06 |
| SC-8 | Lugeon | 15,00 | 16,70 | Jlm | margas | 2,5E-05 |
| SC-8 | Lugeon | 22,00 | 26,70 | Jlm | margas | 4,8E-06 |
| SC-9 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jlm | margas | 8,2E-06 |
| SC-9 | Lugeon | 30,00 | 35,00 | Jlm | margas | 8,6E-06 |
| SC-11 | Lugeon | 32,00 | 37,00 | Jlm | margas | 5,1E-06 |
| SC-13 | Lugeon | 18,50 | 23,50 | Jlm | margas | 3,5E-06 |
| SC-14 | Lugeon | 10,50 | 15,50 | Jlm | margas | 1,4E-05 |
| SC-14 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jlm | margas | 1,5E-05 |
| SC-14 | Lugeon | 30,00 | 35,10 | Jlm | margas | 1,5E-05 |
| SC-15 | Lugeon | 7,00 | 12,00 | Jlm | margas | 1,7E-06 |
| SC-15 | Lugeon | 15,60 | 20,60 | Jlm | margas | 5,0E-07 |
| SC-15 | Lugeon | 22,60 | 27,60 | Jlm | margas | 5,6E-06 |

*Tabla 4.10. Resultados obtenidos en las pruebas de permeabilidad en sondeo sobre la unidad Jlm*

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SC-16 | Lugeon | 13,00 | 16,00 | Jlm | margas | 5,4E-05 |
| SC-17 | Lugeon | 14,00 | 18,50 | Jlm | margas | 9,6E-06 |
| SC-17 | Lugeon | 19,80 | 24,00 | Jlm | margas | 6,5E-06 |
| SC-17 | Lugeon | 30,00 | 35,00 | Jlm | margas | 4,3E-06 |
| SC-18 | Lugeon | 20,00 | 25,00 | Jlm | margas | 4,6E-05 |
| SC-18 | Lugeon | 25,00 | 30,20 | Jlm | margas | 3,4E-06 |
| SC-18 | Lugeon | 30,20 | 35,00 | Jlm | margas | 8,8E-06 |
| SC-20 | Lugeon | 26,00 | 30,00 | Jlm | margas | impermeable |
| SC-21 | Lugeon | 10,00 | 15,00 | Jlm | margas | 6,8E-06 |
| SC-21 | Lugeon | 15,00 | 20,00 | Jlm | margas | 3,0E-06 |
| SC-22 | Lugeon | 10,50 | 15,50 | Jlm | margas | 5,7E-06 |
| SC-22 | Lugeon | 15,50 | 20,50 | Jlm | margas | 4,6E-06 |
| SC-22 | Lugeon | 25,00 | 30,00 | Jlm | margas | 4,9E-06 |
| SC-24 | Lugeon | 10,50 | 15,50 | Jlm | margas | 4,7E-06 |
| SC-24 | Lugeon | 15,00 | 20,00 | Jlm | margas | 1,4E-05 |
| SC-25 | Lugeon | 16,00 | 22,50 | Jlm | margas | 6,5E-05 |
| SC-25 | Lugeon | 24,00 | 30,10 | Jlm | margas | 1,1E-05 |
| SC-26 | Lugeon | 4,00 | 9,00 | Jlm | margas | 3,0E-05 |
| SC-26 | Lugeon | 26,00 | 30,00 | Jlm | margas | 4,3E-06 |
| SC-27 | Lugeon | 6,00 | 11,00 | Jlm | margas | 2,3E-06 |
| SC-27 | Lugeon | 16,00 | 21,00 | Jlm | margas | 1,4E-05 |
| SC-28 | Lugeon | 15,00 | 19,00 | Jlm | margas | 4,7E-06 |
| SC-29 | Lugeon | 20,00 | 25,80 | Jlm | margas | 1,7E-06 |
| SC-30 | Lugeon | 3,00 | 8,00 | Jlm | margas | 2,5E-05 |
| SDT-2' | Lefranc | 11,00 | 14,25 | Jlm | margas | 1,7E-08 |
| SDT-6' | Lefranc | 13,00 | 14,30 | Jlm | margas | 2,4E-07 |
| SDT-2' | Gilg Gavard | 12,00 | 15,00 | Jlm | margas | 1,7E-09 |
| SDT-1' | Gilg Gavard | 5,00 | 5,40 | Jlm | margas | 4,5E-08 |
| SDT-1' | Gilg Gavard | 15,00 | 17,00 | Jlm | margas | 6,6E-09 |
| SDT-6' | Gilg Gavard | 17,00 | 17,55 | Jlm | margas | 1,8E-08 |
| SDT-6' | Gilg Gavard | 21,00 | 25,00 | Jlm | margas | 5,4E-09 |
| SJ-9 | Lefranc | 5,8 | 7 | Jlm | lutitas margosas | 2,5E-08 |
| SJ-5 | Lugeon | 10 | 15 | Jlm | lutitas margosas | 7,5E-07 |
| SJ-6 | Lugeon | 4,5 | 9,5 | Jlm | lutitas margosas | asciende el agua |
| SJ-8 | Lugeon | 10 | 15 | Jlm | lutitas margosas | 8,9E-07 |
| SJ-10 | Lugeon | 8,8 | 13,45 | Jlm | lutitas margosas | asciende el agua |
| **Valor mínimo: de 1,7E-09 m/s a impermeable** | | | | | | |
| **Valor máximo: de 6,5E-05 m/s a valores superiores al método de ensayo** | | | | | | |
| **Valor medio de los valores medidos: 1,0E-05 m/s** | | | | | | |

*Tabla 4.10. Resultados obtenidos en las pruebas de permeabilidad en sondeo sobre la unidad Jlm (continuación)*

**Brechas (Jlb)**

Presentan, en general, valores de permeabilidad menores que el resto de litologías jurásicas. Los valores de permeabilidad oscilan entre valores prácticamente impermeables hasta valores superiores al método de ensayo. Los valores numéricos obtenidos, superiores a cero, oscilan entre 1,1E-07 m/s y 1,4E-05 m/s con un valor medio en torno a 3,5E-06 m/s.

Se trata de una unidad muy variable que unifica brechas de distinto origen (tectónico e intraformacional) y con una matriz de naturaleza y granulometría variable, así como los valores de permeabilidad esperables. No obstante se considera, a priori más permeables que la unidad anterior (Jlm), siendo probable que una gran parte de los valores máximos de la tabla 4.10 correspondan a tramos donde las lutitas presentaban un cierto carácter brechoide. A continuación, en la tabla 4.11 se recogen los valores de las pruebas de permeabilidad realizadas sobre esta unidad.

| Sondeo | Ensayo | Inicio tramo | fin tramo | Unidad | Litología | K(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| S-6 | Lugeon | 27,00 | 28,70 | Jlb | brechas | asciende el agua |
| S-6 | Lugeon | 25,10 | 28,70 | Jlb | brechas | admite todo el caudal |
| S-29 | Lugeon | 27,00 | 28,10 | Jlb | brechas | asciende el agua |
| S-6 | Lefranc | 3,10 | 6,35 | Jlb | brechas | impermeable |
| S-12 | Lefranc | 4,50 | 6,00 | Jlb | brechas | 1,8E-06 |
| SC-4 | Lugeon | 15,60 | 17,20 | Jlb | brechas | 1,1E-07 |
| SC-4 | Lugeon | 16,60 | 17,20 | Jlb | brechas | 3,3E-06 |
| SC-4 | Lugeon | 21,00 | 22,00 | Jlb | brechas | 4,7E-07 |
| SC-4 | Lugeon | 23,90 | 27,90 | Jlb | brechas | 3,8E-06 |
| SC-4 | Lugeon | 29,00 | 32,00 | Jlb | brechas | 1,1E-06 |
| SC-5 | Lugeon | 27,90 | 30,90 | Jlb | brechas | 5,6E-06 |
| SC-7 | Lugeon | 30,00 | 35,00 | Jlb | brechas | 1,4E-05 |
| S-30 | Lugeon | 28,30 | 30,30 | Jlb-Jcd | brechas-calizas | 9,7E-07 |
| S-9 | Lefranc | 5,10 | 9,00 | Jlb-Jlm | brechas-margas | 3,7E-06 |
| **Valor mínimo: de 1,1E-07 m/s a impermeable** | | | | | | |
| **Valor máximo: de 1,4E-05 m/s a valores superiores al método de ensayo** | | | | | | |
| **Valor medio de los valores medidos: 3,5E-06 m/s** | | | | | | |

*Tabla 4.11. Resultados obtenidos en las pruebas de permeabilidad en sondeo sobre la unidad Jlb*

## 4.3. Niveles piezométricos

Además de las medidas piezométricas tomadas en la zona de la estación durante la campaña geotécnica de INECO-TIFSA, se han recopilado un gran número de medidas piezométricas tomadas en otras campañas geotécnicas, tanto en sondeos situados en la zona de la estación, como en áreas próximas a la misma. En total se ha contado con 1467 medidas de nivel que se recogen íntegramente en el Apéndice 1 del presente estudio.

Para un mejor análisis de esta gran cantidad de datos, se ha realizado una base de datos que ha permitido entre otros análisis confeccionar la tabla 4.12, en la que se resume para cada punto disponible el periodo con medidas, así como la máxima oscilación del nivel piezométrico expresado tanto en términos de profundidad del nivel, como en términos de cota absoluta de la superficie piezométrica.

Se ha representado en la figura 4.1 la evolución piezométrica de un total de 87 puntos (sondeos, pozos y piezómetros) en los que se dispone de medidas entre 2007 y 2010. La evolución piezométrica en cada punto, comparada con la evolución piezométrica de los sondeos equipados como pozos o piezómetros y por lo tanto abiertos en niveles acuíferos individualizados, junto a la información que aporta la columna litológica atravesada por cada sondeo, ha permitido adjudicar a cada punto un nivel acuífero concreto. Aunque en los sondeos revestidos con tubería filtrante a lo largo de toda su longitud se mezclan los distintos niveles piezométricos, el nivel acuífero más permeable suele imponer su potencial hidráulico en el taladro, de modo que el nivel piezométrico medido en el sondeo se aproxima en mayor o menor medida al nivel piezométrico del nivel acuífero más transmisivo.

No obstante, ha habido ocasiones en los que existían dudas sobre si realmente el nivel en el sondeo correspondía a un nivel acuífero individualizado, y otras en la que incluso se dudaba de la calidad de la conexión del taladro con el acuífero, sugiriendo que el taladro estaba atascado; en estas ocasiones se ha preferido no utilizar sus valores.

A partir del análisis de la evolución piezométrica, así como de su distribución espacial, se han definido 3 niveles acuíferos diferenciados:

**Acuífero cuaternario** cuyo nivel se registraría en los piezómetros abiertos exclusivamente en sedimentos de arenas litorales (Qli) y aluviales (Qa), así como en aquellos sondeos con una evolución piezométrica similar y en los que el nivel se sitúa por encima del muro del manto cuaternario.

**Acuífero jurásico profundo** cuyo nivel piezométrico correspondería con los medidos en el pozo PB-1 y en los piezómetros abiertos en los niveles estratigráficos más profundos de la serie jurásica investigada, así como aquellos sondeos que perforados en los mismos niveles presentan una evolución similar. Este acuífero coincide con el tramo inicial del proyecto, donde los sondeos atraviesan los niveles jurásicos más profundos, así como con la zona medida por los piezómetros fuera de traza Pz-2 y Pz-6.

**Acuífero jurásico somero** cuyo nivel sería medido en los piezómetros Pz-22, Pz-23 y Pz-24, así como en los sondeos profundos situados al final del proyecto y más al este de la traza. Este acuífero correspondería con los niveles acuíferos estratigráficamente más someros cortados en la zona de la estación entre los sondeos SJ-11 y S-3.

| Campaña | Punto | Prof (m) | Cota emboquille (msnm) | Acuífero | Periodo con medidas | Oscilación nivel piezométrico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Prof. (m) | Cota (msnm) |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 9 | 8,879 | Cuaternario | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 4,25 - 6,08 | 4,63 - 2,80 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 bis | 9 | 19,694 | Cuaternario | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 3,46 - 5,22 | 16,23 - 14,47 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-21 | 9 | 8,859 | Cuaternario | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 4,00 - 4,49 | 4,86 - 4,37 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-01 | 15 | 12,726 | Cuaternario | 21/07/2007 - 12/12/2007 | 5,66 - 9,19 | 7,07 - 3,54 |
| Estudio Geotecnico | S-10C | 4,7 | 6,4 | Cuaternario | 02/08/2001 - 20/09/2001 | 5,40 - 7,55 | 1,00 - -1,15 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 30 | 7,643 | Cuaternario | 21/04/2001 - 05/12/2007 | 1,56 - 3,42 | 6,08 - 4,22 |
| Estudio Geotecnico | S-4 | 35,5 | 7,78 | Cuaternario | 19/04/2001 - 29/08/2007 | 1,75 - 2,50 | 6,03 - 5,28 |
| Estudio Geotecnico | S-5 | 30 | 5,77 | Cuaternario | 28/04/2001 - 29/08/2007 | 1,04 - 1,70 | 4,73 - 4,07 |
| Estudio Geotecnico | S-7 | 32 | 5,99 | Cuaternario | 26/04/2001 - 26/04/2001 | 1,50 - 1,50 | 4,49 - 4,49 |
| Estudio Geotecnico | S-7C | 9 | 5,99 | Cuaternario | 02/08/2001 - 20/09/2001 | 1,00 - 1,24 | 4,99 - 4,75 |
| Estudio Geotecnico | S-8 | 30 | 5,76 | Cuaternario | 27/04/2001 - 27/04/2001 | 2,35 - 2,35 | 3,41 - 3,41 |
| Obra Túnel | PzU1 | 4 | 6 | Cuaternario | 04/11/2008 - 30/05/2010 | 1,03 - 1,55 | 4,97 - 4,45 |
| Obra Túnel | PzU10 | 4 | 6 | Cuaternario | 04/11/2008 - 30/05/2010 | 1,00 - 1,15 | 5,00 - 4,85 |
| Obra Túnel | PzU2 | 4 | 5,98 | Cuaternario | 20/03/2009 - 30/05/2010 | 1,08 - 1,58 | 4,90 - 4,40 |
| Obra Túnel | PzU3 | 4 | 6 | Cuaternario | 04/11/2008 - 30/05/2010 | 3,69 - 4,12 | 2,31 - 1,88 |
| Obra Túnel | PzU5 | 4 | 5,8 | Cuaternario | 27/10/2008 - 30/05/2010 | 1,24 - 2,06 | 4,56 - 3,74 |
| Obra Túnel | PzU6 | 4 | 6 | Cuaternario | 27/10/2008 - 30/05/2010 | 1,01 - 1,49 | 4,99 - 4,51 |
| Obra Túnel | PzU7 | 4 | 5,6 | Cuaternario | 27/10/2008 - 30/05/2010 | 0,72 - 1,45 | 4,88 - 4,15 |
| Obra Túnel | PzU8 | 4 | 6 | Cuaternario | 04/11/2008 - 30/05/2010 | 0,00 - 1,32 | 6,00 - 4,68 |
| Obra Túnel | PzU9 | 4 | 7 | Cuaternario | 27/10/2008 - 30/05/2010 | 1,08 - 1,36 | 5,92 - 5,64 |
| Proyecto Túnel | Pz-2C | 12,6 | 6,9 | Cuaternario | 10/10/2007 - 04/12/2007 | 3,88 - 4,22 | 3,02 - 2,68 |
| Proyecto Túnel | SC-10C | 12,6 | 6,793 | Cuaternario | 05/07/2002 - 31/07/2002 | 1,45 - 2,80 | 5,34 - 3,99 |
| Proyecto Túnel | SC-7 | 35 | 7,801 | Cuaternario | 31/07/2002 - 22/10/2002 | 4,20 - 4,40 | 3,60 - 3,40 |
| Proyecto Túnel | SC-8C | 3,2 | 6,295 | Cuaternario | 05/07/2002 - 22/10/2002 | 2,45 - 3,00 | 3,85 - 3,30 |
| Proyecto Túnel | SC-9C | 6,6 | 6,312 | Cuaternario | 05/07/2002 - 22/10/2002 | 1,10 - 2,85 | 5,21 - 3,46 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 27 | 8,751 | Jurásico somero | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 5,25 - 6,37 | 3,50 - 2,38 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-23 | 31 | 8,903 | Jurásico somero | 15/11/2007 - 05/12/2007 | 5,21 - 5,78 | 3,69 - 3,12 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 37 | 8,929 | Jurásico somero | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 5,01 - 6,15 | 3,92 - 2,78 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-4 | 25 | 7,754 | Jurásico somero | 28/11/2007 - 15/01/2008 | 3,22 - 3,73 | 4,53 - 4,02 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-5 | 25,2 | 14,056 | Jurásico somero | 29/11/2007 - 12/12/2007 | 4,83 - 5,45 | 9,23 - 8,61 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 35 | 9,409 | Jurásico somero | 17/07/2007 - 09/06/2010 | 5,17 - 6,17 | 4,24 - 3,24 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 40,25 | 8,769 | Jurásico somero | 10/07/2007 - 29/11/2007 | 4,69 - 5,60 | 4,08 - 3,17 |
| Depósito de Tormentas | S-1AIC | 15 | 8,4 | Jurásico somero | 10/10/2005 - 20/10/2006 | 4,90 - 5,48 | 3,50 - 2,92 |
| Depósito de Tormentas | SDT-1 | 15 | 8,195 | Jurásico somero | 23/03/2005 - 20/10/2006 | 5,85 - 6,08 | 2,35 - 2,12 |
| Depósito de Tormentas | SDT-1' | 25 | 8,48 | Jurásico somero | 20/10/2006 - 20/10/2006 | 6,44 - 6,44 | 2,04 - 2,04 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2 | 15 | 8,448 | Jurásico somero | 23/03/2005 - 20/10/2006 | 4,97 - 5,85 | 3,48 - 2,60 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2' | 25 | 8,36 | Jurásico somero | 09/10/2006 - 20/10/2006 | 6,08 - 6,23 | 2,28 - 2,13 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3 | 14,7 | 8,47 | Jurásico somero | 23/03/2005 - 20/10/2006 | 2,35 - 3,09 | 6,12 - 5,38 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3' | 35 | 8,47 | Jurásico somero | 03/10/2006 - 20/10/2006 | 5,39 - 5,48 | 3,08 - 2,99 |

*Tabla 4.12. Oscilación del nivel piezométrico en los sondeos, pozos y piezómetros, incluidas las medidas tomadas en la campaña geotécnica del proyecto de la estación*

| Campaña | Punto | Prof (m) | Cota emboquille (msnm) | Acuífero | Periodo con medidas | Oscilación nivel piezométrico | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Prof. (m) | Cota (msnm) |
| Depósito de Tormentas | SDT-4 | 23,9 | 8,544 | Jurásico somero | 23/03/2005 - 20/10/2006 | 4,45 - 6,55 | 4,09 - 1,99 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4' | 25 | 8,45 | Jurásico somero | 05/10/2006 - 20/10/2006 | 4,87 - 4,92 | 3,58 - 3,53 |
| Depósito de Tormentas | SDT-5' | 35 | 8,46 | Jurásico somero | 27/09/2006 - 20/10/2006 | 5,46 - 5,73 | 3,00 - 2,73 |
| Depósito de Tormentas | SDT-6' | 25 | 8,26 | Jurásico somero | 20/10/2006 - 20/10/2006 | 4,80 - 4,80 | 3,46 - 3,46 |
| Estación provisional | SE-1 | 15 | 8,8 | Jurásico somero | 04/09/2008 - 04/09/2008 | 4,23 - 4,23 | 4,57 - 4,57 |
| Estación provisional | SE-2 | 15 | 8,6 | Jurásico somero | 04/09/2008 - 04/09/2008 | 5,09 - 5,09 | 3,51 - 3,51 |
| Estudio Geotecnico | S-11 | 30 | 9,6 | Jurásico somero | 03/05/2001 - 03/05/2001 | 5,70 - 5,70 | 3,90 - 3,90 |
| Estudio Geotecnico | S-6 | 30,1 | 6,31 | Jurásico somero | 28/04/2001 - 28/04/2001 | 2,50 - 2,50 | 3,81 - 3,81 |
| Estudio Geotecnico | S-9 | 38,3 | 6,8 | Jurásico somero | 30/04/2001 - 30/04/2001 | 1,90 - 1,90 | 4,90 - 4,90 |
| Obra Túnel | SIG-20 | 38,5 | 7,7 | Jurásico somero | 10/10/2007 - 09/06/2010 | 4,51 - 5,10 | 3,19 - 2,60 |
| Proyecto Túnel | Pz-2L | 35 | 6,9 | Jurásico somero | 10/10/2007 - 04/12/2007 | 1,10 - 1,53 | 5,80 - 5,37 |
| Proyecto Túnel | SC-10 | 35 | 6,793 | Jurásico somero | 05/07/2002 - 31/07/2002 | 1,30 - 1,50 | 5,49 - 5,29 |
| Proyecto Túnel | SC-11 | 37 | 11,016 | Jurásico somero | 05/07/2002 - 22/10/2002 | 5,22 - 5,40 | 5,80 - 5,62 |
| Proyecto Túnel | SC-12 | 36 | 11,4 | Jurásico somero | 15/07/2002 - 22/10/2002 | 5,10 - 5,90 | 6,30 - 5,50 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 40 | 7,941 | Jurásico somero | 31/07/2002 - 09/06/2010 | 3,22 - 4,29 | 4,72 - 3,65 |
| Proyecto Túnel | SC-6 | 40 | 7,783 | Jurásico somero | 31/07/2002 - 22/10/2002 | 4,15 - 4,50 | 3,63 - 3,28 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 31 | 6,295 | Jurásico somero | 05/07/2002 - 04/12/2007 | 1,85 - 4,02 | 4,45 - 2,28 |
| Proyecto Túnel | SC-9 | 35 | 6,312 | Jurásico somero | 05/07/2002 - 22/10/2002 | 1,05 - 1,50 | 5,26 - 4,81 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-1 | 31 | 8,9 | Jurásico profundo | 15/11/2007 - 04/12/2007 | 7,25 - 7,87 | 1,66 - 1,03 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 | 26 | 19,694 | Jurásico profundo | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 17,01 - 17,86 | 2,68 - 1,83 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-11 | 24 | 8,9 | Jurásico profundo | 15/11/2007 - 22/01/2008 | 7,48 - 7,96 | 1,42 - 0,94 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-12 | 31 | 8,9 | Jurásico profundo | 15/11/2007 - 29/11/2007 | 7,17 - 7,60 | 1,73 - 1,30 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-13 | 36 | 8,9 | Jurásico profundo | 15/11/2007 - 29/11/2007 | 6,98 - 7,48 | 1,92 - 1,42 |
| Campaña INECO-TIFSA | PZ-2 | 25 | 9,9 | Jurásico profundo | 23/01/2008 - 09/06/2010 | 7,67 - 7,95 | 2,23 - 1,95 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-3 | 25 | 11,296 | Jurásico profundo | 29/11/2007 - 09/06/2010 | 5,11 - 9,83 | 6,19 - 1,47 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-6 | 40 | 26,762 | Jurásico profundo | 15/11/2007 - 16/01/2008 | 12,40 - 13,04 | 14,36 - 13,72 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-02 | 25,15 | 19,574 | Jurásico profundo | 21/07/2007 - 29/11/2007 | 16,53 - 17,80 | 3,05 - 1,78 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-05 | 25,05 | 16,429 | Jurásico profundo | 01/08/2007 - 09/06/2010 | 13,51 - 14,65 | 2,92 - 1,78 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-06 | 20,1 | 13,592 | Jurásico profundo | 08/08/2007 - 31/05/2010 | 8,75 - 11,85 | 4,84 - 1,74 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-07 | 25 | 12,088 | Jurásico profundo | 08/08/2007 - 29/11/2007 | 7,17 - 8,72 | 4,92 - 3,37 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-08 | 29,85 | 12,185 | Jurásico profundo | 21/07/2007 - 09/06/2010 | 4,18 - 10,41 | 8,01 - 1,78 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 30 | 8,709 | Jurásico profundo | 01/08/2007 - 05/12/2007 | 5,88 - 7,06 | 2,83 - 1,65 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-10 | 35,1 | 8,872 | Jurásico profundo | 21/07/2007 - 29/08/2007 | 6,17 - 6,45 | 2,70 - 2,42 |
| Consejería de Justicia | SCJ-1 | 14 | 8,55 | Jurásico profundo | 15/08/2007 - 15/08/2007 | seco | |
| Consejería de Justicia | SCJ-2 | 14 | 8,55 | Jurásico profundo | 15/08/2007 - 15/08/2007 | seco | |
| Consejería de Justicia | SCJ-3 | 16 | 9,1 | Jurásico profundo | 15/08/2007 - 15/08/2007 | seco | |
| Consejería de Justicia | SCJ-4 | 16 | 9,65 | Jurásico profundo | 15/08/2007 - 15/08/2007 | seco | |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 35 | 18,986 | Jurásico profundo | 07/06/2001 - 29/11/2007 | 12,80 - 17,19 | 6,19 - 1,80 |
| Estudio Geotecnico | S-10 | 31,5 | 6,4 | Jurásico profundo | 23/04/2001 - 23/04/2001 | 4,05 - 4,05 | 2,35 - 2,35 |
| Estudio Geotecnico | S-12 | 35,15 | 8,54 | Jurásico profundo | 09/05/2001 - 09/05/2001 | 7,44 - 7,44 | 1,10 - 1,10 |
| Estudio Geotecnico | S-13 | 35 | 9,35 | Jurásico profundo | 14/05/2001 - 14/05/2001 | 5,10 - 5,10 | 4,25 - 4,25 |
| Estudio Geotecnico | S-14 | 36,6 | 10,1 | Jurásico profundo | 11/05/2001 - 11/05/2001 | 4,00 - 4,00 | 6,10 - 6,10 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 35,1 | 11,728 | Jurásico profundo | 06/06/2001 - 29/11/2007 | 5,60 - 10,00 | 6,13 - 1,73 |
| Obra Túnel | PzD3 | 10 | 6 | Jurásico profundo | 23/10/2008 - 30/05/2010 | 4,11 - 4,44 | 1,89 - 1,56 |
| Obra Túnel | PzD7 | 10 | 7 | Jurásico profundo | 27/10/2008 - 30/05/2010 | 3,71 - 4,38 | 3,29 - 2,62 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 21 | 5,98 | Jurásico profundo | 04/11/2008 - 30/05/2010 | 1,72 - 4,28 | 4,26 - 1,70 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 21 | 5,92 | Jurásico profundo | 23/10/2008 - 30/05/2010 | 3,87 - 4,23 | 2,05 - 1,69 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 21 | 5,5 | Jurásico profundo | 27/10/2008 - 30/05/2010 | 5,11 - 5,64 | 0,39 - -0,14 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 21 | 5,68 | Jurásico profundo | 27/10/2008 - 30/05/2010 | 5,08 - 5,37 | 0,60 - 0,31 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 21 | 6 | Jurásico profundo | 27/10/2008 - 30/05/2010 | 4,49 - 5,78 | 1,51 - 0,22 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 23,4 | 15,105 | Jurásico profundo | 18/07/2002 - 29/11/2007 | 8,85 - 13,32 | 6,26 - 1,79 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 31,3 | 9,419 | Jurásico profundo | 22/10/2002 - 09/06/2010 | 3,50 - 7,82 | 5,92 - 1,60 |

*Tabla 4.12. Oscilación del nivel piezométrico en los sondeos, pozos y piezómetros, incluidas las medidas tomadas en la campaña geotécnica del proyecto de la estación (continuación)*

En la tabla 4.12 se indica para cada punto de medida el acuífero al que se adjudica en mayor medida su nivel piezométrico.

En la zona de la estación, se observa una elevada oscilación piezométrica en todos los puntos de medida que en la figura 4.1 corresponden esencialmente a las medidas tomadas en el año 2007. Incluso esta variación se observa en medidas tomadas con pocas horas de diferencia (Apéndice 1), de modo que todo apunta a que esta variación piezométrica se relacione, al menos en parte, con la oscilación mareal, algo lógico si se considera que los acuíferos implicados sitúan su principal zona de descarga en el mar.

En la figura 4.2, se ha representado la evolución piezométrica de los puntos entre el 27/11/07 y 05/12/07 frente a la oscilación de mareas en el Puerto Deportivo de Gijón, tomadas de las tablas de marea publicadas en la página web www.puertodeportivogijon.es. Se ha elegido este periodo debido a que en estas fechas se dispone de varias medidas piezométricas con pocas horas de diferencia y tomadas en el mismo día, de modo que se podría observar con mayos detalle la posible influencia mareal. Si bien el registro no es lo suficientemente detallado para deducir que existe una relación clara, si se observa una oscilación piezométrica con una longitud de onda parecida a las de las mareas, así como un decalaje de varias horas que se podría relacionar con el tiempo de respuesta de los acuíferos a la variación del nivel del mar.

En cuanto a la distribución del nivel piezométrico a lo largo de la traza (tabla 4.12), se observa como el nivel piezométrico oscila entre las cotas 1,6 y 6,26 m.s.n.m en el inicio de la traza (sondeos SC-1 a SJ-10) que corresponden al "acuífero jurásico profundo". En este tramo, se observa una cota mínima piezométrica en la mayor parte de los sondeos entre aproximadamente 1,60 y 1,78 m.s.n.m, que además corresponden a medidas tomadas en la misma fecha (29/11/07) y en torno a las mismas horas (10:00 a 15:00), de modo que podría correlacionarse con un periodo de bajamar.

Al final de la traza del proyecto, el nivel piezométrico en el "acuífero jurásico somero" presenta una menor oscilación piezométrica, entre 2,4 y 4,86 m.s.n.m, situándose las cotas piezométrica mínimas más altas y las máximas más bajas que en el caso del acuífero profundo. Esto podría deberse a una menor permeabilidad del acuífero y por lo tanto a una respuesta más amortiguada a la oscilación mareal.

En cuanto al acuífero cuaternario al inicio de la traza, asociado al aluvial de naturaleza arcillosa del río Pilón, el nivel piezométrico se situaría entre las cotas 14,5 y 16,2 m.s.n.m correspondientes al PZ-1bis, ya que la evolución piezométrica que muestra el sondeo SJ-1 de continuo ascenso entre las cotas 3,5 y 7, 1 m.s.n.m parece indicar que el sondeo se estaba aún estabilizando con el nivel en el aluvial.

Al final de la traza, el nivel piezométrico asociado a las arenas litorales (Qli) de edad Cuaternario se situaría entre las cotas 2,8 y 6,03 m.s.n.m mostrando también una influencia mareal clara.

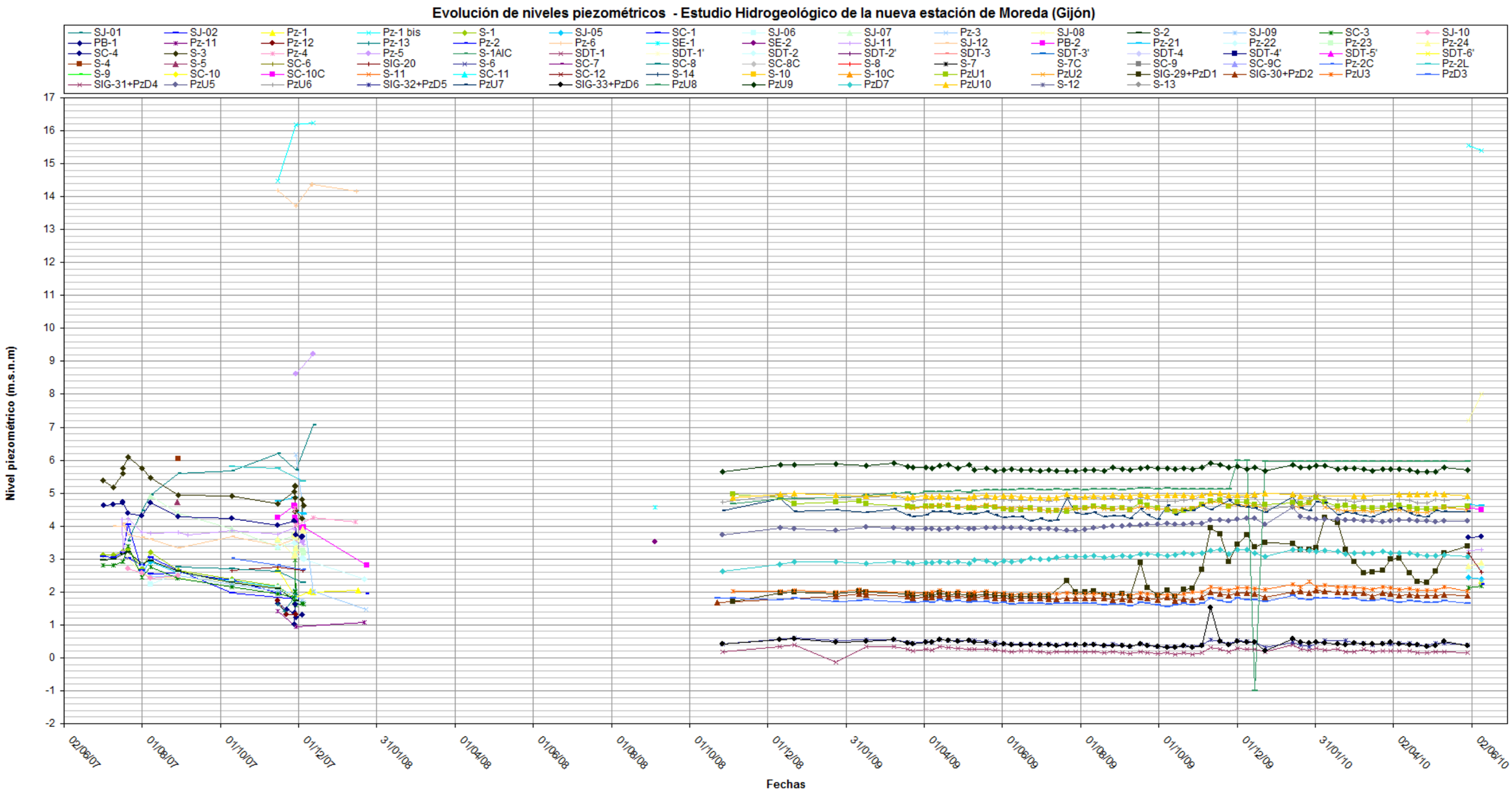



*Figura 4.1. Evolución piezométrica de todos los puntos con medidas disponibles en el periodo entre 2007 y 2010*

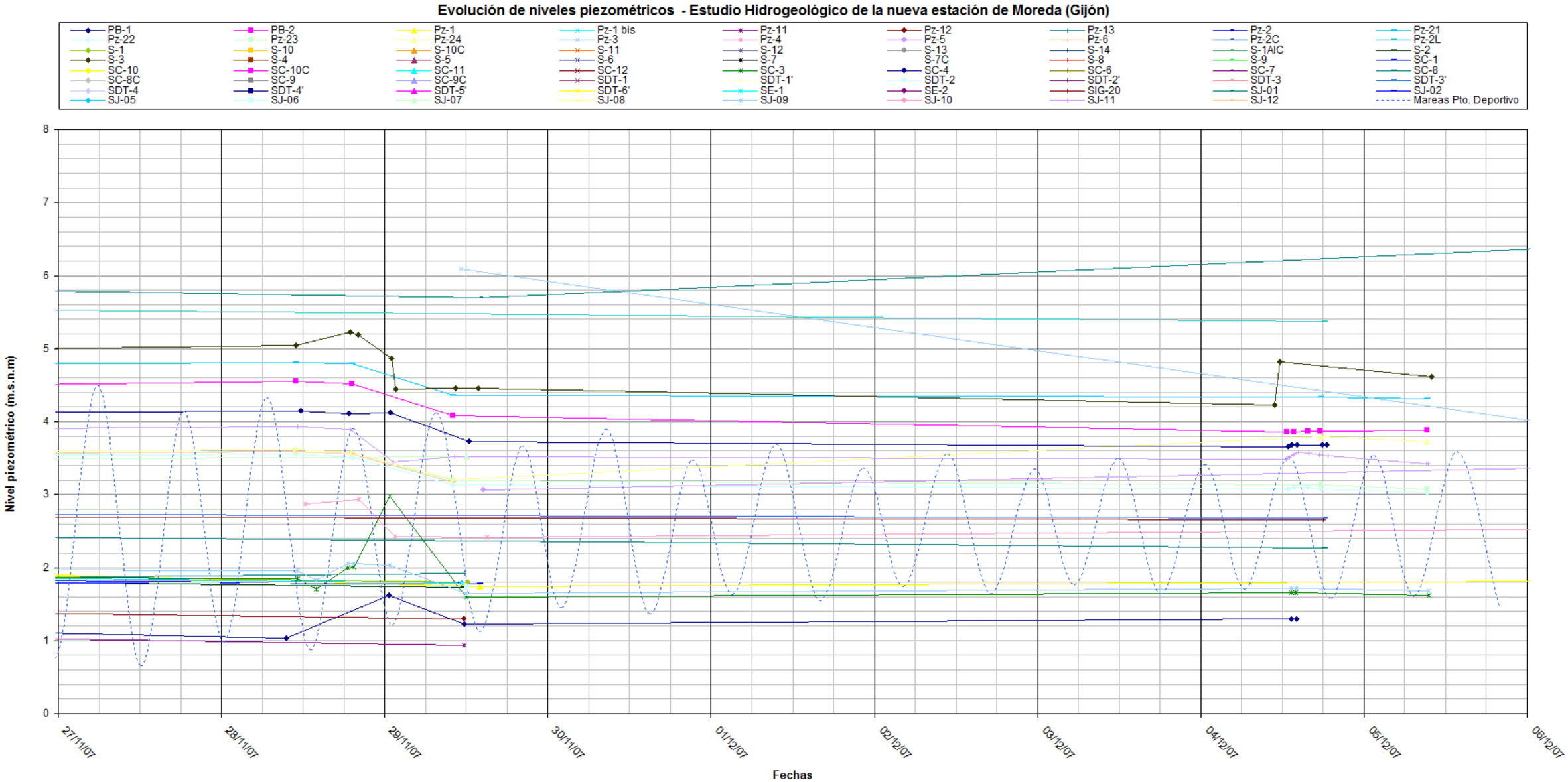



*Figura 4.2. Evolución piezométrica disponible entre el 27/11/07 y el 05/12/07 frente a la oscilación mareal en el Puerto Deportivo de Gijón (tomadas de las tablas de marea publicadas en la página web www.puertodeportivogijon.es)*

## 4.4. Funcionamiento hidráulico de los acuíferos

A nivel regional se pueden distinguir dos sistemas acuíferos distintos en la zona de estudio: un acuífero asociado al macizo jurásico, y un acuífero cuaternario de carácter libre asociado principalmente a los depósitos de arenas litorales, ya que los sedimentos aluviales asociados al río Pilón presentan una permeabilidad muy reducida por lo que no pueden ser considerados como un acuífero en sentido estricto.

El macizo jurásico forma en la zona de estudio un acuífero multicapa semiconfinado, en el que los niveles calcáreos dolomíticos y calizos funcionarían como niveles acuíferos más o menos individualizados y aislados hidráulicamente entre sí, separados por paquetes de lutitas margosas que actuarían como acuitardos semiconfinantes. Las futuras obras de la Estación Intermodal de Gijón afectarán a una porción limitada del acuífero jurásico multicapa, pudiéndose distinguir en el área que será afectada un par de niveles acuíferos con niveles piezométricos diferenciados, así como unas características permeables distintas. Estos niveles diferenciados han sido denominados en el ámbito del presente estudio como “acuífero jurásico profundo” y “acuífero jurásico somero”.

En la figura 4.3, se representa la distribución de capas que ha sido utilizada para la implementación del modelo de simulación tridimensional, señalándose la distribución de capas para los 3 acuíferos definidos en la zona de estudio.

**Acuífero jurásico profundo**

El nivel profundo estaría constituido por un par de niveles dolomíticos y uno calizo más profundo, cortados en el inicio de la traza del proyecto en los sondeos SJ-01, SC-01, SJ-02, S-1, SJ-5, SJ-6, SJ-7, SJ-8, S-2, SJ-9, SC-3 y SJ-10, y por los piezómetros fuera de traza Pz-3, Pz-2 y Pz-6. Los piezómetros Pz-11, Pz-12 y Pz-13 abiertos de forma independiente en los tres niveles calcáreos presentan niveles próximos entre sí, aunque se observa un cierto aumento del potencial hidráulico con la profundidad, lo que indicaría un cierto flujo vertical ascendente.

Si bien existe una cierta desconexión o individualización entre los tres niveles calcáreos que forman este acuífero, ésta no debe ser muy marcada ya que durante el ensayo de bombeo realizado en el PB-01, abierto en el nivel intermedio, los tres piezómetros satélites notaron rápidamente el bombeo, experimentando descensos más o menos similares y al mismo tiempo.

**Acuífero jurásico somero**

Esta constituido por los niveles calcáreos, esencialmente dolomíticos, que los sondeos SJ-11, SJ-12, SC-4 y S-3 atravesaron al final de la traza. Corresponden a una porción de la serie jurásica que se sitúa por encima del acuífero profundo, y separada de ésta por un paquete lutítico de aproximadamente 10 m de espesor, al menos hasta la falla situada próxima al sondeo SJ-12 de perfil geológico del proyecto constructivo de la estación (figura 4.3). El hecho de que los sondeos perforados en este acuífero presenten niveles piezométricos bastantes distintos a los medios en el acuífero profundo, además de una menor influencia mareal, hace pensar en una desconexión hidráulica entre ambos acuíferos.

Es probable que el espesor (10 m) que presenta el nivel de lutitas margosas que separa este acuífero del anterior, haya sido suficiente para independizarlos hidráulicamente, mientras que el espesor de 2-3 m que presentan las intercalaciones lutíticas que separan los distintos niveles calcáreos que forman cada uno de los dos acuíferos, no ha sido suficiente para independizar los mismos. Más aún en el caso del acuífero superior, donde las intercalaciones lutíticas son más delgadas, así como más próximas las evoluciones piezométricas de los piezómetros Pz-22, PZ-23 y Pz-24, abiertos en distintos niveles calcáreos del acuífero somero.

**Acuífero cuaternario**

En la zona de estudio, está representado esencialmente por un delgado manto de arenas de cordón litoral (Qli) que aparece al final de la traza, donde presentarían una cierta desconexión hidráulica con el “acuífero jurásico somero”, gracias a un potente espesor de depósitos eluviales (Qel) de naturaleza arcillosa. No obstante, el hecho que el PB-2 y el Pz-21, abiertos en el acuífero cuaternario, notase el bombeo de ensayo en el Pz-24, abierto en el nivel calcáreo más profundo, indica una cierta relación hidráulica entre ambos acuíferos. Así los niveles medidos en el acuífero jurasico somero se sitúan muy próximos a los del acuífero cuaternario, en general más elevados en éste que en aquel, lo que podría indicar una cierta alimentación del acuífero jurásico desde el Cuaternario.

En la zona inicial de la traza, en el cruce con el río Pilón, se afectaría a un acuitardo o acuicludo formado por sedimentos arcillosos fangosos, donde el nivel piezométrico se podría situar por encima del nivel en el río Pilón (9,1 msnm) tal como indica el nivel medio en el Pz-1bis (16,23-14,47 m.s.n.m). La baja permeabilidad esperable para los depósitos aluviales, explicaría el fuerte gradiente observado entre el piezómetro y el río, y justificaría la evolución piezométrica observada en el sondeo SJ-1 de ascenso continuo, lo que podría significar que aún se estaría equilibrando su nivel con él del terreno.

**Recarga**

La recarga del acuífero cuaternario se produce a partir de las precipitaciones, a través de los cauces de los ríos Piles y Pilón y a partir del acuífero jurásico subyacente, allí donde éste presenta un potencial hidráulico superior al del acuífero cuaternario. En las zonas de fracturas, fallas y allí donde el macizo jurásico se presenta más fracturado, la descarga del acuífero jurásico en el acuífero cuaternario podría ser más importante.

También parece evidente, al asentarse sobre el acuífero cuaternario sobre un núcleo urbano importante, que exista una recarga procedente de las perdidas de la red de saneamiento y de las perdidas de la red de distribución de agua potable.

El acuífero jurásico se recargaría, esencialmente, a partir de las precipitaciones que caen directamente sobre los afloramientos situados alrededor de la ciudad de Gijón, aunque también es probable una cierta alimentación a través del manto cuaternario de naturaleza eluvial alimentado por las perdidas de las redes de abastecimiento y saneamiento. No obstante, la recarga de acuífero jurásico, procedente del acuífero cuaternario, parece que es más localizada y limitada a aquellas áreas donde el acuífero cuaternario se presenta colgado sobre un acuífero jurásico y con un potencial hidráulico menor.

**Descargas**

La distribución del potencial hidráulico en los acuíferos de la zona constata un flujo subterráneo hacia el Norte, de descarga generalizada hacia el mar, que coexiste de modo local con bombeos para el drenaje de sótanos y garajes que distorsiona esta tendencia general.

Las descarga del acuífero cuaternario se produce esencialmente hacia el mar, en menor medida hacia el cauce del río Pilón, visto la baja permeabilidad de los materiales que constituyen el aluvial, y quizá de forma difusa en zonas deprimidas cerca de la línea costera. El acuífero jurásico descarga en el acuífero cuaternario subyacente y directamente en el mar.

**Flujo subterráneo**

En la figura 4.4, se presenta el plano de isopiezas superpuesto para los tres acuíferos implicados en la zona de estudio. Para su dibujo se han empleado aquellos puntos piezométricos que ofrecían más confianza, dando prioridad a los valores procedentes de los piezómetros y pozos abiertos individualizadamente en cada uno de los acuíferos. Debido a que en muchos puntos, en concreto los situados próximos a la traza de la estación, se había observado una gran variabilidad piezométrica posiblemente relacionada con la oscilación mareal, se ha decido representar en la traza los valores más bajos y los más altos en las zonas situadas aguas de arriba de la traza, de modo que lo se ha pretendido representar el gradiente hidráulico temporal más fuerte.

En la mayor parte de los puntos de la traza, los valores mínimos utilizados en el plano de isopiezas corresponden a medidas realizadas en el mismo día (29/11/07) y en un corto espacio de tiempo, de modo que se puede decir que corresponden a una situación hidrogeológica temporal en la que el gradiente en el acuífero sería máximo. Este mismo criterio ha sido utilizado en la calibración del modelo, ya que se pretende evaluar el efecto barrera que las obras de la estación pueden provocar sobre el flujo subterráneo del acuífero, de modo que correspondería a una hipótesis del lado de seguridad. En las zonas situadas al este de la traza, hacia la zona del “Humedal”, se han utilizado la mediana del intervalo de máxima oscilación piezométrica de los puntos que ofrecían mayor confianza, ya que se trata de medidas realizadas en fechas diferentes a las de la traza.

En la figura 4.4, se observa como el flujo general de los 3 acuíferos presenta una clara componente hacia el norte, buscando el mar que es sin duda la principal zona de descarga para los 3 acuíferos. El acuífero cuaternario y el “acuífero jurásico somero”, situados más próximos a la costa, presenta un flujo de descarga más directo en el mar que el “acuífero jurásico profundo”, cuya dirección de flujo es más oblicua debido posiblemente a su estructura geológica y a una descarga submarina a mayor profundidad que en los 2 acuíferos superiores.

En cuanto al gradiente hidráulico de los acuíferos, se observa en el “acuífero jurásico profundo” un cambio de pendiente posiblemente relacionada con una disminución de la permeabilidad del acuífero hacia el sur, tal cual se observa en la distribución de los valores de permeabilidad deducidos de los ensayos de bombeo realizados. Los valores máximos corresponden a los ensayos realizados en el PB-1 (1E-03 m/s) y el Pz-3 (3E-03 m/s) situados más al norte, el valor mínimo al Pz-6 (1E-05 m/s) situado más al sur, y los valores intermedios a los ensayos realizados en el Pz-1 (2E-04 m/s) y en el Pz-2 (6E-05 m/s). Esta distribución si bien podría deberse a una variación en la brechificación del macizo, también podría corresponder, al menos en parte, a un aumento del grado de karstificación del macizo debido a la influencia marina y mezcla de aguas. Las zonas con menor gradiente corresponderían como es lógico a las más permeables, y las de mayor gradiente a las menos permeables.

El acuífero somero presenta un gradiente más homogéneo, si bien este podría ser algo menor en la zona central que en los bordes, tal cual también podría sugerir la distribución de los valores de permeabilidad deducidos de los ensayos de bombeo. En el caso del

acuífero cuaternario, el gradiente aumenta hacia el oeste, según pasamos de las arenas litorales a depósitos de tipo aluvial y/o eluvial.

En cuanto a las relaciones hidráulicas entre los distintos acuíferos, parece clara la desconexión entre el “acuífero jurásico somero” y él profundo visto la diferencia de potencial hidráulico. En cambio, en el caso del “acuífero jurásico somero” y él cuaternario, parece que existe una cierta relación hidráulica como sugiere la proximidad de las isopiezas del mismo valor. Sin embargo, esta relación podría cambiar de sur a norte, de modo que al sur sería el acuífero jurásico el que alimentara al cuaternario, mientras que cerca de la costa, con un espesor más importante de arenas litorales conectadas hidráulicamente con el mar, sería el acuífero cuaternario el que cedería una parte de sus recursos al acuífero jurásico.

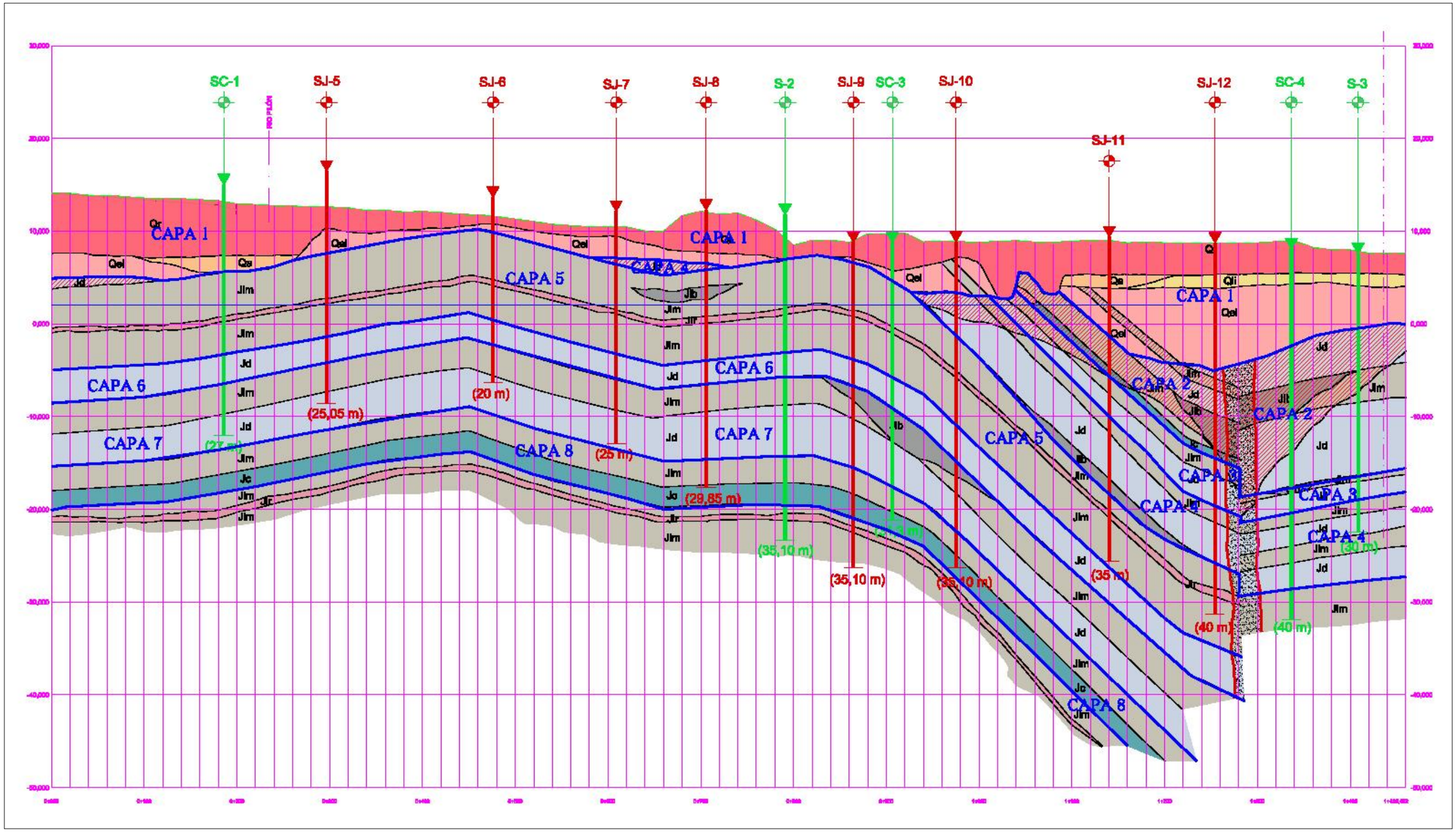



*Figura 4.3. Distribución de las 8 capas utilizadas para implementar el modelo de simulación sobre el perfil geológico del Proyecto Constructivo de la Estación Intermodal de Moreda (2010).*

*Acuífero cuaternario: capa 1*

*Acuífero jurásico somero: capas 2, 3 y 4*

*Nivel confinante entre el acuífero jurásico somero y profundo: capa 5*

*Acuífero jurásico profundo: capas 6, 7 y 8*

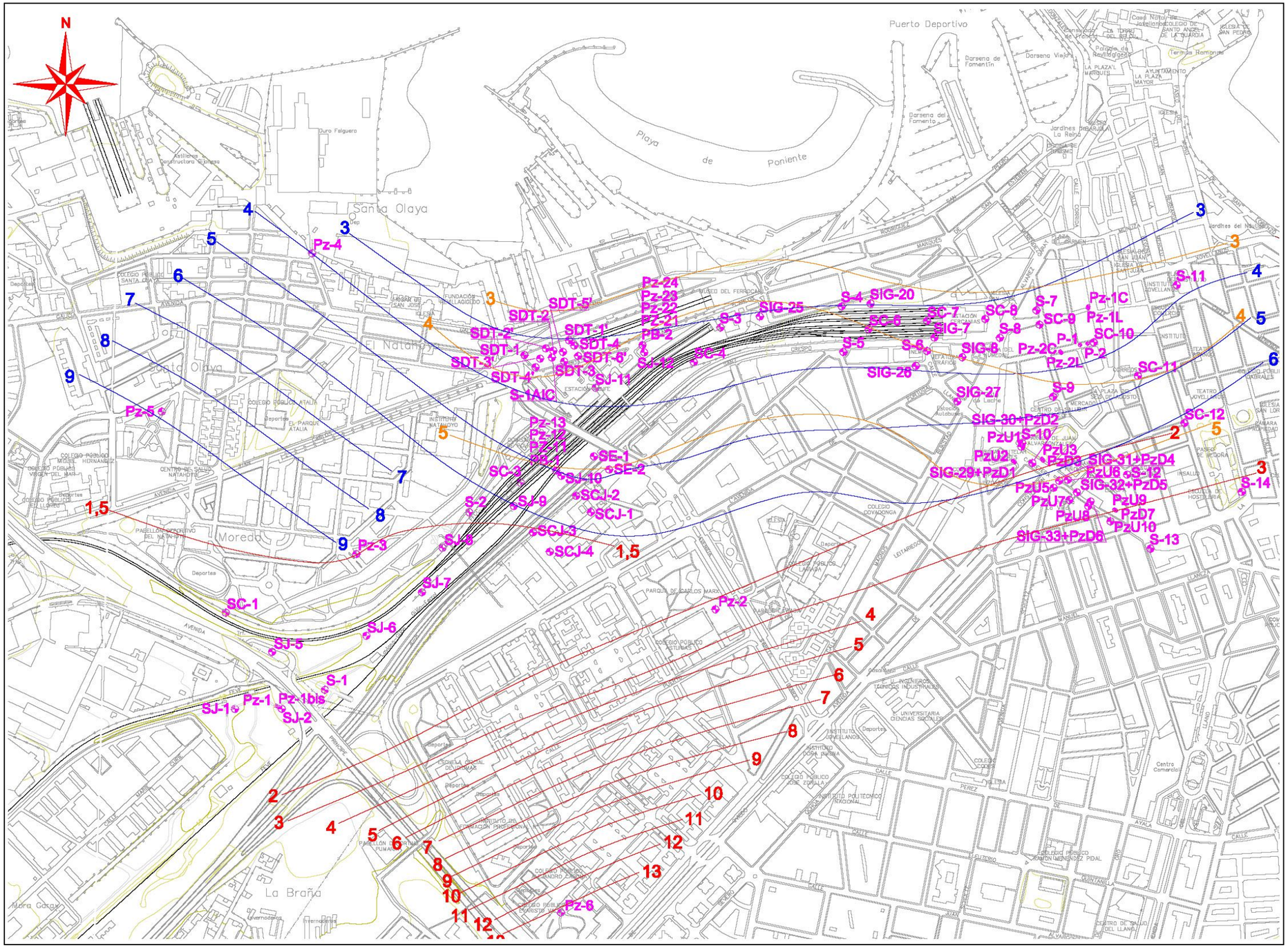



*Figura 4.4. Plano de isopiezas de los acuíferos en la zona de estudio: **acuífero cuaternario**, **"acuífero jurásico profundo"** y **"acuífero jurásico somero"** (valores en cota absoluta (msnm)*

## 4.5. Calidad química de las aguas subterráneas

Para la caracterización hidroquímica de las aguas subterráneas en la zona de estudio, se ha contado con un total de 26 análisis químicos, 6 de los cuales han sido recopilados en campañas anteriores y el resto fueron realizados por INECO-TIFSA para el proyecto constructivo de la estación en 2010.

Los 6 ensayos recopilados en estudio previos, corresponden a análisis sobre muestras de agua tomadas para la determinación de su agresividad al hormigón y la presencia de aceites y grasas. A continuación se presenta una tabla con los resultados de los análisis de agua extraída de los sondeos más próximos a la zona de estudio.

| Sondeo | pH | Cl (mg/l) | SO4 (mg/l) | Sustancias orgánicas | Sustancias solubles (g/l) | Aceites y grasas | Agresividad al hormigón |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S-1 | 6,96 | 63,00 | 2458,02 | NO | 0,48 | NO | Media |
| S-2 | 9,29 | 125,90 | 3389,19 | NO | 0,64 | NO | Fuerte |
| S-3 | 7,24 | 32,00 | 531,60 | NO | 0,26 | NO | Media |
| S-4 | 7,60 | 56,00 | 483,86 | NO | 0,19 | NO | Media |
| S-5 | 7,16 | 49,00 | 539,77 | NO | 0,19 | NO | Media |
| S-6 | 6,96 | 468,70 | 1468,80 | NO | 1,04 | NO | Media |

*Tabla 4.13. Resultados de análisis químicos para la determinación de la agresividad del agua al hormigón y la existencia de aceites y grasas. Tomadas del proyecto del Túnel de Penetración del FC en Gijón (11)*

Se observa que todas las muestras presentan, en cuanto a su contenido en sulfatos, una agresividad media al hormigón, salvo el agua extraída del sondeo S-2 que con un contenido en sulfatos superior a 3000 mg/l se cataloga como de agresividad fuerte. En cuanto al contenido de cloruros, el agua del sondeo S-6 con un contenido de 468,7 mg/l presenta una agresividad media. Parece pues que las aguas subterráneas en la zona presentan una agresividad al hormigón de media a fuerte, debido esencialmente a un alto contenido en sulfatos.

Durante la campaña de campo del proyecto constructivo de la estación, se tomaron 12 muestras de agua por bombeo en los dos pozos y demás piezómetros perforados. Se analizaron los componentes iónicos mayoritarios, así como el pH, la conductividad eléctrica y el residuo seco. En la tabla 4.14 se presentan los resultados obtenidos.

Se trata por lo general de aguas de mineralización elevada, con valores de la conductividad eléctrica entre 884 y 4190 µS/cm, y residuos secos entre 608 y 2927 ppm.

Predominan las facies bicarbonato-sulfatadas cálcico-magnésicas que indican un aporte importante de bicarbonatos, calcio y magnesio desde los términos calizos y dolomíticos del Jurásico, pudiendo relacionar el contenido en sulfatos con la influencia del sustrato permotriásico infrayacente al acuífero jurásico, y sobre todo con procesos de mezcla de aguas continental y marina. De hecho, en muchas de las muestras analizadas se observa además importantes cantidades de sulfato, un elevado contenido en cloruros, sodio y potasio.

Le siguen en importancia las facies hidroquímicas cloruro-bicarbonatadas cálcico-sódicas que responden claramente a un proceso de mezcla de aguas de origen continental y marino. Por último existen dos muestras que se pueden catalogar como sulfato-bicarbonatadas cálcicas.

| Sondeo | pH | CE (µS/cm) | Residuo seco (ppm) | $Li^+$ (mg/l) | $Na^+$ (mg/l) | $K^+$ (mg/l) | $Ca^{++}$ (mg/l) | $Mg^{++}$ (mg/l) | $NH_4^+$ (mg/l) | $SO_4^=$ (mg/l) | $Cl^-$ (mg/l) | $CO_3^=$ (mg/l) | $HCO_3^=$ (mg/l) | $NO_3^=$ (mg/l) | $NO_2^=$ (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pz-1 | 6,90 | 1064,00 | 737,00 | 0,04 | 4,50 | 5,90 | 133,10 | 69,30 | 0,16 | 229,63 | 22,63 | 60,00 | 341,60 | 0,00 | 0,00 |
| Pz-2 | 6,85 | 2740,00 | 1911,00 | 0,05 | 12,20 | 6,10 | 188,50 | 134,90 | 0,09 | 244,60 | 265,98 | 18,00 | 453,32 | 0,00 | 0,00 |
| Pz-3 | 7,04 | 1116,00 | 775,00 | 0,06 | 6,00 | 3,70 | 121,00 | 75,00 | 0,07 | 160,12 | 145,00 | 48,00 | 237,90 | 0,01 | 0,00 |
| Pz-4 | 7,17 | 884,00 | 609,00 | 0,03 | 5,90 | 16,50 | 108,00 | 33,10 | 0,27 | 194,68 | 73,40 | 0,00 | 179,89 | 0,00 | 0,00 |
| Pz-6 | 7,10 | 878,00 | 608,00 | 0,01 | 2,90 | 3,40 | 119,20 | 53,20 | 0,17 | 105,32 | 34,00 | 78,00 | 311,10 | 0,00 | 0,00 |
| PB-1 | 7,04 | 3600,00 | 2507,00 | 0,00 | 41,00 | 80,00 | 23,10 | 21,00 | 0,17 | 1,73 | 232,50 | 0,20 | 3,30 | 0,04 | 0,00 |
| Pz-11 | 7,06 | 3130,00 | 2180,00 | 0,00 | 84,90 | 11,50 | 223,30 | 11,12 | 0,35 | 1,95 | 450,60 | 42,00 | 128,10 | 0,00 | 0,00 |
| Pz-12 | 7,07 | 2780,00 | 1933,00 | 0,00 | 36,00 | 10,00 | 57,40 | 16,00 | 0,08 | 1,78 | 206,30 | 0,00 | 7,50 | 0,15 | 0,00 |
| Pz-13 | 6,94 | 4190,00 | 2927,00 | 0,00 | 69,60 | 11,40 | 287,60 | 12,67 | 0,38 | 2,34 | 420,63 | 6,00 | 390,40 | 0,00 | 0,00 |
| PB-2 | 7,31 | 919,00 | 636,00 | 0,09 | 2,30 | 15,00 | 180,80 | 18,40 | 0,09 | 295,62 | 10,36 | 48,00 | 201,30 | 0,00 | 0,00 |
| Pz-23 | 6,96 | 1106,00 | 766,00 | 0,02 | 6,10 | 1,60 | 96,20 | 87,40 | 0,11 | 212,99 | 105,00 | 0,00 | 320,52 | 0,01 | 0,00 |
| Pz-24 | 7,13 | 1170,00 | 808,00 | 0,00 | 16,00 | 10,00 | 120,70 | 15,00 | 0,06 | 1,04 | 283,65 | 0,80 | 6,80 | 0,08 | 0,00 |

*Tabla 4.14. Resultados de análisis químicos de componentes iónico mayoritarios realizados en la campaña del proyecto de la estación en 2010.*

Las muestras tomadas en Pz-1, Pz-2, Pz-3, Pz-6, PB-1, Pz-11, Pz-12 y Pz-13, corresponden al "acuífero jurásico profundo", definidos en los niveles calcáreos más profundos que aparecen en la parte inicial de la traza. Presentan en general una composición predominantemente bicarbonatada cálcica, excepto en las muestras tomadas en el PB-1 y piezómetros satélites donde predominan las facies cloruradas cálcicas y cloruradas sódicas, que indican claramente una mezcla de agua continental y marina, posiblemente favorecida con el bombeo del ensayo. La elevada permeabilidad de este nivel acuífero, su reducida carga hidráulica y su relativa proximidad al mar, favorece sin duda los fenómenos de intrusión salina.

Las muestras tomadas en los piezómetros Pz-4, Pz-23 y Pz-24, correspondientes a "acuífero jurásico somero" definido en la zona de estudio para representar los niveles calcáreos estratigráficamente más altos que aparecen en la zona final de la traza, presentan facies sulfatado cálcicas, bicarbonatado cálcicas y cloruradas cálcicas, respectivamente. Al igual que las definidas en el "acuífero jurásico somero", presentan un alto contenido en cloruros lo que implica interferencia marina.

Por último, la muestra tomada en el pozo PB-1, perforado en las arenas litorales del acuífero cuaternario, corresponde a unas facies sulfatado cálcicas con un alto contenido en bicarbonatos. El hecho de que el contenido en cloruros sea bajo podría indicar un cierto aislamiento de la influencia marina, posiblemente relacionado con el efecto barrera de la obra del colector de Juan Carlos I.

Parece evidente que en la zona de estudio la composición de las aguas subterráneas responde a una típica zona litoral, donde se mezclan aguas de origen continental que circulan por un macizo calcáreo, como lo atestigua el alto contenido en bicarbonatos y calcio, con aguas de origen marino que aportarían los contenidos en cloruros, sulfatos, sodio y potasio, lo que le confiere una agresividad media-alta hacia el hormigón.

Al tratarse de una zona costera, aparece una zona en la que las aguas de origen continental y marino se mezclan formando una banda de agua salobre más o menos desarrollada. En una situación natural, el mayor potencial hidráulico del agua dulce compensa la mayor densidad del agua marina, evitando que la cuña de agua salina avance hacia el continente. En este sentido, cualquier tipo de drenaje o bombeo que rebaje el potencial hidráulico de los acuíferos continentales, como es el caso de los bombeos de sótanos y garajes próximos a la línea costera, o una cierta disminución del flujo subterráneo que el acuífero descarga al mar debido a un posible efecto barrera, podría favorece el proceso de intrusión marina.

Durante la campaña geotécnica del proyecto de 2010, se tomaron 8 muestras de agua en los sondeos SC-2, SJ-7, SJ-8, SJ-9 y SJ-11 para el análisis de aceites, grasas, hidrocarburos totales y metales pesados, con el objeto de comprobar la existencia de una contaminación de tipo doméstico-industrial en la zona, que durante la testificación de los sondeos ya se había apreciado (olor a hidrocarburos). En la tabla 4.15 se exponen los resultados obtenidos.

| Sondeo | Fecha toma | Aceites y grasas (mg/l) | Hidrocarburos totales (mg/l) | Arsénico (mg/l) | Cadmio (mg/l) | Cinc (mg/l) | Cobalto (mg/l) | Cobre (mg/l) | Mercurio (mg/l) | Níquel (mg/l) | Plomo (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SC-2 | 10/09/2007 | 146,60 | 48,40 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-7 | 10/09/2007 | 10,00 | 10,00 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-8 | 06/09/2007 | >500 | >500 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-8 | 06/09/2007bis | >500 | >500 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-8 | 10/09/2007 | 250,40 | 150,60 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-9 | 10/09/2007 | 11,20 | 10,80 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-11 | 06/09/2007 | 16,20 | 16,20 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |
| SJ-11 | 10/09/2007 | 13,80 | 12,40 | <0,003 | <0,1 | <0,05 | <0,5 | <0,1 | <0,003 | <0,3 | <0,2 |

*Tabla 4.15. Resultados de los análisis químicos de componentes orgánicos y metales pesados realizados en la campaña geotécnica del proyecto de la estación en 2010.*

En todas las muestra analizadas, se encontró un cierto contenido en aceites, grasas e hidrocarburos, resultando el contenido en metales pesados inferior al método de determinación. El contenido en aceites y grasas osciló entre 10 y valores superiores a 500 mg/l, y el de hidrocarburos totales lo hizo en la misma horquilla. Resalta el alto contenido en compuesto orgánicos analizados en el sondeo SJ-8 y SC-2. Parece pues, que es seguro que existen suelos contaminados en la zona, además de la contaminación que afecta a las aguas subterráneas, algo lógico si se considera el pasado industrial del terreno en los que hoy se emplaza el parque de Moreda.

Este tipo de contaminación se extiende también a otras zonas situadas al este de la futura estación, Así, en el estudio geotécnico del proyecto del túnel de penetración en Gijón (11) se señala la existencia de contaminación por hidrocarburos, en los sondeos S-2, S-5 y S-7, algo lógico si se tiene en cuenta la actividad urbana, la alta vulnerabilidad de las arenas litorales y la proximidad del nivel freático a la superficie del terreno. Además no se puede descartar otros tipos de contaminación industrial y doméstica.

Este tipo de contaminación superficial que impregna los sedimentos superficiales, incluso que se encuentra en los rellenos antrópicos o vertidos incontrolados que existen en la zona, puede llegar a movilizarse con la elevación del nivel piezométrico de los acuíferos, ya sea de modo natural o inducido por el efecto barrera de las obras. En este sentido, se recomienda descontaminar los suelos afectados durante las obras, o transportarlos a un vertedero apropiado, para evitar la posible removilización futura de los contaminantes.

Visto que la composición hidroquímica de los distintos niveles acuíferos afectados por las obras es en cierto modo distinta, y que además existe una elevada contaminación asociada a ciertos sectores de los acuíferos, se recomienda evitar la mezcla de las aguas subterráneas relacionas con los distintos niveles acuíferos definidos en la zona de estudio, tanto a través de excavaciones y taladros, como a través de los pozos de los sifones. Así, se recomienda la construcción de sifones individuales para dar continuidad a cada uno de los niveles acuíferos interrumpidos por las obras.

## 4.6. Vulnerabilidad de los acuíferos

La vulnerabilidad de un acuífero a la contaminación depende de una serie de factores, unos propios, o intrínsecos a las características de acuífero, y otros externos dependientes del tipo de contaminación.

Como factores intrínsecos se pueden citar:

- La composición litológica de los materiales que forman el acuífero, tanto en su zona saturada como en la zona no saturada por encima del nivel freático. En este

sentido es importante la textura, la estructura y la granulometría de los materiales que forman el acuífero. Los acuíferos detríticos tienen una capacidad filtrante y de atenuación de la carga contaminante que no tienen los acuíferos por fracturación y/o karstificación.

- La permeabilidad del acuífero que va a condicionar el tiempo de tránsito de agua en la zona saturada y el tiempo que dura la atenuación del contaminante en esta zona.

- La profundidad del nivel freático o límite superior de la zona saturada que va a condicionar la distancia del recorrido de la carga contaminante por la zona no saturada del acuífero.

- También es importante la composición química de los materiales del acuífero, como el contenido en materia orgánica u otros componentes que juegan un papel muy importante en los fenómenos de degradación fisicoquímica y bioquímica de los contaminantes.

Como factores externos se pueden citar:

- La naturaleza y volumen de la carga contaminante.

- Forma de incorporación del contaminante al acuífero, bien a través de la zona no saturada con todos los fenómenos de filtración y atenuación que esto conlleva, o bien de forma directa en la zona saturada a través de pozos, sondeos y taladros abandonados y/o con una construcción deficiente. También es muy corriente la contaminación de las aguas subterráneas a partir de los contaminantes vertidos en corrientes superficiales.

- Otros factores como el régimen pluviométrico, dotaciones de riego y la temperatura y composición del agua de lluvia y de riego.

En función de estos factores se pueden definir cuatro categorías para la vulnerabilidad de un acuífero: vulnerabilidad muy alta, alta, media y baja.

Por último, en cuanto a los mecanismos posibles de degradación o atenuación de los contaminantes se pueden citar:

- Procesos de tipo oxidación-reducción que en función de la presencia o no de oxigeno producen transformaciones de las sustancias contaminantes.

- Procesos de absorción y adsorción por parte del terreno, esencialmente por materiales de tipo limoso y arcilloso. Aunque este fenómeno provoca, en principio, una atenuación de la carga contaminante, fenómenos posteriores de desabsorción y/o desadsorción provocan que el fenómeno de contaminación continúe posteriormente después de desaparecer el foco de contaminación.

- Procesos bioquímicos de descomposición de residuos orgánicos.

- Dilución de la carga contaminante por la mezcla con el resto del agua del acuífero.

### *4.6.1. Acuíferos cuaternarios*

Dentro de la serie cuaternaria, los depósitos de arenas litorales (Qli) son los que presentan una mayor vulnerabilidad debido a su alta permeabilidad. Además, la presencia de un nivel freático próximo a la superficie aconseja evitar cualquier tipo de actividad contaminante sobre estos materiales y en caso de no ser posible, se aconseja impermeabilizar previamente el terreno afectado.

Los depósitos aluviales del río Pilón, fangos y turbas aparecen saturados de agua e interdigitados entre las arenas litorales. Aunque son prácticamente impermeables, presentan un nivel freático asociado a las arenas y muy próximo a la superficie del terreno. En este sentido, se pueden catalogar como de vulnerabilidad media y se desaconseja, a priori, evitar cualquier tipo de actividad contaminante sobre estos terrenos.

Las arcillas residuales (Qr) de tipo eluvial y coluvial no presentan en general un nivel freático asociado, encontrándose el nivel piezométrico, en la mayor parte de los sondeos perforados, por debajo del muro del Cuaternario. Estos materiales con un contenido en finos mayoritario se catalogan, a efectos prácticos, como impermeables y de vulnerabilidad baja, por lo que, a priori, se considera como los más idóneos para asentar todas aquellas actividades con cierto riesgo de contaminación, claro está, tomando todas las medidas oportunas necesarias para que el vertido no se produzca.

### *4.6.2. Acuíferos jurásicos*

En la zona de estudio no afloran el substrato jurásico y siempre aparece cubierto por un manto de depósitos cuaternarios de mayor o menor espesor. La posible llegada de un contaminante hasta el acuífero jurásico va a estar condicionada por la vulnerabilidad de los materiales cuaternarios suprayacentes.

La vulnerabilidad del acuífero jurásico va a estar condicionada por el grado de fracturación y/o karstificación del macizo rocoso. En este sentido, las zonas de fallas, fracturas y, en general, zonas más karstificadas presentan un grado de vulnerabilidad muy alto, ya que el contaminante penetra a través de fracturas y conductos cársticos rápidamente y sin apenas experimentar procesos de autodepuración.

# 5. Modelo de flujo - metodología

La metodología utilizada para la realización del modelo que acompaña a este estudio se resume en los siguientes puntos:

- Recopilación e interpretación de la información previa.
- Elaboración del modelo conceptual hidrogeológico.
- Discretización de modelo: elaboración de una malla de celdas adecuada.
- Asignación de parámetros hidráulicos a las celdas de la malla.
- Calibración del modelo de flujo en régimen permanente.
- Elaboración de hipótesis de simulación.
- Simulación de las hipótesis.
- Interpretación de los resultados.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

## 5.1. Recopilación de información

Se ha recopilado e interpretado la información ya mencionada en el apartado 2.

## 5.2. Elaboración del modelo conceptual hidrogeológico

A partir de toda la información existente, se ha realizado un modelo conceptual adecuado que recoge la geometría de los acuíferos afectados, así como su funcionamiento hidráulico.

## 5.3. Discretización del modelo

En un modelo de flujo, la dimensión, geometría y distribución de tamaños de las celdas de la malla dependen de los siguiente factores:

- Geometría de las condiciones de contorno del modelo, es decir de los bordes del acuífero simulado.
- Del objetivo final del modelo y de la cantidad de datos disponibles.
- Complejidad del modelo conceptual hidrogeológico

## 5.4. Asignación de parámetros hidráulicos a las celdas de la malla

En esta fase se asigna a cada celda del modelo datos de la geometría del acuífero, parámetros hidráulicos (permeabilidad, transmisividad y coeficientes de almacenamiento), así como tasas de recarga, cotas de zonas de descarga, etc.

## 5.5. Calibración del modelo

Durante la fase de calibración se ejecuta el modelo varias veces, con el objetivo de que éste reproduzca lo más fielmente posible los niveles piezométricos reales u observados. Para ello se varían los datos asignados a cada celda, dentro de los márgenes adecuados, hasta conseguir que los resultados de simulación del modelo se adapten lo más posible a la realidad.

## 5.6. Elaboración de hipótesis de simulación

Una vez calibrado el modelo se diseñan unas hipótesis de simulación. Se trata de unos escenarios hipotéticos que se pretenden analizar. En este caso se pretende conocer el efecto que provocaría sobre los niveles piezométricos del acuífero simulando la construcción de la Estación Intermodal.

Dentro de estas posibles hipótesis, se simula o tantea soluciones o medidas correctoras a los problemas que se plantean, como por ejemplo el ascenso o descenso de los niveles piezométricos a un lado de la estación, debido a la disminución de la sección de paso al flujo subterráneo en la zona de las obras.

## 5.7. Simulación de hipótesis

Una vez diseñadas las hipótesis que se pretenden estudiar o simular, se ejecuta el modelo con las nuevas condiciones del sistema hidrogeológico. Se simula el efecto que provocaría sobre la distribución del potencial hidráulico la ejecución de las obras proyectadas, así como el efecto mitigante de las distintas medidas correctoras utilizadas.

## 5.8. Interpretación de los resultados

En esta etapa se interpretan los resultados de las distintas simulaciones realizadas para las distintas hipótesis simuladas.

## 5.9. Establecimiento de conclusiones y recomendaciones

Finalmente, todo el proceso nos permite establecer una serie de conclusiones sobre el comportamiento hidráulico del acuífero, tanto en régimen natural, previo a la ejecución

de las obras, como posteriormente, una vez que el sistema ha sido alterado por la construcción de las actuaciones previstas.

En esta etapa final se propone una serie de recomendaciones, así como medidas de control y seguimiento durante la construcción de la obra y posteriores a su finalización.

# 6. Modelo conceptual

Como se ha descrito en apartados anteriores, el medio hidrogeológico afectado por las futuras obras de la estación, se estructura en tres acuíferos diferenciados entre sí:

**Acuífero cuaternario** de carácter libre constituido por depósitos de arenas litorales de permeabilidad media-alta, y por los depósitos arcillosos asociados al aluvial del río pilón, que más que un acuífero formaría un acuitardo o incluso un acuicludo.

**Acuífero jurasico somero** que corresponde a la parte superior de la serie jurásica afectada, y que aparece al final de traza.

**Acuífero jurásico profundo** que se corresponde con la serie estratigráfica jurásica más profunda cortada por los sondeos en la parte inicial de la traza.

## 6.1. Discretización del modelo

Este medio físico se ha discretizado en el modelo en 8 capas numeradas de más somera a más profunda (figura 4.3). La capa 1 simula el acuífero cuaternario, las capas 2, 3 y 4 simularían el "acuífero jurásico somero", las capas 6, 7 y 8 el "acuífero jurásico profundo", y la capa 5 el nivel de lutitas margosas que independizaría en gran medida los dos acuíferos jurásicos.

Se ha decidido representar cada acuífero jurásico con 3 capas para simular el carácter multicapa que éstos presentan. Para ello, tal como se puede observar en la figura 4.3, se ha integrado dentro de cada capa del modelo el espesor de capa semiconfinante situada encima de cada paquete calcáreo, simulándose la conexión entre capas mediante un coeficiente de goteo.

Se ha utilizado una malla constituida por 494.856 celdas con formas variables que alcanzan un mayor detalle en la zona de la estación. El área activa del modelo ocupa una banda de orientación E-W con unas dimensiones medias de 3,1 km de ancho por 2,7 km de alto.

El área del modelo se ha discretizado con una malla de elementos cuadrados y rectangulares de distinto tamaño. Las celdas de mayor tamaño tienen forma cuadrada de 33,3 x 33,3 m, mientras que los elementos más pequeños presentan forma rectangular de 6,6 x 4.2 m y se sitúan en la zona de la estación.

Para la definición de la geometría de cada capa, tanto en planta como en la vertical, se ha partido de la profundidad a la que aparecen los niveles calcáreos en cada sondeo, y se ha interpolado al resto del área del modelo el contorno estructural del muro y techo de cada capa. Para la interpolación se ha considerado la estructura geológica de la serie jurásica y su intersección con la superficie del terreno. A continuación en las figuras 6.1 a 6.8, se representa la geometría de la malla utilizada para cada una de las capas del modelo, el mapa de isohipsas o curvas de nivel de la base de cada capa, así como su contorno estructural resultante de su intersección con la superficie del terreno. Por último, en la figura 6.9 se presenta el detalle de la malla utilizada en la zona de la estación de ambas alternativas

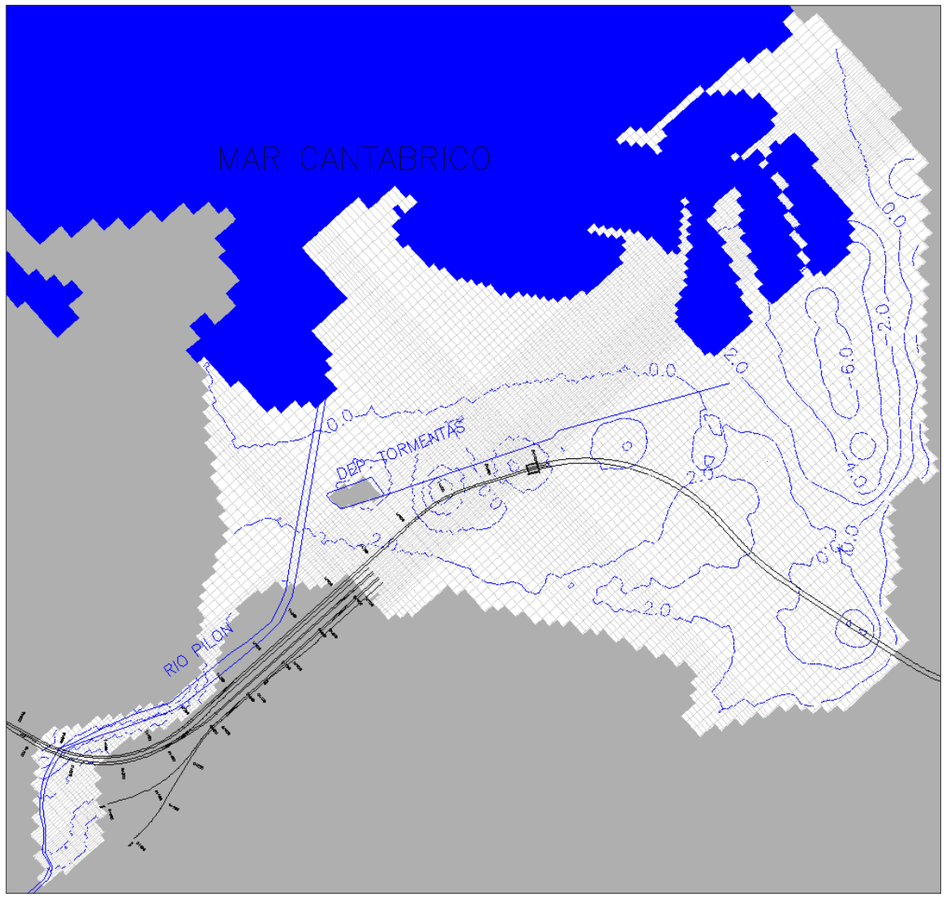



*Figura 6.1. Geometría de la capa 1 del modelo y plano de isohipsas de su base (m.s.n.m)*

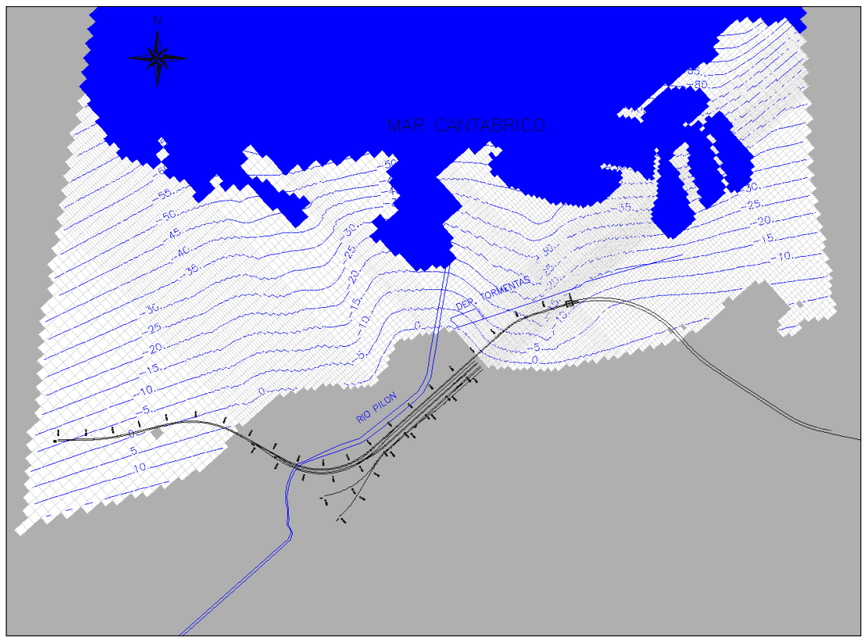



*Figura 6.2. Geometría de la capa 2 del modelo y plano de isohipsas de su base (m.s.n.m))*

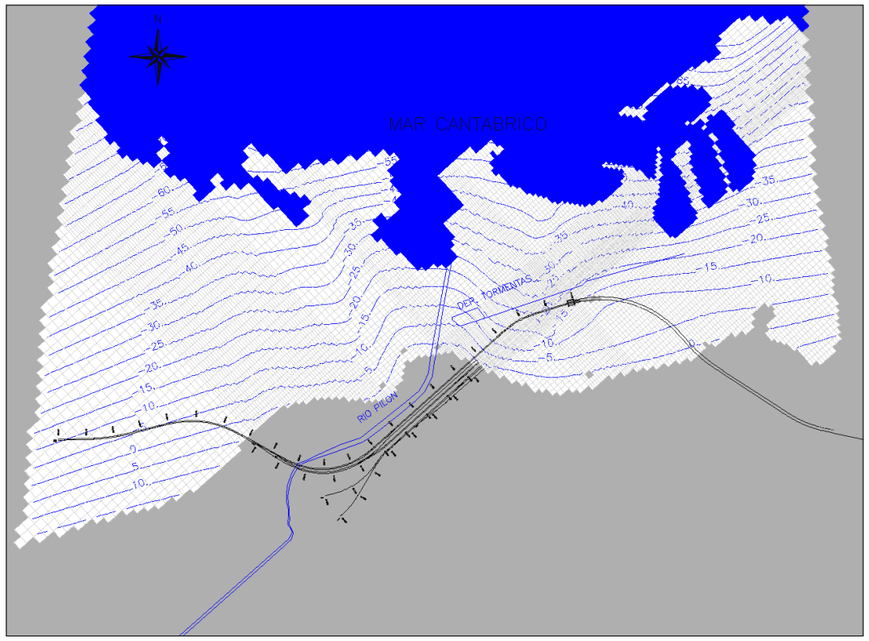



*Figura 6.3. Geometría de la capa 3 del modelo y plano de isohipsas de su base (m.s.n.m))*

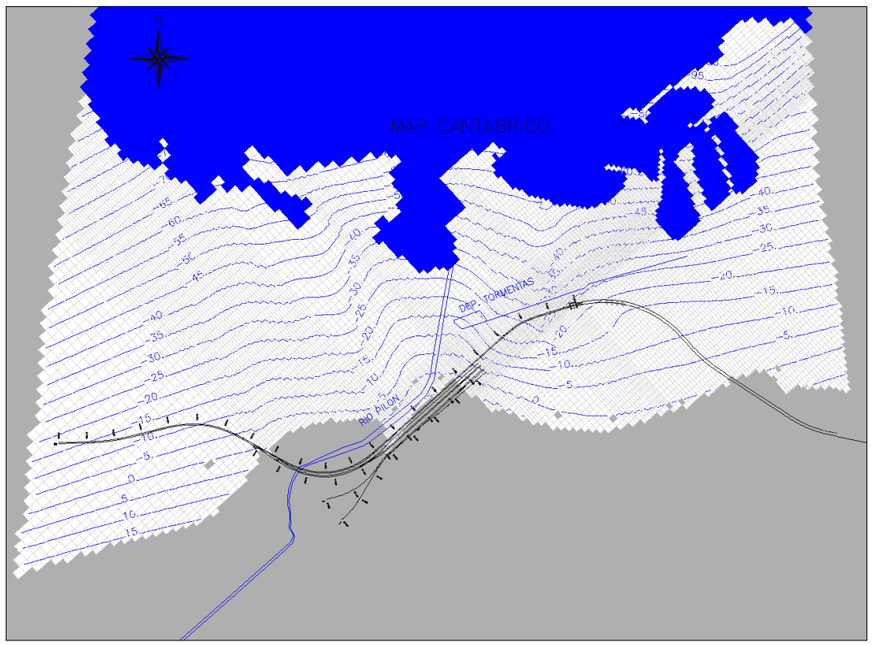



*Figura 6.4. Geometría de la capa 4 del modelo y plano de isohipsas de su base (m.s.n.m))*

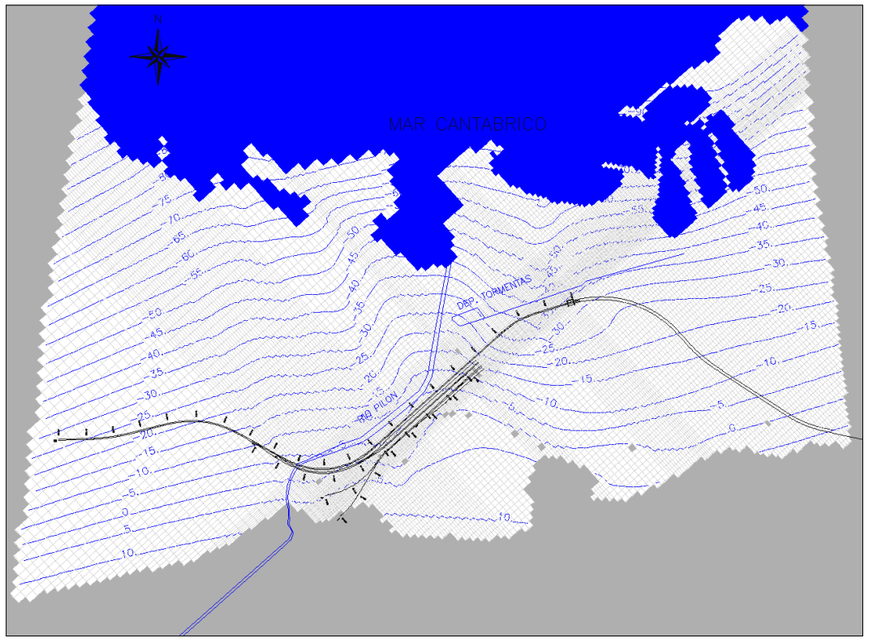



*Figura 6.5. Geometría de la capa 5 del modelo y plano de isohipsas de su base (m.s.n.m))*

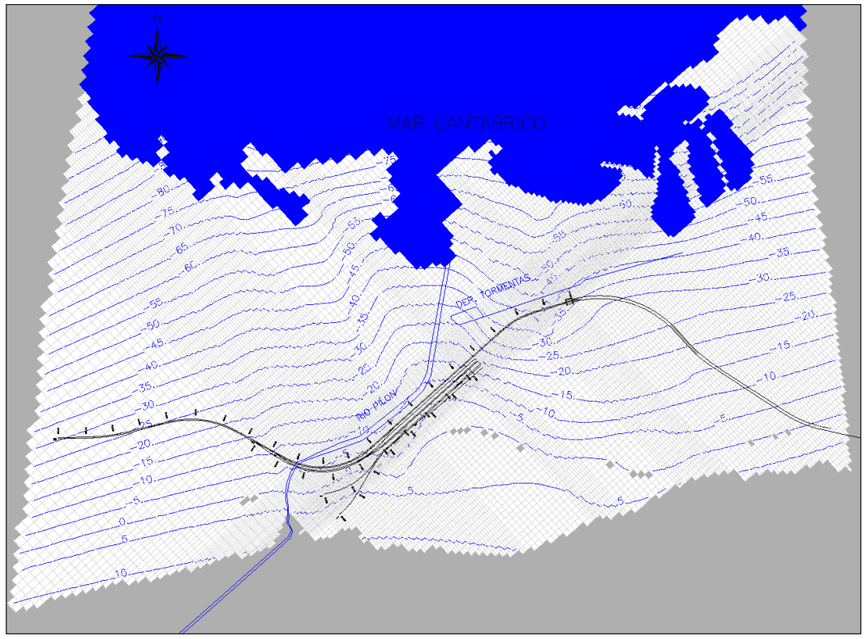



*Figura 6.6. Geometría de la capa 6 del modelo y plano de isohipsas de su base (m.s.n.m))*

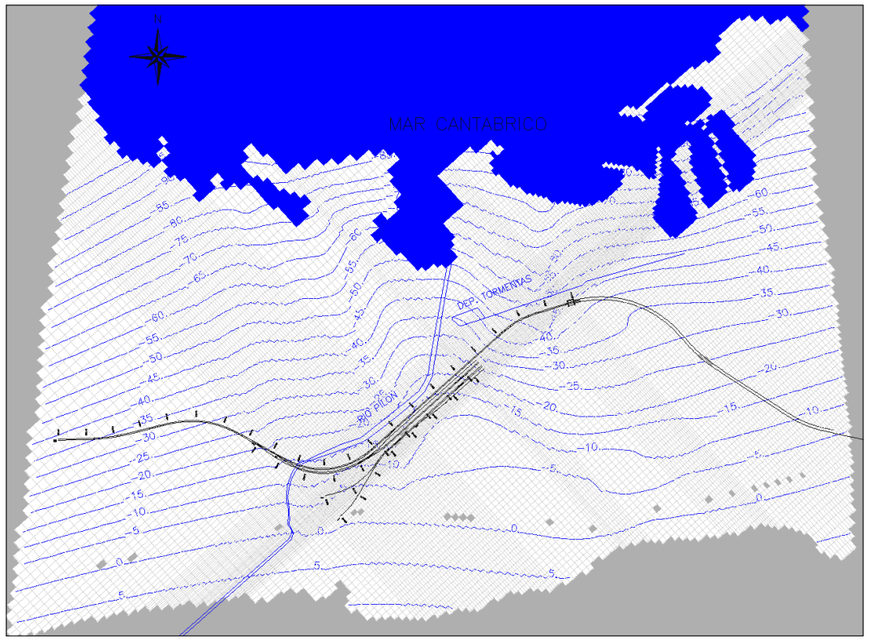



*Figura 6.7. Geometría de la capa 7 del modelo y plano de isohipsas de su base (m.s.n.m))*

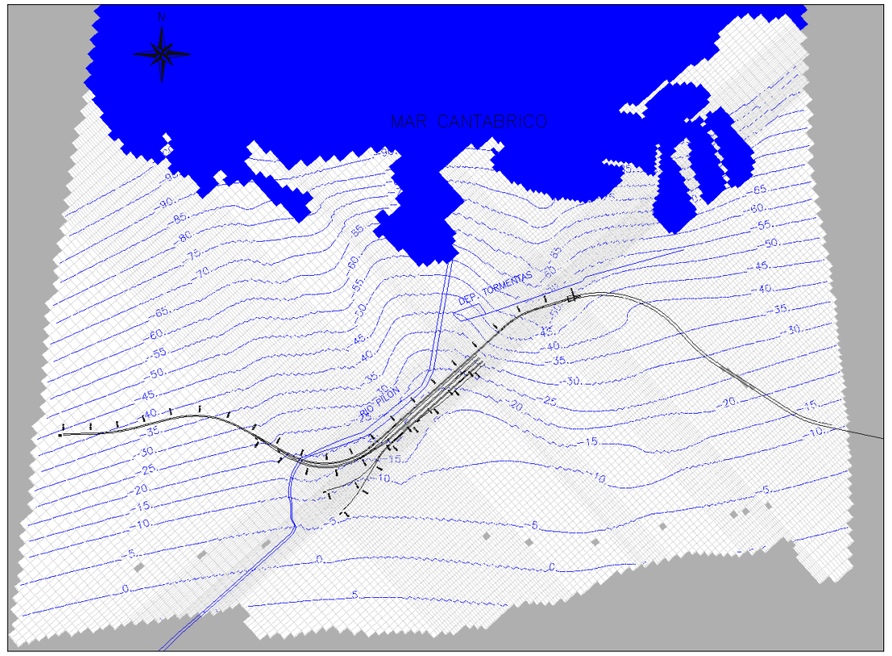



*Figura 6.8. Geometría de la capa 8 del modelo y plano de isohipsas de su base (m.s.n.m))*

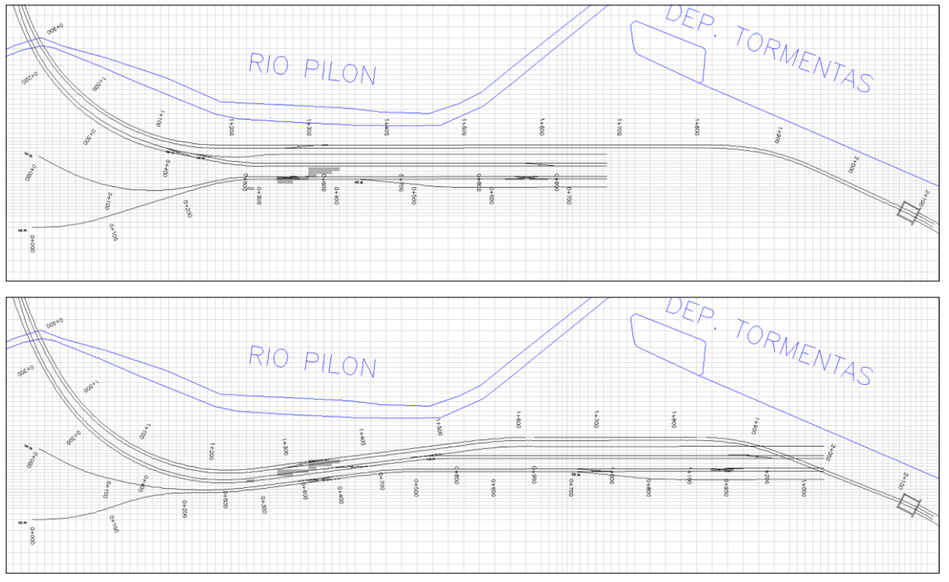



*Figura 6.9.Detalle de la malla del modelo en la zona de la estación (capa 8). Alternativa Moreda arriba y Alternativa Museo abajo*

### 6.2. Condiciones de Contorno

Como condiciones de contorno o bordes del modelo se ha utilizado los siguientes elementos geológicos - hidrogeológicos.

**NORTE**

Se ha considerado como límite norte del modelo el mar en todas las capas, que funcionaría como la principal zona de descarga en todos los casos. A pesar de que en las capas más inferiores que simulan los acuíferos jurásicos las descarga se produciría mar adentro, donde la capa en cuestión aflorase en el fondo marino, se ha preferido tomar la línea de costa en todas las capas, puestos que se desconoce con exactitud el punto en que cada capa intersecta el fondo marino, además que se pueden producir relaciones complejas de descarga a través de los sedimentos del fondo marino.

Se ha considerado como un límite de potencial impuesto, calibrándose en cada capa la altura del nivel.

**SUR**

En el caso de la capa 1 que representa el acuífero cuaternario, su geometría en planta responde al límite que presumiblemente presentan en superficie los depósitos litorales y aluvial asociado al río Pilón. En el caso de los depósitos aluviales asociados a la dinámica del río Pilón, se ha tomado un límite sur arbitrario lo suficientemente alejado de la zona de la estación para no influir en los resultados.

En el resto de las capas que representan el macizo jurásico, el límite sur sería en cada caso la intersección de cada capa con la superficie del terreno, es decir el afloramiento de la capa del terreno en la superficie en función de la dirección y buzamiento de la serie. En este caso pues, el límite elegido es un limite real de las capas estratigráficas que serán afectadas por las obras de la estación.

Se ha simulado como un límite impermeable

**OESTE Y ESTE**

En este caso, se han tomado sendos límites arbitrarios, lo suficientemente alejados de la zona de la estación para que no influyeran sobre los resultados y objetivos del modelo. En todas las capas se ha simulado mediante límites impermeables de dirección paralela al flujo subterráneo en el acuífero.

En el caso de la capa 1 que representa al acuífero cuaternario, su límite occidental correspondería con la distribución esperable del aluvial del río Pilón.

# 7. Parámetros hidrogeológicos del modelo

Para la asignación de los distintos parámetros hidráulicos a cada una de las celdas del modelo, se ha contado con los datos procedentes de varias campañas geotécnicas e hidrogeológicas realizadas en la zona de estudio. Previamente se ha interpretado y filtrado toda la información disponible para obtener datos sobre permeabilidad, transmisividad, recarga, niveles piezométricos y coeficiente de almacenamiento.

De toda la información disponible, ha sido la campaña de INECO-TIFSA realizada para el proyecto de la estación de 2010, la que ha aportado un mayor número de datos para la asignación de los parámetros a las distintas celdas y capas del modelo, tanto por la calidad de sus datos, como por la distribución de los mismos en torno a la zona de la estación.

### 7.1. Permeabilidad y transmisividad

Para la asignación de los distintos parámetros de permeabilidad a cada una de las celdas del modelo, se ha contado con los datos recogidos en el apartado 4.2 procedentes de varias campañas geotécnicas e hidrogeológicas realizadas en la zona de estudio. Sin embargo, se ha utilizado esencialmente los resultados de los ensayos de bombeo realizados sobre los pozos y piezómetros de la campaña hidrogeológica de INECO-TIFSA (tabla 4.3), ya que presentan una distribución espacial más amplia y, sobre todo, porque corresponde a pruebas de bombeo que siempre son más fiable y representativas que las pruebas de permeabilidad (Lugeon y Lefranc) realizados en sondeos. No obstante, en nuestro caso, los valores obtenidos en las pruebas en sondeo son congruentes con los obtenidos en los ensayos de bombeo, lo que refuerza la confianza en los parámetros adoptados.

Los valores en cada celda han sido introducidos en términos de permeabilidad, para luego calcularse en cada celda la transmisividad a partir del valor de permeabilidad asignado y del espesor saturado en cada capa

En la capa 1 del modelo (figura 7.1), se han empleado valores entre 1E-05 y 1E-06 m/s para la zona donde aparecen arenas litorales (Qli) con depósitos de turbas y fangos intercalados. Estos valores corresponden a términos intermedios entre arena y limos. En la zona del aluvial del río Pilón, se han empleado valores de permeabilidad más reducidos, entre 1E-07 y 1E-08 m/s valores correspondientes a una mezcla de arcillas, limos y arenas.

Las capas 2, 3 y 4 del modelo (figuras 7.2 a 7.4) corresponden al “acuífero jurásico somero”, asignando valores a las celdas entre 1E-05 y 1E-06 m/s, más concretamente entre 2E-06 y 6E-06 m/s que fueron los valores obtenidos en los ensayos de bombeo realizados en los piezómetros Pz-24 y Pz-4. En este caso como en las capas inferiores, se ha considerado el espesor saturado (b) máximo que se indica en la tabla 4.3 al asignar permeabilidades, ya que como se ha indicado anteriormente las capas del modelo también contienen o representan los acuitardos lutíticos intercalados entre los niveles calcáreos.

En el caso de la capa 5 (figura 7.5), correspondiente al nivel confinante que aparece entre los dos niveles acuíferos jurásicos, se ha considerado una permeabilidad entre 1E-07 y 1E-08 m/s que es la permeabilidad media esperable según los ensayos recopilados y la propia naturaleza estos los materiales.

Por último en las capas 6, 7 y 8 (figuras 7.6 a 7.8) que corresponden al “acuífero jurásico profundo”, se han utilizado un rango de permeabilidades entre 5E-03 m/s y 1E-05 m/s, valores que corresponden a los resultados obtenidos en los ensayos de bombeo realizados en el pozo PB-2 y en los piezómetros Pz-1, Pz-2, Pz-3 y Pz-6. La distribución espacial de permeabilidades en estas capas corresponde a la que se deduce de la distribución de los puntos de ensayo, con valores más elevados hacia al mar.

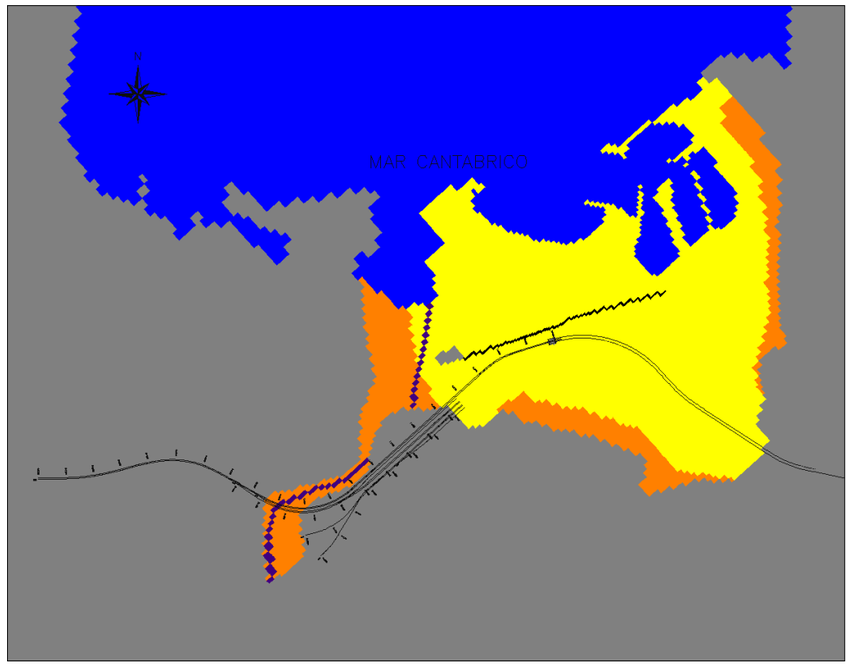



*Figura 7.1. Distribución de permeabilidades en la capa 1 del modelo*

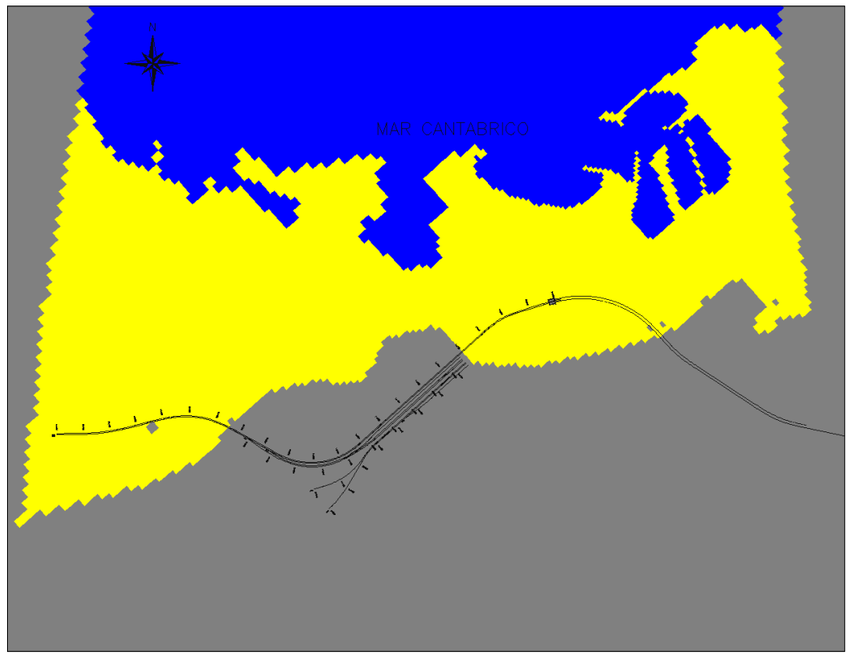
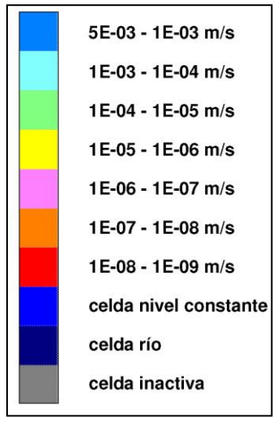



*Figura 7.2. Distribución de permeabilidades en la capa 2 del modelo*



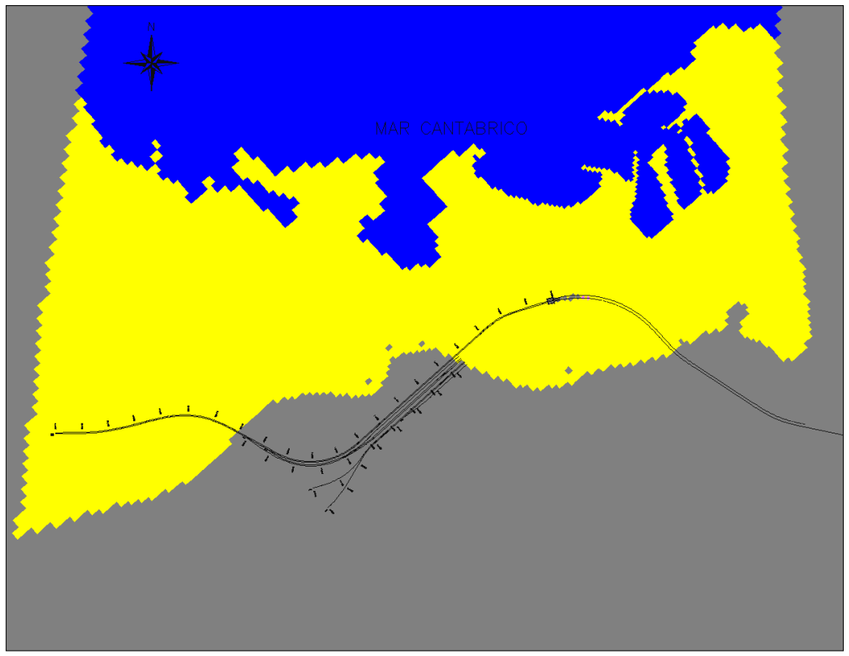




*Figura 7.3. Distribución de permeabilidades en la capa 3 del modelo*

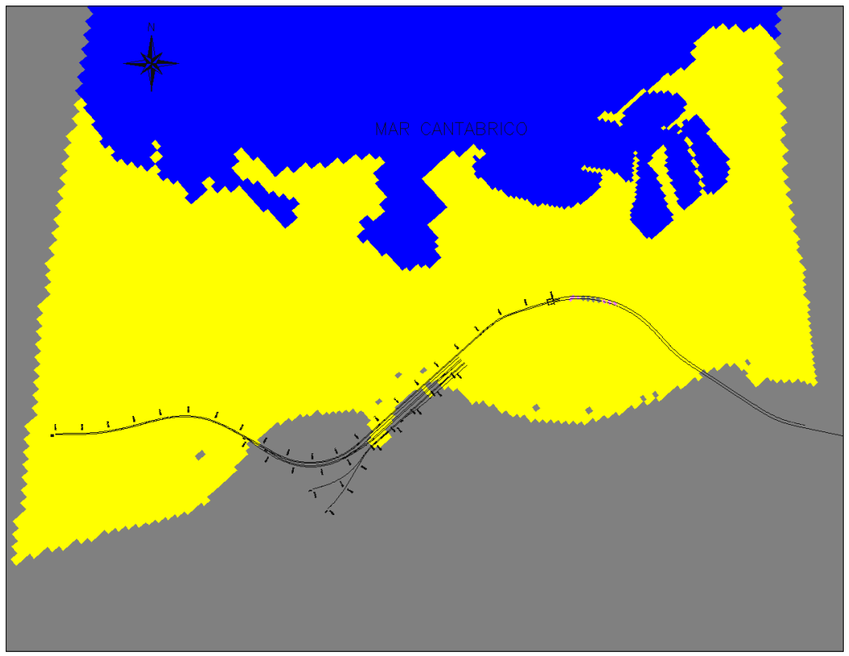



*Figura 7.4. Distribución de permeabilidades en la capa 4 del modelo*

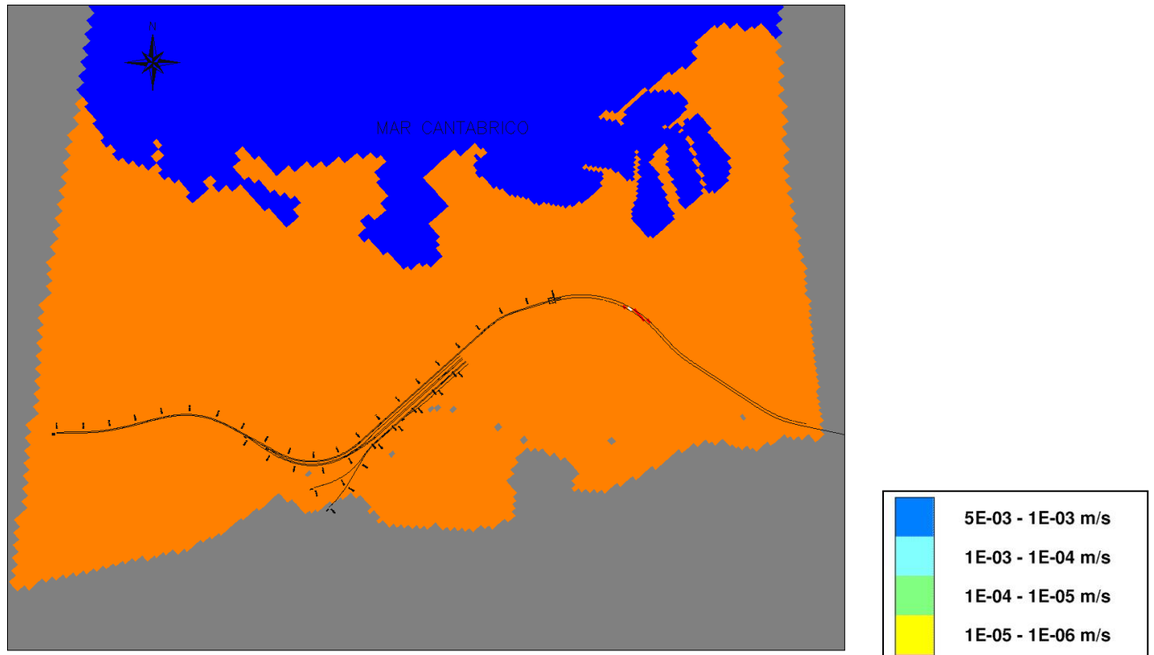



*Figura 7.5. Distribución de permeabilidades en la capa 5 del modelo*

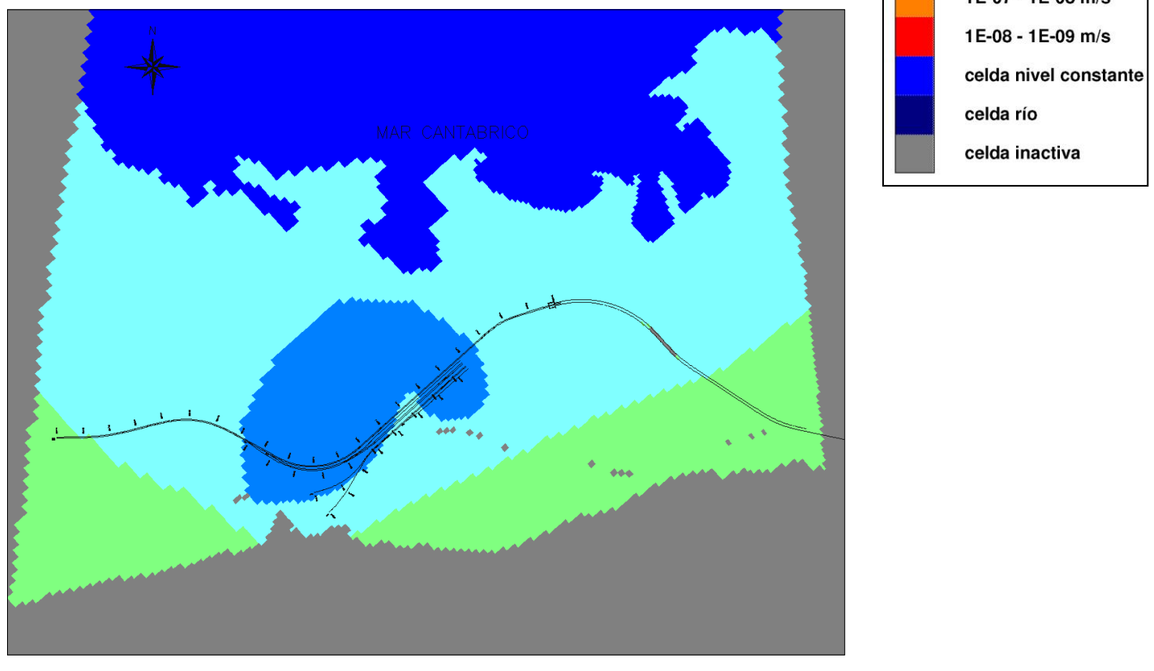
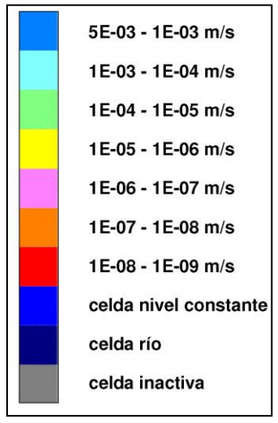



*Figura 7.6. Distribución de permeabilidades en la capa 6 del modelo*



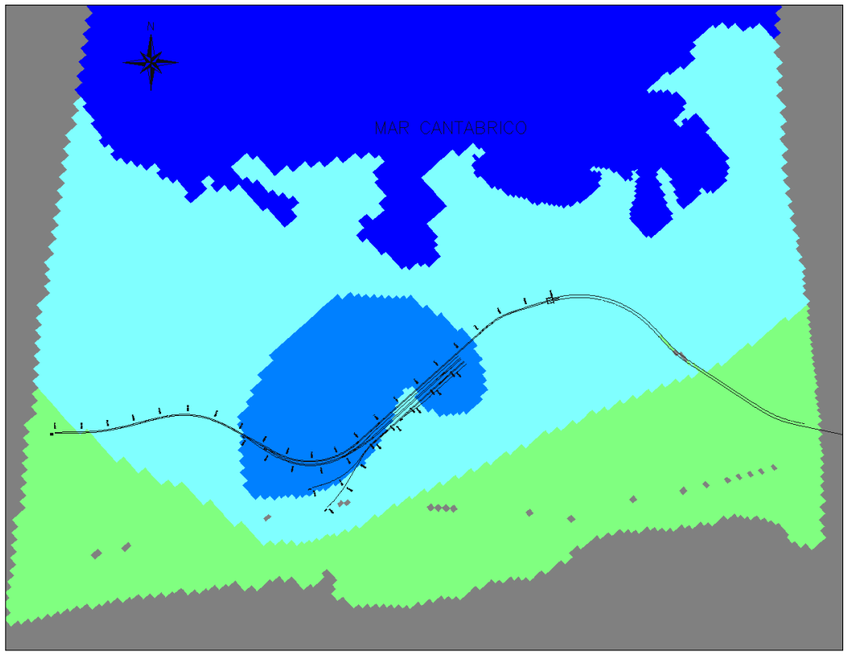




*Figura 7.7. Distribución de permeabilidades en la capa 7 del modelo*

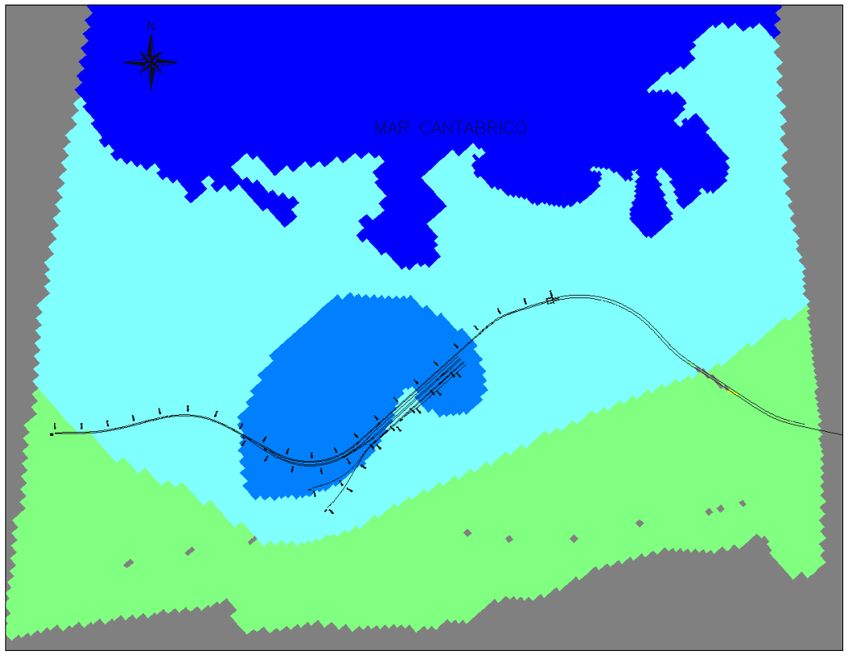



*Figura 7.8. Distribución de permeabilidades en la capa 8 del modelo*

## 7.2. Niveles piezométricos

Para la calibración del modelo se ha considerado un gran número de medidas piezométricas, aunque previamente ha habido que realizar una tarea de filtrado muy laboriosa. Los valores piezométricos disponible fueron tomados en fechas distintas y, en la mayor parte de las ocasiones, corresponden a sondeos entubados con tubería filtrante a lo largo de toda su longitud, de modo que en el taladro se mezcla el potencial hidráulico de todos los niveles acuíferos atravesados. Se han elegido aquellos que ofrecían más confianza, dando prioridad a los valores procedentes de los piezómetros y pozos abiertos individualizadamente en cada uno de los acuíferos.

Además, en muchos puntos, en concreto los situados próximos a la traza de la estación, se había observado una gran variabilidad piezométrica posiblemente relacionada con la oscilación mareal, por lo que se decidió utilizar los valores más bajos en la zona de la traza, y los valores más altos en las zonas situadas aguas de arriba de la misma, de modo que la distribución piezométrica resultante corresponderían al gradiente hidráulico más fuerte.

En la mayor parte de los puntos de la traza, los valores mínimos utilizados en el plano de isopiezas (figura 4.4) corresponden a medidas realizadas en el mismo día (29/11/07) y en un corto espacio de tiempo, de modo que se puede decir que corresponden a una situación hidrogeológica temporal en la que el gradiente en el acuífero fuera máximo. Se ha calibrado el modelo a esta situación, ya que se pretende evaluar el efecto barrera que las obras de la estación pueden provocar sobre el flujo subterráneo del acuífero, de modo que al adoptar el gradiente más elevado estaríamos del lado de seguridad. En las zonas situadas al este de la traza, se han utilizado la mediana del intervalo de máxima oscilación piezométrica de los puntos que ofrecían mayor confianza, ya que corresponden a medidas realizadas en fechas distintas al resto.

## 7.3. Coeficiente de almacenamiento

El coeficiente de almacenamiento libre (porosidad eficaz) de la capa 1 del modelo (acuífero cuaternario) se estima en un valor entre 5% y 15% de carácter libre, mientras que en los acuíferos jurásicos los valores del coeficiente de almacenamiento según los ensayos de bombeo se sitúan entre 0,003 y 0,00078 correspondientes a un acuífero de semiconfinado a confinado.

No obstante, todas las simulaciones han sido realizadas en régimen permanente, por lo que no se han empleado estos valores numéricos.

## 7.4. Recarga

Se trata de un valor difícil de medir y normalmente es objeto de calibración en la realización de un modelo. En la zona de estudio la recarga procede esencialmente de la infiltración del agua de lluvia, siempre limitada en áreas urbanizadas, y de las pérdidas de la red de saneamiento y distribución de la ciudad.

La tasas de recarga, así como la distribución de la misma a lo largo de las distintas capas del modelo, ha sido ajustada durante la calibración del modelo, considerando la distribución piezométrica observada, la distribución de los valores de permeabilidad en cada capa, así como la magnitud de las tasas de recarga (190 mm/año) media que se indican en la bibliografía consultada (13) para el subsistema acuífero de Villaviciosa.

Igualmente, se ha considerado una recarga preferencial en las capas calcáreas, así como un cierto aporte a la capa más profunda del modelo, procedente de otras capas inferiores a las simuladas y por lo tanto situadas más hacia el sur.

## 7.5. Bombeos

No se han simulado bombeos ya que no se conocía la situación y cuantía de las posibles extracciones, aunque según la bibliografía consultada existirían bombeos de drenaje en ciertos edificios para evitar filtraciones en sus plantas de sótano.

De cualquier modo, la zona próxima a la estación se encuentra prácticamente libre de edificaciones, por lo que no se espera que los bombeos puedan tener influencia sobre los resultados de las simulaciones. En el resto de la traza, las tasas de extracción habrían sido calibradas junto a la recarga, considerándose como una disminución de la misma.

## 7.6. Barreras al flujo horizontal

Durante la calibración del modelo ha sido necesario considerar la existencia de barrera hidrogeológicas asociadas al “Depósito de Tormentas de Natahoyo”, al “Colector Juan Carlos I”, al tramo del “Túnel de Penetración en Gijón” situado en el área del modelo, así como al pozo de extracción de la tuneladora donde finaliza el proyecto de la estación.

El depósito y el pozo de extracción fueron ejecutados mediante pantallas, impidiendo en el primer caso el flujo subterráneo en el acuífero cuaternario (capa 1) y en las capas 1, 2 y 3 en el caso del pozo.

En el caso del colector, se han utilizado elementos de barrera entre celdas, mientras que en el resto se han considerado elementos individuales, en los que se ha ajustado la permeabilidad equivalente en función de la ocupación parcial o total de cada celda. Se ha considerado que el colector crea una barrera parcial al flujo subterráneo del acuífero

cuaternario (capa 1), debido a que la zanja en la que éste se instaló atravesaba todo el espesor de arenas litorales, y ésta fue rellanada con depósitos de ceniza que una vez consolidados presentan una permeabilidad muy reducida.

Igualmente, durante el proceso de simulación del efecto barrera de las obras de la estación se ha empleado elementos individuales en todas las ocasiones. Se han considerado celdas inactivas cuando la ocupación del elemento era total y una permeabilidad equivalente cuando la ocupación era parcial

### 7.7. Río Pilón

El río Pilón ha sido simulado en la capa 1 del modelo, mediante celdas río que permiten un intercambio de caudal entre el río y las celdas que simulan los depósitos aluviales. Durante el proceso de calibración, se ha ajustado la conductancia de cada celda que es el parámetro que controla la transferencia de caudal en función de la diferencia de nivel entre el acuífero y el río.

# 8. Calibración del modelo

Para la calibración del modelo se han considerado todos las medidas piezométricas recopiladas en las distintas campañas geotécnicas, eligiendo aquellos datos que presentaban una mayor confianza, y dando prioridad a los valores procedentes de los piezómetros y pozos abiertos individualizadamente en cada uno de los acuíferos.

Como ya se ha indicado anteriormente, se ha calibrado el modelo tomando los niveles más bajos en la traza de la estación y los más altos en las áreas situadas aguas arriba de ésta, correspondiendo esta situación a la de mayor gradiente observado en los acuíferos durante el periodo con medidas disponibles. En las zonas situadas al este de la traza, donde las medidas disponibles corresponden a fechas distintas a las tomadas en los puntos cercanos a la estación, se han utilizado la mediana del intervalo de máxima oscilación piezométrica de los puntos que ofrecían mayor confianza.

En la tabla 8.1, se indica para todos los sondeos, pozos y piezómetros utilizados en la calibración, la variación de la cota absoluta del nivel piezométrico para el periodo de disponible, así como el valor utilizado para la calibración frente al nivel simulado en la "hipótesis de calibración" y en la "hipótesis húmeda". Se indica la profundidad de cada prospección, el nivel acuífero que registra prioritariamente, así como las capas de modelo a las que sea ha adjudicado su nivel piezométrico.

En una primera etapa, se ha calibrado el modelo utilizando las medidas observadas y, posteriormente, tomando un criterio de seguridad y puesto que no se dispone de un registro de la evolución piezométrica del acuífero suficientemente amplio, se ha simulado una hipótesis en la que el nivel freático del acuífero estuviera más elevado debido a una mayor tasa de recarga que la utilizada en la calibración del modelo. Esta mayor tasa de recarga estaría relacionada con una época de precipitaciones más abundantes, y por lo tanto unas tasas de recarga más elevada. Esta simulación del lado de la seguridad ha sido denominada "hipótesis húmeda".

En la tabla 8.1, se ha representado también el valor simulado para el nivel piezométrico en la "hipótesis húmeda". El nivel freático en esta hipótesis estaría entre 0,5 m y casi 9 m por encima de las medidas observadas.

| Punto | Prof. (m) | Nivel acuífero | Capas modelo | Periodo con medidas | Nivel piezométrico cota (msnm) | Nivel observado empleado para la calibración (msnm) | Nivel simulado en la "hipótesis de calibración" (msnm) | Nivel simulado en la "hipótesis húmeda" (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PB-2 | 9 | Cuaternario | 1 | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 4,63 - 2,80 | 4,63 | 4,9 | 6,9 |
| Pz-1 bis | 9 | Cuaternario | 1 | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 16,23 - 14,47 | 15,35 | 15,4 | 21,1 |
| S-3 | 30 | Cuaternario | 1 | 21/04/2001 - 05/12/2007 | 6,08 - 4,22 | 4,22 | 4,2(*) | 6,9 |
| S-5 | 30 | Cuaternario | 1 | 28/04/2001 - 29/08/2007 | 4,73 - 4,07 | 4,40 | 4,3(*) | 7 |
| S-8 | 30 | Cuaternario | 1 | 27/04/2001 - 27/04/2001 | 3,41 - 3,41 | 3,41 | 3,6(*) | 5,9 |
| PzU1 | 4 | Cuaternario | 1 | 04/11/2008 - 30/05/2010 | 4,97 - 4,45 | 4,71 | 5,1 - 4,8(*) | 7,3 |
| PzU8 | 4 | Cuaternario | 1 | 04/11/2008 - 30/05/2010 | 6,00 - 4,68 | 5,34 | 5,3 - 5,1(*) | 7,7 |
| Pz-2C | 12,6 | Cuaternario | 1 | 10/10/2007 - 04/12/2007 | 3,02 - 2,68 | 3,00 | 3,6(*) | 5,9 |
| SC-10C | 12,6 | Cuaternario | 1 | 05/07/2002 - 31/07/2002 | 5,34 - 3,99 | 3,99 | 3,4(*) | 5,7 |
| SC-7 | 35 | Cuaternario | 1 | 31/07/2002 - 22/10/2002 | 3,60 - 3,40 | 3,50 | 3,5(*) | 6,1 |
| SC-8C | 3,2 | Cuaternario | 1 | 05/07/2002 - 22/10/2002 | 3,85 - 3,30 | 3,57 | 3,4(*) | 5,7 |
| Pz-22 | 27 | Jurásico somero | 2 | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 3,50 - 2,38 | 3,09 | 3,2 | 3,8 |
| Pz-23 | 31 | Jurásico somero | 3 | 15/11/2007 - 05/12/2007 | 3,69 - 3,12 | 3,29 | 3,2 | 3,8 |
| Pz-24 | 37 | Jurásico somero | 4 | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 3,92 - 2,78 | 3,34 | 3,2 | 3,8 |
| Pz-4 | 25 | Jurásico somero | 2-3-4 | 28/11/2007 - 15/01/2008 | 4,53 - 4,02 | 4,02 | 4 | 5,9 |
| Pz-5 | 25,2 | Jurásico somero | 2-3-4 | 29/11/2007 - 12/12/2007 | 9,23 - 8,61 | 9,23 | 9,1 | 16,1 |
| SJ-11 | 35 | Jurásico somero | 2-3-4 | 17/07/2007 - 09/06/2010 | 4,24 - 3,24 | 3,52 | 3,5 | 4,4 |
| SDT-4 | 23,9 | Jurásico somero | 2-3-4 | 23/03/2005 - 20/10/2006 | 4,09 - 1,99 | 3,04 | 3,1 | 3,7 |
| SE-1 | 15 | Jurásico somero | 3-4 | 04/09/2008 - 04/09/2008 | 4,57 - 4,57 | 4,57 | 4,6 | 5,8 |
| S-11 | 30 | Jurásico somero | 2-3-4 | 03/05/2001 - 03/05/2001 | 3,90 - 3,90 | 3,90 | 4 | 5,9 |
| S-6 | 30,1 | Jurásico somero | 2-3-4 | 28/04/2001 - 28/04/2001 | 3,81 - 3,81 | 3,81 | 3,7 | 4,7 |
| S-9 | 38,3 | Jurásico somero | 4 | 30/04/2001 - 30/04/2001 | 4,90 - 4,90 | 4,90 | 4,8 | 7 |
| SIG-20 | 38,5 | Jurásico somero | 2-3-4 | 10/10/2007 - 09/06/2010 | 3,19 - 2,60 | 2,90 | 3 | 3,6 |
| SC-12 | 36 | Jurásico somero | 4 | 15/07/2002 - 22/10/2002 | 6,30 - 5,50 | 6,30 | 6,6 | 11 |
| SC-4 | 40 | Jurásico somero | 2-3-4 | 31/07/2002 - 09/06/2010 | 4,72 - 3,65 | 3,72 | 3,6 | 4,3 |
| SC-8 | 31 | Jurásico somero | 2-3-4 | 05/07/2002 - 04/12/2007 | 4,45 - 2,28 | 3,36 | 3,4 | 4,4 |
| Pz-1 | 26 | Jurásico profundo | 7-8 | 15/11/2007 - 09/06/2010 | 2,68 - 1,83 | 1,83 | 1,7 | 2,9 |
| Pz-11 | 24 | Jurásico profundo | 6 | 15/11/2007 - 22/01/2008 | 1,42 - 0,94 | 0,94 | 1,5 | 2,2 |
| Pz-12 | 31 | Jurásico profundo | 7 | 15/11/2007 - 29/11/2007 | 1,73 - 1,30 | 1,30 | 1,5 | 2,2 |
| Pz-13 | 36 | Jurásico profundo | 8 | 15/11/2007 - 29/11/2007 | 1,92 - 1,42 | 1,90 | 1,5 | 2,2 |
| PZ-2 | 25 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 23/01/2008 - 09/06/2010 | 2,23 - 1,95 | 2,10 | 2,1 | 3,6 |
| Pz-3 | 25 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 29/11/2007 - 09/06/2010 | 6,19 - 1,47 | 1,47 | 1,5 | 2,4 |
| Pz-6 | 40 | Jurásico profundo | 8 | 15/11/2007 - 16/01/2008 | 14,36 - 13,72 | 13,70 | 13,2 | 22,6 |
| SJ-05 | 25,05 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 01/08/2007 - 09/06/2010 | 2,92 - 1,78 | 1,78 | 1,6 | 2,6 |
| SJ-06 | 20,1 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 08/08/2007 - 31/05/2010 | 4,84 - 1,74 | 1,74 | 1,6 | 2,6 |
| SJ-08 | 29,85 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 21/07/2007 - 09/06/2010 | 8,01 - 1,78 | 1,78 | 1,5 | 2,3 |
| SJ-09 | 30 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 01/08/2007 - 05/12/2007 | 2,83 - 1,65 | 1,65 | 1,5 | 2,2 |
| S-1 | 35 | Jurásico profundo | 7-8 | 07/06/2001 - 29/11/2007 | 6,19 - 1,80 | 1,80 | 1,7 | 2,8 |
| S-13 | 35 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 14/05/2001 - 14/05/2001 | 4,25 - 4,25 | 4,25 | 4,2 | 8,7 |
| S-2 | 35,1 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 06/06/2001 - 29/11/2007 | 6,13 - 1,73 | 1,73 | 1,5 | 2,2 |
| PzD7 | 10 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 27/10/2008 - 30/05/2010 | 3,29 - 2,62 | 2,96 | 3 | 5 |
| SIG-30+PzD2 | 21 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 23/10/2008 - 30/05/2010 | 2,05 - 1,69 | 1,87 | 1,9 | 3,3 |
| SC-1 | 23,4 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 18/07/2002 - 29/11/2007 | 6,26 - 1,79 | 1,79 | 1,6 | 2,5 |
| SC-3 | 31,3 | Jurásico profundo | 6-7-8 | 22/10/2002 - 09/06/2010 | 5,92 - 1,60 | 1,60 | 1,5 | 2,2 |

Tabla 8.1.- Cuadro resumen con los niveles piezométricos observados en los puntos utilizados para la calibración del modelo, frente a los valores simulados en la "hipótesis de calibración" y en la "hipótesis húmeda".

*(*)valores calibrados en la capa 1 del modelo sin* considerar el depósito de tormentas de Natahoyo, el colector Juan Carlos I, ni el túnel de penetración en Gijón.

## 8.1. Hipótesis de calibración

Según los datos climáticos del Instituto Nacional de Meteorología, correspondientes a la estación Gijón - "Guía Resumida del Clima en España 1971-2000" (www.aemet.es) - la precipitación media anual en la zona es de 971 mm/año.

Los niveles piezométricos observados han sido calibrados para una recarga variable según las zonas entre 2 y 200 mm/año, en cuanto a valores de la recarga por percolación desde la superficie del terreno. Además se ha aplicado un valor en torno a 400 mm a las capas más profundas del modelo, que más que una recarga propiamente dicha, debería considerarse como una transferencia de caudal al modelo desde zonas más profundas del acuífero, situadas al sur del área modelizada.

Para la calibración de las medidas piezométricas observadas, se ha utilizado una distribución zonal de los valores de permeabilidad. Se han empleado valores de permeabilidad más bajos para aquellas zonas donde se han observado gradientes más fuertes, y valores más elevados allí donde los gradientes eran más suaves, lo cual es coherente con los datos aportados por los ensayos de bombeo realizados en la campaña del proyecto de la estación. En el apartado 7.1, se explica y justifica la distribución de permeabilidades utilizada para la calibración del modelo, y en las figuras 7.1 a 7.8 se representan las áreas con distintas permeabilidades.

El flujo subterráneo circulante a través de las 8 capas del modelo y que se descarga principalmente en el mar es de 0,44 hm3/año. Este caudal distribuido por los 4,7 $km^2$ que presenta el área activa del modelo, se traduce en una recarga media de 94 mm/año, valor que viene a ser aproximadamente la mitad de la recarga media (191 mm/año) considerada en la bibliografía para todo el subsistema acuífero de Villaviciosa. *Gutiérrez Claverol y Luque Cabal* (13) estiman unos recursos subterráneos de 58 hm3/año, que considerando los 303,7 $km^2$ que tiene el subsistema, significaría una recarga media de 191 mm/año.

Se considera apropiada una tasa recarga de la mitad del valor medio de todo el sistema, que aun sería menor si no se considerará la recarga de borde o transferencia de flujos desde fuera del modelo, puesto que no hay que olvidar que se trata de un área urbana, donde la recarga natural esta bastante disminuida por la pavimentación de una gran parte de la superficie del terreno.

Los recursos del modelo bajo la hipótesis de calibración equivalen a un caudal continuo de 14 l/s ó 1210 $m^3$/día. Este valor puede parecer un poco reducido, pero no lo es si se considera que sólo corresponde a una porción muy limitada del subsistema de Villaviciosa.

En la figura 8.1 a 8.8, se presenta el plano de isopiezas obtenido para la "hipótesis de calibración", habiéndose representado los valores de las isopiezas en azul, y los valores observados utilizados para la calibración en rojo, ambos en cota absoluta (msnm). Se puede observar como el grado de ajuste del modelo es aceptable, y como se reproducen correctamente los gradientes hidráulicos y direcciones de flujo deducidas de los valores piezométricos observados.

En la figura 8.1 bis, se presenta un tanteo inicial de la calibración de la capa 1 (acuífero cuaternario) previo al que se representa en la figura 8.1, en el que no se ha considerado el efecto barrera del depósito de tormentas de Natahoyo, ni él del colector de Juan Carlos I, ni él del Túnel de penetración de Gijón. Esta calibración previa se ha realizado debido a que un gran número de las medidas piezométricas disponibles al este de la estación son anteriores a la construcción de estas actuaciones, de modo que esta calibración inicial ha permitido aprovechar las medidas piezométricas más antiguas. Si se compara ambas figuras se observa el efecto barrera que ejerce sobre el flujo del acuífero cuaternario el depósito y el colector.

En la capa 1 del modelo se observa un flujo general hacia el mar, con un gradiente mucho más elevado en la zona del aluvial del río Pilón que en el área donde aparecen los depósitos de arenas litorales. El flujo subterráneo presenta una componente perpendicular a la traza de la estación, por lo que es probable que se produzca un cierto efecto barrera.

En las capas 2, 3 y 4, correspondiente al "acuífero jurásico somero", y en las capas 6, 7 y 8 que simulan el "acuífero jurásico profundo", el flujo subterráneo presenta una componente subperpendicular a la traza, por lo que también es probable que se produzca un cierto efecto barrera.

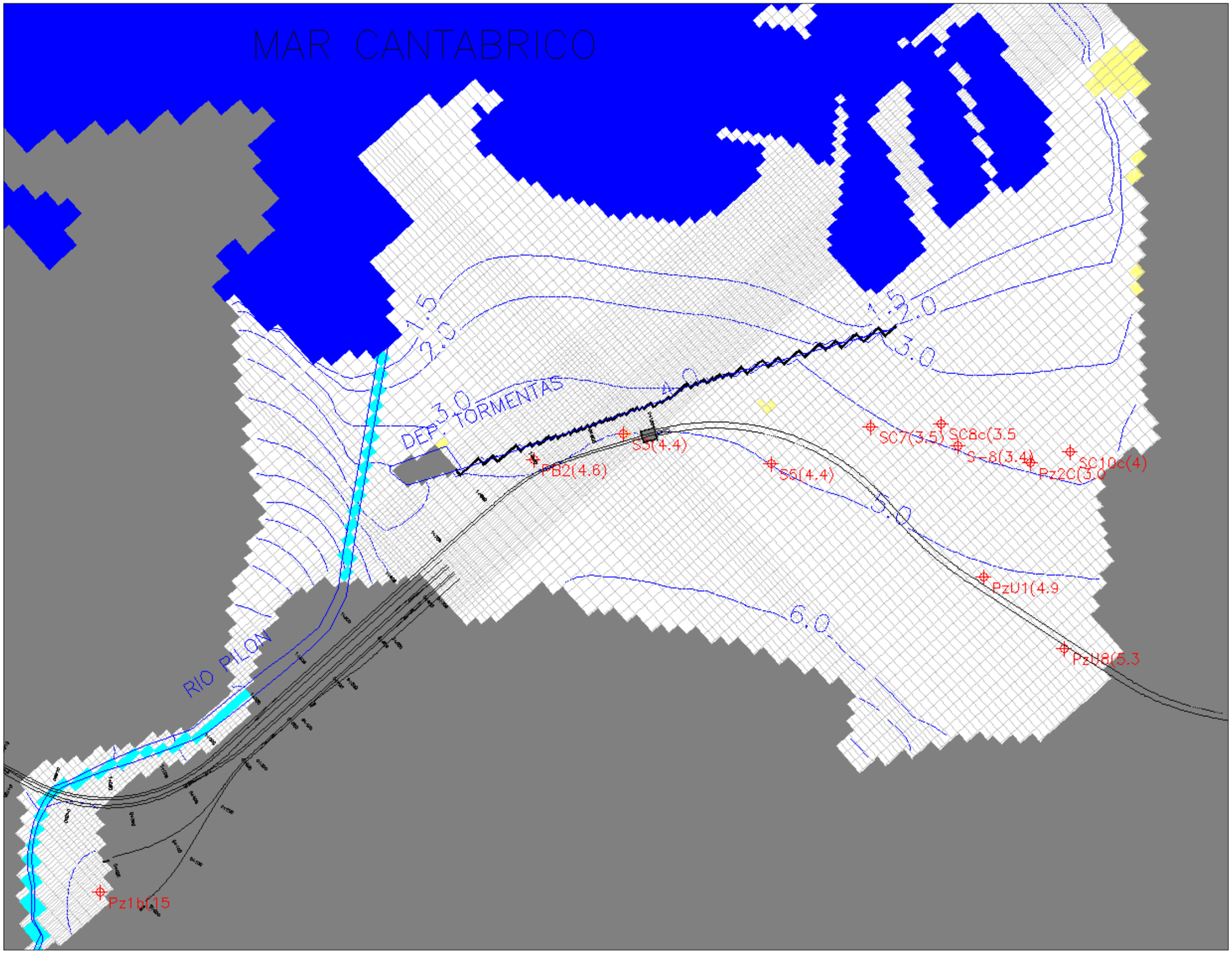



Fig. 8.1.- Plano de isopiezas para la capa 1 del modelo en la "hipótesis de calibración". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

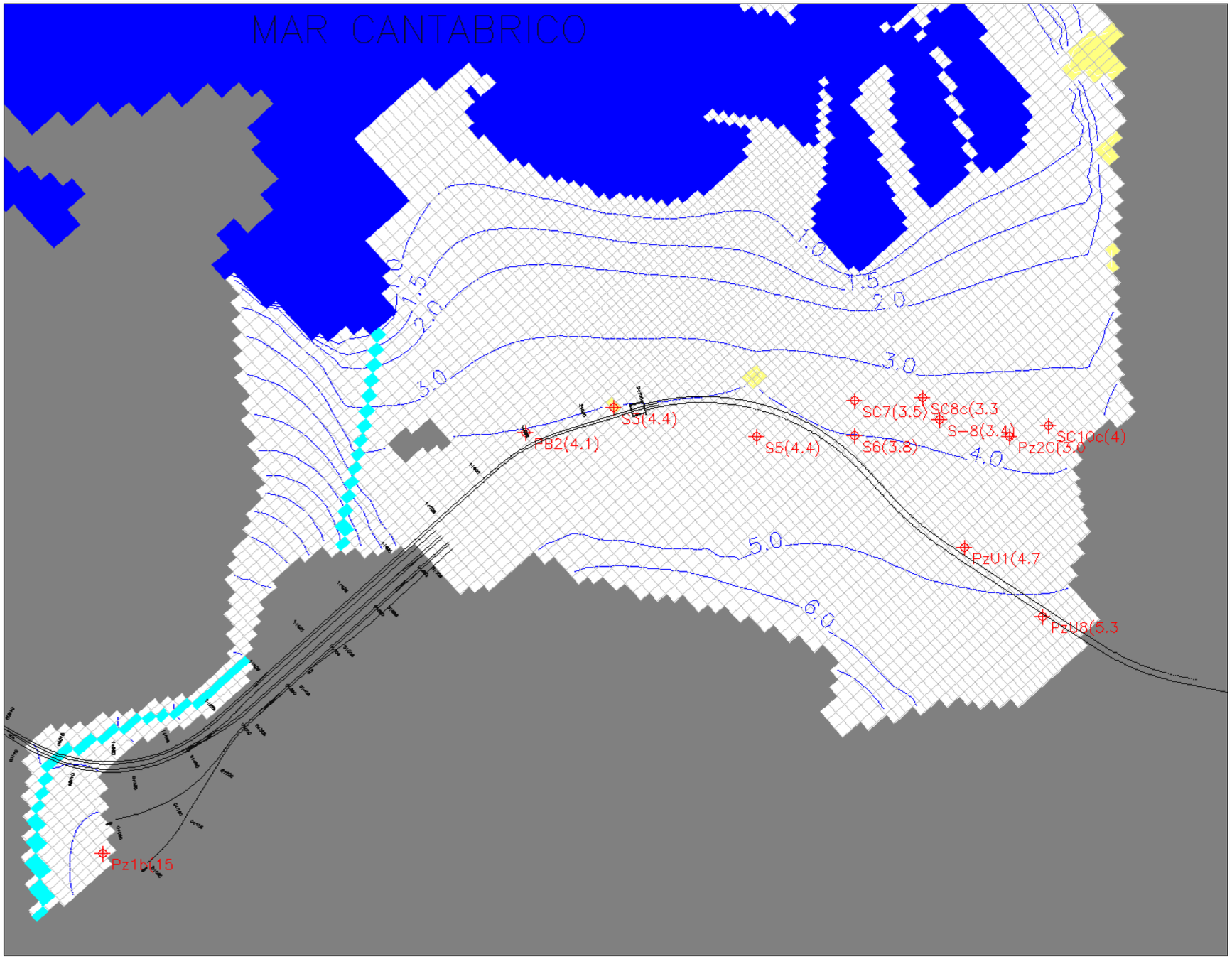



Fig. 8.1 bis.- Plano de isopiezas para la capa 1 del modelo en la "hipótesis de calibración", sin considerar el depósito de tormentas de Natahoyo, ni el colector Juan Carlos I, ni el túnel de penetración en Gijón. Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

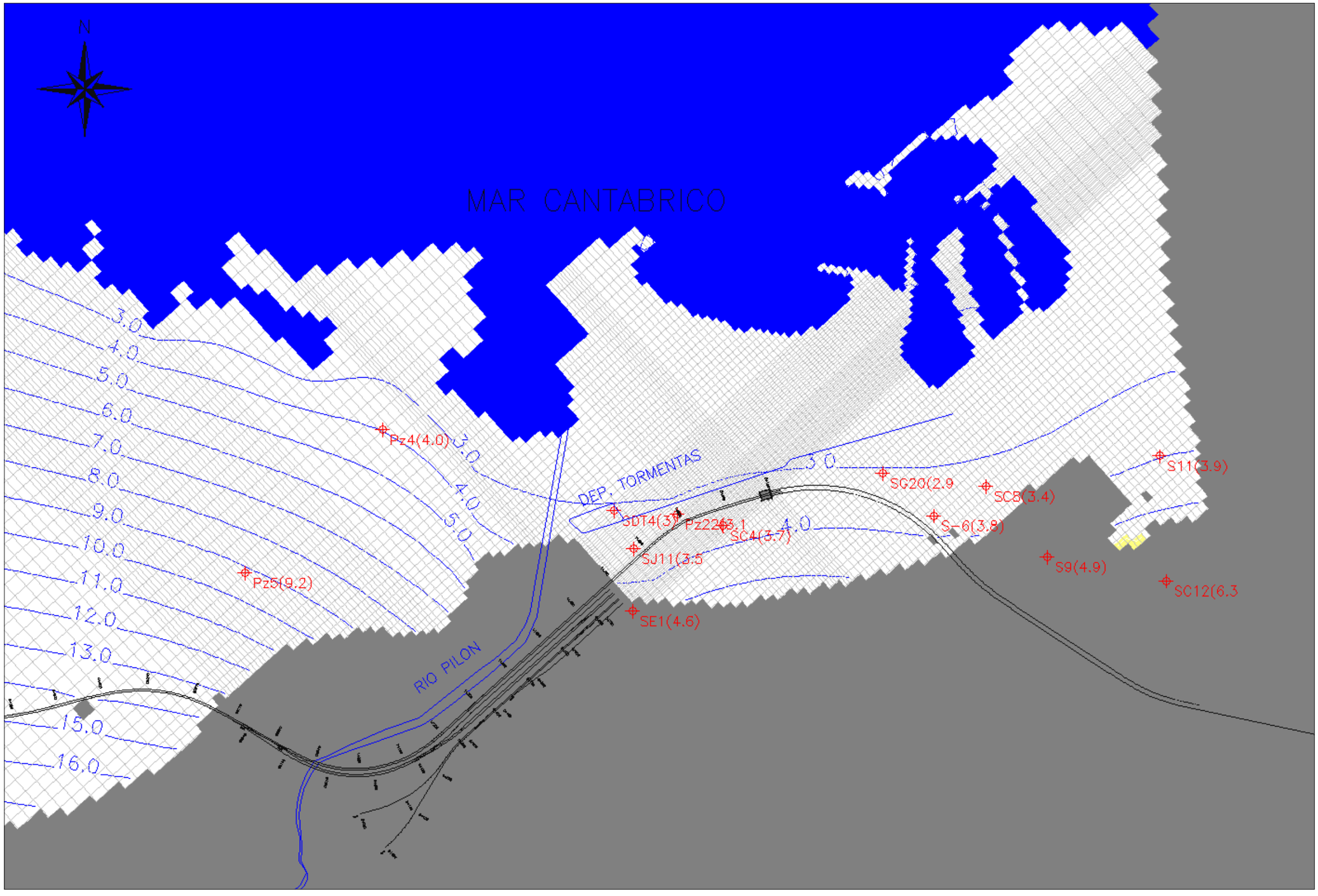



Fig. 8.2.- Plano de isopiezas para la capa 2 del modelo en la "hipótesis de calibración". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

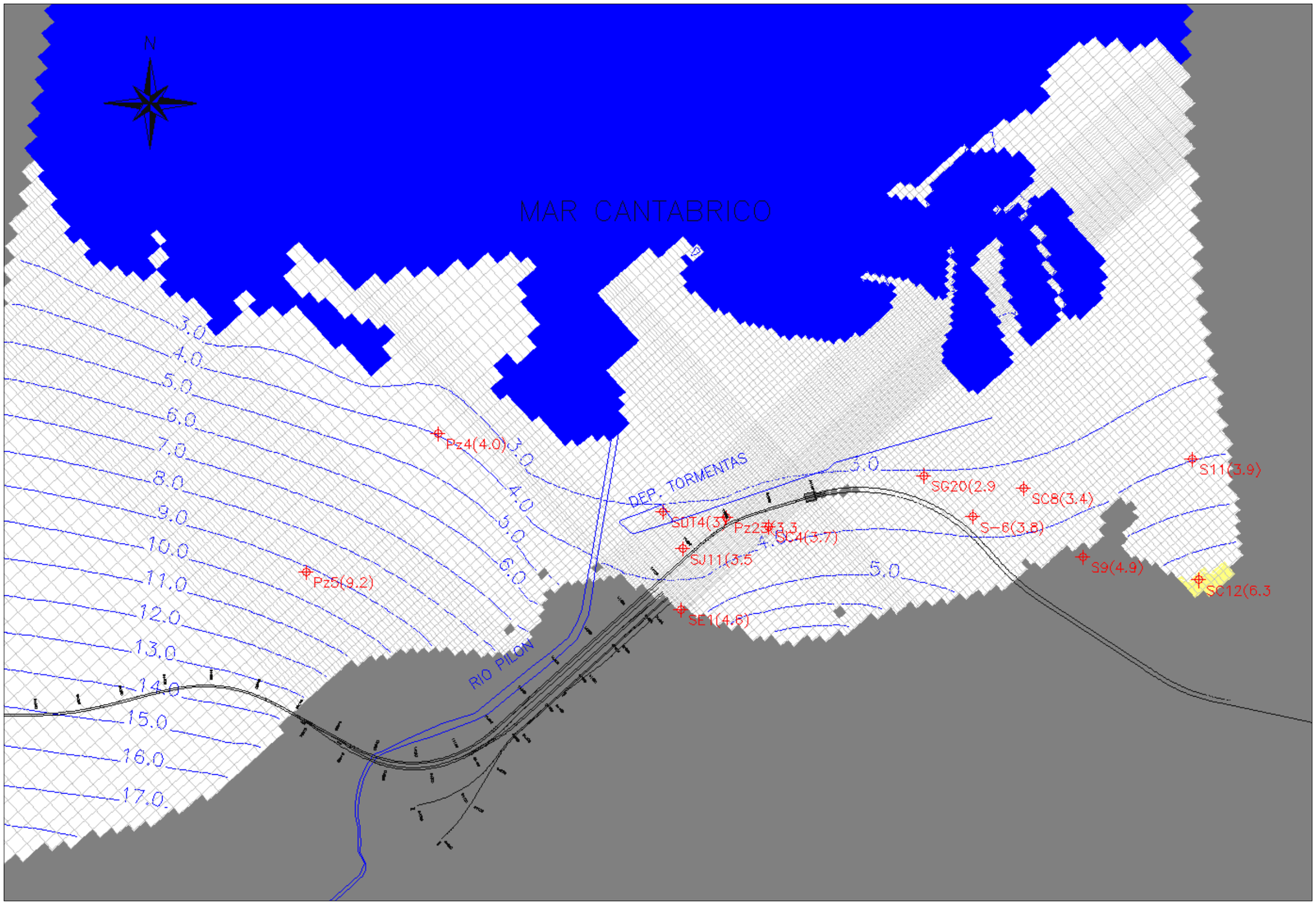



Fig. 8.3.- Plano de isopiezas para la capa 3 del modelo en la "hipótesis de calibración". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

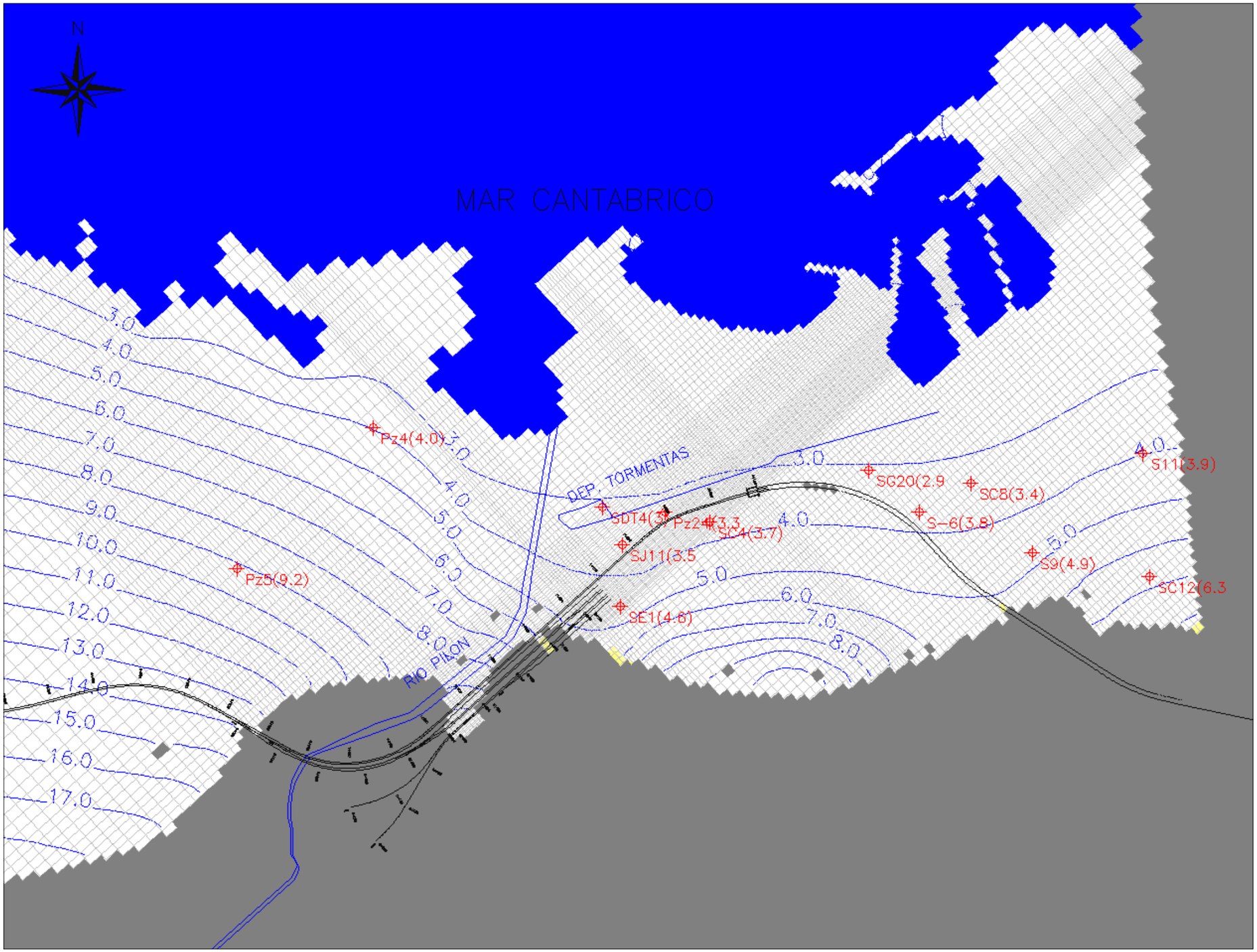



Fig. 8.4.- Plano de isopiezas para la capa 4 del modelo en la "hipótesis de calibración". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

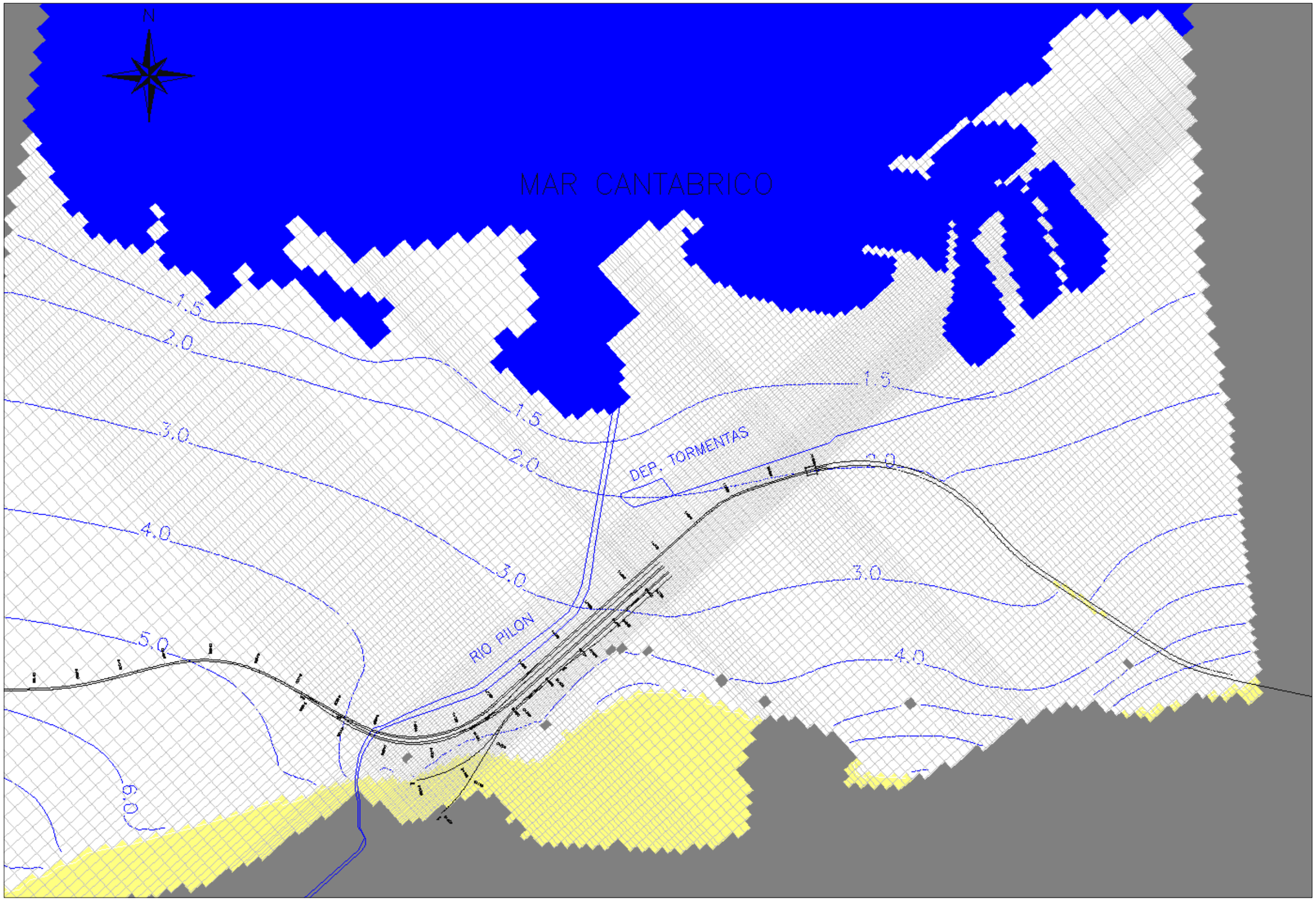



Fig. 8.5.- Plano de isopiezas para la capa 5 del modelo en la "hipótesis de calibración". Valores de isopiezas en azul (m.s.n.m) y celdas secas en amarillo.

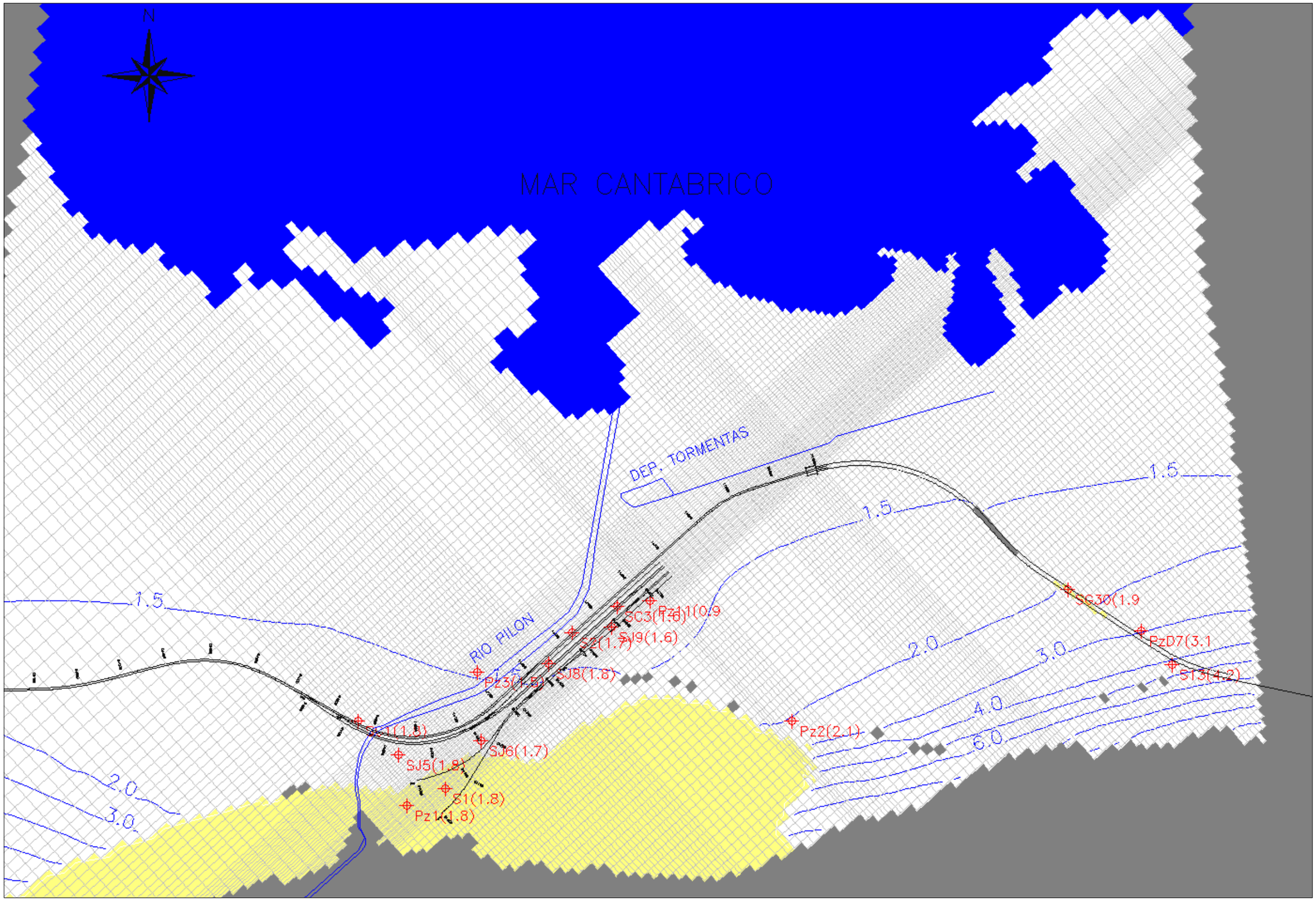



Fig. 8.6.- Plano de isopiezas para la capa 6 del modelo en la "hipótesis de calibración". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

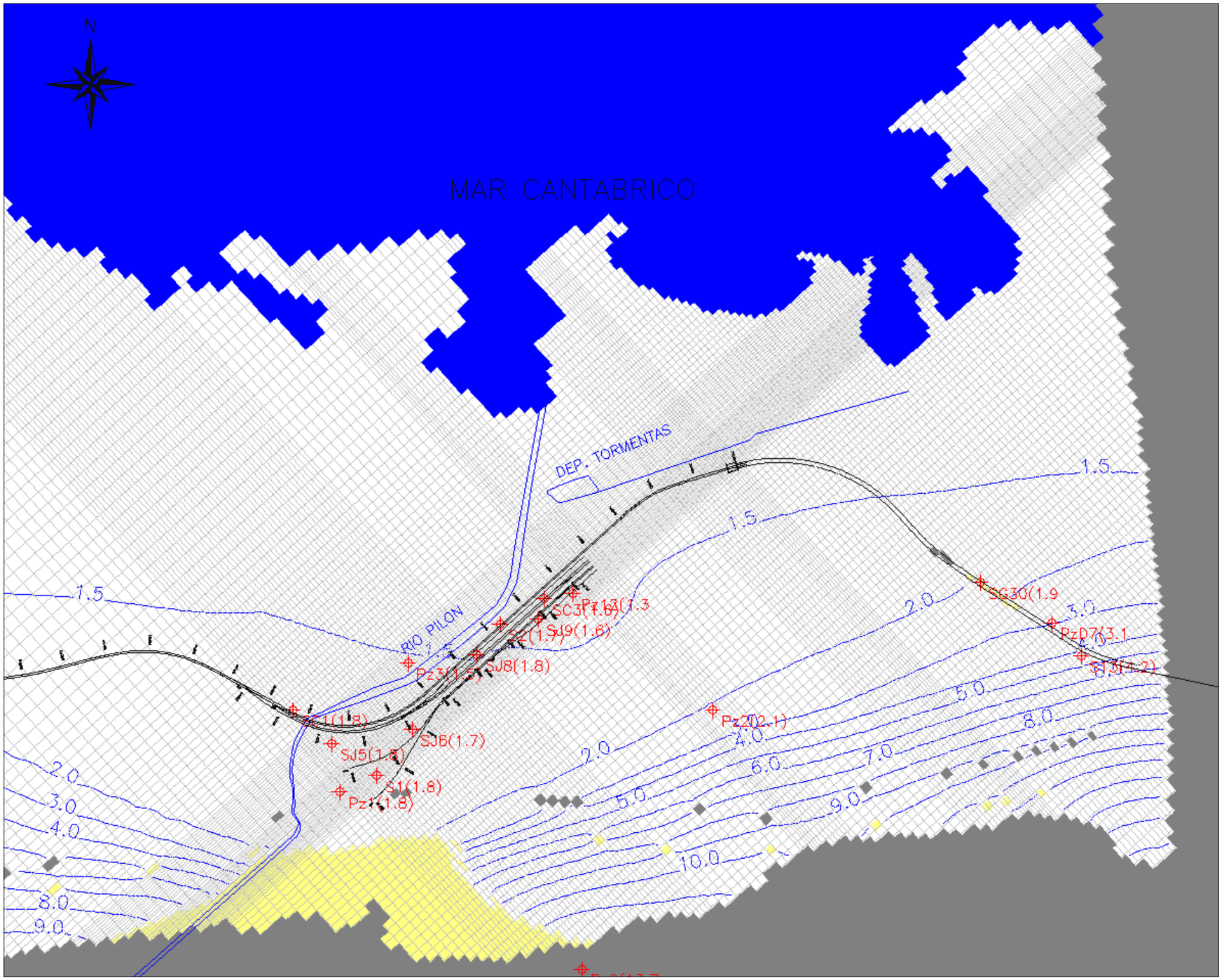



Fig. 8.7.- Plano de isopiezas para la capa 7 del modelo en la "hipótesis de calibración". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

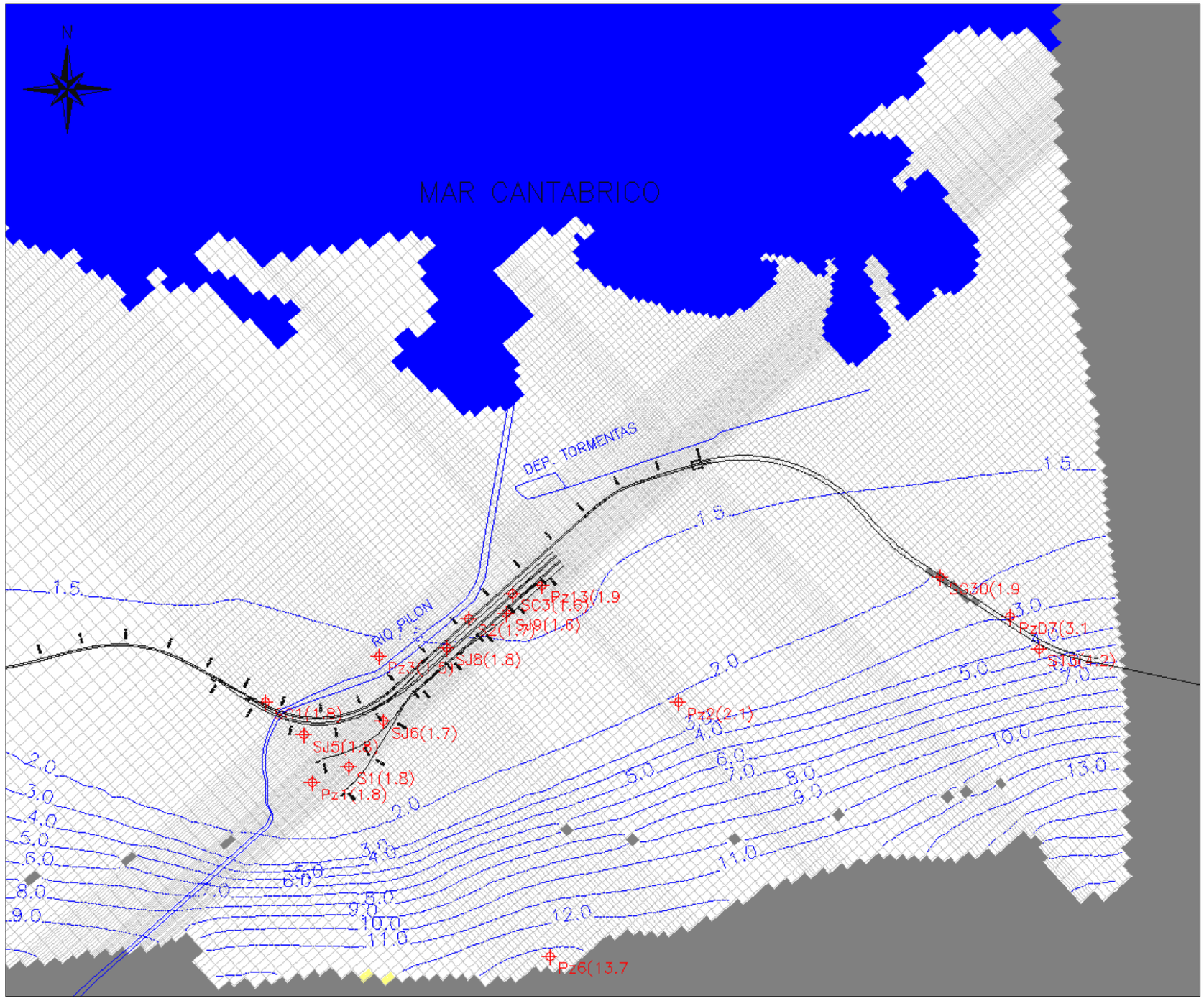



Fig. 8.8.- Plano de isopiezas para la capa 8 del modelo en la "hipótesis de calibración". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

## 8.2. Hipótesis húmeda

Para la calibración de esta hipótesis se han utilizado tasas de recarga más altas que en la "hipótesis de calibración", que podrían corresponder a una hipotética época especialmente lluviosa. En la "hipótesis húmeda" se ha considerado un valor total de recarga para todo el modelo que superan en más del doble la recarga total de la "hipótesis de calibración". En esta situación, se han obtenido una distribución piezométrica entre 0,5 m y 8,9 m por encima de la "hipótesis de calibración". El incremento del nivel en la "hipótesis húmeda" respecto a la "hipótesis de calibración" es menor en las zonas más permeables y próximas al mar, y mayor en las zonas más alejadas del mar y de menor permeabilidad.

Se trata de una hipótesis de simulación del lado de la seguridad, en la que se simula un hipotético escenario de aguas altas, en el que el que flujo subterráneo que atraviesa la zona donde se proyecta construir la estación fuera más elevado. No se dispone de un registro de la evolución temporal de los niveles piezométricos del acuífero lo suficientemente amplio, por lo que esta hipótesis ha sido concebida suponiendo unas tasas de recarga razonablemente altas.

En las figuras 8.9 a 8.16 se representa el plano de isopiezas simulado para las 8 capas del modelo bajo las condiciones e la "hipótesis húmeda". Se observa como la dirección y gradientes del flujo subterráneo son muy parecidos a los de la "hipótesis de calibración" (figuras 8.1 a 8.8), pero situándose la superficie piezométrica más elevada además de mostrar un gradiente hidráulico más intenso.

Para la "hipótesis húmeda", el modelo contempla un volumen de recursos para todo el acuífero de 1 hm3/año. En este caso, el flujo subterráneo en tránsito a través de las 8 capas del modelo sería de 32 l/s ó 2.765 m3/día.

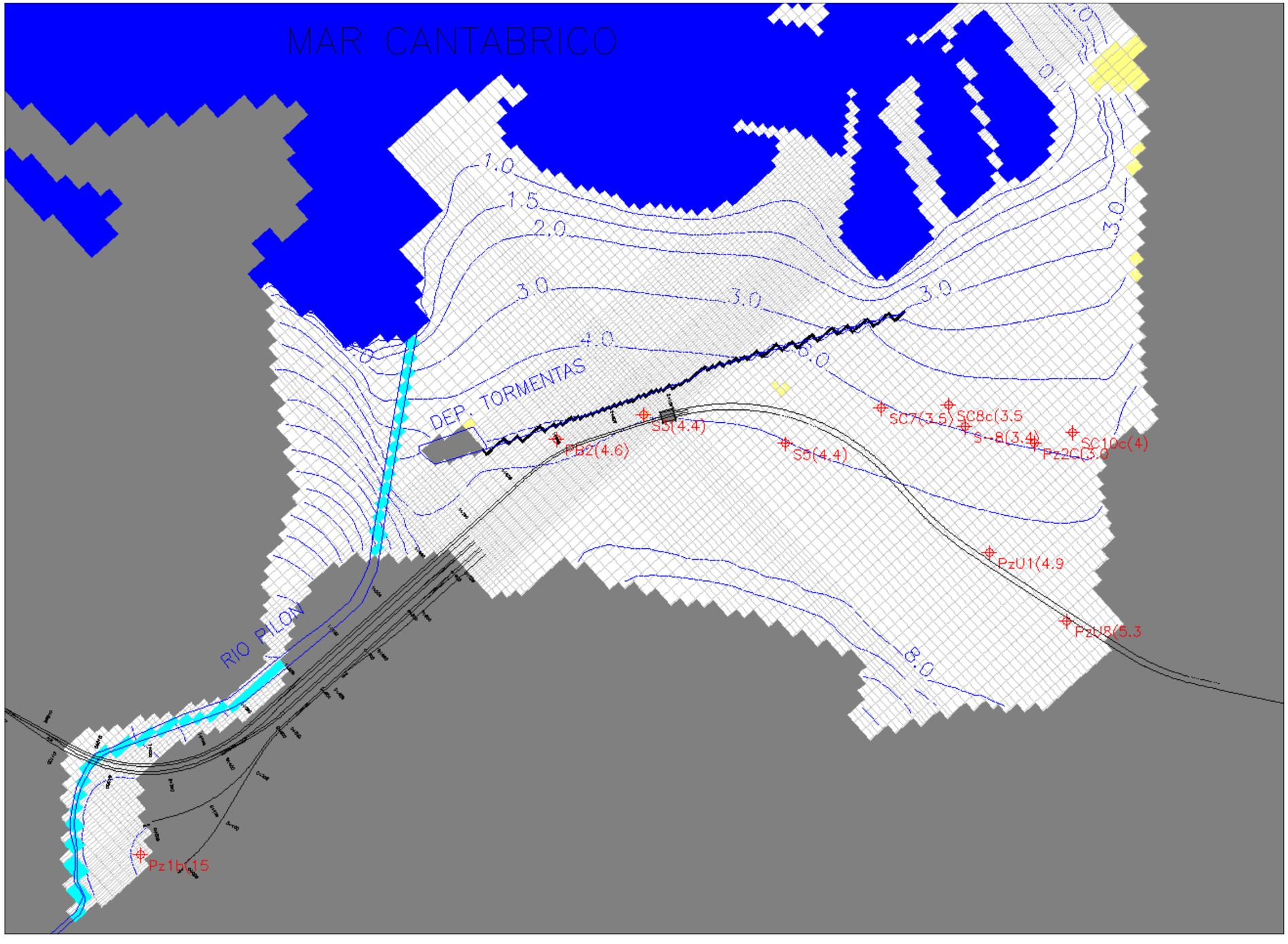



Fig. 8.9.- Plano de isopiezas para la capa 1 del modelo en la "hipótesis húmeda". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

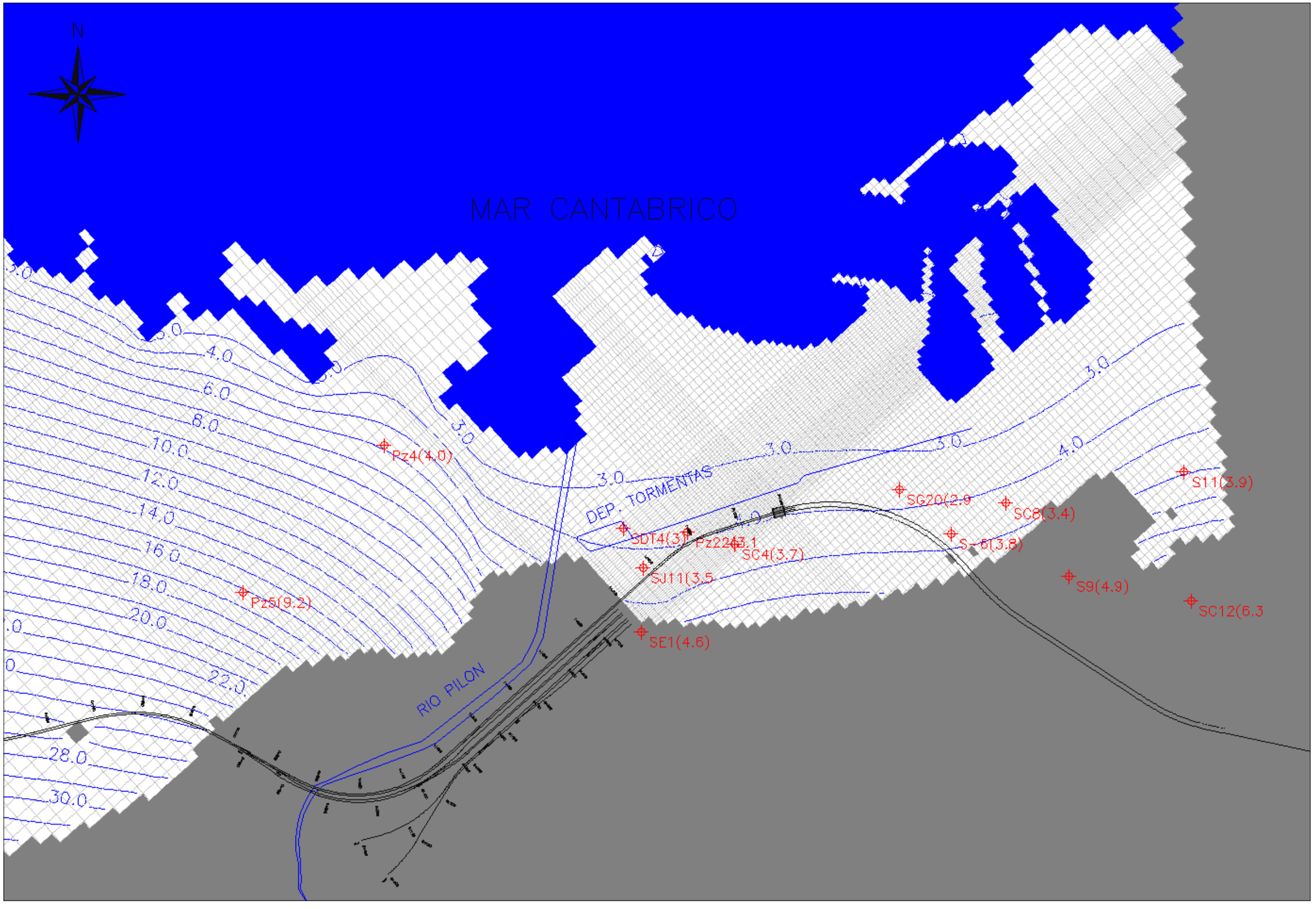



Fig. 8.10.- Plano de isopiezas para la capa 2 del modelo en la "hipótesis húmeda". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

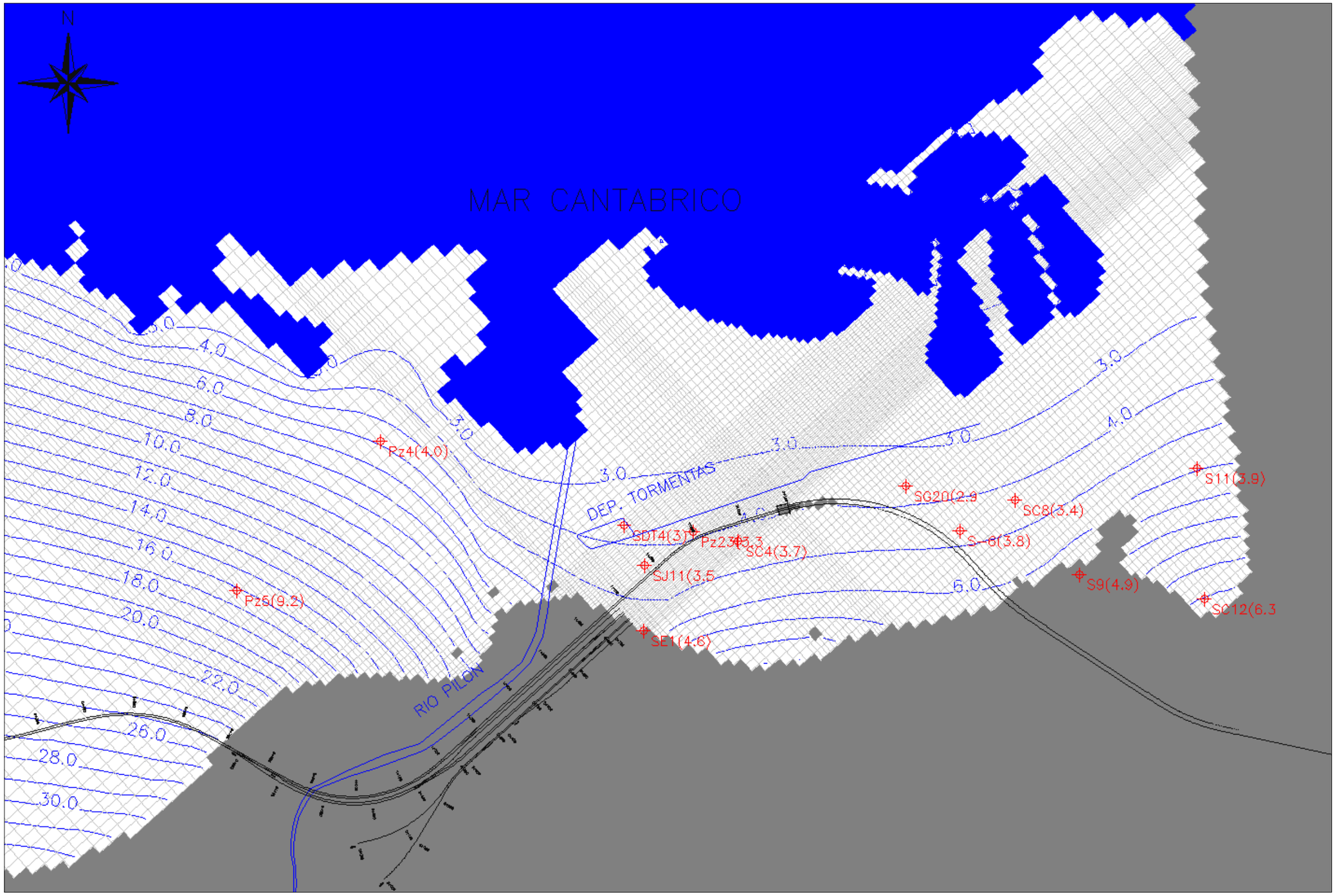



Fig. 8.11.- Plano de isopiezas para la capa 3 del modelo en la "hipótesis húmeda". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

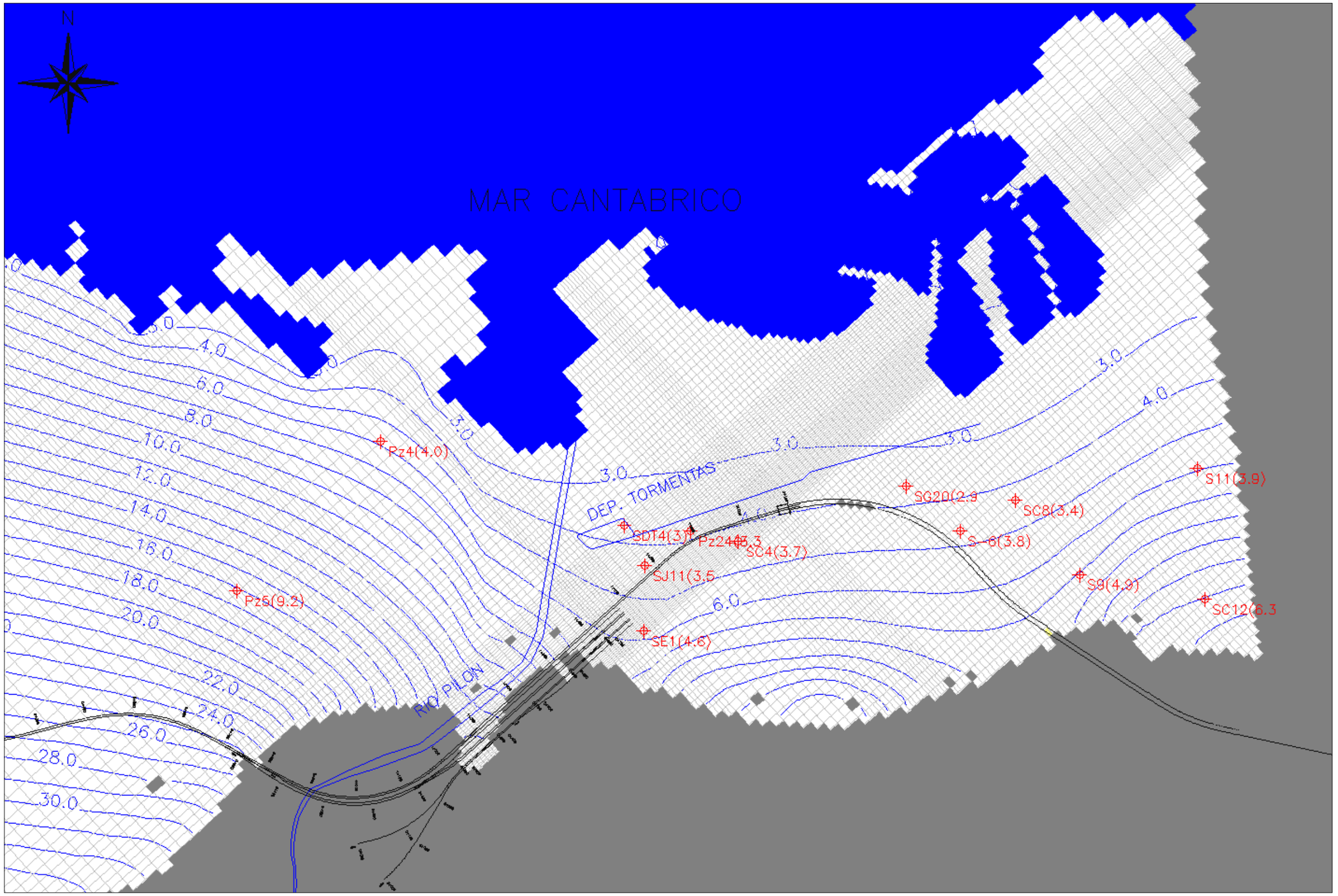



Fig. 8.12.- Plano de isopiezas para la capa 4 del modelo en la "hipótesis húmeda". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

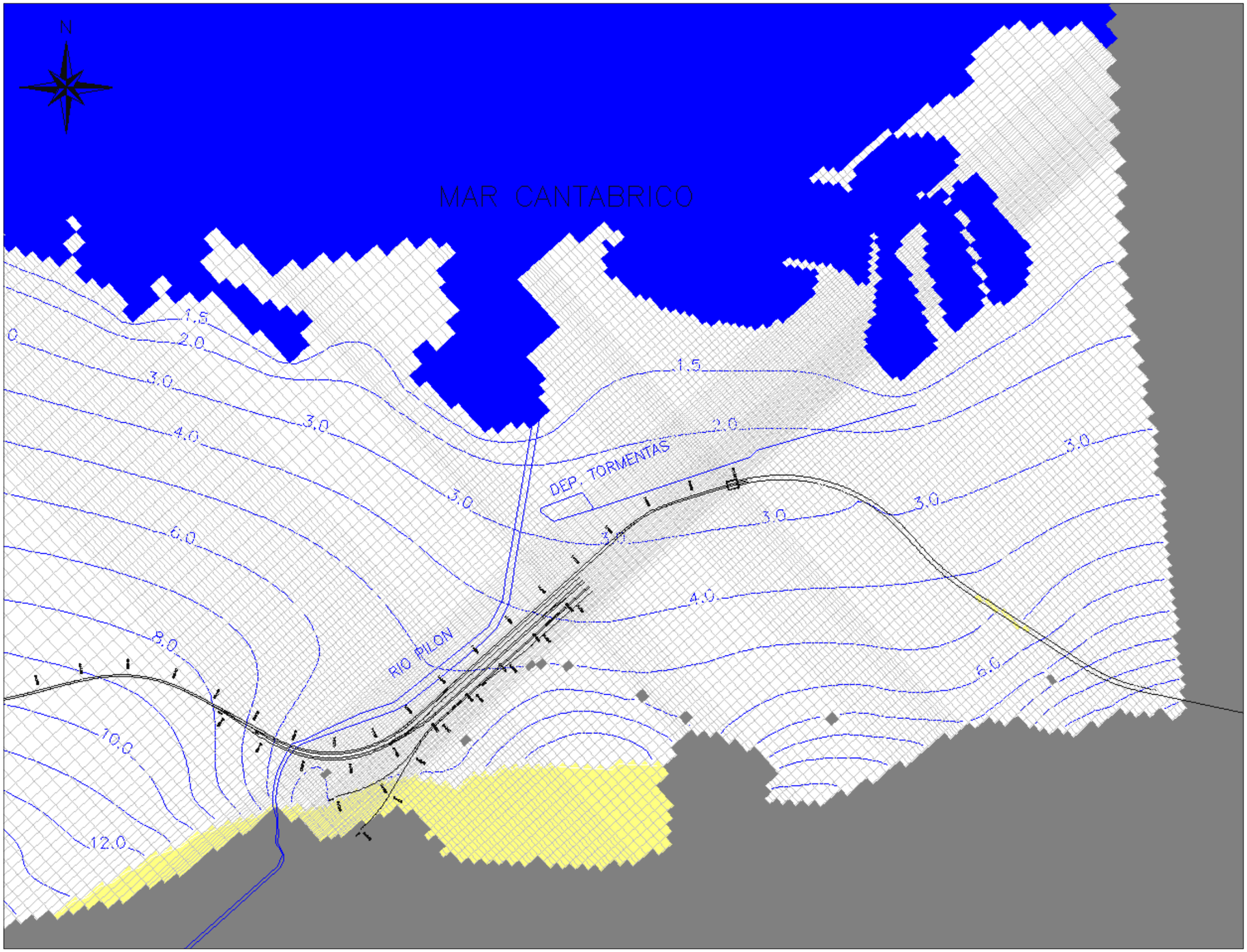



Fig. 8.13.- Plano de isopiezas para la capa 5 del modelo en la "hipótesis húmeda". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

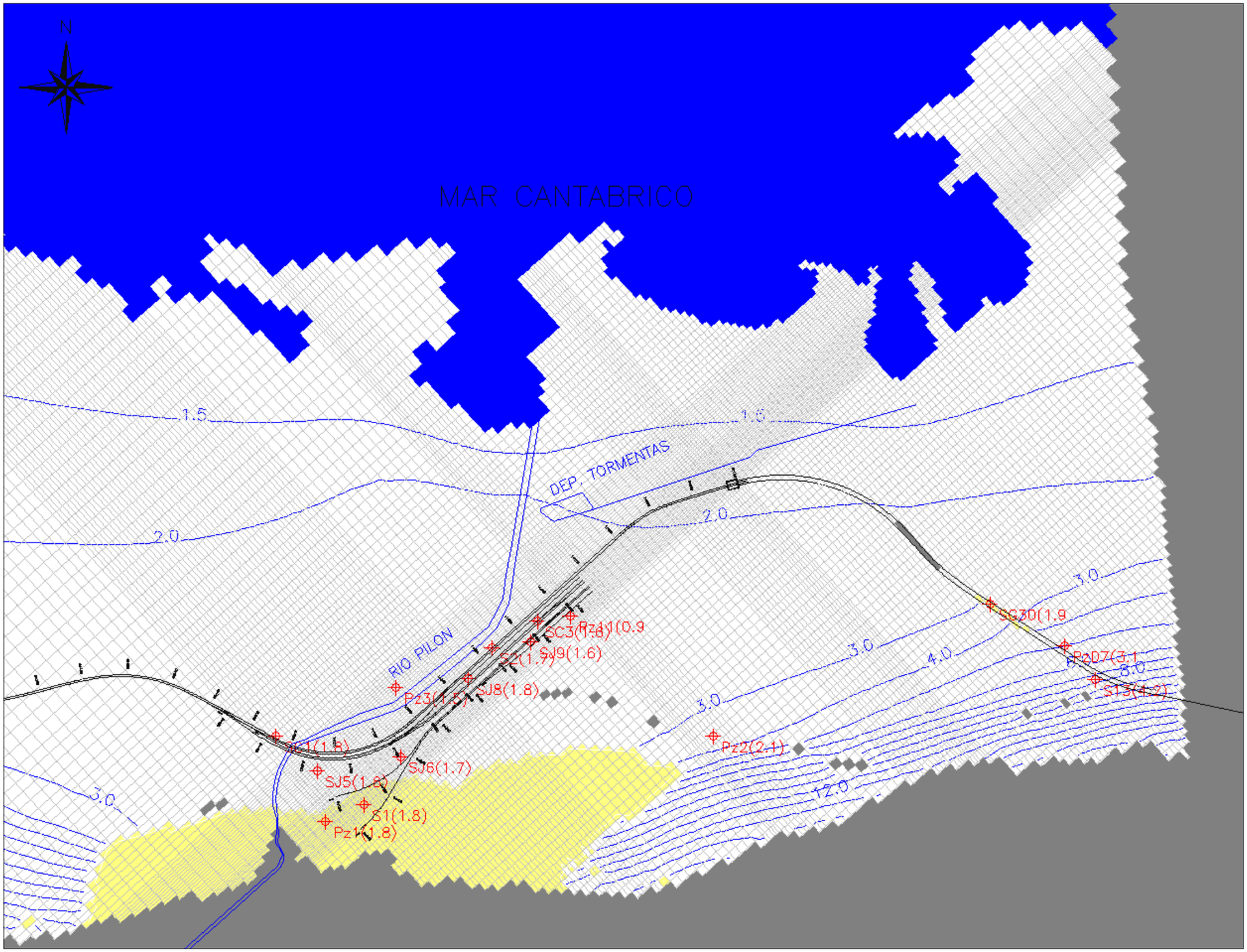



Fig. 8.14.- Plano de isopiezas para la capa 6 del modelo en la "hipótesis húmeda". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

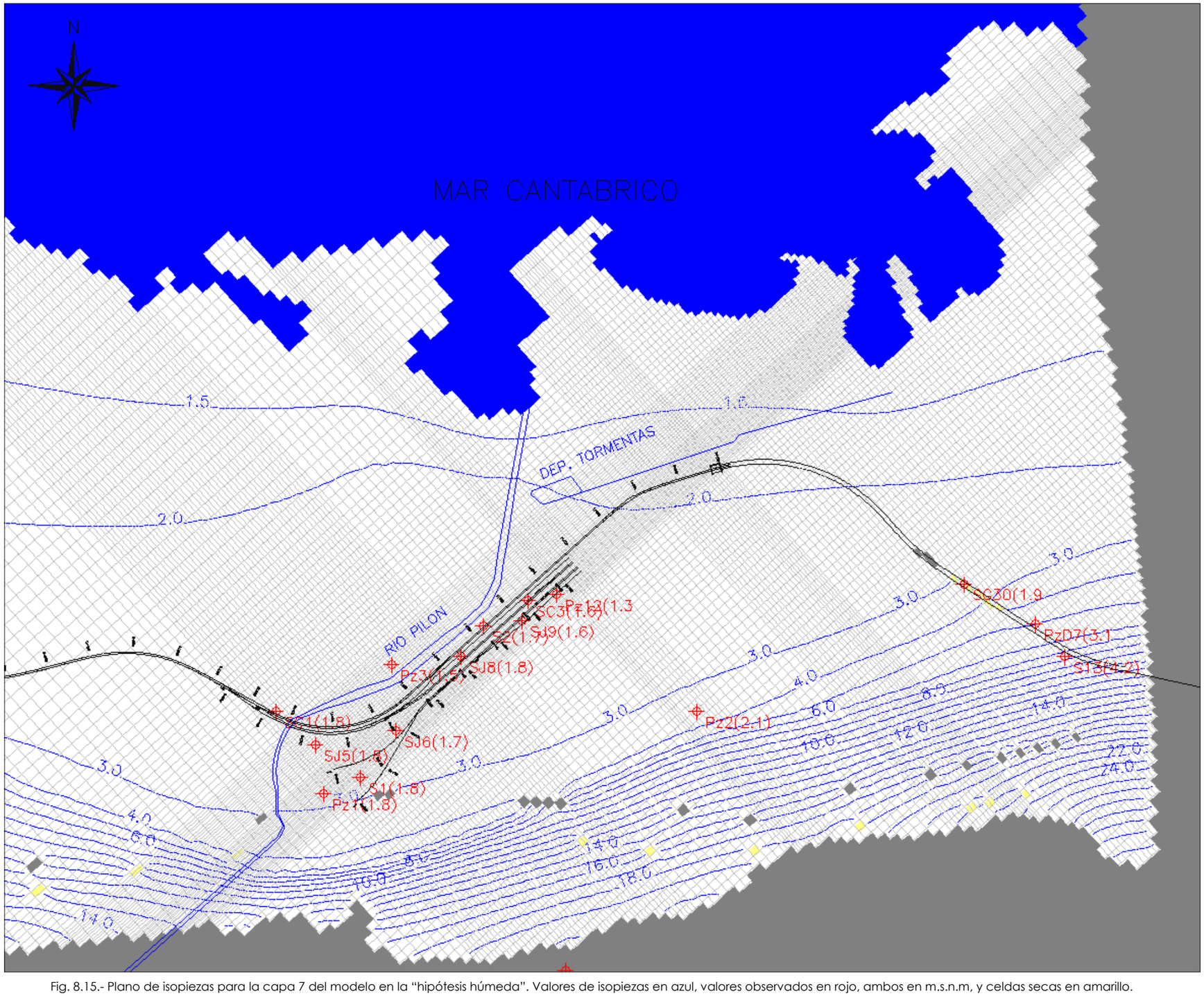



Fig. 8.15.- Plano de isopiezas para la capa 7 del modelo en la "hipótesis húmeda". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

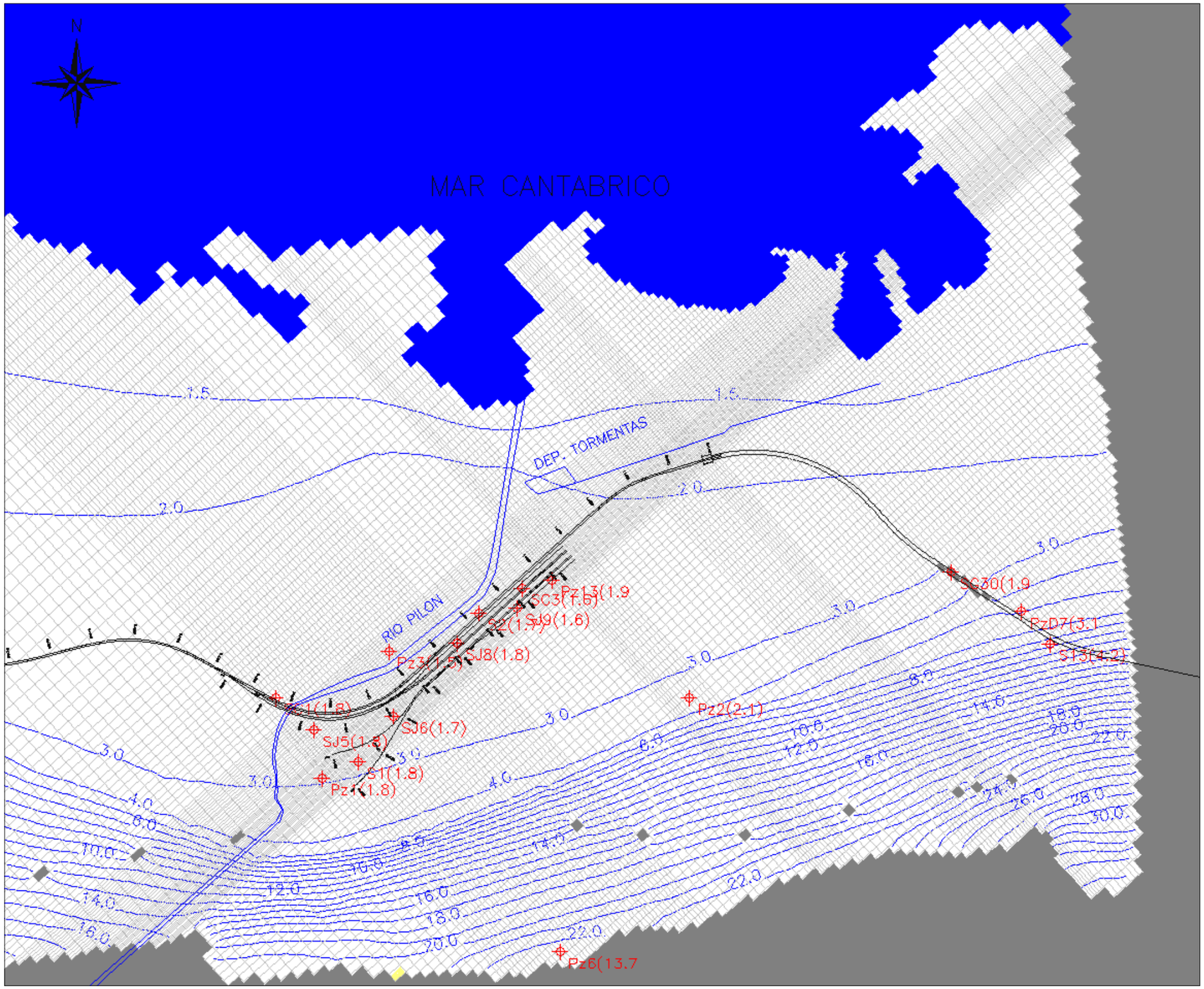



Fig. 8.16.- Plano de isopiezas para la capa 8 del modelo en la "hipótesis húmeda". Valores de isopiezas en azul, valores observados en rojo, ambos en m.s.n.m, y celdas secas en amarillo.

# 9. Simulación del efecto barrera

Los principales objetivos del modelo de simulación, implementado en este estudio, son valorar el probable efecto barrera que la construcción de las alternativas de Moreda y Museo de la futura estación puede provocar sobre el flujo subterráneo de los distintos acuíferos afectados, así como cuantificar las medidas de drenaje necesarias para restituir el flujo a través de las obras.

Es bastante probable que la construcción de las obras de la estación produzca un mayor o menor efecto barrera sobre el flujo subterráneo de los acuíferos afectados, que puede llegar a ser importante en ciertos tramos si no se toman las medidas de drenaje oportunas para restablecer el flujo a través de la barrera originada.

El efecto pantalla de las obras subterráneas puede impedir, o dificultar en mayor o menor medida, el flujo subterráneo hacia las zonas de descarga natural de los acuíferos, de modo que éste puede verse interrumpido y/o desviado. Se puede provocar una variación de la dinámica general de los acuíferos afectados, apareciendo zonas en las que se produce un ascenso relativo de los niveles piezométricos, situadas aguas arriba de las barreras, y zonas en las que se produce un descenso relativo de los mismos, situadas aguas abajo.

Además del propio impacto sobre el medio acuífero, las variaciones piezométricas pueden inducir efectos negativos sobre las edificaciones y obras preexistente, así como sobre las propias actuaciones previstas, como por ejemplo: subpresiones y filtraciones no previstas en plantas de sótanos u otras estructuras subterráneas, zonas encharcadas en superficie, afecciones a la cimentación de edificios y otras obras, etc.

A continuación, en los apartados siguientes, se presentan los resultados de las simulaciones realizadas para analizar el efecto barrera producido por las obras previstas, y para justificar las medidas de drenaje propuestas para mitigar el efecto barrera y reducir a valores razonables las variaciones piezométricas producidas. Todas las simulaciones han sido realizadas en régimen permanente, y se ha analizado el efecto barrera producido por las obras de la estación bajo las condiciones de la hipótesis de calibración e hipótesis húmeda. Igualmente, se han analizado las medidas de drenaje necesarias bajo las condiciones de ambas hipótesis.

En las simulaciones que analizan las medidas de drenaje necesarias para suavizar el efecto barrera de las actuaciones previstas, se ha tomado el valor de 0,5 m como máximo de las variaciones piezométricas “aceptables” o “tolerables”, permitiéndose tan sólo variaciones piezométricas entre 0,5 m y 1 m en zonas localizadas próximas a la estación. Estas oscilaciones “tolerables” corresponden a variaciones piezométricas respecto a los valores piezométricos medios en la zona, ya que actualmente, sin las obras construidas, los niveles piezométricos muestran una variación natural importante debido a la influencia intermareal, a veces de 1 m a 2 m en un corto espacio de tiempo. Se trata de un criterio razonable fijado en virtud de criterios puramente hidrogeológicos, que debe ser analizado en base a criterios geotécnicos y/o constructivos de las obras existentes y previstas antes de considerarse válido.

Los resultados de las simulaciones son predicciones probables del comportamiento del acuífero, y en este sentido deben ser consideradas. El sistema hidrogeológico analizado presenta, como es lógico en cualquier sistema acuífero de este tamaño, una incertidumbre intrínseca en cuanto a su funcionamiento hidráulico, debido a que éste depende de una gran cantidad de variables que además presentan una distribución continua en el espacio. Los modelos de flujo, independientemente de lo complejos y detallados que sean, simulan el comportamiento medio de un sistema y sus resultados dependen de la calidad y el número de datos utilizados que siempre presentan una distribución discreta en el espacio modelizado, de modo que siempre es posible que se produzcan ciertos comportamientos locales, incluso generales, que escapen al funcionamiento del modelo. Estos comportamientos locales son, si cabe, más típicos y esperables en medios kársticos como los presentes en la zona de estudio. En este sentido, se recomienda realizar un control piezométrico estricto antes, durante y después de las obras, de todos los niveles acuíferos implicados para detectar cualquier desviación respecto a las predicciones realizadas, con el objeto de adoptar a tiempo las medidas complementarias necesarias.

En las simulaciones realizadas para analizar el efecto corrector de las medidas de drenaje, se ha considerado un grado de permeabilización o un porcentaje de restitución del flujo subterráneo que pasa a través de la barrera que suponen las obras de la estación. Posteriormente este grado de restitución del flujo se ha traducido en un numero aproximado y una disposición de sifones a lo largo de ambas alternativas. Los sifones considerados estarían constituidos, cada uno, por un pozo de admisión de al menos 1 m de diámetro interior situado aguas arriba de la barrera, un pozo de descarga de iguales características situado aguas abajo, y por una tubería que une los dos pozos entre sí, de modo que la conexión entre los pozos y ésta se sitúan siempre por debajo del nivel piezométrico del acuífero.

En los sifones, se han considerado pozos eficientes perforados y construidos con métodos adecuados según las recomendaciones recogidas en el apartado 10.3. Pozos deficientes y mal diseñados pueden provocar mayores variaciones piezométricas de las esperadas, perdida de eficiencia, e incluso llegar a obturase totalmente con el tiempo.

## 9.1. Hipótesis de calibración

A continuación, se analiza el probable efecto barrera conjunto provocado por las obras de las dos alternativas contempladas para la estación, bajo las condiciones establecidas en la "hipótesis de calibración". Los resultados se presentan mediante planos de isoascensos para cada alternativa, que indican la probable variación piezométrica relativa producida como resultado de la construcción de las obras, considerando como punto de partida la "hipótesis de calibración".

Se analiza por separado el efecto barrera de las alternativas Moreda y Museo. Para cada una de ellas, se analiza en primer lugar el probable efecto barrera de la estación tal cual ha sido definida en el proyecto, sin considerar ningún tipo de medidas de drenaje adicionales para el restablecimiento del flujo subterráneo de los acuíferos a través de las obras. Posteriormente, se analiza para cada alternativa el probable efecto mitigante o suavizador de las medidas correctoras propuestas en el estudio.

### *9.1.1. Impacto probable de las obras de la estación sin medidas de drenaje (Alternativa Moreda)*

En las figuras 9.1 a 9.8, se presentan los planos de isoascensos simulados en las capas 1 a 8 del modelo, respectivamente, como resultado de la construcción de las obras de esta alternativa sin medidas correctoras para el restablecimiento del flujo.

En la capa 1 del modelo (figura 9.1), correspondiente al acuífero cuaternario, se obtienen ascensos relativos aguas arriba (al sureste de la estación) superiores a 0,5 m en la mayor parte del área afectada por las obras, con valores máximos en torno a 1,9 m. Los descensos relativos aguas abajo (al noroeste de la estación) también superan en la mayor parte del área junto a las obras el valor de 0,5 m, alcanzándose valores máximos alrededor de 1,3 m.

En las capas 2, 3 y 4 del modelo (figuras 9.2, 9.3 y 9.4), correspondientes al "acuífero jurásico somero" que aparece en el tramo final del proyecto, las variaciones piezométricas como resultado de la construcción de las obras son muy elevadas, sobre todo los ascensos relativos aguas arriba de la estación. Los ascensos superan la cifra de 1 m en toda la traza del proyecto, con valores máximos de 4,8 m en la capa 4 al suroeste del aparcamiento, y de 7 m en una pequeña zona en torno al p.k. 0+330 de la vía del FEVE. Los descensos relativos, más contenidos, alcanzan valores máximos de 2 m al noroeste del p.k. 1+280 de la línea de cercanías.

En la capa 5 del modelo (figura 9.5), correspondiente a la capa lutítico-margosa que separa los niveles acuíferos jurásicos somero y profundo definidos en el área de la estación, se observan ascensos relativos superiores a 0,5 m en una gran parte del área situada al sur de las obras. Las variaciones piezométricas positivas alcanzan valores máximos de 7 m en torno al p.k. 0+330 de la vía del FEVE, relacionado con los ascensos piezométricos en el acuífero jurásico suprayacente en esta misma zona. Los descensos relativos apenas superan 0,5 m en una estrecha banda pegada a las pantallas entre los pp.kk. 1+250 y 1+540 de la vía de cercanías.

Por último, en las capas 6, 7 y 8 del modelo (figuras 9.6 a 9.8), correspondiente al "acuífero jurásico profundo", tanto los ascensos como los descensos se sitúan por debajo de 0,5 m. Este comportamiento se debe a la elevada permeabilidad del acuífero, que permite con una variación relativamente reducida reconfigurar la distribución piezométrica del acuífero para adaptarse a las nuevas condiciones. En medios de alta permeabilidad, tal cual se deduce de la piezometría observada y de los ensayos de bombeos realizados en la zona próxima a la estación, un pequeño aumento del gradiente hidráulico permite la removilización o reajuste de caudales subterráneos relativamente importantes.

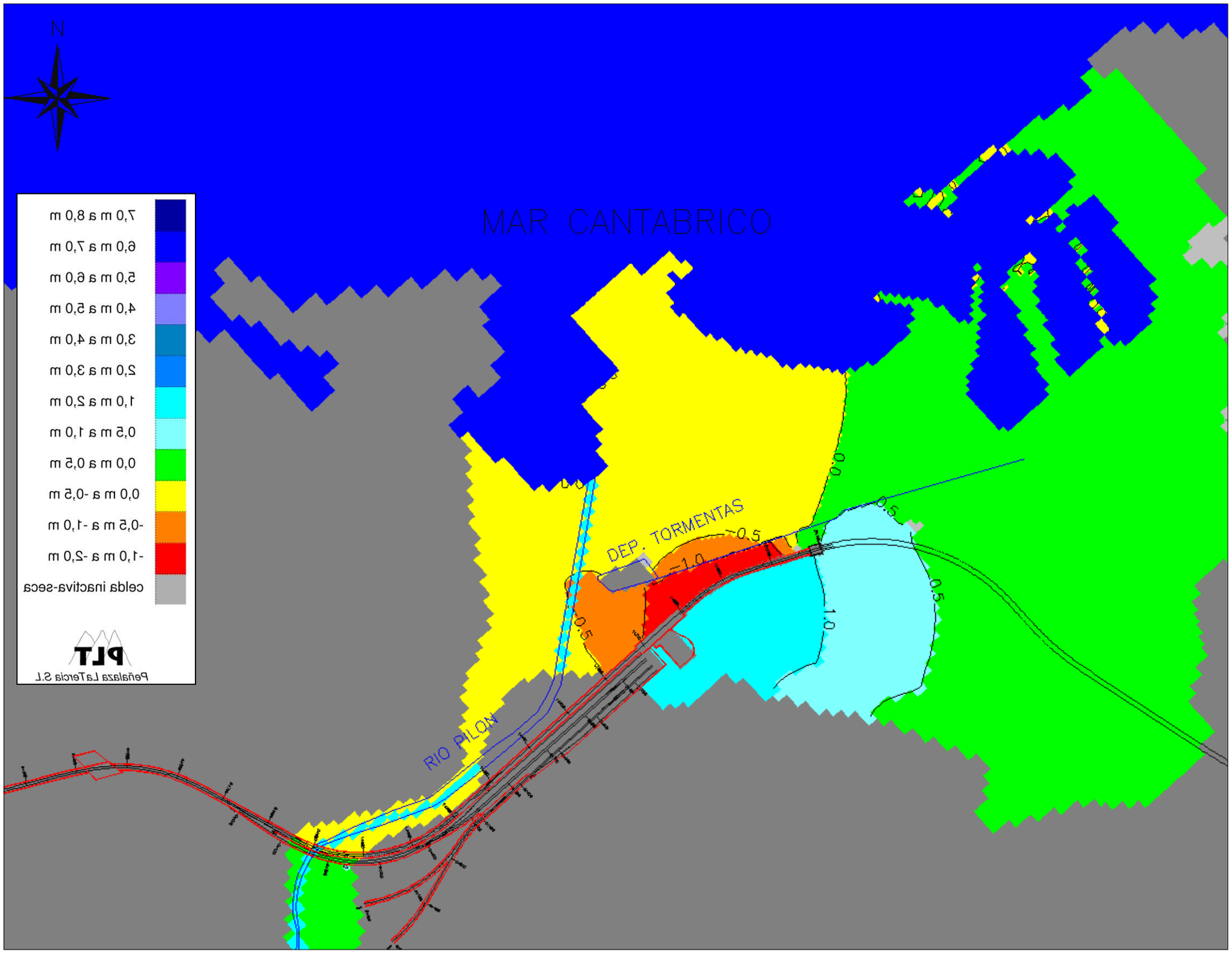



Fig. 9.1.- Plano de isoascensos de la capa 1 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

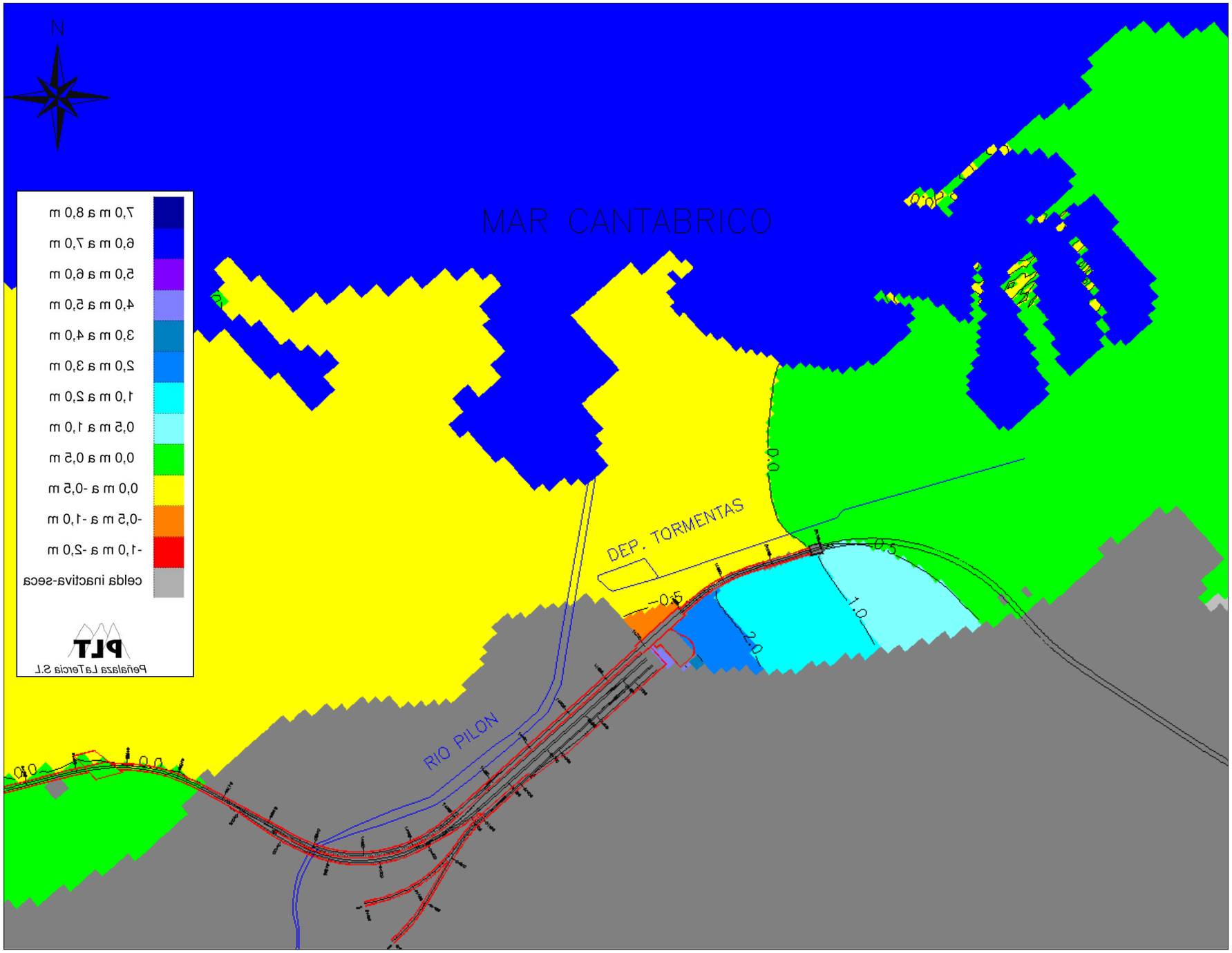



Fig. 9.2.- Plano de isoascensos de la capa 2 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

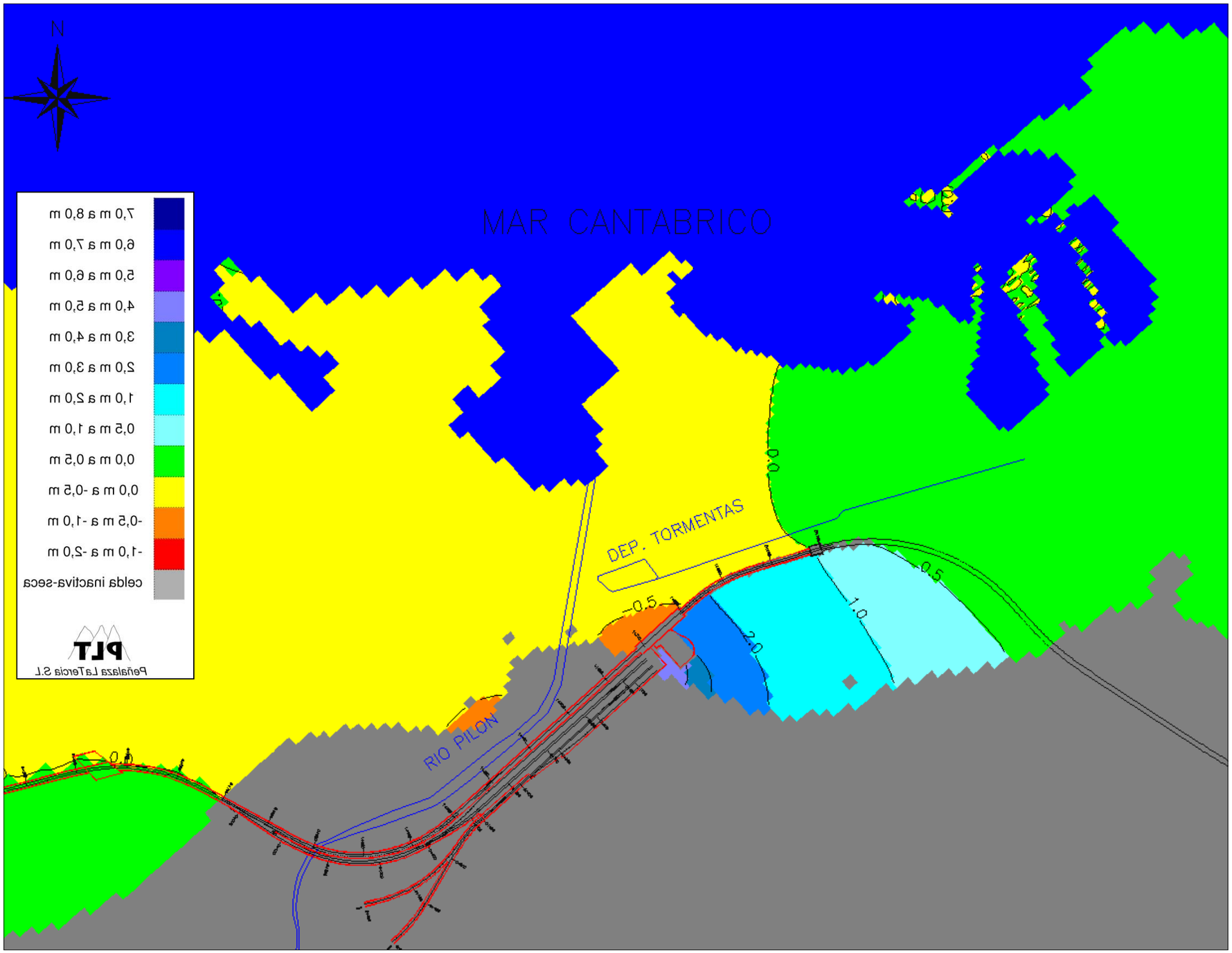



Fig. 9.3.- Plano de isoascensos de la capa 3 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

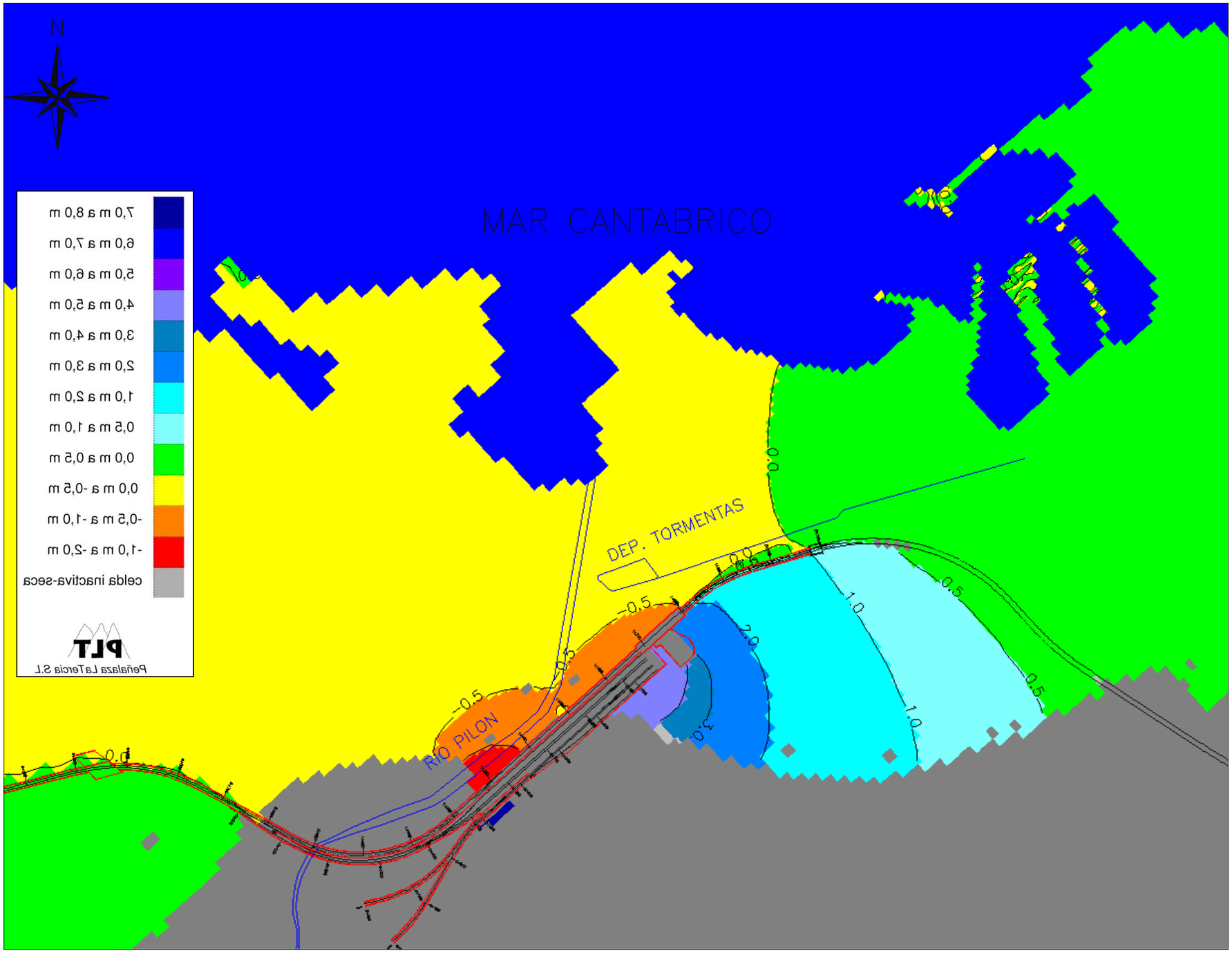



Fig. 9.4.- Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

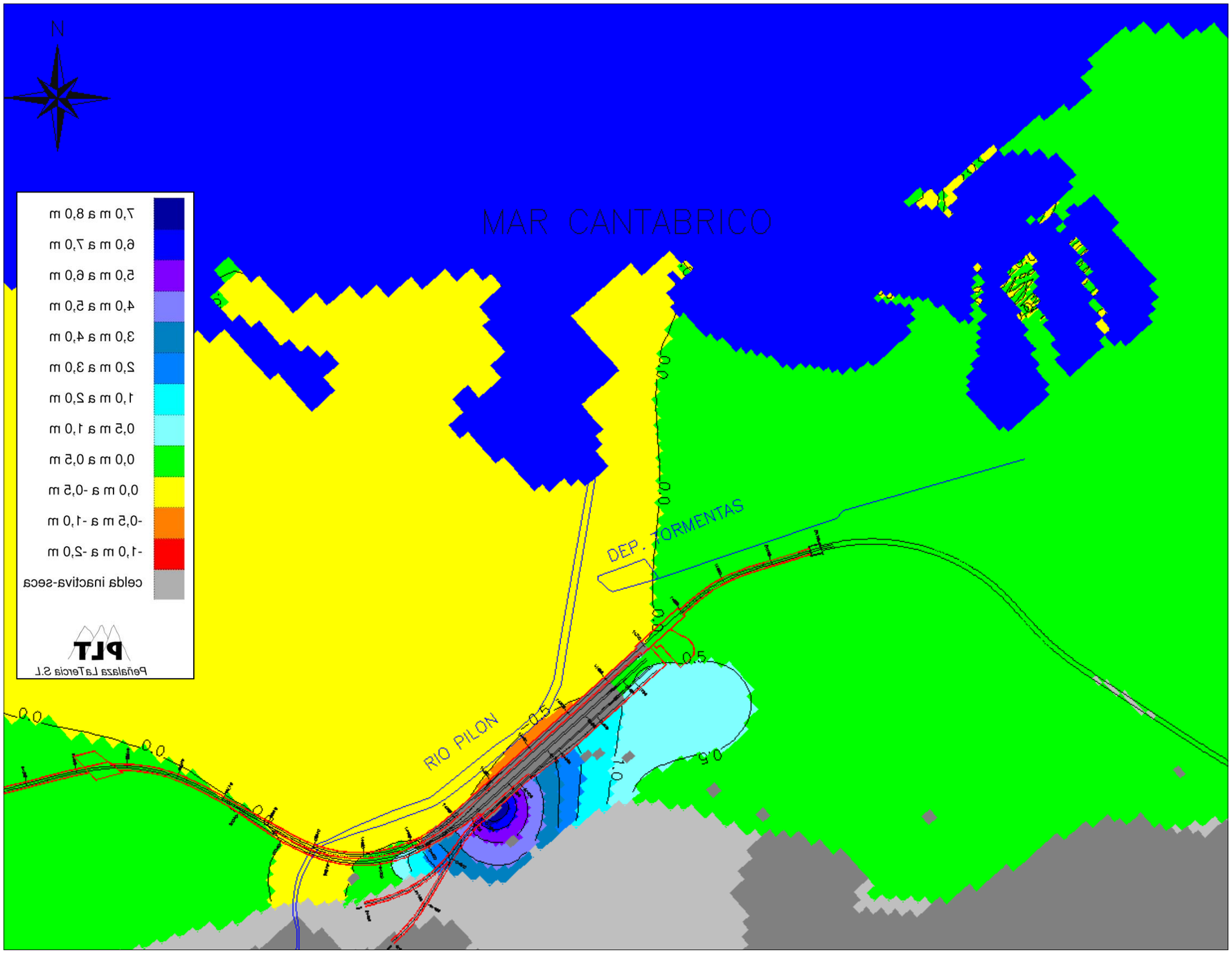



Fig. 9.5.- Plano de isoascensos de la capa 5 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

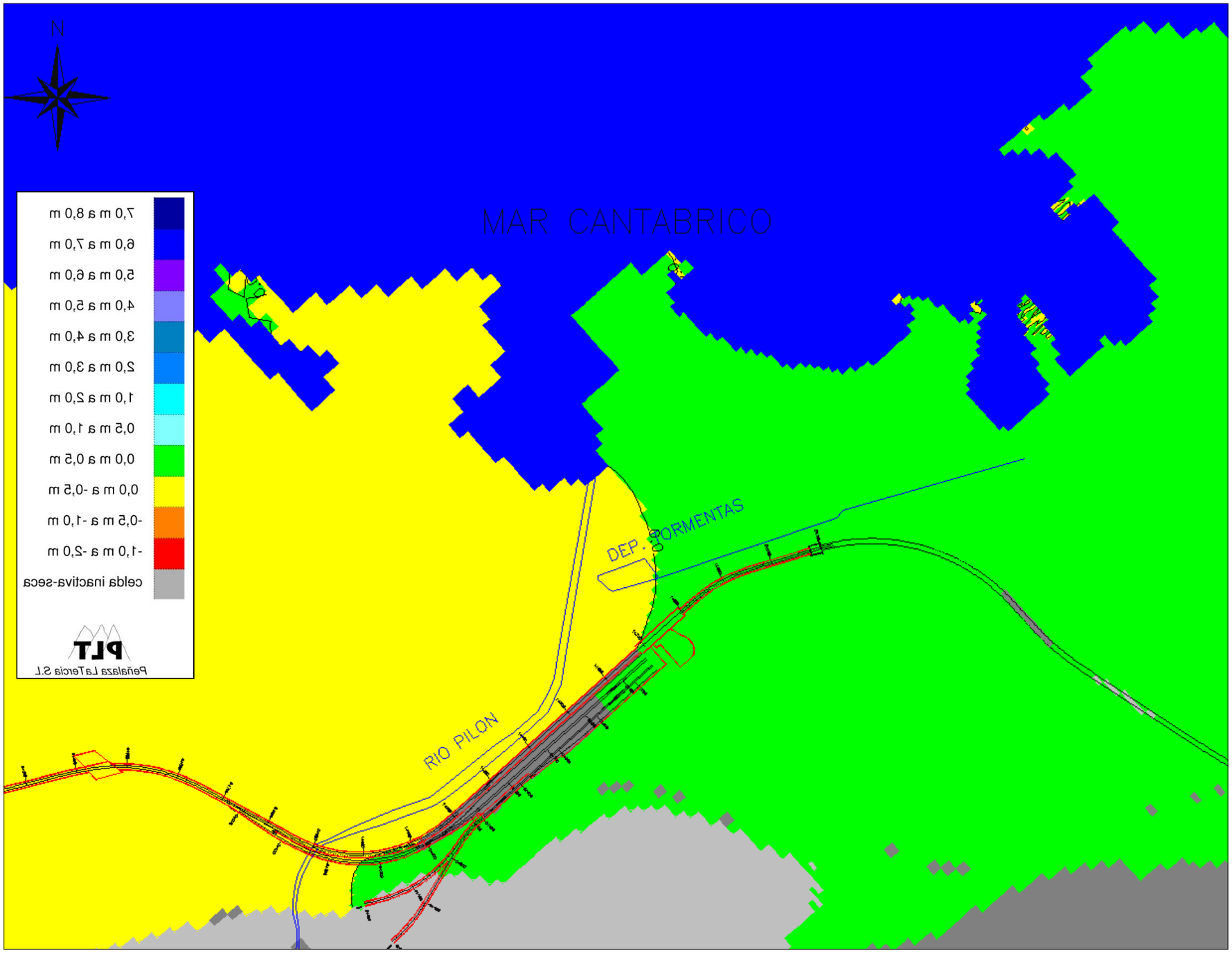



Fig. 9.6.- Plano de isoascensos de la capa 6 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

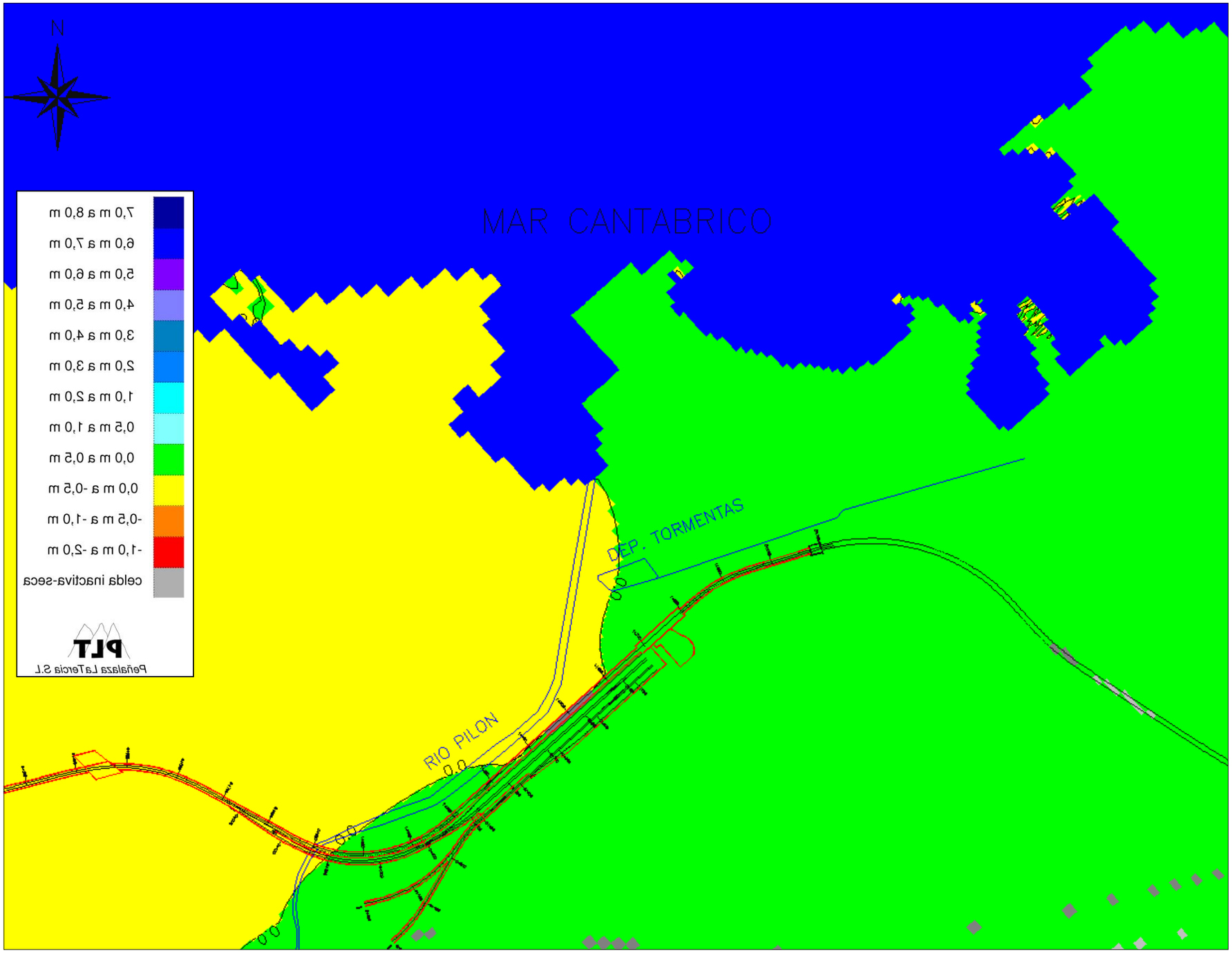



Fig. 9.7.- Plano de isoascensos de la capa 7 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

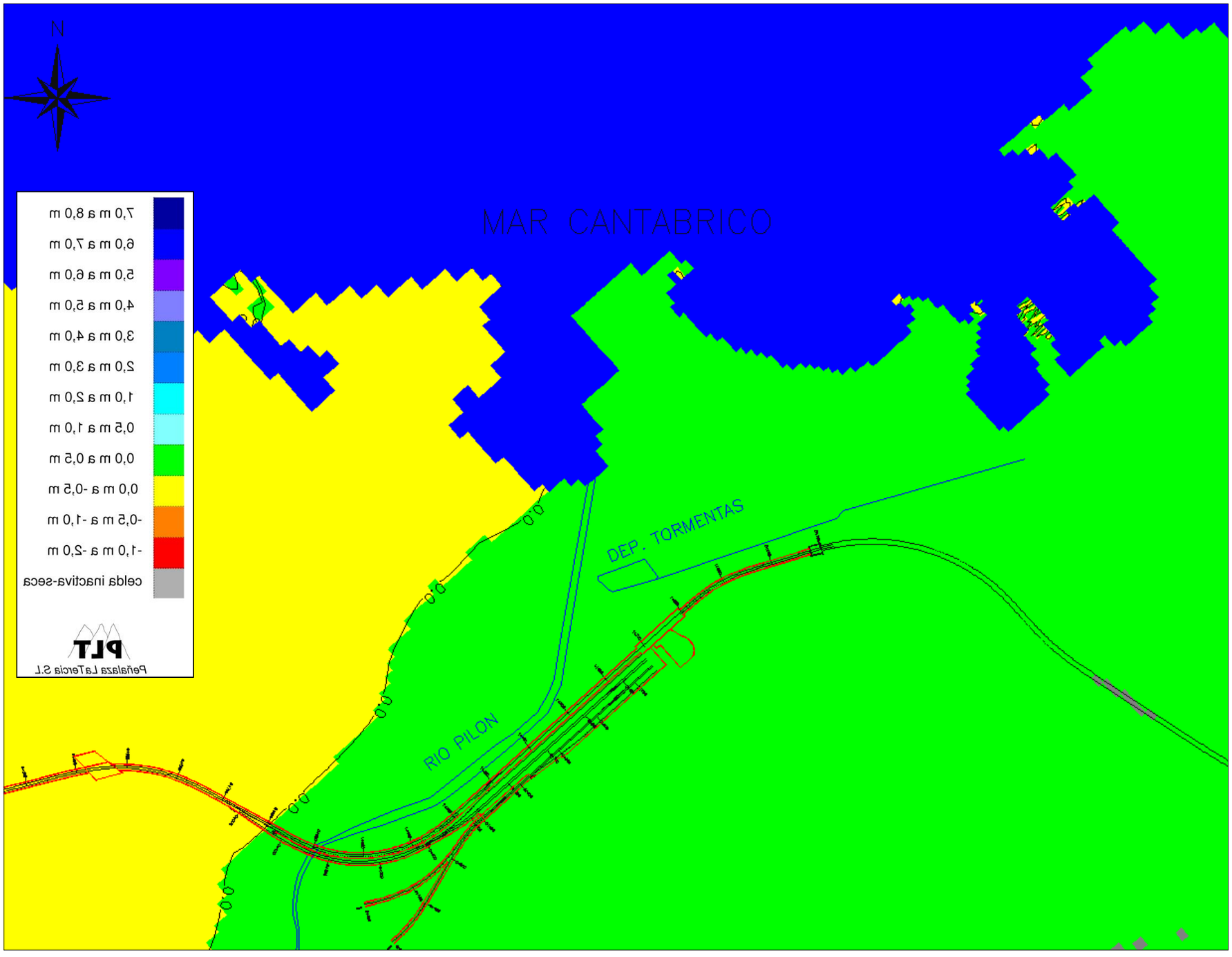



Fig. 9.8.- Plano de isoascensos de la capa 8 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

### 9.1.2. *Impacto probable de las obras de la estación con medidas de drenaje (Alternativa Moreda)*

En este subapartado, se presenta para la Alternativa Moreda, el efecto probable de la implantación de las medidas de drenaje que suavizarían a valores admisibles, el efecto barrera observado en las simulaciones anteriores bajo las condiciones de la "hipótesis de calibración".

Con el objeto de suavizar a valores razonables desde el punto de vista hidrogeológico el efecto barrera provocado por las actuaciones previstas, se ha seguido un proceso iterativo en el que se fue aumentando progresivamente las medidas de drenaje en aquellas zonas en las que variaciones piezométricas eran superiores 0,5 m, con el objeto de reducir las variaciones relativas a valores inferiores esta cifra, o como mucho permitir variaciones entre 0,5 y 1 m en áreas localizadas. Este proceso ha permitido obtener una distribución de medidas de drenaje necesarias, que se traducen en unos valores de permeabilización de la barrera, o de restitución de una porción determinada de la sección inicial del flujo subterráneo natural previa a las obras.

Aunque este porcentaje de liberalización o permeabilización de la barrera, podría conseguirse con varios tipos de medidas de drenaje, como por ejemplo portillos en las pantallas, se hace una estimación aproximada del número de sifones necesarios para obtener un determinado porcentaje de permeabilización en cada tramo. Las características de los sifones serían las descritas en el apartado 10.3. En fases posteriores de estudio, se recomienda valorar la implantación de otras medidas de drenaje, como los portillos, ya que son medidas de mayor durabilidad que los sifones y no necesitan mantenimiento.

A continuación en el cuadro adjunto, se presenta la distribución de medidas de restitución del flujo subterráneo necesarias para cada capa del modelo, tomando como referencia el kilometraje de la vía derecha de cercanías. No obstante, la permeabilización de la barrera se extendería también a las pantallas de la línea de largo recorrido y FEVE, en aquellos tramos que éstas provocan un cierre total o parcial al flujo subterráneo. No se proponen medidas de restitución en el acuífero jurásico profundo, por que no se han considerado necesarias. Las medidas de drenaje para el acuífero cuaternario y al acuífero jurásico somero se proponen separadamente, para evitar la mezcla de aguas, y las medidas de drenaje para el acuitardo se integran con las del acuífero jurásico somero.

| ACUÍFERO | CAPA MODELO | ALTERNATIVA MOREDA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | HIPOTESIS CALIBRACIÓN | | | | | |
| | | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1 | 1+620 | 2+080 | 460 | 8% | 50 | 9 |
| Jurásico somero | 2 | 1+700 | 2+080 | 380 | 15% | 30 | 12 |
| | 3 | 1+660 | 1+700 | 40 | 30% | 15 | 2 |
| | | 1+700 | 2+080 | 380 | 15% | 30 | 12 |
| | 4 | 1+260 | 1+320 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | | 1+560 | 1+700 | 140 | 30% | 15 | 9 |
| | | 1+700 | 2+080 | 380 | 15% | 30 | 12 |
| Acuitardo | 5 | 1+120 | 1+260 | 140 | 10% | 40 | 3 |
| | | 1+260 | 1+320 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | | 1+320 | 1+560 | 240 | 10% | 40 | 6 |
| | | 1+560 | 1+700 | 140 | 30% | 15 | 9 |
| | | 1+700 | 1+800 | 100 | 15% | 30 | 3 |
| Jurásico profundo | 6 | - | - | - | - | - | - |
| | 7 | - | - | - | - | - | - |
| | 8 | - | - | - | - | - | - |

En la figura 9.9 que representa el acuífero cuaternario (capa 1), se observa como la implantación de las medidas de restitución reduce las variaciones piezométricas a valores inferiores a 0,5 m prácticamente en todo el área del modelo.

En las figuras 9.10, 9.11 y 9.12 que corresponden respectivamente a las capas 2, 3 y 4 del modelo y que representan al "acuífero jurásico somero", las variaciones piezométricas se sitúan por debajo de los 50 cm en prácticamente todo el área, salvo en un retazo de tamaño muy reducido situado al suroeste del recinto de aparcamiento subterráneo, donde se supera levemente esta cifra.

En la figura 9.13, se representa la variación piezométrica en la capa 5 del modelo que representa el acuitardo margoso-lutítico que separa ambos niveles acuíferos jurásicos. En este caso, las variaciones piezométricas se reducen a valores inferiores a 0,5 m en la mayor parte del modelo, apareciendo una zona al sureste de las obras donde los ascensos se sitúan por encima de esta cifra, aunque siempre por debajo de 1 m.

Finalmente, en las capas 6, 7 y 8 (figuras 9.14, 9.15 y 9.16) que representa el "acuífero jurásico profundo", las variaciones piezométricas como consecuencia de las obras se sitúan siempre por debajo de 0,5 m.

A continuación se resumen las medidas de drenaje propuestas, así como la distribución equivalente de los 41 sifones previstos.

| ACUÍFERO | ALTERNATIVA MOREDA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HIPOTESIS CALIBRACIÓN | | | | | |
| | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1+620 | 2+080 | 460 | 8% | 50 | 9 |
| Jurásico somero + Acuitardo | 1+120 | 1+260 | 140 | 10% | 40 | 3 |
| | 1+260 | 1+320 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | 1+320 | 1+560 | 240 | 10% | 40 | 6 |
| | 1+560 | 1+700 | 140 | 30% | 15 | 9 |
| | 1+700 | 2+080 | 380 | 15% | 30 | 12 |

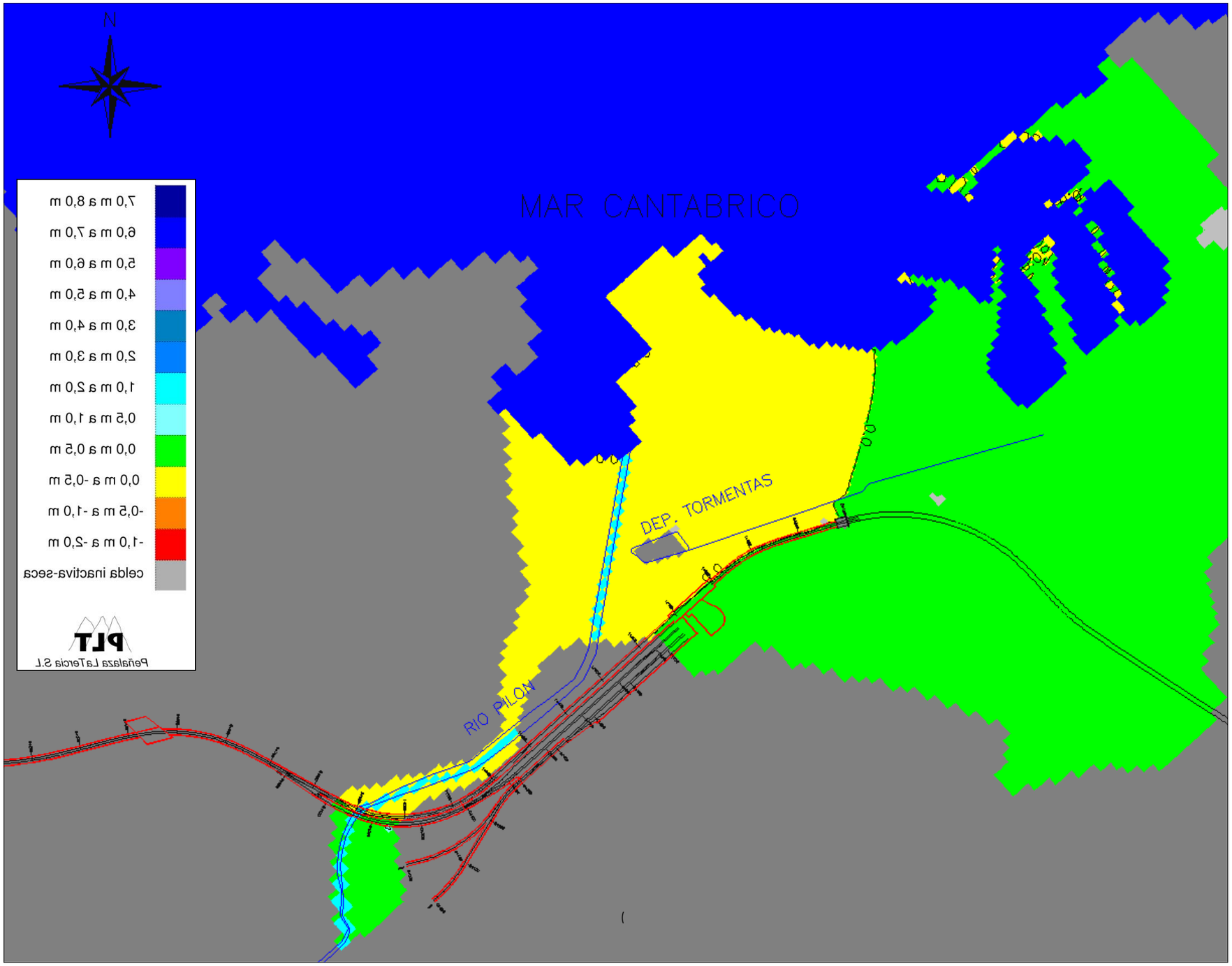



Fig. 9.9.- Plano de isoascensos de la capa 1 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

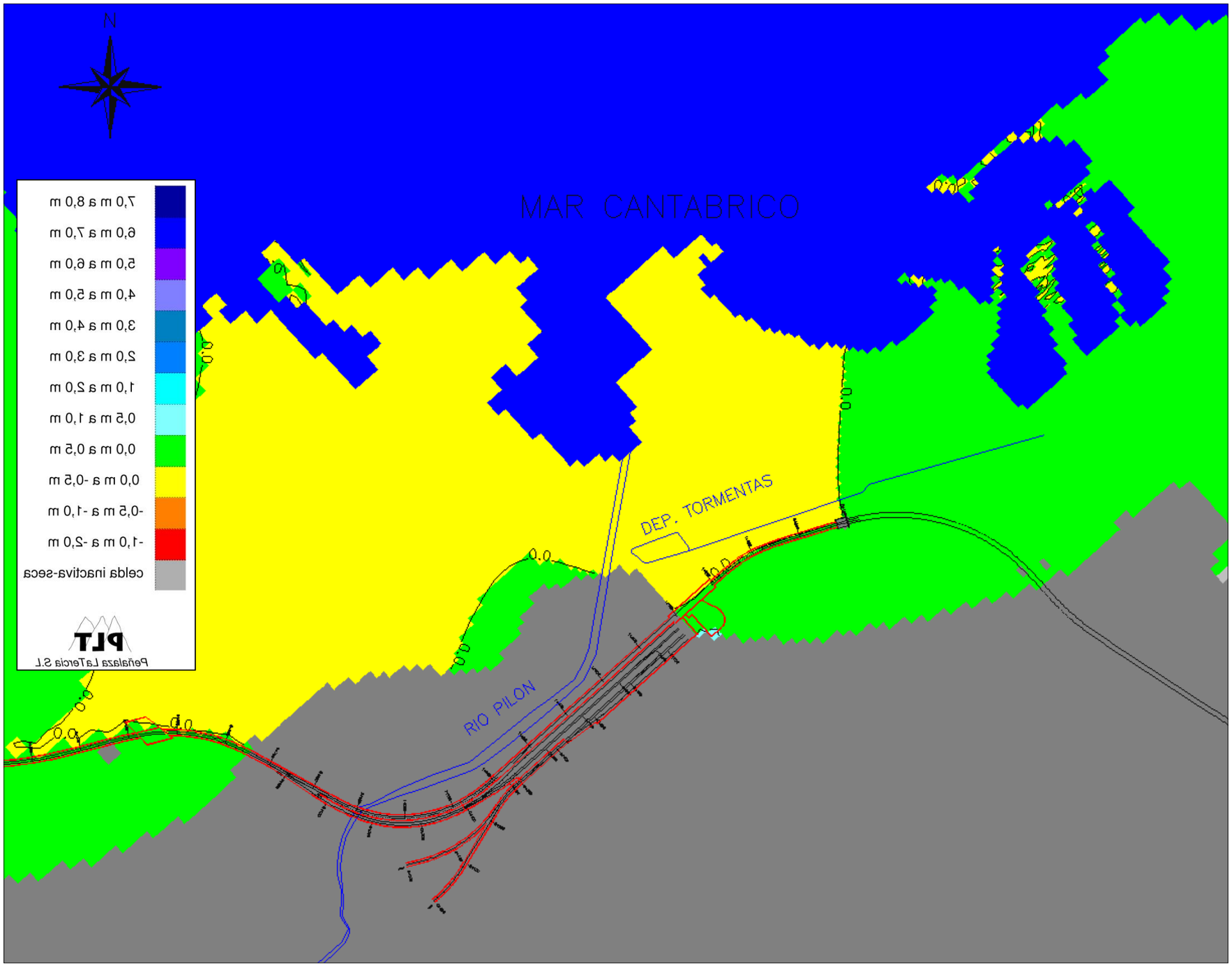



Fig. 9.10.- Plano de isoascensos de la capa 2 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

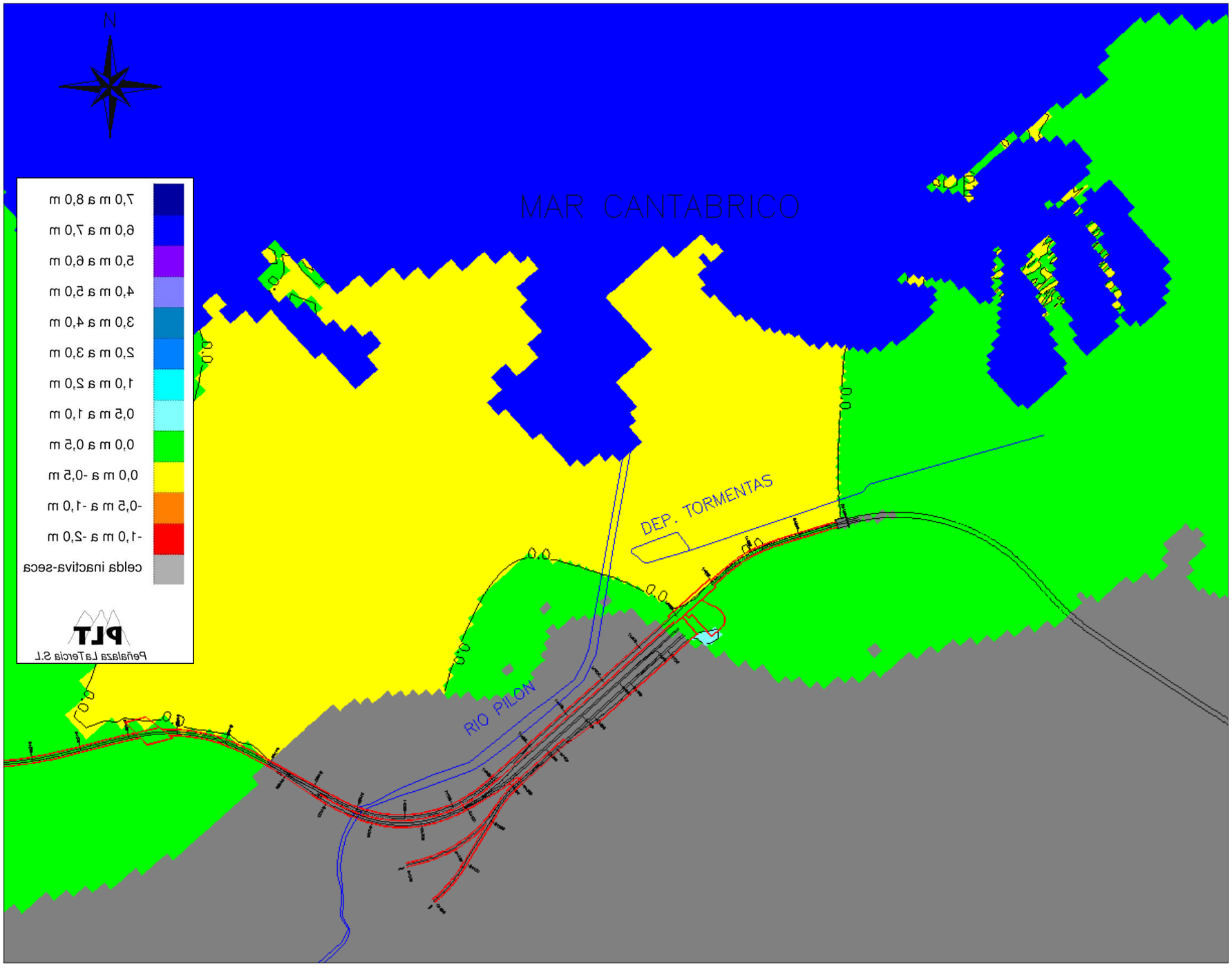



Fig. 9.11.- Plano de isoascensos de la capa 3 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

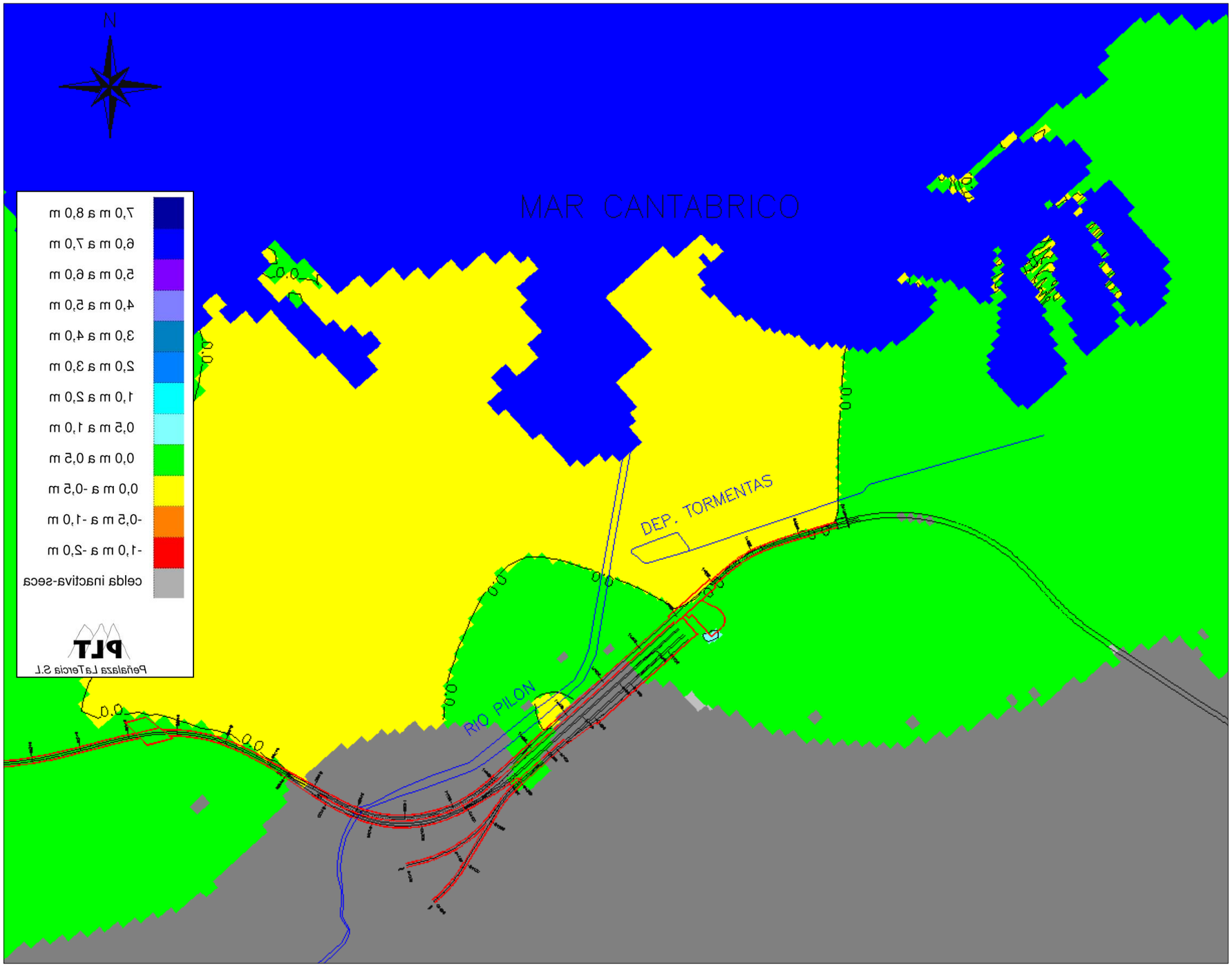



Fig. 9.12.- Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

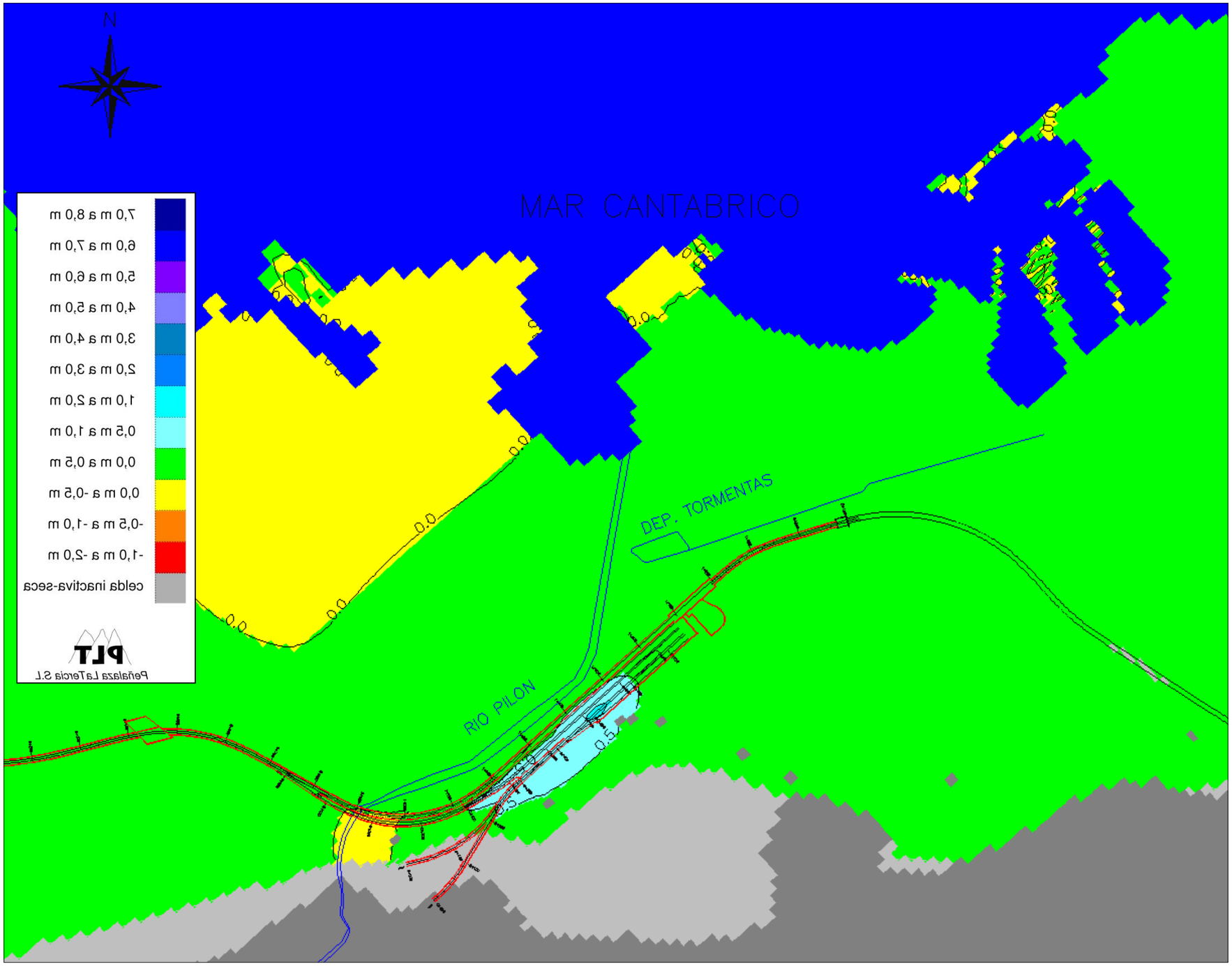



Fig. 9.13.- Plano de isoascensos de la capa 5 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

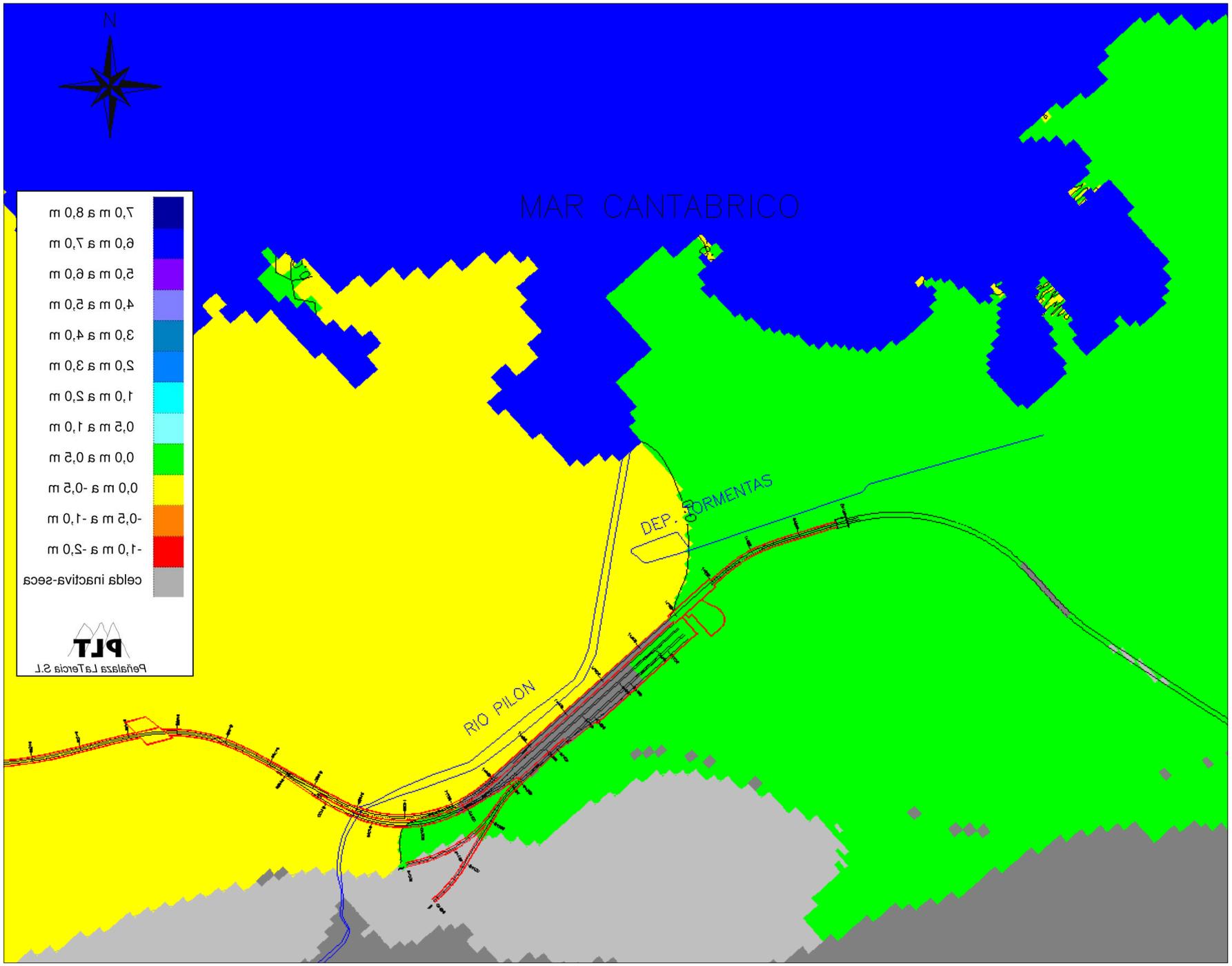



Fig. 9.14.- Plano de isoascensos de la capa 6 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

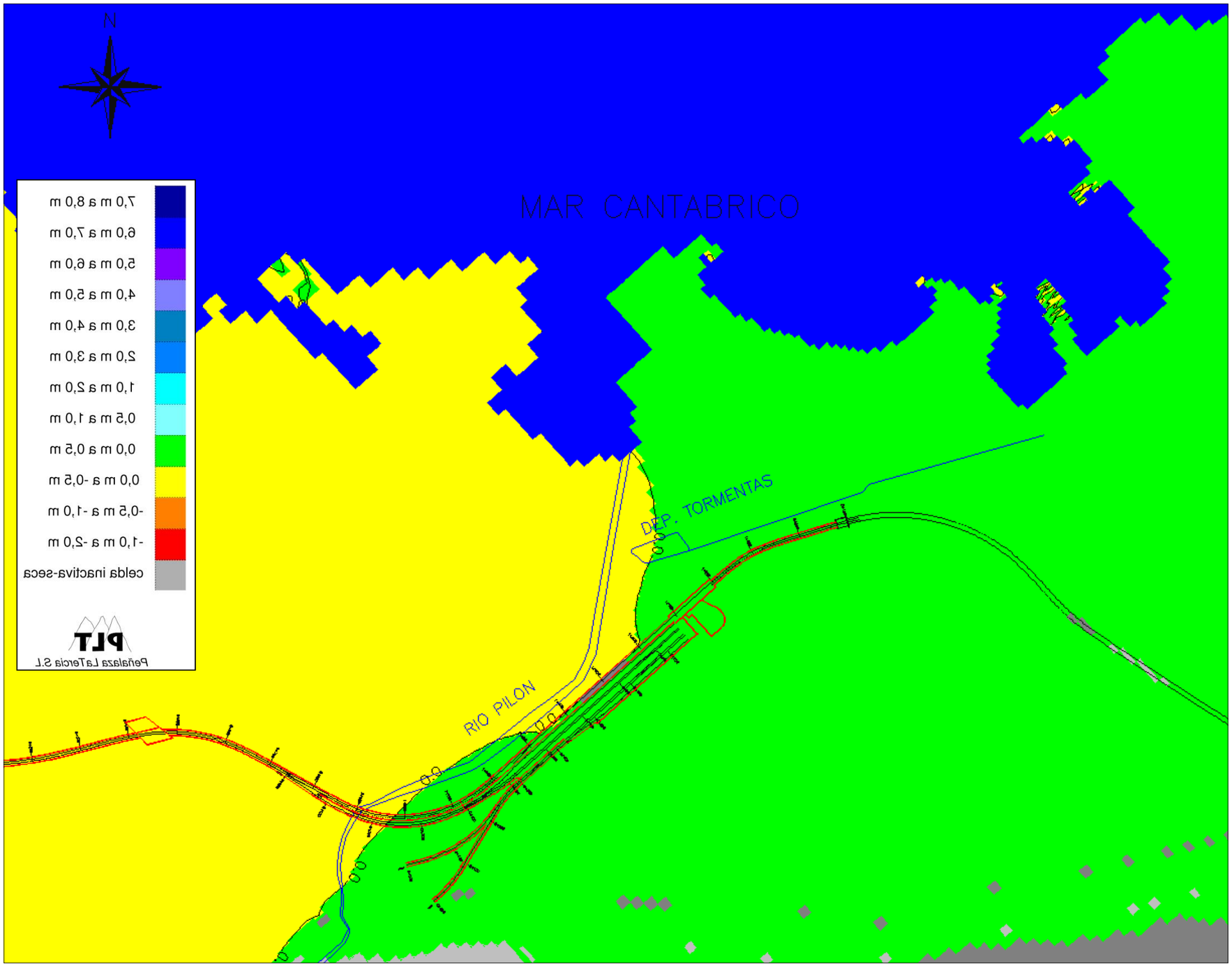



Fig. 9.15.- Plano de isoascensos de la capa 7 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

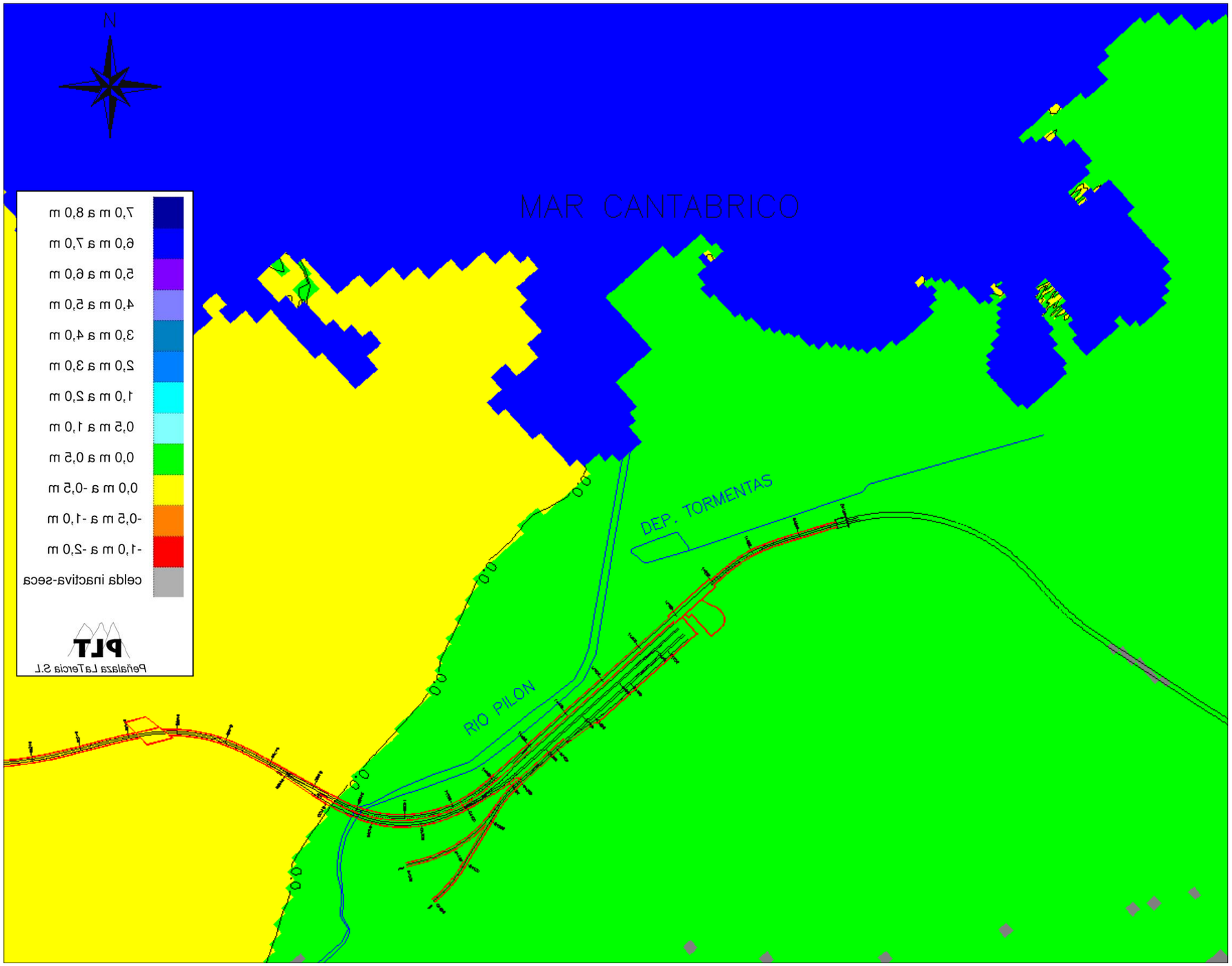



Fig. 9.16.- Plano de isoascensos de la capa 8 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Moreda)

### *9.1.3. Impacto probable de las obras de la estación sin medidas de drenaje (Alternativa Museo)*

En las figuras 9.17 a 9.24, se presentan los planos de isoascensos simulados en las capas 1 a 8 del modelo, respectivamente, como resultado de la construcción de las obras de la Alternativa Museo sin medidas correctoras para el restablecimiento del flujo.

En la capa 1 del modelo (figura 9.17), correspondiente al acuífero cuaternario, se obtienen ascensos relativos aguas arriba (al sureste de la estación) superiores a 1 m en la mayor parte del área afectada por las obras y valores máximos en torno a 2 m. Los descensos relativos aguas abajo (al noroeste de la estación) superan en la mayor parte del área junto a las obras el valor de 1 m, alcanzándose valores máximos alrededor de 1,7 m pegado a las pantallas del aparcamiento subterráneo.

En las capas 2, 3 y 4 del modelo (figuras 9.18, 9.19 y 9.20), correspondientes al "acuífero jurásico somero" que aparece en el tramo final del proyecto, las variaciones piezométricas como resultado de la construcción de las obras son muy elevadas, sobre todo los ascensos relativos aguas arriba de la estación. Los ascensos superan la cifra de 2 m en toda la traza del proyecto, con valores máximos próximos a 7 m en la capa 4 del modelo, en torno al p.k. 0+700 de vía del FEVE y en una zona muy reducida en torno al p.k. 0+350 de la misma vía. Los descensos relativos, más contenidos, alcanzan valores máximos de 2 m al noroeste del p.k. 1+280 de la línea de cercanías.

En la capa 5 del modelo (figura 9.21), correspondiente a la capa lutítico-margosa que separa los niveles acuíferos jurásicos somero y profundo definidos en el área de la estación, se observan ascensos relativos superiores a 0,5 m en una gran parte del área situada al sur de las obras. Las variaciones piezométricas positivas alcanzan valores máximos de 2 m en torno al p.k. 0+350 de la vía del FEVE, relacionado con los ascensos piezométricos en el acuífero jurásico suprayacente en esta misma zona. Los descensos relativos apenas superan 0,5 m en una estrecha banda pegada a las pantallas entre los pp.kk. 1+200 y 1+520 de la vía de cercanías.

Por último, en las capas 6, 7 y 8 del modelo (figuras 9.22 a 9.24), correspondiente al "acuífero jurásico profundo", tanto los ascensos como los descensos se sitúan por debajo de 0,5 m. Este comportamiento se debe a la elevada permeabilidad del acuífero, que permite con una variación relativamente reducida reconfigurar la distribución piezométrica del acuífero para adaptarse a las nuevas condiciones. En medios de alta permeabilidad, tal cual se deduce de la piezometría observada y de los ensayos de bombeos realizados en la zona próxima a la estación, un pequeño aumento del gradiente hidráulico permite la removilización o reajuste de caudales subterráneos relativamente importantes.

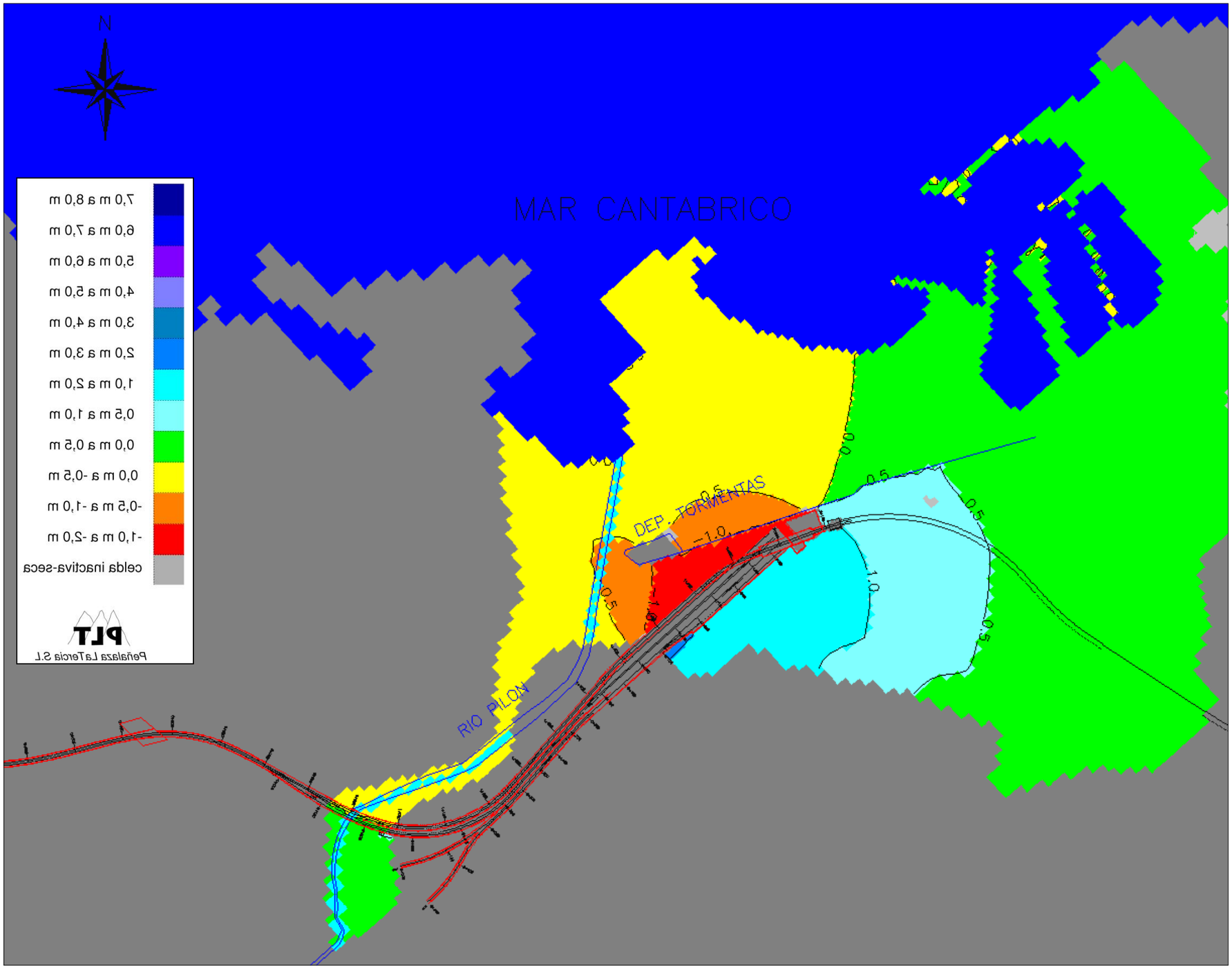



Fig. 9.17.- Plano de isoascensos de la capa 1 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

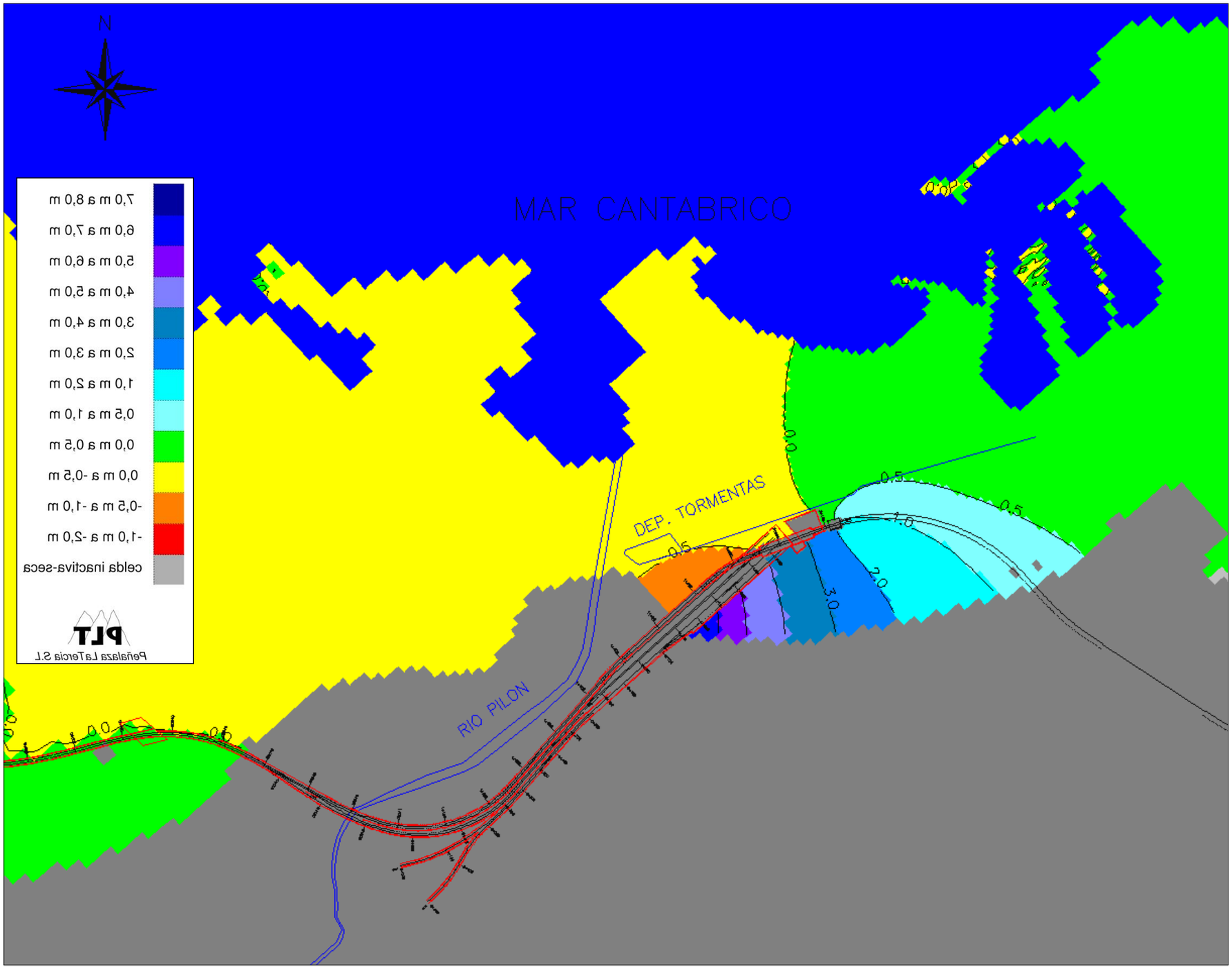



Fig. 9.18.- Plano de isoascensos de la capa 2 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

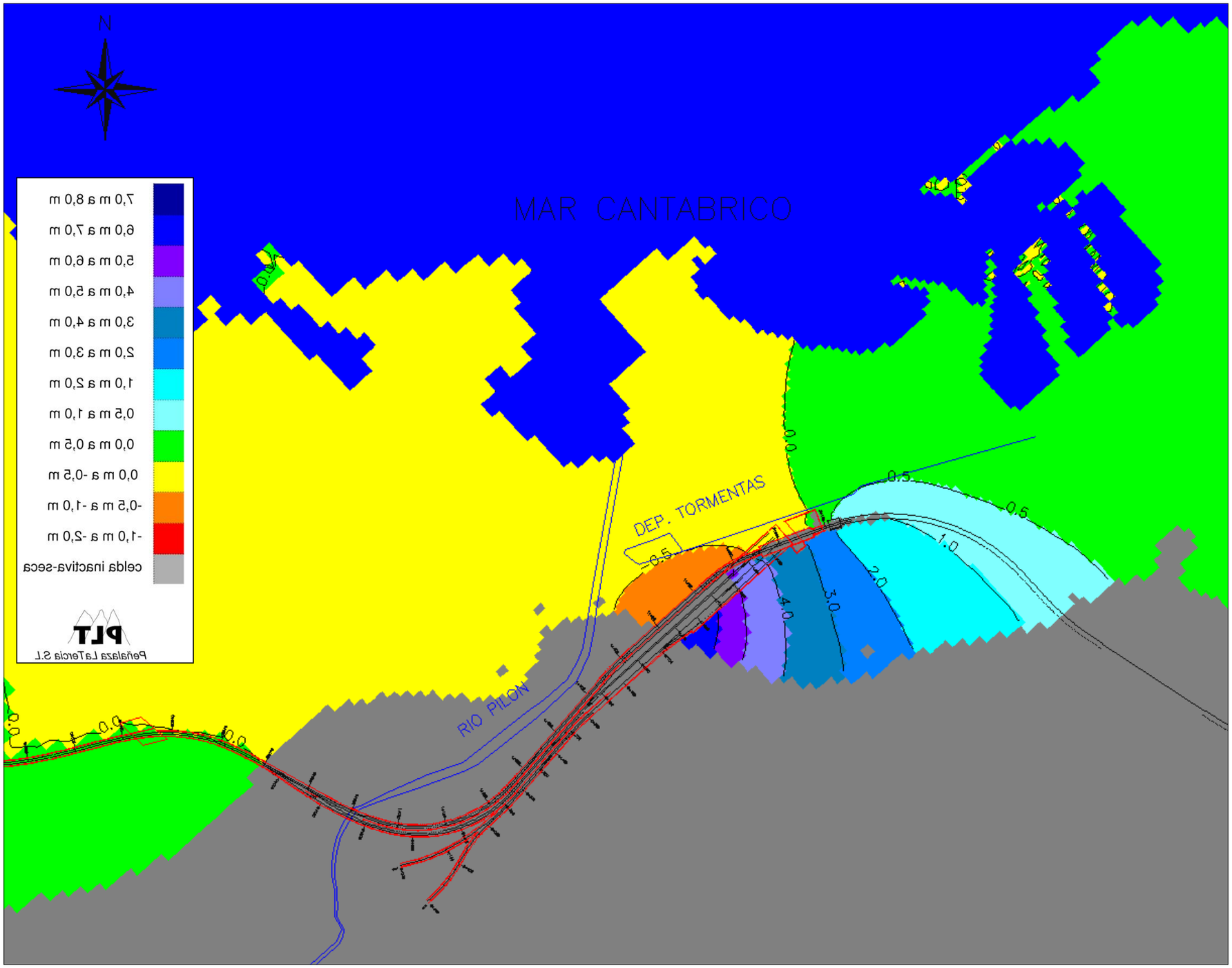



Fig. 9.19.- Plano de isoascensos de la capa 3 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

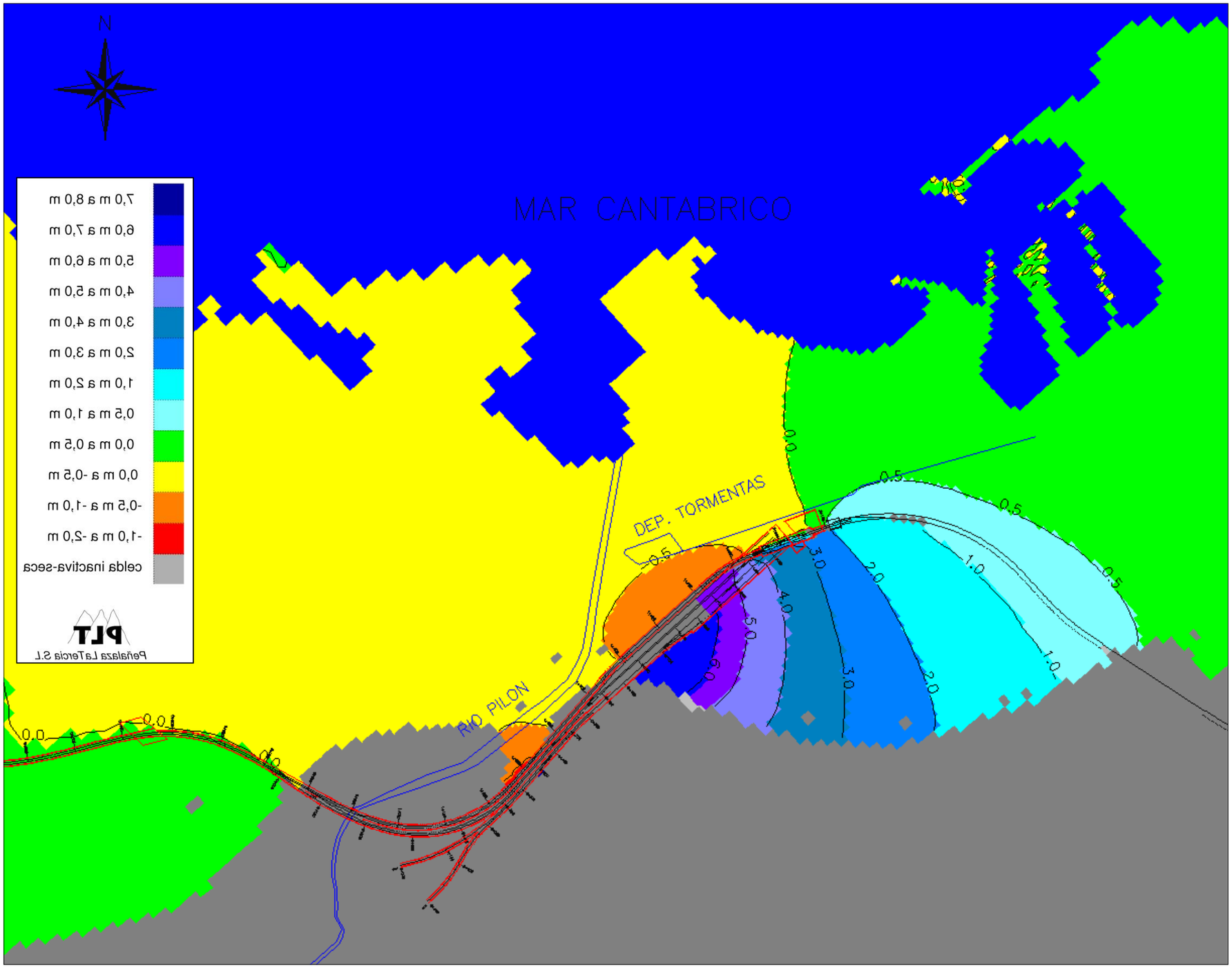



Fig. 9.20.- Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

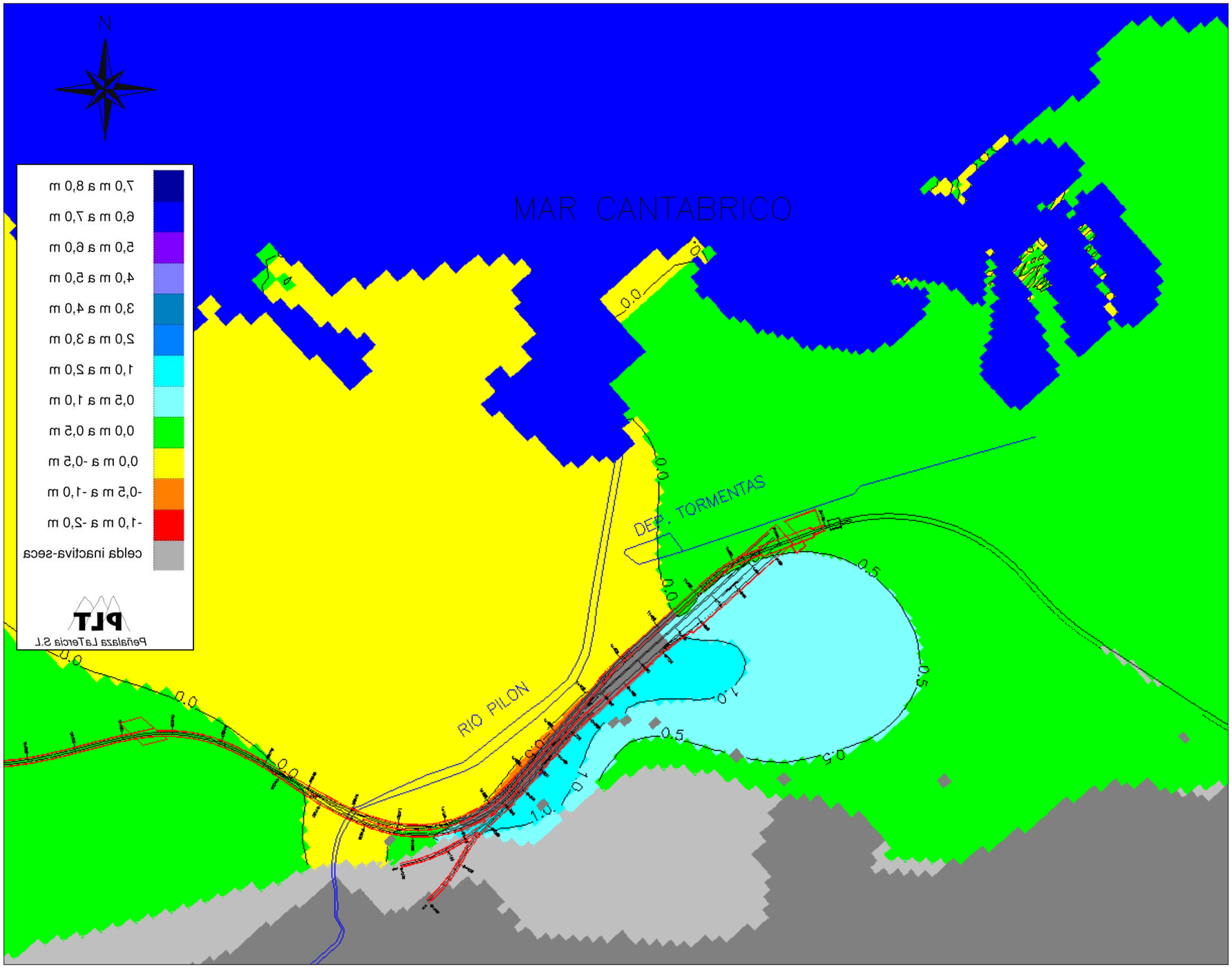



Fig. 9.21.- Plano de isoascensos de la capa 5 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

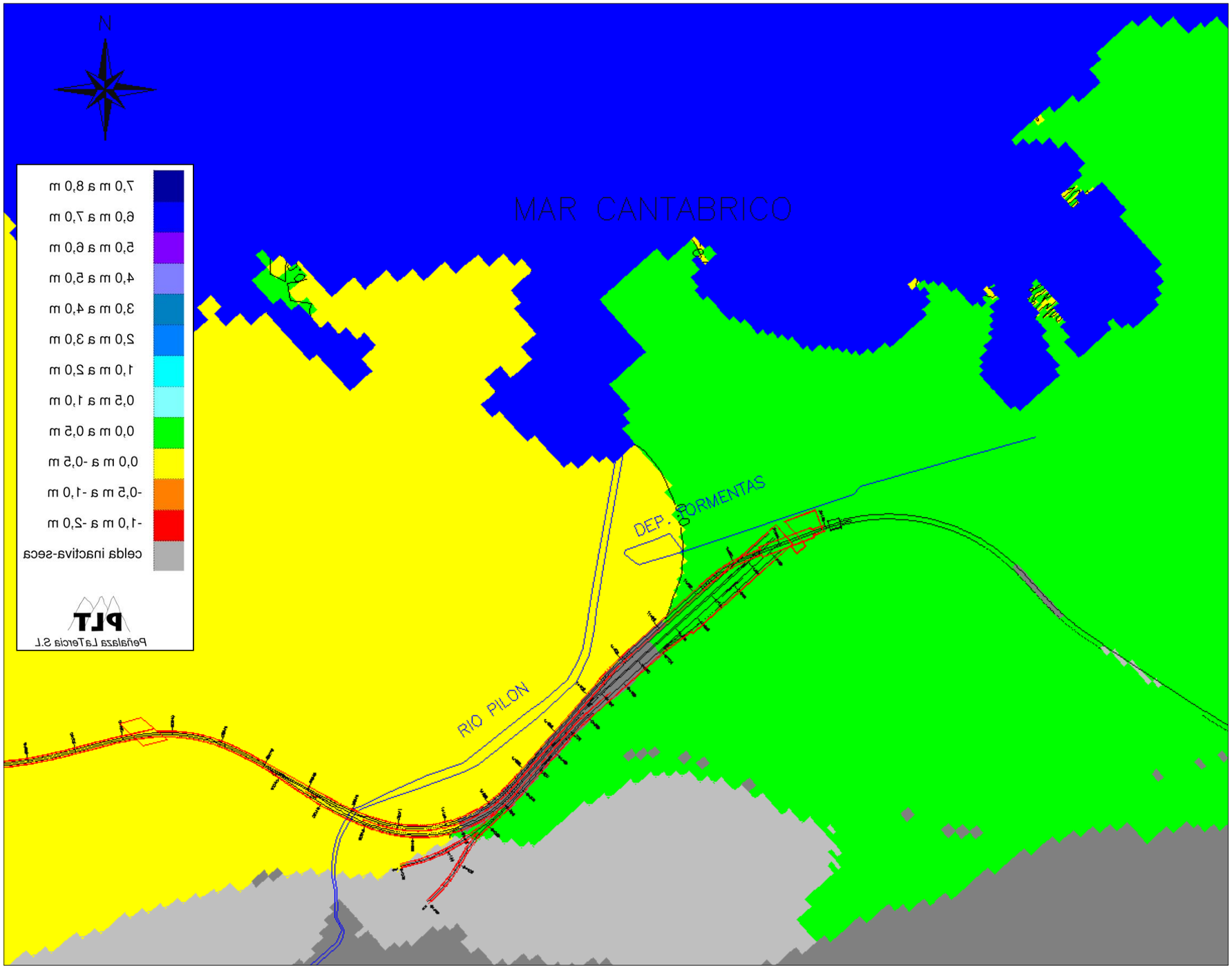



Fig. 9.22.- Plano de isoascensos de la capa 6 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

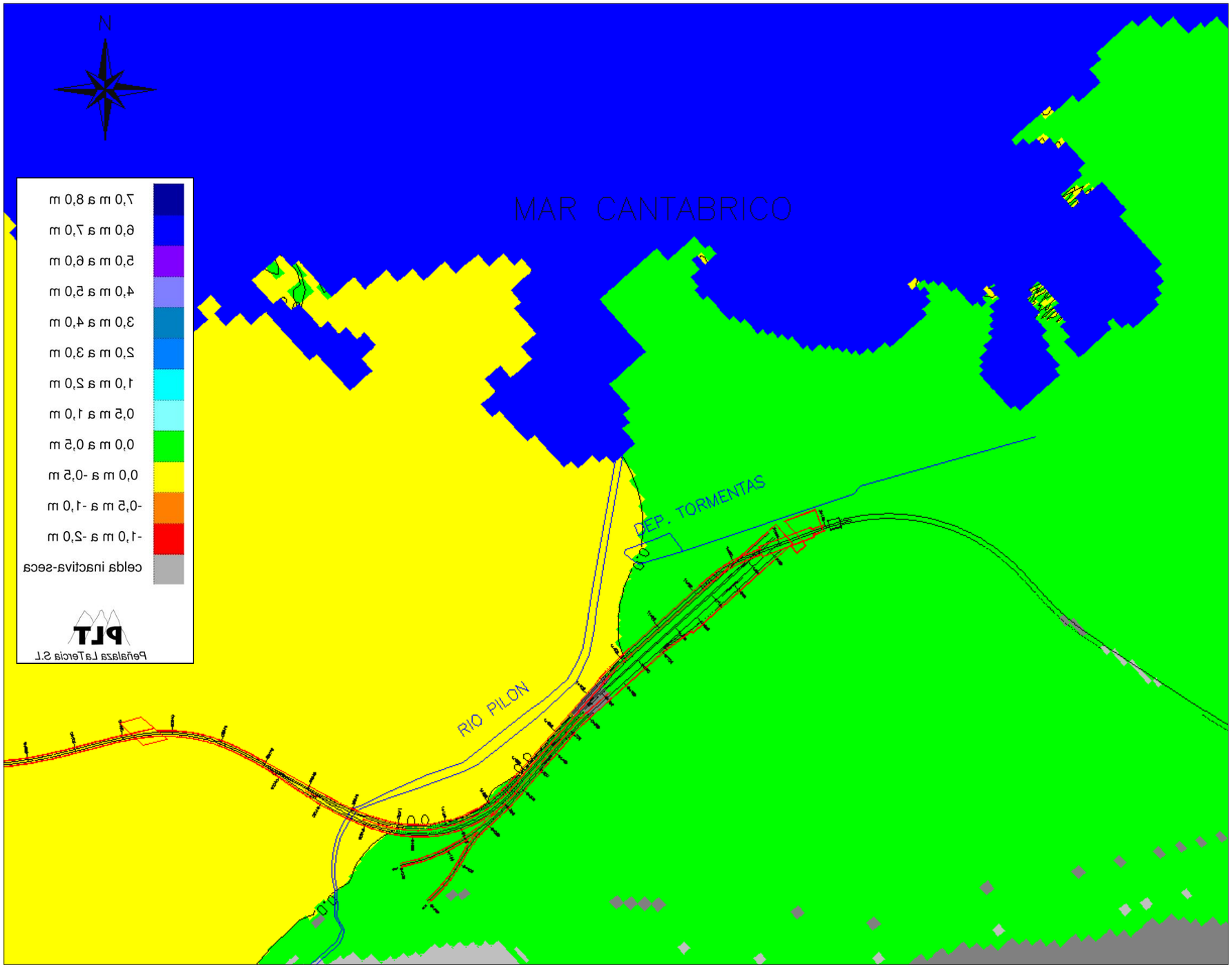



Fig. 9.23.- Plano de isoascensos de la capa 7 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

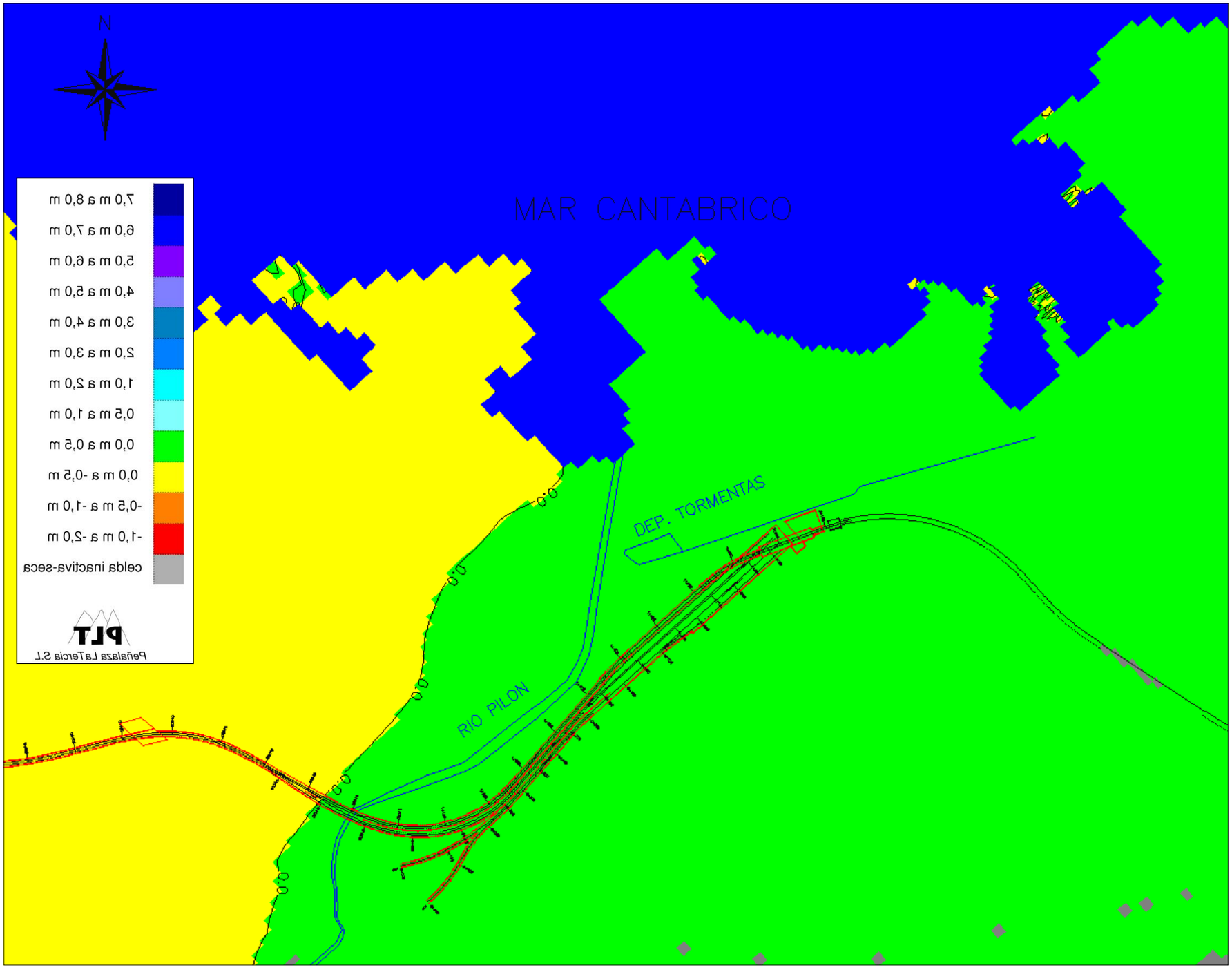



Fig. 9.24.- Plano de isoascensos de la capa 8 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

### 9.1.4. *Impacto probable de las obras de la estación con medidas de drenaje (Alternativa Museo)*

En este subapartado, se presenta para la Alternativa Museo, el efecto probable de la implantación de las medidas de drenaje que suavizarían a valores admisibles, el efecto barrera observado en las simulaciones anteriores bajo las condiciones de la "hipótesis de calibración".

Con el objeto de suavizar a valores razonables desde el punto de vista hidrogeológico el efecto barrera provocado por las actuaciones previstas, se ha seguido un proceso iterativo en el que se fue aumentando progresivamente las medidas de drenaje en aquellas zonas en las que variaciones piezométricas eran superiores 0,5 m, con el objeto de reducir las variaciones relativas a valores inferiores esta cifra, o como mucho permitir variaciones entre 0,5 y 1 m en áreas localizadas. Este proceso ha permitido obtener una distribución de medidas de drenaje necesarias, que se traducen en unos valores de permeabilización de la barrera, o de restitución de una porción determinada de la sección inicial del flujo subterráneo natural previa a las obras.

Aunque este porcentaje de liberalización o permeabilización de la barrera, podría conseguirse con varios tipos de medidas de drenaje, como por ejemplo portillos en las pantallas, se hace una estimación aproximada del número de sifones necesarios para obtener un determinado porcentaje de permeabilización en cada tramo. Las características de los sifones serían las descritas en el apartado 10.3. En fases posteriores de estudio, se recomienda valorar la implantación de otras medidas de drenaje, como los portillos, ya que son medidas de mayor durabilidad que los sifones y no necesitan mantenimiento.

A continuación en el cuadro adjunto, se presenta la distribución de medidas de restitución del flujo subterráneo necesarias para cada capa del modelo, tomando como referencia el kilometraje de la vía derecha de cercanías. No obstante, la permeabilización de la barrera se extendería también a las pantallas de la línea de largo recorrido y FEVE, en aquellos tramos que éstas provocan un cierre total o parcial al flujo subterráneo. No se proponen medidas de restitución en el acuífero jurásico profundo, por que no se han considerado necesarias. Las medidas de drenaje para el acuífero cuaternario y al acuífero jurásico somero se proponen separadamente, para evitar la mezcla de aguas, y las medidas de drenaje para el acuitardo se integran con las del acuífero jurásico somero.

| ACUÍFERO | CAPA MODELO | ALTERNATIVA MIUSEO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | HIPOTESIS CALIBRACIÓN | | | | | |
| | | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1 | 1+660 | 1+770 | 110 | 15% | 30 | 3 |
| | | 1+770 | 2+110 | 340 | 10% | 40 | 8 |
| Jurásico somero | 2 | 1+730 | 1+790 | 60 | 30% | 15 | 4 |
| | | 1+790 | 2+110 | 320 | 15% | 30 | 10 |
| | 3 | 1+690 | 1+790 | 100 | 30% | 15 | 6 |
| | | 1+790 | 2+110 | 320 | 15% | 30 | 10 |
| | 4 | 1+280 | 1+340 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | | 1+590 | 1+790 | 200 | 30% | 15 | 13 |
| | | 1+790 | 2+110 | 320 | 15% | 30 | 10 |
| Acuitardo | 5 | 1+120 | 1+280 | 160 | 10% | 40 | 4 |
| | | 1+280 | 1+340 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | | 1+340 | 1+590 | 250 | 10% | 40 | 6 |
| | | 1+590 | 1+790 | 200 | 30% | 15 | 13 |
| | | 1+790 | 1+920 | 130 | 15% | 30 | 4 |
| Jurásico profundo | 6 | - | - | - | - | - | - |
| | 7 | - | - | - | - | - | - |
| | 8 | - | - | - | - | - | - |

En la figura 9.25 que representa el acuífero cuaternario (capa 1), se observa como la implantación de las medidas de restitución reduce las variaciones piezométricas a valores inferiores a 0,5 m prácticamente en todo el área del modelo.

En las figuras 9.26, 9.27 y 9.28 que corresponden respectivamente a las capas 2, 3 y 4 del modelo y que representan al "acuífero jurásico somero", las variaciones piezométricas se sitúan por debajo de los 50 cm en prácticamente todo el área, salvo en un retazo de tamaño muy reducido situado al suroeste de las pantallas en torno al p.k. 0+850 de la vía derecha del FEVE, donde se supera levemente esta cifra.

En la figura 9.29, se representa la variación piezométrica en la capa 5 del modelo que representa el acuitardo margoso-lutítico que separa ambos niveles acuíferos jurásicos. En este caso, las variaciones piezométricas se reducen a valores inferiores a 0,5 m en la mayor parte del modelo, apareciendo una zona al sureste de las obras donde los ascensos se sitúan por encima de esta cifra, aunque siempre por debajo de 1 m.

Finalmente, en las capas 6, 7 y 8 (figuras 9.30, 9.31 y 9.32) que representa el "acuífero jurásico profundo", las variaciones piezométricas como consecuencia de las obras se sitúan siempre por debajo de 0,5 m.

A continuación se resumen las medidas de drenaje propuestas, así como la distribución equivalente de los 46 sifones previstos.

| ACUÍFERO | ALTERNATIVA MUSEO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HIPOTESIS CALIBRACIÓN | | | | | |
| | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1+660 | 1+770 | 110 | 15% | 30 | 3 |
| | 1+770 | 2+110 | 340 | 10% | 40 | 8 |
| Jurásico somero + Acuitardo | 1+120 | 1+280 | 160 | 10% | 40 | 4 |
| | 1+280 | 1+340 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | 1+340 | 1+590 | 250 | 10% | 40 | 6 |
| | 1+590 | 1+790 | 200 | 30% | 15 | 13 |
| | 1+790 | 2+110 | 320 | 15% | 30 | 10 |

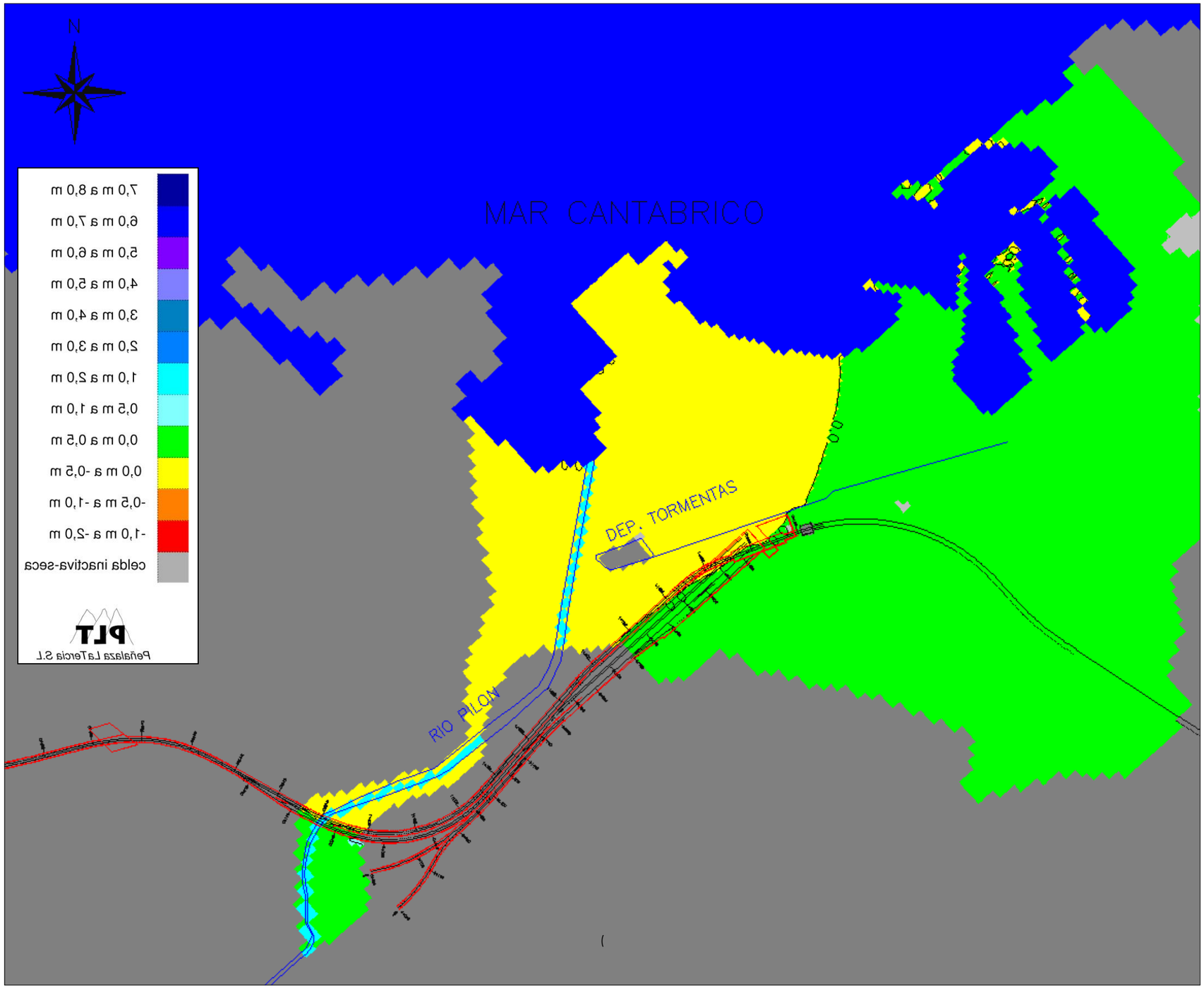



Fig. 9.25.- Plano de isoascensos de la capa 1 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

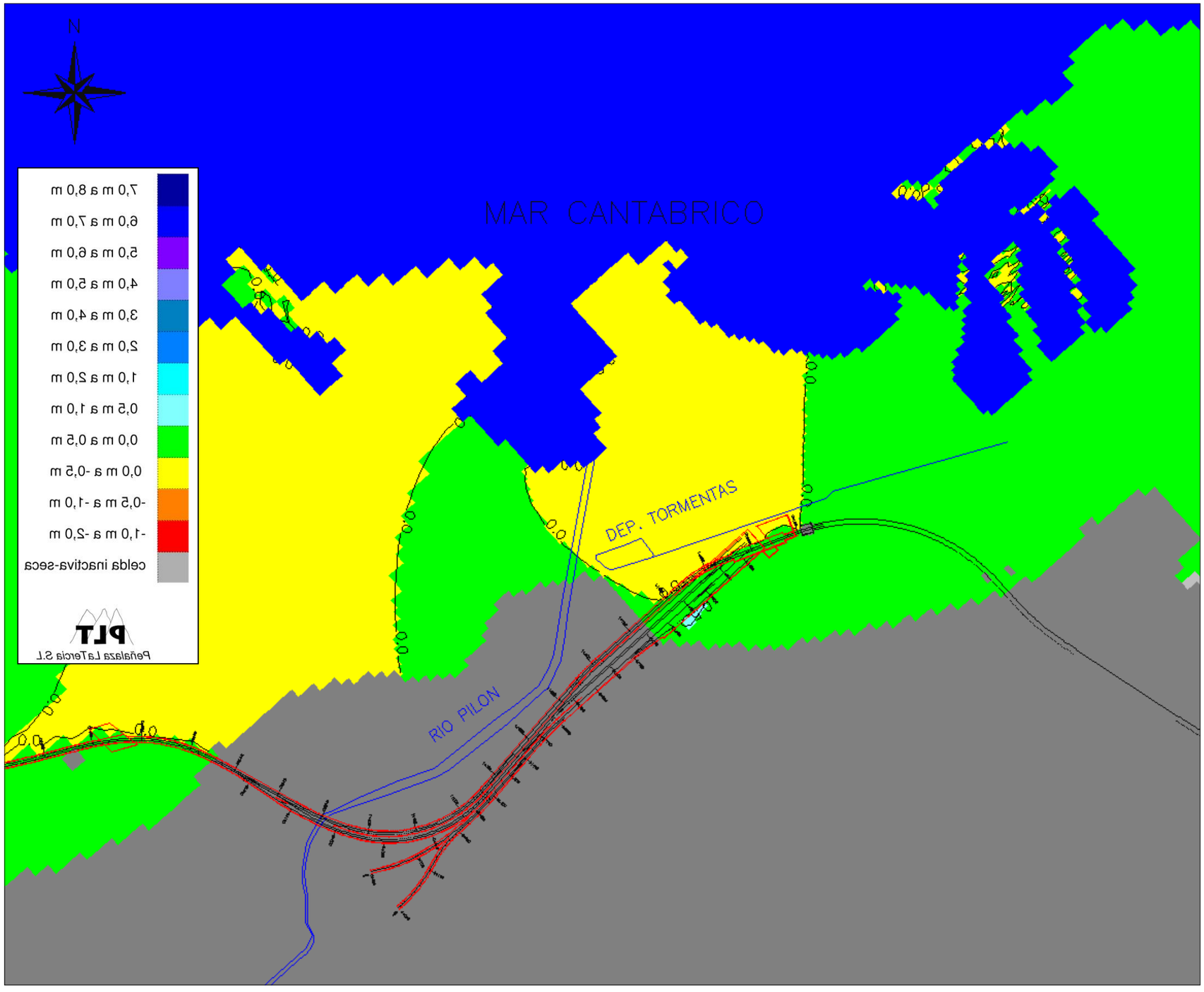



Fig. 9.26.- Plano de isoascensos de la capa 2 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

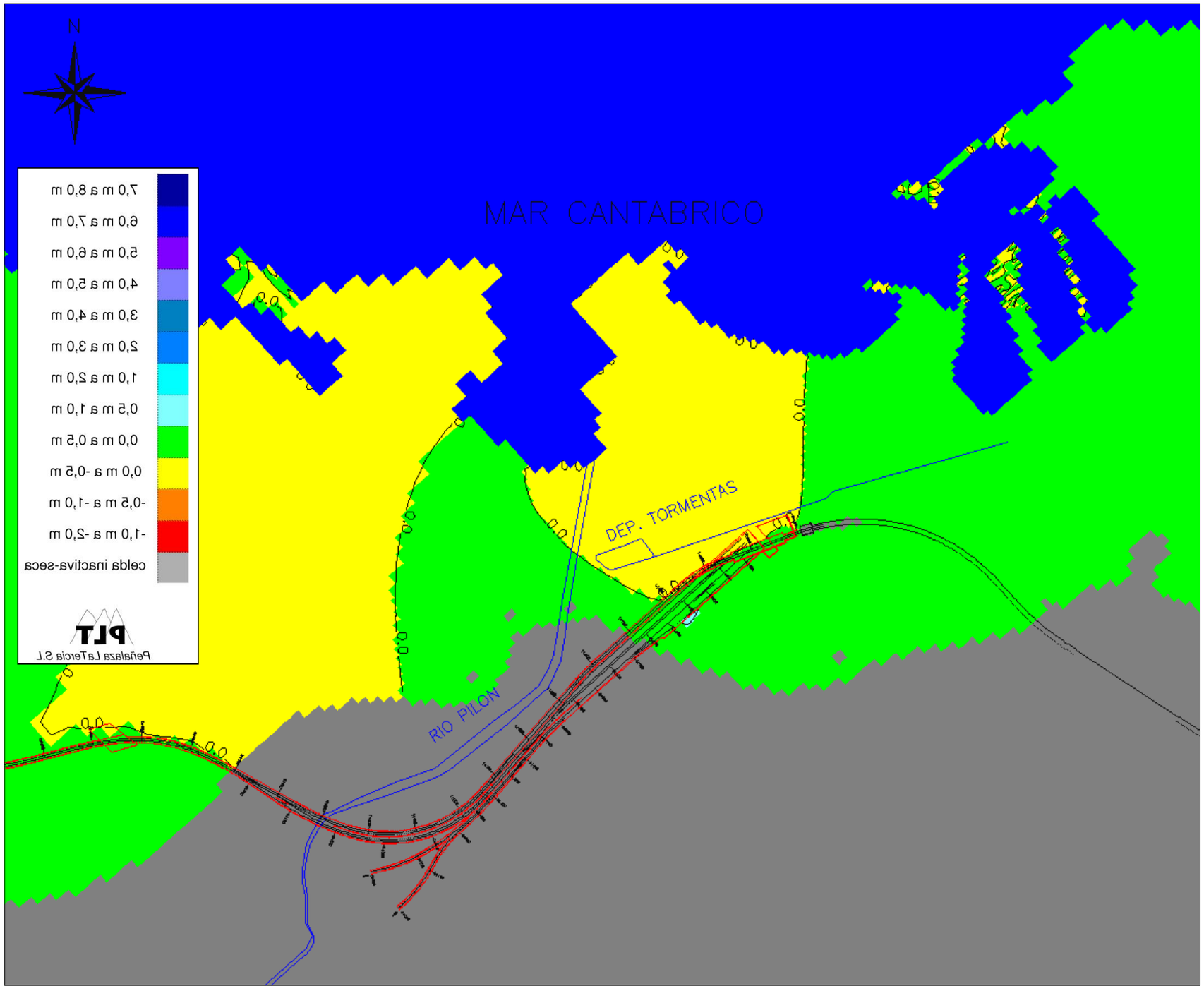



Fig. 9.27.- Plano de isoascensos de la capa 3 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

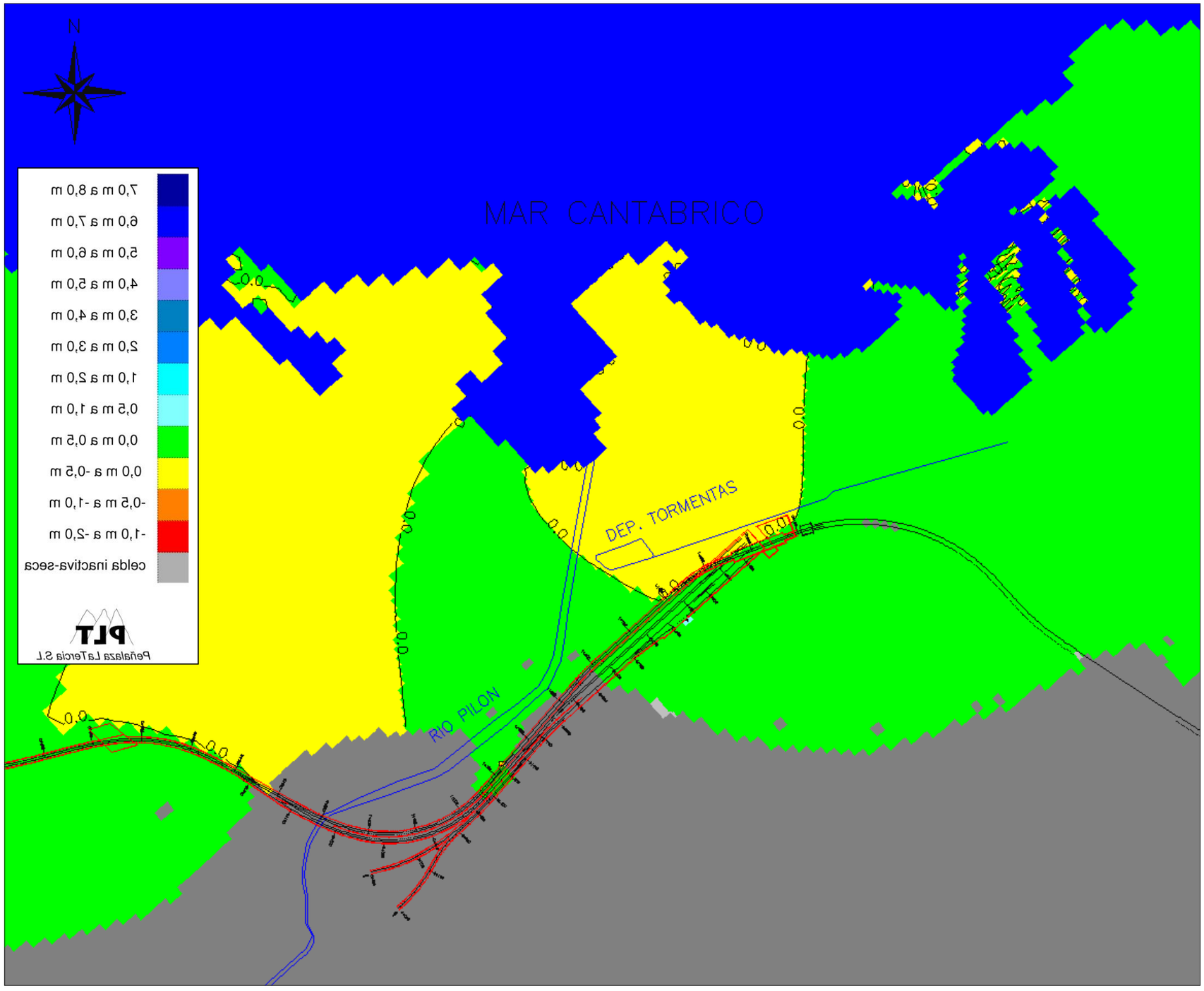



Fig. 9.28.- Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

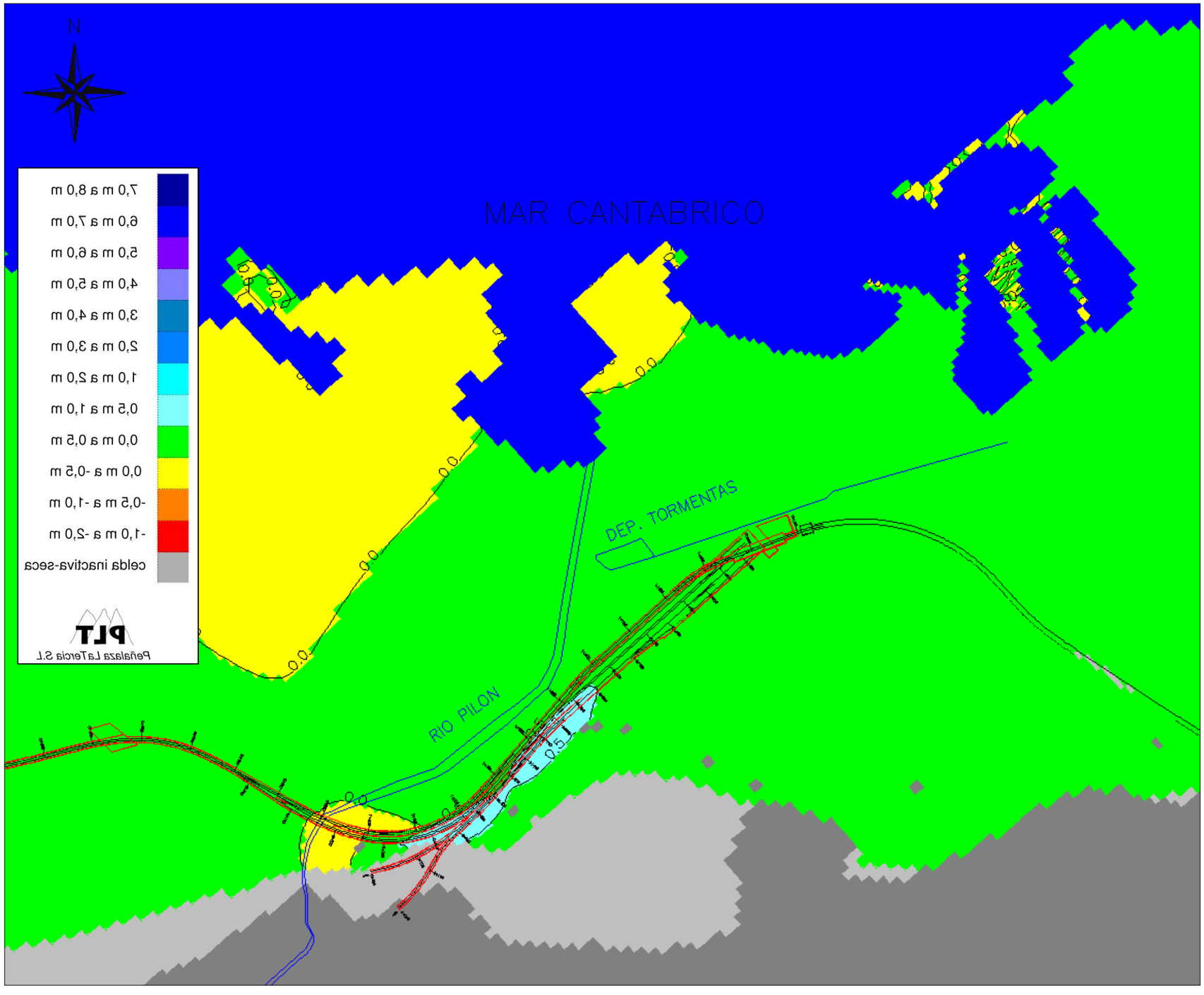



Fig. 9.29.- Plano de isoascensos de la capa 5 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

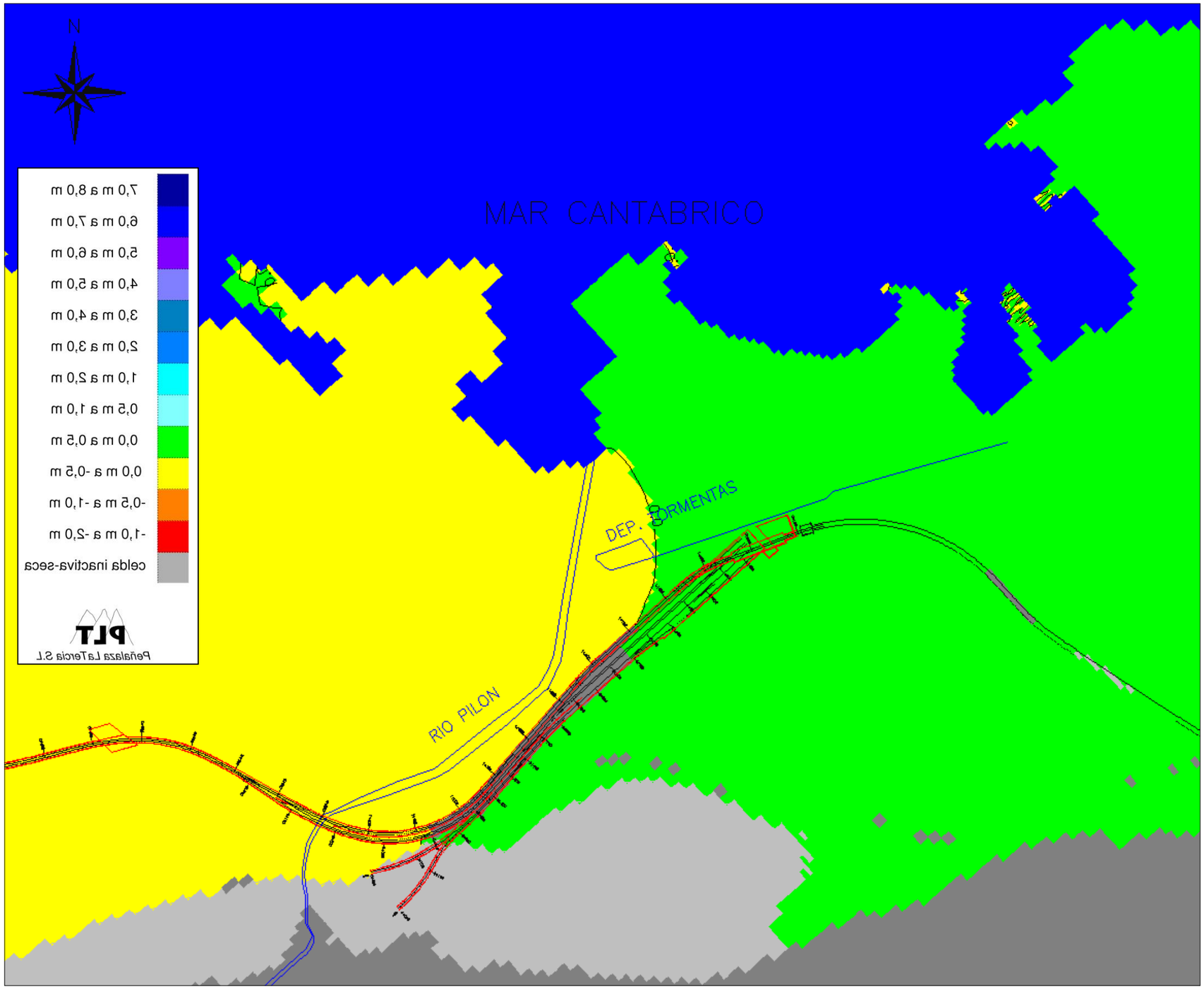



Fig. 9.30.- Plano de isoascensos de la capa 6 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

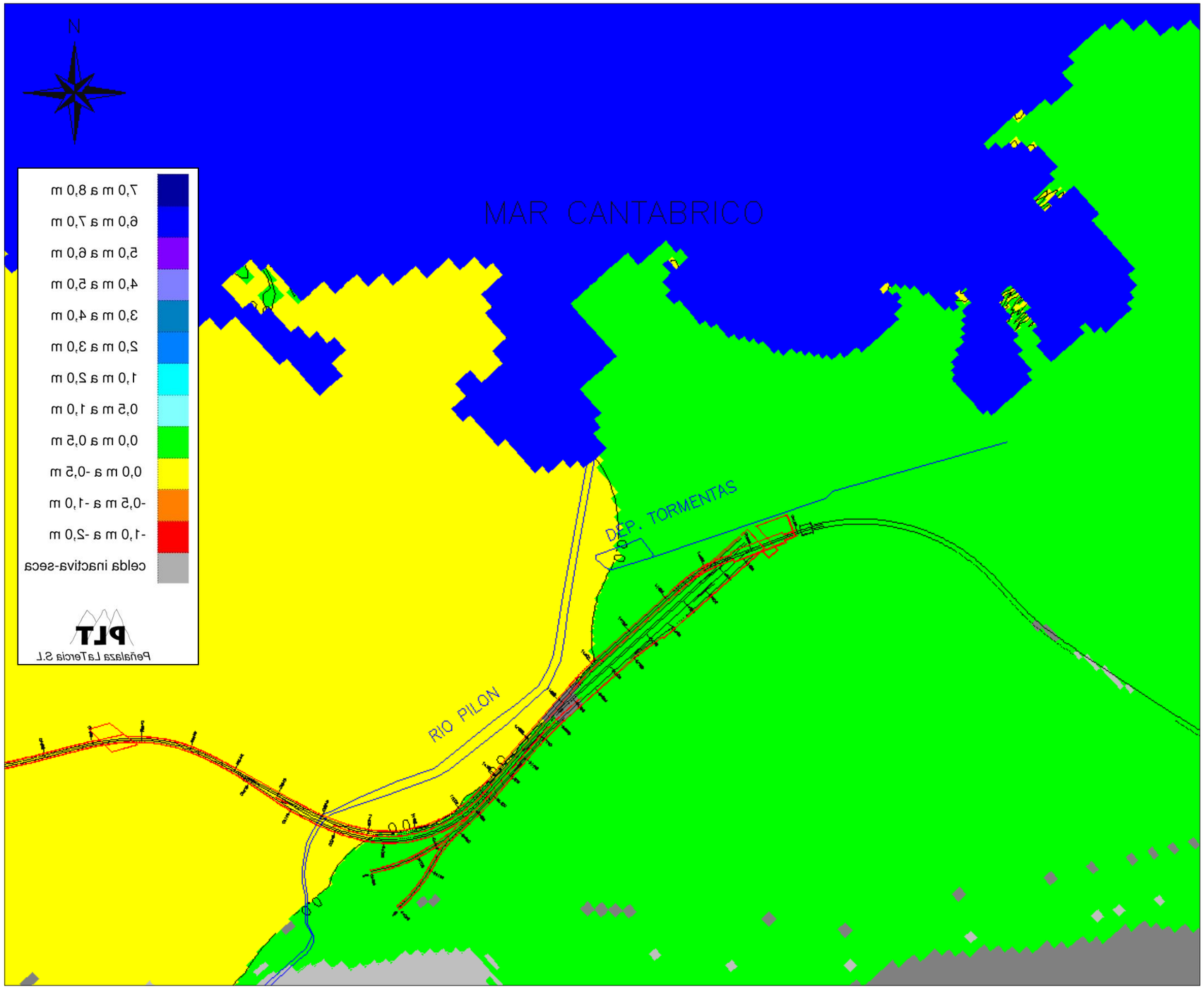



Fig. 9.31.- Plano de isoascensos de la capa 7 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

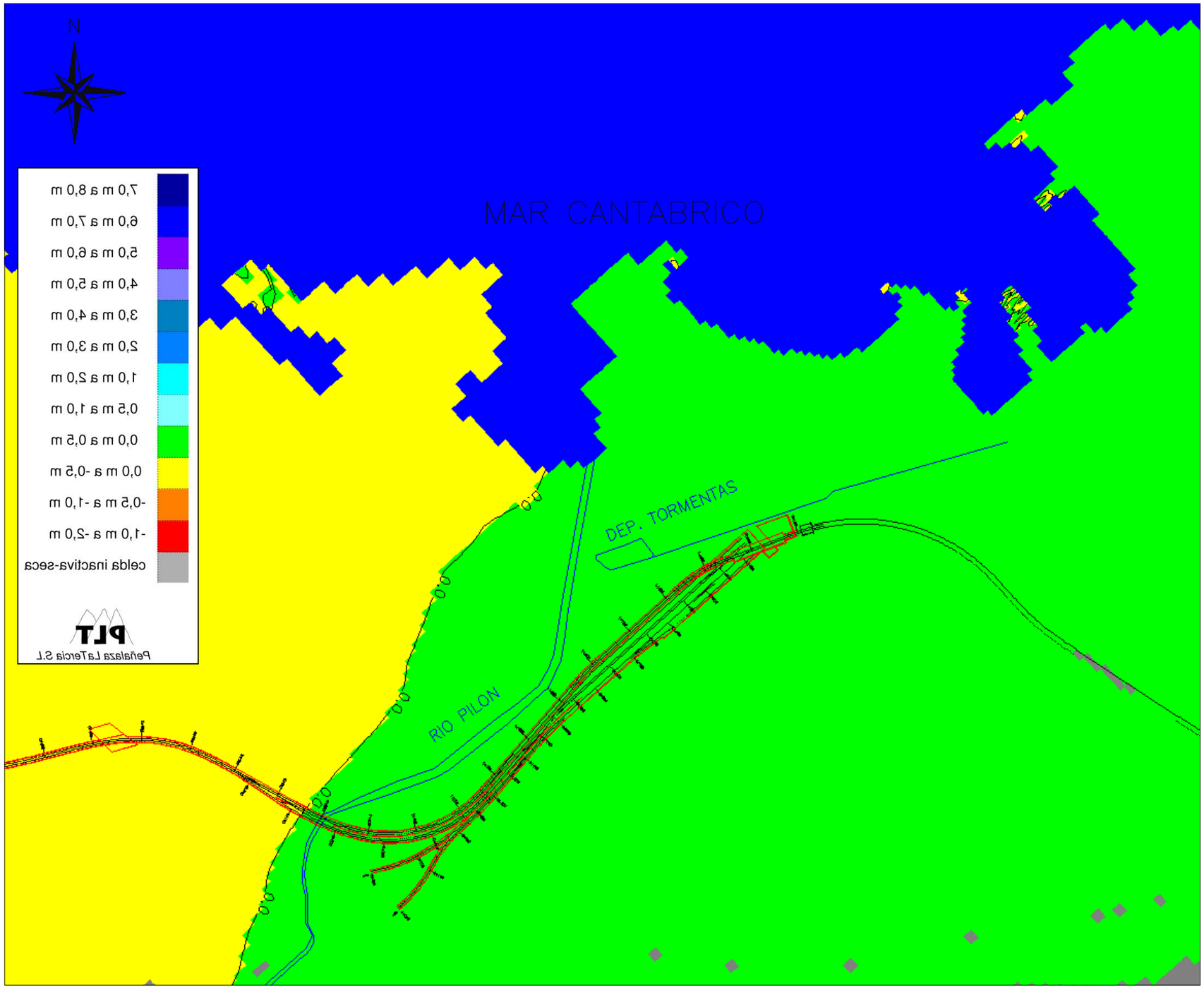



Fig. 9.32.- Plano de isoascensos de la capa 8 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis de calibración". (Alternativa Museo)

## 9.2. Hipótesis húmeda

En este apartado, se analiza el probable efecto barrera conjunto provocado por las obras de la estación bajo las condiciones establecidas en la "hipótesis húmeda". Los resultados se presentan mediante planos de isoascensos, para cada una de las alternativas contempladas, que indican la probable variación piezométrica relativa producida como resultado de la construcción de las obras, considerando como punto de partida la "hipótesis húmeda". Es decir, se simula en régimen permanente el sobreascenso que provocarían las obras proyectadas sobre unos niveles piezométricos ya por sí elevados, correspondientes a un periodo especialmente lluvioso.

Se comparan los niveles piezométricos resultantes con los establecidos en la "hipótesis húmeda", debido a que el objetivo final es valorar las medidas de drenaje necesarias para que las obras previstas no supongan un obstáculo importante a la circulación subterránea, lo que supondría un agravamiento añadido a los ascensos producidos por causas naturales.

Se analiza por separado el efecto barrera de las alternativas Moreda y Museo. Para cada una de ellas, se analiza en primer lugar el probable efecto barrera de la estación tal cual ha sido definida en el proyecto, sin considerar ningún tipo de medidas de drenaje adicionales para el restablecimiento del flujo subterráneo de los acuíferos a través de las obras. Posteriormente, se analiza para cada alternativa el probable efecto mitigante o suavizador de las medidas correctoras propuestas en el estudio.

### *9.2.1. Impacto probable de las obras de la estación sin medidas de drenaje (Alternativa Moreda)*

En las figuras 9.33 a 9.40, se presentan los planos de isoascensos simulados en las capas 1 a 8 del modelo, respectivamente, como resultado de la construcción de las obras de esta alternativa sin medidas de drenaje adicionales bajo las condiciones de la hipótesis húmeda.

En la capa 1 del modelo (figura 9.33), correspondiente al acuífero cuaternario, se obtienen ascensos relativos aguas arriba (al sureste de la estación) superiores a 1 m en la mayor parte del área afectada por las obras, con valores máximos en torno a 2,5 m. Los descensos relativos aguas abajo (al noroeste de la estación) también superan en la mayor parte del área junto a las obras el valor de 0,5 m, alcanzándose valores máximos alrededor de 1,7 m. Si se compara estos valores con los obtenidos en la hipótesis de calibración (figura 9.1), se observa como la situación se agrava; la extensión de las zonas con variaciones piezométricas más fuertes ha aumentado de tamaño, así como los valores máximos alcanzados.

Igualmente, en las capas 2, 3 y 4 del modelo (figuras 9.34, 9.35 y 9.36), correspondientes al "acuífero jurásico somero" que aparece en el tramo final del proyecto, las variaciones piezométricas como resultado de la construcción de las obras han aumentado respecto a las simulaciones bajo las condiciones de la "hipótesis de calibración". Los ascensos superan la cifra de 1 m en toda la zona del proyecto, con valores máximos de 5,9 m en la capa 4 al suroeste del aparcamiento, y de 7 m en una pequeña zona en torno al p.k. 0+330 de la vía del FEVE. Los descensos relativos, más contenidos, alcanzan valores máximos de 1.8 m al noroeste del p.k. 1+280 de la línea de cercanías.

En la capa 5 del modelo (figura 9.37), correspondiente a la capa lutítico-margosa que separa los niveles acuíferos jurásicos somero y profundo definidos en el área de la estación, se observan ascensos relativos superiores a 0,5 m en todo el área situada al sur de las obras. En este caso, las variaciones piezométricas positivas alcanzan valores superiores a 1 m en una zona más amplia que en la figura 9.5 ("hipótesis de calibración"), mientras que los descensos relativos muestran valores por debajo o levemente por encima de 0,5 m.

En las capas 6, 7 y 8 del modelo (figuras 9.38, 9.39 y 9.40), correspondiente al "acuífero jurásico profundo", tanto los ascensos como los descensos continúan por debajo de 0,5 m. No obstante se observa como los ascensos máximos han aumentado respecto a las condiciones de la "hipótesis de calibración".

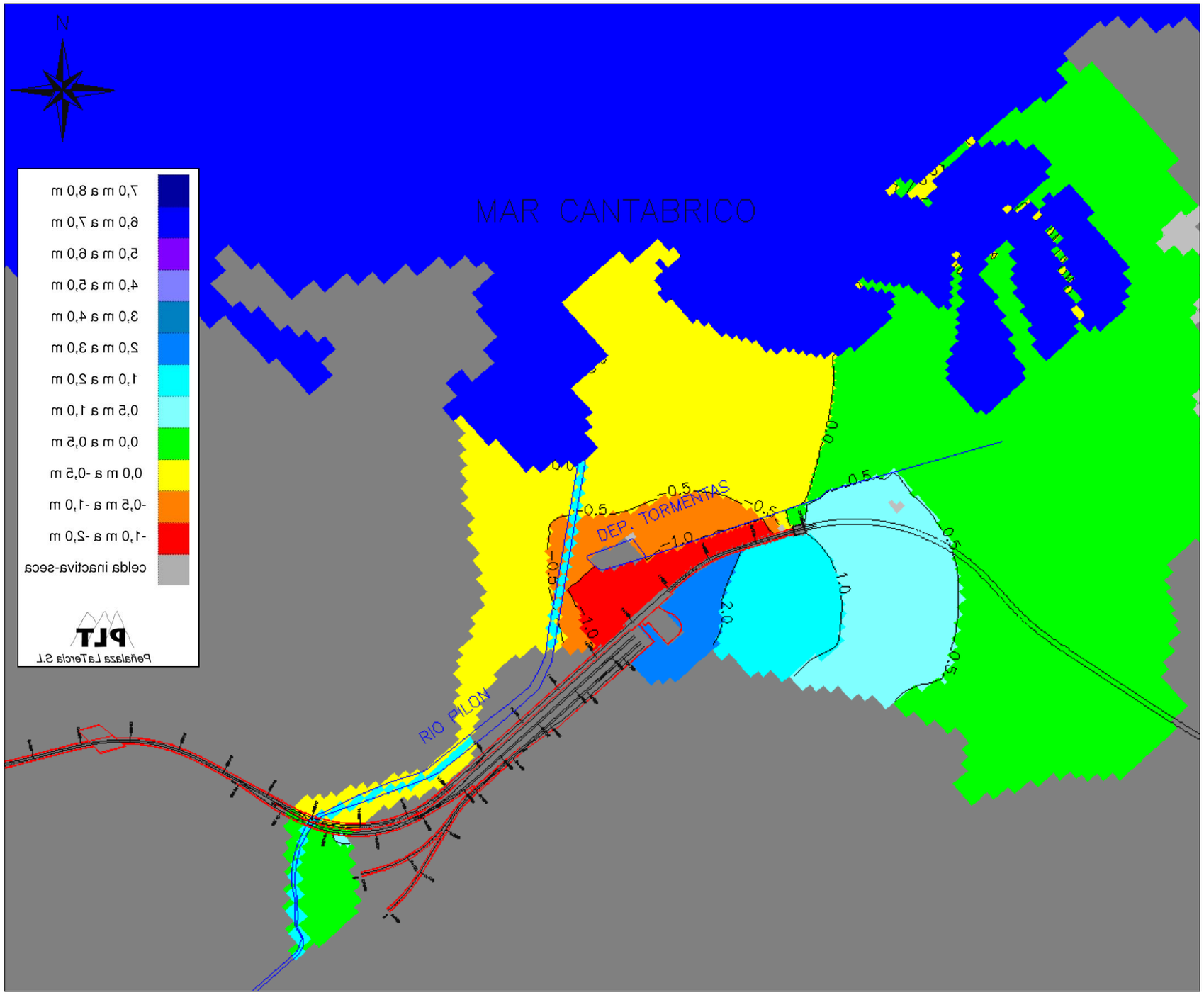



Fig. 9.33.- Plano de isoascensos de la capa 1 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

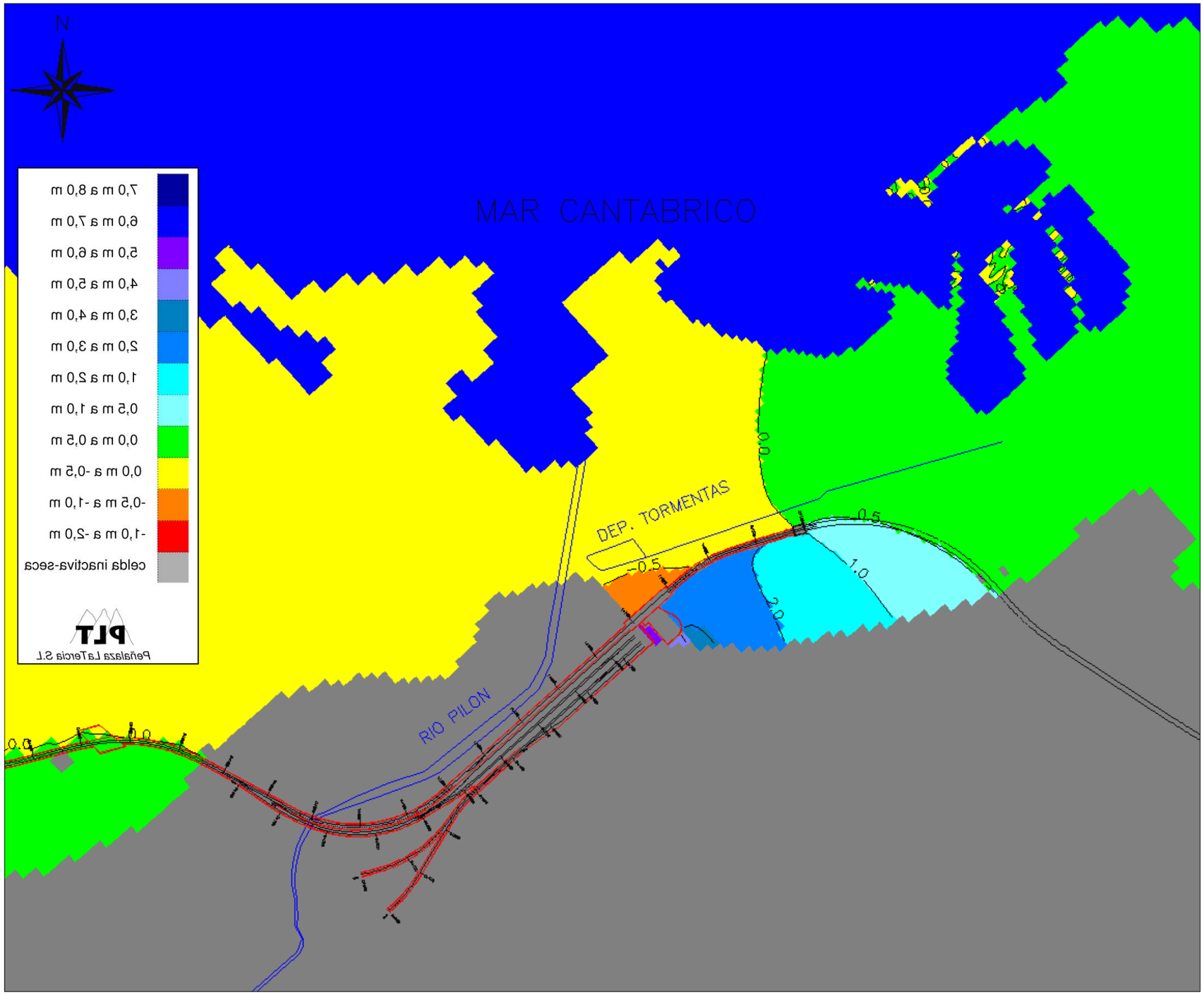



Fig. 9.34.- Plano de isoascensos de la capa 2 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

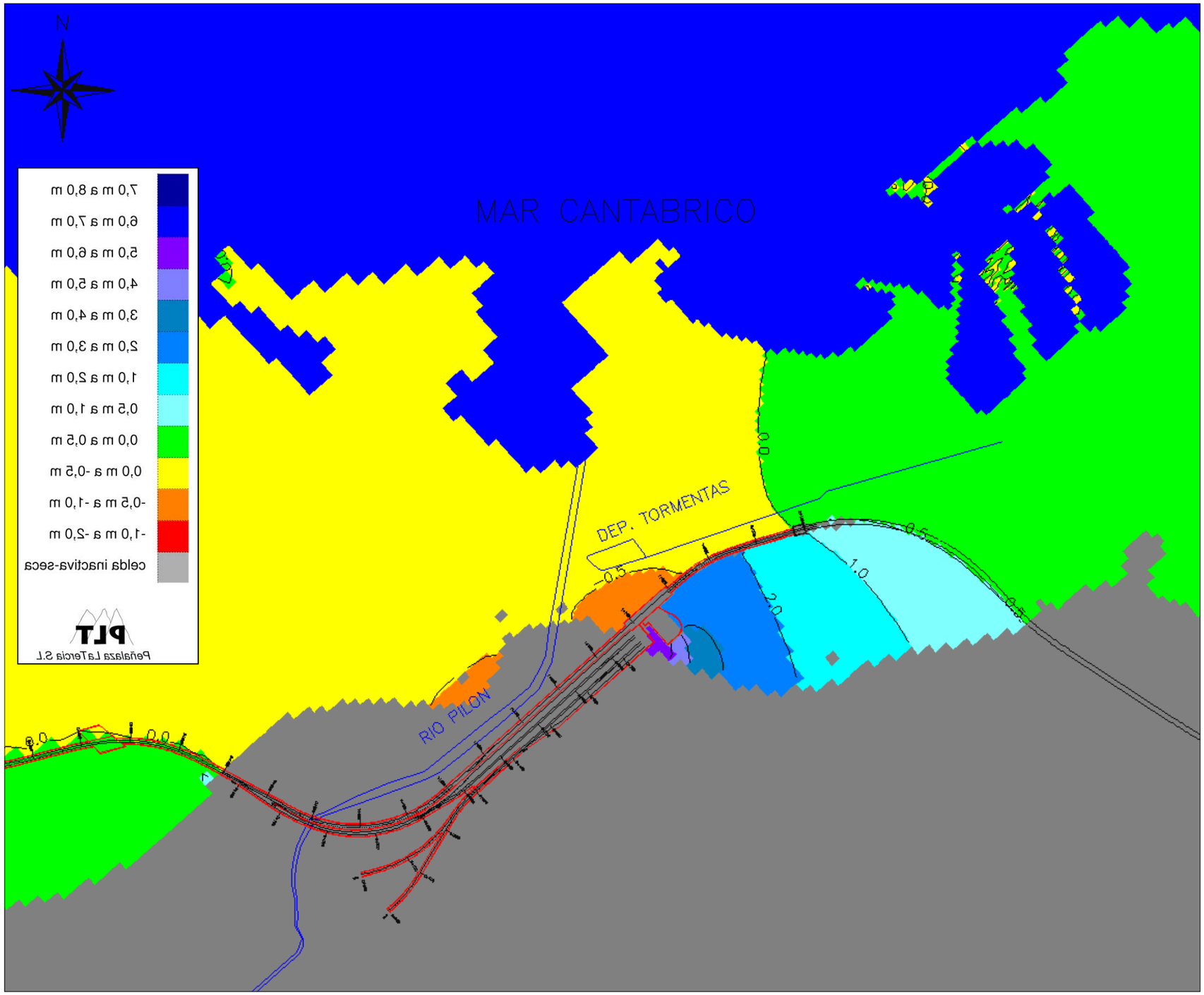



Fig. 9.35.- Plano de isoascensos de la capa 3 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

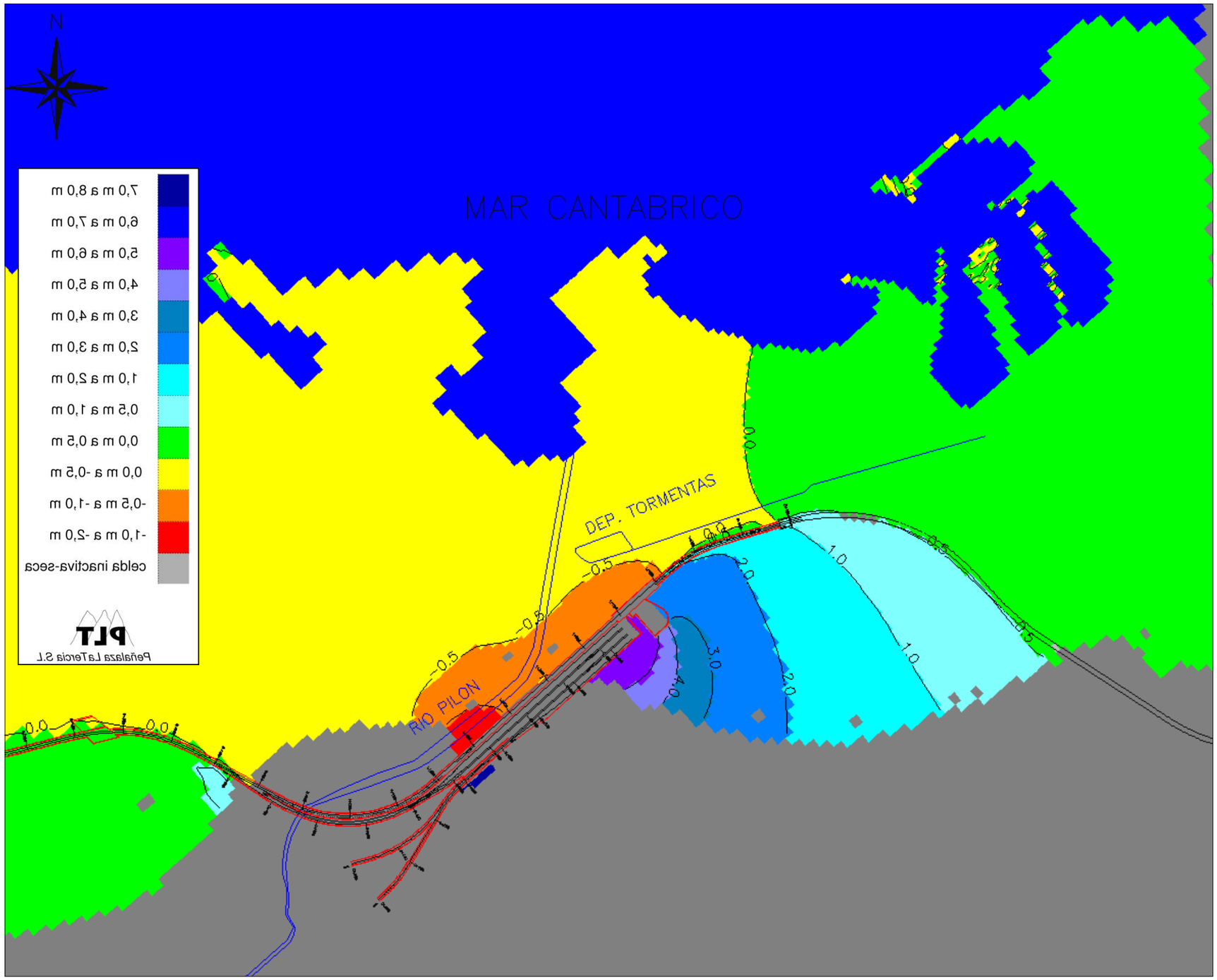



Fig. 9.36.- Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

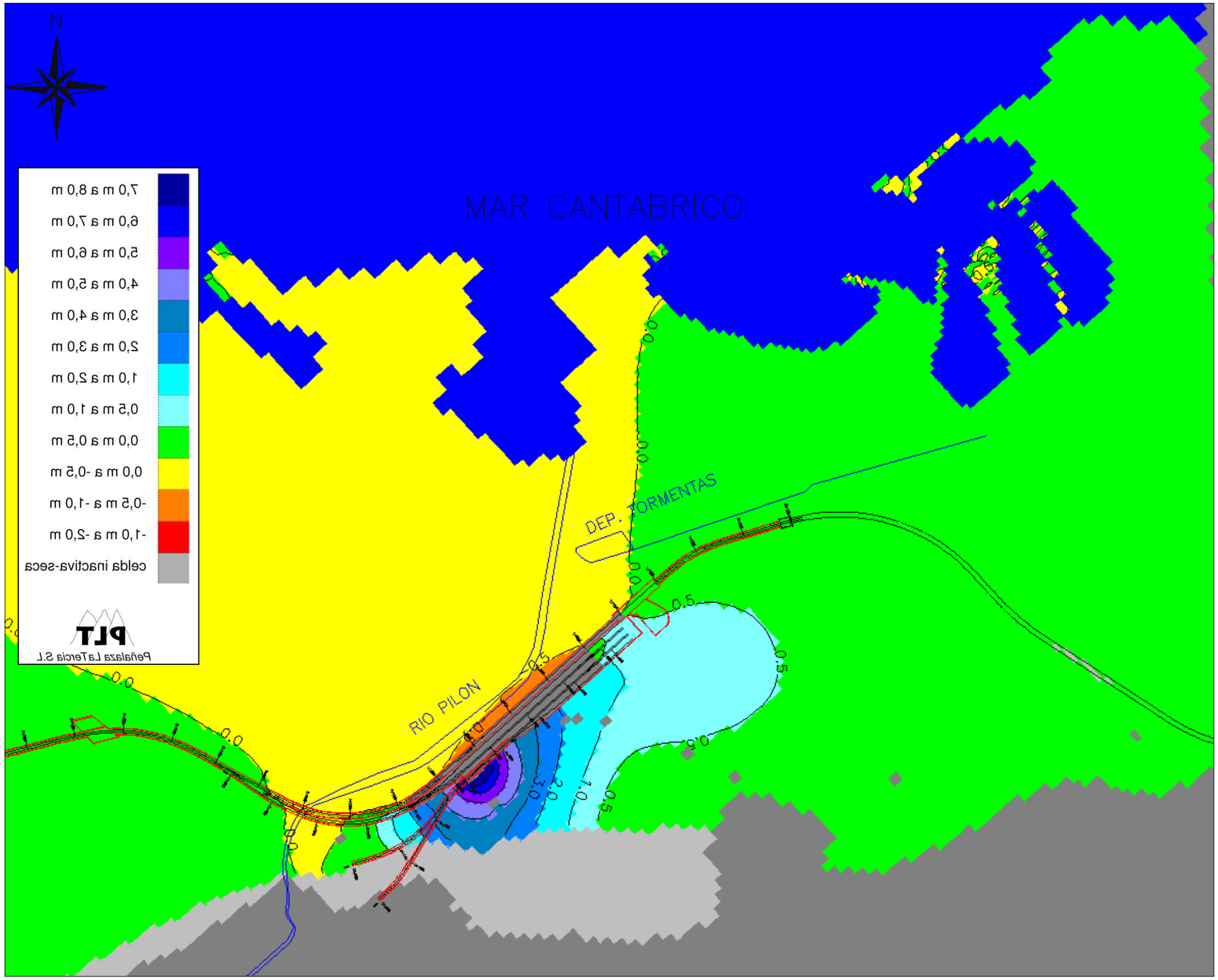



Fig. 9.37.- Plano de isoascensos de la capa 5 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

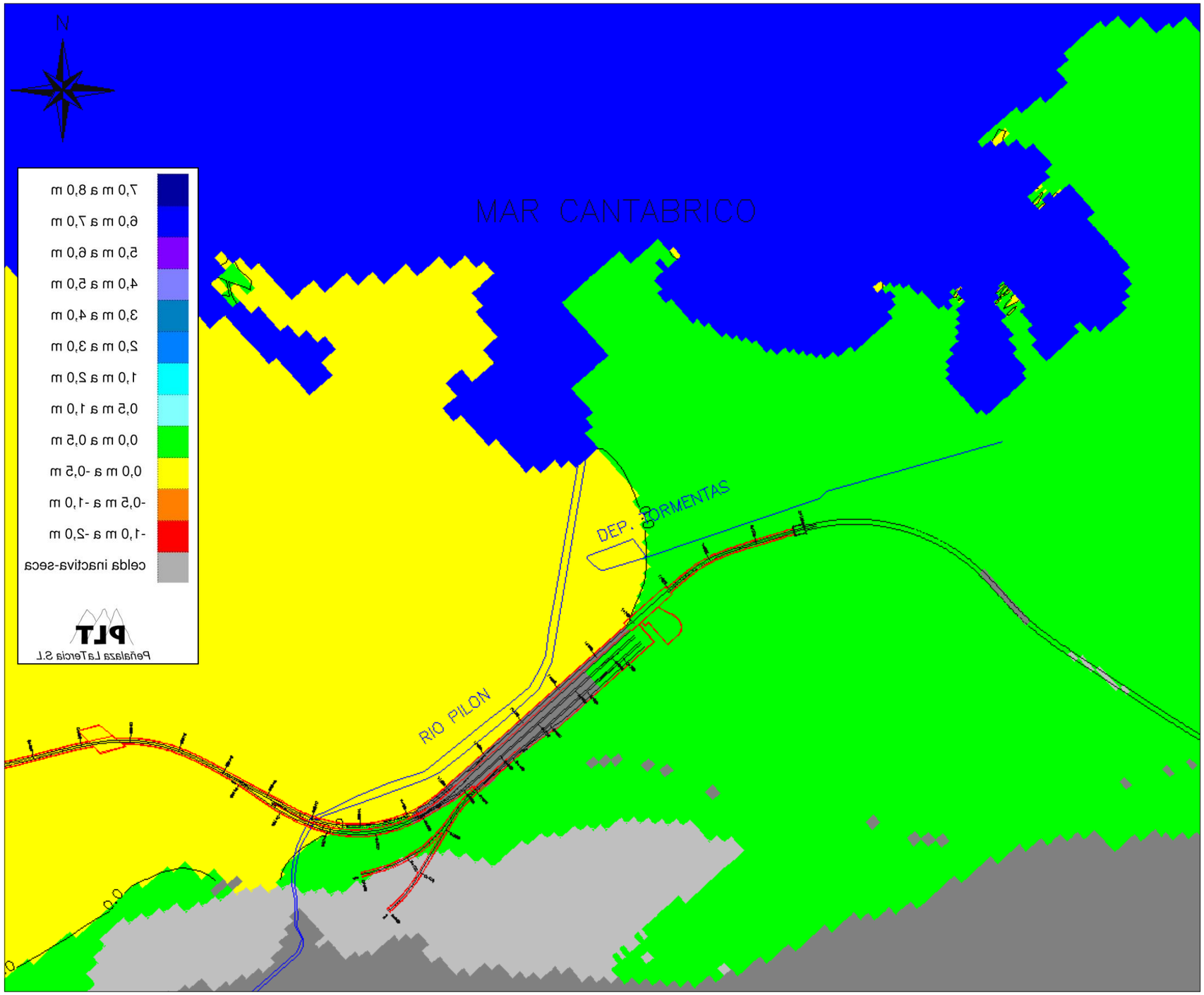



Fig. 9.38.- Plano de isoascensos de la capa 6 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

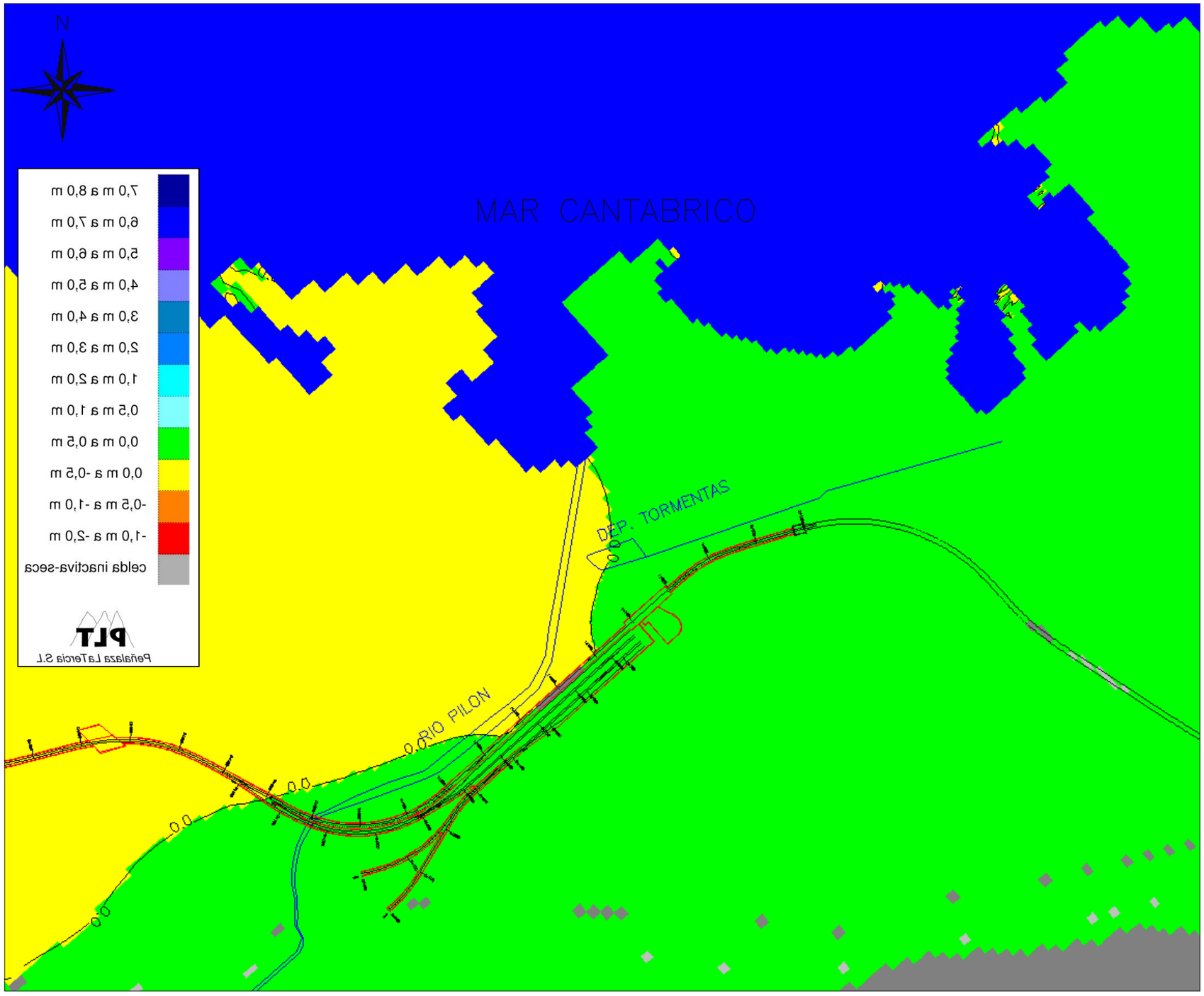



Fig. 9.39.- Plano de isoascensos de la capa 7 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

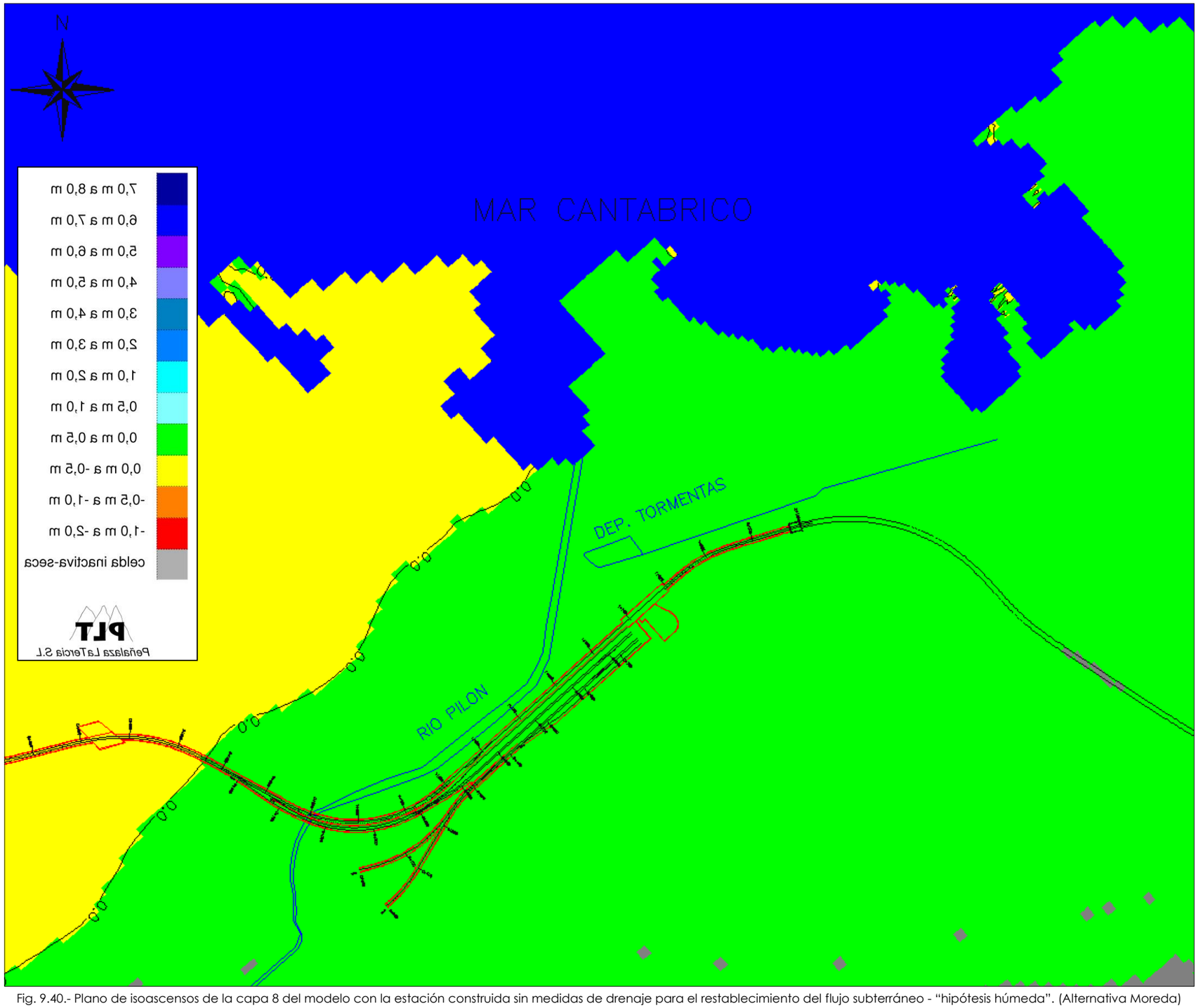



Fig. 9.40.- Plano de isoascensos de la capa 8 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

### *9.2.2. Impacto probable de las obras de la estación con medidas de drenaje (Alternativa Moreda)*

En este subapartado, se presenta para la Alternativa Moreda el efecto probable de la implantación de las medidas de drenaje que suavizarían a valores admisibles, el efecto barrera observado en las simulaciones anteriores bajo las condiciones de la "hipótesis húmeda".

La distribución de medidas de restitución, al igual que en el caso de "hipótesis de calibración", han sido obtenidas siguiendo un proceso iterativo en el que se ha ido incrementando progresivamente las medidas de restitución del flujo, hasta alcanzar una distribución de variaciones piezométricas inferiores a 0,5 m, o a lo sumo entre 0,5 y 1 m, en áreas localizadas pegadas a las obras. Este proceso ha permitido obtener una distribución de medidas de drenaje necesarias, que se traducen en unos valores de permeabilización de la barrera, o de restitución de una porción determinada de la sección inicial del flujo subterráneo natural previa a las obras.

Aunque este porcentaje de liberalización o permeabilización de la barrera, podría conseguirse con varios tipos de medidas de drenaje, como por ejemplo portillos en las pantallas, se hace una estimación aproximada del número de sifones necesarios para obtener un determinado porcentaje de permeabilización en cada tramo. Las características de los sifones serían las descritas en el apartado 10.3. En fases posteriores de estudio, se recomienda valorar la implantación de otras medidas de drenaje, como los portillos, ya que son medidas de mayor durabilidad que los sifones y no necesitan mantenimiento.

A continuación en el cuadro adjunto, se presenta la distribución de medidas de restitución del flujo subterráneo necesarias para cada capa del modelo, tomando como referencia el kilometraje de la vía derecha de cercanías. No obstante, la permeabilización de la barrera se extendería también a las pantallas de la línea de largo recorrido y FEVE, en aquellos tramos que éstas provocan un cierre total o parcial al flujo subterráneo. No se proponen medidas de restitución en el acuífero jurásico profundo, por que no se han considerado necesarias. Las medidas de drenaje para el acuífero cuaternario y al acuífero jurásico somero se proponen separadamente, para evitar la mezcla de aguas, y las medidas de drenaje para el acuitardo se integran con las del acuífero jurásico somero.

| ACUÍFERO | CAPA MODELO | ALTERNATIVA MOREDA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | HIPOTESIS HÚMEDA | | | | | |
| | | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1 | 1+620 | 2+080 | 460 | 10% | 40 | 11 |
| Jurásico somero | 2 | 1+700 | 1+720 | 20 | 30% | 15 | 1 |
| | | 1+720 | 2+080 | 360 | 15% | 30 | 12 |
| | 3 | 1+660 | 1+720 | 60 | 30% | 15 | 4 |
| | | 1+720 | 2+080 | 360 | 15% | 30 | 12 |
| | 4 | 1+260 | 1+320 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | | 1+560 | 1+720 | 160 | 30% | 15 | 10 |
| | | 1+720 | 2+080 | 360 | 15% | 30 | 12 |
| Acuitardo | 5 | 1+120 | 1+260 | 140 | 10% | 40 | 3 |
| | | 1+260 | 1+320 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | | 1+320 | 1+560 | 240 | 10% | 40 | 6 |
| | | 1+560 | 1+720 | 160 | 30% | 15 | 10 |
| | | 1+720 | 1+800 | 80 | 15% | 30 | 2 |
| Jurásico profundo | 6 | - | - | - | - | - | - |
| | 7 | - | - | - | - | - | - |
| | 8 | - | - | - | - | - | - |

En la figura 9.41 que representa el acuífero cuaternario (capa 1), se observa como la implantación de las medidas de restitución reduce las variaciones piezométricas a valores inferiores a 0,5 m prácticamente en todo el área del modelo.

En las figuras 9.42, 9.43 y 9.44 que corresponden respectivamente a las capas 2, 3 y 4 del modelo y que representan al "acuífero jurásico somero", las variaciones piezométricas se sitúan por debajo de los 50 cm en prácticamente todo el área, salvo en unas pequeñas zonas, aguas arriba de las obras, donde no se superan nunca los 60 cm.

En la figura 9.45, se representa la variación piezométrica en la capa 5 del modelo que representa el acuitardo margoso-lutítico que separa ambos niveles acuíferos jurásicos. En este caso, las variaciones piezométricas se reducen a valores inferiores a 0,5 m en la mayor parte del modelo, apareciendo una zona al sureste de las obras donde los ascensos se sitúan por encima de esta cifra, aunque siempre por debajo de 1 m.

Finalmente, en las capas 6, 7 y 8 (figuras 9.46, 9.47 y 9.48) que representa el "acuífero jurásico profundo", las variaciones piezométricas como consecuencia de las obras se sitúan siempre por debajo de 0,5 m.

A continuación se resumen las medidas de drenaje propuestas, así como la distribución equivalente de los 44 sifones previstos.

| ACUÍFERO | ALTERNATIVA MOREDA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HIPOTESIS HÚMEDA | | | | | |
| | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1+620 | 2+080 | 460 | 10% | 40 | 11 |
| | 1+120 | 1+260 | 140 | 10% | 40 | 3 |
| Jurásico somero + Acuitardo | 1+260 | 1+320 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | 1+320 | 1+560 | 240 | 10% | 40 | 6 |
| | 1+560 | 1+720 | 160 | 30% | 15 | 10 |
| | 1+720 | 2+080 | 360 | 15% | 30 | 12 |

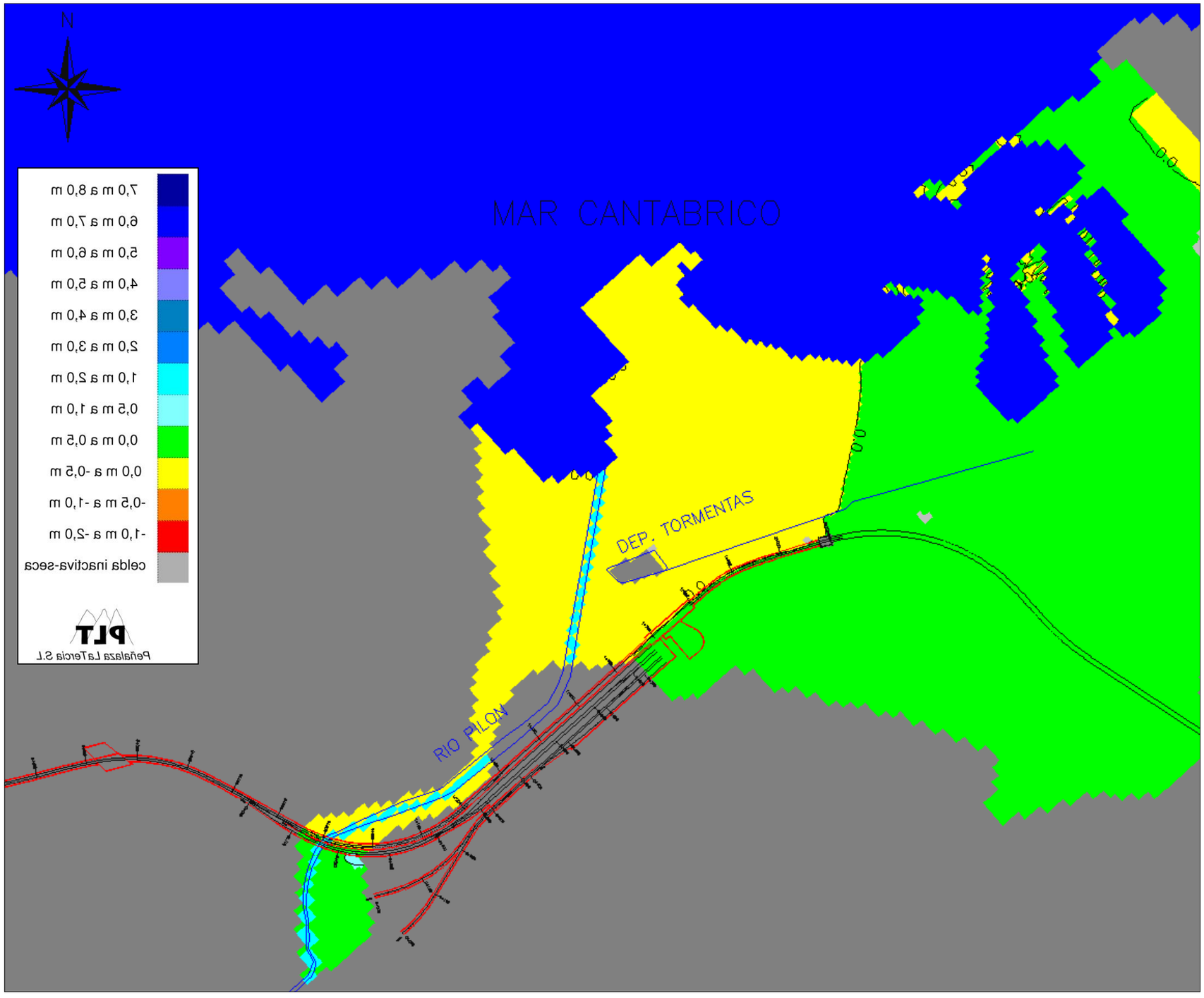



Fig. 9.41.- Plano de isoascensos de la capa 1 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

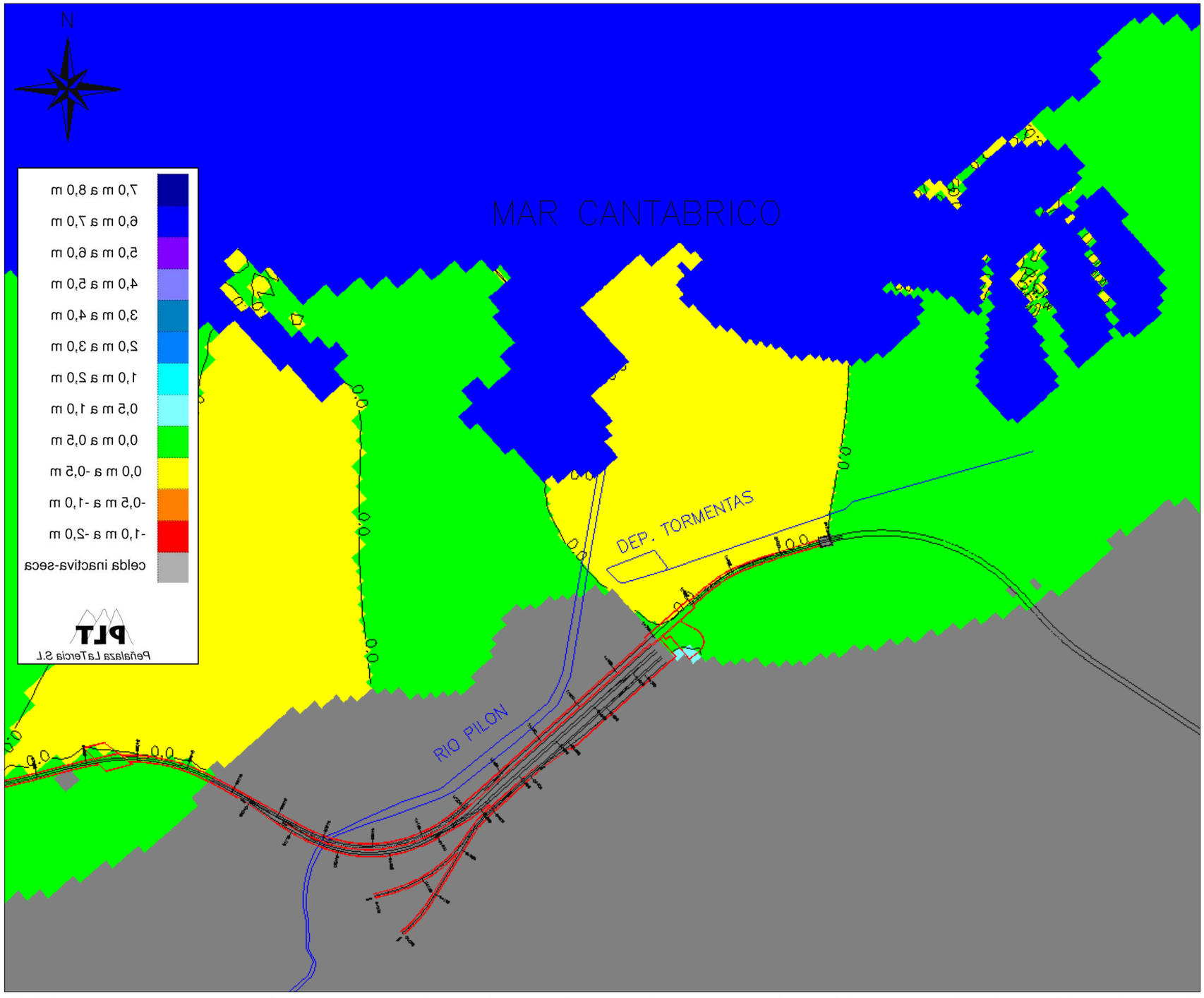



Fig. 9.42.- Plano de isoascensos de la capa 2 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

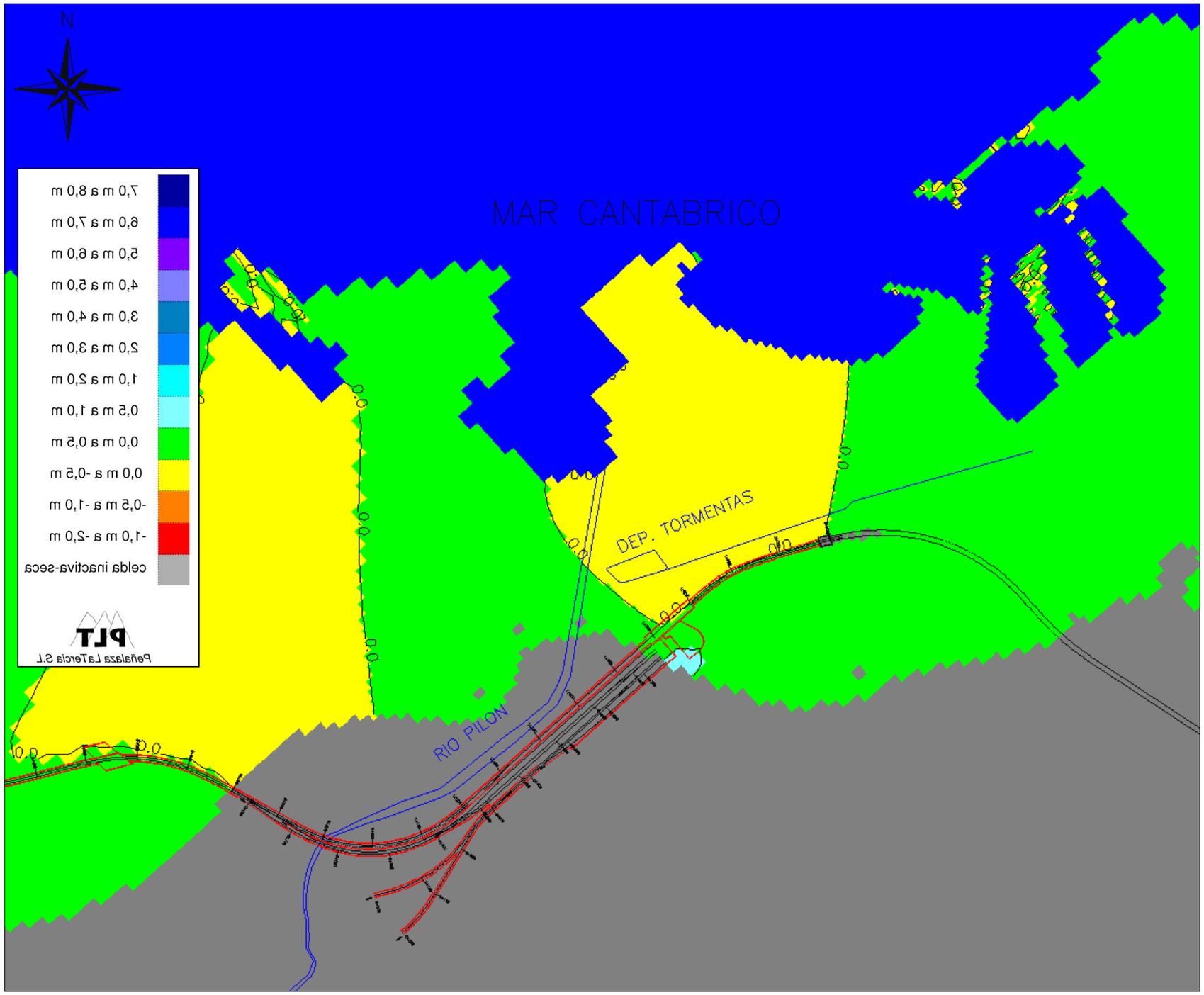



Fig. 9.43.- Plano de isoascensos de la capa 3 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

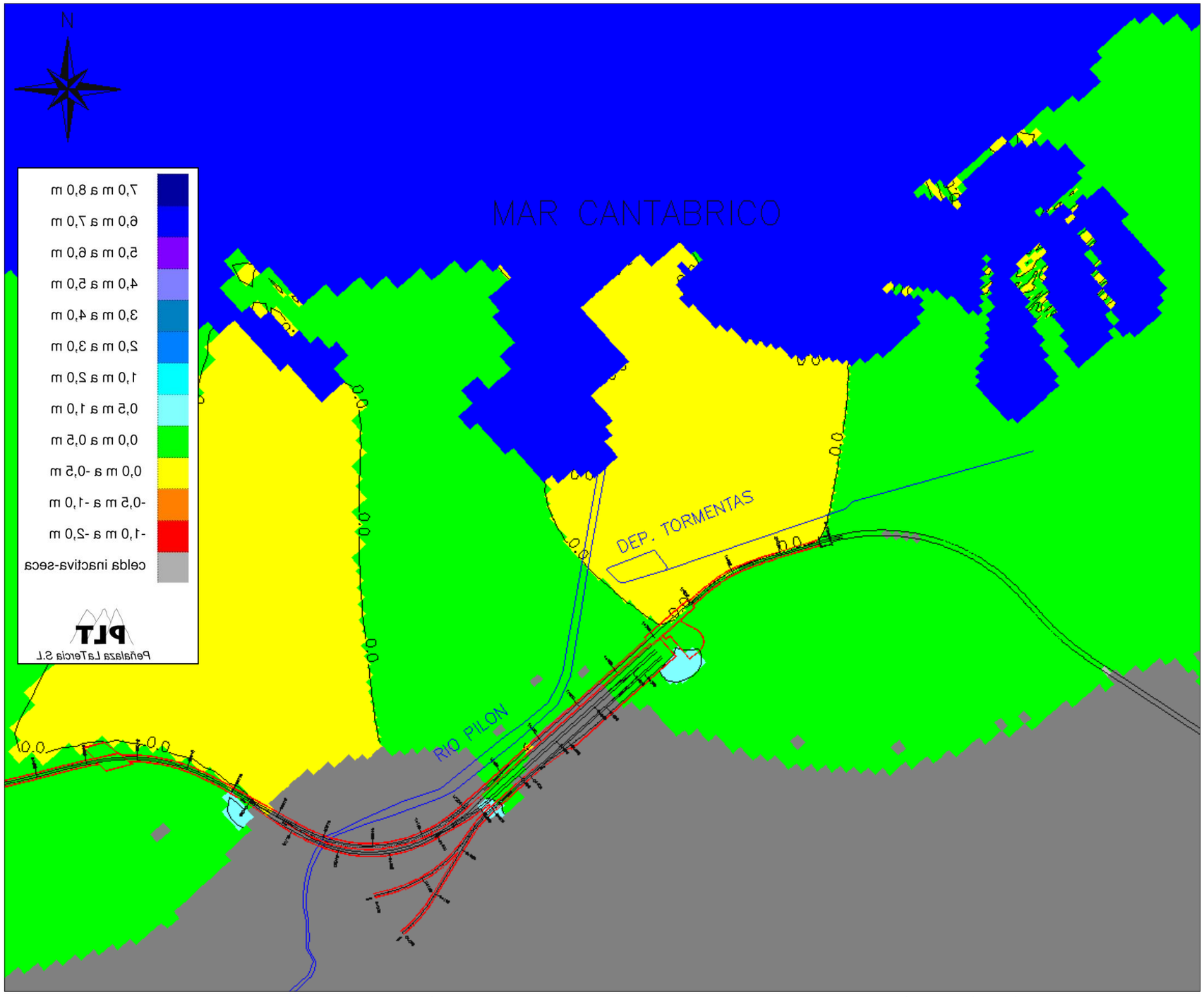



Fig. 9.44.- Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

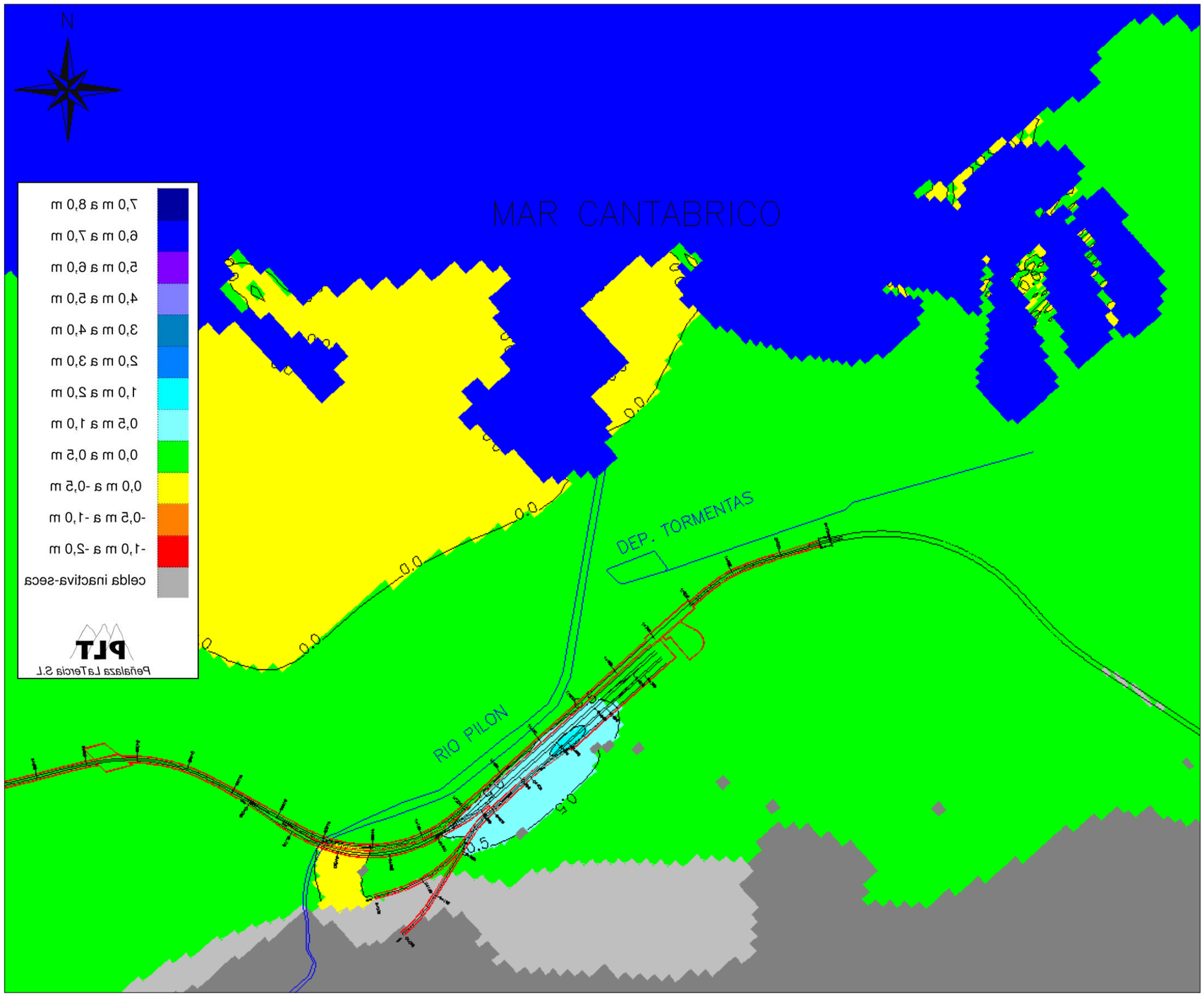



Fig. 9.45.- Plano de isoascensos de la capa 5 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

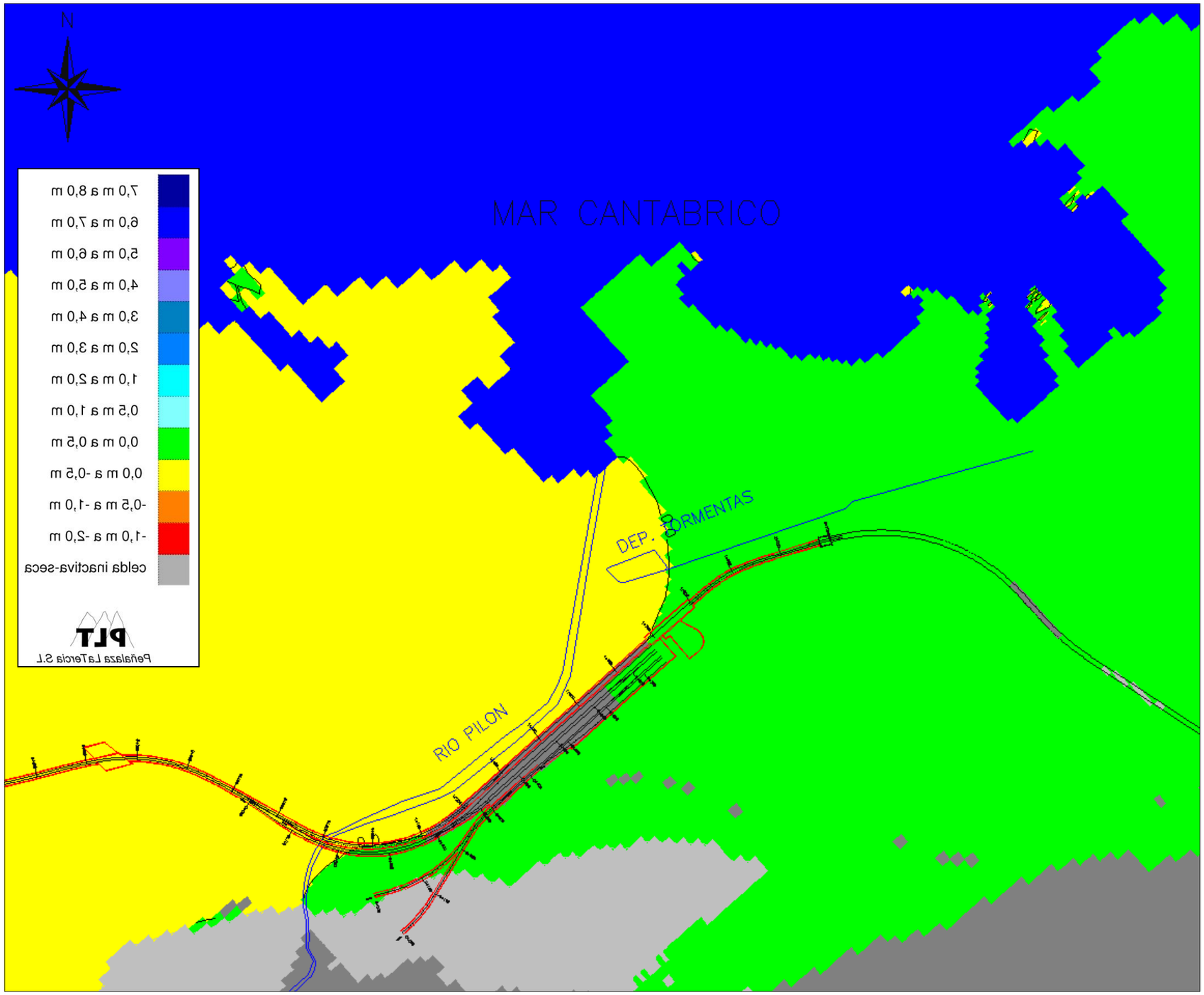



Fig. 9.46.- Plano de isoascensos de la capa 6 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

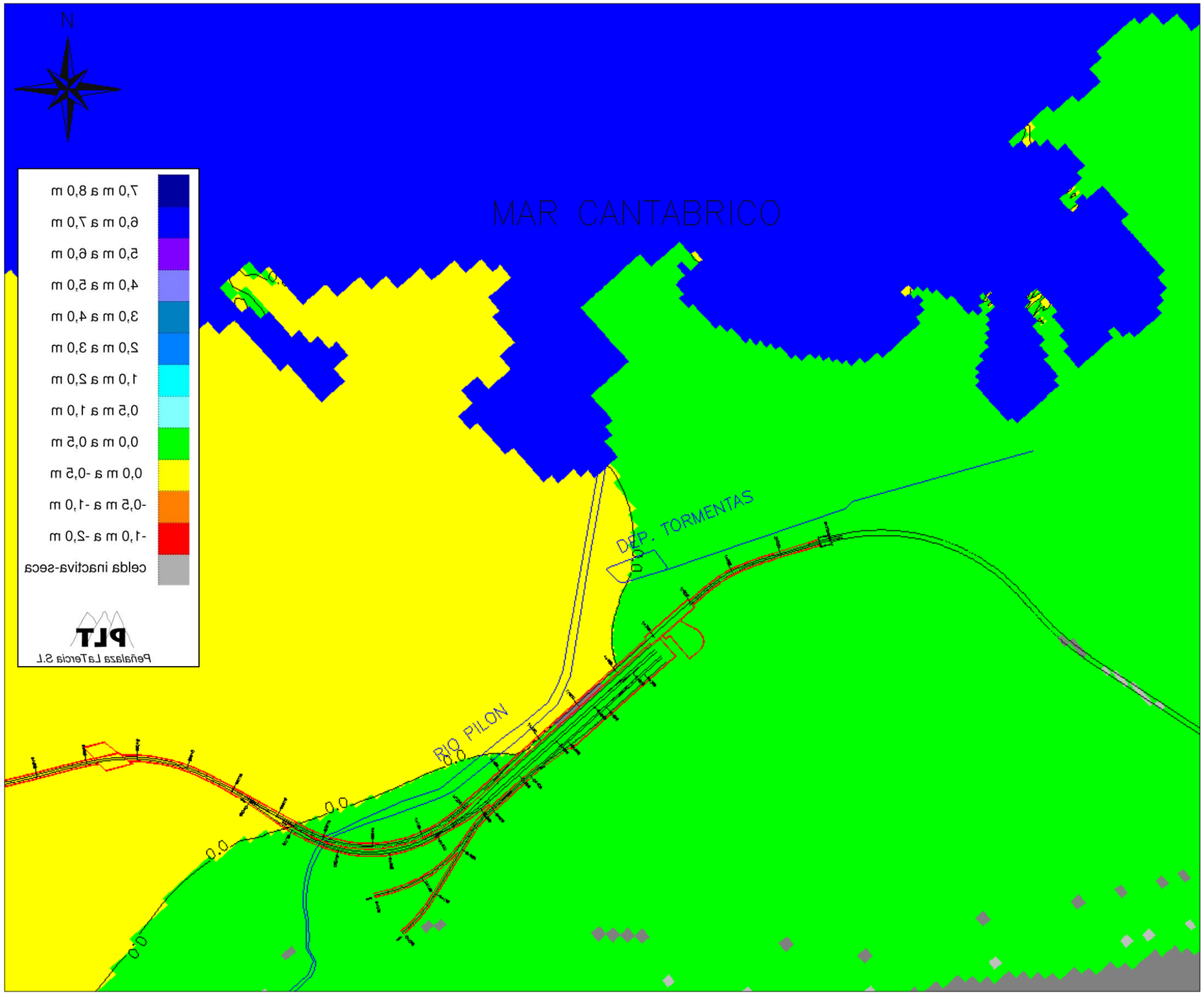



Fig. 9.47.- Plano de isoascensos de la capa 7 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda)

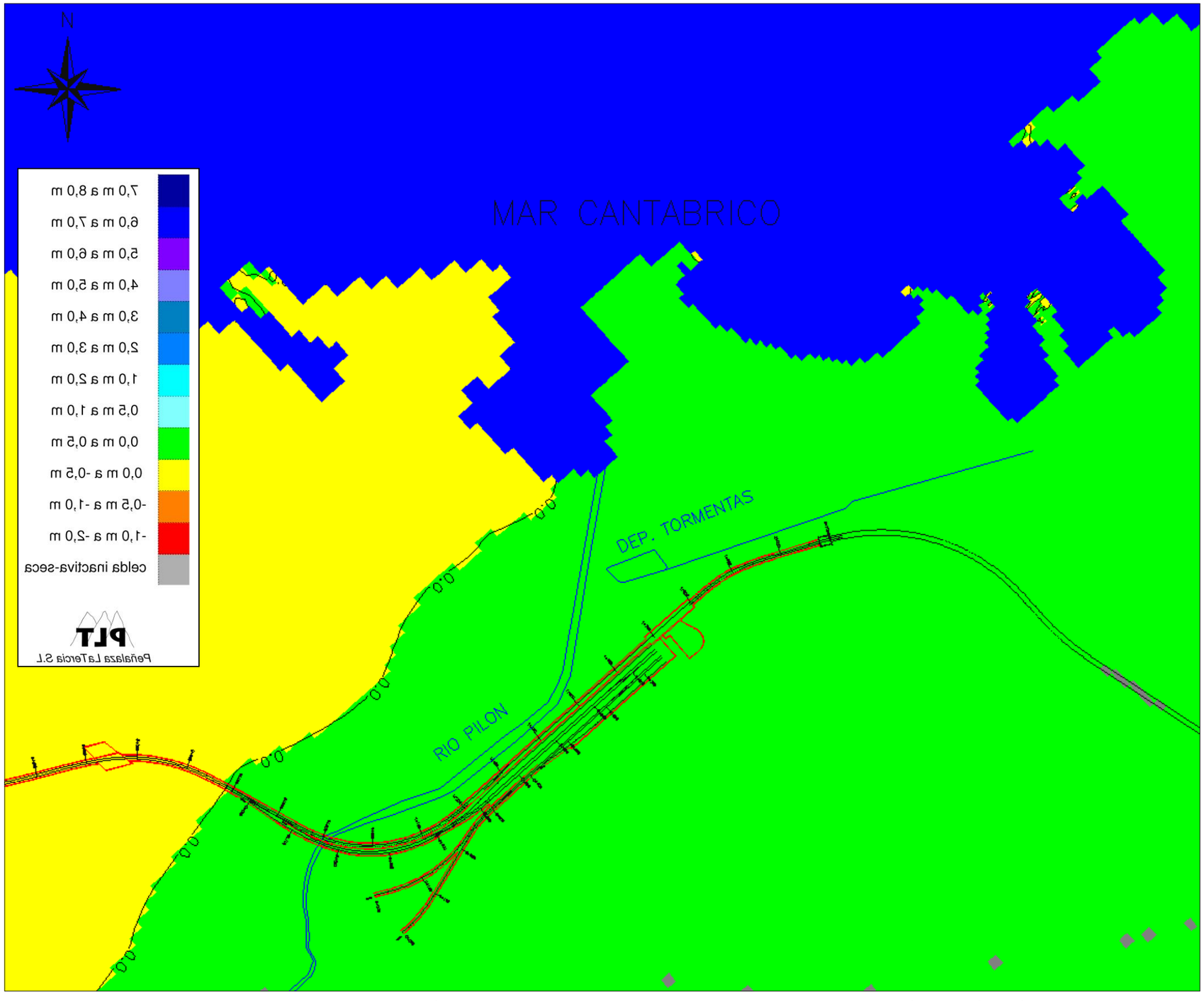



Fig. 9.48.- Plano de isoascensos de la capa 8 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Moreda

### *9.2.3. Impacto probable de las obras de la estación sin medidas de drenaje (Alternativa Museo)*

En las figuras 9.49 a 9.56, se presentan los planos de isoascensos simulados en las capas 1 a 8 del modelo, respectivamente, como resultado de la construcción de las obras de esta alternativa sin medidas de drenaje adicionales bajo las condiciones de la hipótesis húmeda.

En la capa 1 del modelo (figura 9.49), correspondiente al acuífero cuaternario, se obtienen ascensos relativos aguas arriba (al sureste de la estación) superiores a 1 m en la mayor parte del área afectada por las obras, con valores máximos en torno a 2,5 m. Los descensos relativos aguas abajo (al noroeste de la estación) también superan en la mayor parte del área junto a las obras el valor de 1 m, alcanzándose valores máximos alrededor de 2,3 m. Si se compara estos valores con los obtenidos en la hipótesis de calibración (figura 9.17), se observa como la situación se agrava; la extensión de las zonas con ascensos piezométricos más fuertes ha aumentado de tamaño, así como los valores máximos alcanzados.

Igualmente, en las capas 2, 3 y 4 del modelo (figuras 9.50, 9.51 y 9.52), correspondientes al “acuífero jurásico somero” que aparece en el tramo final del proyecto, las variaciones piezométricas como resultado de la construcción de las obras han aumentado respecto a las simulaciones bajo las condiciones de la “hipótesis de calibración”. Los ascensos superan la cifra de 2 m en la zona de la estación, con valores máximos en torno a 7 m en la capa 4 al suroeste de los andenes de cercanías y FEVE, así como en una pequeña zona en torno al p.k. 0+350 de la vía del FEVE. Los descensos relativos, más contenidos, alcanzan valores máximos de 1,2 m

En la capa 5 del modelo (figura 9.53), correspondiente a la capa lutítico-margosa que separa los niveles acuíferos jurásicos somero y profundo definidos en el área de la estación, se observan ascensos relativos superiores a 0,5 m en todo el área situada al sur de las obras. En este caso, las variaciones piezométricas positivas alcanzan valores superiores a 1 m en una zona más amplia que en la figura 9.21 (“hipótesis de calibración”), mientras que los descensos relativos muestran valores por debajo o levemente por encima de 0,5 m.

En las capas 6, 7 y 8 del modelo (figuras 9.54, 9.55 y 9.56), correspondiente al “acuífero jurásico profundo”, tanto los ascensos como los descensos continúan por debajo de 0,5 m. No obstante se observa como los ascensos máximos han aumentado respecto a las condiciones de la “hipótesis de calibración”.

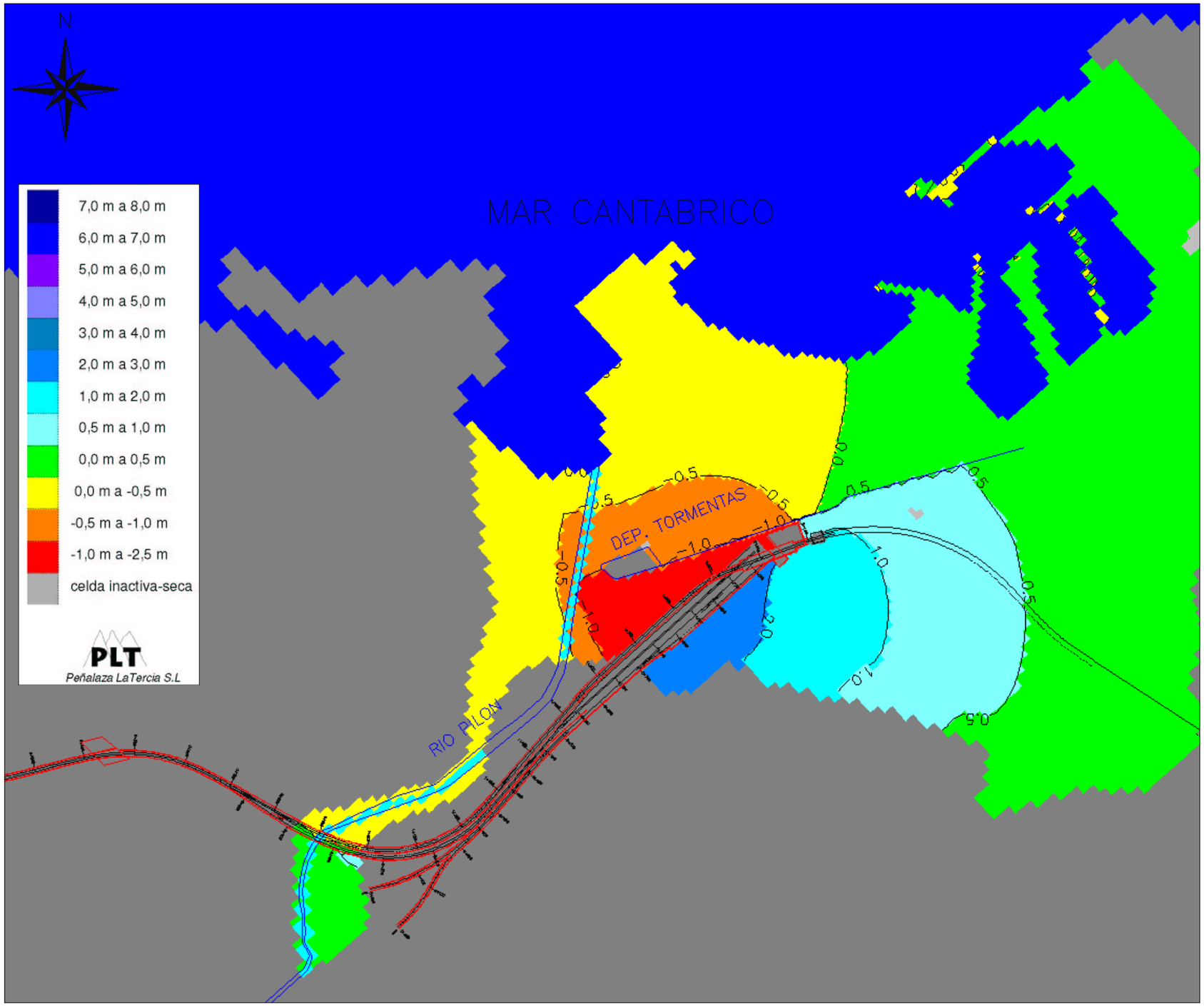



Fig. 9.49.- Plano de isoascensos de la capa 1 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

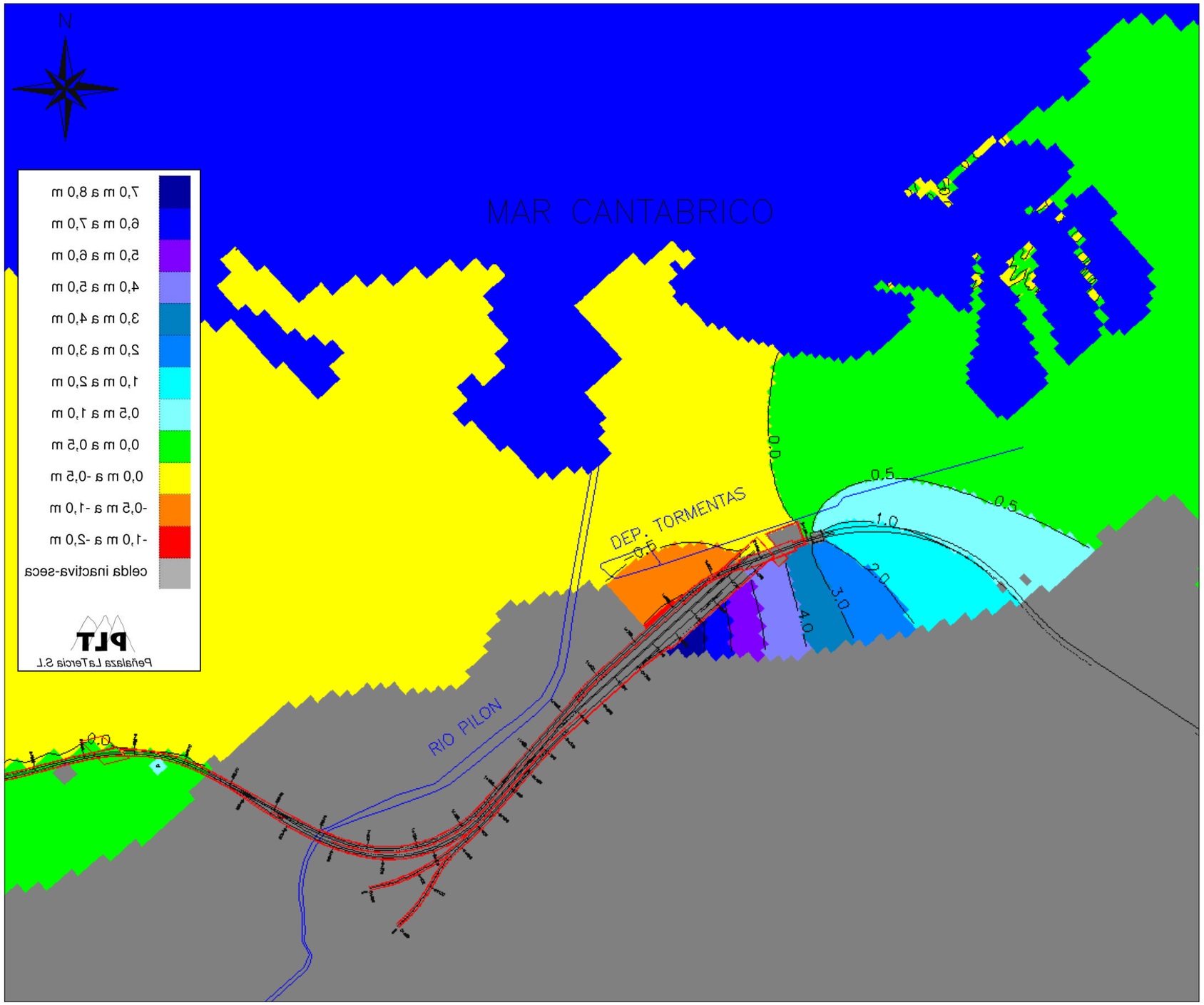



Fig. 9.50.- Plano de isoascensos de la capa 2 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

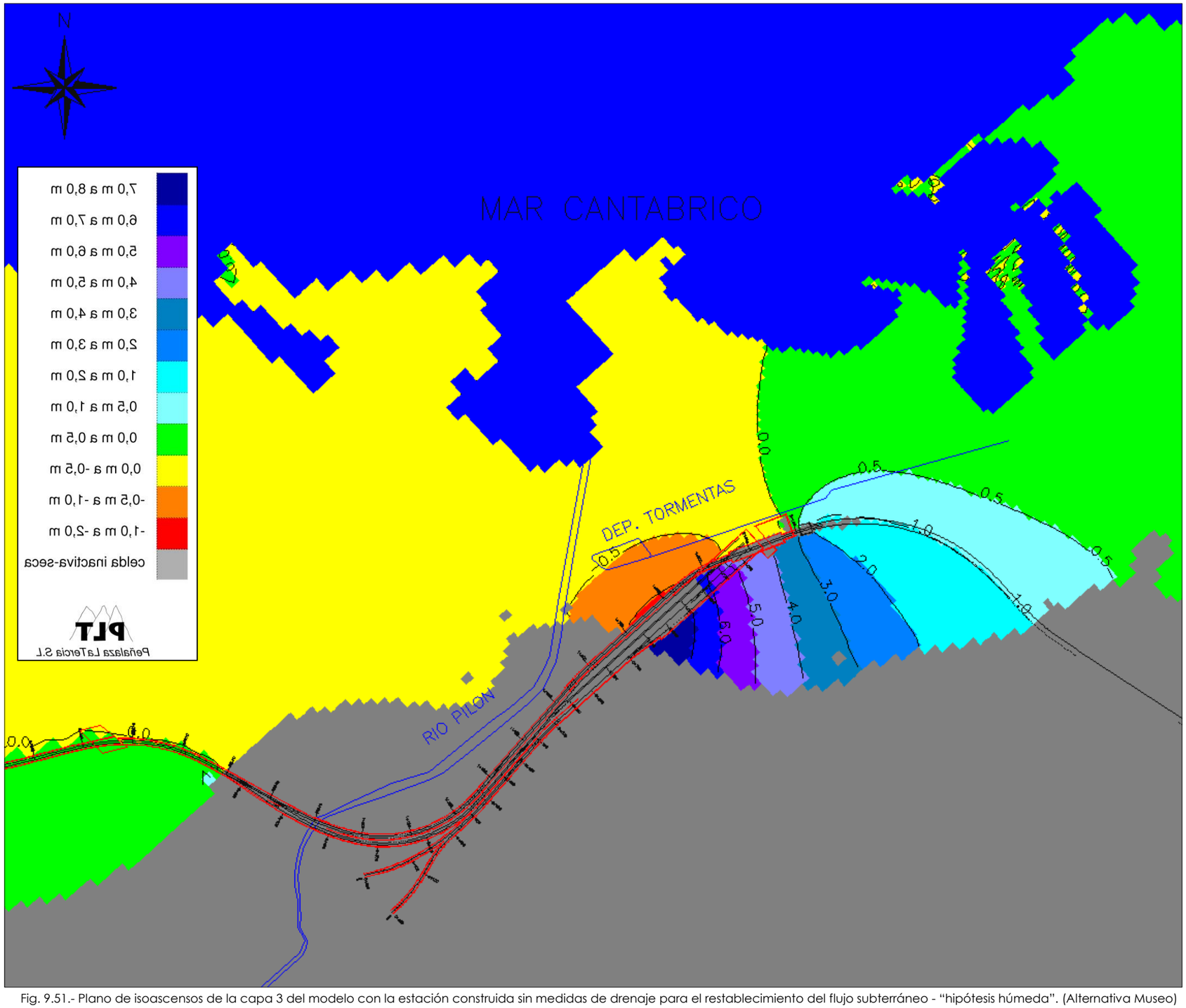



Fig. 9.51.- Plano de isoascensos de la capa 3 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

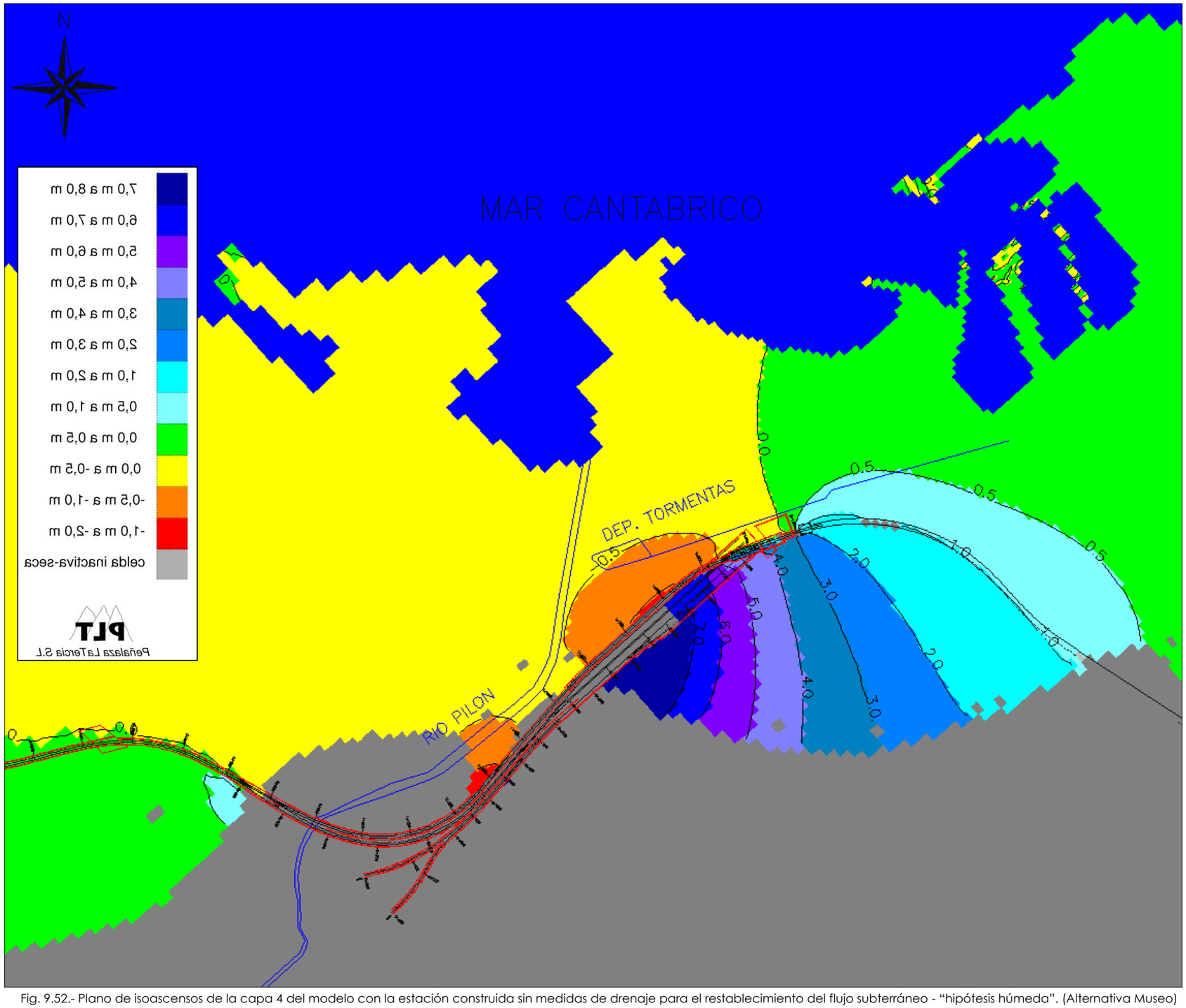



Fig. 9.52.- Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

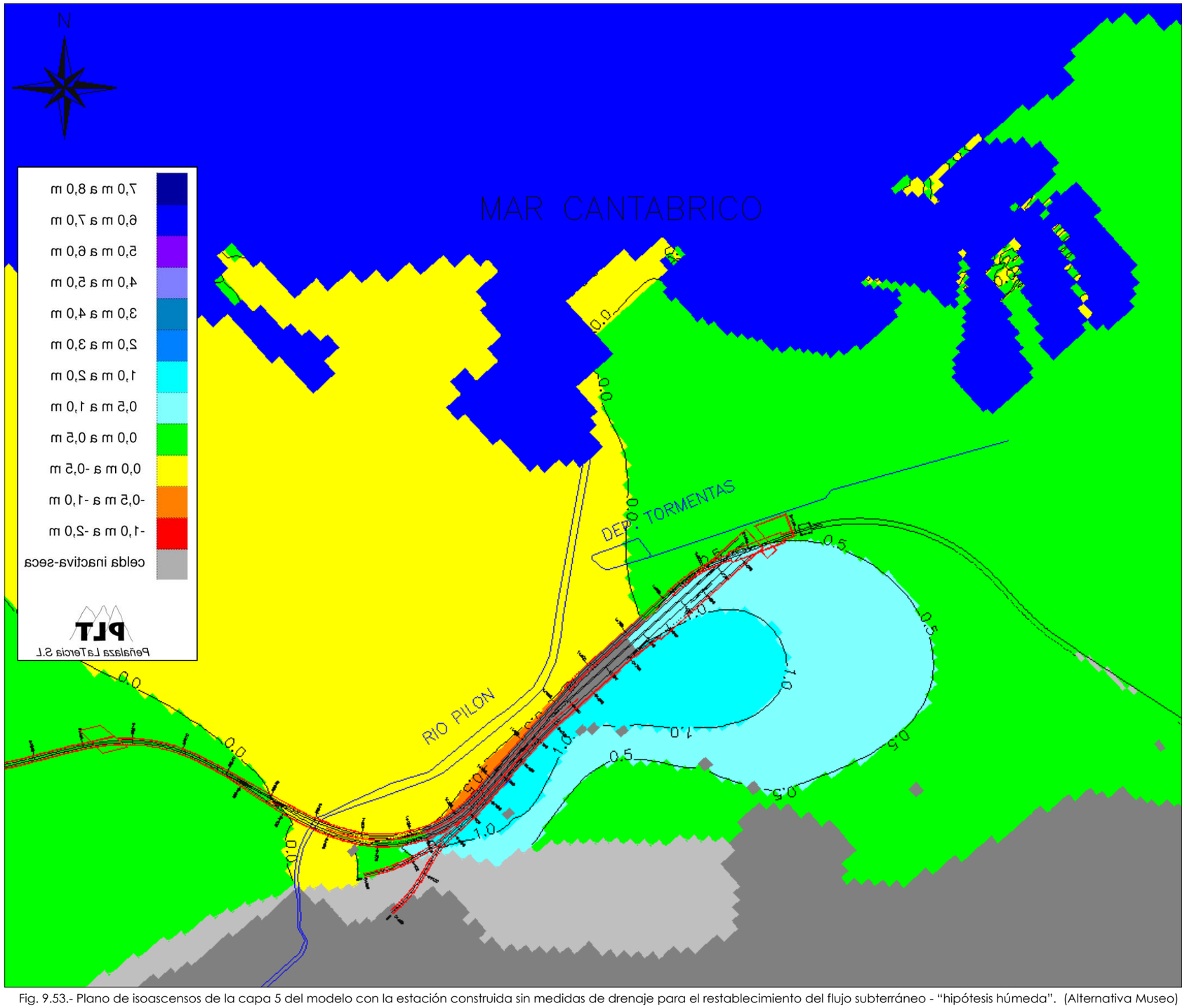



Fig. 9.53.- Plano de isoascensos de la capa 5 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

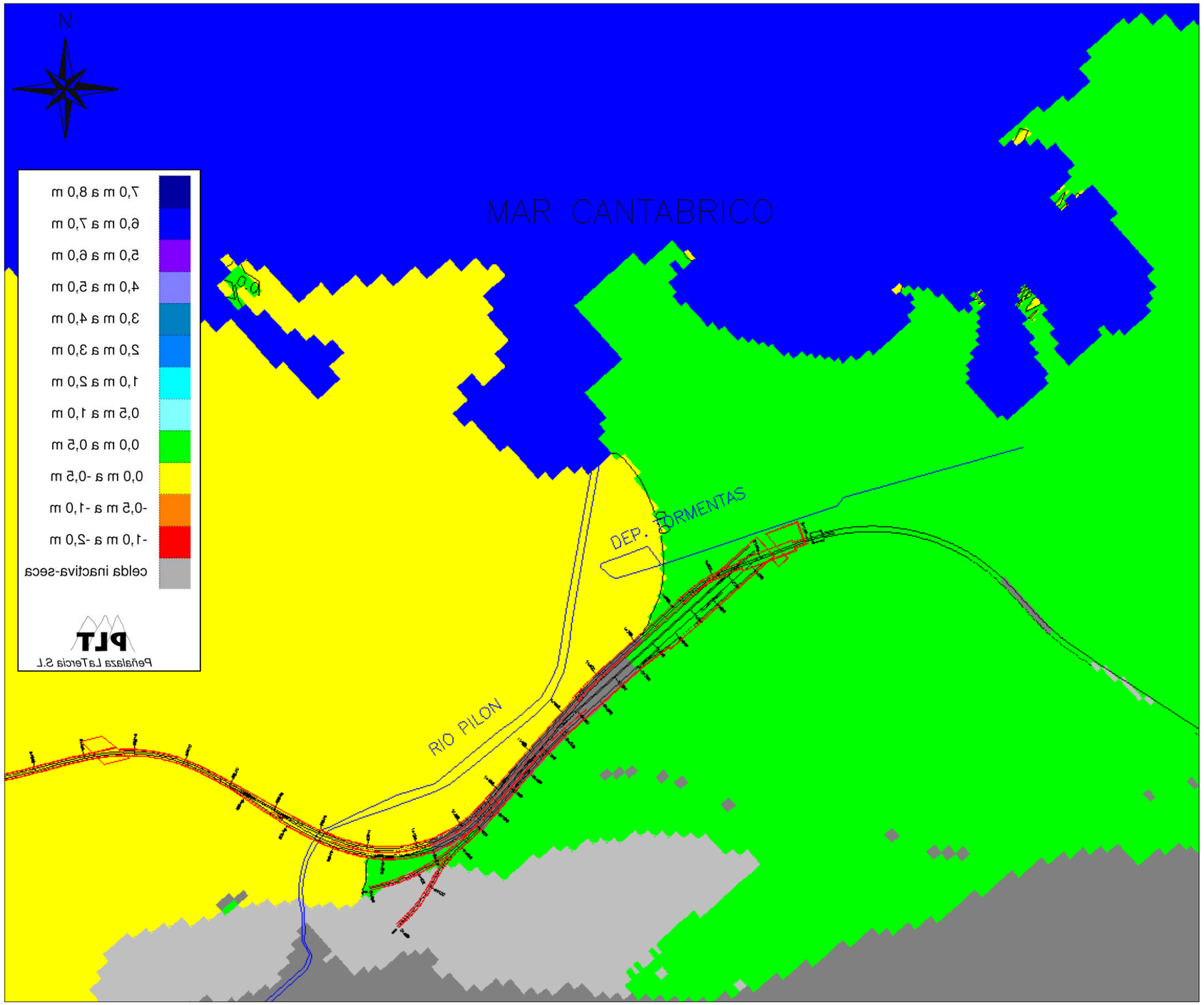



Fig. 9.54.- Plano de isoascensos de la capa 6 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

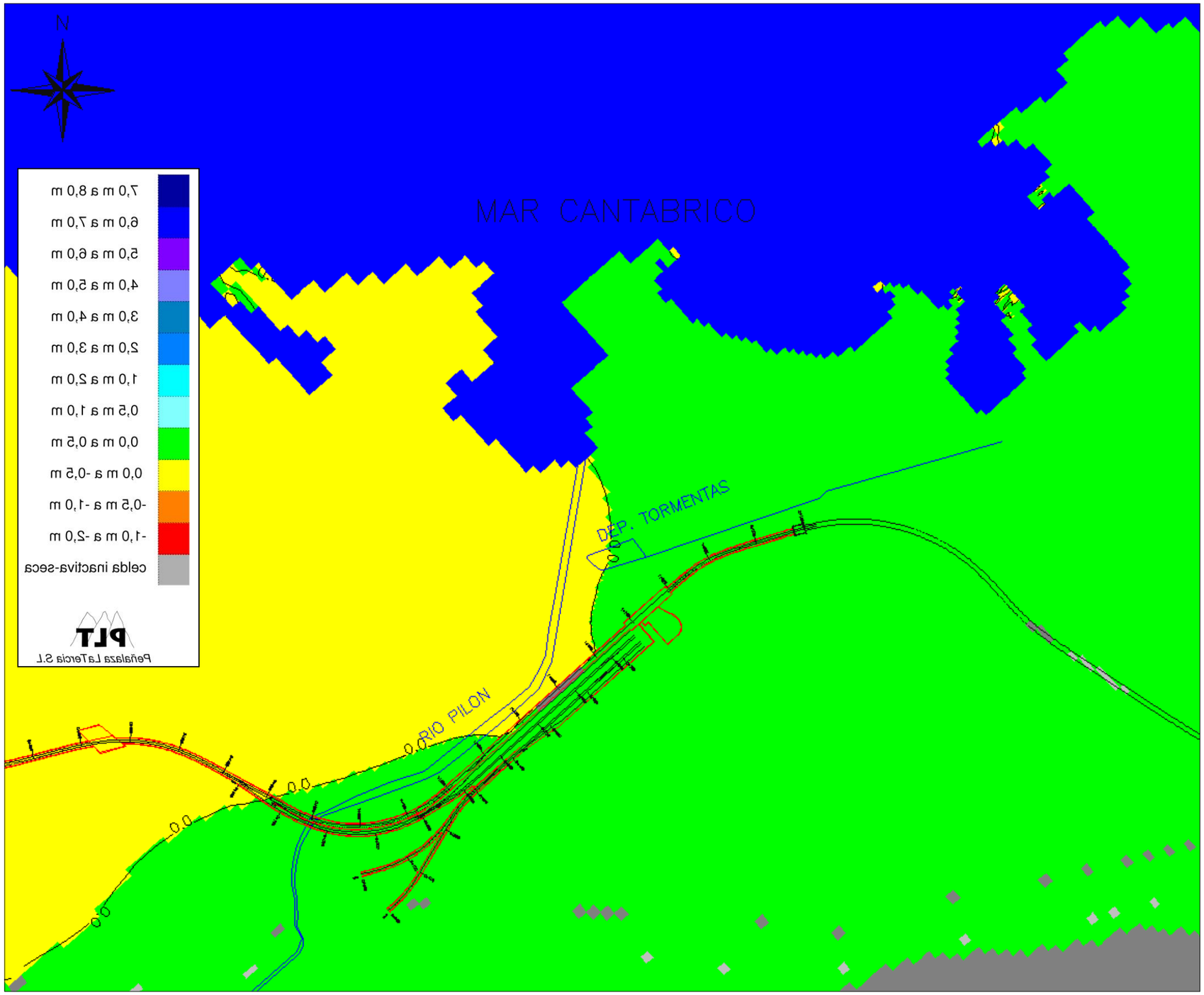



Fig. 9.55.- Plano de isoascensos de la capa 7 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

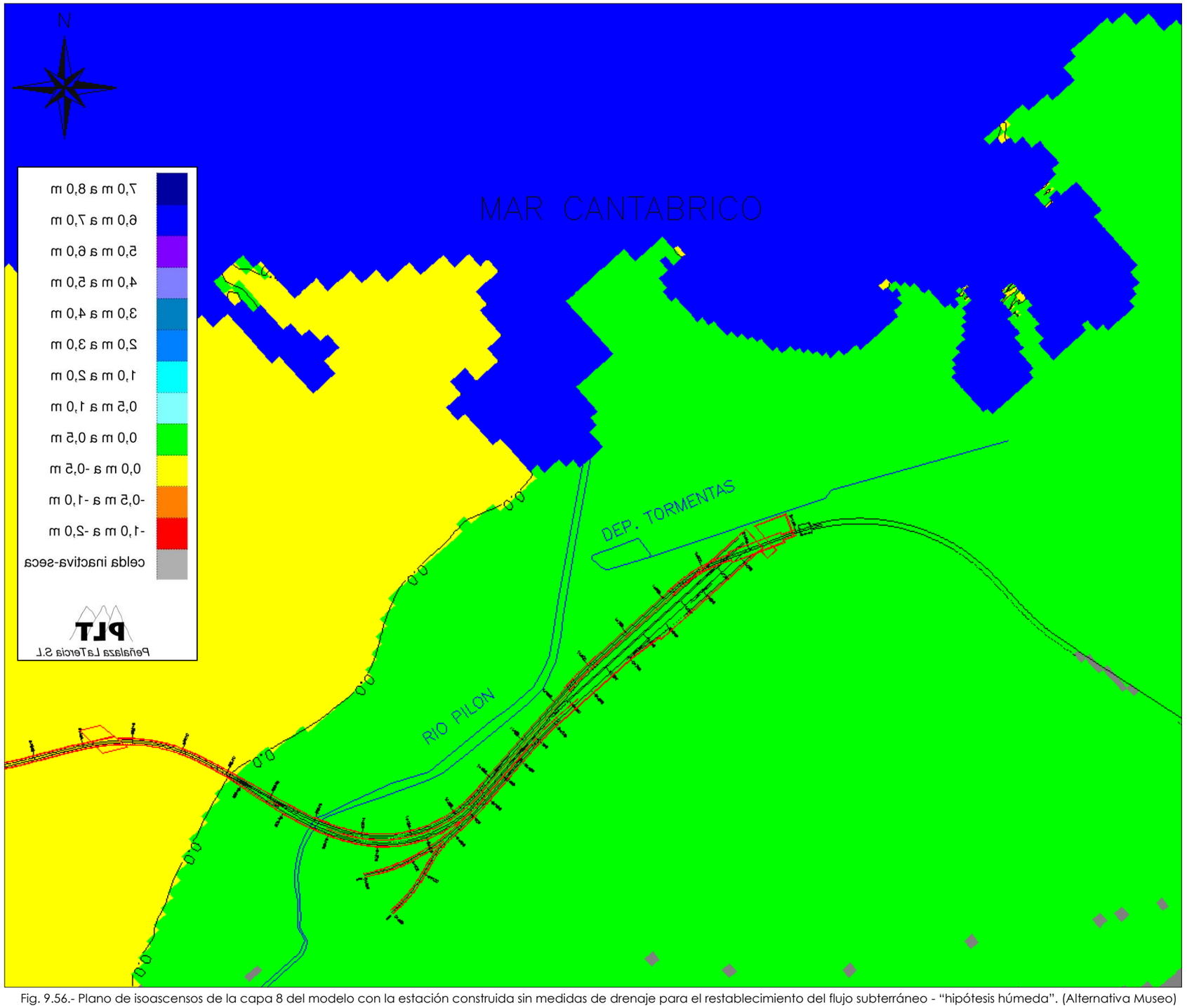



Fig. 9.56.- Plano de isoascensos de la capa 8 del modelo con la estación construida sin medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

### 9.2.4. *Impacto probable de las obras de la estación con medidas de drenaje (Alternativa Museo)*

En este subapartado, se presenta para la Alternativa Museo el efecto probable de la implantación de las medidas de drenaje que suavizarían a valores admisibles, el efecto barrera observado en las simulaciones anteriores bajo las condiciones de la "hipótesis húmeda".

La distribución de medidas de restitución, al igual que en el caso de "hipótesis de calibración", han sido obtenidas siguiendo un proceso iterativo en el que se ha ido incrementando progresivamente la distribución de las medidas, hasta alcanzar una distribución de variaciones piezométricas inferiores a 0,5 m, o a lo sumo entre 0,5 y 1 m, en áreas localizadas pegadas a las obras. Este proceso ha permitido obtener una distribución de medidas de drenaje necesarias, que se traducen en unos valores de permeabilización de la barrera, o de restitución de una porción determinada de la sección inicial del flujo subterráneo natural previa a las obras.

Aunque este porcentaje de liberalización o permeabilización de la barrera, podría conseguirse con varios tipos de medidas de drenaje, como por ejemplo portillos en las pantallas, se hace una estimación aproximada del número de sifones necesarios para obtener un determinado porcentaje de permeabilización de cada tramo. Las características de los sifones serían las descritas en el apartado 10.3. En fases posteriores de estudio, se recomienda valorar la implantación de otras medidas de drenaje, como los portillos, ya que son medidas de mayor durabilidad que los sifones y no necesitan mantenimiento.

A continuación en el cuadro adjunto, se presenta la distribución de medidas de restitución del flujo subterráneo necesarias para cada capa del modelo, tomando como referencia el kilometraje de la vía derecha de cercanías. No obstante, la permeabilización de la barrera se extendería también a las pantallas de la línea de largo recorrido y FEVE, en aquellos tramos que éstas provocan un cierre total o parcial al flujo subterráneo. No se proponen medidas de restitución en el acuífero jurásico profundo, por que no se han considerado necesarias. Las medidas de drenaje para el acuífero cuaternario y al acuífero jurásico somero se proponen separadamente, para evitar la mezcla de aguas, y las medidas de drenaje para el acuitardo se integran con las del acuífero jurásico somero.

| ACUÍFERO | CAPA MODELO | ALTERNATIVA MUSEO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | HIPOTESIS HÚMEDA | | | | | |
| | | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1 | 1+660 | 1+830 | 170 | 15% | 30 | 5 |
| | | 1+830 | 2+110 | 280 | 10% | 40 | 7 |
| Jurásico somero | 2 | 1+730 | 1+830 | 100 | 30% | 15 | 6 |
| | | 1+830 | 2+110 | 280 | 15% | 30 | 9 |
| | 3 | 1+690 | 1+830 | 140 | 30% | 15 | 9 |
| | | 1+830 | 2+110 | 280 | 15% | 30 | 9 |
| | 4 | 1+280 | 1+340 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | | 1+590 | 1+830 | 240 | 30% | 15 | 16 |
| | | 1+830 | 2+110 | 280 | 15% | 30 | 9 |
| Acuitardo | 5 | 1+120 | 1+280 | 160 | 10% | 40 | 4 |
| | | 1+280 | 1+340 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | | 1+340 | 1+590 | 250 | 10% | 40 | 6 |
| | | 1+590 | 1+830 | 240 | 30% | 15 | 16 |
| | | 1+830 | 1+920 | 90 | 15% | 30 | 3 |
| Jurásico profundo | 6 | - | - | - | - | - | - |
| | 7 | - | - | - | - | - | - |
| | 8 | - | - | - | - | - | - |

En la figura 9.57 que representa el acuífero cuaternario (capa 1), se observa como la implantación de las medidas de restitución reduce las variaciones piezométricas a valores inferiores a 0,5 m prácticamente en todo el área del modelo.

En las figuras 9.58, 9.59 y 9.60 que corresponden respectivamente a las capas 2, 3 y 4 del modelo y que representan al "acuífero jurásico somero", las variaciones piezométricas se sitúan por debajo de los 50 cm en prácticamente todo el área, salvo en unas zonas de tamaño reducido, aguas arriba de las obras, donde los valores máximos se sitúan en torno a 60 cm.

En la figura 9.61, se representa la variación piezométrica en la capa 5 del modelo que representa el acuitardo margoso-lutítico que separa ambos niveles acuíferos jurásicos. En este caso, las variaciones piezométricas se reducen a valores inferiores a 0,5 m en la mayor parte del modelo, apareciendo una zona al sureste de las obras donde los ascensos se sitúan por encima de esta cifra, aunque siempre por debajo de 1 m.

Finalmente, en las capas 6, 7 y 8 (figuras 9.62, 9.63 y 9.64) que representa el "acuífero jurásico profundo", las variaciones piezométricas como consecuencia de las obras se sitúan siempre por debajo de 0,5 m.

A continuación se resumen las medidas de drenaje propuestas, así como la distribución equivalente de los 49 sifones previstos.

| ACUÍFERO | ALTERNATIVA MUSEO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HIPOTESIS HÚMEDA | | | | | |
| | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1+660 | 1+830 | 170 | 15% | 30 | 5 |
| | 1+830 | 2+110 | 280 | 10% | 40 | 7 |
| Jurásico somero + Acuitardo | 1+120 | 1+280 | 160 | 10% | 40 | 4 |
| | 1+280 | 1+340 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | 1+340 | 1+590 | 250 | 10% | 40 | 6 |
| | 1+590 | 1+830 | 240 | 30% | 15 | 16 |
| | 1+830 | 2+110 | 280 | 15% | 30 | 9 |

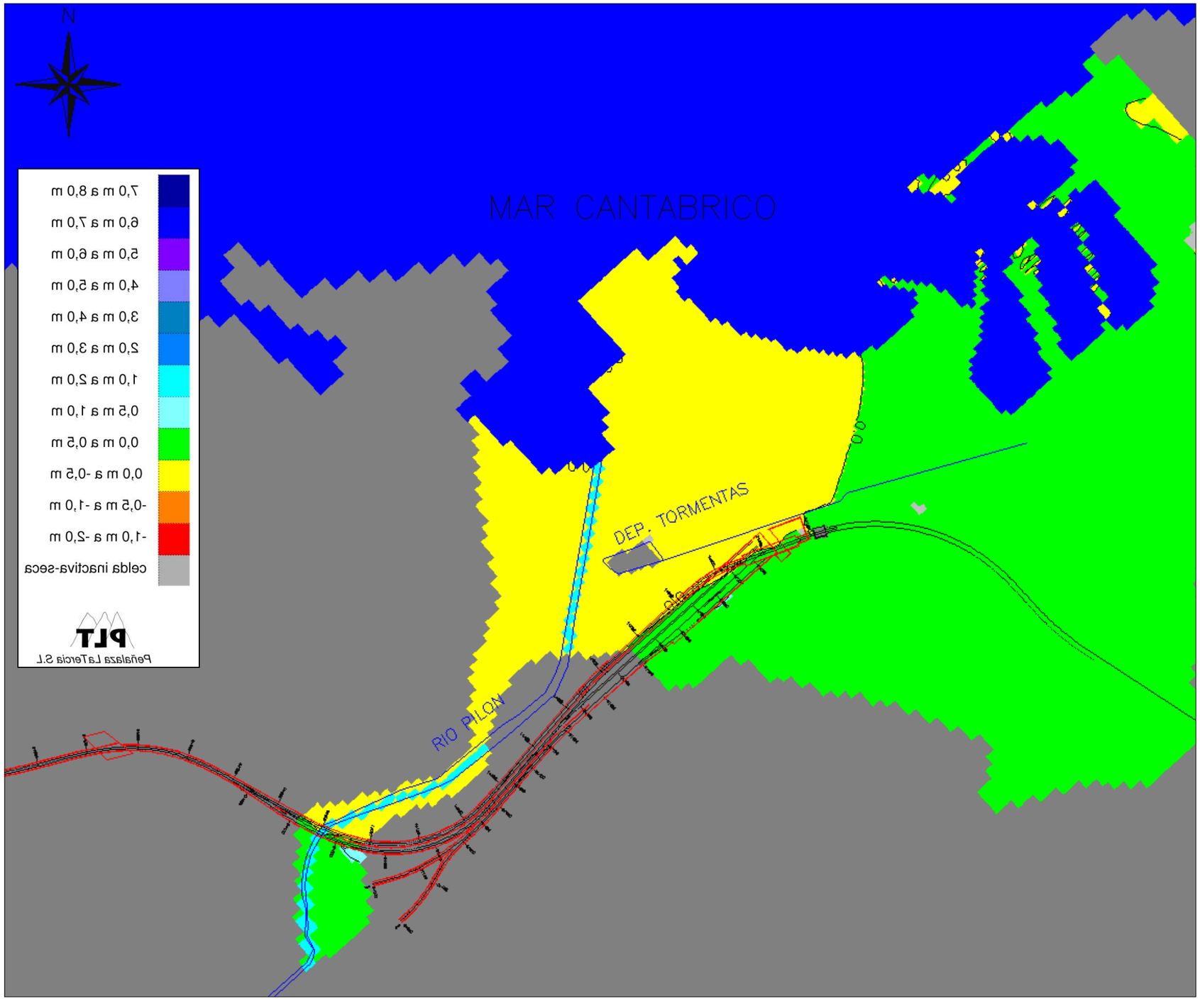



Fig. 9.57.- Plano de isoascensos de la capa 1 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

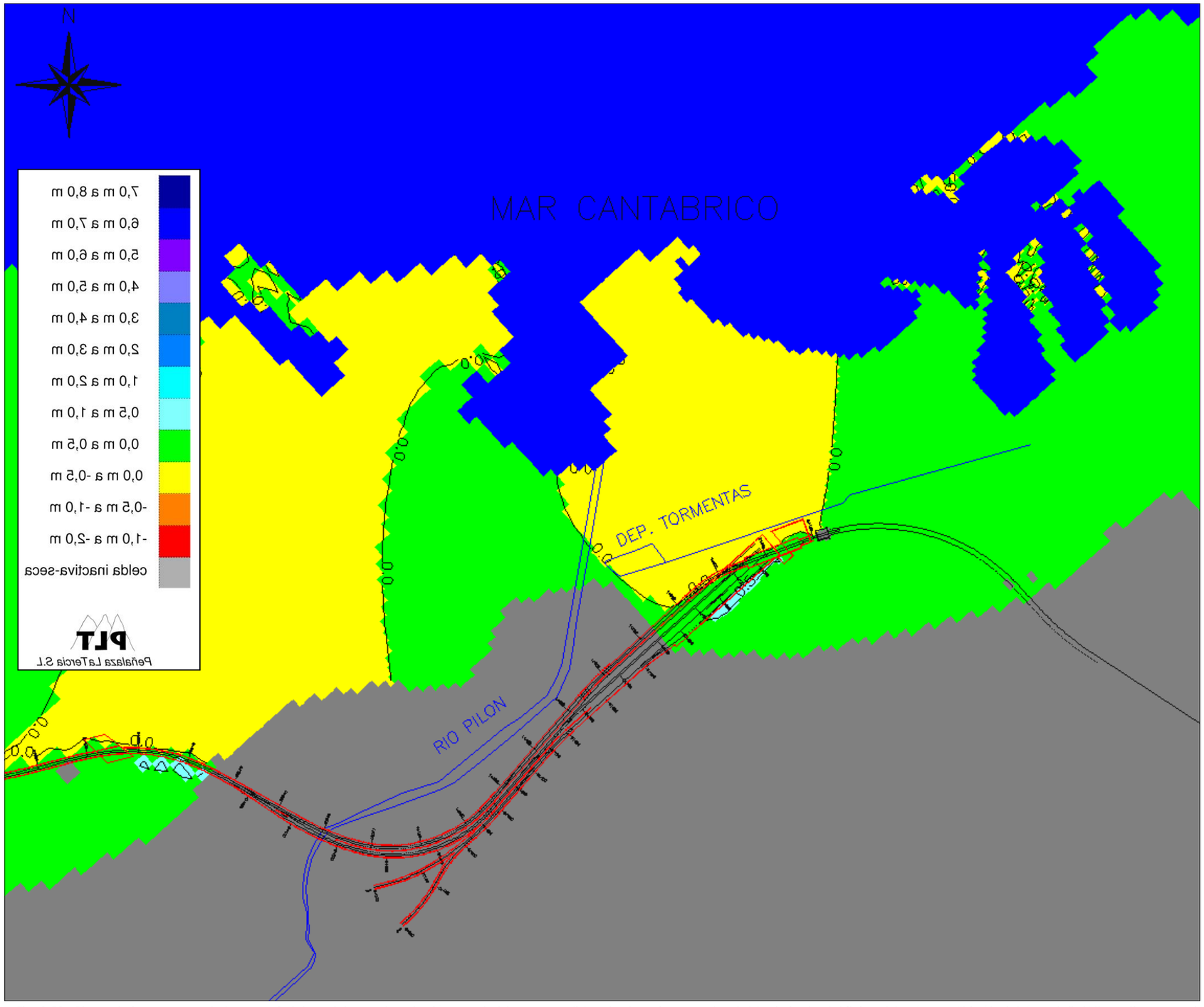



Fig. 9.58.- Plano de isoascensos de la capa 2 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

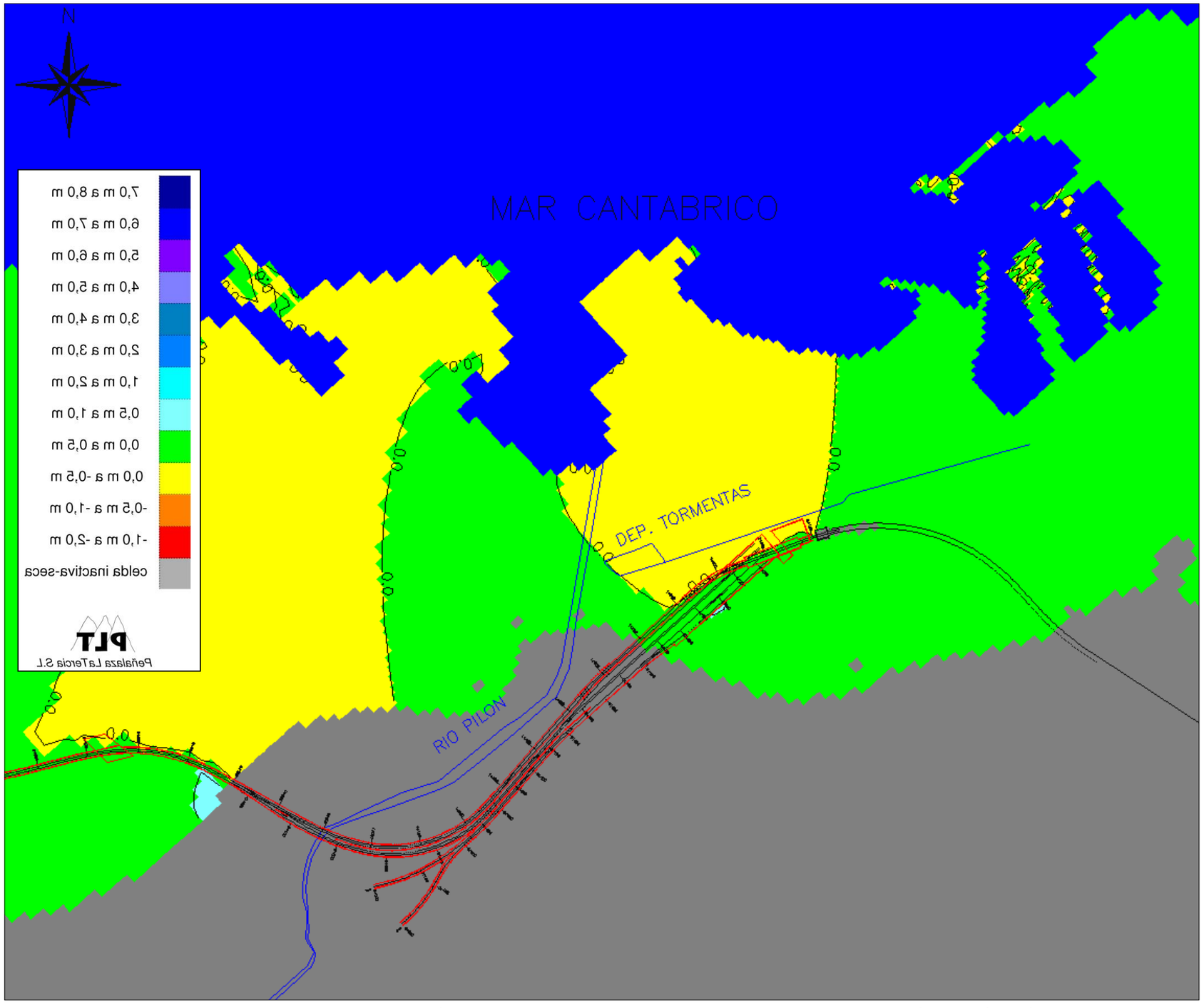



Fig. 9.59.- Plano de isoascensos de la capa 3 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

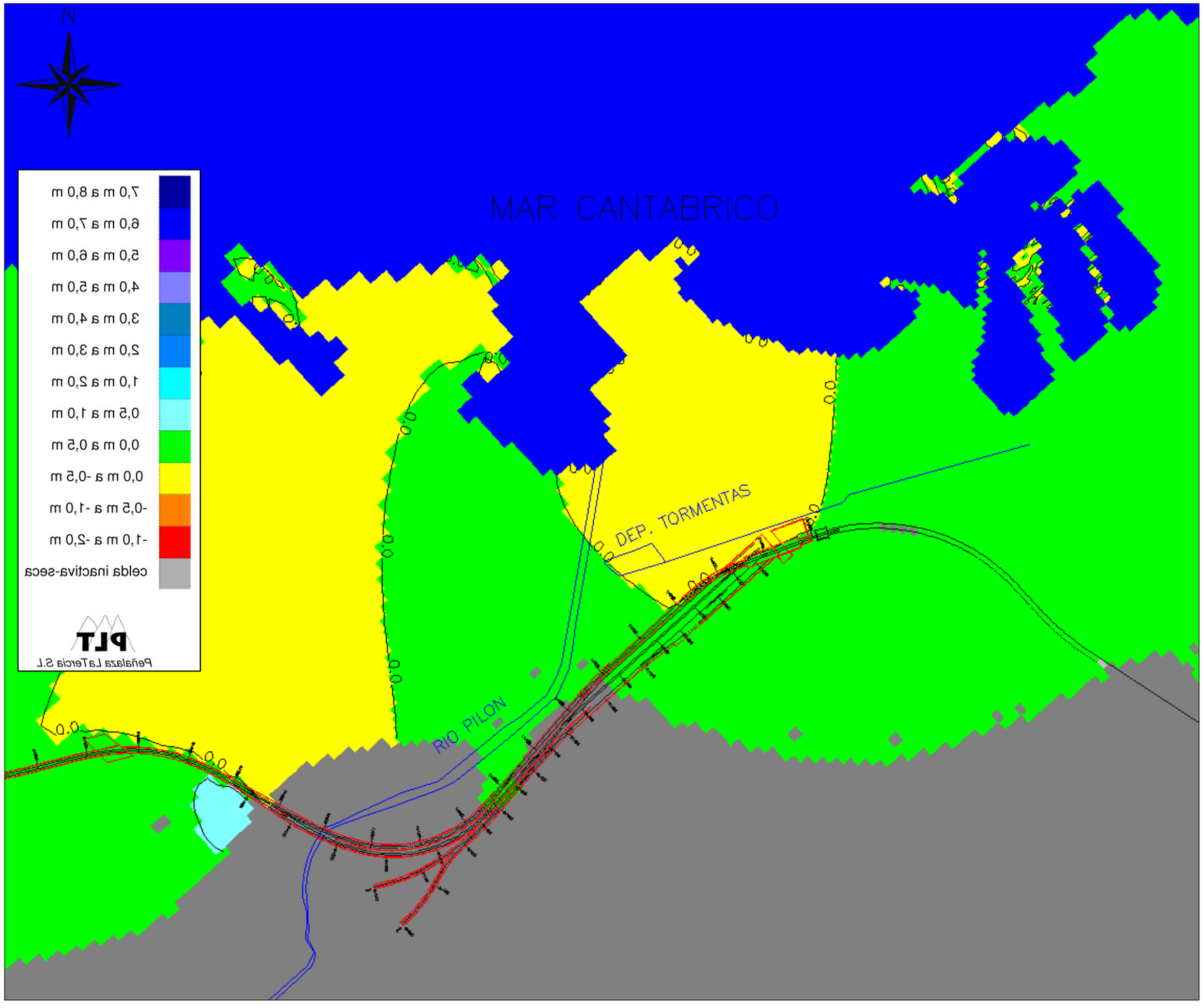



Fig. 9.60.- Plano de isoascensos de la capa 4 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

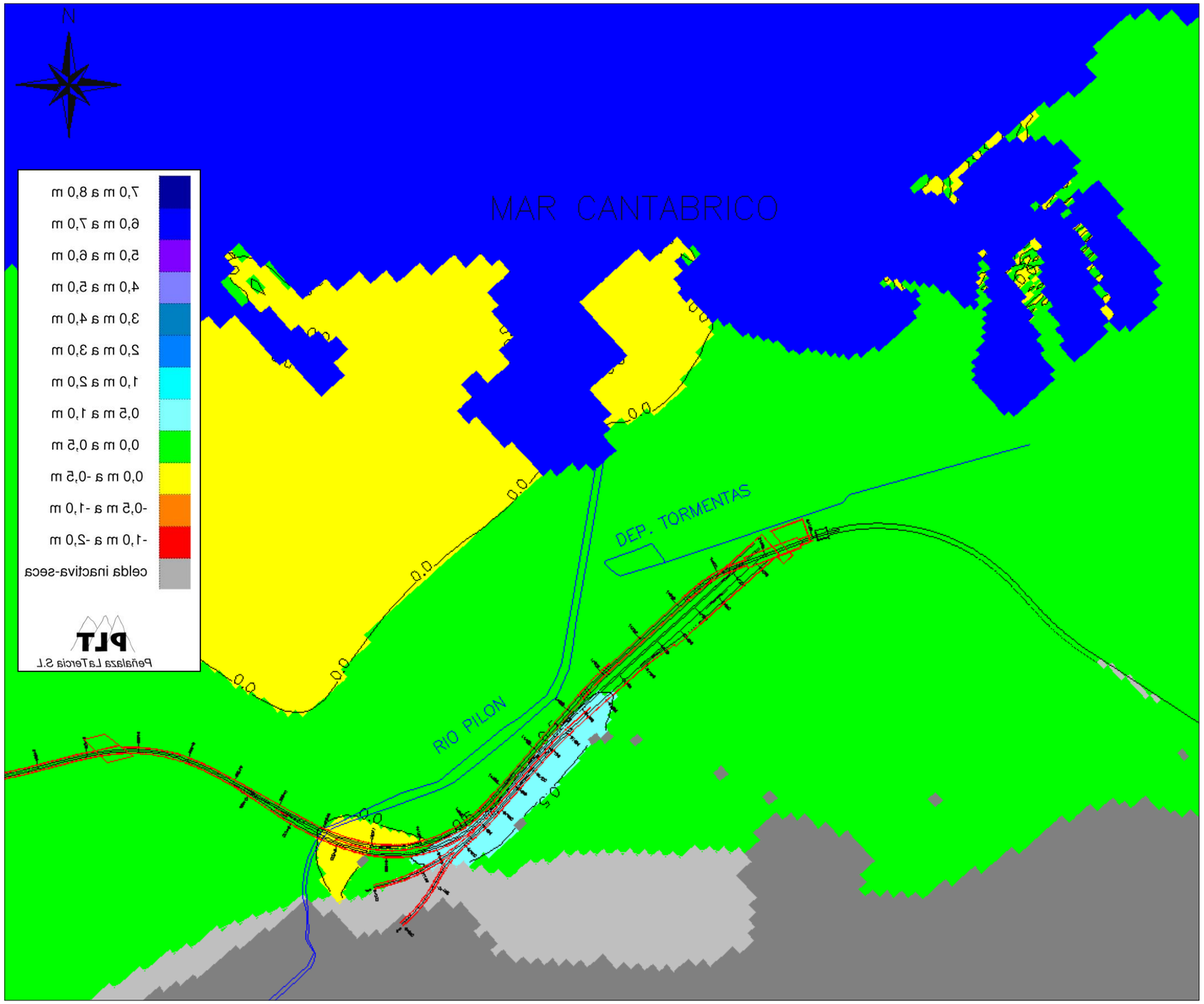



Fig. 9.61.- Plano de isoascensos de la capa 5 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

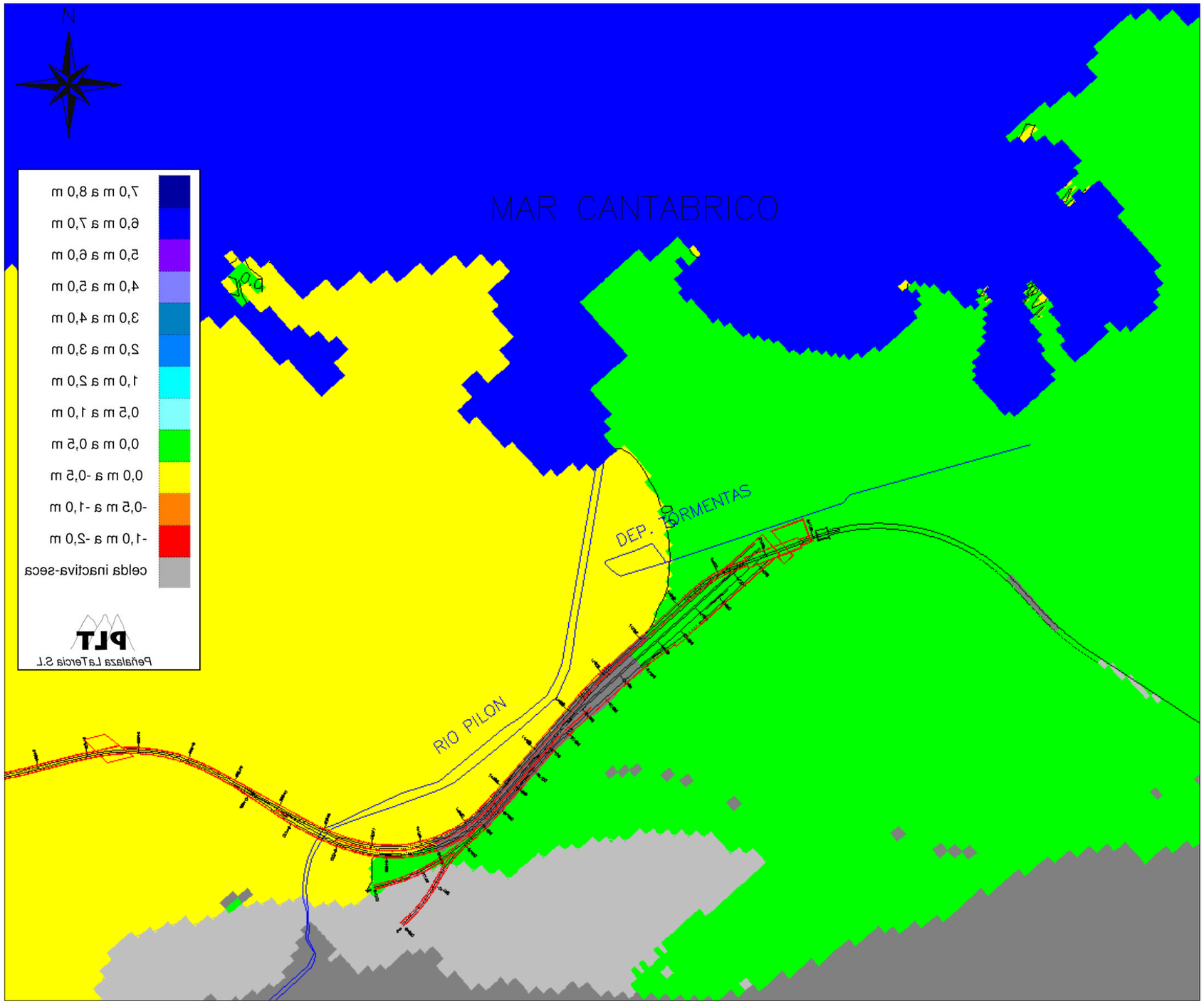



Fig. 9.62.- Plano de isoascensos de la capa 6 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

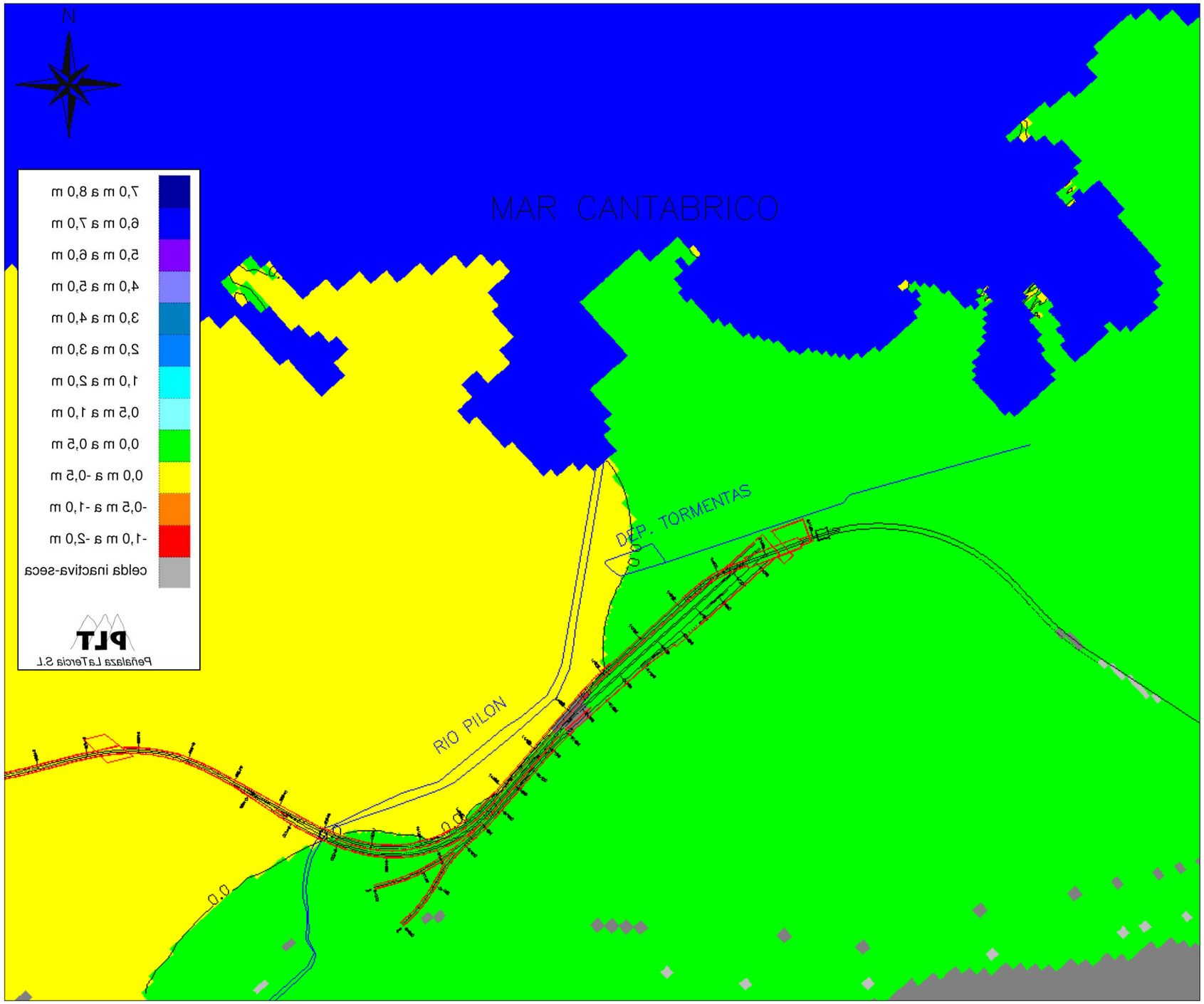



Fig. 9.63.- Plano de isoascensos de la capa 7 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

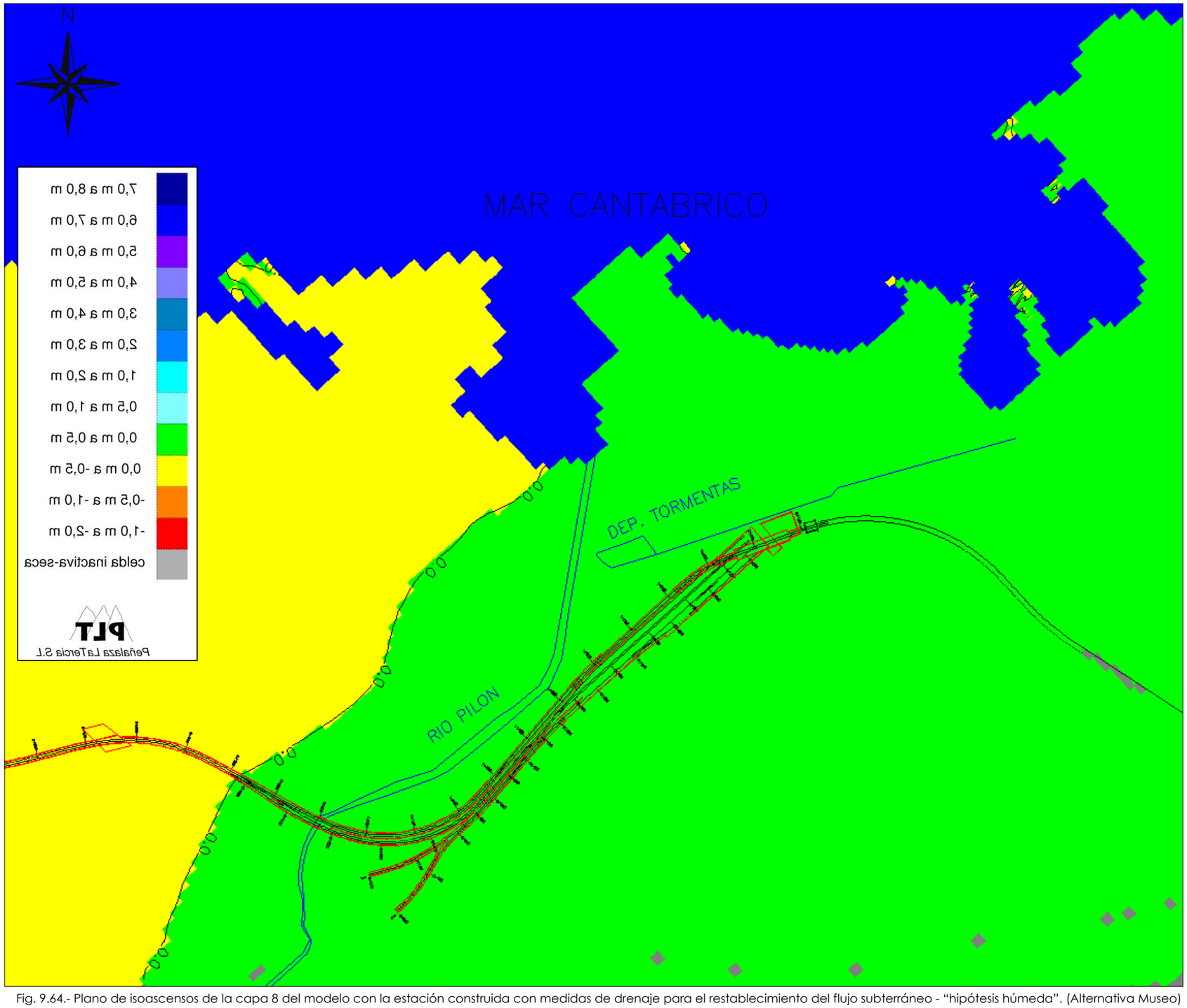



Fig. 9.64.- Plano de isoascensos de la capa 8 del modelo con la estación construida con medidas de drenaje para el restablecimiento del flujo subterráneo - "hipótesis húmeda". (Alternativa Museo)

# 10. Interacción estación - medio acuífero

Dentro de los posibles impactos que cualquier tipo de actividad humana puede provocar sobre las aguas subterráneas, se deben contemplar dos aspectos distintos.

- El posible impacto sobre la cantidad de los recursos hídricos del acuífero y, en general, sobre el funcionamiento hidráulico de los acuíferos afectados.
- Posibles fenómenos de degradación de la calidad natural de las aguas que perjudique o incluso impida cualquier tipo de aprovechamiento presente o futuro de los acuíferos.

## 10.1. Impactos probables

### *10.1.1. Sobre el funcionamiento hidráulico*

En cuanto a la posible interacción entre la futura "Estación Intermodal de Gijón" y el funcionamiento hidráulico del entorno hidrogeológico donde ésta se proyecta, los dos posibles impactos más evidentes e importantes que podrían llegar a producirse son: el probable efecto barrera sobre el flujo subterráneo de los acuíferos interceptados, y el posible drenaje de los mismos, tanto durante el desarrollo de las obras como posteriormente durante la explotación de las mismas.

**Efecto barrera**

La estación, el soterramiento de las vías para su conexión con el túnel de penetración en Gijón, así como la construcción de las distintas actuaciones asociadas, supone la construcción de varios tramos de falso túnel así como de otros recintos soterrados al amparo de muros de pantalla.

La construcción de estas estructuras subterráneas puede impedir, o dificultar en mayor o menor medida, el flujo subterráneo hacia las zonas de descarga natural de los acuíferos, de modo que éste puede verse interrumpido y/o desviado. Se puede provocar una variación de la dinámica general de los acuíferos afectados, apareciendo zonas en las que se produce un ascenso relativo de los niveles piezométricos, situadas aguas arriba de las barreras, y zonas en las que se produce un descenso relativo de los mismos, situadas aguas abajo.

Además del propio impacto sobre el medio acuífero, las variaciones piezométricas pueden inducir efectos negativos sobre las edificaciones y obras preexistente, así como sobre las propias actuaciones previstas, como por ejemplo: subpresiones y filtraciones no previstas en plantas de sótanos u otras estructuras subterráneas, zonas encharcadas en superficie, afecciones a la cimentación de edificios, etc.

En el apartado 9, se ha simulado el efecto barrera de las pantallas y obras subterráneas previstas en el proyecto de las dos alternativas consideradas para la estación, por lo que se recomienda su lectura para un mayor detalle del efecto barrera, así como de la justificación de las medidas de drenaje necesarias para restituir el flujo subterráneo a través de las obras.

**Efecto drenaje**

Es probable que durante la explotación de las obras, sobre todo durante la construcción de las mismas, se produzca un cierto drenaje de los distintos acuíferos afectados. El drenaje permanente o temporal de los acuíferos podría provocar un descenso del nivel piezométrico, con las consecuencias que esto puede ocasionar en las edificaciones próximas.

El drenaje directo del acuífero asociado al manto cuaternario, o el drenaje del acuífero jurásico subyacente con cierta comunicación hidráulica con éste, podría inducir un rebaje del nivel freático asociado a los depósitos cuaternarios. El descenso del nivel freático podría ocasionar una disminución de las presiones efectivas en el terreno, y/o inducir procesos de compactación en aquellos depósitos cuaternarios constituidos por sedimentos de granulometría fina (limos y arcillas) saturados de agua.

Además un rebaje del nivel freático, permanente o temporal, podría llegar a ocasionar la pudrición de pilotes de madera utilizados en edificaciones de cierta antigüedad en la ciudad de Gijón, al quedar expuestos a condiciones aerobias por encima del nivel freático.

Igualmente, un rebaje de los niveles piezométricos, tanto del acuífero cuaternario como de los subyacentes del Jurásico, podría favorecer el desarrollo de fenómenos de intrusión marina, con la consiguiente degradación de la calidad de las aguas subterráneas que esto supone, así como el incremento, más aún si cabe, de su agresividad hacia el hormigón.

A priori, una vez ejecutadas las pantallas y correspondientes losas de fondo, es esperable un drenaje prácticamente nulo si su construcción e impermeabilización han sido adecuadas. Sin embargo, durante su construcción es necesario un agotamiento de los recintos entre pantallas para ejecutar la losa de fondo en seco.

Los resultados de los ensayos de bombeo realizados en el PB-1, sobre el "acuífero jurásico profundo" correspondiente a los niveles calcáreos que aparecen al principio de la traza, y en el PZ-24 sobre el "acuífero jurásico somero" que aparece en la parte final de la traza, indican que no existe una desconexión clara entre los distintos niveles calcáreos que forman dichos acuíferos. En este sentido, parece poco probable que el empotramiento de las pantallas en los recintos hasta un nivel lutítico intermedio, entre niveles calcáreos del mismo acuífero, pueda garantizar la impermeabilidad del fondo de la excavación. En los ensayos de bombeo, en los que se bombeaba en un determinado nivel calcáreo y se observaba el comportamiento en el resto de niveles, se observó un fuerte y rápido descenso en todos los niveles que constituyen cada uno de los dos niveles acuíferos definidos en el sustrato jurásico.

La construcción de muros pantallas empotrados solamente hasta las profundidades necesarias desde un punto de vista estructural, puede hacer necesario en algunos casos caudales de agotamientos importantes y continuos durante todo el proceso de excavación y ejecución de las losas de fondo, debido probablemente a una importante entrada de flujo subterráneo por el fondo de las excavaciones, sobre todo desde el "acuífero jurásico profundo" vista la elevada permeabilidad obtenida en los ensayos. En este caso, se puede recurrir a tratamientos del terreno situado justo por debajo del fondo de la excavación prevista, así la zona tratada junto a las pantallas conformaría un recinto cerrado y aislado de los acuíferos, de modo que se evitaría que el rebaje pudiera afectar al manto cuaternario, comunicado con el acuífero jurasico superior y por ende a la cimentación de los edificios próximos Los tratamientos de fondo contribuirían a minimizar las posibles subpresiones sobre la losa de fondo en caso de ser necesario.

Otra solución es profundizar las pantallas hasta un sustrato, o nivel impermeable, que impidiese en mayor o menor medida un flujo subterráneo vertical hacia los recintos. Esta solución, si bien evitaría los tratamientos del terreno, siempre costosos y difíciles en terrenos de alta permeabilidad, de algún modo intensifica el probable efecto barrera de las obras al aumentar la profundidad de las pantallas. Esta solución podría ser factible en el caso del acuífero jurásico somero, empotrando las pantallas en el grueso paquete lutítico-margoso subyacente que lo separa del acuífero jurásico profundo. Sin embargo en el caso del acuífero jurásico profundo sería más complicado, porque se desconoce la situación de un posible sustrato impermeable subyacente, que por otra parte podría localizarse demasiado profundo y ser inviable el empotramiento de las pantallas hasta esa profundidad.

**Disminución de la recarga**

No existe una causa evidente por la cual la ejecución de las obras proyectadas pueda producir una disminución del área de recarga natural del acuífero, salvo la ocupación que la propia obra lineal supone. Además, la superficie que ocupa la obra es muy limitada en comparación con la extensión total de los acuíferos, por lo que nos se espera un efecto apreciable.

### *10.1.2. Sobre la calidad de las aguas*

Cualquier posible impacto sobre la calidad de las aguas subterráneas, provocado por la construcción de las obras, va a estar relacionado con el vertido de contaminantes sobre la superficie del terreno o en cauces superficiales, con vertidos directos en la zona saturada de los acuíferos a través de excavaciones a cielo abierto, pozos o sondeos, así como con la comunicación de niveles acuíferos con distinta calidad de sus aguas a través de cualquier tipo de excavación o taladro.

La creación de un efecto barrera importante, así como el drenaje continuado del acuífero, puede favorecer los fenómenos de intrusión marina por penetración de la cuña salina hacia el interior del continente, debido a una disminución del potencial hidráulico de agua dulce en zonas costeras.

En este sentido, merece especial atención la excavación en la zona final de la traza que alcanza los depósitos calcáreos de elevada permeabilidad del "acuífero jurásico somero". Igualmente, en trono al p.k. 1+500 de la vía derecha de cercanías se alcanzan el nivel calcáreo más superficial del "acuífero jurásico profundo" más permeable que el "acuífero jurásico somero" superior.

En cuanto a posibles agentes contaminantes se pueden citar: aceites, grasas, combustibles, lechadas de cemento, lodos, disolventes, vertidos orgánicos y, en general, cualquier tipo de sustancia química ajena al medio acuífero. Durante la construcción de la obra es muy corriente vertidos accidentales de aceites, grasas y combustible relacionados con toda la maquinaria pesada que se utiliza en la obra, así como restos de lechadas, restos de hormigón y escombros.

Durante la fase de explotación, aunque en menor medida pero durante mucho más tiempo, es posible el vertido de pequeñas cantidades de hidrocarburos. Así como vertidos accidentales de substancias químicas transportadas por el ferrocarril que pueden llegar a ser muy severas en función del volumen y la toxicidad de las substancias vertidas.

La creación de un efecto barrera intenso, así como el drenaje continuado de los acuíferos, podría provocar una cierta disminución del potencial hidráulico de los mismos en la zona costera. Esta disminución provocaría un avance de la cuña de agua salada, de mayor densidad, provocando también un aumento de la interfaz salobre o zona de mezcla entre el agua continental y el agua salada marina. Así, bajo un punto de vista de la calidad de las aguas, también se aconseja evitar, o minimizar al máximo, el efecto barrera provocado por las obras sobre el flujo subterráneo de los acuíferos, así como el drenaje de los mismos.

## 10.2. Tramificación de las obras

En este apartado, se presenta una tramificación de las actuaciones previstas desde el punto de vista hidrogeológico, prestando especial atención a la interacción mutua entre las obras y el medio acuífero en las que éstas se proyectan. Se describe en apartados separados las 2 alternativas contempladas para las obras de la estación:

- Alternativa Moreda
- Alternativa Museo

Se ha tomado como referencia para definir los distintos tramos la vía derecha de la línea de cercanías, la vía 3 de la línea de largo recorrido y vía 5 de la línea del FEVE. La tramificación se basa en el corte geológico del estudio geotécnico del proyecto de la estación de 2010, de modo que la situación de los tramos podría varía en obra y en fases posteriores del proyecto, por lo que se recomienda tomar los límites de los tramos como aproximados.

### *10.2.1. Alternativa Moreda*

**Cercanías**

**0+000 – 0+130**

Se desarrolla en superficie sin ningún tipo de estructura, coincidiendo con la línea actual

**0+130 – 0+920**

Se proyecta en falso túnel cimentado sobre pantallas discontinuas de pilotes no secantes. El fondo de excavación de la losa de base se sitúa muy próxima a la superficie y no se esperan aportes importantes de agua. El efecto barrera de las pantallas sería parcial, al tratarse de pilotes no secantes, con posibilidad de paso de flujo subterráneo entre pilotes.

**0+920 –1+120**

Al igual que el tramo anterior, se proyecta en falso túnel cimentado sobre pantallas discontinuas de pilotes no secantes. En este caso, la cota del fondo de excavación de la losa basal se sitúa ya más profunda y se podrían esperar aportes localizados de agua subterránea durante su construcción, sobre todo entre los pp.kk. 0+920 y 1+000 donde la existencia de un nivel superficial de depósitos coluvio-aluviales de edad Cuaternario, podría condicionar un aporte de agua más apreciable, aunque de poca importancia al tratarse de materiales de baja permeabilidad. Como en el caso anterior, el efecto barrera de la pantalla de pilotes al flujo subterráneo sería parcial.

**1+120 –1+340**

Se construiría en falso túnel entre pantallas continuas. El fondo de excavación de la losa de base afectaría principalmente a materiales lutítico-margosos de baja permeabilidad, por lo que no se esperan caudales de agotamiento importantes de los recintos durante su excavación.

En este caso, el efecto barrera al flujo subterráneo sería más importante que en los tramos anteriores, pudiéndose producir el cierre total al flujo en un tramo superficial del “acuífero jurásico somero”en torno al p.k. 1+320.

**1+340 –1+640**

Se proyecta también en falso túnel entre pantallas continuas y, en este caso, la base del fondo de excavación de la losa inferior podría afectar al techo del “acuífero jurásico profundo” de elevada permeabilidad, por lo que los caudales necesarios para el agotamiento de los recintos podrían ser elevados.

El efecto barrera al flujo subterráneo afectaría al acuitardo intermedio y al “acuífero jurásico somero”.

**1+640 –2+080**

Es el último tramo que conecta con el pozo de extracción de la tuneladora y se construiría en falso túnel entre pantallas continuas. El fondo de excavación de la losa inferior afectaría en su parte inicial al acuitardo, mientras que en su parte final, aproximadamente a partir del p.k. 1+700, afectaría a la base del “acuífero jurásico somero”. En este tramo, las pantallas podrían no alcanzar en toda su longitud el techo del acuitardo que independiza el acuífero jurásico somero del profundo, de modo que es probable la entrada de agua procedente del acuífero superior por el fondo de la excavación.

El drenaje de “acuífero jurásico somero” podría inducir un cierto drenaje del acuífero cuaternario, probablemente conectado con éste. Se recomienda contemplar en fases posteriores del proyecto, a la vista de una definición mas precisa del límite entre el acuífero jurásico y el acuitardo, la posibilidad de alargar en este tramo las pantallas hasta empotrarse en el acuitardo, ya que el techo de este podría encontrarse entre 2 y 3 m por debajo del empotramiento propuesto.

En este tramo, el efecto barrera afectaría principalmente al acuífero cuaternario, donde el cierre al flujo subterráneo sería total, y al “acuífero jurásico somero”.

**Largo Recorrido**

**0+000 - 0+180**

Se proyecta en falso túnel cimentado en pantallas discontinuas de pilotes. La cota de fondo de excavación de la losa inferior se sitúa muy próxima a la superficie y no se esperan aportes importantes de agua. El efecto barrera de las pantallas sería parcial, al tratarse de pilotes no secantes, con posibilidad de paso de flujo subterráneo entre pilotes.

**0+180 - 0+380**

Al igual que el tramo anterior, se proyecta en falso túnel cimentado en pantallas discontinuas de pilotes. En este caso, la cota del fondo de excavación de la losa de base se sitúa ya más profunda y se podrían esperar aportes localizados de agua subterránea, sobre todo en su parte inicial donde la existencia de un nivel superficial de depósitos coluvio-aluviales de edad Cuaternario, podría condicionar aportes de agua más apreciables aunque de escasa entidad al tratarse de materiales arcillo-limosos de baja permeabilidad. Como en el caso anterior, el efecto barrera de la pantalla de pilotes al flujo subterráneo sería parcial.

**0+380 - 0+900**

Se construiría en falso túnel entre pantallas continuas. El fondo de excavación de la losa de base afectaría principalmente a materiales lutítico-margosos de baja permeabilidad, por lo que no se esperan caudales de agotamiento importantes de los recintos durante su excavación.

En este caso, el efecto barrera al flujo subterráneo sería más importante que en los tramos anteriores, pudiéndose producir el cierre total al flujo en un tramo superficial del “acuífero jurásico somero”en torno al p.k. 0+550.

**0+900 - fin**

Este último tramo se construiría en falso túnel entre pantallas continuas y el fondo de excavación de la losa inferior afectaría al “acuífero jurásico somero”. En este caso las pantallas se empotrarían en el acuitardo que constituye la base del acuífero, de modo que los caudales de achique serían limitados. En este sentido, la construcción de una pantalla transversal al final de la estación, perpendicular a las longitudinales, impediría la entrada lateral de agua desde el acuífero.

El efecto barrera sería total y afectaría a los acuíferos cuaternario y jurásico somero.

**FEVE**

**0+000 - 0+300**

Se proyecta en falso túnel cimentado en pantallas discontinuas de pilotes. La cota del fondo de excavación de la losa inferior se sitúa próxima a la superficie y no se esperan aportes importantes de agua. El efecto barrera de las pantallas sería parcial, al tratarse de pilotes no secantes, con posibilidad de paso de flujo subterráneo entre pilotes.

**0+300 - 0+700**

Se construiría en falso túnel entre pantallas continuas. El fondo de excavación de la losa de base afectaría principalmente a materiales lutítico-margosos de baja permeabilidad, por lo que no se esperan caudales de agotamiento importantes durante su excavación.

En este caso, el efecto barrera al flujo subterráneo sería más importante que en los tramos anteriores, pudiéndose producir el cierre total al flujo en un tramo superficial del “acuífero jurásico somero”y en el acuífero cuaternario.

**0+700 - fin**

Este último tramo se construiría en falso túnel entre pantallas continuas y el fondo de excavación de la losa inferior afectaría al “acuífero jurásico somero”. En este caso las pantallas se empotrarían en el acuitardo que constituye la base del acuífero, de modo que los caudales de achique serían limitados. En este sentido, la construcción de una pantalla transversal al final de la estación, perpendicular a las longitudinales, impediría la entrada lateral de agua desde el acuífero.

El efecto barrera sería total y afectaría a los acuíferos cuaternario y jurásico somero.

*10.2.2. Alternativa Museo*

**Cercanías**

**0+000 – 0+130**

Se desarrolla en superficie sin ningún tipo de estructura, coincidiendo con la línea actual

**0+130 – 0+920**

Se proyecta en falso túnel cimentado sobre pantallas discontinuas de pilotes. El fondo de excavación de la losa de base se sitúa muy próxima a la superficie y no se esperan aportes importantes de agua. El efecto barrera de las pantallas sería parcial, al tratarse de pilotes no secantes, con posibilidad de paso de flujo subterráneo entre pilotes.

**0+920 –1+120**

Al igual que el tramo anterior, se proyecta en falso túnel cimentado sobre pantallas discontinuas de pilotes. En este caso, la cota del fondo de excavación de la losa basal se sitúa ya más profunda y se podrían esperar aportes localizados de agua subterránea durante su construcción, sobre todo entre los pp.kk. 0+940 y 1+000 donde la existencia de un nivel superficial de depósitos coluvio-aluviales de edad Cuaternario, podría condicionar un aporte más apreciable de agua aunque de poca importancia debido a su baja permeabilidad. Como en el caso anterior, el efecto barrera de la pantalla de pilotes al flujo subterráneo sería parcial.

**1+120 –1+340**

Se construiría en falso túnel entre pantallas continuas. El fondo de excavación de la losa de base afectaría principalmente a materiales lutítico-margosos de baja permeabilidad, por lo que no se esperan caudales de agotamiento importantes de los recintos durante su excavación.

En este caso, el efecto barrera al flujo subterráneo sería más importante que en los tramos anteriores, pudiéndose producir el cierre total al flujo en un tramo superficial del “acuífero jurásico somero”en torno al p.k. 1+300.

**1+340 –1+640**

Se proyecta también en falso túnel entre pantallas continuas y, en este caso, la base del fondo de excavación de la losa inferior podría afectar al techo del “acuífero jurásico profundo” de elevada permeabilidad, por lo que los caudales necesarios para el agotamiento de los recintos podrían ser elevados.

El efecto barrera al flujo subterráneo afectaría al acuitardo intermedio y al “acuífero jurásico somero”.

**1+640 –2+100**

Es el último tramo que conecta con el pozo de extracción de la tuneladora y se construiría en falso túnel entre pantallas continuas. El fondo de excavación de la losa inferior afectaría en su parte inicial al acuitardo, mientras que en su parte final, aproximadamente a partir del p.k. 1+740, afectaría a la base del “acuífero jurásico somero”. En este tramo, las pantallas podrían no alcanzar en toda su longitud el techo del acuitardo que independiza el acuífero jurásico somero del inferior, de modo que es probable la entrada de agua procedente del acuífero superior por el fondo de la excavación.

El drenaje de “acuífero jurásico somero” podría inducir un cierto drenaje del acuífero cuaternario, probablemente conectado con éste. Se recomienda contemplar en fases posteriores del proyecto, a la vista de una definición mas precisa del límite entre el acuífero jurásico y el acuitardo, la posibilidad de alargar en este tramo las pantallas hasta empotrarse en el acuitardo, ya que el techo de este podría encontrarse entre 1 y 2 m por debajo del empotramiento propuesto.

En este tramo, el efecto barrera afectaría principalmente al acuífero cuaternario, donde el cierre al flujo subterráneo sería total, y al “acuífero jurásico somero”.

**Largo Recorrido**

**0+000 - 0+180**

Se proyecta en falso túnel cimentado en pantallas discontinuas de pilotes. La cota de fondo de excavación de la losa inferior se sitúa muy próxima a la superficie y no se esperan aportes importantes de agua. El efecto barrera de las pantallas sería parcial, al tratarse de pilotes no secantes, con posibilidad de paso de flujo subterráneo entre pilotes.

**0+180 - 0+400**

Al igual que el tramo anterior, se proyecta en falso túnel cimentado en pantallas discontinuas de pilotes. En este caso, la cota del fondo de excavación de la losa de base se sitúa ya más profunda y se podrían esperar aportes localizados de agua subterránea, sobre todo en su parte inicial donde la existencia de un nivel superficial de depósitos coluvio-aluviales de edad Cuaternario, podría condicionar aportes de agua más apreciables, aunque de poca entidad dada su baja permeabilidad. Como en el caso anterior, el efecto barrera de la pantalla de pilotes al flujo subterráneo sería parcial.

**0+400 - 0+640**

Se construiría en falso túnel entre pantallas continuas. El fondo de excavación de la losa de base afectaría principalmente a materiales lutítico-margosos de baja permeabilidad, por lo que no se esperan caudales de agotamiento importantes de los recintos durante su excavación.

En este caso, el efecto barrera al flujo subterráneo sería más importante que en los tramos anteriores, pudiéndose producir el cierre total al flujo en un tramo superficial del "acuífero jurásico somero"en torno al p.k. 0+580.

**0+640 –0+860**

Se proyecta también en falso túnel entre pantallas continuas y, en este caso, la base del fondo de excavación de la losa inferior podría afectar al techo del "acuífero jurásico profundo" de elevada permeabilidad, por lo que los caudales necesarios para el agotamiento de los recintos podrían ser elevados.

El efecto barrera al flujo subterráneo afectaría al acuitardo intermedio y al "acuífero jurásico somero".

**0+860 - Fin**

Es el último tramo y se construiría en falso túnel entre pantallas continuas. El fondo de excavación de la losa inferior afectaría en su parte inicial al acuitardo, mientras que a partir del p.k. 0+980, afectaría al "acuífero jurásico somero". En este tramo, las pantallas no alcanzan el techo del acuitardo que independiza el acuífero jurásico somero del inferior, de modo que es muy probable la entrada de agua en todo el tramo procedente del "acuífero jurásico superior", cuando éste se corte durante la excavación de los recintos.

El drenaje de "acuífero jurásico somero" podría inducir el drenaje del acuífero cuaternario, probablemente conectado con éste. Se recomienda investigar en fases posteriores del proyecto, la conexión hidráulica entre ambos acuíferos en este tramo, y contemplar la posibilidad de alargar las pantallas hasta empotrarse en el acuitardo y/o la ejecución de tratamientos de impermeabilización del terreno situado por debajo del fondo de excavación. Y en cualquier caso, realizar un control piezométrico del acuífero cuaternario durante su excavación.

En este tramo, el efecto barrera afectaría principalmente al acuífero cuaternario, donde el cierre al flujo subterráneo sería total, y al "acuífero jurásico somero".

**FEVE**

**0+000 - 0+250**

Se proyecta en falso túnel cimentado sobre pantallas discontinuas de pilotes. El fondo de excavación de la losa de base afectaría principalmente a materiales lutítico-margosos de baja permeabilidad, por lo que se esperan caudales de agotamiento poco importantes durante su excavación. El efecto barrera de las pantallas sería parcial, al tratarse de pilotes no secantes.

**0+250 - 0+420**

Se proyecta en falso túnel al abrigo de pantallas continuas. El fondo de excavación de la losa de base afectaría principalmente a materiales lutítico-margosos de baja permeabilidad, por lo que no se esperan caudales de agotamiento importantes de los recintos durante su excavación.

En este caso, el efecto barrera al flujo subterráneo sería más importante que en los tramos anteriores, pudiéndose producir el cierre total al flujo en un tramo superficial del "acuífero jurásico somero"en torno al p.k. 0+320.

**0+420 –0+640**

Se proyecta también en falso túnel entre pantallas continuas y, en este caso, la base del fondo de excavación de la losa inferior podría afectar al techo del "acuífero jurásico profundo" de elevada permeabilidad, por lo que los caudales necesarios para el agotamiento de los recintos podrían ser elevados.

El efecto barrera al flujo subterráneo afectaría al acuitardo intermedio y al "acuífero jurásico somero".

**0+640 - Fin**

Es el último tramo y se construiría en falso túnel entre pantallas continuas. El fondo de excavación de la losa inferior afectaría en su parte inicial al acuitardo, mientras que a partir del p.k. 0+740, afectaría al "acuífero jurásico somero". En este tramo, las pantallas no alcanzan el techo del acuitardo que independiza el acuífero jurásico somero del inferior, de modo que es muy probable la entrada de agua en todo el tramo procedente del "acuífero jurásico superior", cuando éste se corte durante la excavación de los recintos.

El drenaje de "acuífero jurásico somero" podría inducir el drenaje del acuífero cuaternario, probablemente conectado con éste. Se recomienda investigar en fases posteriores del proyecto, la conexión hidráulica entre ambos acuíferos en este tramo, y contemplar la posibilidad de alargar las pantallas hasta empotrarse en el acuitardo y/o la ejecución de tratamientos de impermeabilización del terreno situado por debajo del fondo de excavación. Y en cualquier caso, realizar un control piezométrico del acuífero cuaternario durante su excavación.

En este tramo, el efecto barrera afectaría principalmente al acuífero cuaternario, donde el cierre al flujo subterráneo sería total, y al "acuífero jurásico somero".

## 10.3. Medidas correctoras

### *10.3.1. Sobre el funcionamiento hidráulico*

**Efecto barrera**

Dentro de las posibles medidas correctoras existentes para evitar, o minimizar a valores aceptables el efecto barrera de una obra lineal, se puede citar los sifones y portillos como las más usuales, además de otras menos frecuentes y deseables como los pozos de bombeo, drenes perimetrales, etc.

**Portillos**

Se trata de huecos dejados en la parte superior o inferior de las pantallas, ya bien por debajo de la losa inferior, o por encima de la losa superior del falso túnel, de forma que por esos huecos el flujo del acuífero discurra libremente evitando la total interrupción. Los portillos son medidas correctoras que no necesita mantenimiento, por lo que siempre que sea posible es recomendable su utilización frente al de los sifones.

Los portillos inferiores habitualmente se construyen ejecutando las pantallas en su zona inferior en dientes de sierra, apoyando un determinado número de bataches en el nivel competente y dejando otros más altos, colgados respecto a los tramos de pantallas adyacentes por medio de una viga de atado y posibles medidas complementarias de entibación.

Esta medida puede condicionar la entrada de un mayor caudal de agua procedente de los acuíferos jurásicos por el fondo de la excavación, durante la construcción de las obras, de modo que se recomienda contemplar su idoneidad en fases posteriores del proyecto valorando tanto el efecto barrera, como el efecto de drenaje del acuífero durante la construcción.

Los portillos superiores, se construyen bien desmochando la porción superior de las pantallas que quedan por encima de la losa superior del túnel, o bien ejecutando su parte superior en desmonte con o sin entibación provisional (pantallas de tablestacas). Posteriormente, se rellena los huecos con un material de permeabilidad superior, o al menos igual a la del acuífero que se pretende restituir. En estos caso, se diseña la losa superior abovedada para soportar el peso de los materiales de relleno.

Los portillos superiores sólo servirían para dar continuidad al acuífero cuaternario, y se consideran incompatibles con las necesidades del proyecto de la estación.

**Sifones**

Están constituidos por un pozo de admisión exterior a la pantalla que recoge el flujo subterráneo aguas arriba, por un pozo de inyección de idénticas características que introduce el agua en el acuífero aguas abajo, y por una tubería que une los dos pozos entre sí, de modo que la conexión entre los pozos y ésta se sitúan siempre por debajo del nivel piezométrico del acuífero. Es una medida utilizable cuando no es posible la construcción de portillos.

Se recomienda no emplear, o minimizar al máximo, el uso de lodos artificiales en la perforación de los pozos de los sifones, con el objeto de no provocar la impermeabilización del acuífero en el entorno de los mismos. Con el fin de reducir las pérdidas de carga en los pozos, es primordial la instalación de una tubería filtrante con una superficie libre abierta de al menos 10-15 %, y la instalación de un prefiltro o macizo de gravilla de granulometría adecuada en el espacio anular entre la tubería y el terreno. En terrenos de tipo suelo, la apertura de la rejilla y la granulometría del prefiltro deben ser elegidas en función de la granulometría del acuífero, para evitar que los pozos produzcan arenas y finos que pueden llegar a obturar el sistema de trasvase de agua.

Posteriormente a la entubación y al engravillado, se recomienda el desarrollo de los pozos, valorándose, en función de la proximidad de los edificios colindantes,

métodos bidireccionales como el pistoneo o como el sobrebombeo con paradas y arranques sucesivos sin válvula de pie, con el fin de aumentar la eficiencia del pozo, alargar su vida útil y minimizar la producción de arenas y finos. En el caso de acuíferos calcáreos, se recomienda contemplar la acidificación como medida complementaria al desarrollo mecánico. Es muy recomendable la instalación de un dispositivo adecuado que permita una limpieza regular del conducto de transferencia entre pozos.

La profundidad de los pozos será la suficiente para dar continuidad a los niveles acuíferos a los que se pretende comunicar a través de las obras, profundizándose 2-3 m más por debajo del muro del acuífero, para revestirlos con tubería ciega a modo de cámara de decantación.

Se recomienda considerar un plan de vigilancia y rehabilitación de los pozos y conductos de transferencia durante la explotación de las obras, que permita detectar y, en caso de ser necesario, corregir un mal funcionamiento o perdida de eficacia de los sifones.

Se tendrá especial cuidado en no comunicar, por medio de los pozos de los sifones, acuíferos aislados o acuíferos que de forma natural presentan una comunicación restringida entre sí. Se ha de evitar mezclar aguas de acuíferos con una calidad natural o artificial distinta, que puede llevar a perjudicar cualquier uso presente o futuro de los mismos. En este sentido, se propone una distribución de sifones independiente para cada uno de los niveles acuíferos afectados por las obras.

A la vista de los resultados de las correspondientes simulaciones, presentadas en el apartado 9 para la cuantificación de las medidas de drenaje necesarias para evitar el efecto barrera, o para minimizar sus efectos a valores tolerables o admisibles, se propone adoptar la tramificación de sifones de la hipótesis húmeda, por tratarse ésta de un escenario del lado de la seguridad. No obstante, se recomienda valorar otras alternativas en fases posteriores de estudio del proyecto, especialmente los portillos por ser una medida definitiva que no necesita mantenimiento; en caso de decantarse por sifones en la alternativa finalmente elegida, se recomienda optimizar su número y distribución.

| ACUÍFERO | ALTERNATIVA MOREDA<br>HIPOTESIS HÚMEDA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1+620 | 2+080 | 460 | 10% | 40 | 11 |
| | 1+120 | 1+260 | 140 | 10% | 40 | 3 |
| Jurásico somero + Acuitardo | 1+260 | 1+320 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | 1+320 | 1+560 | 240 | 10% | 40 | 6 |
| | 1+560 | 1+720 | 160 | 30% | 15 | 10 |
| | 1+720 | 2+080 | 360 | 15% | 30 | 12 |

| ACUÍFERO | ALTERNATIVA MUSEO<br>HIPOTESIS HÚMEDA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1+660 | 1+830 | 170 | 15% | 30 | 5 |
| | 1+830 | 2+110 | 280 | 10% | 40 | 7 |
| Jurásico somero + Acuitardo | 1+120 | 1+280 | 160 | 10% | 40 | 4 |
| | 1+280 | 1+340 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | 1+340 | 1+590 | 250 | 10% | 40 | 6 |
| | 1+590 | 1+830 | 240 | 30% | 15 | 16 |
| | 1+830 | 2+110 | 280 | 15% | 30 | 9 |

**Efecto drenaje**

Se podría contemplar en fases posteriores del proyecto, a la vista de una definición mas precisa del límite entre el acuífero jurásico superior" y el acuitardo, la posibilidad de alargar la longitud de las pantallas hasta empotrarse en el acuitardo infrayacente en aquellos tramos (ver apartado 10.2) en los que éste se sitúa muy próximo a la base de las pantallas. Esto sería aparentemente viable en la Alternativa Moreda y en la línea de Cercanías de la Alternativa Museo. Sin embargo, esto sería más costoso en las líneas de Largo Recorrido y FEVE de la Alternativa Museo, donde el techo del acuitardo se situaría más distante de la base de las pantallas, al situarse éstas más someras.

En el caso de las líneas de Largo Recorrido y FEVE de la Alternativa Museo, se podría contemplar también la posibilidad de ejecución de tratamientos de impermeabilización del terreno situado por debajo del fondo de excavación.

Estas medidas permitirían un bombeo de agotamiento reducido de los recintos a excavar, que, a priori, se debería desviar poco de lo estrictamente necesario para vaciar el agua contenida en los poros de los materiales a excavar. En esta situación, la afección sobre el nivel piezométrico del manto cuaternario debería ser prácticamente nula e inapreciable.

No obstante, ante posibles desviaciones de lo que sería un comportamiento normal, bien por una continuidad en profundidad de los niveles permeables mayor de la esperada, o por una falta de impermeabilidad de los muros pantalla, se recomienda la realización de un control piezométrico estricto de todos los niveles acuíferos implicados, tanto fuera como dentro de los recintos a agotar. El control debería iniciarse antes del inicio de las obras, continuar durante su desarrollo, e incluso continuar un determinado periodo después de la finalización de las mismas. El control piezométrico debería ser especialmente estricto durante el periodo que duren los bombeos de agotamiento y la excavación.

**Disminución de la recarga**

Con el objeto de no reducir la zona de recarga del acuífero, se recomienda evitar en todo lo posible producir la impermeabilización de zonas extensas en torno a la obra, y si fuera necesario su impermeabilización por cualquier motivo, posteriormente a la finalización de la obra se restituirán las condiciones naturales del terreno.

### *10.3.2. Sobre la calidad de las aguas*

En cuanto a las medidas preventivas destinadas a evitar y prevenir la contaminación de los acuíferos, se recomienda:

- Realizar un control estricto sobre los posibles vertidos accidentales de contaminantes (aceites, combustibles, lechadas, etc.) que se produzcan directa o indirectamente sobre los terrenos afectados y los cauces de ríos y arroyos. Este control evitará en todo lo posible que el vertido se produzca y, en caso de producirse, éste será rápidamente retirado del terreno, así como tratado los suelos afectados. En caso de que el contaminante afectara a la zona saturada y/o zona no saturada del acuífero, se realizarán las medidas y operaciones oportunas para la descontaminación del acuífero afectado.

- Se evitará situar instalaciones auxiliares para la obra, como plantas de hormigonado, casetas de obra, parque de maquinarias, etc. sobre terrenos con una vulnerabilidad alta (Qli, Jcd, Jd).

- Se recomienda situar las instalaciones auxiliares en áreas catalogadas como de vulnerabilidad baja (Qel), en las que se aconseja, previamente al asentamiento, realizar un tratamiento de impermeabilización del terreno, así como tomar las medidas oportunas para recoger el agua de escorrentía que circula por estas zonas durante el tiempo necesario. Posteriormente, a la finalización de la obra, se retirará la capa impermeable y se restituirán las condiciones naturales del terreno.

- Se evitará el vertido de aguas residuales generadas durante la realización de la obra sobre el terreno y cauces. Están serán convenientemente depuradas con los tratamientos necesarios y se realizará un seguimiento analítico de las aguas, antes, durante y después de su depuración. Éstas solo serán vertidas cuando no se sobrepasen los valores establecido por la legislación vigente relativa a vertidos.

- Las operaciones de mantenimiento de maquinaria deberán realizarse, en la medida de lo posible, en áreas especializadas (talleres), en caso de no ser posible, se realizarán en zonas preparadas al efecto y los productos contaminantes generados deberán serán convenientemente recogidos y trasladados a una instalación especializada en su reciclaje.

- Se recomienda la construcción de sistemas de retención y depuración que recojan, durante la explotación de la línea, las aguas procedentes del drenaje longitudinal de la infraestructura, así como cualquier otro vertido accidental

que pueda producirse. Esta recomendación es especialmente importante en las zonas de vulnerabilidad alta.

- Se aconseja, muy especialmente, evitar cualquier tipo de vertido directo al acuífero a través de excavaciones abiertas, pozos, sondeos o taladros realizados durante la obra o previamente existentes. Para ello, se sellará convenientemente con lechadas de cemento bentonita u hormigón, lo más rápidamente posible, cualquier tipo de taladro que quede dentro de las zonas de asentamiento permanente o provisional de la obra.

- Aquellos pozos o sondeos que por alguna razón sea necesario conservar durante o después de la obra, serán entubados, se les colocará una tapa adecuada que evite cualquier tipo de vertido furtivo o accidental y se cementará adecuadamente el espacio anular comprendido entre la entubación y el terreno en los 2-3 m superiores a modo de sello sanitario, para evitar la entrada de contaminantes a través de este espacio anular.

- En las excavaciones abiertas, se recomienda, especialmente, evitar el vertido de escombros o aguas residuales en las zanjas abiertas, así como ser muy estrictos en cuanto al tipo de materiales usados para rellenar las zanjas.

- Se recomienda la descontaminación o retirada a vertedero de los suelos contaminados en torno a los sondeos SC-2, SJ-7, SJ-8, SJ-9 y SJ-11, así como en otras posibles zonas donde sean detectados durante la obra indicios contaminación. Con esta medida, se pretende evitar que un cambio en la dinámica de los acuíferos pueda llegar a removilizar la carga contaminante contenida en el terreno.

- Se recomienda evitar la mezcla de las aguas subterráneas relacionas con los distintos niveles acuíferos definidos en la zona de estudio, tanto a través de excavaciones y taladros, como a través de los pozos de los sifones. Así, se recomienda la construcción de sifones individuales para dar continuidad a cada uno de los niveles acuíferos interrumpidos por las obras.

- Se recomienda realizar un control de los parámetros fisicoquímicos de las aguas subterráneas en la zona, tanto durante la construcción de la obra, como en un periodo posterior durante la explotación de la misma. Con está medida se pretende realizar una vigilancia de los posibles impactos que, a pesar de las medidas preventivas tomadas, puedan producirse y así tomar las medidas adicionales necesarias para su rápida corrección.

# 11. Conclusiones y recomendaciones

## 11.1. Resumen y conclusiones

- Se realiza este estudio a petición de INECO-TIFSA, con el objetivo de analizar la interacción mutua entre las dos alternativas de la futura "Estación Intermodal de Gijón" y el entorno hidrogeológico donde ésta se proyecta. Se han analizado diversos aspectos hidrogeológicos, concediendo especial importancia al análisis del probable efecto barrera que sobre el flujo subterráneo puede provocar las obras previstas.
- La infraestructura proyectada afectará a un macizo jurásico compuesto por una alternancia de niveles de dolomías, calizas, brechas y lutitas margosas. Los depósitos jurásicos aparecen recubiertos por un manto cuaternario constituido por depósitos arcillosos de origen eluvial y aluvial, arenas de cordón litoral y depósitos antrópicos de naturaleza variable.
- En la zona final del proyecto, los depósitos de arenas litorales forman un acuífero libre de permeabilidad media y espesor muy reducido. Los depósitos aluviales y eluviales, a menudo saturados de agua, forman acuitardos y acuicludos debido a su baja permeabilidad. Los depósitos antrópicos, en general de permeabilidad media-alta, se sitúan normalmente por encima de la zona saturada de los acuíferos.
- Los depósitos jurasicos forman un acuífero multicapa, en el que los niveles calizos y dolomíticos constituyen los distintos niveles acuíferos semiconfinados, separados por los tramos de lutitas y brechas que funcionarían a modo de acuitardos. Los depósitos calcáreos presentan una permeabilidad media-alta por fracturación y karstificación, en general mucho más elevada que la de los tramos lutíticos.
- Dentro del sector del acuífero multicapa que será ocupado por las obras de la futura estación, se han distinguido en el estudio dos niveles acuíferos distintos con características hidráulicas y piezométricas diferenciadas: "acuífero jurásico somero" y "acuífero jurásico profundo".
- La recarga del sistema se produce esencialmente a partir de la percolación del agua de lluvia, siempre disminuida en zonas urbanas debido a la pavimentación de áreas extensas, y en menor medida a partir de las perdidas de la red de abastecimiento y saneamiento de la ciudad. La descarga de todos los acuíferos se producen esencialmente hacia el mar, que funciona en la zona de estudio como nivel de base regional y local. No se descarta una cierta recarga y descarga asociada al río Pilón según los tramos, así como un flujo de transferencia entre el acuífero cuaternario y el "acuífero jurásico somero".
- La distribución piezométrica de los acuíferos indica un gradiente hidráulico variable en función de la permeabilidad del terreno, así como un flujo de dirección perpendicular a la línea de costa que indica una descarga preferente hacia el mar.
- Los acuíferos en la zona de la estación presentan una oscilación piezométrica muy elevada, incluso de 1 m a 2 m en cortos espacios de tiempo, probablemente relacionada con la influencia intermareal.
- Las facies hidroquímicas predominantes en la zona de estudio son bicarbonatadas cálcicas, sulfatado cálcicas y, en menor medida, clorurado sódicas. Esta composición indica una mezcla de aguas de origen continental con aguas de origen marino, típica de zonas costera, con un elevado contenido en sulfatos lo que le confiere un carácter agresivo hacia el hormigón.
- Se ha detectado contaminación orgánica por aceites, grasas e hidrocarburos en varios puntos de la zona de estudio, probablemente relacionado con la actividad industrial que en tiempos pasados se desarrolló en la zona.
- La dirección del flujo subterráneo de perpendicular a subperpendicular a la traza de la estación, junto a la tipología constructiva prevista entre muros pantalla, favorece la creación de un efecto barrera sobre la dinámica de los acuíferos de la zona, que podría llegar a ser muy intenso en ciertos tramos si no se adoptan las medidas correctoras adecuadas.
- Para el análisis del efecto barrera se ha implementado un modelo de simulación de flujo subterráneo mediante la utilización del código MODFLOW (Mc Donald & Harbaugh) del US Geological Survey. El modelo ha sido calibrado utilizando la información geológica e hidrogeológica de la campaña geotécnica e hidrogeológica realizada por INECO-TIFSA para el proyecto de la estación en 2010. Esta simulación ha sido denominada **"hipótesis de calibración"** y reproduce en gran medida la máximo gradiente hidráulico observado en los acuíferos durante la campaña de INECO-TIFSA.
- Posteriormente, adoptando un criterio de seguridad, se ha simulado una hipótesis en la que el nivel freático del acuífero fuera más elevado que en la **"hipótesis de calibración"**, fruto de una tasa de recarga más alta. Esta hipótesis ha sido denominada **"hipótesis húmeda"**, y ha sido simulada utilizando unas tasas de recarga razonablemente altas, puesto que no se

dispone de un registro de la evolución piezométrica del acuífero lo suficientemente amplio.

- Las simulaciones realizadas indican que las obras de la estación pueden provocar un efecto barrera importante sobre los acuíferos de la zona, si no se aplican las medidas oportunas para restituir el flujo subterráneo a través de su traza. La construcción de las estructuras subterráneas previstas puede impedir, o dificultar en mayor o menor medida, el flujo subterráneo hacia las zonas de descarga natural de los acuíferos, de modo que éste puede verse interrumpido y/o desviado, apareciendo zonas aguas arriba de la estación en las que se produce un ascenso relativo de los niveles piezométricos, y otras aguas abajo en las que se produce un descenso relativo de los mismos.
- Además del propio impacto sobre el medio acuífero, las variaciones piezométricas pueden inducir efectos negativos sobre las edificaciones y obras preexistente, así como sobre las propias actuaciones previstas, como por ejemplo: subpresiones y filtraciones en plantas de sótanos, zonas encharcadas en superficie, afecciones a la cimentación de edificios, etc.
- Es probable que durante la explotación de las obras, y sobre todo durante la construcción de las mismas se produzca un cierto drenaje de los distintos acuíferos, debido a los bombeos de agotamiento necesarios para la excavación de los recintos entre pantallas. El drenaje directo del acuífero asociado al manto cuaternario, o el drenaje del acuífero jurásico somero subyacente con una posible comunicación hidráulica con aquel, podría inducir un cierto rebaje del nivel freático asociado a los depósitos cuaternarios. Este descenso podría ocasionar una disminución de las presiones efectivas en el terreno, y/o inducir procesos de compactación en aquellos depósitos cuaternarios constituidos por sedimentos de granulometría fina (limos y arcillas) saturados de agua.
- Un rebaje permanente o temporal del nivel freático, podría llegar a ocasionar la pudrición de pilotes de madera utilizados en edificaciones de cierta antigüedad en la ciudad de Gijón, al quedar expuestos a condiciones aerobias por encima del nivel freático. Igualmente, un rebaje de los niveles piezométricos, ya sea por drenaje directo o por el efecto barrera, podría favorecer el desarrollo de fenómenos de intrusión marina.
- Dentro de las posibles soluciones existentes para minimizar a valores razonables los caudales de agotamiento de los recintos entre pantallas, se pueden proponer tratamientos del terreno situado por debajo del fondo de las excavaciones previstas, o bien la profundización de las pantallas hasta un sustrato lo suficientemente impermeable que evite el flujo subterráneo vertical hacia los recintos.
- Esta última solución sería especialmente factible en la Alternativa Moreda y la línea de Cercanías de la Alternativa Museo, debido a la proximidad del acuitardo (base del “acuífero jurasico somero”) a la base de las pantallas, siendo más costoso en el caso en de las líneas de Largo Recorrido y FEVE de la Alternativa Museo, al situarse la base de las pantallas más someras y distantes del acuitardo.
- Cualquier solución de prolongación de las pantallas para minimizar el efecto de drenaje de los acuíferos durante las obras, va a provocar una intensificación del efecto barrera de las obras, de modo que se recomienda sopesar la conveniencia de esta solución en fases posteriores de estudio del proyecto.
- En cuanto a las medidas correctoras para evitar el efecto barrera o, minimizarlos a valores aceptables, se puede contemplar entre otras medidas la construcción de portillos o sifones. La construcción de portillos es una solución definitiva que no necesita mantenimiento, a diferencia de los sifones en los que sí es necesario contemplar un cierto mantenimiento durante la explotación de las obras para asegurar su correcto funcionamiento. En el estudio se ha valorado el grado de permeabilización de la barrera, o el porcentaje de restitución del flujo subterráneo a través de las obras necesario para minimizar el efecto barrera, y de modo adicional se ha traducido este grado de permeabilización en un número aproximado sifones para conseguir este efecto. No obstante, se recomienda valorar en fases posteriores de estudio del proyecto la implantación de portillos.
- Es posible que la construcción de la infraestructura prevista, así como su posterior explotación, pueda provocar un cierto impacto sobre la calidad de las aguas subterráneas si no se toman las medidas oportunas. En este sentido, se proponen en el estudio una serie de medidas preventivas y correctoras, cuyo fin último es evitar que los posibles contaminantes puedan llegar a alcanzar la zona saturada de los acuíferos.

## 11.2. Recomendaciones

- A la vista de los resultados del modelo de flujo y demás conclusiones del estudio, se recomienda adoptar los siguiente grados de restitución del flujo subterráneo a través de las obras, en cada una de las alternativas contempladas. En sendos cuadros adjuntos, también se valora de modo aproximado la distribución de sifones que sería necesario para conseguir este grado de permeabilización de la barrera. Se proponen adoptar los resultados de las simulaciones bajo las condiciones de la "hipótesis húmeda" por ser ésta un escenario del lado de la seguridad.

| ACUÍFERO | ALTERNATIVA MOREDA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HIPOTESIS HÚMEDA | | | | | |
| | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1+620 | 2+080 | 460 | 10% | 40 | 11 |
| | 1+120 | 1+260 | 140 | 10% | 40 | 3 |
| Jurásico somero + Acuitardo | 1+260 | 1+320 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | 1+320 | 1+560 | 240 | 10% | 40 | 6 |
| | 1+560 | 1+720 | 160 | 30% | 15 | 10 |
| | 1+720 | 2+080 | 360 | 15% | 30 | 12 |

| ACUÍFERO | ALTERNATIVA MUSEO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | HIPOTESIS HÚMEDA | | | | | |
| | Inicio | Fin | Longitud (m) | % liberado barrera | Separación sifones (m) | Número sifones |
| Cuaternario | 1+660 | 1+830 | 170 | 15% | 30 | 5 |
| | 1+830 | 2+110 | 280 | 10% | 40 | 7 |
| Jurásico somero + Acuitardo | 1+120 | 1+280 | 160 | 10% | 40 | 4 |
| | 1+280 | 1+340 | 60 | 15% | 30 | 2 |
| | 1+340 | 1+590 | 250 | 10% | 40 | 6 |
| | 1+590 | 1+830 | 240 | 30% | 15 | 16 |
| | 1+830 | 2+110 | 280 | 15% | 30 | 9 |

- Se recomienda valorar en fases posteriores de estudio del proyecto la implantación de portillos y, en el caso de utilizarse finalmente sifones, ajustar su número y distribución a lo largo de las obras.
- En las simulaciones que analizan las medidas de drenaje necesarias para suavizar el efecto barrera de las actuaciones previstas, se ha tomado el valor de 0,5 m como máximo de las variaciones piezométricas "aceptables" o "tolerables", permitiéndose tan sólo variaciones piezométricas entre 0,5 m y 1 m en zonas localizadas próximas a las pantallas. Se ha adoptado este valor (50 cm) en virtud de criterios puramente hidrogeológicos, por lo se recomienda analizar en fases posteriores de estudio su validez en base a criterios geotécnicos y/o constructivos de las obras existentes y previstas.
- Los resultados de las simulaciones son predicciones probables del comportamiento del acuífero, y en este sentido deben ser consideradas. El sistema hidrogeológico analizado presenta, como es lógico en cualquier sistema acuífero de este tamaño, una incertidumbre intrínseca en cuanto a su funcionamiento hidráulico debido a que éste depende de una gran cantidad de variables que además presentan una distribución continua en el espacio.

- Los modelos de flujo, independientemente de lo complejos y detallados que sean, simulan el comportamiento medio de un sistema y sus resultados dependen de la calidad y el número de datos utilizados que siempre presentan una distribución discreta en el espacio modelizado, de modo que siempre es posible que se produzcan ciertos comportamientos locales, incluso generales, que escapen al funcionamiento del modelo. Estos comportamientos locales son, si cabe, más típicos y esperables en medios kársticos como los presentes en la zona de estudio. En este sentido, se recomienda realizar un control piezométrico estricto antes, durante y después de las obras, de todos los niveles acuíferos implicados para detectar cualquier desviación respecto a las predicciones realizadas.
- El control piezométrico durante las obras permitirá calibrar y validar los cálculos del modelo en régimen transitorio, y corregir a tiempo las posibles desviaciones del comportamiento hidráulico del sistema acuífero respecto a las predicciones realizadas. En este sentido, antes del inicio de las obras, sería necesario construir una red piezométrica que complementaría la actualmente existente, situándose los piezómetros a un lado y el otro de las zonas donde se prevén las variaciones piezométricas más importantes.
- Se recomienda tomar las medidas necesarias para evitar el drenaje del “acuífero cuaternario” durante las obras, ya sea directamente o a través de “acuífero jurásico somero”, probablemente conectado hidráulicamente con éste.
- Se recomienda estudiar en fases posteriores de estudio la conexión hidráulica entre el “acuífero cuaternario” y el “acuífero jurásico somero”, especialmente si se opta por la Alternativa Museo. En este caso, se recomienda realizar ensayos de bombeo específicos en la zona final de la traza de las vías de Largo Recorrido y FEVE de esta alternativa, donde el drenaje de los acuíferos podría ser mayor. Los ensayos deberían provocar un bombeo intenso, aislado y focalizado del “acuífero jurásico somero”, y medirse la respuesta piezométrica en éste y en el “acuífero cuaternario” mediante piezómetros puntuales y convenientemente aislados en cada nivel acuífero.
- Se recomienda un control piezométrico estricto de todos los niveles acuíferos implicados, tanto fuera como dentro de los recintos a agotar, ante posibles desviaciones de lo que sería un comportamiento distinto de lo esperado, bien por una continuidad en profundidad de los niveles permeables mayor de la esperada, o por una falta de impermeabilidad de los muros pantalla.
- Se recomienda realizar una impermeabilización adecuada de todos las actuaciones subterráneas previstas, para que el posible drenaje de los distintos acuíferos afectados sea nulo o despreciable una vez construidas y finalizadas las obras.
- Se recomienda considerar el resto de recomendaciones recogidas en el apartado 10.3 del estudio, para evitar posibles afecciones tanto sobre el funcionamiento hidrodinámico de los acuíferos, como sobre la calidad de las aguas subterráneas.
- El modelo ha sido calibrado para las condiciones descritas en este informe, de tal modo que si por algún motivo variasen sustancialmente las condiciones de las hipótesis de partida, sería necesario simular el efecto de las nuevas condiciones sobre el acuífero. Por ejemplo, sería necesario simular el efecto que provocaría sobre el acuífero la creación de barreras adicionales a las estudiadas, como nuevos proyectos de urbanización u otras obras civiles con proyección subterránea.

Madrid, febrero de 2020

# APÉNDICE 1

# MEDIDAS PIEZOMÉTRICAS RECOPILADAS EN LAS DISTINTAS CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Campaña INECO-TIFSA | PB-1 | 8,9 | 15/11/2007 9:30 | 7,25 | 1,66 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-1 | 8,9 | 22/11/2007 0:00 | 7,44 | 1,46 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-1 | 8,9 | 28/11/2007 0:00 | 7,54 | 1,36 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-1 | 8,9 | 28/11/2007 9:30 | 7,87 | 1,03 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-1 | 8,9 | 29/11/2007 0:40 | 7,28 | 1,62 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-1 | 8,9 | 29/11/2007 11:40 | 7,67 | 1,23 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-1 | 8,9 | 04/12/2007 13:21 | 7,60 | 1,30 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-1 | 8,9 | 04/12/2007 14:07 | 7,60 | 1,30 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 15/11/2007 15:00 | 4,62 | 4,26 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 28/11/2007 11:00 | 4,25 | 4,63 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 28/11/2007 19:10 | 4,28 | 4,60 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 29/11/2007 0:00 | 4,62 | 4,26 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 29/11/2007 10:00 | 4,72 | 4,16 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 04/12/2007 12:39 | 4,94 | 3,94 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 04/12/2007 13:40 | 4,94 | 3,94 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 04/12/2007 15:47 | 4,93 | 3,95 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 04/12/2007 17:35 | 4,93 | 3,95 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 05/12/2007 9:15 | 4,92 | 3,96 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 24/01/2008 0:00 | 6,08 | 2,80 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 31/05/2010 0:00 | 4,32 | 4,56 |
| Campaña INECO-TIFSA | PB-2 | 8,879 | 09/06/2010 15:21 | 4,40 | 4,48 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 | 19,694 | 15/11/2007 11:00 | 17,01 | 2,68 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 | 19,694 | 29/11/2007 14:05 | 17,86 | 1,83 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 | 19,694 | 11/12/2007 0:00 | 17,68 | 2,01 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 | 19,694 | 12/12/2007 18:30 | 17,71 | 1,98 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 | 19,694 | 17/01/2008 0:00 | 17,66 | 2,03 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 | 19,694 | 09/06/2010 21:25 | 17,35 | 2,34 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 bis | 19,694 | 15/11/2007 11:00 | 5,22 | 14,47 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 bis | 19,694 | 29/11/2007 14:05 | 3,52 | 16,17 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 bis | 19,694 | 12/12/2007 18:30 | 3,46 | 16,23 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 bis | 19,694 | 31/05/2010 0:00 | 4,13 | 15,56 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-1 bis | 19,694 | 09/06/2010 21:45 | 4,30 | 15,39 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-11 | 8,9 | 15/11/2007 9:30 | 7,48 | 1,42 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-11 | 8,9 | 29/11/2007 11:40 | 7,96 | 0,94 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-11 | 8,9 | 22/01/2008 0:00 | 7,83 | 1,07 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-12 | 8,9 | 15/11/2007 9:30 | 7,17 | 1,73 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-12 | 8,9 | 22/11/2007 0:00 | 7,60 | 1,30 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-12 | 8,9 | 29/11/2007 11:40 | 7,60 | 1,30 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-13 | 8,9 | 15/11/2007 9:30 | 7,29 | 1,62 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-13 | 8,9 | 21/11/2007 0:00 | 7,48 | 1,42 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-13 | 8,9 | 29/11/2007 11:40 | 6,98 | 1,92 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-2 | 9,9 | 23/01/2008 0:00 | 7,95 | 1,95 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-2 | 9,9 | 09/06/2010 16:50 | 7,67 | 2,23 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-21 | 8,859 | 15/11/2007 15:00 | 4,11 | 4,75 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-21 | 8,859 | 28/11/2007 11:00 | 4,00 | 4,86 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-21 | 8,859 | 28/11/2007 19:15 | 4,01 | 4,85 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-21 | 8,859 | 29/11/2007 10:00 | 4,44 | 4,42 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-21 | 8,859 | 04/12/2007 17:45 | 4,46 | 4,40 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-21 | 8,859 | 05/12/2007 9:20 | 4,49 | 4,37 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-21 | 8,859 | 31/05/2010 0:00 | 4,20 | 4,66 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-21 | 8,859 | 09/06/2010 15:27 | 4,24 | 4,62 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 15/11/2007 15:00 | 5,40 | 3,35 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 28/11/2007 11:00 | 5,25 | 3,50 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 28/11/2007 19:15 | 5,29 | 3,46 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 29/11/2007 10:00 | 5,66 | 3,09 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 04/12/2007 12:45 | 5,72 | 3,03 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 04/12/2007 13:41 | 5,70 | 3,05 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 04/12/2007 15:47 | 5,70 | 3,05 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 04/12/2007 17:40 | 5,72 | 3,03 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 05/12/2007 9:15 | 5,77 | 2,98 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 22/01/2008 0:00 | 6,37 | 2,38 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 31/05/2010 0:00 | 6,10 | 2,65 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-22 | 8,751 | 09/06/2010 15:35 | 6,00 | 2,75 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-23 | 8,903 | 15/11/2007 15:00 | 5,35 | 3,55 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-23 | 8,903 | 28/11/2007 11:00 | 5,21 | 3,69 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-23 | 8,903 | 28/11/2007 19:15 | 5,25 | 3,65 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-23 | 8,903 | 29/11/2007 0:00 | 5,78 | 3,12 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-23 | 8,903 | 29/11/2007 10:00 | 5,61 | 3,29 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-23 | 8,903 | 04/12/2007 17:45 | 5,66 | 3,24 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-23 | 8,903 | 05/12/2007 9:20 | 5,72 | 3,18 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 8,929 | 15/11/2007 15:00 | 5,32 | 3,61 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 8,929 | 28/11/2007 0:00 | 5,82 | 3,11 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 8,929 | 28/11/2007 11:00 | 5,18 | 3,75 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 8,929 | 28/11/2007 19:15 | 5,22 | 3,71 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 8,929 | 29/11/2007 0:00 | 5,78 | 3,15 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 8,929 | 29/11/2007 10:00 | 5,59 | 3,34 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 8,929 | 04/12/2007 17:40 | 5,01 | 3,92 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 8,929 | 05/12/2007 9:15 | 5,08 | 3,85 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 8,929 | 31/05/2010 0:00 | 6,15 | 2,78 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-24 | 8,929 | 09/06/2010 15:30 | 6,05 | 2,88 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-3 | 11,296 | 29/11/2007 11:11 | 5,11 | 6,19 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-3 | 11,296 | 12/12/2007 18:00 | 9,31 | 1,99 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-3 | 11,296 | 13/12/2007 0:00 | 9,28 | 2,02 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-3 | 11,296 | 23/01/2008 0:00 | 9,83 | 1,47 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-3 | 11,296 | 09/06/2010 18:10 | 8,96 | 2,34 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-4 | 7,754 | 28/11/2007 12:15 | 3,28 | 4,47 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-4 | 7,754 | 28/11/2007 20:11 | 3,22 | 4,53 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-4 | 7,754 | 29/11/2007 1:31 | 3,72 | 4,03 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-4 | 7,754 | 29/11/2007 15:00 | 3,73 | 4,02 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-4 | 7,754 | 12/12/2007 18:10 | 3,51 | 4,24 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-4 | 7,754 | 15/01/2008 0:00 | 3,64 | 4,11 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-5 | 14,056 | 29/11/2007 14:35 | 5,45 | 8,61 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-5 | 14,056 | 12/12/2007 18:20 | 4,83 | 9,23 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-6 | 26,762 | 15/11/2007 11:20 | 12,57 | 14,19 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-6 | 26,762 | 29/11/2007 10:40 | 13,04 | 13,72 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-6 | 26,762 | 12/12/2007 0:00 | 12,40 | 14,36 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-6 | 26,762 | 12/12/2007 12:00 | 12,40 | 14,36 |
| Campaña INECO-TIFSA | Pz-6 | 26,762 | 16/01/2008 0:00 | 12,60 | 14,16 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-01 | 12,726 | 21/07/2007 16:00 | 9,19 | 3,54 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-01 | 12,726 | 01/08/2007 11:35 | 8,25 | 4,48 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-01 | 12,726 | 08/08/2007 12:45 | 7,80 | 4,93 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-01 | 12,726 | 29/08/2007 17:13 | 7,13 | 5,60 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-01 | 12,726 | 10/10/2007 10:45 | 7,05 | 5,68 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-01 | 12,726 | 15/11/2007 17:00 | 6,53 | 6,20 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-01 | 12,726 | 29/11/2007 14:00 | 7,03 | 5,70 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-01 | 12,726 | 12/12/2007 18:38 | 5,66 | 7,07 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-02 | 19,574 | 21/07/2007 16:30 | 16,57 | 3,01 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-02 | 19,574 | 01/08/2007 11:25 | 16,77 | 2,81 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-02 | 19,574 | 08/08/2007 12:40 | 16,53 | 3,05 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-02 | 19,574 | 29/08/2007 17:15 | 16,92 | 2,66 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-02 | 19,574 | 10/10/2007 10:43 | 17,60 | 1,98 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-02 | 19,574 | 29/11/2007 14:05 | 17,80 | 1,78 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-05 | 16,429 | 01/08/2007 11:20 | 13,81 | 2,62 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-05 | 16,429 | 08/08/2007 12:55 | 13,51 | 2,92 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-05 | 16,429 | 29/08/2007 17:35 | 13,86 | 2,57 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-05 | 16,429 | 10/10/2007 10:40 | 14,09 | 2,34 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-05 | 16,429 | 15/11/2007 16:05 | 14,29 | 2,14 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-05 | 16,429 | 29/11/2007 11:20 | 14,65 | 1,78 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-05 | 16,429 | 31/05/2010 0:00 | 14,00 | 2,43 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-05 | 16,429 | 09/06/2010 20:47 | 14,04 | 2,39 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-06 | 13,592 | 08/08/2007 13:10 | 11,37 | 2,22 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-06 | 13,592 | 29/08/2007 16:45 | 11,03 | 2,56 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-06 | 13,592 | 10/10/2007 10:29 | 11,27 | 2,32 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-06 | 13,592 | 15/11/2007 15:50 | 11,47 | 2,12 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-06 | 13,592 | 29/11/2007 12:05 | 11,85 | 1,74 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-06 | 13,592 | 31/05/2010 0:00 | 8,75 | 4,84 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-07 | 12,088 | 08/08/2007 13:12 | 7,17 | 4,92 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-07 | 12,088 | 29/08/2007 16:40 | 7,71 | 4,38 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-07 | 12,088 | 10/10/2007 10:20 | 8,18 | 3,91 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-07 | 12,088 | 15/11/2007 15:50 | 8,72 | 3,37 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-07 | 12,088 | 29/11/2007 12:02 | 8,57 | 3,52 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-08 | 12,185 | 21/07/2007 9:00 | 9,13 | 3,06 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-08 | 12,185 | 01/08/2007 12:00 | 9,64 | 2,55 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-08 | 12,185 | 08/08/2007 12:20 | 9,72 | 2,47 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-08 | 12,185 | 10/10/2007 11:02 | 9,88 | 2,31 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-08 | 12,185 | 15/11/2007 16:15 | 10,06 | 2,13 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-08 | 12,185 | 29/11/2007 11:25 | 10,41 | 1,78 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-08 | 12,185 | 31/05/2010 0:00 | 5,00 | 7,19 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-08 | 12,185 | 09/06/2010 19:05 | 4,18 | 8,01 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 01/08/2007 9:55 | 5,88 | 2,83 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 08/08/2007 13:18 | 6,23 | 2,48 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 29/08/2007 16:35 | 6,21 | 2,50 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 10/10/2007 10:14 | 6,48 | 2,23 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 15/11/2007 15:40 | 6,68 | 2,03 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 28/11/2007 11:16 | 6,75 | 1,96 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 28/11/2007 13:51 | 6,88 | 1,83 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 28/11/2007 18:30 | 6,66 | 2,05 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 28/11/2007 19:30 | 6,65 | 2,06 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 29/11/2007 0:45 | 6,68 | 2,03 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 29/11/2007 12:00 | 7,06 | 1,65 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 04/12/2007 13:19 | 6,99 | 1,72 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 04/12/2007 14:05 | 6,99 | 1,72 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-09 | 8,709 | 05/12/2007 9:31 | 7,03 | 1,68 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-10 | 8,872 | 21/07/2007 15:15 | 6,17 | 2,70 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-10 | 8,872 | 01/08/2007 9:50 | 6,31 | 2,56 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-10 | 8,872 | 08/08/2007 13:30 | 6,45 | 2,42 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-10 | 8,872 | 29/08/2007 16:32 | 6,38 | 2,49 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 17/07/2007 9:00 | 5,21 | 4,20 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 17/07/2007 12:51 | 6,17 | 3,24 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 21/07/2007 14:45 | 5,17 | 4,24 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 01/08/2007 9:30 | 5,60 | 3,81 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 08/08/2007 14:00 | 5,62 | 3,79 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 29/08/2007 18:30 | 5,59 | 3,82 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 06/09/2007 13:15 | 5,67 | 3,74 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 10/10/2007 11:18 | 5,54 | 3,87 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 15/11/2007 15:35 | 5,66 | 3,75 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 28/11/2007 11:10 | 5,48 | 3,93 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 28/11/2007 19:00 | 5,52 | 3,89 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 29/11/2007 1:15 | 5,96 | 3,45 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 29/11/2007 10:15 | 5,89 | 3,52 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 04/12/2007 12:32 | 5,92 | 3,49 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 04/12/2007 13:04 | 5,90 | 3,51 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 04/12/2007 13:35 | 5,86 | 3,55 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 04/12/2007 13:50 | 5,85 | 3,56 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 04/12/2007 14:18 | 5,83 | 3,58 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 04/12/2007 15:54 | 5,84 | 3,57 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 04/12/2007 17:30 | 5,87 | 3,54 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 04/12/2007 18:41 | 5,88 | 3,53 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 05/12/2007 9:09 | 5,98 | 3,43 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 05/12/2007 9:25 | 5,98 | 3,43 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 31/05/2010 0:00 | 6,15 | 3,26 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-11 | 9,409 | 09/06/2010 14:50 | 6,12 | 3,29 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 10/07/2007 15:30 | 4,79 | 3,98 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 17/07/2007 12:13 | 4,77 | 4,00 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 17/07/2007 20:19 | 4,69 | 4,08 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 21/07/2007 14:45 | 5,03 | 3,74 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 01/08/2007 9:35 | 5,11 | 3,66 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 08/08/2007 13:53 | 5,18 | 3,59 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 29/08/2007 18:35 | 5,43 | 3,34 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 10/10/2007 11:20 | 5,10 | 3,67 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 15/11/2007 15:10 | 5,37 | 3,40 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 28/11/2007 11:00 | 5,18 | 3,59 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 28/11/2007 19:15 | 5,21 | 3,56 |
| Campaña INECO-TIFSA | SJ-12 | 8,769 | 29/11/2007 10:05 | 5,60 | 3,17 |
| Consejería de Justicia | SCJ-1 | 8,55 | 15/08/2007 0:00 | -1,00 | -10,00 |
| Consejería de Justicia | SCJ-2 | 8,55 | 15/08/2007 0:00 | -1,00 | -10,00 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Consejería de Justicia | SCJ-3 | 9,1 | 15/08/2007 0:00 | -1,00 | -10,00 |
| Consejería de Justicia | SCJ-4 | 9,65 | 15/08/2007 0:00 | -1,00 | -10,00 |
| Depósito de Tormentas | S-1AIC | 8,4 | 10/10/2005 0:00 | 4,90 | 3,50 |
| Depósito de Tormentas | S-1AIC | 8,4 | 27/09/2006 0:00 | 5,40 | 3,00 |
| Depósito de Tormentas | S-1AIC | 8,4 | 03/10/2006 0:00 | 5,10 | 3,30 |
| Depósito de Tormentas | S-1AIC | 8,4 | 05/10/2006 0:00 | 5,47 | 2,93 |
| Depósito de Tormentas | S-1AIC | 8,4 | 09/10/2006 0:00 | 5,44 | 2,96 |
| Depósito de Tormentas | S-1AIC | 8,4 | 20/10/2006 0:00 | 5,48 | 2,92 |
| Depósito de Tormentas | SDT-1 | 8,195 | 23/03/2005 0:00 | 5,85 | 2,35 |
| Depósito de Tormentas | SDT-1 | 8,195 | 30/03/2005 0:00 | 6,08 | 2,12 |
| Depósito de Tormentas | SDT-1 | 8,195 | 27/09/2006 0:00 | 6,03 | 2,17 |
| Depósito de Tormentas | SDT-1 | 8,195 | 03/10/2006 0:00 | 6,02 | 2,18 |
| Depósito de Tormentas | SDT-1 | 8,195 | 05/10/2006 0:00 | 6,04 | 2,16 |
| Depósito de Tormentas | SDT-1 | 8,195 | 09/10/2006 0:00 | 5,90 | 2,30 |
| Depósito de Tormentas | SDT-1 | 8,195 | 20/10/2006 0:00 | 5,92 | 2,28 |
| Depósito de Tormentas | SDT-1' | 8,48 | 20/10/2006 0:00 | 6,44 | 2,04 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2 | 8,448 | 23/03/2005 0:00 | 5,50 | 2,95 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2 | 8,448 | 30/03/2005 0:00 | 5,85 | 2,60 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2 | 8,448 | 27/09/2006 0:00 | 5,44 | 3,01 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2 | 8,448 | 03/10/2006 0:00 | 5,01 | 3,44 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2 | 8,448 | 05/10/2006 0:00 | 5,00 | 3,45 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2 | 8,448 | 09/10/2006 0:00 | 4,97 | 3,48 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2 | 8,448 | 20/10/2006 0:00 | 5,06 | 3,39 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2' | 8,36 | 09/10/2006 0:00 | 6,23 | 2,13 |
| Depósito de Tormentas | SDT-2' | 8,36 | 20/10/2006 0:00 | 6,08 | 2,28 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3 | 8,47 | 23/03/2005 0:00 | 2,35 | 6,12 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3 | 8,47 | 30/03/2005 0:00 | 2,60 | 5,87 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3 | 8,47 | 27/09/2006 0:00 | 3,08 | 5,39 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3 | 8,47 | 03/10/2006 0:00 | 3,05 | 5,42 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3 | 8,47 | 05/10/2006 0:00 | 3,09 | 5,38 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3 | 8,47 | 09/10/2006 0:00 | 2,88 | 5,59 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3 | 8,47 | 20/10/2006 0:00 | 2,96 | 5,51 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3' | 8,47 | 03/10/2006 0:00 | 5,41 | 3,06 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3' | 8,47 | 05/10/2006 0:00 | 5,42 | 3,05 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3' | 8,47 | 09/10/2006 0:00 | 5,48 | 2,99 |
| Depósito de Tormentas | SDT-3' | 8,47 | 20/10/2006 0:00 | 5,39 | 3,08 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4 | 8,544 | 23/03/2005 0:00 | 6,30 | 2,24 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4 | 8,544 | 30/03/2005 0:00 | 6,55 | 1,99 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4 | 8,544 | 27/09/2006 0:00 | 6,34 | 2,20 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4 | 8,544 | 03/10/2006 0:00 | 6,38 | 2,16 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4 | 8,544 | 05/10/2006 0:00 | 6,34 | 2,20 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4 | 8,544 | 09/10/2006 0:00 | 4,45 | 4,09 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4 | 8,544 | 20/10/2006 0:00 | 6,23 | 2,31 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4' | 8,45 | 05/10/2006 0:00 | 4,92 | 3,53 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4' | 8,45 | 09/10/2006 0:00 | 4,91 | 3,54 |
| Depósito de Tormentas | SDT-4' | 8,45 | 20/10/2006 0:00 | 4,87 | 3,58 |
| Depósito de Tormentas | SDT-5' | 8,46 | 27/09/2006 0:00 | 5,57 | 2,89 |
| Depósito de Tormentas | SDT-5' | 8,46 | 03/10/2006 0:00 | 5,73 | 2,73 |
| Depósito de Tormentas | SDT-5' | 8,46 | 05/10/2006 0:00 | 5,67 | 2,79 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Depósito de Tormentas | SDT-5' | 8,46 | 09/10/2006 0:00 | 5,46 | 3,00 |
| Depósito de Tormentas | SDT-5' | 8,46 | 20/10/2006 0:00 | 5,57 | 2,89 |
| Depósito de Tormentas | SDT-6' | 8,26 | 20/10/2006 0:00 | 4,80 | 3,46 |
| Estación provisional | SE-1 | 8,8 | 04/09/2008 9:45 | 4,23 | 4,57 |
| Estación provisional | SE-2 | 8,6 | 04/09/2008 9:50 | 5,09 | 3,51 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 07/06/2001 0:00 | 12,80 | 6,19 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 02/07/2007 13:41 | 15,85 | 3,14 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 10/07/2007 15:35 | 15,86 | 3,13 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 17/07/2007 20:00 | 15,75 | 3,24 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 21/07/2007 15:55 | 15,68 | 3,31 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 01/08/2007 11:15 | 16,27 | 2,72 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 08/08/2007 13:00 | 15,77 | 3,22 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 29/08/2007 17:25 | 16,34 | 2,65 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 10/10/2007 10:32 | 16,59 | 2,40 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 15/11/2007 16:00 | 16,80 | 2,19 |
| Estudio Geotecnico | S-1 | 18,986 | 29/11/2007 12:12 | 17,19 | 1,80 |
| Estudio Geotecnico | S-10 | 6,4 | 23/04/2001 0:00 | 4,05 | 2,35 |
| Estudio Geotecnico | S-10C | 6,4 | 02/08/2001 0:00 | 5,40 | 1,00 |
| Estudio Geotecnico | S-10C | 6,4 | 17/08/2001 0:00 | 7,50 | -1,10 |
| Estudio Geotecnico | S-10C | 6,4 | 20/09/2001 0:00 | 7,55 | -1,15 |
| Estudio Geotecnico | S-11 | 9,6 | 03/05/2001 0:00 | 5,70 | 3,90 |
| Estudio Geotecnico | S-12 | 8,54 | 09/05/2001 0:00 | 7,44 | 1,10 |
| Estudio Geotecnico | S-13 | 9,35 | 14/05/2001 0:00 | 5,10 | 4,25 |
| Estudio Geotecnico | S-14 | 10,1 | 11/05/2001 0:00 | 4,00 | 6,10 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 06/06/2001 0:00 | 5,60 | 6,13 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 02/07/2007 13:33 | 8,76 | 2,97 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 10/07/2007 16:00 | 8,74 | 2,99 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 17/07/2007 19:21 | 8,58 | 3,15 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 21/07/2007 15:30 | 8,53 | 3,20 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 01/08/2007 12:05 | 8,87 | 2,86 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 08/08/2007 12:25 | 8,79 | 2,94 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 29/08/2007 17:48 | 9,10 | 2,63 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 10/10/2007 11:07 | 9,45 | 2,28 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 15/11/2007 16:20 | 9,64 | 2,09 |
| Estudio Geotecnico | S-2 | 11,728 | 29/11/2007 11:37 | 10,00 | 1,73 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 21/04/2001 0:00 | 1,95 | 5,69 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 02/07/2007 12:16 | 2,25 | 5,39 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 10/07/2007 15:00 | 2,46 | 5,18 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 17/07/2007 12:19 | 2,04 | 5,60 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 17/07/2007 20:33 | 1,88 | 5,76 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 21/07/2007 15:00 | 1,56 | 6,08 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 01/08/2007 9:40 | 1,89 | 5,75 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 08/08/2007 13:46 | 2,17 | 5,47 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 29/08/2007 18:40 | 2,70 | 4,94 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 10/10/2007 11:22 | 2,73 | 4,91 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 15/11/2007 15:25 | 2,96 | 4,68 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 28/11/2007 10:53 | 2,60 | 5,04 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 28/11/2007 19:00 | 2,42 | 5,22 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 28/11/2007 20:03 | 2,45 | 5,19 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 29/11/2007 1:03 | 2,78 | 4,86 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 29/11/2007 1:35 | 3,20 | 4,44 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 29/11/2007 10:22 | 3,19 | 4,45 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 29/11/2007 13:45 | 3,19 | 4,45 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 04/12/2007 10:50 | 3,42 | 4,22 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 04/12/2007 11:35 | 2,83 | 4,81 |
| Estudio Geotecnico | S-3 | 7,643 | 05/12/2007 9:55 | 3,03 | 4,61 |
| Estudio Geotecnico | S-4 | 7,78 | 19/04/2001 0:00 | 2,50 | 5,28 |
| Estudio Geotecnico | S-4 | 7,78 | 29/08/2007 15:20 | 1,75 | 6,03 |
| Estudio Geotecnico | S-5 | 5,77 | 28/04/2001 0:00 | 1,70 | 4,07 |
| Estudio Geotecnico | S-5 | 5,77 | 29/08/2007 14:00 | 1,04 | 4,73 |
| Estudio Geotecnico | S-6 | 6,31 | 28/04/2001 0:00 | 2,50 | 3,81 |
| Estudio Geotecnico | S-7 | 5,99 | 26/04/2001 0:00 | 1,50 | 4,49 |
| Estudio Geotecnico | S-7C | 5,99 | 02/08/2001 0:00 | 1,20 | 4,79 |
| Estudio Geotecnico | S-7C | 5,99 | 17/08/2001 0:00 | 1,00 | 4,99 |
| Estudio Geotecnico | S-7C | 5,99 | 20/09/2001 0:00 | 1,24 | 4,75 |
| Estudio Geotecnico | S-8 | 5,76 | 27/04/2001 0:00 | 2,35 | 3,41 |
| Estudio Geotecnico | S-9 | 6,8 | 30/04/2001 0:00 | 1,90 | 4,90 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 23/10/2008 0:00 | 4,19 | 1,81 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 04/11/2008 0:00 | 4,18 | 1,82 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 10/12/2008 0:00 | 4,23 | 1,77 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 22/12/2008 0:00 | 4,20 | 1,80 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 23/01/2009 0:00 | 4,29 | 1,71 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 10/02/2009 0:00 | 4,26 | 1,74 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 16/02/2009 0:00 | 4,24 | 1,76 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 20/03/2009 0:00 | 4,31 | 1,69 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 24/03/2009 0:00 | 4,33 | 1,67 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 03/04/2009 0:00 | 4,30 | 1,70 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 08/04/2009 0:00 | 4,32 | 1,68 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 14/04/2009 0:00 | 4,24 | 1,76 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 21/04/2009 0:00 | 4,30 | 1,70 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 28/04/2009 0:00 | 4,27 | 1,73 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 07/05/2009 0:00 | 4,32 | 1,68 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 11/05/2009 0:00 | 4,30 | 1,70 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 20/05/2009 0:00 | 4,29 | 1,71 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 27/05/2009 0:00 | 4,34 | 1,66 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 03/06/2009 0:00 | 4,31 | 1,69 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 09/06/2009 0:00 | 4,37 | 1,63 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 16/06/2009 0:00 | 4,35 | 1,65 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 24/06/2009 0:00 | 4,35 | 1,65 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 01/07/2009 0:00 | 4,35 | 1,65 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 08/07/2009 0:00 | 4,37 | 1,63 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 14/07/2009 0:00 | 4,36 | 1,64 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 22/07/2009 0:00 | 4,35 | 1,65 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 29/07/2009 0:00 | 4,35 | 1,65 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 05/08/2009 0:00 | 4,36 | 1,64 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 12/08/2009 0:00 | 4,35 | 1,65 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 20/08/2009 0:00 | 4,39 | 1,61 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 27/08/2009 0:00 | 4,37 | 1,63 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 03/09/2009 0:00 | 4,37 | 1,63 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 09/09/2009 0:00 | 4,42 | 1,58 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 17/09/2009 0:00 | 4,32 | 1,68 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 23/09/2009 0:00 | 4,35 | 1,65 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 01/10/2009 0:00 | 4,40 | 1,60 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 08/10/2009 0:00 | 4,44 | 1,56 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 14/10/2009 0:00 | 4,41 | 1,59 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 21/10/2009 0:00 | 4,35 | 1,65 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 28/10/2009 0:00 | 4,40 | 1,60 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 04/11/2009 0:00 | 4,34 | 1,66 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 11/11/2009 0:00 | 4,20 | 1,80 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 18/11/2009 0:00 | 4,26 | 1,74 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 25/11/2009 0:00 | 4,32 | 1,68 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 02/12/2009 0:00 | 4,18 | 1,82 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 09/12/2009 0:00 | 4,23 | 1,77 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 15/12/2009 0:00 | 4,25 | 1,75 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 23/12/2009 0:00 | 4,29 | 1,71 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 14/01/2010 0:00 | 4,11 | 1,89 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 20/01/2010 0:00 | 4,22 | 1,78 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 27/01/2010 0:00 | 4,24 | 1,76 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 01/02/2010 0:00 | 4,18 | 1,82 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 08/02/2010 0:00 | 4,19 | 1,81 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 18/02/2010 0:00 | 4,20 | 1,80 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 24/02/2010 0:00 | 4,21 | 1,79 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 03/03/2010 0:00 | 4,20 | 1,80 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 10/03/2010 0:00 | 4,26 | 1,74 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 17/03/2010 0:00 | 4,28 | 1,72 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 25/03/2010 0:00 | 4,22 | 1,78 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 31/03/2010 0:00 | 4,28 | 1,72 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 07/04/2010 0:00 | 4,31 | 1,69 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 15/04/2010 0:00 | 4,27 | 1,73 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 21/04/2010 0:00 | 4,30 | 1,70 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 28/04/2010 0:00 | 4,33 | 1,67 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 05/05/2010 0:00 | 4,33 | 1,67 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 12/05/2010 0:00 | 4,28 | 1,72 |
| Obra Túnel | PzD3 | 6 | 30/05/2010 0:00 | 4,34 | 1,66 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 27/10/2008 0:00 | 4,38 | 2,62 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 10/12/2008 0:00 | 4,16 | 2,84 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 22/12/2008 0:00 | 4,09 | 2,91 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 23/01/2009 0:00 | 4,09 | 2,91 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 16/02/2009 0:00 | 4,14 | 2,86 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 09/03/2009 0:00 | 4,09 | 2,91 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 20/03/2009 0:00 | 4,12 | 2,88 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 24/03/2009 0:00 | 4,13 | 2,87 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 03/04/2009 0:00 | 4,11 | 2,89 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 08/04/2009 0:00 | 4,10 | 2,90 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 14/04/2009 0:00 | 4,08 | 2,92 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 21/04/2009 0:00 | 4,10 | 2,90 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 28/04/2009 0:00 | 4,08 | 2,92 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 07/05/2009 0:00 | 4,13 | 2,87 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 11/05/2009 0:00 | 4,03 | 2,97 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 20/05/2009 0:00 | 4,05 | 2,95 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 27/05/2009 0:00 | 4,13 | 2,87 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 03/06/2009 0:00 | 4,06 | 2,94 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 09/06/2009 0:00 | 4,09 | 2,91 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 16/06/2009 0:00 | 4,05 | 2,95 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 24/06/2009 0:00 | 3,98 | 3,02 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 01/07/2009 0:00 | 4,01 | 2,99 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 08/07/2009 0:00 | 4,00 | 3,00 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 14/07/2009 0:00 | 3,96 | 3,04 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 22/07/2009 0:00 | 3,94 | 3,06 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 29/07/2009 0:00 | 3,94 | 3,06 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 05/08/2009 0:00 | 3,92 | 3,08 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 12/08/2009 0:00 | 3,91 | 3,09 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 20/08/2009 0:00 | 3,95 | 3,05 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 27/08/2009 0:00 | 3,92 | 3,08 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 03/09/2009 0:00 | 3,90 | 3,10 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 09/09/2009 0:00 | 3,93 | 3,07 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 17/09/2009 0:00 | 3,85 | 3,15 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 23/09/2009 0:00 | 3,86 | 3,14 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 01/10/2009 0:00 | 3,88 | 3,12 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 08/10/2009 0:00 | 3,89 | 3,11 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 14/10/2009 0:00 | 3,87 | 3,13 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 21/10/2009 0:00 | 3,82 | 3,18 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 28/10/2009 0:00 | 3,86 | 3,14 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 04/11/2009 0:00 | 3,82 | 3,18 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 11/11/2009 0:00 | 3,75 | 3,25 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 18/11/2009 0:00 | 3,73 | 3,27 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 25/11/2009 0:00 | 3,86 | 3,14 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 02/12/2009 0:00 | 3,73 | 3,27 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 09/12/2009 0:00 | 3,71 | 3,29 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 15/12/2009 0:00 | 3,83 | 3,17 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 23/12/2009 0:00 | 3,92 | 3,08 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 14/01/2010 0:00 | 3,71 | 3,29 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 20/01/2010 0:00 | 3,73 | 3,27 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 27/01/2010 0:00 | 3,74 | 3,26 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 01/02/2010 0:00 | 3,78 | 3,22 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 08/02/2010 0:00 | 3,74 | 3,26 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 18/02/2010 0:00 | 3,78 | 3,22 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 24/02/2010 0:00 | 3,85 | 3,15 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 03/03/2010 0:00 | 3,82 | 3,18 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 10/03/2010 0:00 | 3,82 | 3,18 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 17/03/2010 0:00 | 3,83 | 3,17 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 25/03/2010 0:00 | 3,78 | 3,22 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 31/03/2010 0:00 | 3,83 | 3,17 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 07/04/2010 0:00 | 3,82 | 3,18 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 15/04/2010 0:00 | 3,83 | 3,17 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 21/04/2010 0:00 | 3,87 | 3,13 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 28/04/2010 0:00 | 3,90 | 3,10 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 05/05/2010 0:00 | 3,90 | 3,10 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 12/05/2010 0:00 | 3,87 | 3,13 |
| Obra Túnel | PzD7 | 7 | 30/05/2010 0:00 | 3,92 | 3,08 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 04/11/2008 0:00 | 1,03 | 4,97 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 11/12/2008 0:00 | 1,13 | 4,87 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 22/12/2008 0:00 | 1,33 | 4,67 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 23/01/2009 0:00 | 1,28 | 4,72 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 10/02/2009 0:00 | 1,24 | 4,76 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 16/02/2009 0:00 | 1,33 | 4,67 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 20/03/2009 0:00 | 1,40 | 4,60 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 24/03/2009 0:00 | 1,42 | 4,58 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 03/04/2009 0:00 | 1,40 | 4,60 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 08/04/2009 0:00 | 1,41 | 4,59 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 14/04/2009 0:00 | 1,41 | 4,59 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 21/04/2009 0:00 | 1,38 | 4,62 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 28/04/2009 0:00 | 1,42 | 4,58 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 07/05/2009 0:00 | 1,45 | 4,55 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 11/05/2009 0:00 | 1,46 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 20/05/2009 0:00 | 1,40 | 4,60 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 27/05/2009 0:00 | 1,42 | 4,58 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 03/06/2009 0:00 | 1,47 | 4,53 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 09/06/2009 0:00 | 1,52 | 4,48 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 16/06/2009 0:00 | 1,50 | 4,50 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 24/06/2009 0:00 | 1,45 | 4,55 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 01/07/2009 0:00 | 1,50 | 4,50 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 08/07/2009 0:00 | 1,54 | 4,46 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 14/07/2009 0:00 | 1,54 | 4,46 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 22/07/2009 0:00 | 1,55 | 4,45 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 29/07/2009 0:00 | 1,46 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 05/08/2009 0:00 | 1,45 | 4,55 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 12/08/2009 0:00 | 1,41 | 4,59 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 20/08/2009 0:00 | 1,44 | 4,56 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 27/08/2009 0:00 | 1,49 | 4,51 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 03/09/2009 0:00 | 1,46 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 09/09/2009 0:00 | 1,51 | 4,49 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 17/09/2009 0:00 | 1,27 | 4,73 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 23/09/2009 0:00 | 1,39 | 4,61 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 01/10/2009 0:00 | 1,46 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 08/10/2009 0:00 | 1,50 | 4,50 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 14/10/2009 0:00 | 1,55 | 4,45 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 21/10/2009 0:00 | 1,53 | 4,47 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 28/10/2009 0:00 | 1,49 | 4,51 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 04/11/2009 0:00 | 1,36 | 4,64 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 11/11/2009 0:00 | 1,24 | 4,76 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 18/11/2009 0:00 | 1,21 | 4,79 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 25/11/2009 0:00 | 1,40 | 4,60 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 02/12/2009 0:00 | 1,28 | 4,72 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 09/12/2009 0:00 | 1,27 | 4,73 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 15/12/2009 0:00 | 1,34 | 4,66 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 23/12/2009 0:00 | 1,35 | 4,65 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 14/01/2010 0:00 | 1,30 | 4,70 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 20/01/2010 0:00 | 1,32 | 4,68 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 27/01/2010 0:00 | 1,31 | 4,69 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 01/02/2010 0:00 | 1,14 | 4,86 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 08/02/2010 0:00 | 1,28 | 4,72 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 18/02/2010 0:00 | 1,40 | 4,60 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 24/02/2010 0:00 | 1,39 | 4,61 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 03/03/2010 0:00 | 1,42 | 4,58 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 10/03/2010 0:00 | 1,45 | 4,55 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 17/03/2010 0:00 | 1,45 | 4,55 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 25/03/2010 0:00 | 1,45 | 4,55 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 31/03/2010 0:00 | 1,38 | 4,62 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 07/04/2010 0:00 | 1,38 | 4,62 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 15/04/2010 0:00 | 1,43 | 4,57 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 21/04/2010 0:00 | 1,47 | 4,53 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 28/04/2010 0:00 | 1,49 | 4,51 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 05/05/2010 0:00 | 1,48 | 4,52 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 12/05/2010 0:00 | 1,44 | 4,56 |
| Obra Túnel | PzU1 | 6 | 30/05/2010 0:00 | 1,40 | 4,60 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 04/11/2008 0:00 | 1,14 | 4,86 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 11/12/2008 0:00 | 1,03 | 4,97 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 22/12/2008 0:00 | 1,01 | 4,99 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 23/01/2009 0:00 | 1,07 | 4,93 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 16/02/2009 0:00 | 1,09 | 4,91 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 09/03/2009 0:00 | 1,07 | 4,93 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 20/03/2009 0:00 | 1,14 | 4,86 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 24/03/2009 0:00 | 1,12 | 4,88 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 03/04/2009 0:00 | 1,09 | 4,91 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 08/04/2009 0:00 | 1,12 | 4,88 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 14/04/2009 0:00 | 1,10 | 4,90 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 21/04/2009 0:00 | 1,11 | 4,89 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 28/04/2009 0:00 | 1,14 | 4,86 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 07/05/2009 0:00 | 1,14 | 4,86 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 11/05/2009 0:00 | 1,10 | 4,90 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 20/05/2009 0:00 | 1,07 | 4,93 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 27/05/2009 0:00 | 1,12 | 4,88 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 03/06/2009 0:00 | 1,10 | 4,90 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 09/06/2009 0:00 | 1,10 | 4,90 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 16/06/2009 0:00 | 1,12 | 4,88 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 24/06/2009 0:00 | 1,13 | 4,87 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 01/07/2009 0:00 | 1,14 | 4,86 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 08/07/2009 0:00 | 1,15 | 4,85 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 14/07/2009 0:00 | 1,15 | 4,85 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 22/07/2009 0:00 | 1,04 | 4,96 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 29/07/2009 0:00 | 1,12 | 4,88 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 05/08/2009 0:00 | 1,11 | 4,89 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 12/08/2009 0:00 | 1,09 | 4,91 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 20/08/2009 0:00 | 1,11 | 4,89 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 27/08/2009 0:00 | 1,05 | 4,95 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 03/09/2009 0:00 | 1,08 | 4,92 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 09/09/2009 0:00 | 1,10 | 4,90 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 17/09/2009 0:00 | 1,04 | 4,96 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 23/09/2009 0:00 | 1,08 | 4,92 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 01/10/2009 0:00 | 1,07 | 4,93 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 08/10/2009 0:00 | 1,05 | 4,95 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 14/10/2009 0:00 | 1,06 | 4,94 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 21/10/2009 0:00 | 1,06 | 4,94 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 28/10/2009 0:00 | 1,09 | 4,91 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 04/11/2009 0:00 | 1,07 | 4,93 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 11/11/2009 0:00 | 1,00 | 5,00 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 18/11/2009 0:00 | 1,02 | 4,98 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 25/11/2009 0:00 | 1,07 | 4,93 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 02/12/2009 0:00 | 1,05 | 4,95 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 09/12/2009 0:00 | 1,05 | 4,95 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 15/12/2009 0:00 | 1,04 | 4,96 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 23/12/2009 0:00 | 1,01 | 4,99 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 14/01/2010 0:00 | 1,04 | 4,96 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 20/01/2010 0:00 | 1,09 | 4,91 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 03/03/2010 0:00 | 1,09 | 4,91 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 10/03/2010 0:00 | 1,08 | 4,92 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 07/04/2010 0:00 | 1,04 | 4,96 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 15/04/2010 0:00 | 1,03 | 4,97 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 21/04/2010 0:00 | 1,04 | 4,96 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 28/04/2010 0:00 | 1,04 | 4,96 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 05/05/2010 0:00 | 1,01 | 4,99 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 12/05/2010 0:00 | 1,04 | 4,96 |
| Obra Túnel | PzU10 | 6 | 30/05/2010 0:00 | 1,09 | 4,91 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 20/03/2009 0:00 | 1,40 | 4,58 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 24/03/2009 0:00 | 1,44 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 03/04/2009 0:00 | 1,40 | 4,58 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 08/04/2009 0:00 | 1,38 | 4,60 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 14/04/2009 0:00 | 1,33 | 4,65 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 21/04/2009 0:00 | 1,37 | 4,61 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 28/04/2009 0:00 | 1,40 | 4,58 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 07/05/2009 0:00 | 1,38 | 4,60 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 11/05/2009 0:00 | 1,40 | 4,58 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 20/05/2009 0:00 | 1,34 | 4,64 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 27/05/2009 0:00 | 1,39 | 4,59 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 03/06/2009 0:00 | 1,44 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 09/06/2009 0:00 | 1,44 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 16/06/2009 0:00 | 1,42 | 4,56 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 24/06/2009 0:00 | 1,47 | 4,51 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 01/07/2009 0:00 | 1,47 | 4,51 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 08/07/2009 0:00 | 1,55 | 4,43 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 14/07/2009 0:00 | 1,50 | 4,48 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 22/07/2009 0:00 | 1,44 | 4,54 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 29/07/2009 0:00 | 1,46 | 4,52 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 05/08/2009 0:00 | 1,44 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 12/08/2009 0:00 | 1,42 | 4,56 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 20/08/2009 0:00 | 1,45 | 4,53 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 27/08/2009 0:00 | 1,45 | 4,53 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 03/09/2009 0:00 | 1,44 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 09/09/2009 0:00 | 1,50 | 4,48 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 17/09/2009 0:00 | 1,39 | 4,59 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 23/09/2009 0:00 | 1,44 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 01/10/2009 0:00 | 1,47 | 4,51 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 08/10/2009 0:00 | 1,47 | 4,51 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 14/10/2009 0:00 | 1,52 | 4,46 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 21/10/2009 0:00 | 1,46 | 4,52 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 28/10/2009 0:00 | 1,44 | 4,54 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 04/11/2009 0:00 | 1,34 | 4,64 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 11/11/2009 0:00 | 1,26 | 4,72 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 18/11/2009 0:00 | 1,26 | 4,72 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 25/11/2009 0:00 | 1,36 | 4,62 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 02/12/2009 0:00 | 1,34 | 4,64 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 09/12/2009 0:00 | 1,37 | 4,61 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 15/12/2009 0:00 | 1,36 | 4,62 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 23/12/2009 0:00 | 1,47 | 4,51 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 14/01/2010 0:00 | 1,39 | 4,59 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 20/01/2010 0:00 | 1,42 | 4,56 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 27/01/2010 0:00 | 1,27 | 4,71 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 01/02/2010 0:00 | 1,08 | 4,90 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 08/02/2010 0:00 | 1,40 | 4,58 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 18/02/2010 0:00 | 1,48 | 4,50 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 24/02/2010 0:00 | 1,51 | 4,47 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 03/03/2010 0:00 | 1,51 | 4,47 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 10/03/2010 0:00 | 1,51 | 4,47 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 17/03/2010 0:00 | 1,53 | 4,45 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 25/03/2010 0:00 | 1,50 | 4,48 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 31/03/2010 0:00 | 1,48 | 4,50 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 07/04/2010 0:00 | 1,48 | 4,50 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 15/04/2010 0:00 | 1,52 | 4,46 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 21/04/2010 0:00 | 1,57 | 4,41 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 28/04/2010 0:00 | 1,58 | 4,40 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 05/05/2010 0:00 | 1,47 | 4,51 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 12/05/2010 0:00 | 1,42 | 4,56 |
| Obra Túnel | PzU2 | 5,98 | 30/05/2010 0:00 | 1,50 | 4,48 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 04/11/2008 0:00 | 3,98 | 2,02 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 11/12/2008 0:00 | 3,98 | 2,02 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 22/12/2008 0:00 | 3,95 | 2,05 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 23/01/2009 0:00 | 4,01 | 1,99 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 10/02/2009 0:00 | 3,93 | 2,07 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 16/02/2009 0:00 | 3,97 | 2,03 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 20/03/2009 0:00 | 4,00 | 2,00 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 24/03/2009 0:00 | 4,03 | 1,97 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 03/04/2009 0:00 | 4,04 | 1,96 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 08/04/2009 0:00 | 4,01 | 1,99 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 14/04/2009 0:00 | 3,95 | 2,05 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 21/04/2009 0:00 | 4,02 | 1,98 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 28/04/2009 0:00 | 3,97 | 2,03 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 07/05/2009 0:00 | 4,03 | 1,97 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 11/05/2009 0:00 | 4,01 | 1,99 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 20/05/2009 0:00 | 3,98 | 2,02 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 27/05/2009 0:00 | 4,04 | 1,96 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 03/06/2009 0:00 | 4,04 | 1,96 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 09/06/2009 0:00 | 4,09 | 1,91 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 16/06/2009 0:00 | 4,06 | 1,94 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 24/06/2009 0:00 | 4,05 | 1,95 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 01/07/2009 0:00 | 4,05 | 1,95 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 08/07/2009 0:00 | 4,07 | 1,93 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 14/07/2009 0:00 | 4,07 | 1,93 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 22/07/2009 0:00 | 4,04 | 1,96 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 29/07/2009 0:00 | 4,05 | 1,95 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 05/08/2009 0:00 | 4,05 | 1,95 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 12/08/2009 0:00 | 4,05 | 1,95 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 20/08/2009 0:00 | 4,07 | 1,93 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 27/08/2009 0:00 | 4,08 | 1,92 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 03/09/2009 0:00 | 4,07 | 1,93 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 09/09/2009 0:00 | 4,10 | 1,90 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 17/09/2009 0:00 | 4,02 | 1,98 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 23/09/2009 0:00 | 4,05 | 1,95 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 01/10/2009 0:00 | 4,08 | 1,92 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 08/10/2009 0:00 | 4,09 | 1,91 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 14/10/2009 0:00 | 4,12 | 1,88 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 21/10/2009 0:00 | 4,07 | 1,93 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 28/10/2009 0:00 | 4,00 | 2,00 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 04/11/2009 0:00 | 4,01 | 1,99 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 11/11/2009 0:00 | 3,86 | 2,14 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 18/11/2009 0:00 | 3,90 | 2,10 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 25/11/2009 0:00 | 3,96 | 2,04 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 02/12/2009 0:00 | 3,87 | 2,13 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 09/12/2009 0:00 | 3,88 | 2,12 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 15/12/2009 0:00 | 3,90 | 2,10 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 23/12/2009 0:00 | 3,93 | 2,07 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 14/01/2010 0:00 | 3,76 | 2,24 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 20/01/2010 0:00 | 3,84 | 2,16 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 27/01/2010 0:00 | 3,69 | 2,31 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 01/02/2010 0:00 | 3,85 | 2,15 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 08/02/2010 0:00 | 3,80 | 2,20 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 18/02/2010 0:00 | 3,84 | 2,16 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 24/02/2010 0:00 | 3,84 | 2,16 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 03/03/2010 0:00 | 3,85 | 2,15 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 10/03/2010 0:00 | 3,89 | 2,11 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 17/03/2010 0:00 | 3,92 | 2,08 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 25/03/2010 0:00 | 3,85 | 2,15 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 31/03/2010 0:00 | 3,88 | 2,12 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 07/04/2010 0:00 | 3,92 | 2,08 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 15/04/2010 0:00 | 3,90 | 2,10 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 21/04/2010 0:00 | 3,94 | 2,06 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 28/04/2010 0:00 | 3,96 | 2,04 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 05/05/2010 0:00 | 3,94 | 2,06 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 12/05/2010 0:00 | 3,86 | 2,14 |
| Obra Túnel | PzU3 | 6 | 30/05/2010 0:00 | 3,97 | 2,03 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 27/10/2008 0:00 | 2,06 | 3,74 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 11/12/2008 0:00 | 1,85 | 3,95 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 22/12/2008 0:00 | 1,89 | 3,91 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 23/01/2009 0:00 | 1,95 | 3,85 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 16/02/2009 0:00 | 1,84 | 3,96 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 09/03/2009 0:00 | 1,86 | 3,94 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 20/03/2009 0:00 | 1,89 | 3,91 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 24/03/2009 0:00 | 1,89 | 3,91 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 03/04/2009 0:00 | 1,89 | 3,91 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 08/04/2009 0:00 | 1,90 | 3,90 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 14/04/2009 0:00 | 1,91 | 3,89 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 21/04/2009 0:00 | 1,88 | 3,92 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 28/04/2009 0:00 | 1,87 | 3,93 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 07/05/2009 0:00 | 1,89 | 3,91 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 11/05/2009 0:00 | 1,89 | 3,91 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 20/05/2009 0:00 | 1,87 | 3,93 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 27/05/2009 0:00 | 1,87 | 3,93 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 03/06/2009 0:00 | 1,85 | 3,95 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 09/06/2009 0:00 | 1,87 | 3,93 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 16/06/2009 0:00 | 1,87 | 3,93 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 24/06/2009 0:00 | 1,88 | 3,92 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 01/07/2009 0:00 | 1,89 | 3,91 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 08/07/2009 0:00 | 1,90 | 3,90 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 14/07/2009 0:00 | 1,92 | 3,88 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 22/07/2009 0:00 | 1,95 | 3,85 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 29/07/2009 0:00 | 1,93 | 3,87 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 05/08/2009 0:00 | 1,92 | 3,88 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 12/08/2009 0:00 | 1,87 | 3,93 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 20/08/2009 0:00 | 1,84 | 3,96 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 27/08/2009 0:00 | 1,81 | 3,99 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 03/09/2009 0:00 | 1,80 | 4,00 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 09/09/2009 0:00 | 1,79 | 4,01 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 17/09/2009 0:00 | 1,77 | 4,03 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 23/09/2009 0:00 | 1,76 | 4,04 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 01/10/2009 0:00 | 1,75 | 4,05 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 08/10/2009 0:00 | 1,73 | 4,07 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 14/10/2009 0:00 | 1,75 | 4,05 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 21/10/2009 0:00 | 1,75 | 4,05 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 28/10/2009 0:00 | 1,74 | 4,06 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 04/11/2009 0:00 | 1,73 | 4,07 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 11/11/2009 0:00 | 1,63 | 4,17 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 18/11/2009 0:00 | 1,62 | 4,18 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 25/11/2009 0:00 | 1,65 | 4,15 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 02/12/2009 0:00 | 1,61 | 4,19 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 09/12/2009 0:00 | 1,58 | 4,22 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 15/12/2009 0:00 | 1,58 | 4,22 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 23/12/2009 0:00 | 1,75 | 4,05 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 14/01/2010 0:00 | 1,24 | 4,56 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 20/01/2010 0:00 | 1,53 | 4,27 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 27/01/2010 0:00 | 1,58 | 4,22 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 01/02/2010 0:00 | 1,61 | 4,19 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 08/02/2010 0:00 | 1,59 | 4,21 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 18/02/2010 0:00 | 1,60 | 4,20 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 24/02/2010 0:00 | 1,62 | 4,18 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 03/03/2010 0:00 | 1,63 | 4,17 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 10/03/2010 0:00 | 1,64 | 4,16 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 17/03/2010 0:00 | 1,66 | 4,14 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 25/03/2010 0:00 | 1,69 | 4,11 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 31/03/2010 0:00 | 1,66 | 4,14 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 07/04/2010 0:00 | 1,62 | 4,18 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 15/04/2010 0:00 | 1,63 | 4,17 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 21/04/2010 0:00 | 1,64 | 4,16 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 28/04/2010 0:00 | 1,66 | 4,14 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 05/05/2010 0:00 | 1,67 | 4,13 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 12/05/2010 0:00 | 1,64 | 4,16 |
| Obra Túnel | PzU5 | 5,8 | 30/05/2010 0:00 | 1,66 | 4,14 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 27/10/2008 0:00 | 1,27 | 4,73 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 11/12/2008 0:00 | 1,06 | 4,94 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 22/12/2008 0:00 | 1,13 | 4,87 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 23/01/2009 0:00 | 1,15 | 4,85 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 16/02/2009 0:00 | 1,11 | 4,89 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 09/03/2009 0:00 | 1,10 | 4,90 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 20/03/2009 0:00 | 1,19 | 4,81 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 24/03/2009 0:00 | 1,24 | 4,76 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 03/04/2009 0:00 | 1,20 | 4,80 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 08/04/2009 0:00 | 1,18 | 4,82 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 14/04/2009 0:00 | 1,18 | 4,82 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 21/04/2009 0:00 | 1,16 | 4,84 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 28/04/2009 0:00 | 1,18 | 4,82 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 07/05/2009 0:00 | 1,18 | 4,82 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 11/05/2009 0:00 | 1,20 | 4,80 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 20/05/2009 0:00 | 1,17 | 4,83 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 27/05/2009 0:00 | 1,19 | 4,81 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 03/06/2009 0:00 | 1,20 | 4,80 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 09/06/2009 0:00 | 1,22 | 4,78 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 16/06/2009 0:00 | 1,22 | 4,78 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 24/06/2009 0:00 | 1,22 | 4,78 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 01/07/2009 0:00 | 1,21 | 4,79 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 08/07/2009 0:00 | 1,25 | 4,75 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 14/07/2009 0:00 | 1,23 | 4,77 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 22/07/2009 0:00 | 1,18 | 4,82 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 29/07/2009 0:00 | 1,17 | 4,83 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 05/08/2009 0:00 | 1,14 | 4,86 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 12/08/2009 0:00 | 1,15 | 4,85 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 20/08/2009 0:00 | 1,16 | 4,84 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 27/08/2009 0:00 | 1,18 | 4,82 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 03/09/2009 0:00 | 1,17 | 4,83 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 09/09/2009 0:00 | 1,22 | 4,78 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 17/09/2009 0:00 | 1,13 | 4,87 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 23/09/2009 0:00 | 1,18 | 4,82 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 01/10/2009 0:00 | 1,24 | 4,76 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 08/10/2009 0:00 | 1,25 | 4,75 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 14/10/2009 0:00 | 1,24 | 4,76 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 21/10/2009 0:00 | 1,23 | 4,77 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 28/10/2009 0:00 | 1,19 | 4,81 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 04/11/2009 0:00 | 1,10 | 4,90 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 11/11/2009 0:00 | 1,02 | 4,98 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 18/11/2009 0:00 | 1,05 | 4,95 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 25/11/2009 0:00 | 1,18 | 4,82 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 02/12/2009 0:00 | 1,10 | 4,90 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 09/12/2009 0:00 | 1,13 | 4,87 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 15/12/2009 0:00 | 1,14 | 4,86 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 23/12/2009 0:00 | 1,49 | 4,51 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 14/01/2010 0:00 | 1,41 | 4,59 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 20/01/2010 0:00 | 1,12 | 4,88 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 27/01/2010 0:00 | 1,17 | 4,83 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 01/02/2010 0:00 | 1,01 | 4,99 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 08/02/2010 0:00 | 1,14 | 4,86 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 18/02/2010 0:00 | 1,23 | 4,77 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 24/02/2010 0:00 | 1,22 | 4,78 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 03/03/2010 0:00 | 1,26 | 4,74 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 10/03/2010 0:00 | 1,23 | 4,77 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 17/03/2010 0:00 | 1,23 | 4,77 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 25/03/2010 0:00 | 1,21 | 4,79 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 31/03/2010 0:00 | 1,21 | 4,79 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 07/04/2010 0:00 | 1,19 | 4,81 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 15/04/2010 0:00 | 1,21 | 4,79 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 21/04/2010 0:00 | 1,29 | 4,71 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 28/04/2010 0:00 | 1,30 | 4,70 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 05/05/2010 0:00 | 1,19 | 4,81 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 12/05/2010 0:00 | 1,21 | 4,79 |
| Obra Túnel | PzU6 | 6 | 30/05/2010 0:00 | 1,18 | 4,82 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 27/10/2008 0:00 | 1,13 | 4,47 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 11/12/2008 0:00 | 0,78 | 4,82 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 22/12/2008 0:00 | 1,16 | 4,44 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 23/01/2009 0:00 | 1,12 | 4,48 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 16/02/2009 0:00 | 1,18 | 4,42 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 09/03/2009 0:00 | 1,09 | 4,51 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 20/03/2009 0:00 | 1,26 | 4,34 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 24/03/2009 0:00 | 1,32 | 4,28 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 03/04/2009 0:00 | 1,26 | 4,34 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 08/04/2009 0:00 | 1,17 | 4,43 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 14/04/2009 0:00 | 1,15 | 4,45 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 21/04/2009 0:00 | 1,17 | 4,43 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 28/04/2009 0:00 | 1,24 | 4,36 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 07/05/2009 0:00 | 1,21 | 4,39 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 11/05/2009 0:00 | 1,25 | 4,35 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 20/05/2009 0:00 | 1,16 | 4,44 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 27/05/2009 0:00 | 1,26 | 4,34 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 03/06/2009 0:00 | 1,35 | 4,25 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 09/06/2009 0:00 | 1,32 | 4,28 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 16/06/2009 0:00 | 1,32 | 4,28 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 24/06/2009 0:00 | 1,44 | 4,16 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 01/07/2009 0:00 | 1,38 | 4,22 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 08/07/2009 0:00 | 1,45 | 4,15 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 14/07/2009 0:00 | 1,42 | 4,18 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 22/07/2009 0:00 | 0,74 | 4,86 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 29/07/2009 0:00 | 1,22 | 4,38 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 05/08/2009 0:00 | 1,24 | 4,36 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 12/08/2009 0:00 | 1,18 | 4,42 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 20/08/2009 0:00 | 1,33 | 4,27 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 27/08/2009 0:00 | 1,29 | 4,31 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 03/09/2009 0:00 | 1,30 | 4,30 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 09/09/2009 0:00 | 1,38 | 4,22 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 17/09/2009 0:00 | 1,07 | 4,53 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 23/09/2009 0:00 | 1,27 | 4,33 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 01/10/2009 0:00 | 1,41 | 4,19 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 08/10/2009 0:00 | 0,99 | 4,61 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 14/10/2009 0:00 | 1,26 | 4,34 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 21/10/2009 0:00 | 1,13 | 4,47 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 28/10/2009 0:00 | 1,14 | 4,46 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 04/11/2009 0:00 | 0,99 | 4,61 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 11/11/2009 0:00 | 1,12 | 4,48 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 25/11/2009 0:00 | 0,82 | 4,78 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 02/12/2009 0:00 | 0,97 | 4,63 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 09/12/2009 0:00 | 1,04 | 4,56 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 15/12/2009 0:00 | 1,05 | 4,55 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 23/12/2009 0:00 | 1,20 | 4,40 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 14/01/2010 0:00 | 0,72 | 4,88 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 20/01/2010 0:00 | 1,05 | 4,55 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 27/01/2010 0:00 | 1,13 | 4,47 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 01/02/2010 0:00 | 0,87 | 4,73 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 08/02/2010 0:00 | 0,91 | 4,69 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 18/02/2010 0:00 | 1,26 | 4,34 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 24/02/2010 0:00 | 1,18 | 4,42 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 03/03/2010 0:00 | 1,22 | 4,38 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 10/03/2010 0:00 | 1,28 | 4,32 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 17/03/2010 0:00 | 1,31 | 4,29 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 25/03/2010 0:00 | 1,20 | 4,40 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 31/03/2010 0:00 | 1,12 | 4,48 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 07/04/2010 0:00 | 1,05 | 4,55 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 15/04/2010 0:00 | 1,22 | 4,38 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 21/04/2010 0:00 | 1,29 | 4,31 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 28/04/2010 0:00 | 1,31 | 4,29 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 05/05/2010 0:00 | 1,14 | 4,46 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 12/05/2010 0:00 | 1,17 | 4,43 |
| Obra Túnel | PzU7 | 5,6 | 30/05/2010 0:00 | 1,16 | 4,44 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 04/11/2008 0:00 | 1,32 | 4,68 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 11/12/2008 0:00 | 1,17 | 4,83 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 22/12/2008 0:00 | 1,17 | 4,83 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 23/01/2009 0:00 | 1,13 | 4,87 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 16/02/2009 0:00 | 1,06 | 4,94 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 09/03/2009 0:00 | 1,00 | 5,00 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 20/03/2009 0:00 | 0,99 | 5,01 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 24/03/2009 0:00 | 1,03 | 4,97 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 03/04/2009 0:00 | 0,96 | 5,04 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 08/04/2009 0:00 | 0,95 | 5,05 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 14/04/2009 0:00 | 0,95 | 5,05 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 21/04/2009 0:00 | 0,96 | 5,04 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 28/04/2009 0:00 | 0,94 | 5,06 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 07/05/2009 0:00 | 0,99 | 5,01 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 11/05/2009 0:00 | 0,94 | 5,06 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 20/05/2009 0:00 | 0,91 | 5,09 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 27/05/2009 0:00 | 0,90 | 5,10 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 03/06/2009 0:00 | 0,90 | 5,10 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 09/06/2009 0:00 | 0,90 | 5,10 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 16/06/2009 0:00 | 0,89 | 5,11 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 24/06/2009 0:00 | 0,89 | 5,11 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 01/07/2009 0:00 | 0,90 | 5,10 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 08/07/2009 0:00 | 0,90 | 5,10 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 14/07/2009 0:00 | 0,89 | 5,11 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 22/07/2009 0:00 | 0,90 | 5,10 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 29/07/2009 0:00 | 0,88 | 5,12 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 05/08/2009 0:00 | 0,90 | 5,10 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 12/08/2009 0:00 | 0,88 | 5,12 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 20/08/2009 0:00 | 0,88 | 5,12 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 27/08/2009 0:00 | 0,87 | 5,13 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 03/09/2009 0:00 | 0,90 | 5,10 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 09/09/2009 0:00 | 0,89 | 5,11 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 17/09/2009 0:00 | 0,85 | 5,15 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 23/09/2009 0:00 | 0,86 | 5,14 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 01/10/2009 0:00 | 0,88 | 5,12 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 08/10/2009 0:00 | 0,86 | 5,14 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 14/10/2009 0:00 | 0,89 | 5,11 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 21/10/2009 0:00 | 0,89 | 5,11 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 28/10/2009 0:00 | 0,89 | 5,11 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 04/11/2009 0:00 | 0,88 | 5,12 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 11/11/2009 0:00 | 0,89 | 5,11 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 18/11/2009 0:00 | 0,87 | 5,13 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 25/11/2009 0:00 | 0,88 | 5,12 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 02/12/2009 0:00 | 0,01 | 5,99 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 09/12/2009 0:00 | 0,02 | 5,98 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 15/12/2009 0:00 | 0,00 | -10,00 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 23/12/2009 0:00 | 0,03 | 5,97 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 14/01/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 20/01/2010 0:00 | 0,04 | 5,96 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 27/01/2010 0:00 | 0,04 | 5,96 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 01/02/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 08/02/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 18/02/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 24/02/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 03/03/2010 0:00 | 0,04 | 5,96 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 10/03/2010 0:00 | 0,04 | 5,96 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 17/03/2010 0:00 | 0,04 | 5,96 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 25/03/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 31/03/2010 0:00 | 0,04 | 5,96 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 07/04/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 15/04/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 21/04/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 28/04/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 05/05/2010 0:00 | 0,04 | 5,96 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 12/05/2010 0:00 | 0,03 | 5,97 |
| Obra Túnel | PzU8 | 6 | 30/05/2010 0:00 | 0,05 | 5,95 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 27/10/2008 0:00 | 1,34 | 5,66 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 11/12/2008 0:00 | 1,15 | 5,85 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 22/12/2008 0:00 | 1,13 | 5,87 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 23/01/2009 0:00 | 1,12 | 5,88 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 16/02/2009 0:00 | 1,17 | 5,83 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 09/03/2009 0:00 | 1,08 | 5,92 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 20/03/2009 0:00 | 1,19 | 5,81 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 24/03/2009 0:00 | 1,23 | 5,77 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 03/04/2009 0:00 | 1,22 | 5,78 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 08/04/2009 0:00 | 1,25 | 5,75 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 14/04/2009 0:00 | 1,17 | 5,83 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 21/04/2009 0:00 | 1,13 | 5,87 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 28/04/2009 0:00 | 1,24 | 5,76 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 07/05/2009 0:00 | 1,15 | 5,85 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 11/05/2009 0:00 | 1,30 | 5,70 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 20/05/2009 0:00 | 1,25 | 5,75 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 27/05/2009 0:00 | 1,33 | 5,67 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 03/06/2009 0:00 | 1,31 | 5,69 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 09/06/2009 0:00 | 1,28 | 5,72 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 16/06/2009 0:00 | 1,30 | 5,70 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 24/06/2009 0:00 | 1,31 | 5,69 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 01/07/2009 0:00 | 1,33 | 5,67 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 08/07/2009 0:00 | 1,30 | 5,70 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 14/07/2009 0:00 | 1,33 | 5,67 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 22/07/2009 0:00 | 1,33 | 5,67 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 29/07/2009 0:00 | 1,32 | 5,68 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 05/08/2009 0:00 | 1,30 | 5,70 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 12/08/2009 0:00 | 1,30 | 5,70 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 20/08/2009 0:00 | 1,33 | 5,67 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 27/08/2009 0:00 | 1,23 | 5,77 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 03/09/2009 0:00 | 1,28 | 5,72 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 09/09/2009 0:00 | 1,31 | 5,69 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 17/09/2009 0:00 | 1,25 | 5,75 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 23/09/2009 0:00 | 1,23 | 5,77 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 01/10/2009 0:00 | 1,26 | 5,74 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 08/10/2009 0:00 | 1,26 | 5,74 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 14/10/2009 0:00 | 1,28 | 5,72 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 21/10/2009 0:00 | 1,25 | 5,75 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 28/10/2009 0:00 | 1,27 | 5,73 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 04/11/2009 0:00 | 1,23 | 5,77 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 11/11/2009 0:00 | 1,10 | 5,90 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 18/11/2009 0:00 | 1,13 | 5,87 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 25/11/2009 0:00 | 1,23 | 5,77 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 02/12/2009 0:00 | 1,20 | 5,80 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 09/12/2009 0:00 | 1,27 | 5,73 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 15/12/2009 0:00 | 1,21 | 5,79 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 23/12/2009 0:00 | 1,33 | 5,67 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 14/01/2010 0:00 | 1,14 | 5,86 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 20/01/2010 0:00 | 1,21 | 5,79 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 27/01/2010 0:00 | 1,22 | 5,78 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 01/02/2010 0:00 | 1,17 | 5,83 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 08/02/2010 0:00 | 1,18 | 5,82 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 18/02/2010 0:00 | 1,28 | 5,72 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 24/02/2010 0:00 | 1,26 | 5,74 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 03/03/2010 0:00 | 1,24 | 5,76 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 10/03/2010 0:00 | 1,27 | 5,73 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 17/03/2010 0:00 | 1,32 | 5,68 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 25/03/2010 0:00 | 1,27 | 5,73 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 31/03/2010 0:00 | 1,27 | 5,73 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 07/04/2010 0:00 | 1,28 | 5,72 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 15/04/2010 0:00 | 1,30 | 5,70 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 21/04/2010 0:00 | 1,34 | 5,66 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 28/04/2010 0:00 | 1,36 | 5,64 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 05/05/2010 0:00 | 1,34 | 5,66 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 12/05/2010 0:00 | 1,23 | 5,77 |
| Obra Túnel | PzU9 | 7 | 30/05/2010 0:00 | 1,29 | 5,71 |
| Obra Túnel | SIG-20 | 7,7 | 10/10/2007 12:53 | 5,05 | 2,65 |
| Obra Túnel | SIG-20 | 7,7 | 15/11/2007 13:19 | 4,95 | 2,75 |
| Obra Túnel | SIG-20 | 7,7 | 04/12/2007 18:08 | 5,05 | 2,65 |
| Obra Túnel | SIG-20 | 7,7 | 31/05/2010 0:00 | 4,51 | 3,19 |
| Obra Túnel | SIG-20 | 7,7 | 09/06/2010 13:50 | 5,10 | 2,60 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 04/11/2008 0:00 | 4,28 | 1,70 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 11/12/2008 0:00 | 4,00 | 1,98 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 22/12/2008 0:00 | 3,99 | 1,99 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 23/01/2009 0:00 | 4,05 | 1,93 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 10/02/2009 0:00 | 3,96 | 2,02 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 16/02/2009 0:00 | 3,99 | 1,99 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 20/03/2009 0:00 | 4,04 | 1,94 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 24/03/2009 0:00 | 4,08 | 1,90 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 03/04/2009 0:00 | 4,07 | 1,91 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 08/04/2009 0:00 | 4,08 | 1,90 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 14/04/2009 0:00 | 4,02 | 1,96 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 21/04/2009 0:00 | 4,07 | 1,91 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 28/04/2009 0:00 | 4,03 | 1,95 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 07/05/2009 0:00 | 4,09 | 1,89 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 11/05/2009 0:00 | 4,08 | 1,90 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 20/05/2009 0:00 | 4,04 | 1,94 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 27/05/2009 0:00 | 4,10 | 1,88 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 03/06/2009 0:00 | 4,10 | 1,88 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 09/06/2009 0:00 | 4,12 | 1,86 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 16/06/2009 0:00 | 4,12 | 1,86 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 24/06/2009 0:00 | 4,11 | 1,87 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 01/07/2009 0:00 | 4,11 | 1,87 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 08/07/2009 0:00 | 4,13 | 1,85 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 22/07/2009 0:00 | 3,64 | 2,34 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 29/07/2009 0:00 | 3,98 | 2,00 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 05/08/2009 0:00 | 3,98 | 2,00 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 12/08/2009 0:00 | 3,95 | 2,03 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 20/08/2009 0:00 | 4,06 | 1,92 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 27/08/2009 0:00 | 4,08 | 1,90 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 03/09/2009 0:00 | 4,05 | 1,93 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 09/09/2009 0:00 | 4,11 | 1,87 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 17/09/2009 0:00 | 3,08 | 2,90 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 23/09/2009 0:00 | 3,85 | 2,13 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 01/10/2009 0:00 | 4,09 | 1,89 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 08/10/2009 0:00 | 3,94 | 2,04 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 14/10/2009 0:00 | 4,13 | 1,85 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 21/10/2009 0:00 | 3,91 | 2,07 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 28/10/2009 0:00 | 3,88 | 2,10 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 04/11/2009 0:00 | 3,29 | 2,69 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 11/11/2009 0:00 | 2,05 | 3,93 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 18/11/2009 0:00 | 2,22 | 3,76 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 25/11/2009 0:00 | 3,07 | 2,91 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 02/12/2009 0:00 | 2,53 | 3,45 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 09/12/2009 0:00 | 2,25 | 3,73 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 15/12/2009 0:00 | 2,61 | 3,37 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 23/12/2009 0:00 | 2,50 | 3,48 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 14/01/2010 0:00 | 2,52 | 3,46 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 20/01/2010 0:00 | 2,69 | 3,29 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 27/01/2010 0:00 | 2,70 | 3,28 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 01/02/2010 0:00 | 2,64 | 3,34 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 08/02/2010 0:00 | 1,72 | 4,26 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 18/02/2010 0:00 | 1,89 | 4,09 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 24/02/2010 0:00 | 2,71 | 3,27 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 03/03/2010 0:00 | 3,06 | 2,92 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 10/03/2010 0:00 | 3,42 | 2,56 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 17/03/2010 0:00 | 3,37 | 2,61 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 25/03/2010 0:00 | 3,32 | 2,66 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 31/03/2010 0:00 | 3,00 | 2,98 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 07/04/2010 0:00 | 2,97 | 3,01 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 15/04/2010 0:00 | 3,42 | 2,56 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 21/04/2010 0:00 | 3,66 | 2,32 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 28/04/2010 0:00 | 3,70 | 2,28 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 05/05/2010 0:00 | 3,35 | 2,63 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 12/05/2010 0:00 | 2,80 | 3,18 |
| Obra Túnel | SIG-29+PzD1 | 5,98 | 30/05/2010 0:00 | 2,59 | 3,39 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 23/10/2008 0:00 | 4,23 | 1,69 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 23/01/2009 0:00 | 4,07 | 1,85 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 10/02/2009 0:00 | 3,97 | 1,95 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 16/02/2009 0:00 | 4,01 | 1,91 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 20/03/2009 0:00 | 4,07 | 1,85 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 24/03/2009 0:00 | 4,10 | 1,82 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 03/04/2009 0:00 | 4,09 | 1,83 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 08/04/2009 0:00 | 4,09 | 1,83 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 14/04/2009 0:00 | 4,03 | 1,89 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 21/04/2009 0:00 | 4,09 | 1,83 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 28/04/2009 0:00 | 4,04 | 1,88 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 07/05/2009 0:00 | 4,11 | 1,81 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 11/05/2009 0:00 | 4,09 | 1,83 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 20/05/2009 0:00 | 4,06 | 1,86 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 27/05/2009 0:00 | 4,11 | 1,81 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 03/06/2009 0:00 | 4,11 | 1,81 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 09/06/2009 0:00 | 4,14 | 1,78 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 16/06/2009 0:00 | 4,12 | 1,80 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 24/06/2009 0:00 | 4,12 | 1,80 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 01/07/2009 0:00 | 4,12 | 1,80 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 08/07/2009 0:00 | 4,14 | 1,78 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 14/07/2009 0:00 | 4,14 | 1,78 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 22/07/2009 0:00 | 4,11 | 1,81 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 29/07/2009 0:00 | 4,11 | 1,81 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 05/08/2009 0:00 | 4,12 | 1,80 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 12/08/2009 0:00 | 4,11 | 1,81 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 20/08/2009 0:00 | 4,12 | 1,80 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 27/08/2009 0:00 | 4,17 | 1,75 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 03/09/2009 0:00 | 4,13 | 1,79 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 09/09/2009 0:00 | 4,17 | 1,75 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 17/09/2009 0:00 | 4,09 | 1,83 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 23/09/2009 0:00 | 4,12 | 1,80 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 01/10/2009 0:00 | 4,15 | 1,77 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 08/10/2009 0:00 | 4,09 | 1,83 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 14/10/2009 0:00 | 4,20 | 1,72 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 21/10/2009 0:00 | 4,13 | 1,79 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 28/10/2009 0:00 | 4,17 | 1,75 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 04/11/2009 0:00 | 4,09 | 1,83 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 11/11/2009 0:00 | 3,93 | 1,99 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 18/11/2009 0:00 | 3,97 | 1,95 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 25/11/2009 0:00 | 4,04 | 1,88 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 02/12/2009 0:00 | 3,94 | 1,98 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 09/12/2009 0:00 | 3,95 | 1,97 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 15/12/2009 0:00 | 3,99 | 1,93 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 23/12/2009 0:00 | 4,08 | 1,84 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 14/01/2010 0:00 | 3,93 | 1,99 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 20/01/2010 0:00 | 3,91 | 2,01 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 27/01/2010 0:00 | 3,96 | 1,96 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 01/02/2010 0:00 | 3,87 | 2,05 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 08/02/2010 0:00 | 3,90 | 2,02 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 18/02/2010 0:00 | 3,92 | 2,00 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 24/02/2010 0:00 | 3,92 | 2,00 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 03/03/2010 0:00 | 3,94 | 1,98 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 10/03/2010 0:00 | 3,94 | 1,98 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 17/03/2010 0:00 | 4,06 | 1,86 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 25/03/2010 0:00 | 3,95 | 1,97 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 31/03/2010 0:00 | 3,98 | 1,94 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 07/04/2010 0:00 | 4,03 | 1,89 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 15/04/2010 0:00 | 4,00 | 1,92 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 21/04/2010 0:00 | 4,03 | 1,89 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 28/04/2010 0:00 | 4,04 | 1,88 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 05/05/2010 0:00 | 4,03 | 1,89 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 12/05/2010 0:00 | 4,01 | 1,91 |
| Obra Túnel | SIG-30+PzD2 | 5,92 | 30/05/2010 0:00 | 4,04 | 1,88 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 27/10/2008 0:00 | 5,31 | 0,19 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 10/12/2008 0:00 | 5,16 | 0,34 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 22/12/2008 0:00 | 5,11 | 0,39 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 23/01/2009 0:00 | 5,64 | -0,14 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 16/02/2009 0:00 | 5,17 | 0,33 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 09/03/2009 0:00 | 5,17 | 0,33 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 20/03/2009 0:00 | 5,25 | 0,25 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 24/03/2009 0:00 | 5,28 | 0,22 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 03/04/2009 0:00 | 5,23 | 0,27 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 08/04/2009 0:00 | 5,26 | 0,24 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 14/04/2009 0:00 | 5,16 | 0,34 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 21/04/2009 0:00 | 5,20 | 0,30 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 28/04/2009 0:00 | 5,21 | 0,29 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 07/05/2009 0:00 | 5,25 | 0,25 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 11/05/2009 0:00 | 5,23 | 0,27 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 20/05/2009 0:00 | 5,24 | 0,26 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 27/05/2009 0:00 | 5,26 | 0,24 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 03/06/2009 0:00 | 5,30 | 0,20 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 09/06/2009 0:00 | 5,32 | 0,18 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 16/06/2009 0:00 | 5,30 | 0,20 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 24/06/2009 0:00 | 5,30 | 0,20 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 01/07/2009 0:00 | 5,32 | 0,18 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 08/07/2009 0:00 | 5,34 | 0,16 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 14/07/2009 0:00 | 5,32 | 0,18 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 22/07/2009 0:00 | 5,32 | 0,18 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 29/07/2009 0:00 | 5,32 | 0,18 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 05/08/2009 0:00 | 5,32 | 0,18 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 12/08/2009 0:00 | 5,32 | 0,18 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 20/08/2009 0:00 | 5,35 | 0,15 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 27/08/2009 0:00 | 5,33 | 0,17 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 03/09/2009 0:00 | 5,34 | 0,16 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 09/09/2009 0:00 | 5,37 | 0,13 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 17/09/2009 0:00 | 5,31 | 0,19 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 23/09/2009 0:00 | 5,35 | 0,15 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 01/10/2009 0:00 | 5,38 | 0,12 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 08/10/2009 0:00 | 5,35 | 0,15 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 14/10/2009 0:00 | 5,41 | 0,09 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 21/10/2009 0:00 | 5,35 | 0,15 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 28/10/2009 0:00 | 5,39 | 0,11 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 04/11/2009 0:00 | 5,35 | 0,15 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 11/11/2009 0:00 | 5,19 | 0,31 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 18/11/2009 0:00 | 5,23 | 0,27 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 25/11/2009 0:00 | 5,31 | 0,19 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 02/12/2009 0:00 | 5,21 | 0,29 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 09/12/2009 0:00 | 5,24 | 0,26 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 15/12/2009 0:00 | 5,25 | 0,25 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 23/12/2009 0:00 | 5,33 | 0,17 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 14/01/2010 0:00 | 5,12 | 0,38 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 20/01/2010 0:00 | 5,24 | 0,26 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 27/01/2010 0:00 | 5,27 | 0,23 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 01/02/2010 0:00 | 5,21 | 0,29 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 08/02/2010 0:00 | 5,26 | 0,24 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 18/02/2010 0:00 | 5,25 | 0,25 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 24/02/2010 0:00 | 5,31 | 0,19 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 03/03/2010 0:00 | 5,31 | 0,19 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 10/03/2010 0:00 | 5,25 | 0,25 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 17/03/2010 0:00 | 5,32 | 0,18 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 25/03/2010 0:00 | 5,29 | 0,21 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 31/03/2010 0:00 | 5,30 | 0,20 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 07/04/2010 0:00 | 5,28 | 0,22 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 15/04/2010 0:00 | 5,30 | 0,20 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 21/04/2010 0:00 | 5,35 | 0,15 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 28/04/2010 0:00 | 5,34 | 0,16 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 05/05/2010 0:00 | 5,33 | 0,17 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 12/05/2010 0:00 | 5,32 | 0,18 |
| Obra Túnel | SIG-31+PzD4 | 5,5 | 30/05/2010 0:00 | 5,35 | 0,15 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 27/10/2008 0:00 | 5,26 | 0,42 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 22/12/2008 0:00 | 5,08 | 0,60 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 23/01/2009 0:00 | 5,17 | 0,51 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 16/02/2009 0:00 | 5,12 | 0,56 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 09/03/2009 0:00 | 5,12 | 0,56 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 20/03/2009 0:00 | 5,21 | 0,47 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 24/03/2009 0:00 | 5,23 | 0,45 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 03/04/2009 0:00 | 5,18 | 0,50 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 08/04/2009 0:00 | 5,20 | 0,48 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 14/04/2009 0:00 | 5,12 | 0,56 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 21/04/2009 0:00 | 5,15 | 0,53 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 28/04/2009 0:00 | 5,16 | 0,52 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 07/05/2009 0:00 | 5,17 | 0,51 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 11/05/2009 0:00 | 5,17 | 0,51 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 20/05/2009 0:00 | 5,19 | 0,49 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 27/05/2009 0:00 | 5,22 | 0,46 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 03/06/2009 0:00 | 5,25 | 0,43 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 09/06/2009 0:00 | 5,27 | 0,41 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 16/06/2009 0:00 | 5,25 | 0,43 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 24/06/2009 0:00 | 5,25 | 0,43 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 01/07/2009 0:00 | 5,28 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 08/07/2009 0:00 | 5,26 | 0,42 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 14/07/2009 0:00 | 5,28 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 22/07/2009 0:00 | 5,26 | 0,42 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 29/07/2009 0:00 | 5,28 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 05/08/2009 0:00 | 5,28 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 12/08/2009 0:00 | 5,26 | 0,42 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 20/08/2009 0:00 | 5,31 | 0,37 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 27/08/2009 0:00 | 5,26 | 0,42 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 03/09/2009 0:00 | 5,29 | 0,39 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 09/09/2009 0:00 | 5,33 | 0,35 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 17/09/2009 0:00 | 5,25 | 0,43 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 23/09/2009 0:00 | 5,30 | 0,38 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 01/10/2009 0:00 | 5,34 | 0,34 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 08/10/2009 0:00 | 5,34 | 0,34 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 14/10/2009 0:00 | 5,35 | 0,33 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 21/10/2009 0:00 | 5,32 | 0,36 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 28/10/2009 0:00 | 5,34 | 0,34 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 04/11/2009 0:00 | 5,29 | 0,39 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 11/11/2009 0:00 | 5,14 | 0,54 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 18/11/2009 0:00 | 5,19 | 0,49 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 25/11/2009 0:00 | 5,26 | 0,42 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 02/12/2009 0:00 | 5,17 | 0,51 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 09/12/2009 0:00 | 5,19 | 0,49 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 15/12/2009 0:00 | 5,21 | 0,47 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 23/12/2009 0:00 | 5,37 | 0,31 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 14/01/2010 0:00 | 5,21 | 0,47 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 20/01/2010 0:00 | 5,28 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 27/01/2010 0:00 | 5,35 | 0,33 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 08/02/2010 0:00 | 5,16 | 0,52 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 24/02/2010 0:00 | 5,16 | 0,52 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 03/03/2010 0:00 | 5,23 | 0,45 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 10/03/2010 0:00 | 5,23 | 0,45 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 17/03/2010 0:00 | 5,28 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 25/03/2010 0:00 | 5,23 | 0,45 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 31/03/2010 0:00 | 5,26 | 0,42 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 07/04/2010 0:00 | 5,24 | 0,44 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 15/04/2010 0:00 | 5,23 | 0,45 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 21/04/2010 0:00 | 5,28 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 28/04/2010 0:00 | 5,31 | 0,37 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 05/05/2010 0:00 | 5,24 | 0,44 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 12/05/2010 0:00 | 5,23 | 0,45 |
| Obra Túnel | SIG-32+PzD5 | 5,68 | 30/05/2010 0:00 | 5,30 | 0,38 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 27/10/2008 0:00 | 5,57 | 0,43 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 10/12/2008 0:00 | 5,45 | 0,55 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 22/12/2008 0:00 | 5,42 | 0,58 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 23/01/2009 0:00 | 5,53 | 0,47 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 16/02/2009 0:00 | 5,50 | 0,50 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 09/03/2009 0:00 | 5,45 | 0,55 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 20/03/2009 0:00 | 5,56 | 0,44 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 24/03/2009 0:00 | 5,58 | 0,42 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 03/04/2009 0:00 | 5,53 | 0,47 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 08/04/2009 0:00 | 5,54 | 0,46 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 14/04/2009 0:00 | 5,44 | 0,56 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 21/04/2009 0:00 | 5,48 | 0,52 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 28/04/2009 0:00 | 5,50 | 0,50 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 07/05/2009 0:00 | 5,49 | 0,51 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 11/05/2009 0:00 | 5,53 | 0,47 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 20/05/2009 0:00 | 5,52 | 0,48 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 27/05/2009 0:00 | 5,62 | 0,38 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 03/06/2009 0:00 | 5,57 | 0,43 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 09/06/2009 0:00 | 5,60 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 16/06/2009 0:00 | 5,60 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 24/06/2009 0:00 | 5,60 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 01/07/2009 0:00 | 5,61 | 0,39 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 08/07/2009 0:00 | 5,62 | 0,38 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 14/07/2009 0:00 | 5,63 | 0,37 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 22/07/2009 0:00 | 5,61 | 0,39 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 29/07/2009 0:00 | 5,62 | 0,38 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 05/08/2009 0:00 | 5,62 | 0,38 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 12/08/2009 0:00 | 5,61 | 0,39 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 20/08/2009 0:00 | 5,64 | 0,36 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 27/08/2009 0:00 | 5,64 | 0,36 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 03/09/2009 0:00 | 5,64 | 0,36 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 09/09/2009 0:00 | 5,66 | 0,34 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 17/09/2009 0:00 | 5,59 | 0,41 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 23/09/2009 0:00 | 5,63 | 0,37 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 01/10/2009 0:00 | 5,67 | 0,33 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 08/10/2009 0:00 | 5,68 | 0,32 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 14/10/2009 0:00 | 5,68 | 0,32 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 21/10/2009 0:00 | 5,64 | 0,36 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 28/10/2009 0:00 | 5,69 | 0,31 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 04/11/2009 0:00 | 5,63 | 0,37 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 11/11/2009 0:00 | 4,49 | 1,51 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 18/11/2009 0:00 | 5,51 | 0,49 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 25/11/2009 0:00 | 5,60 | 0,40 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 02/12/2009 0:00 | 5,50 | 0,50 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 09/12/2009 0:00 | 5,52 | 0,48 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 15/12/2009 0:00 | 5,53 | 0,47 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 23/12/2009 0:00 | 5,78 | 0,22 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 14/01/2010 0:00 | 5,43 | 0,57 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 20/01/2010 0:00 | 5,53 | 0,47 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 27/01/2010 0:00 | 5,55 | 0,45 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 01/02/2010 0:00 | 5,52 | 0,48 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 08/02/2010 0:00 | 5,55 | 0,45 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 18/02/2010 0:00 | 5,59 | 0,41 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 24/02/2010 0:00 | 5,61 | 0,39 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 03/03/2010 0:00 | 5,56 | 0,44 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 10/03/2010 0:00 | 5,57 | 0,43 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 17/03/2010 0:00 | 5,57 | 0,43 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 25/03/2010 0:00 | 5,57 | 0,43 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 31/03/2010 0:00 | 5,53 | 0,47 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 07/04/2010 0:00 | 5,57 | 0,43 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 15/04/2010 0:00 | 5,61 | 0,39 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 21/04/2010 0:00 | 5,62 | 0,38 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 28/04/2010 0:00 | 5,65 | 0,35 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 05/05/2010 0:00 | 5,63 | 0,37 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 12/05/2010 0:00 | 5,51 | 0,49 |
| Obra Túnel | SIG-33+PzD6 | 6 | 30/05/2010 0:00 | 5,64 | 0,36 |
| Proyecto Túnel | Pz-2C | 6,9 | 10/10/2007 12:32 | 3,88 | 3,02 |
| Proyecto Túnel | Pz-2C | 6,9 | 15/11/2007 12:45 | 4,10 | 2,80 |
| Proyecto Túnel | Pz-2C | 6,9 | 04/12/2007 18:16 | 4,22 | 2,68 |
| Proyecto Túnel | Pz-2L | 6,9 | 10/10/2007 12:35 | 1,10 | 5,80 |
| Proyecto Túnel | Pz-2L | 6,9 | 15/11/2007 12:45 | 1,15 | 5,75 |
| Proyecto Túnel | Pz-2L | 6,9 | 04/12/2007 18:16 | 1,53 | 5,37 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 18/07/2002 0:00 | 8,90 | 6,21 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 31/07/2002 0:00 | 9,25 | 5,86 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 22/10/2002 0:00 | 8,85 | 6,26 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 02/07/2007 14:00 | 12,04 | 3,07 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 10/07/2007 15:50 | 12,05 | 3,06 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 17/07/2007 19:03 | 11,90 | 3,21 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 21/07/2007 15:50 | 11,07 | 4,04 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 01/08/2007 11:45 | 12,46 | 2,65 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 08/08/2007 12:35 | 12,57 | 2,54 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 29/08/2007 18:11 | 12,52 | 2,59 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 10/10/2007 10:53 | 12,75 | 2,36 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 15/11/2007 16:10 | 13,14 | 1,97 |
| Proyecto Túnel | SC-1 | 15,105 | 29/11/2007 11:15 | 13,32 | 1,79 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Proyecto Túnel | SC-10 | 6,793 | 05/07/2002 0:00 | 1,30 | 5,49 |
| Proyecto Túnel | SC-10 | 6,793 | 10/07/2002 0:00 | 1,35 | 5,44 |
| Proyecto Túnel | SC-10 | 6,793 | 15/07/2002 0:00 | 1,30 | 5,49 |
| Proyecto Túnel | SC-10 | 6,793 | 18/07/2002 0:00 | 1,30 | 5,49 |
| Proyecto Túnel | SC-10 | 6,793 | 31/07/2002 0:00 | 1,50 | 5,29 |
| Proyecto Túnel | SC-10C | 6,793 | 05/07/2002 0:00 | 2,80 | 3,99 |
| Proyecto Túnel | SC-10C | 6,793 | 10/07/2002 0:00 | 1,70 | 5,09 |
| Proyecto Túnel | SC-10C | 6,793 | 15/07/2002 0:00 | 1,50 | 5,29 |
| Proyecto Túnel | SC-10C | 6,793 | 18/07/2002 0:00 | 1,50 | 5,29 |
| Proyecto Túnel | SC-10C | 6,793 | 31/07/2002 0:00 | 1,45 | 5,34 |
| Proyecto Túnel | SC-11 | 11,016 | 05/07/2002 0:00 | 5,30 | 5,72 |
| Proyecto Túnel | SC-11 | 11,016 | 10/07/2002 0:00 | 5,35 | 5,67 |
| Proyecto Túnel | SC-11 | 11,016 | 15/07/2002 0:00 | 5,30 | 5,72 |
| Proyecto Túnel | SC-11 | 11,016 | 18/07/2002 0:00 | 5,30 | 5,72 |
| Proyecto Túnel | SC-11 | 11,016 | 31/07/2002 0:00 | 5,40 | 5,62 |
| Proyecto Túnel | SC-11 | 11,016 | 22/10/2002 0:00 | 5,22 | 5,80 |
| Proyecto Túnel | SC-12 | 11,4 | 15/07/2002 0:00 | 5,90 | 5,50 |
| Proyecto Túnel | SC-12 | 11,4 | 18/07/2002 0:00 | 5,85 | 5,55 |
| Proyecto Túnel | SC-12 | 11,4 | 31/07/2002 0:00 | 5,10 | 6,30 |
| Proyecto Túnel | SC-12 | 11,4 | 22/10/2002 0:00 | 5,90 | 5,50 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 22/10/2002 0:00 | 3,50 | 5,92 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 02/07/2007 13:00 | 6,62 | 2,80 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 10/07/2007 15:15 | 6,60 | 2,82 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 17/07/2007 12:29 | 6,51 | 2,91 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 21/07/2007 15:10 | 6,02 | 3,40 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 01/08/2007 9:55 | 6,97 | 2,45 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 08/08/2007 13:22 | 6,65 | 2,77 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 29/08/2007 0:00 | 7,00 | 2,42 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 10/10/2007 10:16 | 7,26 | 2,16 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 15/11/2007 15:40 | 7,48 | 1,94 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 28/11/2007 11:15 | 7,57 | 1,85 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 28/11/2007 13:55 | 7,71 | 1,71 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 28/11/2007 18:35 | 7,42 | 2,00 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 28/11/2007 19:30 | 7,41 | 2,01 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 29/11/2007 0:47 | 6,44 | 2,98 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 29/11/2007 12:00 | 7,82 | 1,60 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 04/12/2007 13:15 | 7,76 | 1,66 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 04/12/2007 14:00 | 7,76 | 1,66 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 05/12/2007 9:30 | 7,80 | 1,62 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 31/05/2010 0:00 | 7,30 | 2,12 |
| Proyecto Túnel | SC-3 | 9,419 | 09/06/2010 15:05 | 7,23 | 2,19 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 31/07/2002 0:00 | 3,65 | 4,29 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 22/10/2002 0:00 | 3,70 | 4,24 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 02/07/2007 19:35 | 3,32 | 4,62 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 10/07/2007 15:20 | 3,29 | 4,65 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 17/07/2007 12:42 | 3,24 | 4,70 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 17/07/2007 21:00 | 3,22 | 4,72 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 21/07/2007 15:20 | 3,56 | 4,38 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 01/08/2007 9:55 | 3,63 | 4,31 |

## APÉNDICE 1

| Origen de la prospección | Punto de medida | Cota del emboquille (msnm) | Fecha medida | Profundidad nivel (m) | Cota nivel (msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 08/08/2007 13:42 | 3,24 | 4,70 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 29/08/2007 16:26 | 3,65 | 4,29 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 10/10/2007 11:29 | 3,72 | 4,22 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 15/11/2007 12:30 | 3,91 | 4,03 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 28/11/2007 11:40 | 3,80 | 4,14 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 28/11/2007 18:48 | 3,83 | 4,11 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 29/11/2007 0:55 | 3,82 | 4,12 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 29/11/2007 12:30 | 4,22 | 3,72 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 04/12/2007 12:54 | 4,29 | 3,65 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 04/12/2007 13:25 | 4,27 | 3,67 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 04/12/2007 14:10 | 4,27 | 3,67 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 04/12/2007 17:56 | 4,27 | 3,67 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 04/12/2007 18:34 | 4,27 | 3,67 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 31/05/2010 0:00 | 4,29 | 3,65 |
| Proyecto Túnel | SC-4 | 7,941 | 09/06/2010 17:20 | 4,27 | 3,67 |
| Proyecto Túnel | SC-6 | 7,783 | 31/07/2002 0:00 | 4,50 | 3,28 |
| Proyecto Túnel | SC-6 | 7,783 | 22/10/2002 0:00 | 4,15 | 3,63 |
| Proyecto Túnel | SC-7 | 7,801 | 31/07/2002 0:00 | 4,40 | 3,40 |
| Proyecto Túnel | SC-7 | 7,801 | 22/10/2002 0:00 | 4,20 | 3,60 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 05/07/2002 0:00 | 2,00 | 4,30 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 10/07/2002 0:00 | 2,00 | 4,30 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 15/07/2002 0:00 | 2,05 | 4,25 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 10/07/2002 0:00 | 2,00 | 4,30 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 15/07/2002 0:00 | 2,05 | 4,25 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 18/07/2002 0:00 | 2,00 | 4,30 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 31/07/2002 0:00 | 2,05 | 4,25 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 22/10/2002 0:00 | 1,85 | 4,45 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 29/08/2007 15:08 | 3,53 | 2,77 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 10/10/2007 12:18 | 3,59 | 2,71 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 15/11/2007 12:35 | 3,67 | 2,63 |
| Proyecto Túnel | SC-8 | 6,295 | 04/12/2007 18:13 | 4,02 | 2,28 |
| Proyecto Túnel | SC-8C | 6,295 | 05/07/2002 0:00 | 2,45 | 3,85 |
| Proyecto Túnel | SC-8C | 6,295 | 10/07/2002 0:00 | 2,50 | 3,80 |
| Proyecto Túnel | SC-8C | 6,295 | 15/07/2002 0:00 | 2,75 | 3,55 |
| Proyecto Túnel | SC-8C | 6,295 | 18/07/2002 0:00 | 2,90 | 3,40 |
| Proyecto Túnel | SC-8C | 6,295 | 31/07/2002 0:00 | 3,00 | 3,30 |
| Proyecto Túnel | SC-8C | 6,295 | 22/10/2002 0:00 | 2,60 | 3,70 |
| Proyecto Túnel | SC-9 | 6,312 | 05/07/2002 0:00 | 1,05 | 5,26 |
| Proyecto Túnel | SC-9 | 6,312 | 15/07/2002 0:00 | 1,10 | 5,21 |
| Proyecto Túnel | SC-9 | 6,312 | 18/07/2002 0:00 | 1,05 | 5,26 |
| Proyecto Túnel | SC-9 | 6,312 | 31/07/2002 0:00 | 1,50 | 4,81 |
| Proyecto Túnel | SC-9 | 6,312 | 22/10/2002 0:00 | 1,15 | 5,16 |
| Proyecto Túnel | SC-9C | 6,312 | 05/07/2002 0:00 | 1,10 | 5,21 |
| Proyecto Túnel | SC-9C | 6,312 | 10/07/2002 0:00 | 1,10 | 5,21 |
| Proyecto Túnel | SC-9C | 6,312 | 15/07/2002 0:00 | 1,20 | 5,11 |
| Proyecto Túnel | SC-9C | 6,312 | 18/07/2002 0:00 | 2,85 | 3,46 |
| Proyecto Túnel | SC-9C | 6,312 | 31/07/2002 0:00 | 2,50 | 3,81 |
| Proyecto Túnel | SC-9C | 6,312 | 22/10/2002 0:00 | 2,70 | 3,61 |