

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA- GEOTÉCNICA DEL TRAZADO.....	3
3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	3
3.1. JABRE.....	3
3.2. RELLENO COMPACTADO.....	4
3.3. RELLENO VERTIDO.....	4
4. EXCAVACIONES.....	4
5. RELLENOS.....	5
6. CLASIFICACIÓN DE LA EXPLANADA.....	5
7. CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS.....	6
7.1. INVESTIGACIÓN REALIZADA.....	6
7.2. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	6
7.3. RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN.....	7
7.4. OTRAS RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES.....	7
8. INVENTARIADO DE CANTERAS.....	7
APÉNDICE I. ANEJO GEOTECNIA PROYECTO AMPLIACIÓN AP-9	
APÉNDICE II. NOTA TÉCNICA CIMENTACIÓN PASARELA	
APÉNDICE III. PLANTA GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA	
APÉNDICE IV. PERFIL GEOTÉCNICO DE LA PASARELA 5.6	
APÉNDICE V. SITUACIÓN CANTERAS	

1. INTRODUCCIÓN

El ámbito del Proyecto discurre sensiblemente paralelo a la autopista AP-9, una vez se han realizado las obras de ampliación de capacidad de dicha infraestructura añadiendo un carril por sentido al tramo entre el Enlace de Teis y el Enlace de Cangas. La totalidad de la actuación se ubica en la parroquia de Chapela en el Concello de Redondela.

La mayor parte de la actuación se desarrolla por la margen derecha de la AP-9 (sentido Vigo), salvo un pequeño tramo que lo hace por la margen izquierda. Se proyecta también una modificación en el paso superior existente en el entorno del enlace de Rande, pero únicamente afectaría al tablero por lo que no se considera para la elaboración del presente Anejo.

Se ha tomado como referencia para la elaboración del presente anejo el Anejo 03.- Geología y Geotecnia del “Proyecto de Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Enlace de Teis – Enlace de Cangas” realizado en 2011, además para la cimentación de la pasarela peatonal se ha tenido en cuenta el informe que se realizó, en 2015, en fase de obra para el estudio de las condiciones de cimentación, en la ampliación que se llevó a cabo de dicha estructura. En el Apéndice I y II se recogen ambos documentos respectivamente.

2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA- GEOTÉCNICA DEL TRAZADO

Tomando como referencia el anejo de Geología y Geotecnia del “Proyecto de Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Enlace de Teis – Enlace de Cangas”, se extracta que en la zona en la cual se encuadra la actuación objeto de este proyecto:

“...La traza discurre a lo largo de materiales ígneos de carácter alcalino reconocidos en sus diferentes grados de meteorización, que se encuentran localmente recubiertos por rellenos vertidos y compactados. En general el trazado se encuentra cubierto por depósitos de relleno que recubren en su mayor parte a los materiales ígneos que afloran en zonas muy concretas a lo largo del trazado...”

“...Desde el P.K. 3+565 hasta el final de la traza los depósitos que encontramos se componen de rellenos compactados producto de las diferentes vías que discurren por la zona y compuestos por arena marrón...”

Teniendo en cuenta que el ámbito de nuestra actuación en cuanto a movimiento de tierras se ubica entre los PP.KK. 5+200 y 5+870 aproximadamente, este último párrafo sería el correspondiente a la descripción geológica del presente proyecto.

3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Siguiendo con la descripción incluida en el documento antes mencionado y consecuentemente a la descripción del entorno geológico de la zona del proyecto, se describen los grupos correspondientes a Jabre, Relleno compactado y Relleno vertido que son básicamente las unidades que se encuentran en el ámbito de la actuación.

Los datos geotécnicos que se muestran a continuación, se han extraído del Anejo 3.- Geotecnia, del “Proyecto de Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Enlace de Teis – Enlace de Cangas”.

3.1. JABRE

Se describen como depósitos producto de la alteración del granito que presentan un grado de meteorización V- VI. La roca original se encuentra totalmente descompuesta a suelo y no puede reconocerse ni la textura ni la estructura original encontrándose el material “in situ” y existiendo cambios importantes de volumen. El material resultante de ese fuerte grado de meteorización son arenas limosas y limos.

A continuación se muestra un cuadro síntesis con los ensayos de laboratorio realizados y las tablas resumen con los ensayos de laboratorio:

TABLA RESUMEN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.		JABRE			
	Máximo	Mínimo	Medio	Desv. Estandar	
GRANULOMETRIA					
% Grava (>2 mm)	34,3	0,0	8,1	10,4	
% Arena (2 mm - 0,08 mm)	74,9	3,6	48,0	15,0	
% Finos (<0,08 mm)	96,4	14,5	43,9	17,9	
D ₆₀	1,59	0,08	0,48	0,45	
D ₃₀	0,31	0,08	0,10	0,05	
D ₁₀	0,08	0,08	0,08	0,00	
Cu	18,6	1,0	4,8	4,6	
Cz	1,0	0,1	0,4	0,3	
PLASTICIDAD. LÍMITES DE ATTERBERG					
Límite Líquido (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	
Límite Plástico (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	
Índice de plasticidad (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	
DENSIDAD, PESO ESPECIFICO Y HUMEDAD					
γ _{seca} (t/m ³)	1,8	1,3	1,6	0,2	
γ _{saturada} (t/m ³)	-	-	-	-	
γ _{aparente} (t/m ³)	2,1	1,8	2,0	0,1	
Humedad (%)	35,2	7,5	17,7	6,7	
PARÁMETROS RESISTENTES					
Resistencia a Compresión Simple (kg/cm ²)		1,6	1,5	1,5	0,1
ENSAYO TRIAXIAL	C (kg/cm ²)	0,8	0,6	0,7	0,1
	φ (°)	16,6	9,1	14,5	3,6
	C' (kg/cm ²)	0,5	0,1	0,3	0,1
	φ' (°)	33,0	31,2	32,0	0,9
CLASIFICACIONES					
PG3	Seleccionado				2,9%
	Adecuado				8,8%
	Tolerable				88,2%
	Marginal				0,0%
	Inadecuado				0,0%

3.2. RELLENO COMPACTADO

En este grupo se han incluido las plataformas de las carreteras principales, en entorno del proyecto, las cuales se han construido con materiales de la zona. Los rellenos corresponden a pedraplenes, rellenos tipo todo-uno o terraplenes realizados con materiales de la unidad granítica sana o bien alterada a jabre.

Basándonos en inspecciones visuales y descripciones de campo de estos materiales cabe concluir que los materiales que forman esta unidad geotécnica están formados por fragmentos de granito con un volumen variable de arenas de baja o nula plasticidad y un escaso contenido de materia orgánica.

3.3. RELLENO VERTIDO

En este grupo se incluyen las zonas donde se han detectado tierras de vertido bien procedentes de excavaciones del entorno, bien con origen en la actividad antrópica de la zona.

Basándose en las observaciones y descripciones de campo de los materiales que forma esta unidad geotécnica están formados por fragmentos de roca de granito en una matriz de arenas limosas de baja o nula plasticidad.

En general, a los rellenos vertidos se les otorga una compacidad floja. Considerando un golpeo NSPT < 10 golpes

A partir de los datos de SPT, empíricamente se pueden estimar los valores de ángulo de rozamiento efectivo ϕ' en suelos granulares de manera que, se considera un ángulo de rozamiento de 30° y una cohesión nula:

4. EXCAVACIONES

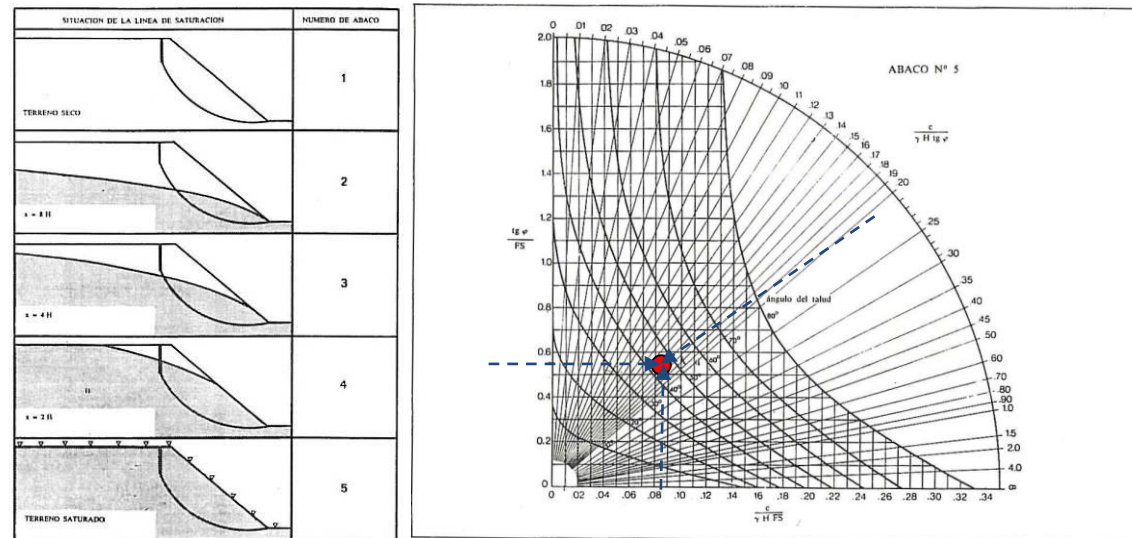
En la actuación que se proyecta, hay dos zonas diferenciadas, en la margen izquierda de la carretera N-552 (Avda. de Redondela), está la actuación en el Camiño Mourriño hasta el entronque con el Camino Roncal y la segunda que es la actuación principal y que supone la mayor parte del Proyecto se dispone desde la intersección con la N-552 por la margen derecha y discurre paralelamente a la AP-9, siguiendo el denominado Camiño da Igrexa, hasta conectar con la rúa Pasán y continúa hasta el paso superior dispuesto sobre la autopista.

Las excavaciones que se proyectan son de muy escasa entidad y se trata casi exclusivamente de las correspondientes a zanjas de reposición de servicios y de regularización de la rasante existente para adaptarla al nuevo trazado.

En los taludes provisionales en suelos eluviales (jabre) de compacidad media, se puede adoptar, de manera conservadora, una pendiente de 1H:2V, como se demuestra a continuación, para un talud en suelos eluviales de hasta 3,00 m de altura. Se ha considerado, debido a que el área de estudio se encuentra en una zona donde las precipitaciones son muy habituales, talud totalmente saturado.

El cálculo de las pendientes estables ha sido realizado a partir de los ábacos para una rotura circular propuestos por Hoek y Bray (Manual de Ingeniería de Taludes editado por el Instituto Tecnológico Geominero de España).

Al ser zanjas con taludes provisionales se requerirá un factor de seguridad de 1,20.



Situaciones consideradas en los ábacos y ábaco seleccionado en el cálculo de las pendientes.

En aquellas zonas que se actúe fuera de la traza de los viales actuales será necesario retirar la capa vegetal.

Del Anejo 03.- Geología y Geotecnia del “Proyecto de Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Enlace de Teis – Enlace de Cangas” se extraen las siguientes conclusiones:

Los niveles de alteración, tipo jabre serán excavables mediante medios convencionales”.

Aprovechamiento de los materiales

Por norma y atendiendo a la resistencia de las rocas, se considera:

- Pedraplén normal, Los realizados con rocas de resistencia a compresión superior a 500 kg/cm².
- Pedraplén de rocas blandas. Aquellos realizados con rocas de resistencia entre 250 y 500 kg/cm².
- Para resistencia inferior a 250 kg/cm², el material no se considera viable para su utilización en pedraplén, si como todo uno.

Con los resultados de laboratorio estamos en el segundo caso.

Atendiendo al grado de alteración del macizo su aprovechamiento podrá ser el siguiente:

- Granito GM V- VI (Jabre): Tipo Terraplén.

Todas las excavaciones se realizan mezcladas con demoliciones o materiales superficiales vegetados y en condiciones de muy escaso rendimiento de excavación, que impiden planificar tajos adecuados de excavación y utilización en obra. Por ello, estos se han considerado como no aprovechables y serán retirados a vertedero.

Coefficiente de paso

El caso del macizo rocoso alterado a Jabre se ha estimado de manera conservadora en función de los resultado de los ensayos de laboratorio realizados una densidad máxima de 2,1 t/m³ y una densidad para el material vertido en vertedero de 1,7 t/m³ con lo que se obtiene un valor para el coeficiente de paso a vertedero de 1,25 (1,235).

$$\text{Coeficiente de paso a vertedero (jabre)} = 2,1 \text{ t/m}^3 / 1,7 \text{ t/m}^3 = 1,23.$$

Fondo de desmonte

La excavación quedará en jabre, que según los datos de laboratorio en un 88,2% se puede considerar como suelo tolerable, por lo que la categoría de Explanada se considera una E0.

5. RELLENOS

En la actuación de la margen derecha de la N-552, se mantiene prácticamente la rasante existente y únicamente se prevén rellenos en las zonas en las cuales es necesaria una ampliación que siempre se ejecuta por la margen derecha. En cualquier caso, al igual que en el caso de las excavaciones, los rellenos también serán de escasa entidad y únicamente en algún caso concreto pasarán de 1 m de altura. Esta circunstancia se produce hasta la zona en la cual se produce el entronque del Camiño da Igrexa y la rúa Pasán el vial cruza sobre una ODT existente de Ø 2,00 m y es en este tramo donde la rasante alcanza una mayor altura, tanto por la necesidad de pasar sobre la ODT, como por la ampliación que se proyecta para ubicar una fuente en la margen derecha. Además, se producirán terraplenes en este tramo ya que el terreno en la parte de la ampliación está a una cota inferior que el vial.

El talud previsto para los terraplenes es de 3H:2V.

6. CLASIFICACIÓN DE LA EXPLANADA

Tal y como se ha indicado anteriormente en el punto 4 la excavación del fondo de desmonte quedará en jabre, que según los datos de laboratorio en un 88,2% se puede considerar como suelo tolerable, por lo que la categoría de Explanada se considera una E0.

7. CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

En todo este apartado, es de especial interés y referencia la determinación de las condiciones de cimentación de las estructuras existentes, ya que reflejan de manera fiel el comportamiento del terreno y es la mejor garantía de su correcto funcionamiento.

Afectada por el presente proyecto, se encuentra la pasarela peatonal situada en las inmediaciones de la Iglesia de San Fausto y que actualmente cruza la autopista AP-9.

Para disponer del ancho necesario para la implantación del vial a reponer, es necesario actuar en dicha pasarela y retranquear el apoyo de la margen derecha de la AP-9 (en el proyecto de ampliación de la AP-9, la denomina Pila 3) y construir un nuevo apoyo a una distancia suficiente para no interferir en el tráfico. Esto supone alargar la pasarela unos tres metros. Adicionalmente, la rampa de acceso a la pasarela en ese mismo margen se girará para alinearse paralelamente al vial proyectado.

En el Anejo 08 Estructuras y muros, se analiza en profundidad la solución proyectada para la modificación de esta estructura.

En la siguiente imagen se muestra la pasarela en cuestión:



7.1. INVESTIGACIÓN REALIZADA

Esta pasarela peatonal, está constituida por tres tramos. Los dos tramos extremos son de subida y bajada y están paralelos a la autopista. En el caso del presente proyecto, es objeto de modificación el apoyo extremo de la margen derecha, desplazando la pila 3 y alargando el tramo entre la pila 2 y 3.

Con motivo de la ampliación de la AP-9 y por la necesidad de ampliar la pasarela en su vano central, se realizó un estudio sobre las condiciones de cimentación, el cual se ha tenido en cuenta para la cimentación de la pila 3.

Se realizaron dos ensayos de penetración dinámica continua superpesada “tipo DPSH”.

Las coordenadas y cotas de los emplazamientos donde se llevaron a cabo estos ensayos fueron:

Ensayo	Posición	X	Y	Z	Prof. Rechazo/Cota
P3M9	5+567,5	527354,051	4679341,261	100,0	3,40/96,60
P2M13	5+569,6	527379,2	4679321,6	99,2	1,1 / 98,1

7.2. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

A partir de los ensayos se han diferenciado las siguientes unidades geotécnicas:

- Suelos residuales de compacidad baja: constituyen la franja más superficial de perfil del terreno. Se trata de materiales predominantemente arena limosos que conservan la estructura del substrato del que proceden por meteorización y de compacidad baja, caracterizados por registros de golpeo corregidos N_{spt} comprendidos entre 5 y 10 ($5 < N_{spt} \leq 10$). La potencia detectada para estos suelos osciló entre los 2,6 m detectados en el ensayo P3M9 y los 0,4 m del ensayo P2M13.
- Suelos residuales de compacidad media: situados por debajo de los anteriores, se trata de materiales arena limosos que conservan la textura del substrato del que proceden por meteorización. La compacidad de estos suelos provoca registros de golpeo corregidos (N_{spt}) comprendidos entre 10 y 25 y su potencia puesta de manifiesto en los ensayos osciló entre 0,6 m, detectados en el ensayo P3M9, y 0,4 m, detectados en el ensayo P2M13.

- Suelos residuales de compacidad extremadamente alta: su presencia es testimonial y únicamente se detectaron en el ensayo P2M13, donde alcanzan un espesor de 0,4 m. Se trata de un nivel de suelos areno limosos situado inmediatamente por encima de los materiales que provocaron el rechazo en los ensayos de penetración. La compacidad de estos suelos provoca registros de golpeo corregidos (Nspt) comprendidos entre 25 y 50.
- Substrato rocoso: causante del rechazo.

En la tabla siguiente se recogen los resultados de los ensayos:

Ensayo	Suelos residuales			Substrato rocoso
	$5 \leq N_{spt} < 10$	$10 \leq N_{spt} < 25$	$25 \leq N_{spt}$	
P3M9	2,6	0,6	0,2	A partir de 3,4 m
P2M13	0,4	0,4	0,4	A partir de 1,2 m

A continuación se recogen los parámetros geotécnicos atribuidos a los materiales sueltos detectados a partir de los registros de golpeo obtenidos en los ensayos de penetración:

Propiedades Geotécnicas	Suelos residuales		
	$5 \leq N_{spt} < 10$	$10 \leq N_{spt} < 25$	$25 \leq N_{spt}$
<i>N_{spt} medio</i>	6	15	35
<i>Densidad aparente (Tm/m³)</i>	1,90	2,00	2,00
<i>Densidad saturación (Tm/m³)</i>	2,05	2,10	2,10
<i>Ángulo de rozamiento interno (°)</i>	29	34	38
<i>Cohesión (Tm/m²)</i>	0,5	1,0	2,5
<i>Coefficiente de Poisson</i>	0,3	0,3	0,3
<i>Módulo de deformación (Kg/cm²)</i>	75	185	435

Para el substrato granítico en líneas generales se han adoptado los parámetros geotécnicos que se le atribuyen en el anejo 3 del “Proyecto de Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Enlace de Teis – Enlace de Cangas”.

- Densidad aparente: 2,7 T/m³
- Resistencia a compresión simple: 250 Kg/cm²
- Parámetro m de Hoek y Brown para la roca intacta (mi): 32
- Índice RMR del macizo: 30 frente a los 64 de proyecto.
- Espaciado medio entre discontinuidades: 1 m

- Apertura de las discontinuidades: 0,1-1,0 mm
- Coeficiente de Poisson: 0,25
- Módulo de deformación 17.000 frente a los 50.000 Kg/cm²

7.3. RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

Para el cálculo de la carga de hundimiento del macizo rocos se empleó el método propuesto por Serrano y Olalla, obteniendo la carga de hundimiento un valor del orden de 41 MPa y por lo tanto la carga de seguridad frente al hundimiento es del orden de 3,4 MPa.

Los asientos obtenidos para una zapata rígida dimensionada para transmitir al terreno cargas comprendidas entre 5,0 y 10,0 kg/cm² y con una geometría como la considerada en los cálculos anteriores, para la que β_z toma un valor del orden de 1,10, resultan despreciables.

7.4. OTRAS RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES

Además del Anejo 03 de Geología y geotecnia del “Proyecto de Ampliación de capacidad de la AP-9. Tramo: Enlace de Teis – Enlace de Cangas” se extraen las siguientes recomendaciones y consideraciones “...el nivel freático no se prevé afecte a la excavación de la cimentación proyectada y las muestras analizadas sobre el nivel de alteración del substrato rocoso, jabre, presentaron una agresividad débil frente a la acidez Baumann-Gully. Definiendo así un tipo de exposición Q_a...”

8. INVENTARIADO DE CANTERAS

Se han inventariado un total de 5 canteras próximas a la zona de la traza, así como 3 plantas de suministro.

DENOMINACIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL	DISTANCIA A LA OBRA	MATERIAL	PRODUCTOS	OTROS USOS
C-1.- Áridos del Umia S.A.	Meis	38 km	Granito	Áridos naturales y triturados en todos los rangos de granulometría	-
C-2.- Áridos do Mendo S.L.	Salvaterra do Miño	45 km	Terrazas aluviales Rio Miño	Áridos naturales, áridos triturados y zahorras en un amplio rango de granulometría	-
C-3.- Canteras Prebetong S.L.	Porriño	28 km	Granito	Áridos, arenas, zahorras y escolleras	
C-4.- Granitos Triturados S.L.	Meis	36 km	Granito	Áridos de diferentes granulometrías para construcción y elaboración de hormigones	
C-5.- Granitos y Áridos de Atios S.L.	Porriño	29 km	Granito	Arenas y áridos gruesos	Se podrá utilizar como vertedero.
A1.- Hormigones Valle Miñor, S.A.	Caldas de Reis	45 km		Planta de aglomerado	
A2.- P Hormigones y Áridos La Barca S.A.	Meis	40 km		Planta de aglomerado	
A3.- Áridos del Umia S.A.	Meis	38 km		Planta de aglomerado	

APÉNDICE I. ANEJO GEOTECNIA PROYECTO AMPLIACIÓN AP-9

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1		
1.1.- OBJETO Y ALCANCE.....	1		
1.2.- METODOLOGÍA	1		
2.- ENCUADRE GEOLÓGICO	2		
2.1.- GEOLOGÍA REGIONAL	2		
2.2.- ESTRATIGRAFÍA.....	3		
2.3.- TECTONICA.....	5		
2.4.- GEOLOGÍA DEL ENTORNO DEL TRAZADO	7		
2.5.- GEOMORFOLOGÍA.....	7		
2.6.- HIDROGEOLOGÍA.....	7		
2.7.- SISMICIDAD.....	8		
2.8.- RIESGOS GEOLOGICOS	8		
3.- INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA	9		
3.1.- INVESTIGACIÓN IN SITU.....	9		
3.1.1.- Sondeos	9		
3.1.2.- Ensayos in situ.....	10		
3.1.3.- Ensayos de laboratorio	12		
4.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES TIPO SUELO	12		
4.1.- JABRE	12		
4.1.1.- Resultados de laboratorio	12		
4.1.2.- Caracterización	13		
4.1.3.- Propiedades resistentes.....	15		
4.1.4.- Deformabilidad	18		
4.1.5.- Agresividad.....	18		
4.1.6.- Coeficiente de paso	19		
4.2.- RELLENO COMPACTADO	20		
4.3.- RELLENO VERTIDO	20		
5.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL MACIZO ROCOSO.....	20		
5.1.- METODOLOGÍA	20		
5.2.- TRABAJOS REALIZADOS	21		
5.3.- ROCA MATRIZ	22		
5.4.- ANÁLISIS DE LAS DISCONTINUIDADES	23		
5.4.1.- Familias de Discontinuidades.....	23		
5.4.2.- Distribución Estadística	24		
5.5.- DESCRIPCIÓN DEL MACIZO ROCOSO	28		
5.5.1.- Clasificación geomecánica del macizo rocoso	28		
5.5.2.- Resistencia del macizo rocoso.....	30		
5.5.3.- Deformabilidad del macizo rocoso	31		
5.5.4.- Ensayos químicos	31		
5.5.5.- Excavabilidad	31		
5.5.6.- Aprovechamiento de materiales	32		
6.- TALUDES.....	32		
6.1.- INTRODUCCIÓN	32		
6.2.- ESTABILIDAD	33		
6.2.1.- Tramo norte	34		
6.2.2.- Tramo sur	40		
7.- CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS.....	41		
7.1.- INTRODUCCIÓN	41		
7.2.- TIPOLOGÍA DE LAS ESTRUCTURAS.....	42		
7.3.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES	43		
7.3.1.- Cimentación superficial en roca	43		

7.3.2.- Cimentación superficial en suelo.....	46
7.3.3.- Cimentaciones profundas con pilotes	51
7.4.- CÁLCULOS GENÉRICOS DE CIMENTACIÓN.....	54
7.4.1.- Cimentación Superficial sobre ROCA. GRANITO GM II- III.....	54
7.4.2.- Cimentación Superficial sobre SUELO. JABRE	55
7.4.3.- Cimentación profunda sobre SUELO. JABRE.	62
7.4.4.- Cimentaciones profundas en ROCA. GRANITO GM. II- III.....	66
7.5.- CONDICIONES DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS	68
7.5.1.- Pasarela Peatonal (0.8). Pk 0+800.....	69
7.5.2.- Viaducto (1.7). Pk 1+700.....	70
7.5.3.- Viaductos de acceso al Puente de Rande	71
7.5.4.- Paso Inferior (4.9). Pk 4+900.....	78
7.5.5.- Pasarela Peatonal (5.1). Pk 5+100.....	79
7.5.6.- Viaducto (5.3). N-552. Pk 5+300.....	80
7.5.7.- Pasarela Peatonal (5.6). Pk 5+600.....	86
7.5.8.- Muros.....	87
8.- INVENTARIO DE CANTERAS Y PLANTAS DE HORMIGÓN.....	88

FIGURAS

PLANTA SITUACIÓN

MAPA GEOLÓGICO 1:50.000

PLANTA GEOLÓGICO- GEOTÉCNICA 1:2.000

PERFIL GEOLÓGICO- GEOTÉCNICO VIADUCTO RANDE

TERCER CARRIL MARGEN DERECHA

TERCER CARRIL MARGEN IZQUIERDA

PERFILES TRANSVERSALES

PERFILES ESTRUCTURAS

SITUACIÓN CANTERAS Y GRAVERAS

APÉNDICES

APÉNDICE 1: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

SONDEOS

INVENTARIO DE TALUDES

ESTACIONES GEOMECÁNICAS

INVENTARIO DE CANTERAS Y PLANTAS DE HORMIGÓN

APÉNDICE 2: ENSAYOS DE LABORATORIO (FORMATO DIGITAL)

SCI

CEPASA

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- OBJETO Y ALCANCE

El presente documento representa el anejo de Geología y Geotecnia para la ejecución de las obras de construcción de la *Ampliación de la capacidad de la autopista AP-9 tramo: Enlace de Rande - Enlace de Teis*. La ampliación de la autovía implica una serie de modificaciones en el medio que serán tratadas en este documento.

El tramo de autopista objeto de estudio corresponde a la denominada AP-9 (Autopista del Atlántico) entre los Enlaces de Cangas, perteneciente al término municipal de Vilaboa, y el Enlace de Teis, situado en el límite municipal entre Vigo y Redondela, con una longitud aproximada de 5,5 km entre los puntos kilométricos 146+000 y 151+000. También se verá ligeramente afectado en el término municipal de Moaña.

El objeto de este anejo es hacer una descripción geológica y geotécnica de la zona por donde transcurre el trazado en estudio y describir la campaña geotécnica que se ha llevado a cabo. De esta manera se definirán los parámetros geotécnicos necesarios para la realización del proyecto centrándose especialmente en el entorno de los viaductos de acceso al puente principal sobre la ría.

Es reseñable como punto de partida la particularidad del proyecto ya que se parte de una situación previa en la que existe una autopista actual en funcionamiento y de unos viaductos actuales. Adicionalmente existe una documentación previa en la que se recogen buena parte de las consideraciones geotécnicas que se tuvieron en cuenta durante la construcción de la autopista actual.

Por otro lado la propuesta de mejora que se plantea en el proyecto actual, si bien tiene una repercusión funcional en la explotación de la autopista, no supone grandes unidades de obra en las que la geotecnia represente un papel destacado. No existen por tanto grandes rellenos ni grandes desmontes a lo largo de las actuaciones que se diseñan en el proyecto actual.

El único punto en el que la geotecnia podría resultar condicionante o representativa es en la cimentación de los nuevos viaductos que se construirán paralelos a los actuales ya que son estos y con gran diferencia la auténtica singularidad del proyecto en lo que la geotecnia se refiere.

La existencia de la autopista actual es un excelente modelo de la respuesta del terreno por lo que el estudio y análisis de los problemas geotécnicos observados es interpretable como un ensayo a escala regional de su comportamiento. Esto unido a la documentación existente y a las consideraciones realizadas en fase de construcción, hacen que la problemática geotécnica del nuevo proyecto de mejora este muy acotada y prácticamente exenta de incertidumbres.

El proyecto presenta tres kilometraciones. Una de ellas referida al tronco de la autopista AP-9 existente que se inicia en el pk. 0+000 y finaliza en el 5+900 en sentido norte- sur, otra kilometración corresponde a la ampliación por la margen izquierda de la vía que se inicia en el pk. 0+000, coincidiendo aproximadamente con el 3+800 del tronco, y finaliza en el 2+417, coincidiendo aproximadamente con el 1+400 del tronco, esta kilometración va en sentido sur- norte. La tercera kilometración corresponde a la ampliación por la margen derecha, se inicia en el pk.

0+000, coincidiendo con el pk. 1+100 del tronco, y finaliza en el pk. 2+954, coincidiendo aproximadamente con el pk 3+740 del tronco. Esta última vía discurre en sentido norte- sur.

Durante la redacción del proyecto constructivo actual se han llevado a cabo reconocimientos de campo que han consistido en dos grandes grupo.

Se han realizado inventarios de los taludes actuales en los que se hace una descripción de la geometría y estado de los taludes existentes.

Del mismo modo, se han realizado prospecciones específicas en algunas de las pilas de los nuevos viaductos que por la información previa y la observada in situ hacían previsible la aparición de nuevos condicionantes geotécnicos. De esta manera se han realizado un total de 12 sondeos concentrados entre las pilas 1 y 8 del viaducto del lado sur y puntualmente en la pila 16.

En el resto de los apoyos del viaducto no se ha estimado necesaria la ejecución de nuevas prospecciones ya que la información disponible se ha interpretado como válida y fiable.

Como unidades con implicación geotécnica a desarrollar en el anejo de geología y geotecnia se han identificado las siguientes:

- Retranqueo de desmontes
- Recrecido de terraplenes
- Cimentación de nuevos viaductos
- Cimentación de muros

1.2.- METODOLOGÍA

La metodología empleada para la realización de este Proyecto Constructivo se ha basado en los siguientes aspectos:

- ✓ Recopilación y consulta de datos de partida y antecedentes.
- ✓ Cartografía geológica del área estudiada. Viaductos de acceso
- ✓ Campaña de prospecciones y ensayos “in situ”. Viaductos de acceso
- ✓ Ensayos de laboratorio.
- ✓ Trabajos de gabinete.

Durante la primera fase se ha recopilado una serie de documentos y de trabajos previos, realizados en la zona de investigación, que han aportado los datos de partida para la realización del estudio.

- Mapa Geológico de España Escala 1:50000.

223 VIGO

- Mapa Geotécnico General Escala 1:200000.

- Artículos:

VERA J.A. (editor) (2004): Geología de España. SGE-IGME, Madrid, 890 p.

LÓPEZ GETA J.A. Unidades hidrogeológicas de España. ITGME, Madrid, 34 p.

Se realizó en una fase inicial, de carácter preliminar. Como resultado de esta etapa se realizó una minuciosa planificación del resto de trabajos de investigación, y en especial de la posterior campaña geotécnica que se realizará.

Los trabajos de campo han corrido a cargo de personal de KV Consultores. Para ello se dispuso de los siguientes equipos:

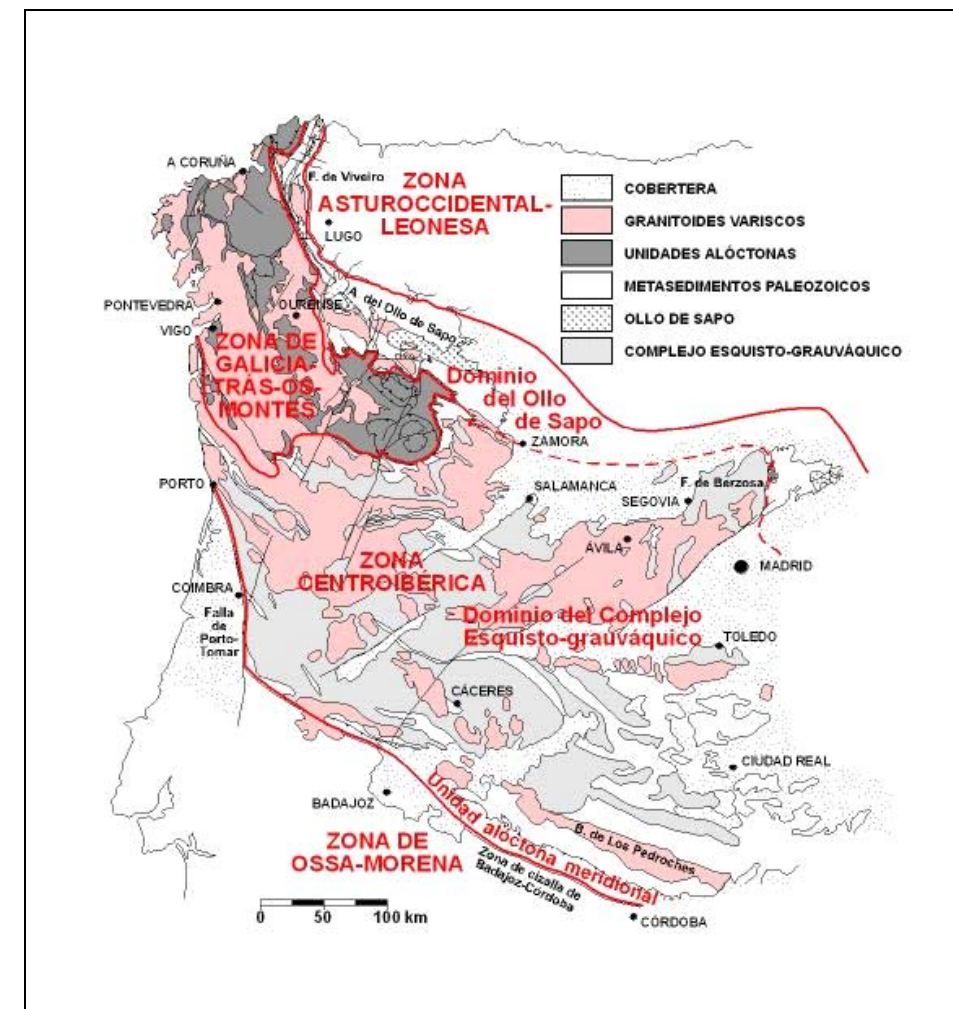
- Sistemas de posicionamiento sobre el terreno tipo GPS para ubicación exacta de los afloramientos y contactos geológicos.
- Estereoscopios portátiles.
- Brújulas tectónicas de precisión, tipo Freigberg.
- Esclerómetro de mano para reconocimiento sobre el terreno de litotipos geotécnicos.
- Cámaras fotográficas.

Los datos obtenidos en campo fueron registrados en estadillos, diseñados específicamente para este tipo de estudio.

2.- ENCUADRE GEOLÓGICO

2.1.- GEOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio queda encuadrada geográficamente al NW de la Península Ibérica y corresponde geológicamente con la zona de Galicia Tras-Os-Montes del Macizo Ibérico.



Encuadre geológico en el que queda emplazada la zona de estudio.

Las directrices estructurales de la región estudiada se basan en un substrato metasedimentario en el que se han emplazado granitoides, que posteriormente se vieron afectados por la Orogenia Hercínica, emplazándose granitos parautoctonos en diferentes etapas. La zona sufrió entonces una descompresión que originó la fracturación tardi y posthercínica que caracteriza el área.

El registro sedimentario comienza con el substrato metasedimentario datado del Cámbrico inferior al Precámbrico superior, cuyas facies indican condiciones de depósito geosinclinal.

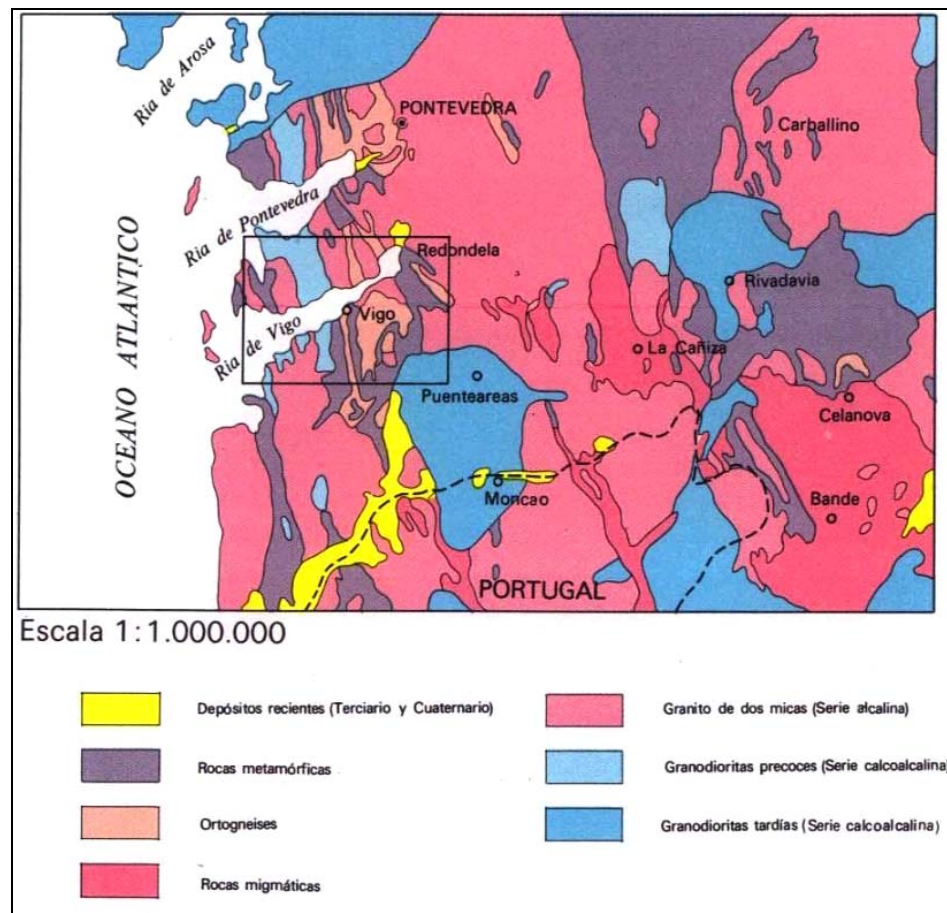
Durante el tránsito Cámbrico-Ordovícico se produce la intrusión de granitoides que tras el metamorfismo hercínico se transformaron en gneises.

El emplazamiento de las masas graníticas tiene lugar también a lo largo del ciclo, durante y con posterioridad a la deformación.

Durante la fase de descompresión se produce la fracturación de la zona que produce el basculamiento del borde continental provocando la inundación de la ría, esto da lugar a sedimentos detríticos de edad finiterciaria y cuaternaria en su mayor parte costeros de escasa entidad.

De edad Cuaternaria aparecen depósitos eluvio-aluviales procedentes de la disgregación y alteración de las rocas esquistas, gnéissicas y graníticas que aparecen en zonas de vaguada incluyendo cauces actuales.

Aparecen además sedimentos de marisma muy ricos en materia orgánica originados debido a la influencia permanente de las oscilaciones de marea, también existen arenas de playa en las zonas del borde litoral de la Ría de Vigo.



Esquema Geológico regional del área de estudio.

2.2.- ESTRATIGRAFÍA

En el área de estudio están presentes formaciones Cuaternarias, metasedimentos y rocas intrusivas. Los materiales cuaternarios ocupan una extensión relativamente pequeña, mientras que los metasedimentos se encuentran atravesados por el emplazamiento de las rocas graníticas.

GR. Materiales metasedimentarios.

Los metasedimentos se clasifican en dos complejos:

-Complejo Vigo-Pontevedra. Enlazan al sur con Complejo de Vigo-Tuy, de características similares, estos materiales son básicamente gneises de plagioclasa y biotita, así como micaesquistos, en menor proporción, siendo muy característica la presencia de anfibolitas, bien intercaladas en la serie como lentejones o bien como diques.



-Complejo Cabo d'Home-La Lanzada. Afloran a ambos lados del Complejo Vigo-Pontevedra y predominan los esquistos de dos micas derivados de sedimentos pelíticos arcillosos, con algunas intercalaciones lenticulares de cuarcitas. Se les ha atribuido una edad Precámbrico-Silúrico.

GR. Materiales intrusivos.

Granito de feldespato alcalino, es una roca de tendencia leucocrática que suele presentar como plagioclasa la albita, además de biotita y moscovita en proporciones equivalentes, este granito muestra una foliación de rumbo N 180° a N160° debido a que han sido afectados por la segunda fase de la deformación hercínica.



Q. Jabre. Perfiles de alteración (Granito (IV-VI))

Como producto de meteorización de las facies rocosas intrusivas se han desarrollado a favor de direcciones de debilidad del macizo potentes perfiles de alteración. Estos perfiles de alteración están formados por el producto evolucionado de la roca matriz y se observa en distintos grados desde una meteorización IV en la que se identifica la roca matriz fuertemente alterada hasta un grado VI en el que apenas se observa la estructura primaria.

En los puntos reconocidos el producto de alteración se describe como una arena arcillosa o limosa con contenido variable de grava de color marrón claro. La distribución de las fracciones es errática existiendo desde arenas arcillosas a arcillas arenosas.

La aparición de manera representativa de estos depósitos eluviales de evolución está acotada a una zona de vaguada amplia en el entrono del viaducto sur entre los pp.kk. 3+260 y 3+580 asociado a un sistema de fallas.

La evolución de estos materiales se explica por la mayor afluencia de agua e infiltración en la zona a favor de una serie de fallas subparalelas en las que el material rocoso se ha visto fuertemente alterado por la acción de la meteorización. La fracción detrítica gruesa del producto alterado está formada por granos de cuarzo de la roca matriz mientras que la fracción fina está formada por la descomposición de los filosilicatos y los feldespatos en distinto grado.



Depósitos antrópicos. Rellenos.

Se han distinguido los siguientes tipos de depósitos antrópicos.

Rc. Rellenos compactados. A lo largo del trazado, los terraplenes compactados están representados en las obras lineales existentes, tanto en la línea actual del ferrocarril de RENFE como en las carreteras principales desde la zona del peaje que enlaza con la AP-9 en dirección Vigo.

Estos terraplenes están constituidos por materiales de origen próximo y consistente en una mezcla de arenas, limos y gravas compactados en su puesta en obra. A este tipo de rellenos debido a su control en la ejecución se les supone unas características geotécnicas buenas.

Rv. Rellenos vertidos. A lo largo del trazado se han localizado varias zonas con vertidos y echadizos de naturaleza variada y heterogénea, cuya finalidad parece haber sido, la de deshacerse de escombros y basuras sobrantes.

En general la constitución de estos depósitos consiste en productos de excavación con materiales de diversas formaciones geológicas terciarias y cuaternarias, y en escombros de construcción, cuya compactación sería solamente aquella producida por su propio peso a lo largo del tiempo.

2.3.- TECTONICA.

La zona de estudio está encuadrada en el extremo noroccidental del Macizo Galaico la cual ha sufrido la deformación hercínica.

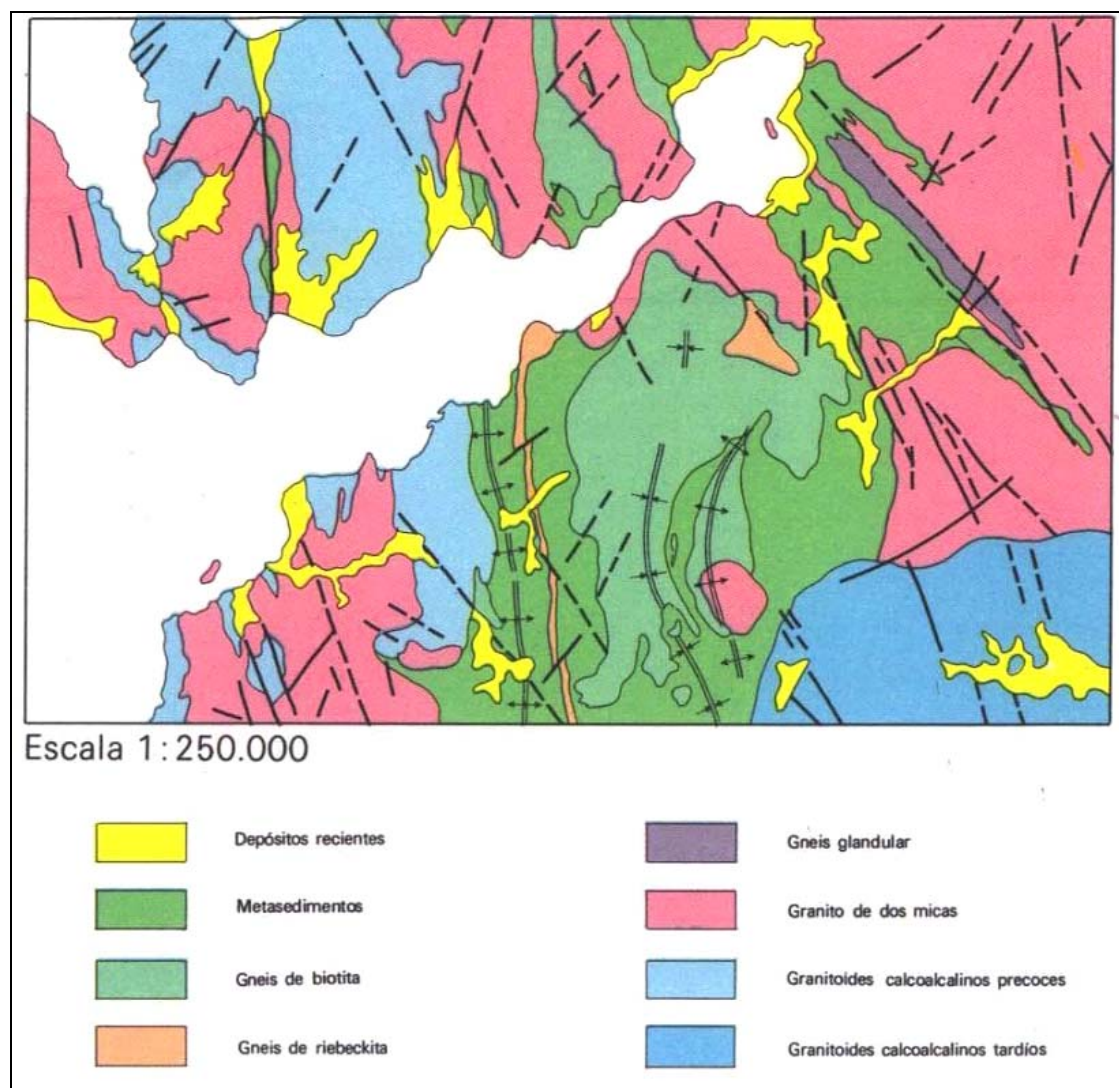
Esta deformación hercínica comienza con un periodo de compresión con esfuerzos dirigidos según la dirección E-W el cual origina un metamorfismo regional que se relaciona con el emplazamiento durante el Ordovícico superior de diversos granitoides alóctonos que tras el metamorfismo hercínico se transformarían en gneises. Se pueden distinguir dos fases.

-Fase I. Desarrolla una esquistosidad de flujo (S1) que en los Gneises del complejo Vigo-Pontevedra se manifiesta en una intensa foliación, concordante con S1.

-Fase II. Origina macroestructuras, dos antiformal y una sinforma en las que la dirección axial es aproximadamente N-S

Son frecuentes las fracturas con desplazamiento dextro o senestro cuyos planos de falla se adaptan a direcciones N 60° E y N 170° E, aproximadamente coincidentes con direcciones de desgarre tardihercínicas.

Las fallas normales, relacionadas con una etapa de distensión mesozoica, tienen como direcciones dominantes N 30° E y N 30° W.



Esquema Tectónico del área de estudio.

Entorno del trazado

La zona del entorno del trazado se encuentra atravesada por varios sistemas de fallas conjugadas de carácter regional. En el entorno del viaducto del lado Vigo existe una zona deprimida entre las pilas 2 y 8 que en planta coincide con las direcciones de fracturación regional N 30° E y N 30° W. De estas fallas las más representativas para el trazado es el sistema con dirección N30°W que genera un sistema subparalelo de fracturas. El reflejo en superficie es una suave pero amplia vaguada en la que se detecta un mayor desarrollo de granito alterado por la fracturación previa que ha evolucionado hacia una meteorización VI o Jabre entre los pp.kk. 3+260 y 3+580.

A continuación se presenta una foto aérea en la que se han marcado con líneas rojas las direcciones de fracturación más visibles que corroboran lo comentado anteriormente y aportan una visión de conjunto de la fracturación en el emplazamiento de los viaductos.



Hay que reseñar que las fallas indicadas son las visibles o identificables fácilmente en la foto. Con los sondeos realizados se han deducido un número de fallas superior al indicado o remarcado en la foto. Esto es esperable ya que paralelas a las direcciones principales aparecen habitualmente reflejos de estas fracturas.

2.4.- GEOLOGÍA DEL ENTORNO DEL TRAZADO.

La traza discurre a lo largo de materiales ígneos de carácter alcalino reconocidos en sus diferentes grados de meteorización, que se encuentran localmente recubiertos por rellenos vertidos y compactados.

Las características litológicas de estos materiales han sido descritas en el apartado de estratigrafía, pasando ahora a tramificar el trazado.

En general el trazado se encuentra cubierto por depósitos de relleno que recubren en su mayor parte a los materiales ígneos que afloran en zonas muy concretas a lo largo del trazado.

En el Viaducto de acceso al Puente de Rande Norte predominan los materiales graníticos con bandeado gnéisico ocasional y escasa deformación en los que se han realizado trincheras y desmontes altos de hasta 30m.

En el Viaducto de acceso al Puente de Rande Sur aparecen granitos con un grado de meteorización VI. La roca original se encuentra totalmente descompuesta a suelo y no puede reconocerse ni la textura ni la estructura original encontrándose el material "in situ" y existiendo cambios importantes de volumen. El material resultante de ese fuerte grado de meteorización son arenas limosas y limos que se denomina como jabre y que se extienden a lo largo de esta parte final.

La descripción del sustrato desde el inicio hacia el final de la traza es el siguiente:

Inicio del trazado- Viaducto de acceso al Puente de Rande Norte:

A lo largo de este tramo los materiales que afloran se corresponden con granitos alcalinos de dos micas, pueden contener bandeado gnéisico ocasional y se caracterizan por su escasa fracturación.

Cubriendo estos materiales ígneos aparecen rellenos vertidos que se sitúan aproximadamente entre los pp.kk 2+000-2+080 y 2+140-2+175.

Viaducto de acceso al Puente de Rande Sur- Fin del trazado:

Los rellenos vertidos ocupan un área importante a lo largo de este tramo, se componen principalmente de limos grises y arenas marrones que llegan a alcanzar potencias de hasta 10m. Se distribuyen desde el viaducto de acceso al Puente de Rande Sur hasta el p.k. 3+150 cubriendo los materiales graníticos que afloran en una estrecha franja situada entre los pp.kk 3+150-3+210.

Las rocas ígneas aflorantes se corresponden con granitos leucocráticos de dos micas, con un bandeado gnéisico ocasional y un grado de meteorización bajo.

Del p.k. 3+210 al 3+500 vuelven a aflorar los rellenos vertidos compuestos por arenas limosas y limos tapizando los depósitos de jabre que se sitúan bajo estos rellenos antrópicos.

Entre el p.k. 3+500 y 3+565 afloran los depósitos de jabre que se corresponden con materiales producto de la meteorización del granito de dos micas, originando un suelo residual compuesto de arenas limosas y limos.

Finalmente desde el p.k. 3+565 hasta el final de la traza los depósitos que encontramos se componen de rellenos compactados producto de las diferentes vías que discurren por la zona y compuestos por arena marrón.

2.5.- GEOMORFOLOGÍA.

La geomorfología de la zona de estudio esta condicionada por la acción de la Ría de Vigo así como por la red fluvial. La topografía puede clasificarse de agreste, aunque suavizada por la influencia del clima atlántico.

La geología del entorno del área de actuación de este proyecto está claramente condicionada por la existencia de la ría de Vigo que individualiza netamente dos zonas con diferentes geomorfologías.

El tramo norte del lado Pontevedra presenta una topografía con grandes domos graníticos en los que el trazado discurre a media ladera o al pie de las misma generando desmontes de altura variable. El relieve está formado por una sucesión de cerros apretados con laderas de fuerte pendiente. La ladera sobre la que se desarrolla el viaducto de acceso al viaducto del lado norte presenta una fuerte pendiente como atestigua el hecho de que el viaducto solo presenta tres apoyos.

El lado sur del tramo de estudio presenta una topografía mas suave en la que el trazado se desarrolla por una única media ladera de pendiente muy ligera. Como consecuencia apenas se generan desmontes y estos son de una entidad mucho menor que los del lado norte. Adicionalmente el viaducto de acceso sur se apoya por una ladera de pendiente muy suave que genera un total de dieciséis apoyos lo que da una idea del contraste de topografía entre ambos entornos.

Existe una zona entre las pilas 2 y 8 del viaducto actual que configura una vaguada amplia con un mayor desarrollo de suelos que presenta un control estructural a favor de fallas regionales y cuya aparición afecta a los apoyos de los nuevos viaductos.

2.6.- HIDROGEOLOGÍA.

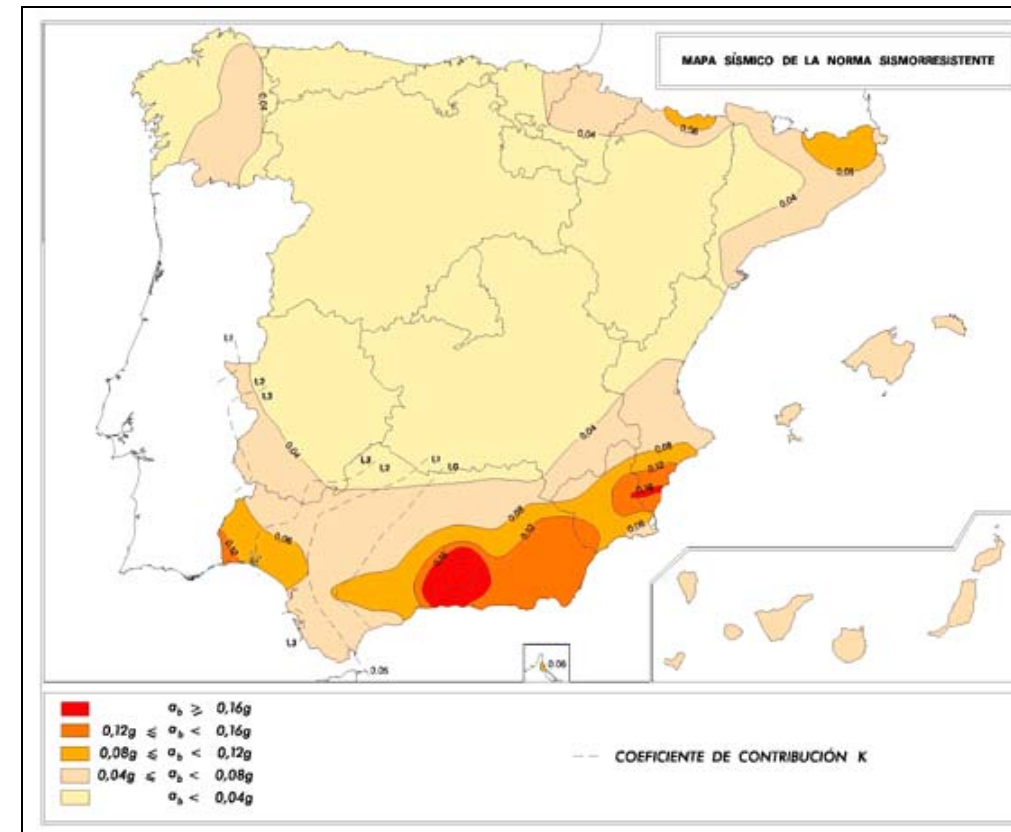
La hidrogeología subterránea esta casi exclusivamente condicionada por la red de fracturas y diaclasas establecida en los materiales granitoideos, ya que la porosidad de los metasedimentos es baja.

Son aprovechados algunos acuíferos superficiales mediante pozos que suministran caudales reducidos para servicio de pequeños núcleos de población.

La topografía y la litología de la zona hacen que predomine la escorrentía sobre la infiltración con lo que no podemos encontrar acuíferos importantes.

En el entorno del viaducto sur se ha detectado un nivel freático local asociado a una zona deprimida en la que el nivel freático aparece encajado de manera aproximadamente subparalela a la superficie del terreno a una profundidad variable del orden de los 2,0 a 2,5 m.

NIVELES FREÁTICOS								
SONDEO	FECHA	N.F.	FECHA	N.F.	FECHA	N.F.	FECHA	N.F.
S-1	16/01/2008	-	18/01/2008	-	21/01/2008	12,90	16/09/2008	-
S-2	16/01/2008	15,00	18/01/2008	14,80	21/01/2008	14,60	16/09/2008	12,80
S-3	16/01/2008	16,50	18/01/2008	16,60	21/01/2008	16,50	16/09/2008	16,10
S-4	16/01/2008	20,10	18/01/2008	20,00	21/01/2008	19,95	16/09/2008	19,30
S-5	16/01/2008	4,40	18/01/2008	4,40	21/01/2008	4,50	16/09/2008	-
S-6	16/01/2008	1,95	18/01/2008	1,95	21/01/2008	2,00	16/09/2008	2,60
S-7	16/01/2008	10,60	18/01/2008	10,70	21/01/2008	10,65	16/09/2008	10,90
S-8	16/01/2008	2,30	18/01/2008	-	21/01/2008	2,40	16/09/2008	3,50
S-9	16/01/2008	2,60	18/01/2008	-	21/01/2008	2,65	16/09/2008	4,30
S-10	16/01/2008	16,90	18/01/2008	16,80	21/01/2008	16,80	16/09/2008	-
S-11	16/01/2008	3,80	18/01/2008	3,30	21/01/2008	3,80	16/09/2008	-
S-12	16/01/2008	-	18/01/2008	5,80	21/01/2008	6,25	16/09/2008	-



Mapa de peligrosidad sísmica

2.7.- SISMICIDAD.

De acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente, Parte General y Edificación (NCSR-02), aprobada por el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre publicada en el Boletín Oficial del Estado, cuyo objetivo es proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de las acciones sísmicas en los proyectos de edificación y obras a los que les es aplicable, se clasifica el territorio nacional en función de la denominada Peligrosidad Sísmica.

Esta clasificación se ha obtenido a partir del Mapa de Peligrosidad Sísmica del I.G.N. y en ella se puede determinar, para cada punto superficial, la denominada Aceleración Sísmica Básica a_b (aceleración de la superficie del terreno), en valores de gravedad, para un período de retorno de 500 años. Este Mapa aporta el coeficiente K, o de contribución, en el que se tiene en cuenta la influencia, para cada punto, de los distintos tipos de terremotos, en la peligrosidad sísmica.

A partir del mapa contenido en la actual introducción, así como de la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02), se deduce que la zona de estudio se caracteriza por una aceleración sísmica básica a_b “valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de 500 años”, igual a:

- del mapa... $a_b < 0,04g$
- del listado $< 0,04g$

2.8.- RIESGOS GEOLOGICOS

Todos los materiales y procesos geológicos capaces, tanto de interferir en la construcción de la obra proyectada, como de ser interferidos por ésta, pueden presentar un riesgo geológico potencial cuyo conocimiento previo es necesario para evitar su peligrosidad y reducir sus consecuencias en coste y plazos.

En esta relación de doble sentido entre la obra proyectada y el entorno geológico, y teniendo en cuenta el contexto geológico, geomorfológico y climático de la zona de estudio, se valoran los procesos, susceptibles de afectar a la obra del presente proyecto, de tipo climático o geo-climático por una parte, y aquellos de tipo geológico, exógenos, que tienen relevancia en el trazado

Los riesgos naturales de tipo geo-climático se refieren a aquellos fenómenos naturales adversos regulados por el clima de la zona. En el entorno del trazado tienen especial relevancia los procesos asociados con el agua que dan lugar a inundaciones.

- ✓ Inundaciones

Para el control de las posibles avenidas de los cauces existentes en el entorno del trazado se ha realizado un detallado estudio de drenaje en el anexo correspondiente de este proyecto. En este estudio se realiza la previsión de caudales máximos según las normativas actuales y se valora su

interacción con el trazado proponiéndose las cunetas y obras de drenaje necesaria para controlar la escorrentía de manera efectiva.

Los riesgos geológicos incluyen todos aquellos fenómenos naturales adversos relacionados de manera directa o indirecta con los terrenos geológicos y con los procesos que les están asociados. En la zona de estudio, solamente se consideran aquellos de índole externa o exógena.

- ✓ Movimientos de ladera
- ✓ Erosión

Para el control de los movimientos de ladera se ha realizado en este mismo anejo un estudio detallado de la estabilidad de los futuros taludes y de su interacción con los actuales y se ha comprobado su estabilidad con criterios ampliamente seguros.

En el anejo de medioambiente se proponen como medida contra la erosión de los taludes en suelo una hidrosiembra que fije la tierra y evite su acaravamiento y erosión.

3.- INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

Describimos en este apartado las labores de investigación realizadas para el estudio geológico y geotécnico de los terrenos atravesados por el trazado del Proyecto Constructivo de los Viaductos de acceso a Rande.

Para ello se comentan las labores de campo, indicando el número de puntos de investigación, profundidad de prospecciones, toma de muestras, ensayos “in situ”, etc, y la metodología seguida en la realización de las mismas. Igualmente se comentarán los ensayos de laboratorio realizados, fundamentalmente ensayos de identificación y caracterización de estratos, así como de resistencia.

Con el registro de los testigos extraídos en los sondeos, los resultados de los ensayos realizados “in situ” y los ensayos de laboratorio se ha realizado un perfil geológico-geotécnico longitudinal a escala horizontal 1:2000 y vertical 1:400.

En los Apéndices correspondientes se incluyen tanto los registros de las diferentes labores de investigación así como las fotografías realizadas durante la ejecución de las mismas.

Si bien lo deseable hubiese sido la realización de un sondeo por apoyo el criterio de la campaña ha sido el de la realización de un sondeo en aquellas pilas donde no se disponían de datos anteriores fiables o se sospechaba la existencia de un terreno de peores características geotécnicas. La localización de los puntos de investigación se ha seleccionado con objeto de predecir posibles situaciones constructivas complejas y comprobar correctamente las condiciones de cimentación.

3.1.- INVESTIGACIÓN IN SITU.

3.1.1.- Sondeos

Para la investigación de los distintos terrenos atravesados por el trazado de este proyecto se han realizado 12 sondeos con extracción de testigo continuo que suman 258,34 m de perforación.

La nomenclatura indicada para la denominación de los sondeos se corresponde con un SD- seguido de un número relacionado con el orden en la ejecución.

Para la perforación de los sondeos se han utilizado 3 máquinas de tipo BOART LONGYEAR pertenecientes a las empresas SCI, SONDEOS EL BIERZO Y G.O.C.

En todos los sondeos se ha instalado tubería de PVC para la medida de la evolución de los niveles piezométricos al finalizar su ejecución.

En los Apéndices “Registros de sondeos” se presentan las columnas y las fotografías de los sondeos realizados en toda la campaña de investigación.

	COORDENADAS		
	X	Y	Z
S-1	527857	4681027	52
S-2	527871	4681042	47,18
S-3	527904	4681069	44,35
S-4	527923	4681043	48,96
S-5	527928	4681098	32,91
S-6	527957	4681134	26,87
S-7	527988	4681117	39,65
S-8	527986	4681167	26,44
S-9	528006	4681210	23,81
S-10	527955	4681076	44,37
S-11	528104	4681662	5,41
S-12	528064	4681657	7,5

SONDEOS	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	
CAJAS	6	10	7	8	6	7	9	5	6	9	6	7	86,00
METROS SUELO	13,30	25,10	18,40	19,60	8,50	15,30	21,14	9,50	18,90	21,00	5,40	3,00	179,14
METROS SUELO DURO	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	1,20	0,00	3,00	0,00	5,00	0,60	10,20	27,00
METROS ROCA	4,50	7,40	2,80	6,40	1,50	4,50	1,80	1,40	0,60	0,00	15,00	6,30	52,20
MI	0	2	5	2	1	1	2	1	2	3	1	0	20
SPT	1	8	2	6	3	4	10	4	6	6	1	3	54
TP	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	4	1	8
LONG. TOTAL	17,80	32,50	21,20	26,00	17,00	21,00	22,94	13,90	19,50	26,00	21,00	19,50	258,34
LONG.MEDIA													21,53

3.1.2.- Ensayos in situ

En este estudio se han realizado numerosos ensayos in situ. Se entiende por tal, a todos los ensayos que requieren descender una sonda o equipo de medida al interior del sondeo, para alcanzar el emplazamiento geológico profundo de los terrenos en los cuales se desee medir alguna propiedad geológica, geotécnica o hidrogeológica. Para este estudio se han realizado los siguientes ensayos:

- ✓ Muestras inalteradas
- ✓ SPT
- ✓ Observaciones del nivel freático.

3.1.2.1.- Toma de muestras

Como criterio general se han realizado SPT (ensayo de penetración estándar) y se ha tomado una muestra inalterada de terreno cada 3 metros, alternándose entre sí cada 1,5m. Todas las muestras se han recogido y transportado a los laboratorios de geotecnia de SCI y. CEPASA.

3.1.2.2.- SPT

La realización del SPT (Standard Penetración Test) consiste en hincar una cuchara toma muestras mediante el golpeo con una maza de 63,5 kg dejada caer desde 75 cm. En ambos casos, se contabiliza el número de golpes necesarios para hincar cuatro tramos de 15 cm., y si en algún caso se precisan más de 100, se considera que se produce rechazo.

En el caso del SPT, el valor del mismo es la suma de los golpes obtenidos en dos tramos de 15 cm. después de una hincada inicial de también 15 cm. Este número de golpes se denomina N (o NSPT) y con él se correlacionan varios parámetros geotécnicos, con resultados más fiables en terrenos arenosos.

Con los ensayos SPT se obtiene adicionalmente una muestra de pequeño diámetro, apta para ensayos de identificación en el laboratorio, es decir con el tomamuestras normalizado se obtienen muestras alteradas sobre las que se realizan los ensayos de laboratorio que se consideren adecuados como condiciones de estado.

En este estudio se han realizado los siguientes ensayos in situ "SPT":

SPT								
SONDEO	PROFUNDIDAD SUPERIOR	PROFUNDIDAD INFERIOR	NUMERACIÓN	GOLPEOS				NSPT
S-1	4,20	4,80	SPT1	3	4	6	8	10
S-2	11,20	11,50	SPT1	24	50			50
S-2	14,10	14,40	SPT2	50	50			50
S-2	16,60	17,05	SPT3	21	42	50		92
S-2	19,20	19,35	SPT4	50				50
S-2	21,60	21,90	SPT5	37	50			50
S-2	23,80	24,10	SPT6	29	50			50
S-2	25,20	25,30	SPT7	50				50
S-2	27,10	27,20	SPT8	50				50
S-3	14,00	14,30	SPT1	36	50			50
S-3	20,10	20,40	SPT2	39	50			50
S-4	1,50	2,10	SPT1	5	6	8	8	14
S-4	5,00	5,60	SPT2	9	12	12	16	24
S-4	9,15	9,75	SPT3	7	7	10	13	17
S-4	11,25	11,50	SPT4	41	50			50
S-4	13,50	13,65	SPT5	50				50
S-4	19,00	19,30	SPT6	46	50			50
S-5	1,80	1,95	SPT1	50				50
S-5	4,80	5,40	SPT2	25	28	32	45	60
S-5	9,60	10,20	SPT3	25	32	40	50	72
S-6	6,00	6,60	SPT1	15	19	25	31	44
S-6	9,00	9,60	SPT2	15	21	32	41	53
S-6	12,00	12,60	SPT3	19	29	35	48	64
S-6	15,00	15,30	SPT4	25	50			50
S-7	1,50	2,10	SPT1	6	5	6	6	11
S-7	3,00	3,60	SPT2	3	6	8	8	14
S-7	6,50	7,10	SPT3	6	17	25	42	42
S-7	12,00	12,06	SPT4	50				50
S-7	13,70	13,74	SPT5	50				50
S-7	15,70	15,82	SPT6	50				50
S-7	17,70	17,77	SPT7	50				50
S-7	19,20	19,22	SPT8	50				50
S-7	20,70	20,76	SPT9	50				50
S-7	22,80	22,94	SPT10	50				50
S-8	4,80	5,40	SPT1	1	1	1	2	2
S-8	7,50	7,55	SPT2	50				50
S-8	9,20	9,50	SPT3	42	50			50
S-8	12,30	12,40	SPT4	50				50
S-9	3,00	3,60	SPT1	2	2	3	3	5
S-9	7,50	7,92	SPT2	15	16	50		66
S-9	10,20	10,28	SPT3	50				50
S-9	12,60	12,82	SPT4	37	50			50
S-9	15,70	15,98	SPT5	28	50			50
S-9	18,60	18,97	SPT6	24	42	50		92
S-10	4,20	4,80	SPT1	5	6	6	10	12
S-10	7,80	8,40	SPT2	15	20	25	30	45
S-10	13,20	13,80	SPT3	20	31	42	50	73
S-10	18,00	18,60	SPT4	21	38	49	50	87
S-10	21,00	21,25	SPT5	40	50			50
S-10	24,00	24,10	SPT6	50				50
S-11	3,60	4,20	SPT1	1	1	1	2	2
S-12	6,00	6,60	SPT1	2	4	2	6	6
S-12	9,00	9,60	SPT2	3	15	20	25	35
S-12	12,00	12,60	SPT3	1	4	6	4	10

3.1.2.3.- Muestras inalteradas

Durante la perforación de los sondeos se han llevado a cabo ensayos de obtención de muestra inalterada. Básicamente los distintos tipos de toma muestras consisten en una cuchara normalizada con una punta biselada de acero endurecido. Estos se introducen por presión o por golpeo, quedando alojada la muestra en un tubo de PVC, una vez extraída se cierran los extremos para que no se produzca evaporación ni alteración física.

A continuación se muestra una tabla resumen donde aparecen las muestras inalteradas tomadas a lo largo de los sondeos realizados:

MUESTRA INALTERADA			
SONDEO	PROFUNDIDAD SUPERIOR	PROFUNDIDAD INFERIOR	NUMERACIÓN
S-2	1,80	2,40	MI1
S-2	4,00	4,25	MI2
S-3	1,80	2,40	MI1
S-3	4,20	4,80	MI2
S-3	6,60	7,20	MI3
S-3	9,00	9,60	MI4
S-3	11,60	12,20	MI5
S-4	2,90	3,50	MI1
S-4	6,90	7,50	MI2
S-5	7,20	7,80	MI1
S-6	3,00	3,60	MI1
S-7	4,60	5,20	MI1
S-7	8,30	8,42	MI2
S-8	1,80	2,40	MI1
S-9	1,20	1,80	MI1
S-9	5,50	6,10	MI2
S-10	1,80	2,40	MI1
S-10	6,00	6,60	MI2
S-10	10,20	10,80	MI3
S-11	3,00	3,60	MI1

3.1.2.4.- Testigos parafinados

En aquellos puntos donde no se pudo tomar muestras inalteradas por la dureza del terreno se realizaron testigos parafinados.

Las muestras seleccionadas por los geólogos fueron parafinadas o encapsuladas en tubos de PVC, para evitar así su deterioro y merma en sus propiedades. Una vez registradas, fotografiadas y analizadas las muestras, se depositaron en cajas.

Los testigos parafinados que se tomaron fueron las siguientes:

TESTIGOS PARAFINADOS			
SONDEO	PROFUNDIDAD SUPERIOR	PROFUNDIDAD INFERIOR	NUMERACIÓN
S-6	19,30	19,80	TP1
S-7	10,20	10,50	TP1
S-7	16,35	16,50	TP2
S-11	8,40	9,00	TP1
S-11	12,00	12,50	TP2
S-11	16,30	16,75	TP3
S-11	20,40	21,00	TP4
S-12	16,20	16,70	TP1

3.1.2.5.- Observaciones del nivel freático

Para la medida de niveles freáticos en sondeo se han empleado sondas hidronivel eléctricas. El equipo tiene capacidad para alcanzar profundidades de hasta 50 m.

Las observaciones de los niveles de agua se realizaron durante la perforación de los sondeos, y posteriormente a la finalización de los mismos, hasta que se estabilizaron sus niveles. Para facilitar las lecturas y evitar el colapso del sondeo, se dejaron instalados tubos piezométricos ranurados (de PVC).

Durante la realización de la campaña de prospecciones se realizó un seguimiento y control diario de la misma, con presencia de geólogos coordinadores a pie de obra.

A continuación se muestra una tabla resumen con las medidas del nivel freático alcanzadas en cada uno de los sondeos realizados.

NIVELES FREÁTICOS						
SONDEO	FECHA	N.F.	FECHA	N.F.	FECHA	N.F.
S-1	16/01/2008	-	18/01/2008	-	21/01/2008	12,90
S-2	16/01/2008	15,00	18/01/2008	14,80	21/01/2008	14,60
S-3	16/01/2008	16,50	18/01/2008	16,60	21/01/2008	16,50
S-4	16/01/2008	20,10	18/01/2008	20,00	21/01/2008	19,95
S-5	16/01/2008	4,40	18/01/2008	4,40	21/01/2008	4,50
S-6	16/01/2008	1,95	18/01/2008	1,95	21/01/2008	2,00
S-7	16/01/2008	10,60	18/01/2008	10,70	21/01/2008	10,65
S-8	16/01/2008	2,30	18/01/2008	¿6,2?	21/01/2008	2,40
S-9	16/01/2008	2,60	18/01/2008	-	21/01/2008	2,65
S-10	16/01/2008	16,90	18/01/2008	16,80	21/01/2008	16,80
S-11	16/01/2008	3,80	18/01/2008	3,30	21/01/2008	3,80
S-12	16/01/2008	-	18/01/2008	5,80	21/01/2008	6,25

3.1.3.- Ensayos de laboratorio

Sobre los testigos de los sondeos se han realizado ensayos de laboratorio tendentes a la caracterización de los materiales presentes en el trazado. Estos ensayos han sido de identificación y resistencia siendo el conjunto de ensayos realizados el siguiente:

3.1.3.1.- Ensayos de identificación

Para conocer la naturaleza del material:

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado
- ✓ Determinación de los límites de Atterberg
- ✓ Clasificación de Casagrande.

3.1.3.2.- Estado natural

- ✓ Densidad seca Humedad
- ✓ Humedad natural
- ✓ Peso específico de las partículas.

3.1.3.3.- Análisis químicos

- ✓ Determinación del contenido de sulfatos
- ✓ Materia orgánica
- ✓ Sales solubles
- ✓ Carbonatos y yesos.

3.1.3.4.- Características de resistencia:

- ✓ Determinadas mediante ensayos de resistencia a compresión simple
- ✓ Ensayos triaxiales.

4.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES TIPO SUELO

El trazado objeto de estudio se ubica principalmente sobre dos tipos de materiales identificados como granitos grises con bandeado gnéisico ocasional y jabre compuesto por arenas limosas y limo. En base a esta diferenciación de los materiales se ha realizado la caracterización geotécnica. La investigación realizada se ha centrado en el entorno del viaducto sur pero se entiende extrapolable al resto del tramo especialmente para las exigencias a las que será sometido el material y la tipología de las obras

En el Apéndice correspondiente están disponibles los registros de los ensayos ‘in situ’ y de laboratorio a partir de los cuales se ha obtenido la caracterización que se muestra en este apartado.

A continuación se describen cada una de las formaciones detectadas en el tramo objeto de estudio. Se ha incluido una tabla con los histogramas más representativos de cada una de las formaciones y se ha desarrollado una caracterización en detalle de aquellas que presentan un elevado número de ensayos y tienen gran representatividad en el tramo estudiado.

4.1.- JABRE

Se describen como depósitos producto de la alteración del granito que presentan un grado de meteorización V- VI. La roca original se encuentra totalmente descompuesta a suelo y no puede reconocerse ni la textura ni la estructura original encontrándose el material “in situ” y existiendo cambios importantes de volumen. El material resultante de ese fuerte grado de meteorización son arenas limosas y limos.

4.1.1.- Resultados de laboratorio

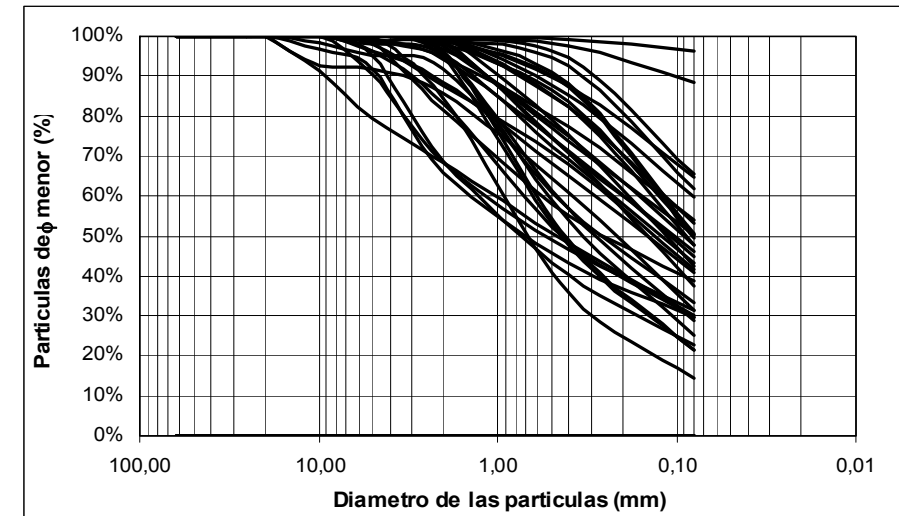
A continuación se muestra un cuadro síntesis con los ensayos de laboratorio realizados y las tablas resumen con los ensayos de laboratorio:

TABLA RESUMEN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.		JABRE			
	Máximo	Mínimo	Medio	Desv. Estandar	
GRANULOMETRIA					
% Grava (>2 mm)	34,3	0,0	8,1	10,4	
% Arena (2 mm - 0,08 mm)	74,9	3,6	48,0	15,0	
% Finos (<0,08 mm)	96,4	14,5	43,9	17,9	
D ₆₀	1,59	0,08	0,48	0,45	
D ₃₀	0,31	0,08	0,10	0,05	
D ₁₀	0,08	0,08	0,08	0,00	
Cu	18,6	1,0	4,8	4,6	
Cz	1,0	0,1	0,4	0,3	
PLASTICIDAD. LÍMITES DE ATTERBERG					
Límite Líquido (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	
Límite Plástico (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	
Índice de plasticidad (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	
DENSIDAD, PESO ESPECÍFICO Y HUMEDAD					
γ _{seca} (t/m ³)	1,8	1,3	1,6	0,2	
γ _{saturada} (t/m ³)	-	-	-	-	
γ _{aparente} (t/m ³)	2,1	1,8	2,0	0,1	
Humedad (%)	35,2	7,5	17,7	6,7	
PARÁMETROS RESISTENTES					
Resistencia a Compresión Simple (kg/cm ²)					
	C (kg/cm ²)	0,8	0,6	0,7	
ENSAYO TRIAXIAL	φ (°)	16,6	9,1	14,5	
	C' (kg/cm ²)	0,5	0,1	0,3	
	φ' (°)	33,0	31,2	32,0	
CLASIFICACIONES					
PG3	Seleccionado	2,9%			
	Adecuado	8,8%			
	Tolerable	88,2%			
	Marginal	0,0%			
	Inadecuado	0,0%			

4.1.2.- Caracterización

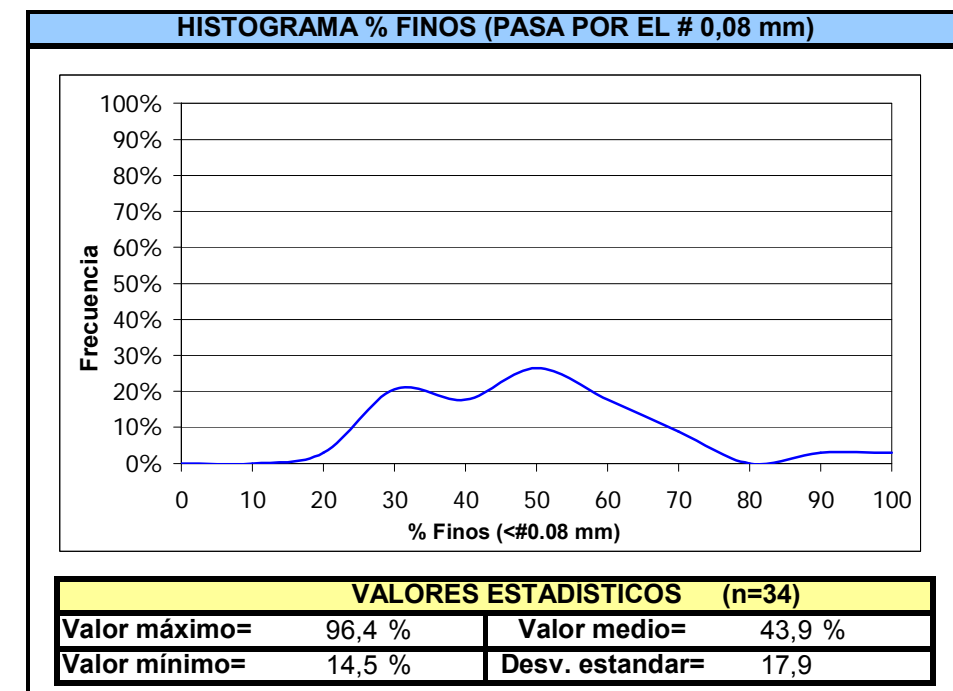
Para la caracterización de este tipo de materiales se han tomado los valores medios de las tablas de ensayos para reproducir mejor el estado del estrato.

La distribución granulométrica, en relación con el diámetro de las partículas que constituyen este material, muestra una distribución muy amplia de valores para los finos. Esta distribución se puede observar en el siguiente gráfico:

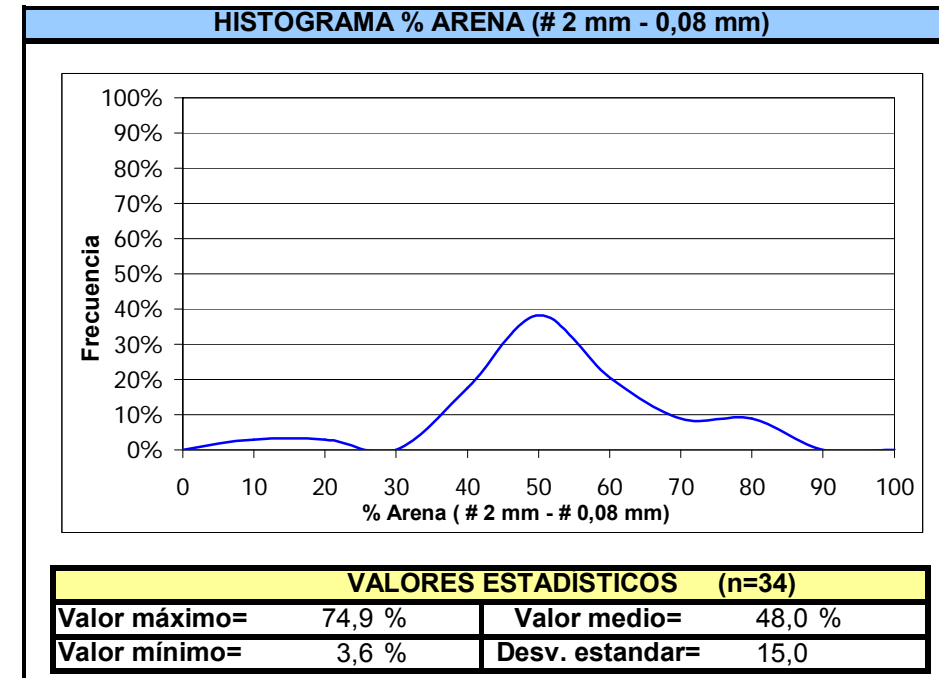
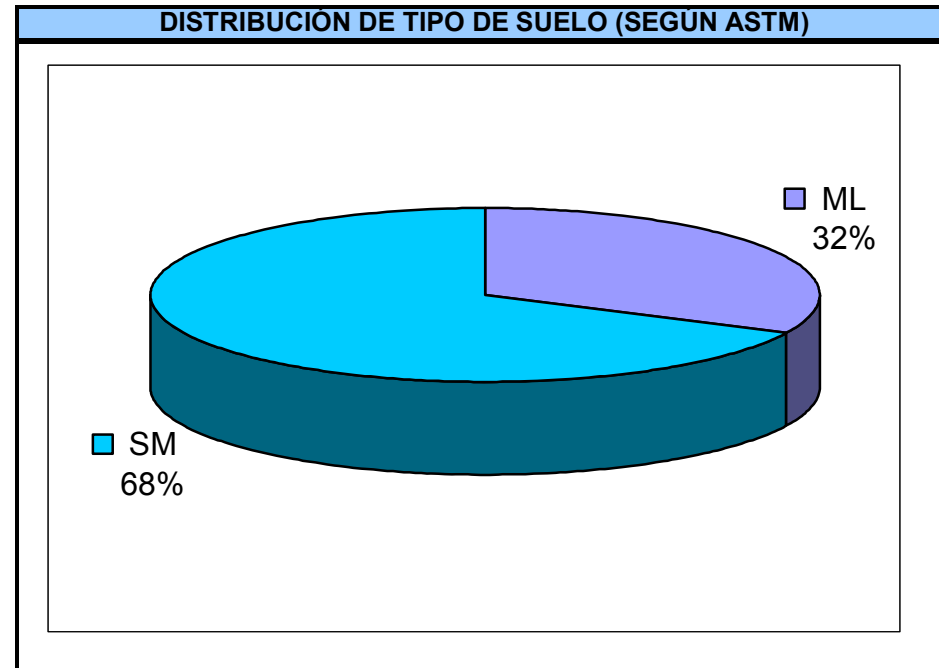


Curva granulométrica

Distribuyéndose entre el 30 y 60% de finos (<# 0,08 mm) siendo el contenido de finos del 50% el que presenta la mayor frecuencia del 25% como se muestra en el siguiente gráfico.



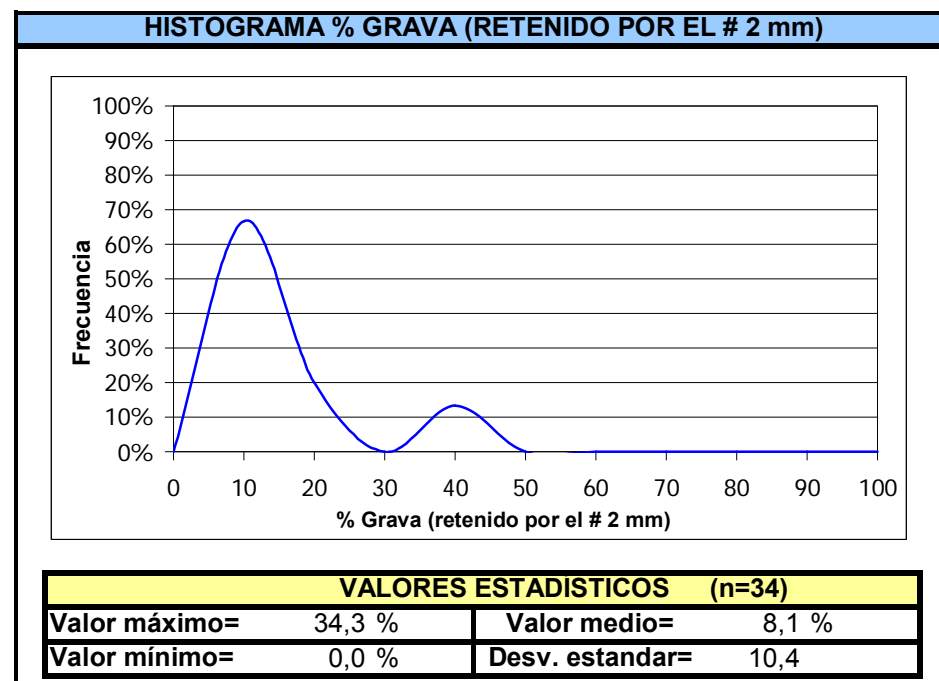
La distribución de tipos de suelos muestra 2 grupos en las siguientes proporciones: Un 68% de estos suelos se han clasificado como arenas limosas, mezcla de arena- limo (SM) y un 32% corresponde a limo inorgánico y arenas muy finas (ML)



No obstante se puede observar que la distribución de gravas y arenas, para este mismo material, se presenta concentrada entorno a un único valor.

La distribución de grava (retenido por el #2 mm) queda concentrada en torno al 10% siendo su frecuencia de 65%.

Los materiales finos que presenta este material son no plásticos, correspondientes a limos sin plasticidad, estos materiales no quedan clasificados dentro de la Grafica de Plasticidad de Casagrande.

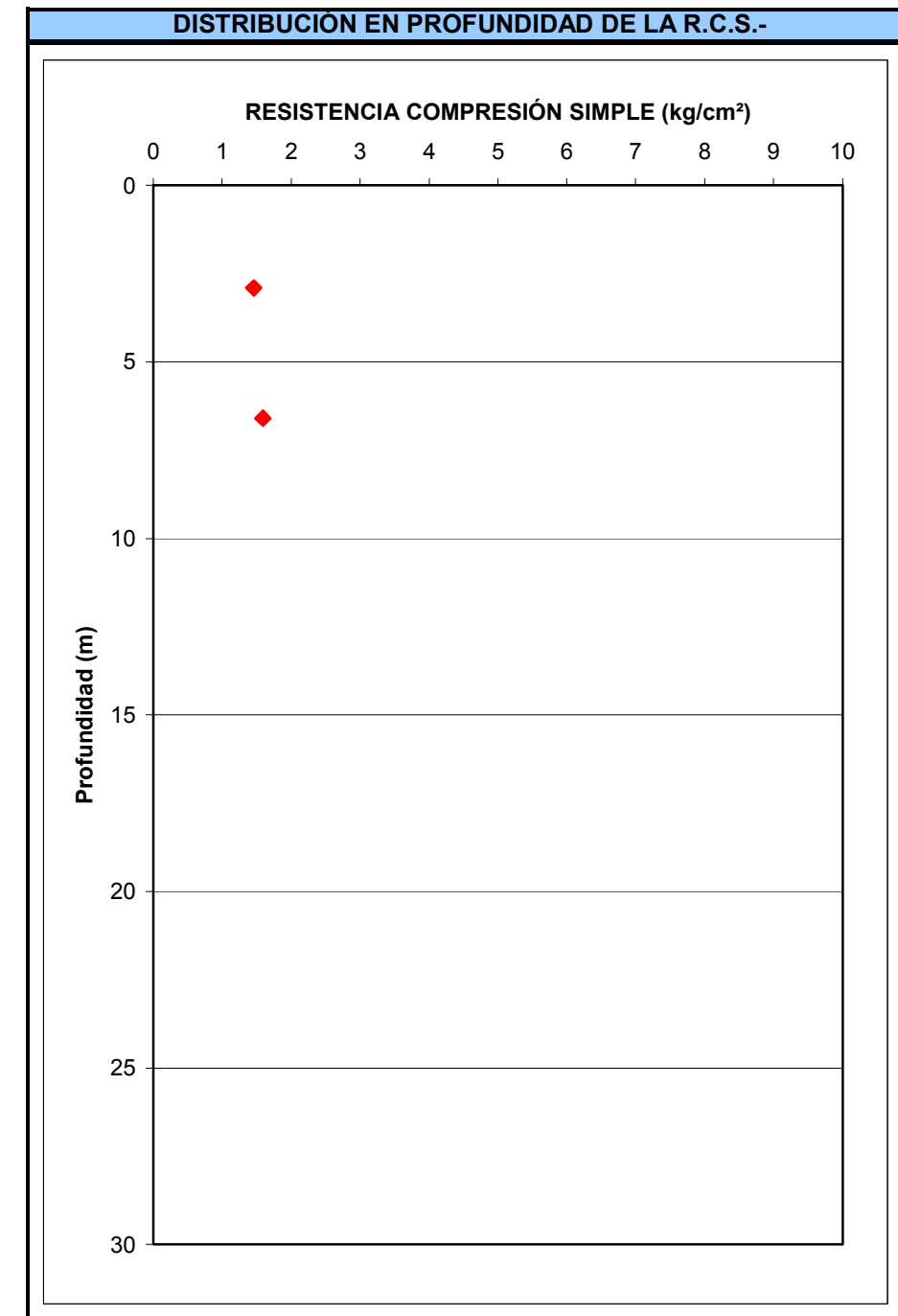
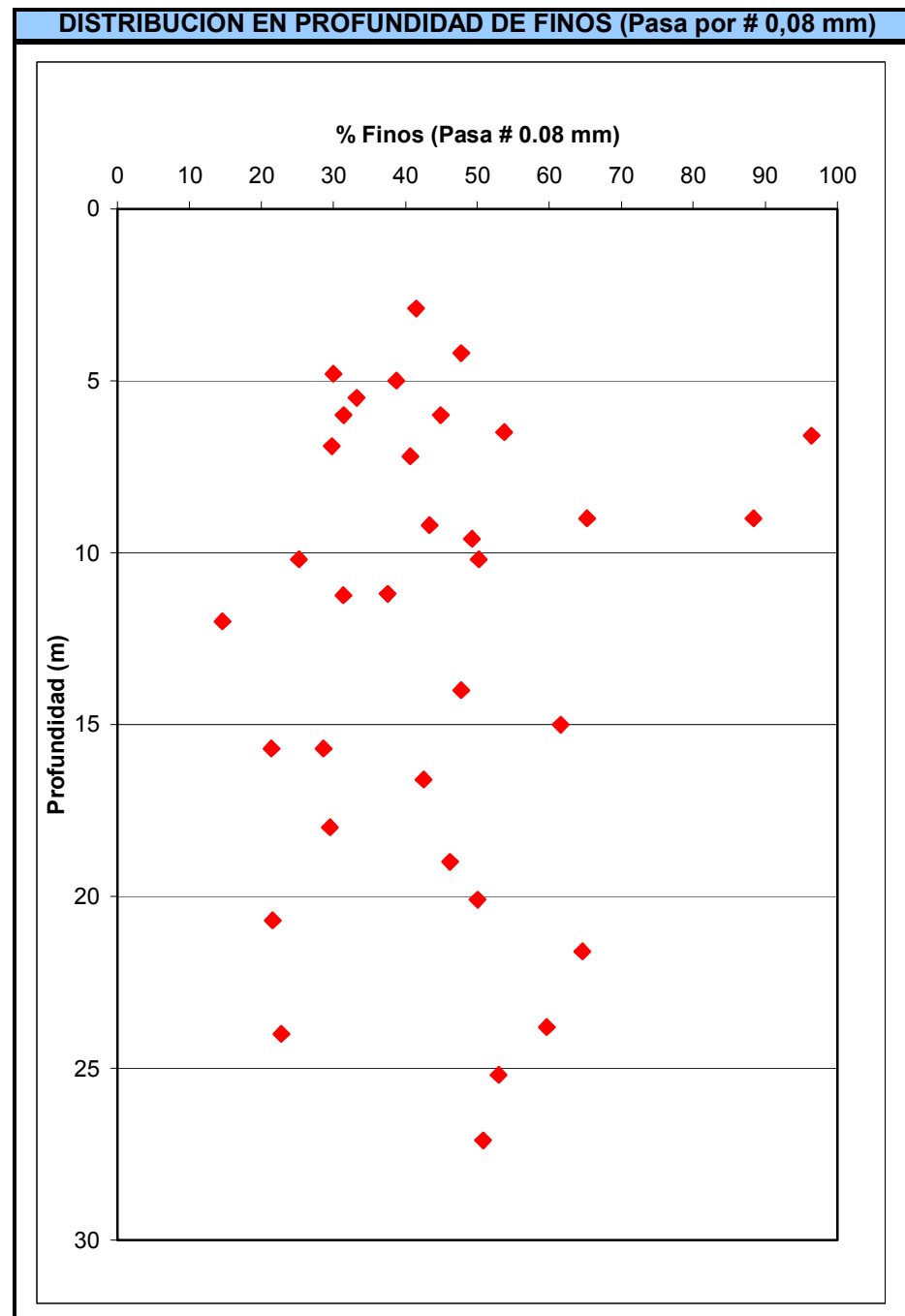


La distribución de arenas (# 2mm- #0,008 mm) queda concentrada en torno al 50% con una frecuencia del 35%.

TABLA RESUMEN DE PARAMETROS GEOTECNICOS: PLASTICIDAD, DENSIDAD Y HUMEDAD

	Máx	Min	Des. Estandar	Media
Lím. Líquido	0,0	0,0	0,0	0,0
Lím. Plástico	0,0	0,0	0,0	0,0
Ind. Plasticidad	0,0	0,0	0,0	0,0
Gs (t/m ³)	-	-	-	-
γseca (t/m ³)	1,82	1,30	0,18	1,60
γsat (t/m ³)	-	-	-	-
γapa (t/m ³)	2,1	1,8	0,1	2,0
W (%)	35,20	7,50	6,71	17,67

La distribución de finos en relación con la profundidad muestra una amplia dispersión apareciendo porcentajes de finos variables prácticamente a cualquier profundidad.



4.1.3.- Propiedades resistentes

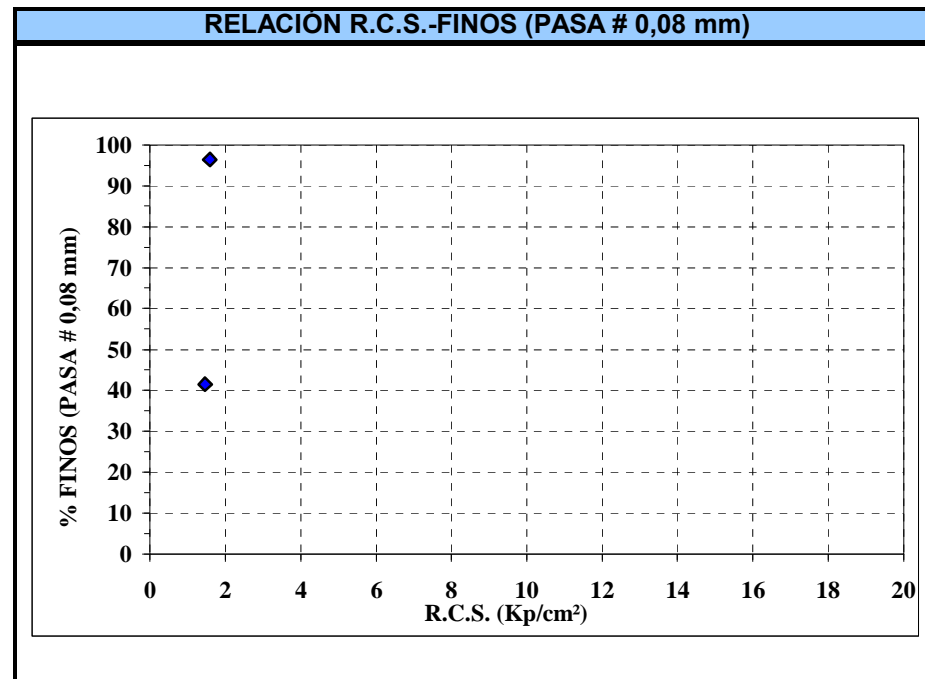
Para poder conocer los parámetros resistentes del material se han realizado ensayos de resistencia a compresión simple y ensayos triaxiales. De ellos se han obtenido los parámetros que se muestran a continuación.

Se puede observar que la resistencia a compresión simple se mantiene constante con la profundidad, como muestra el siguiente gráfico quedando distribuidos los valores en torno a 1 y 2 kg/cm² para profundidades inferiores a 10m.

Relacionando la R.C.S con el % de finos que pasa # 0,08 mm se puede observar que los valores de R.C.S. no se ven alterados con el contenido de finos manteniéndose constantes en torno a valores de 1,5 kg/cm². Estos valores de resistencia a compresión simple se entienden representativos de los estratos más superficiales alterados y descomprimidos del jabre no siendo representativos de las zonas más profundas en donde será más resistente.

La formación Jabre resulta bastante homogénea en el conjunto de los resultados por lo que parece razonable extrapolar esa uniformidad a los valores de la resistencia a compresión simple. El carácter arenoso del Jabre hace bastante difícil la realización de ensayos de resistencia a compresión simple y los resultados no se deben considerar del todo representativos. En el caso concreto de estos

ensayos los valores son muy conservadores y de ser modificados serán a un valor superior. Se considera por tanto que es un dato conservador sobre todo teniendo en cuenta los golpes de SPT.



Adicionalmente se han realizado cuatro ensayos triaxiales del tipo CU con medida de presiones intersticiales.

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO: PARÁMETROS RESISTENTES				
	Máx	Min	Des. Estandar	Media
R.C.S (Kp/cm²)	1,6	1,5	0,1	1,5
Ens. Triaxial				
C (kp/cm²)	0,8	0,6	0,1	0,7
ϕ (°)	16,6	9,1	3,6	14,5
C' (kp/cm²)	0,5	0,1	0,1	0,3
ϕ' (°)	33,0	31,2	0,9	0,9

De los 4 ensayos triaxiales realizados sólo se utilizarán 3 dado que los resultados obtenidos en el ensayo triaxial restante han sido rechazados por contener valores muy diferentes a los otros tres y considerarse poco representativo.

Los resultados obtenidos de c y ϕ en tensiones totales se sitúan en torno a valores de:

✓ $c_{\text{máximo}} = 0,80 \text{ kg/cm}^2$

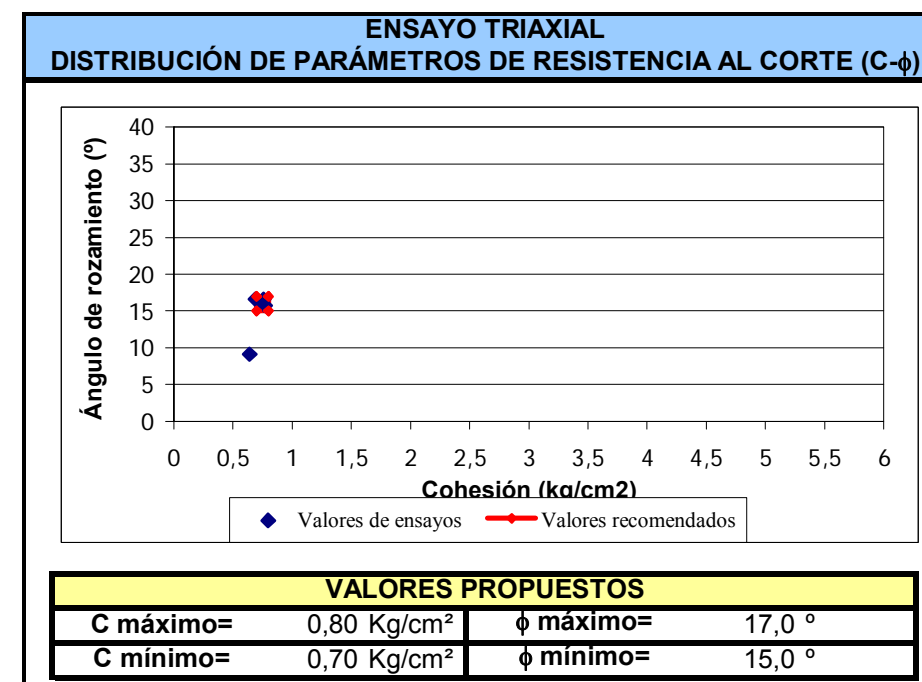
✓ $c_{\text{mínimo}} = 0,50 \text{ kg/cm}^2$

y los valores de ϕ :

✓ $\phi_{\text{máximo}} = 17,0^\circ$

✓ $\phi_{\text{mínimo}} = 15,0^\circ$

Su distribución se puede ver en el siguiente gráfico:



En el caso de tensiones efectivas los valores de la c' y ϕ' se situarían en torno a valores de:

✓ $c'_{\text{máximo}} = 0,50 \text{ kg/cm}^2$

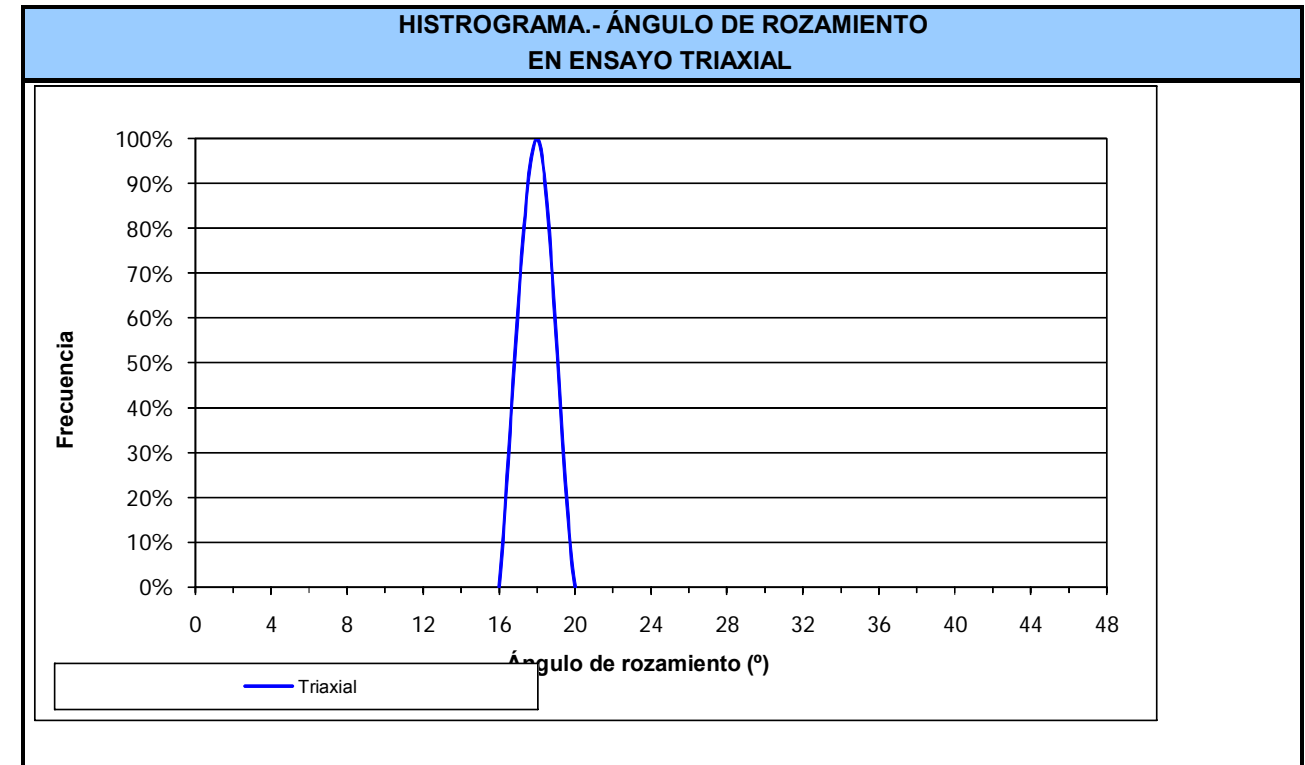
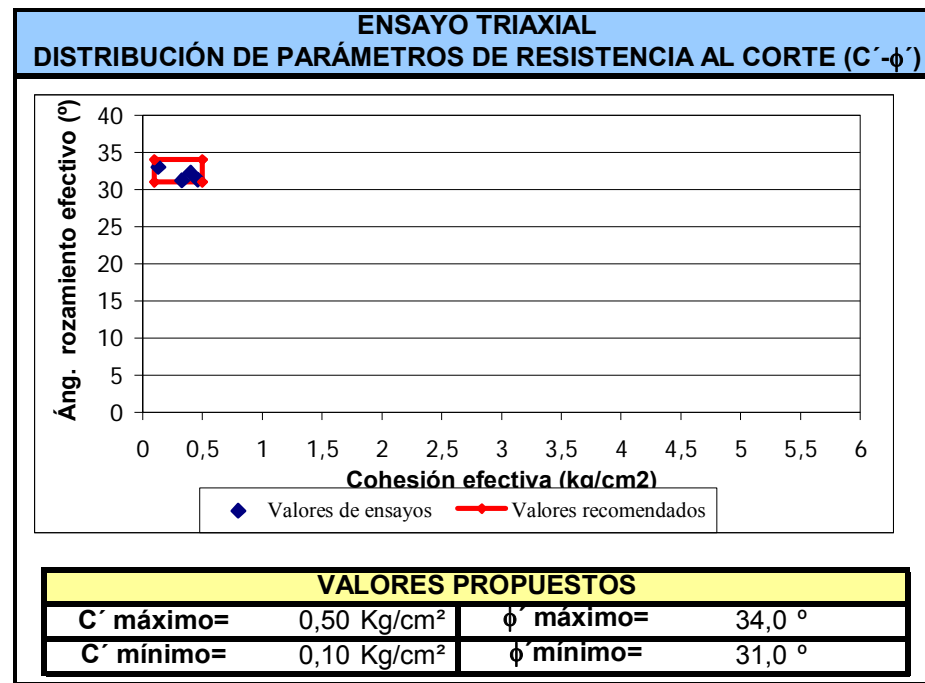
✓ $c'_{\text{mínimo}} = 0,10 \text{ kg/cm}^2$

En el caso del ϕ' :

✓ $\phi'_{\text{máximo}} = 33,0^\circ$

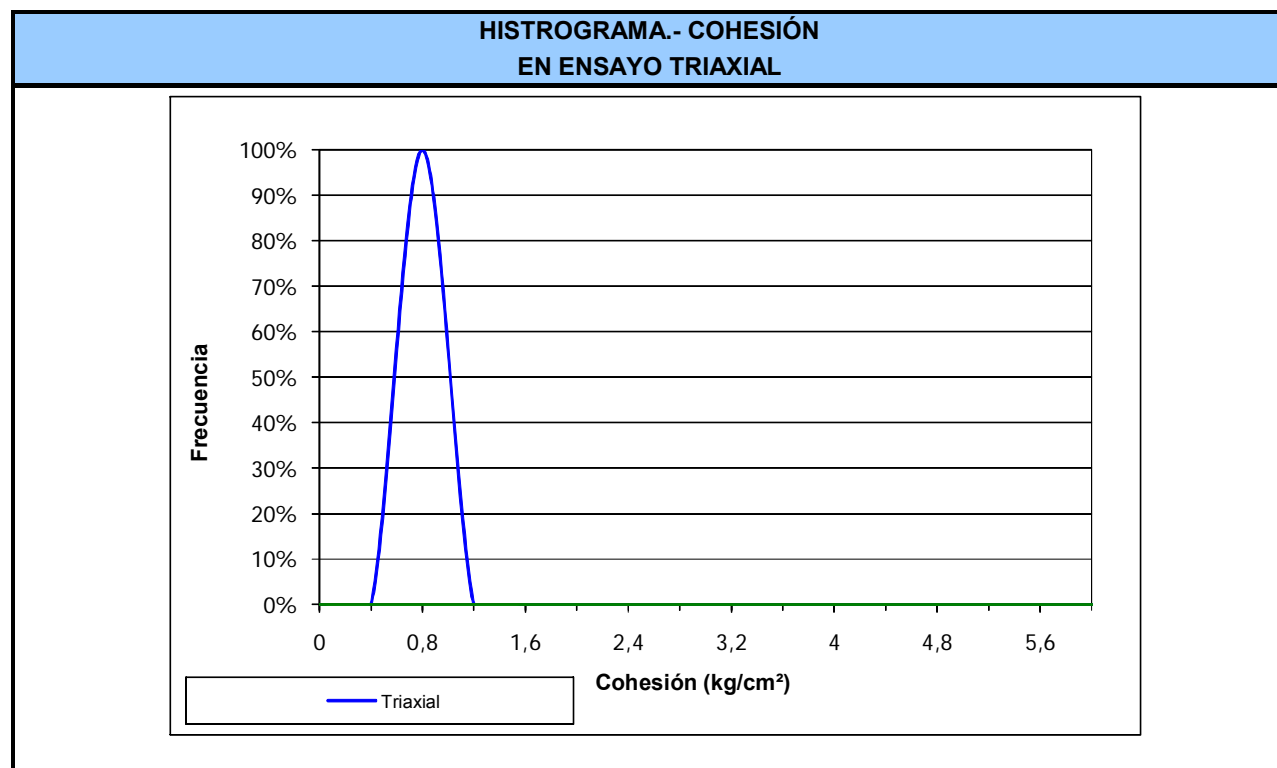
✓ $\phi'_{\text{mínimo}} = 31,0^\circ$

Su distribución se muestra en el siguiente gráfico:

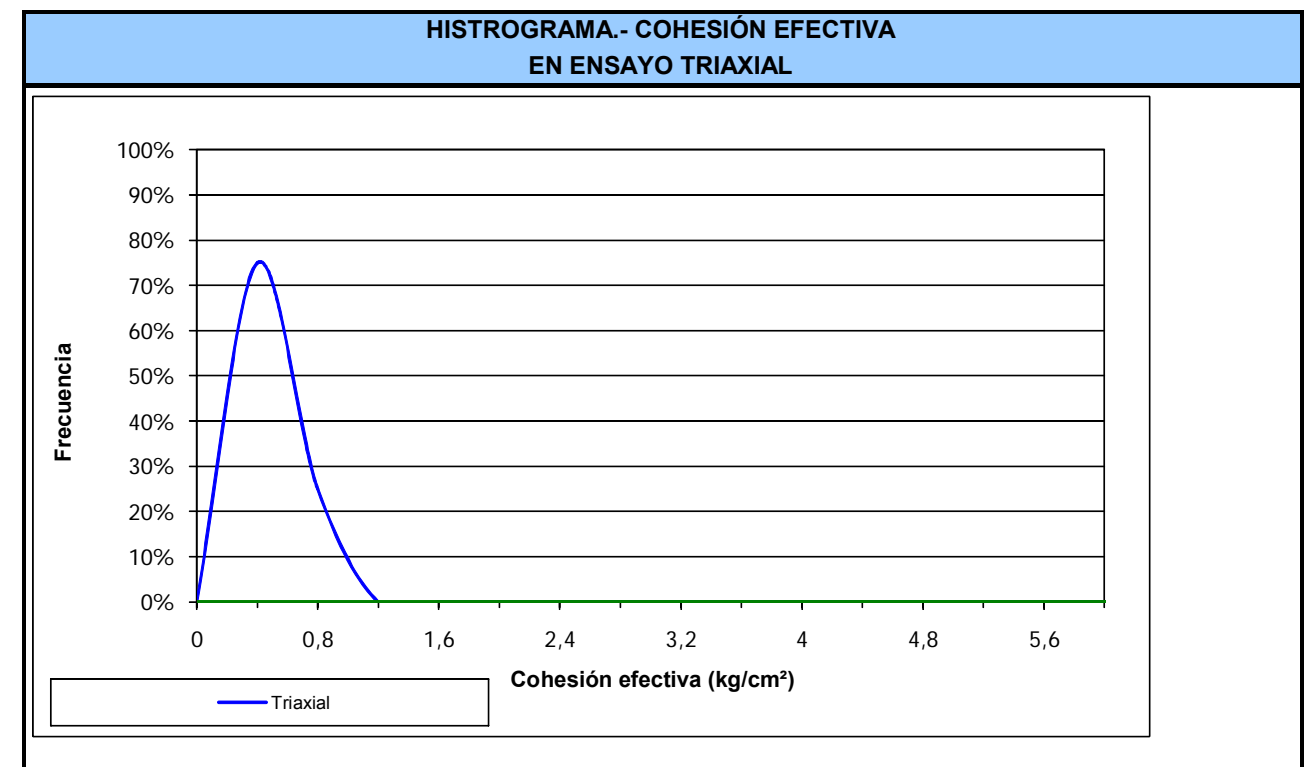


Tensiones totales

En tensiones totales la distribución estadística de los resultados se ajusta hacia una cohesión de 0,8 kg/cm².

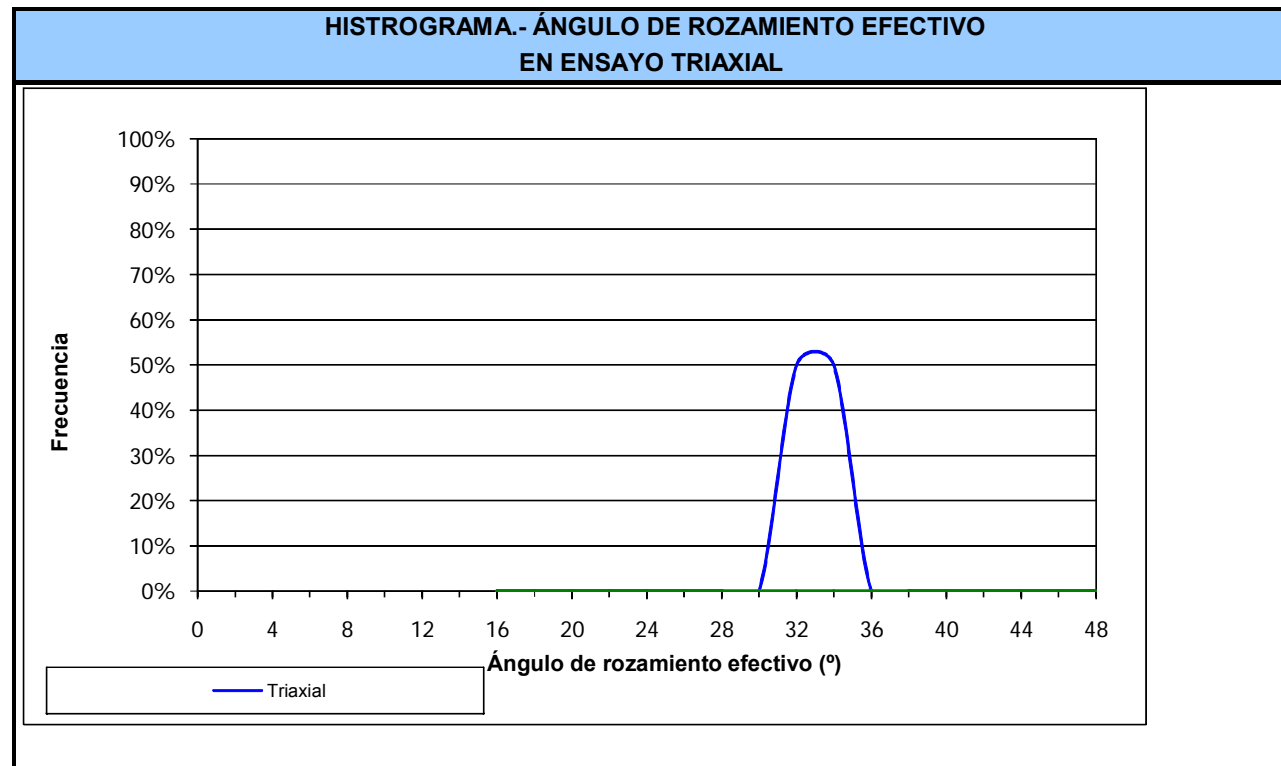


Tensiones efectivas



Los valores de rozamiento interno muestra la siguiente distribución en la que se puede ver que el ángulo de rozamiento interno tiene un valor aproximado de 18°.

En el caso de la cohesión efectiva el valor esta en torno a $0,5 \text{ kg/cm}^2$ con una distribución del 75%.
Mientras que el ángulo de rozamiento interno efectivo se sitúa dentro de ángulos mayores correspondientes a 34° con una distribución del 50 %.



4.1.4.- Deformabilidad

La deformabilidad del perfil de alteración de la roca ígnea se ha determinado en función de los resultados de los ensayos SPT realizados en cada uno de los sondeos. De esta manera se ha realizado una extrapolación del módulo elástico del material en función del estado real observado en el terreno bien mediante ensayos in situ bien mediante la observación del terreno y de su comportamiento durante la perforación de los sondeos.

Adicionalmente hay que considerar la realidad del viaducto actual de cuya observación se extrapola fácilmente que no existen deformaciones del terreno importantes asociadas a este tipo de materiales.

En primer lugar es reseñable la elevada compacidad del material que se ha puesto de manifiesto durante la perforación de los sondeos y que no permitió el avance correcto de los mismos, siendo necesaria la utilización de numerosas maniobras de perforación de muy baja longitud en las que apenas se llegaban a perforar 10 cm. Esto unido al carácter tipo suelo del material impedía la perforación con adición de agua lo que ralentizaba sensiblemente el ritmo de perforación.

La elevada compacidad del terreno impidió la toma de muestras de calidad ya que la perforación en seco destruía el testigo y la perforación con agua no era posible. Por otro lado se intentaron tomar muestras inalteradas pero no fue posible la hincada de los tomamuestras MI dada la dureza del terreno.

En las condiciones descritas el único ensayo de referencia con el que modelizar la elasticidad del terreno ha sido el golpeo del SPT. A partir del resultado medio del ensayo existen correlaciones más o menos ajustadas que proporcionan el valor del módulo de elasticidad.

El valor de N_{spt} representativo es el de

✓ $N_{spt} = \text{Rechazo}$

Este valor de rechazo es un tope máximo pero no cuantificable por lo que en función del estado del material de manera conservadora en referencia al estado de compacidad del terreno se toma un valor de:

✓ $N_{spt} = 80$

Las correlaciones utilizadas proporcionan un valor para el módulo de elasticidad en función del golpeo de:

CORRELACIONES ENTRE EL NSPT Y EL MÓDULO DE DEFORMACIÓN

NSPT	Beggemann(kg/cm ²)	Schmertmann (kg/cm ²)	Wrench&Nowatzki(kg/cm ²)	Farrente(kg/cm ²)	S. Uriel (kg/cm ²)	Bowles
80	928	1200	1087,168556	560	640	475

Valor medio 883 kg/cm²
Valor recomendado 885 kg/cm²

Estos valores unidos a las observaciones anteriormente descritas hacen que sea recomendable la estimación de manera conservadora de un módulo de deformación de:

✓ $E = 800 \text{ kg/cm}^2$

4.1.5.- Agresividad

Se ha realizado un ensayo de agresividad al hormigón que clasifica el material como de ataque débil con un resultado de acidez de:

✓ Acidez Barman-Gully (ml/kg) = 19

✓ Contenido en sulfato (mg/kg) = 134

4.2.- RELLENO COMPACTADO

En este grupo se han incluido las plataformas de las carreteras principales, en el entorno del tramo. Éstas se han construido con materiales de la zona. Los rellenos de la autovía corresponden a pedraplenes, todo-uno y terraplenes realizados con materiales de la unidad granítica sana o bien alterada a jabre.

Basándose en las observaciones y descripciones de campo de estos materiales cabe concluir que los materiales que forman esta unidad geotécnica están formados por fragmentos de granito con un volumen variable de arenas de baja o nula plasticidad y un escaso contenido en arcillas. Los materiales presentarán un escaso contenido en materia orgánica.

Los parámetros para terraplén se han considerado de acuerdo con lo establecido en el código de la NAVFAC, 1971 (F. Ayala 1987). Los parámetros asignados a pedraplén se han tomado de acuerdo con este mismo código y según E. Dapena (2000). Los valores de todo- uno se toman como intermedios a los dos anteriores.

TIPO DE RELLENO	γ (T/m ³)	C' (T/m ²)	ϕ' (°)
TERRAPLÉN	1,9	1,0	32
TODO UNO	2,0	0,5	35
PEDRAPLÉN	2,0	0,0	40

4.3.- RELLENO VERTIDO

En este grupo se incluyen las zonas donde se han detectado tierras de vertido bien procedentes de excavaciones del entorno (autovía AP-9), bien con origen en la actividad antrópica de la zona.

Basándose en las observaciones y descripciones de campo de estos materiales los materiales que forman esta unidad geotécnica están formados por fragmentos de roca de granito en una matriz de arenas limosas de baja o nula plasticidad, que próximos a la ría se reconocen mezclados con la misma.

El material se presenta de forma localizada y está constituido por fragmentos de bloques de granito heterométricos y por arenas y limos. Sobre los primeros la ejecución de ensayos de penetración dinámica no es adecuada ya que otorga valores no representativos de la compacidad de la unidad, mayorando los mismos. Los segundos presentan una compacidad floja y se ha podido reconocer en los sondeos S-11.

En general, a los rellenos vertidos se les otorga una compacidad floja. Considerando un golpeo NSPT < 10 golpes

A partir de los datos de SPT, empíricamente se pueden estimar los valores de ángulo de rozamiento efectivo ϕ' en suelos granulares de manera que, se considera un ángulo de rozamiento de 30° y una cohesión nula:

5.- CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL MACIZO ROCOSO

El presente apartado pretende la caracterización geotécnica de los materiales que constituyen la matriz rocosa y la influencia del dominio estructural sobre la misma. En lo que sigue se procede al estudio del macizo rocoso en su conjunto a fin de poder analizar su comportamiento ante la afección de la obra proyectada.

El macizo rocoso en la zona de estudio está constituido por los materiales ígneos y metasedimentarios que corresponden a granitos y gneises. Estas rocas se sitúan dentro de la serie alcalina cuyo litotipo típico es granito de dos micas. Son rocas de tendencia leucocrática que presentan como plagioclasa la albita y/o oligoclasa ácida (sin zonación). La proporción de biotita y de moscovita es equivalente, y los minerales accesorios son numerosos tanto en cantidad como en variedad, estando casi presente el apatito.

En general se presentan como granitos grises con bandeo gnéisico ocasional y geotécnicamente se clasifican como rocas de elevada dureza.

Para su estudio se ha empleado la metodología habitual en estos casos, analizando en primer lugar las propiedades de la roca matriz en las unidades diferenciadas y, posteriormente con el análisis de las discontinuidades reconocidas, obtener las propiedades del macizo rocoso.

Esta formación, bien sea en estado sano, meteorizado o tectonizado, es afectada directamente por el trazado proyectado a lo largo de todo el tramo quedando cubiertas puntualmente por depósitos cuaternarios y por rellenos antrópicos, tal como se describe en el apartado anterior de caracterización geológico-geotécnica de los materiales tipo suelo.

5.1.- METODOLOGÍA

Para la caracterización geomecánica de la roca matriz se han utilizado ensayos de laboratorio tales como los ensayos de resistencia a compresión simple.

El macizo rocoso se ha clasificado utilizando la clasificación de Bieniawski, que proporciona el índice RMR (Rock Mass Rating), y el índice Q de Barton. También se ha obtenido el GSI (Geological Strength Index), índice utilizado habitualmente para la obtención de los parámetros del macizo rocoso a emplear en cálculos posteriores del sostenimiento/revestimiento.

Los parámetros de cálculo del macizo se han obtenido siguiendo el criterio de Hoek, Carranza-Torres y Corkum (2002), utilizando el programa Roclab en su versión de 2006. Este criterio es mayoritariamente aceptado por la comunidad técnico-científica y ha sido aplicado en el proyecto de un gran número de proyectos. El criterio parte de las propiedades de la roca intacta,

reduciendo éstas al aplicarle unos factores de corrección que dependen de las características de las discontinuidades del macizo.

Los parámetros de partida para la utilización de este criterio son los siguientes:

- ✓ Resistencia a compresión simple de la roca intacta (σ_{ci}), que puede ser obtenida directamente de los ensayos de compresión simple de la roca matriz realizados en laboratorio.
- ✓ Parámetro “mi” de la roca intacta, que se obtiene de la tabla suministrada en el propio desarrollo del criterio, en la que se aportan valores habituales de este parámetro, o mediante la realización de ensayos triaxiales en laboratorio.
- ✓ Índice de Resistencia Geológica (GSI), obtenido directamente de observaciones geológicas (clasificación geomecánica).
- ✓ Factor “D”, que depende del grado de alteración (perturbación) del macizo rocoso.
- ✓ Los parámetros que se obtienen para el macizo rocoso son los siguientes:
- ✓ “m”, que depende del ángulo de rozamiento.
- ✓ “s”, que relaciona la resistencia a compresión simple de la roca intacta con la del macizo rocoso.
- ✓ “a”, que es una constante del macizo rocoso.
- ✓ “sc”, resistencia a compresión simple del macizo.
- ✓ “st”, resistencia a tracción del macizo.
- ✓ “scm”, resistencia a compresión del macizo (global).
- ✓ “Em”, módulo de deformación del macizo

Este criterio también proporciona los parámetros equivalentes de Mohr-Coulomb para el macizo: cohesión (c) y ángulo de rozamiento (ϕ), que dependen de la profundidad considerada.

Los criterios adoptados para la clasificación de los distintos grupos geotécnicos se basan tanto en los resultados de los ensayos de laboratorio como en las pruebas “in situ” efectuadas en campo.

La manera de proceder para la obtención de los distintos parámetros de las litologías estudiadas es a partir del valor medio de todos los datos obtenidos, una vez eliminados aquellos valores que se consideran anómalos. También se anotan en las tablas resumen los valores máximos y mínimos, así como el valor de la desviación estándar obtenida tras el tratamiento estadístico del conjunto de datos disponibles.

Con los datos obtenidos se procederá a la descripción de las propiedades geotécnicas de los materiales.

Para analizar el dominio estructural que presenta al macizo rocoso y con ello permitir el análisis de las condiciones de estabilidad de los desmontes proyectados, se ha procedido partiendo de la cartografía geológica del proyecto a la toma de datos de campo mediante estaciones geotécnicas, puntos de observación geológica e inventario de taludes.

Con los datos geomecánicos recogidos se ha analizado la estabilidad de los taludes proyectados utilizando como elemento de cálculo, el método del Dr. K.W. John, adaptado según el programa: DIPS, realizado por el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Toronto. El método es válido para los desmontes en formaciones de rocas duras en estado sano y para profundidades de desmontes convencionales, donde puede descartarse la posibilidad de roturas a través del propio material.

A pesar de sus limitaciones, el método K.W. John es un método de trabajo muy útil, pues da una idea clara de la estructura del macizo rocoso respecto del talud y permite valorar de forma rápida y sencilla los distintos factores que intervienen en su estabilidad.

5.2.- TRABAJOS REALIZADOS

Tal como se ha citado para la caracterización geotécnica y geomecánica de la matriz rocosa y del macizo rocoso en su conjunto se ha procedido a la realización tanto de ensayos de laboratorio (resistencia a compresión uniaxial), como al análisis estructural del macizo rocoso. Se ha partido de la realización de una cartografía geológica de detalle a escala 1:2000 que permite definir la situación y características de las principales estructuras (fallas, pliegues, etc.) que afectan al macizo, así como la realización de 3 estaciones geomecánicas sobre afloramientos rocosos donde se recogen la orientación y características de los planos de discontinuidades (diaclasas, fracturas, estratificación, etc.).

Además se han inventariado 9 taludes, los mismos permiten realizar un análisis retrospectivo a partir de la respuesta de los materiales que constituyen el macizo frente a las obras ingenieriles ejecutadas en la zona. Dicho análisis permite una nueva aproximación a los parámetros geotécnicos de las formaciones bajo estudio.

La ubicación de las estaciones geomecánicas queda recogida en la figura “Planta Geológica-Geotécnica”, los estadillos de las estaciones geomecánicas se encuentran en el apéndice de investigación de campo.

Para establecer la caracterización de la unidad se han analizado los ensayos de laboratorio realizados, de acuerdo con la naturaleza que presentan los materiales.

ENSAYOS DE LABORATORIO	Número de ensayos
Ensayos de compresión simple	4

A continuación se recoge una tabla de síntesis donde se muestran los valores máximos, mínimos y medios que presenta la unidad para cada uno de los ensayos realizados (estos valores no se consideran totalmente representativos y necesitan del análisis posterior), así como una tabla global que muestra cada uno de los ensayos realizados y los valores obtenidos en cada uno de ellos.

TABLA RESUMEN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.	GRANITO			
	Máximo	Mínimo	Medio	Desv. Estandar
PARÁMETROS RESISTENTES				
Resistencia a Compresión Simple (kg/cm ²)	514,3	105,0	293,4	168,5

Prospección	P.K.	Profundidad Superior	Profundidad Inferior	Litotipo	Tipo muestra	RCS kg/cm ²
S-6		19,3	19,8	GR	TP1	263,2
S-11		8,4	9	GR	TP1	105
S-11		16,3	16,75	GR	TP3	514,3
S-12		16,2	16,7	GR	TP1	290,9
Valor Máximo						514,3
Valor Mínimo						105,0
Valor medio						293,4
Desviación estandar						168,5
TOTAL POR TIPO DE ENSAYO						4

5.3.- ROCA MATRIZ

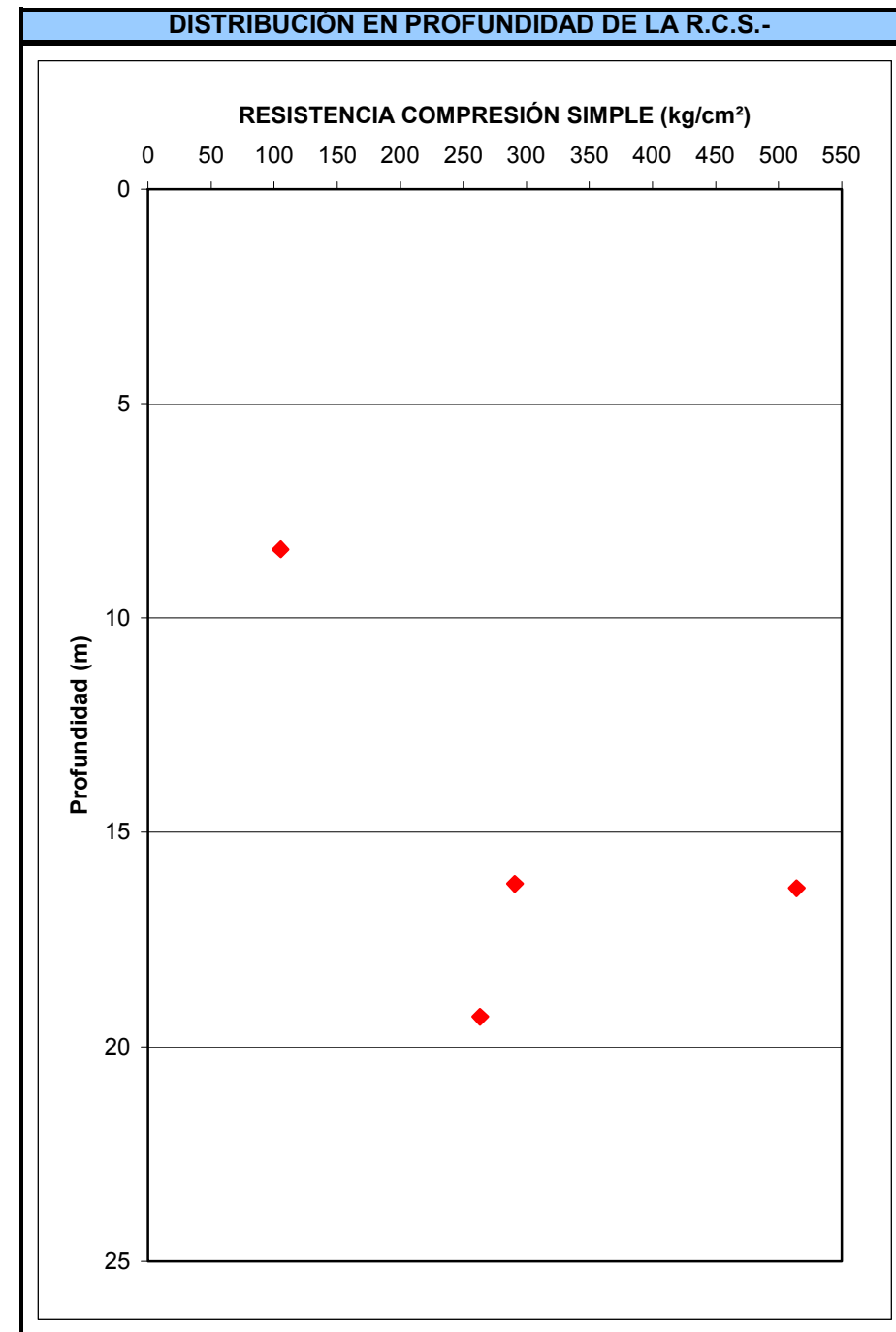
La matriz rocosa corresponde a la formación granítica. Para la caracterización de la matriz rocosa se han realizado 4 ensayos de compresión uniaxial sobre muestras tomadas de los sondeos.

A partir de los ensayos realizados en este material se ha podido observar que la resistencia del material aumenta con la profundidad dando lugar a valores mínimos de resistencia de 100 kg/cm² para profundidades inferiores a 10 m y valores variables entre 200 y 500 kg/cm² para profundidades comprendidas entre 15 y 20 m.

Los valores medios de la resistencia a compresión simple están en torno a 250 kg/cm².

Los valores de resistencia menores se corresponden con las muestras más superficiales que a su vez son las que presentan un nivel de alteración mayor.

Esta distribución se muestra en el gráfico siguiente:



Adicionalmente para el granito existente en el entorno de las cimentaciones se puede suponer un RQD superior a 80 e incluso de 100 en muchos casos. Esto es observable en los taludes de los desmontes y trinchera de la autovía y en los afloramientos del entorno.

5.4.- ANÁLISIS DE LAS DISCONTINUIDADES

Las discontinuidades afectan las masas rocosas separando en bloques la matriz rocosa, constituyendo en conjunto los macizos rocosos. Responsables del carácter discontinuo y anisótropo del macizo rocoso las discontinuidades condicionan las propiedades resistentes, deformacionales e hídricas del macizo, representando planos preferentes de alteración, meteorización y fractura.

Para el estudio del comportamiento mecánico e hidrogeológico del macizo se precisa del reconocimiento, descripción y caracterización de las discontinuidades.

Se realizaron 3 estaciones geomecánicas que se recogen en el apéndice de investigación de campo. Mediante la recogida de datos y su representación estereográfica se han reconocido las familias de discontinuidades que afectan al macizo rocoso de la zona de estudio, identificado las masas rocosas delimitadas por los planos de discontinuidad

5.4.1.- Familias de Discontinuidades

Se han reconocido 4 familias de discontinuidades. Corresponden a familias de juntas motivadas por los esfuerzos tectónicos producidos sobre el substrato rocoso. A continuación se exponen los diferentes planos de discontinuidad diferenciados:

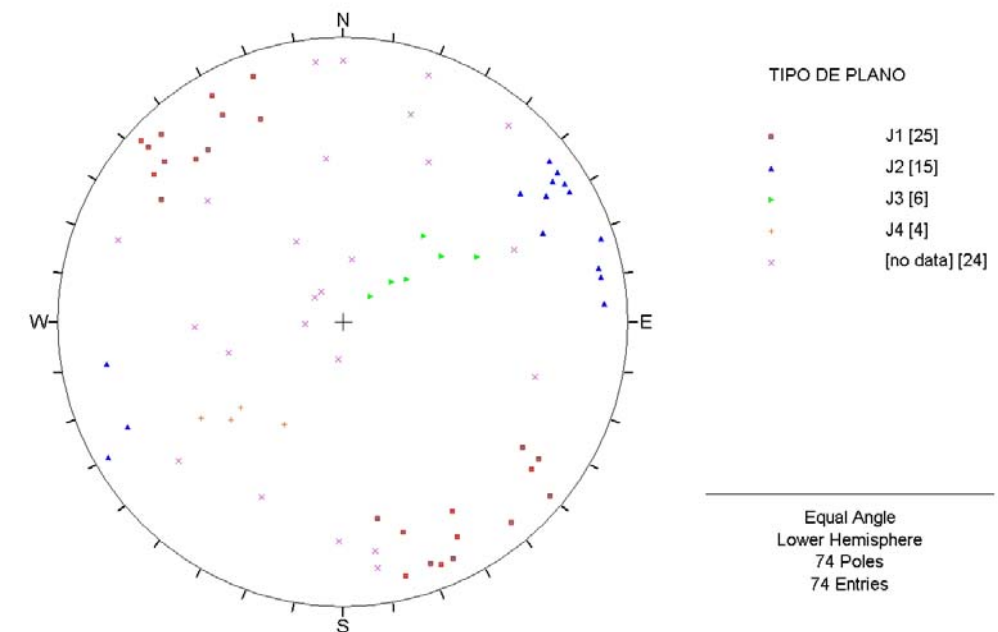
FAMILIA	TIPO DISCONTINUIDAD	BUZAMIENTO	AZIMUT
J1	JUNTA	89	144
J2	JUNTA	86	244
J3	JUNTA	57	048
J4	JUNTA	36	234

De las 4 familias de juntas diferenciadas son las J1 y J2 las que se reconocen como principales y representativas de dominio estructural de la zona. La familia J4 se considera con un origen común a la familia J2 pero con un menor buzamiento.

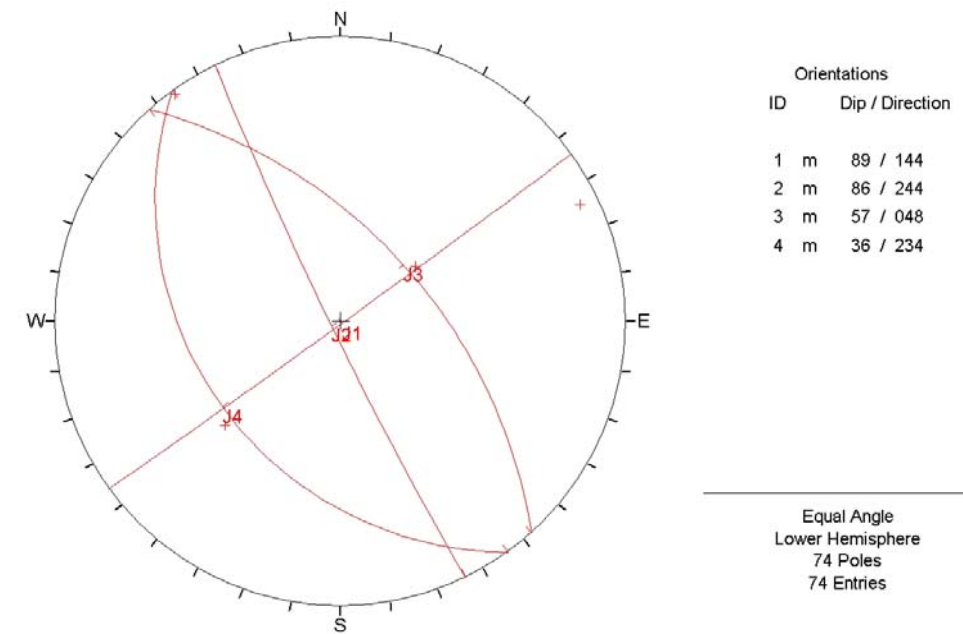
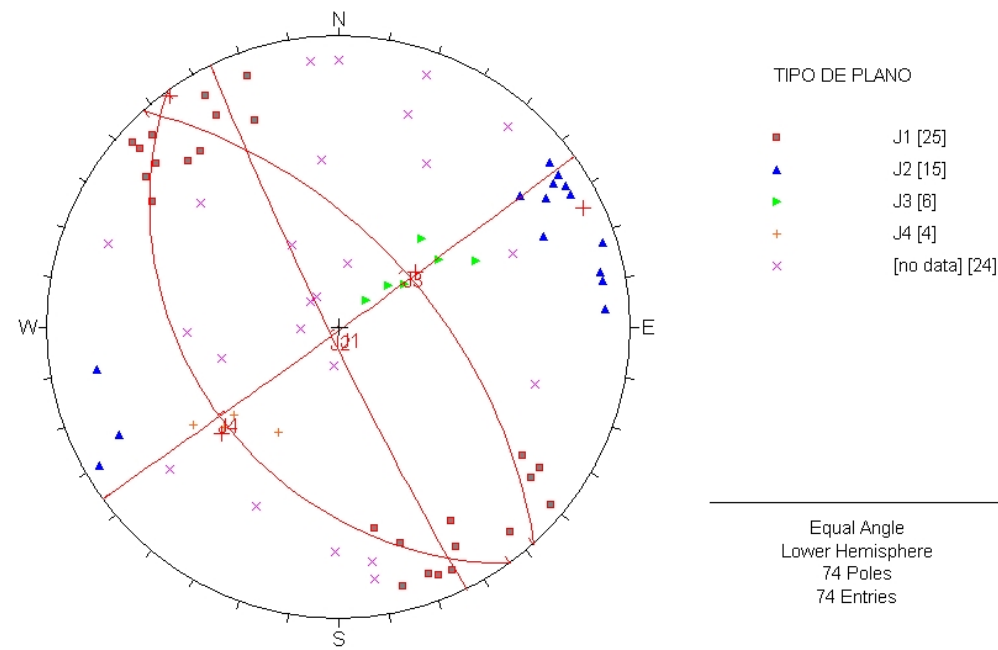
DISCONTINUIDADES

DB/B	J1	J2	J3	J4
EG1	145/90	246/89		
EG2	316/88	250/86	052/56	234/40
EG3	150/90	236/79	053/43	226/15

En las siguientes figuras quedan representados las familias de polos y el polo medio adoptado. Se han representado todas las medidas tomadas en las 3 estaciones geomecánicas:

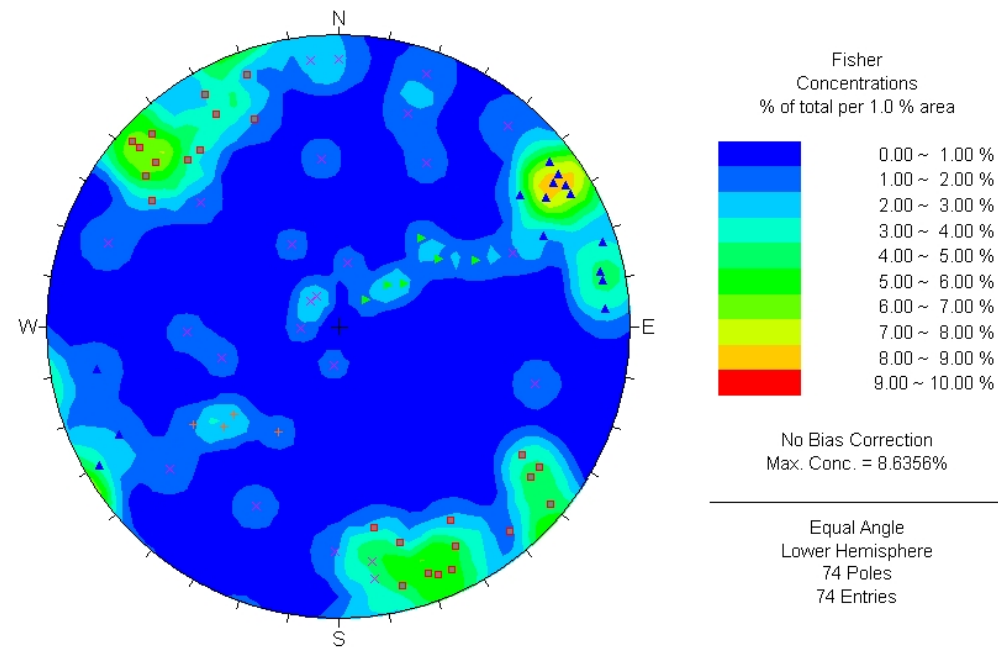


Representación de los polos de las juntas (J).



Representación de los polos, polos medios y planos de discontinuidad.

Representación de los planos de discontinuidad.

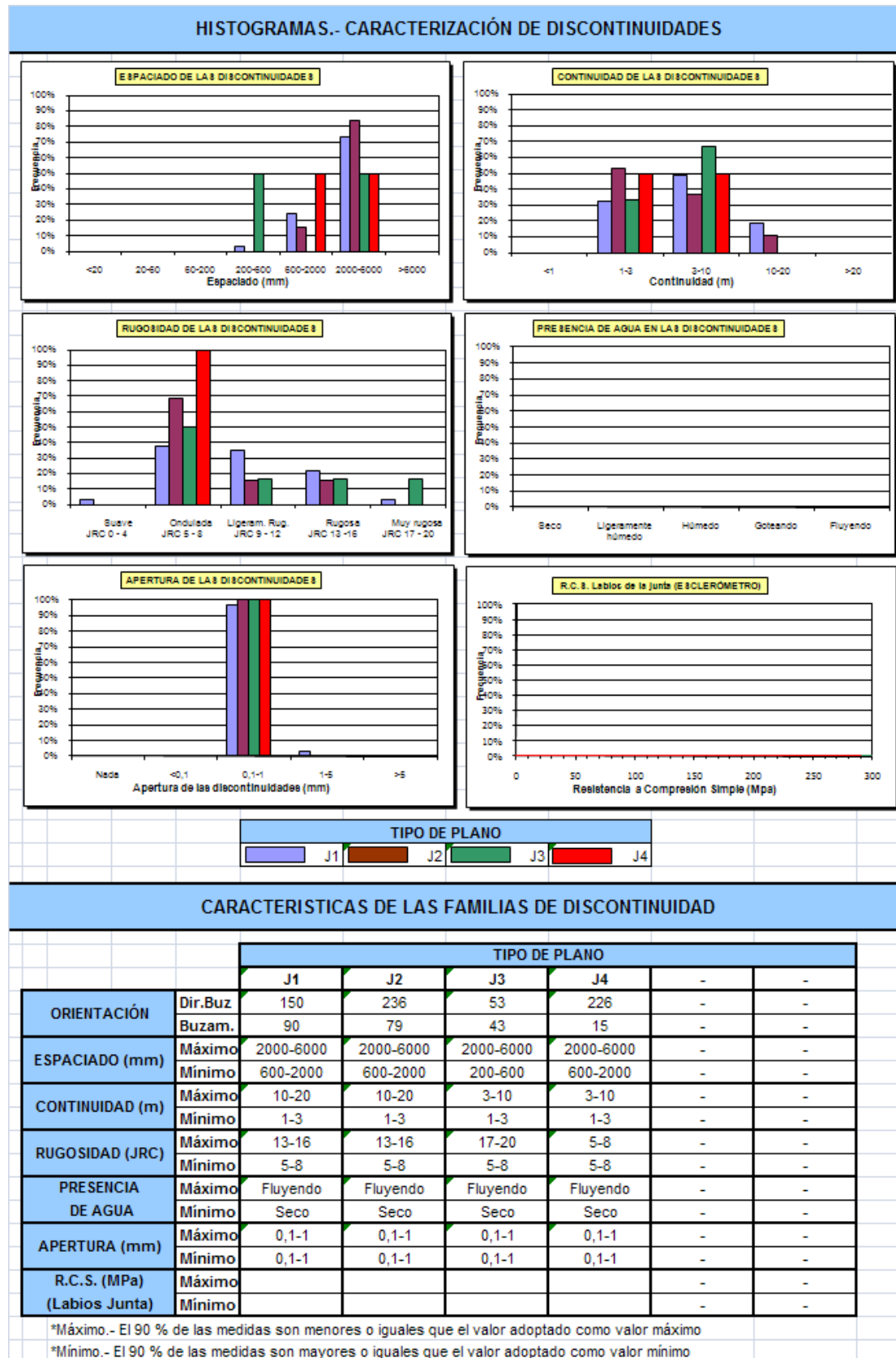


Representación estadística de las medidas de discontinuidad.

5.4.2.- Distribución Estadística

Durante la campaña de campo se realizaron 3 estaciones geomecánicas en afloramientos rocosos, tomando medidas de discontinuidades definiendo las direcciones y buzamientos de las misma, así como sus características resistentes y geométricas que permitan la clasificación geomecánica del macizo rocoso. En el apéndice de investigación de campo se recogen cada una de las estaciones geomecánicas realizadas.

En lo que sigue se muestra los datos tomados en la estaciones geomecánicas, las familias reconocidas, así como representación estadística de los parámetros recogidos en las estaciones geomecánicas de cada una de las familias de discontinuidades.



Las discontinuidades tomadas presentan una rugosidad tal que el valor de JRC va de 5-8 a 17-20. En el siguiente cuadro se estima un valor de JRC característico para las familias de discontinuidades consideradas.

FAMILIA	JRC característico
J1	13-16
J2	13-16
J3	17-20
J4	5-8

Se aplica el criterio de rotura empírico de Barton y Choubey con el que se puede estimar la resistencia al corte en discontinuidades rugosas, expresándose de la siguiente forma:

$$\tau = \sigma'_n \cdot \text{tag} \left[\text{JRC}_n \cdot \log_{10} \left(\frac{\text{JCS}_n}{\sigma'_n} \right) + \phi_r \right]$$

donde:

τ y σ'_n = son los esfuerzos tangencial y normal efectivo sobre el plano de discontinuidad.

ϕ_r = es el ángulo de rozamiento residual.

JRC_n = es el coeficiente de rugosidad de la discontinuidad corregido según la escala.

JCS_n = es la resistencia a compresión de las paredes de la discontinuidad corregida según la escala.

En general, la pared de la junta está alterada y por lo tanto el ángulo de rozamiento residual será inferior al ángulo de la roca sana ϕ_b . Para su evaluación se aplica la fórmula:

$$\phi_r = (\phi_b - 20^\circ) + 20 \frac{r}{R}$$

donde R es el valor del rebote del martillo de Schmidt sobre una superficie de material sano y seco; r es el valor de rebote sobre la superficie de la pared de la junta en estado natural, húmedo o seco; ϕ_b es el ángulo de resistencia básico de la roca, a partir de datos bibliográficos (Coulson 1972).

Con la relación de Barton y Choubey se obtienen ángulos de rozamiento muy altos para tensiones de compresión muy bajas sobre la discontinuidad. Por ello no debe usarse para tensiones σ_n tales que $JCS / \sigma_n > 50$ (lo que equivale al rango de resistencias presentes en este estudio para alturas de talud inferiores a 25 m), debiéndose tomar en estos casos un ángulo de rozamiento constante independiente de la carga, con un valor ϕ tal que:

$$\phi_p = \phi_r + 1,7 JRC$$

El índice JCS₀ puede obtenerse en el campo mediante el martillo de Schmidt o esclerómetro, aplicándolo sobre la pared de la junta verticalmente hacia abajo mediante el gráfico original de Schmidt, o bien mediante la expresión:

$$\text{Log}_{10} JCS_0 = 0,00088 \cdot \gamma \cdot r + 1,01$$

donde:

JCS₀ = Resistencia a compresión de las paredes de la junta a pequeña escala (MN/m²).

γ = Densidad media de la roca (kN/m³).

r = Valor representativo tras 10 ensayos del rebote obtenido en el martillo.

El ángulo de fricción básico sin meteorizar obtenido de la bibliografía es de $\phi_b = 40^\circ$. El valor de fricción de pico obtenido mediante la formulación es de $\phi = 52^\circ$.

Los datos de rugosidad se han obtenido según el índice JRC estimado en las estaciones geomecánicas y sondeos. del mismo modo que para la resistencia a compresión simple se han considerado los resultados de los ensayos de laboratorio, con un valor medio de 250 kp/cm².

Los valores de pico obtenidos con Barton-Choubey son $C = 0,5 \text{ Kp/cm}^2$ y $\phi = 52^\circ$.

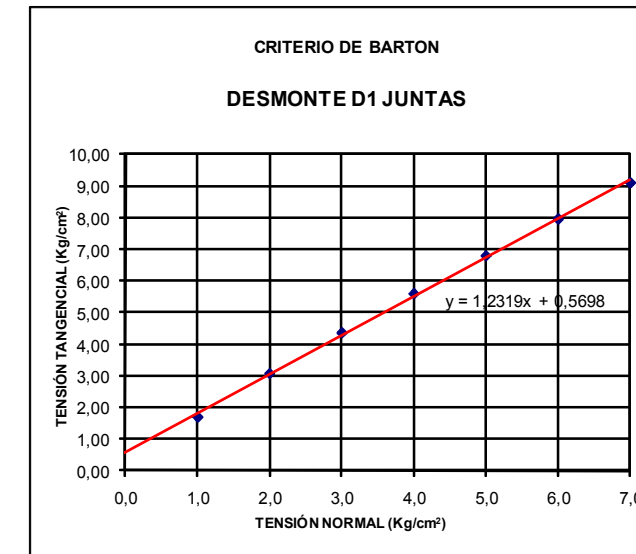
La fricción residual se estima de $\phi_R = 30^\circ$.

CRITERIO DE ROTURA EN DISCONTINUIDADES DE BARTON

ELEMENTO = DESMONTES
LITOLOGÍA = GRANITO
PLANO = JUNTAS
 ϕ_b (°) = 40
J.R.C. = 8
J.C.S. (Kg/cm²) = 250

$$Z = \sigma \times \text{tg} \left[JRC \log_{10} \left(\frac{JCS}{\sigma} \right) + \sigma_b \right]$$

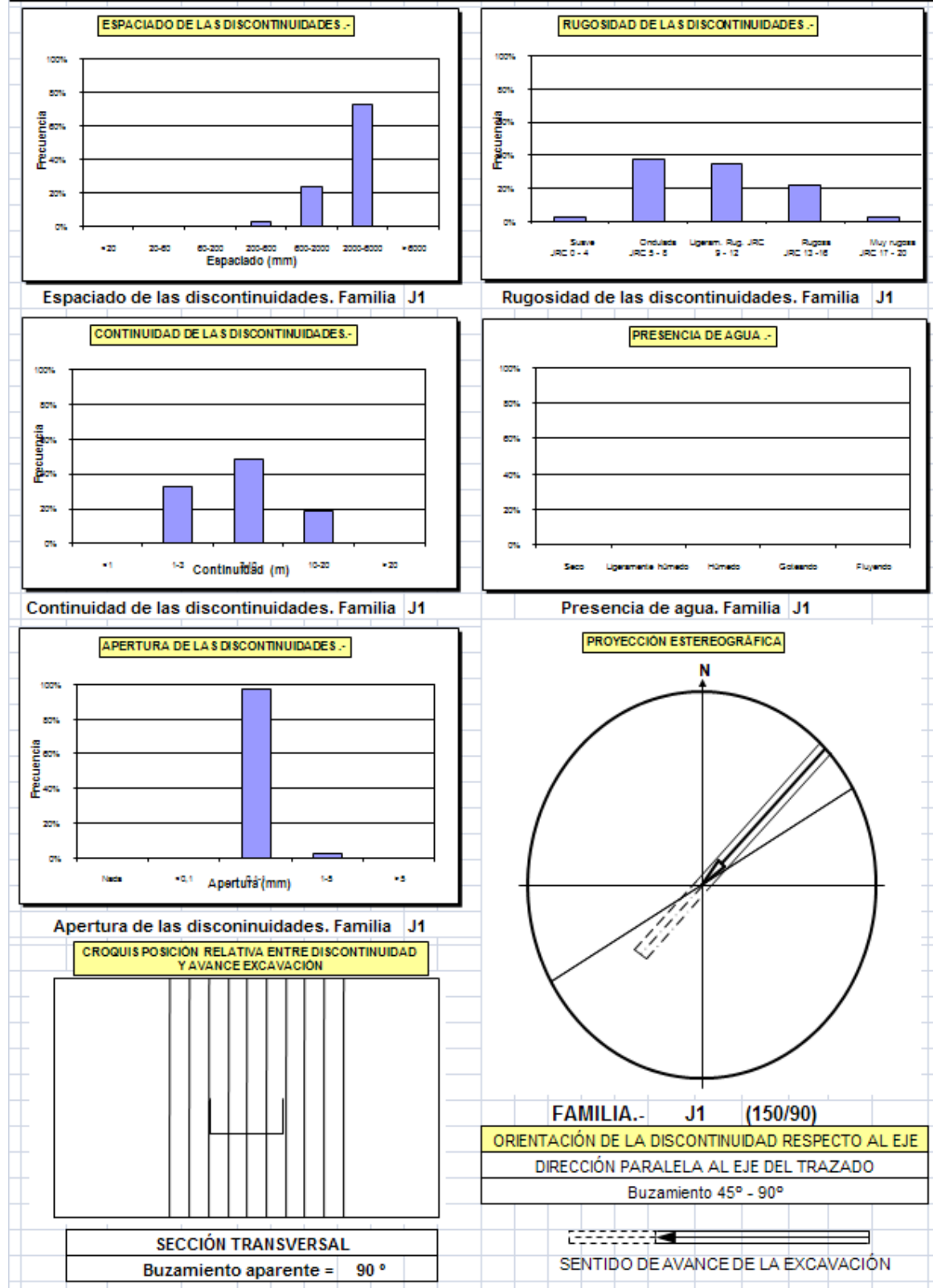
COHESIÓN = 0,5 Kg/cm²
FRICCIÓN = 52 °



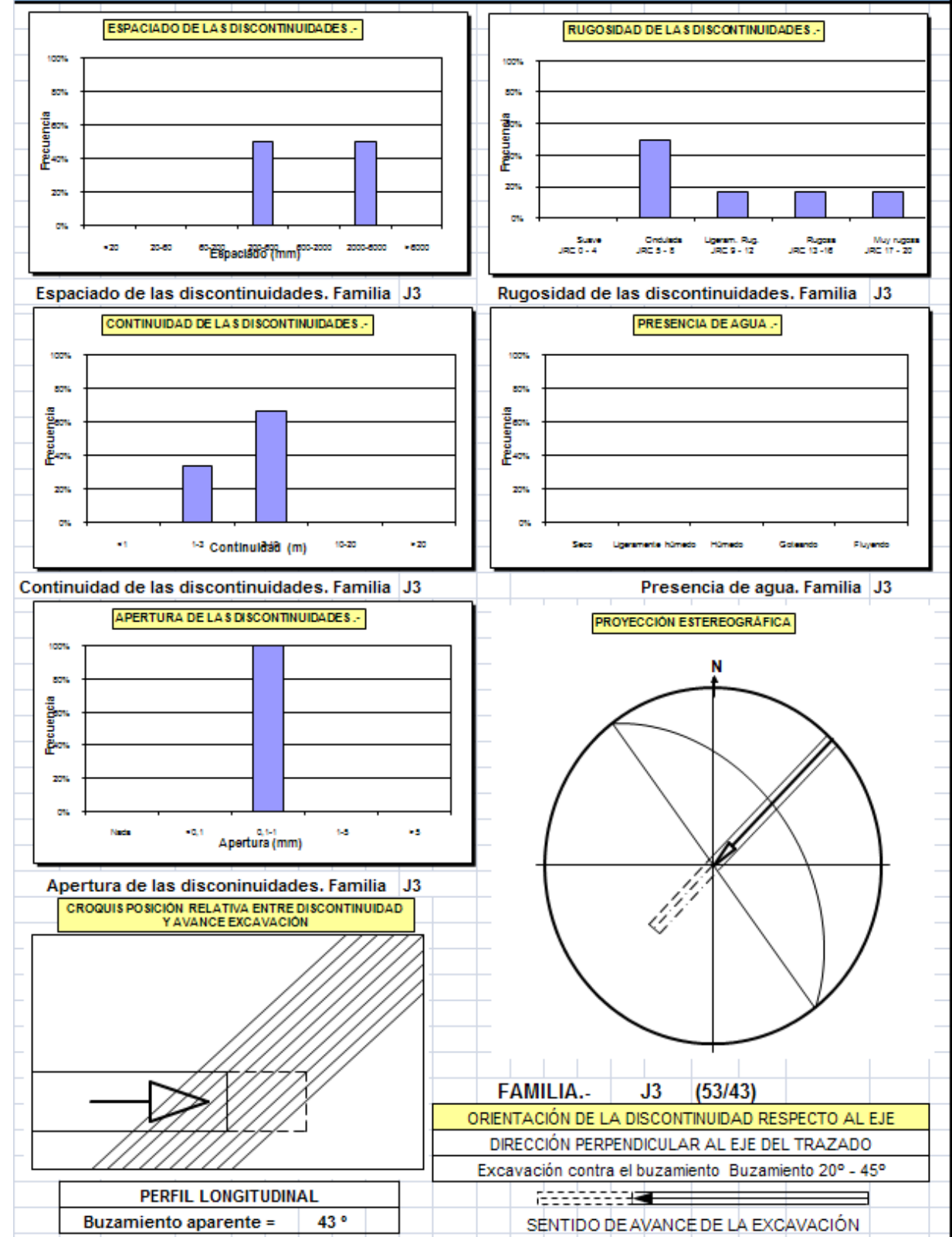
Todos estos valores obtenidos mediante formulación se encuentran dentro del rango obtenido con los ensayos de laboratorio.

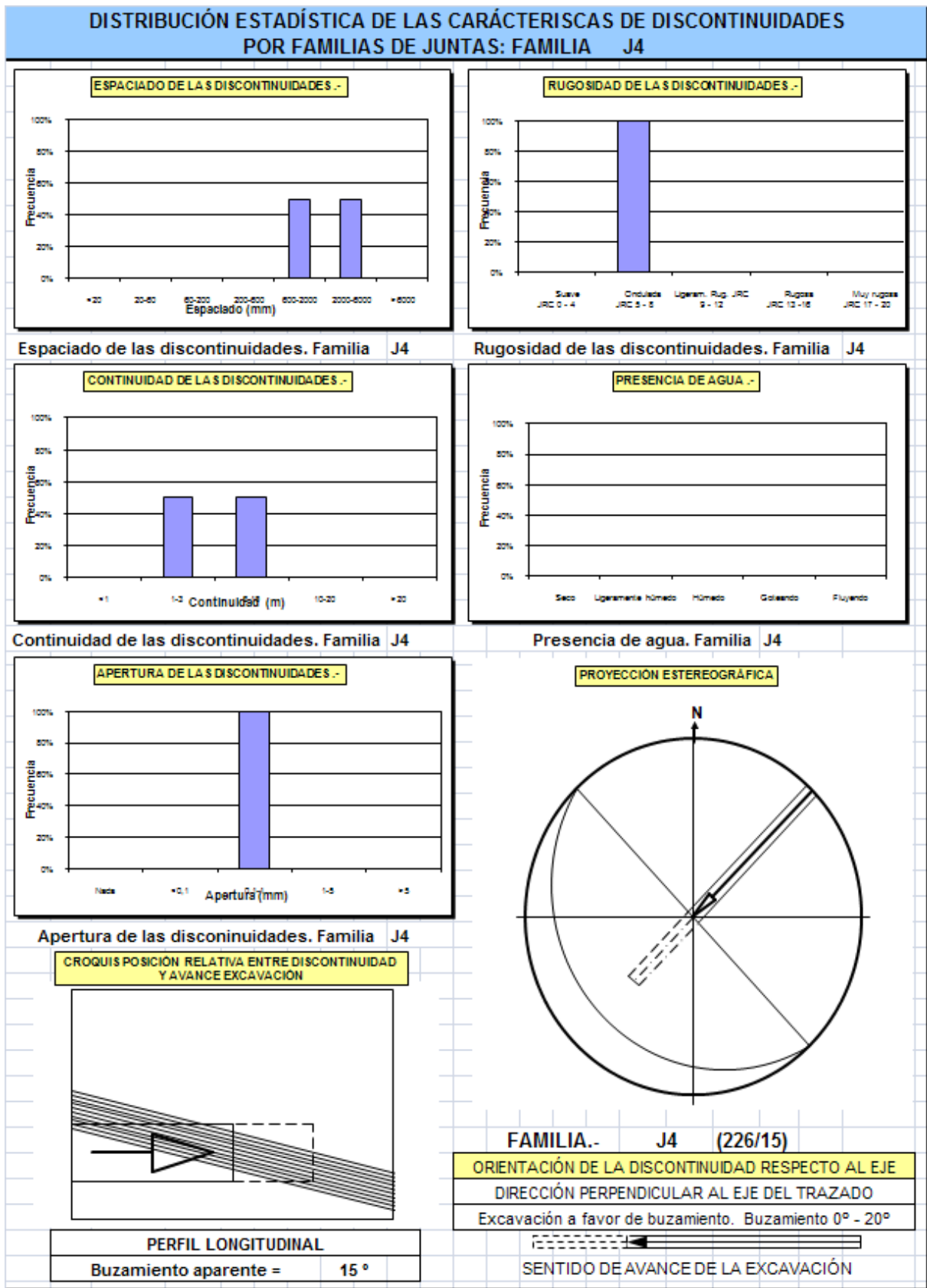
A efectos de cálculo se ha adoptado un valor para el ángulo de rozamiento interno de 30° para las familias de discontinuidad. Así mismo, se ha considerado de manera conservadora una cohesión nula.

**DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE LAS CARÁCTERÍSTICAS DE DISCONTINUIDADES
POR FAMILIAS DE JUNTAS: FAMILIA J1**



**DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE LAS CARÁCTERÍSTICAS DE DISCONTINUIDADES
POR FAMILIAS DE JUNTAS: FAMILIA J3**





5.5.- DESCRIPCIÓN DEL MACIZO ROCOSO

Los materiales que forman parte de la unidad geotécnica (Gr) se corresponden con granitos con bandeados gneisicos, que suelen presentar una meteorización en superficie variable. Estos materiales dan lugar a relieves ligeramente abruptos mediante superficies alomadas.

Sobre estos materiales se han realizado 3 estaciones geomecánicas. En los afloramientos reconocidos la roca presenta un grado de meteorización II- III, con RQD medios, entre el 80 y el 100%, que denota una baja fracturación de los materiales.

5.5.1.- Clasificación geomecánica del macizo rocoso

En lo que sigue se recoge la clasificación geomecánica del macizo según el RMR de Bieniawski y el Q de Barton.

Como ya se ha comentado el RQD de estos materiales obtenido de los sondeos y fundamentalmente de las estaciones geomecánicas es variable (80-100%), propio de rocas con fracturación baja.

A continuación se realiza una ponderación de la clasificación geomecánica atendiendo a las distintas familias de discontinuidades para posteriormente recoger el análisis del conjunto de manera estadística y definir así la clasificación geomécnica del macizo.

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO - RMR POR FAMILIAS : FAMILIA J1 (Bieniawski 1989)						
OBTENCIÓN DEL RMR BÁSICO		VALORACIÓN MÍNIMA		VALORACIÓN MÁXIMA		
		DATOS	VALOR	DATOS	VALOR	
1	RESISTENCIA DE LA ROCA SANA	R.C.S. (Laboratorio)	10 MPa	2	50 MPa	4
		ESCLERÓMETRO				
		MARTILLO GEÓLOGO	R5: Muy Dura	12	R5: Muy Dura	12
		VALOR ADOPTADO		2		4
2	R.Q.D.	R.Q.D. (Sondeos)	80	17	100	20
		RQD=115-3,3 Jv				
		VALOR ADOPTADO		17		20
3	ESPACIADO (mm)	600-2000	15	2000-6000	20	
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	PERSISTENCIA (m)	10-20	1	1-3	4
		APERTURA (mm)	0,1-1	4	0,1-1	4
		RUGOSIDAD	Ondulada	1	Rugosa	5
		RELLENO	Relleno duro <5mm	4	Ninguno	6
	ALTERACIÓN	Ligeramente alterado	5	Inalterado	6	
	SUMA		15		25	
5	PRESENCIA DE AGUA	Fluyendo	0	Seco	15	
CORRECCIÓN SEGÚN LA ORIENTACIÓN DE LA OBRA						
CLASIFICACIÓN SEGÚN ORIENTACIÓN DE DIACLASAS						
	R.M.R. (Básico)	49	a	84	Roca muy buena a media	
	R.M.R.	49	a	84	Roca muy buena a media	
	Q-Barton*	1,74	a	####	Roca Muy buena a Mala	
	GSI	59	a	79		
* Valor obtenido a partir de la correlación propuesta por Bieniawski, 1976 : RMR=9.0 Ln Q + 44						

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO - RMR POR FAMILIAS : FAMILIA J2 (Bieniawski 1989)						
OBTENCIÓN DEL RMR BÁSICO		VALORACIÓN MÍNIMA		VALORACIÓN MÁXIMA		
		DATOS	VALOR	DATOS	VALOR	
1	RESISTENCIA DE LA ROCA SANA	R.C.S. (Laboratorio)	10 MPa	2	50 MPa	4
		ESCLERÓMETRO				
		MARTILLO GEOLOGO	R5: Muy Dura	12	R5: Muy Dura	12
		VALOR ADOPTADO	2		4	
2	R.Q.D.	R.Q.D. (Sondeos)	80	17	100	20
		RQD=115-3,3 Jv				
		VALOR ADOPTADO		17		20
3	ESPACIADO (mm)	600-2000	15	2000-6000	20	
		PERSISTENCIA (m)	10-20	1	1-3	4
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	APERTURA (mm)	0,1-1	4	0,1-1	4
		RUGOSIDAD	Ondulada	1	Rugosa	5
		RELLENO	Relleno duro <5mm	4	Ninguno	6
		ALTERACIÓN	Ligeramente alterado	5	Inalterado	6
		SUMA		15		25
5	PRESENCIA DE AGUA	Fluyendo	0	Seco	15	
CORRECCIÓN SEGÚN LA ORIENTACIÓN DE LA OBRA						
CLASIFICACIÓN SEGÚN ORIENTACIÓN DE DIACLASAS						
	R.M.R. (Básico)	49	a	84	Roca muy buena a media	
	R.M.R.	49	a	84	Roca muy buena a media	
	Q-Barton*	1,74	a	####	Roca Muy buena a Mala	
	GSI	59	a	79		

* Valor obtenido a partir de la correlación propuesta por Bieniawski, 1976 : RMR=9.0 Ln Q + 44

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO - RMR POR FAMILIAS : FAMILIA J4 (Bieniawski 1989)						
OBTENCIÓN DEL RMR BÁSICO		VALORACIÓN MÍNIMA		VALORACIÓN MÁXIMA		
		DATOS	VALOR	DATOS	VALOR	
1	RESISTENCIA DE LA ROCA SANA	R.C.S. (Laboratorio)	10 MPa	2	50 MPa	4
		ESCLERÓMETRO				
		MARTILLO GEOLOGO	R5: Muy Dura	12	R5: Muy Dura	12
		VALOR ADOPTADO	2		4	
2	R.Q.D.	R.Q.D. (Sondeos)	80	17	100	20
		RQD=115-3,3 Jv				
		VALOR ADOPTADO		17		20
3	ESPACIADO (mm)	600-2000	15	2000-6000	20	
		PERSISTENCIA (m)	3-10	2	1-3	4
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	APERTURA (mm)	0,1-1	4	0,1-1	4
		RUGOSIDAD				
		RELLENO	Relleno duro <5mm	4	Ninguno	6
		ALTERACIÓN	Ligeramente alterado	5	Inalterado	6
		SUMA		15		20
5	PRESENCIA DE AGUA	Fluyendo	0	Seco	15	
CORRECCIÓN SEGÚN LA ORIENTACIÓN DE LA OBRA						
CLASIFICACIÓN SEGÚN ORIENTACIÓN DE DIACLASAS						
	R.M.R. (Básico)	49	a	79	Roca buena a media	
	R.M.R.	49	a	79	Roca buena a media	
	Q-Barton*	1,74	a	####	Roca Muy buena a Mala	
	GSI	59	a	74		

* Valor obtenido a partir de la correlación propuesta por Bieniawski, 1976 : RMR=9.0 Ln Q + 44

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO - RMR POR FAMILIAS : FAMILIA J3 (Bieniawski 1989)						
OBTENCIÓN DEL RMR BÁSICO		VALORACIÓN MÍNIMA		VALORACIÓN MÁXIMA		
		DATOS	VALOR	DATOS	VALOR	
1	RESISTENCIA DE LA ROCA SANA	R.C.S. (Laboratorio)	10 MPa	2	50 MPa	4
		ESCLERÓMETRO				
		MARTILLO GEOLOGO	R5: Muy Dura	12	R5: Muy Dura	12
		VALOR ADOPTADO	2		4	
2	R.Q.D.	R.Q.D. (Sondeos)	80	17	100	20
		RQD=115-3,3 Jv				
		VALOR ADOPTADO		17		20
3	ESPACIADO (mm)	200-600	10	2000-6000	20	
		PERSISTENCIA (m)	3-10	2	1-3	4
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	APERTURA (mm)	0,1-1	4	0,1-1	4
		RUGOSIDAD	Ondulada	1	Muy rugosa	6
		RELLENO	Relleno duro <5mm	4	Ninguno	6
		ALTERACIÓN	Ligeramente alterado	5	Inalterado	6
		SUMA		16		26
5	PRESENCIA DE AGUA	Fluyendo	0	Seco	15	
CORRECCIÓN SEGÚN LA ORIENTACIÓN DE LA OBRA						
DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL EJE DEL TÚNEL						
CLASIFICACIÓN SEGÚN ORIENTACIÓN DE DIACLASAS						
	R.M.R. (Básico)	45	a	85	Roca muy buena a media	
	R.M.R.	45	a	85	Roca muy buena a media	
	Q-Barton*	1,12	a	####	Roca Muy buena a Mala	
	GSI	55	a	80		

* Valor obtenido a partir de la correlación propuesta por Bieniawski, 1976 : RMR=9.0 Ln Q + 44

CUADRO RESUMEN DE CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO - RMR
(Bieniawski 1989)

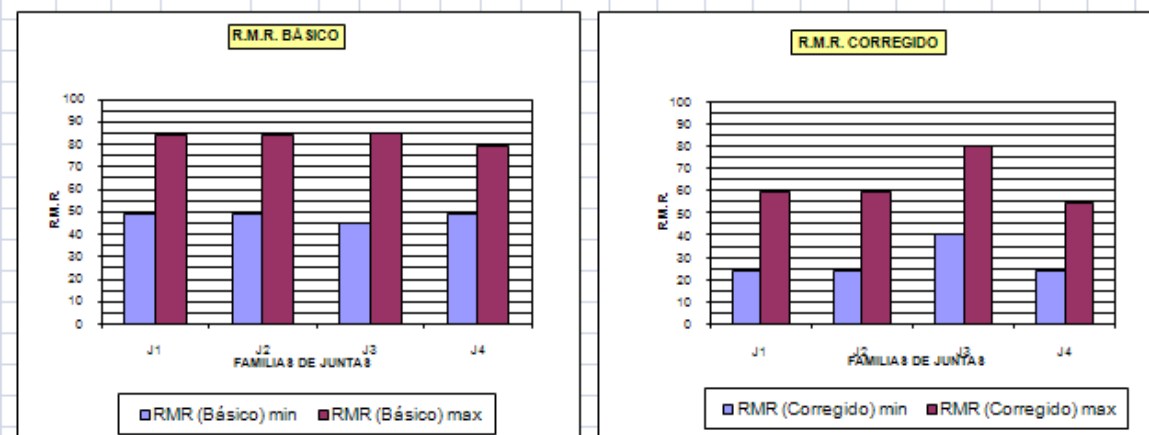
		FAMILIAS				
		J1	J2	J3	J4	-
R.M.R. (Básico)	Minimo	49	49	45	49	-
	Maximo	84	84	85	79	-
R.M.R. (Corregido)	Minimo	24	24	40	24	-
	Maximo	59	59	80	54	-
Q-Barton*	Minimo	0,108	0,108	0,641	0,108	-
	Maximo	5,294	5,294	54,598	3,038	-
GSI	Minimo	59	59	55	59	-
	Maximo	79	79	80	74	-

* Valor obtenido a partir de la correlación propuesta por Bieniawski, 1976 : $RMR=9.0 \ln Q + 44$

RMR.-			
R.M.R. (Básico) Mínimo	45	Familia/as mas desfavorable	J3
R.M.R. (Básico) Máximo	85	Familia/as mas favorable	J3
R.M.R. Mínimo	24	Familia/as mas desfavorable	J1 J2 J4
R.M.R. Máximo	80	Familia/as mas favorable	J3
VALOR ADOPTADO	64	Roca buena	
GSI (GEOLOGICAL STRENGTH INDEX) (Hoek 1994 y Hoek et al, 1995)			
GSI (Mínimo)	55	Familia/as mas desfavorable	J3
GSI (Máxima)	80	Familia/as mas favorable	J3
VALOR ADOPTADO	55		
ÍNDICE Q-Barton			
ÍNDICE Q-Barton	0,110		
Q-Barton* (Mínimo)	0,108	Familia/as mas desfavorable	J1 J2 J4
Q-Barton* (Máximo)	54,598	Familia/as mas favorable	J3

* Valor obtenido a partir de la correlación propuesta por Bieniawski, 1976 : $RMR=9.0 \ln Q + 44$

HISTOGRAMAS DE CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO - RMR
(Bieniawski 1989)



La valoración del macizo rocoso corresponde a un macizo de calidad buena de tipo Clase II.

5.5.2.- Resistencia del macizo rocoso

Para obtener la fricción y la cohesión del conjunto del macizo rocoso, se han realizado correlaciones empíricas según el criterio de Hoek y Brown, a partir del índice GSI y de la resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa.

Considerando el análisis de campo realizado sobre los materiales se les ha asignado los siguientes valores de densidad aparente y de resistencia a la compresión simple:

Densidad aparente: 2,7 g/cm³.

Resistencia a la compresión simple: En función de la naturaleza de la roca y de los resultados de los ensayos de campo y laboratorio, al sustrato rocoso se le atribuye un valor de resistencia a compresión simple de entre 250 Kg/cm².

Factor de alteración de 1, para desmontes.

Con estos datos de partida se obtienen los siguientes parámetros:

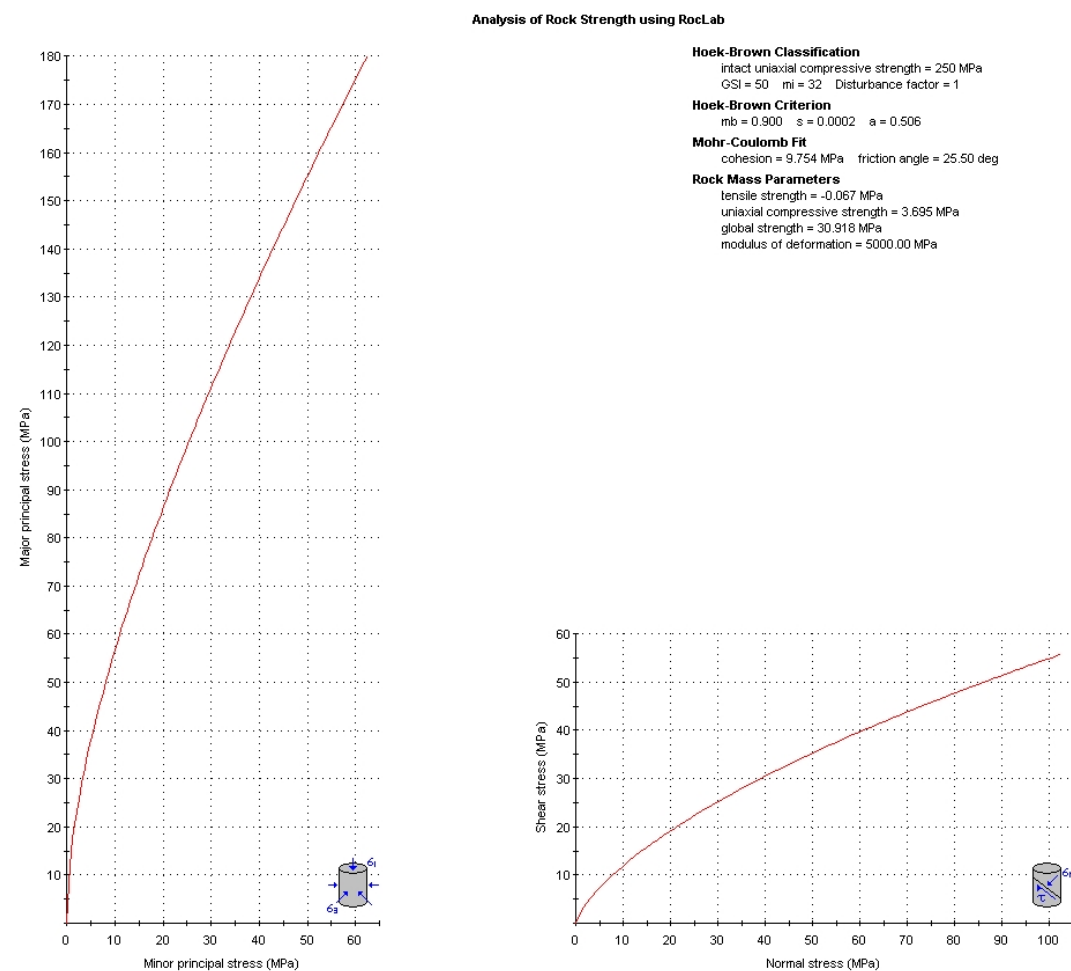
Cohesión: 9,7 Mpa.

Fricción: 25°.

Módulo de deformación del macizo: 5.000 Mpa.

Estos parámetros se han obtenido a partir del programa de cálculo Roclab de la compañía Rocscience, cuyos parámetros característicos de los materiales de esta unidad son los que se reflejan en la siguiente figura:

En base a los parámetros analizados se considera un RMR del macizo de 64.



$$E_m = E_i \cdot \left(0,02 + \frac{1 - \frac{D}{2}}{1 + e^{((75+25D-GSI)/11)}} \right)$$

Para determinar los parámetros deformacionales se han comparado cada uno de los métodos empíricos indicados, según su índice de RMR.

Los módulos de elasticidad a nivel de macizo rocoso respecto al RMR, para los granitos obtenidos, corresponden a:

	Modulo de deformación del macizo (Kg/cm ²)
Bieniawski	36.790
Hoek	50.000

Como coeficiente de Poisson se ha adoptado un valor de 0,25.

5.5.3.- Deformabilidad del macizo rocoso

El módulo de elasticidad del macizo rocoso ha sido estimado desde hace muchos años, de forma empírica a partir de correlaciones propuestas por Bieniawski et al. (2005) y Hoek (2005).

La correlación de Bieniawski et al. relaciona el módulo a nivel de macizo con el índice RMR y el módulo de elasticidad a nivel de roca intacta (10.000 Mpa) de la siguiente forma:

$$E_m = E_i \cdot e^{(RMR-100)/36}$$

La correlación de Hoek obtiene el módulo de elasticidad del macizo a partir del parámetro D, el módulo a nivel de roca intacta y el parámetro GSI (asimilable al índice RMR en este caso) de la siguiente forma:

5.5.4.- Ensayos químicos

Atendiendo a los ensayos realizados sobre las unidades alteradas del macizo rocoso y según marca la Clasificación de la Agresividad Química recogida en el anexo N° 5 de la Instrucción del Hormigón Estructural vigente EHE, estos materiales presentan agresividad débil por la acidez Baumann- Gully (EHE98).

5.5.5.- Excavabilidad

Estos materiales se excavarán en los desmontes. Los niveles de alteración, tipo jabre serán excavables mediante medios convencionales. Por debajo de estos materiales, el substrato granítico sano precisara del empleo de explosivos o resinas expansivas.

5.5.6.- Aprovechamiento de materiales

Los granitos cumplen la mayor parte de especificaciones para su empleo como pedraplén,

Por norma y atendiendo a la resistencia de las rocas, se considera:

- ✓ Pedraplén normal, Los realizados con rocas de resistencia a compresión superior a 500 kg/cm².
- ✓ Pedraplén de rocas blandas. Aquellos realizados con rocas de resistencia entre 250 y 500 kg/cm².
- ✓ Para resistencia inferior a 250 kg/cm², el material no se considera viable para su utilización en pedraplén, si como todo uno.

Con los resultados de laboratorio estamos en el segundo caso.

Atendiendo al grado de alteración del macizo su aprovechamiento podrá ser el siguiente:

- ✓ Granito GM V- VI (Jabre): Tipo Terraplén.
- ✓ Granito GM IV- III. Tipo Todo Uno.
- ✓ Granito GM II- III. Tipo Pedraplén.

Todas las excavaciones se realizan mezcladas con demoliciones o materiales superficiales vegetados y saneos y en condiciones de muy escaso rendimiento de excavación, que impiden planificar tajos adecuados de excavación y utilización en obra. Por ello, estos se han considerado como no aprovechables y serán retirados a vertedero.

Coefficiente de paso

Para la determinación del coeficiente de paso se ha supuesto que en el caso de macizo rocoso retirado a vertedero (es el caso que nos ocupa ya que no se va a aprovechar ningún volumen) la densidad del macizo es de 2,7 t/m³ y la densidad del material vertido es de 1,7 t/m³. El coeficiente de paso así obtenido es de 1,6.

$$\text{Coeficiente de paso a vertedero (roca)} = 2,7 \text{ t/m}^3 / 1,7 \text{ t/m}^3 = 1,6$$

El caso del macizo rocoso alterado a Jabre se ha estimado de manera conservadora en función de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados una densidad máxima de 2,1 t/m³ y una densidad para el material vertido en vertedero de 1,7 t/m³ con lo que se obtiene un valor para el coeficiente de paso a vertedero de 1,25 (1,235).

$$\text{Coeficiente de paso a vertedero (jabre)} = 2,1 \text{ t/m}^3 / 1,7 \text{ t/m}^3 = 1,23$$

6.- TALUDES

6.1.- INTRODUCCIÓN

En las obras proyectadas para la ampliación de la actual autopista se excavarán desmontes de entidad en alguno de sus tramos.

Los desmontes proyectados afectarán a materiales de diferente naturaleza y propiedades geotécnicas, tanto tipo roca como tipo suelo. Es el objeto del presente apartado el estudio de las excavaciones proyectadas para la ampliación del trazado.

Para caracterizar cada uno de los desmontes del trazado se han analizado las diferentes propiedades de los materiales como son: excavabilidad, existencia de nivel freático, reutilización de los materiales extraídos, naturaleza del fondo de excavación, necesidad de sustituciones y geometría final con el fin de evitar inestabilidades.

En concreto, para cada desmonte se analizarán los siguientes aspectos:

- a) Estabilidad
- b) Excavabilidad
- c) Reutilización
- d) Naturaleza del fondo de desmonte y explanada

En el cuadro adjunto se muestra un resumen con los desmontes del proyecto, las diferentes litologías presentes y sus características geotécnicas. Se incluyen además en el cuadro adjunto un resumen de los resultados obtenidos en cada caso en cuanto a los aspectos antes definidos.

TABLA RESUMEN DE DESMONTES

TRAMO	COD.	PK INICIAL	PK FINAL	LONG. (m)	SITUACIÓN ACTUAL		ALTURA MÁX.A EXCAVAR (m)		COLUMNA LITOLÓG TIPO	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS MEDIOS	EXCAV.(m)	TALUD PROYECTADO		REUTILIZACIÓN	FONDO DE EXCAVACIÓN	OTRAS MEDIDAS	
					ALTURA (m)	TALUD	TI	TD				TI	TD				
NORTE	D1	1+080	1+160	80	13	2H/3V		13	Granito GM II- III	Discontinuidades (C=0KPa, Φ=30°)	Voladura o Resinas expansivas		3H/2V	Todo uno/ Pedraplén	Roca	Malla triple Drenes Californianos	
	D2	1+800	1+980	180	3			3			Granito GM II- III	Voladura o Resinas expansivas					2H/3V
	D3	1+860	2+000	140	10			10			Granito GM II- III Relleno Compactado	Discontinuidades (C=0KPa, Φ=30°) Rc (γ=1,9 T/m³, C=10KPa, Φ=32°) Mecánica	Voladura o Resinas expansivas				2H/3V
SUR	D4	3+880	4+100	220	8-10	3H/2V-1H/1V		3	Granito GM V- VI (Jabre)	Jabre (γ=1,9 T/m³, C=30KPa, Φ=31°)	Mecánica	1H/1V	Terraplén	Suelo			
	D5	5+020	5+200	180	13			5				3				1H/1V	
	D6	5+840	5+900	60	6			4								1H/1V	

6.2.- ESTABILIDAD

El tramo bajo estudio atraviesa el complejo granítico- gneísico en sus diferentes grados de alteración.

Para la redacción de este apartado se cuenta con el inventario de taludes realizados para el proyecto.

En dicho inventario se han señalado la geometría, las características geotécnicas, las medidas de protección, en caso de existir, la excavabilidad y producto de excavación.

En la geometría, se ha tenido en cuenta la posición, altura, longitud y pendiente del talud. Por otra parte, en las características geotécnicas se han destacado la litología, hidrología y posibles inestabilidades del talud. En cuanto a las medidas de protección, en los casos en que estas aparezcan, se han señalado la naturaleza y su eficacia.

Así mismo, el inventario de taludes se acompaña de un reportaje fotográfico, que permite visualizar todo lo anteriormente descrito.

A continuación se muestra un cuadro resumen de todos los taludes inventariados a lo largo del tramo de estudio.

TALUD	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	PENDIENTE(°)	INESTABILIDADES	MEDIDAS DE PROTECCION
T1BD	145	10	62	CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES	NINGUNA
T2BD	300	18	60	CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES	NINGUNA
T2BI	250	18	60	CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES	NINGUNA
T3BD	600	24	54	CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES	NINGUNA
T4BD	210	20	58	CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES	NINGUNA
T5BD	270	20	58	CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES	MALLA TRIPLE TORSION
T7BI	200	6	40	CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES	NINGUNA
T8BD	200	6	35	CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES Y CANTOS. ACUMULACION DE MATERIAL AL PIE	NINGUNA
T8BI	200	10	36	CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES Y CANTOS. ACUMULACION DE MATERIAL AL PIE	NINGUNA

Los resultados obtenidos en cada uno de los taludes inventariados se presentan al final del documento, en el Apéndice de Investigación de Campo.

6.2.1.- Tramo norte

Tras la investigación de campo realizada a lo largo de la traza se ha podido observar que los taludes que se van a reperfilarse han presentado un comportamiento hasta la actualidad correcto. En algunos casos sin presentar ningún tipo de sostenimiento o medida de contención.

En general se considera que en aquellos casos donde el reperfilado suponga el aumento de la pendiente del talud o la disminución de los cunetones de pie se recomienda el empleo de medidas de contención que en la actualidad no se reconocen en todos los taludes.

En este tramo se proyecta el reperfilado de algunas partes de los taludes que se excavarán sobre roca y que pretenden verticalizarse en los tramos afectados. Puntualmente será necesaria la realización de un saneo in situ de aquellos fragmentos rocosos inestables con objeto de evitar posibles caídas de piedras durante la entrada en servicio del tramo.

En general se trata de tramos muy puntuales en taludes en los que no se han observado inestabilidades significativas a lo que hay que añadir que la excavación prevista es muy superficial no siendo necesaria la apertura de grandes excavaciones.



6.2.1.1.- Talud de pp.kk. 1+080 - 1+160. Margen Derecha. D-1

Entre los pp.kk. 1+080 y 1+160 en su borde derecho, en sentido creciente del kilometraje del tronco, se localiza el talud denominado en el inventario como T3BD. Se encuentra en la margen derecha de la calzada.

Se trata de un talud excavado en granito (GM II) con una altura de aproximadamente 15 m. El macizo rocoso sobre el que se ha excavado el talud es de buena calidad con una fracturación baja.

La inclinación del talud es de unos 51° (aprox. 2H:3V) y actualmente no tiene ningún tipo de medida de protección o estabilización. La geometría de la cara del talud es variable existiendo zonas intermedias a modo de escalones o bermas.

La observación del talud existente permite reconocer escasos problemas de estabilidad, apreciando pequeñas caídas de bloques rocosos de carácter muy puntual. El estado general del talud es bueno o muy bueno.

Por necesidades del trazado proyectado se proyecta el reperfilado del talud en aproximadamente 1 m manteniendo aproximadamente la pendiente del talud actual.

Para este desmonte se cuenta con la información aportada de la cartografía de detalle realizada en la zona, además de:

- ✓ Inventario de Talud: T3BD.

En este talud y sus proximidades no se han detectado la presencia de surgencias de agua, aunque no se descarta la aparición de agua coincidiendo con las épocas de mayor pluviosidad.

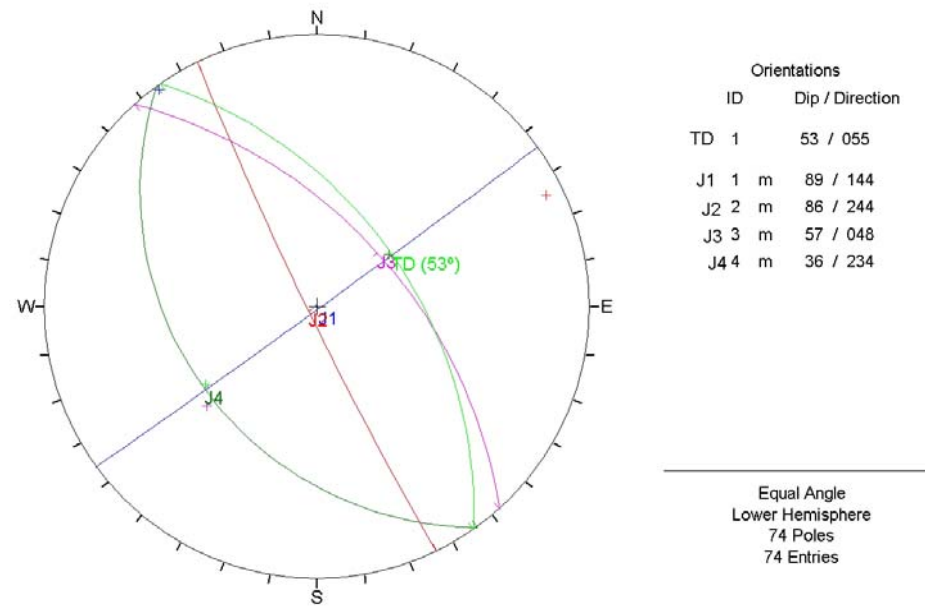
Estabilidad

Según la columna tipo definida, el modelo de rotura se producirá a través de las discontinuidades presentes en el macizo rocoso.

A continuación se considera el modelo de rotura indicado:

Modelo de rotura a través de discontinuidades

En las figuras adjuntas se muestran la distribución de estas discontinuidades, así como la orientación del trazado para el taludes proyectados (TD (2H/3V)).



Los parámetros de corte para los planos involucrados en la estabilidad del talud son los de Cohesión nula y fricción 30°.

Considerando la representación de los polos y planos diferenciados, y la dirección del talud proyectado no se reconocen inestabilidades de consideración.

Se reconoce un posible fallo por vuelco de J4 respecto al TD que no se considera por su escasa relevancia al tratarse de un junta y estar muy fracturada por el resto de familias.

A la vista de los desmontes de la carretera, de las pequeñas inestabilidades detectadas y de la reducción de la cuneta que supone el nuevo carril se recomienda la disposición de una malla de triple torsión anclada a la cara del talud y con cables horizontales para la sujeción de posibles desprendimientos.

Del mismo modo con el fin de evitar posible acumulaciones de agua asociadas a la fracturación del macizo se recomienda la disposición de drenes californianos en el talud.

Excavabilidad

Se estima que para la excavación del talud se precisara del empleo de voladura de precorte o bien del empleo de resinas expansivas.

Reutilización

El material excavado podrá ser reutilizado como todo-uno o pedraplén.

Fondo de desmonte

La excavación quedará en granito (GM II).

6.2.1.2.- Talud de Cangas pp.kk. 1+800 - 1+980. D-2

Entre los entre los pp.kk. 1+700 y 2+000 en su borde derecho en dirección a Vigo se localiza el talud denominado en el inventario como T5BD y que a lo largo del proyecto se denomina talud de Cangas.

Se trata de un talud excavado en granito con una altura superior a los 35 m en algunos puntos. El macizo rocoso sobre el que se ha excavado el talud es de buena calidad con una fracturación baja.

La inclinación del talud actual es de unos 58° (2H:3V) y actualmente tiene colocada una malla de triple torsión colgada hasta el pie del mismo. La geometría de la cara del talud es variable existiendo zonas intermedias a modo de escalones.





A lo largo de todo el talud no se han observado problemas de estabilidad ni generales, ni puntuales reseñables. Únicamente se observan caídas de pequeños bloques rocosos siendo el estado general del talud bueno o muy bueno.

Éste talud presenta actualmente una malla de triple torsión colgada que impide la caída de los fragmentos rocosos hacia la calzada y aquellos que caen los va acumulando en el cunetón existente. La malla colocada actualmente realiza un trabajo de guiado de los pequeños desprendimientos hasta la cuneta pero no evita el desplazamiento o movimiento de los fragmentos rocosos.



Por necesidades de trazado para el correcto entronque de las nuevas vías que se construirán se ha planteado la necesidad de excavar el pie del talud verticalizando (80° . 1H:6V) el último tramo hasta una altura de 3,0 m.





Para este desmonte se cuenta con la información aportada de la cartografía de detalle realizada en la zona, además de:

- ✓ Inventario de Talud: T5BD.

En este talud y sus proximidades no se han detectado la presencia de surgencias de agua, aunque no se descarta la aparición de agua coincidiendo con las épocas de mayor pluviosidad.



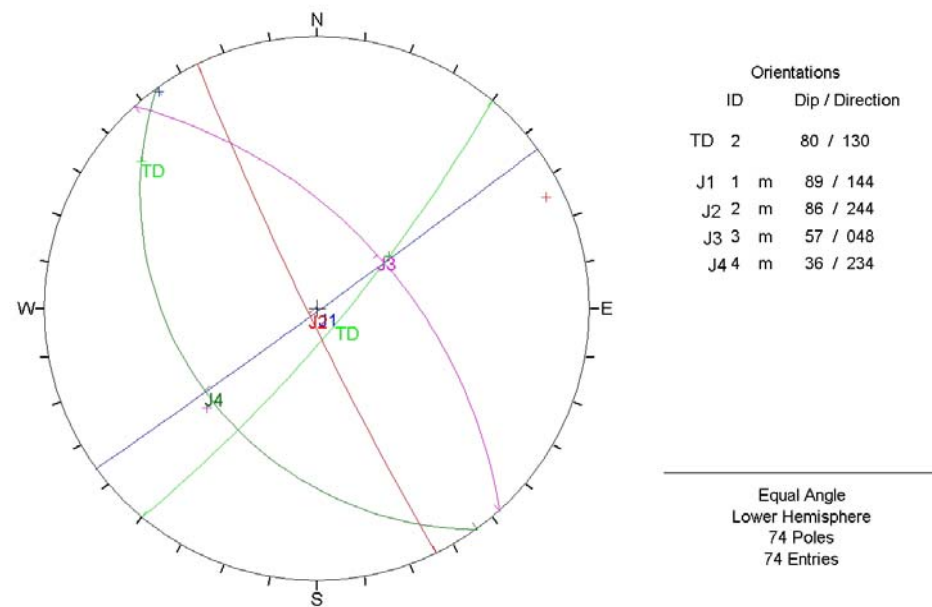
Estabilidad

Según la columna tipo definida, el modelo de rotura se producirá a través de las discontinuidades presentes en el macizo rocoso.

A continuación se considera el modelo de rotura indicado:

Modelo de rotura a través de discontinuidades

En las figuras adjuntas se muestran la distribución de estas discontinuidades, así como la orientación del trazado para el taludes proyectados (TD (2H/3V)).



Los parámetros de corte para los planos involucrados en la estabilidad del talud son los de Cohesión nula y fricción 30°.

Considerando la representación de los polos y planos diferenciados, y la dirección del talud proyectado no se reconocen inestabilidades de consideración para taludes de inclinación inferior a 80°. Las familias de discontinuidades J2 y J4 formarían cuñas con factores de seguridad superior a 10.

La verticalización no debe superar los 80° a fin de evitar el descalzamiento a alguno de los sistemas de juntas. La excavación no se considera que pueda producir graves problemas para la estabilidad general ya que se trata de un talud en roca de buena calidad cuyas únicas inestabilidades son pequeñas caídas de fragmentos rocosos muy puntuales. Concretamente la parte inferior del talud que será necesario excavar coincide con una masa granítica homogénea en la que apenas hay diaclasado.

En el talud existente no se han observado desprendimientos de bloques o fragmentos rocosos significativos siendo su estado general muy bueno. La instalación de un nuevo sistema de protección se justifica como continuidad de la medida de protección actual y como una medida de seguridad adicional que garantice la estabilidad de los pequeños fragmentos rocosos.

La creación del tercer carril provocará la disminución de la cuneta existente y por tanto reduce la capacidad de acumulación de piedras caídas del talud. Para corregir esta nueva situación como medida de protección adicional se realizará un saneo manual de este talud y se colocará una malla de triple torsión anclada a la cara del talud con unos pernos cada 16 m².

La colocación de una malla anclada se justifica por el cambio de pendiente de la parte inferior del talud. Este cambio de pendiente supone para las piedras que pudiesen caer por la cara del talud, una especie de trampolín que podría hacer que los fragmentos caídos se alejasen de la cuneta del pie y afectasen al nuevo carril de circulación. La colocación de una malla colgada implicaría una

acumulación de piedras en ese vértice que aplicaría una tensión a la malla que podría llegar a romperla.

Para evitar esta situación se sustituirá la malla actual por otra de similares características que se colocará anclada sobre la cara del talud. El objetivo de esta malla será evitar el movimiento de las pequeñas piedras que puntualmente puedan caer del talud. Se trata de una medida de protección de carácter pasivo que consigue la sujeción del material rocoso, evitando el movimiento de los cantos a la cuneta y a la calzada.

Con la solución de la malla anclada se evita el deslizamiento de los fragmentos rocosos de pequeño tamaño por la cara del talud dejando estos sin apenas posibilidad de movimiento. Adicionalmente se evita la acumulación de los derrubios en la cuneta al pie del talud con lo que se eliminan las operaciones de limpieza periódicas se reduce el mantenimiento del talud que se concentrara en operaciones puntuales muy espaciadas en el tiempo.

Con el fin de evitar posible acumulaciones de agua asociadas a la fracturación del macizo se recomienda la disposición de drenes californianos en el talud.

Excavabilidad

Se estima que para la excavación del talud se precisará del empleo de voladura de precorte o bien del empleo de resinas expansivas.

Para la excavación de esta zona y con objeto de dejar la carretera en servicio se podría optar recomendable realizar unas perforaciones subverticales en una malla de aproximadamente de 2 x 2 m hasta el límite del derrame del nuevo talud y excavar la zona mediante el uso de cementos expansivos. Esto permitiría el servicio de la carretera durante la ejecución de la excavación.

Reutilización

El material excavado podrá ser reutilizado como pedraplén o todouno.

Fondo de desmonte

La excavación quedará en granito (GM II).

6.2.1.3.- Talud de pp.kk. 1+860 - 2+000. Margen Izquierda. D3

Entre los entre los pp.kk. 1+860 y 2+000 en su borde izquierdo, en sentido creciente del kilometraje del tronco, se localiza el talud denominado que afectara al substrato rocoso hasta el pk. 1+920 y en adelante a rellenos compactados del estribo norte del viaducto de Rande que se presentan como una capa superficial que recubre el susbtrato con poco espesor.

El análisis de estabilidad se Entre los pks. 1+860 al 1+920 corresponde a un talud excavado en granito (GM II) con una altura de aproximadamente 10 m. El macizo rocoso sobre el que se ha excavado el talud es de muy buena calidad con una fracturación baja.

La inclinación del talud actual es de unos 61° y actualmente no tiene ningún tipo de medida de protección o estabilización. La geometría de la cara del talud es variable existiendo zonas intermedias a modo de escalones o bermas.



La observación del talud existente permite reconocer escasos problemas de estabilidad, apreciando pequeñas caídas de bloques rocosos de carácter muy puntual. El estado general del talud es bueno o muy bueno.

Por necesidades del trazado proyectado se proyecta el reperfilado del talud en aproximadamente 1 m manteniendo aproximadamente la pendiente del talud actual.

En este talud y sus proximidades no se han detectado la presencia de surgencias de agua, aunque no se descarta la aparición de agua coincidiendo con las épocas de mayor pluviosidad.

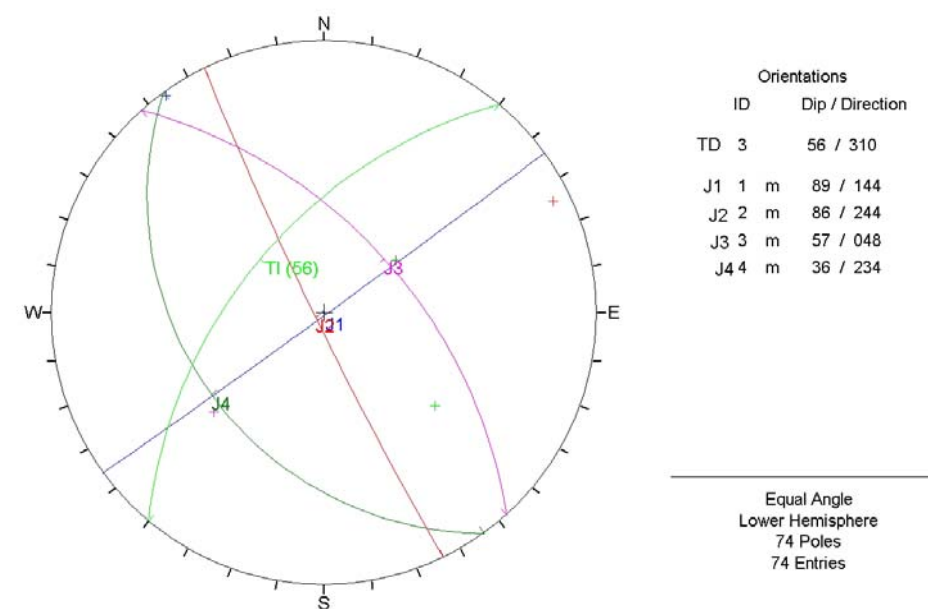
Estabilidad

Según la columna tipo definida, el modelo de rotura se producirá a través de las discontinuidades presentes en el macizo rocoso.

A continuación se considera el modelo de rotura indicado:

Modelo de rotura a través de discontinuidades

En las figuras adjuntas se muestran la distribución de estas discontinuidades, así como la orientación del trazado para el taludes proyectados (TI (2H/3V)).



Los parámetros de corte para los planos involucrados en la estabilidad del talud son los de cohesión nula y fricción 30°.

Considerando la representación de los polos y planos diferenciados, y la dirección del talud proyectado y el análisis individualizado de cada una de las cuñas y bloques analizados, a continuación se incluyen una tabla resumen con los factores de seguridad obtenidos para las juntas inestables.

TALUD IZQUIERDO (2H/3V)	
Planos	Factor Seguridad
J2-J3	4,2
J3-J4	15,9

A la vista de los desmontes de la carretera, de las pequeñas inestabilidades detectadas y de la reducción de la cuneta que supone el nuevo carril se recomienda la disposición de una malla de triple torsión anclada a la cara del talud y con cables horizontales para la sujeción de posibles desprendimientos.

Del mismo modo con el fin de evitar posible acumulaciones de agua asociadas a la fracturación del macizo se recomienda la disposición de drenes californianos en el talud.

Los taludes que afecten a los materiales del relleno compactado no deberán superar pendientes de 3H:2V.

Excavabilidad

Se estima que para la excavación del talud en roca se precisara del empleo de voladura de precorte o bien del empleo de resinas expansivas.

En los rellenos la excavación podrá ser mecánica.

Reutilización

El material excavado podrá ser reutilizado como todo-uno o pedraplén.

Fondo de desmonte

La excavación quedará en granito (GM II).

6.2.2.- Tramo sur

En el tramo sur desde los viaductos sur hasta el final del trazado de la ampliación será necesaria la excavación de algunos pies de taludes en tramos muy puntuales. Estas excavaciones se sitúan entre los pp.kk.:

- ✓ 3+880 – 4+100 Altura máxima 5,0 m
- ✓ 5+020 – 5+120 Altura máxima 10,0 m
- ✓ 5+840 – 5+900 Altura máxima 8,0 m

La inclinación de los taludes actuales del tramo sur está comprendida entre los 35° y 45°. Con objeto de no aumentar el derrame de estos desmontes se han diseñado dos tipos de excavaciones:

- ✓ Excavación en el pie de los taludes actuales para taludes con pendientes inferiores a 45°.
- ✓ Reperfilado de la totalidad de los taludes actuales para taludes con pendientes de 45°.

Los taludes del tramo sur están fuertemente revegetados y debido a su baja altura se han excavado en jabre formado por materiales de tipo suelo pertenecientes al perfil de alteración del granito.

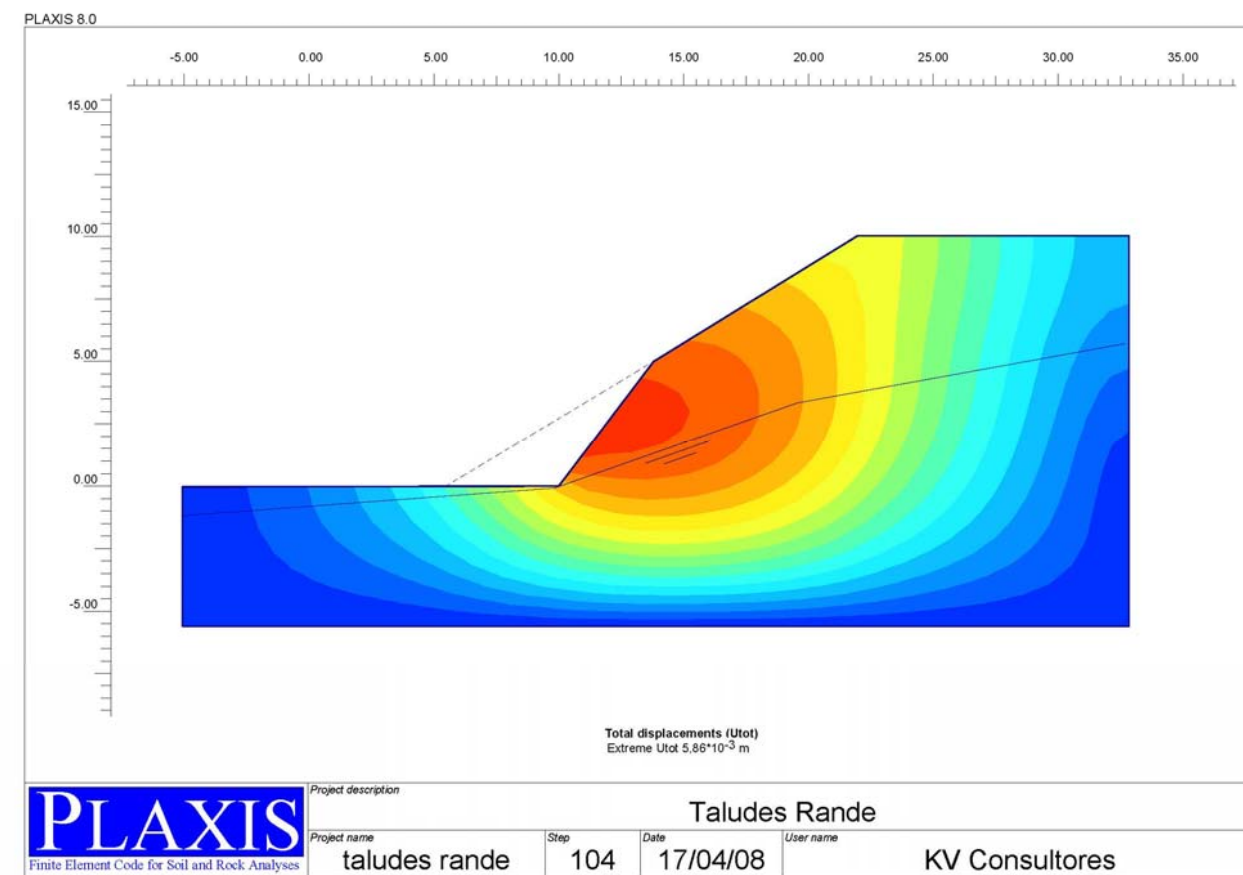
El jabre ha sido estudiado en el apartado de caracterización geotécnica para la cimentación de los viaductos obteniéndose unos parámetros de resistencia representativos para este material. A continuación se muestran los parámetros seleccionados para el estudio de los taludes. Estos parámetros se consideran razonablemente conservadores para el cálculo de los taludes en función de los resultados de los ensayos de laboratorio.

Unidad geotécnica	% Arcillas (Valor medio)	Densidad aparente (T/m ³)	Ángulo de rozamiento ϕ	Cohesión efectiva C' (Mpa)	Módulo de deformación E (Mpa)
Granito (GM IV-VI). Jabre	29	1,9	31	0,01	80

Para la comprobación de los taludes del tramo sur se ha realizado un cálculo con elementos finitos mediante el programa Plaxis. Se ha seleccionado la sección tipo de excavación mas desfavorable y se han tomado sus resultados como representativos del resto de excavaciones que se van a realizar. Los cálculos se han realizado con la inclusión de un nivel freático intermedio en el talud.

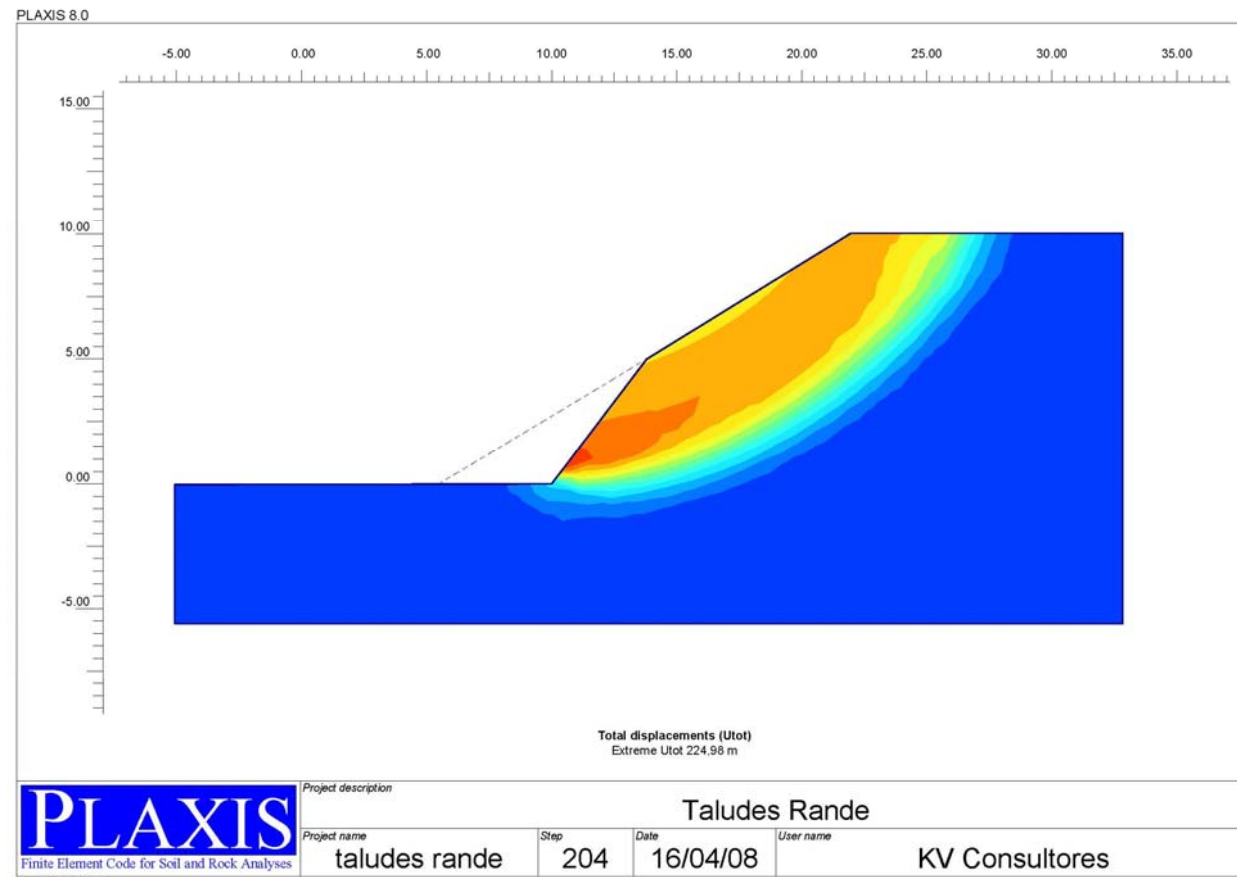
A continuación se muestran las salidas gráficas de los cálculos en los que se observa el desplazamiento real del talud en la excavación prevista, el círculo de rotura pésimo para el mínimo factor de seguridad alcanzado y el mínimo factor de seguridad alcanzado.

El máximo desplazamiento que se producirá en el talud tras la excavación será de 5,8 mm en la parte intermedia de la cara de excavación del nuevo talud.



La gráfica siguiente muestra el círculo de rotura pésimo para el mínimo factor de seguridad alcanzado:

- ✓ F.S. = 2,0



PLAXIS - Finite Element Code for Soil and Rock Analyses				
Project description	: Taludes Rande			PLAXIS 8.0
User name	: KV Consultores			Date: 16/04/2008
Project name	: taludes rande			Step: 204 Page: 1
Output	: Calculation information			
Step Info				
Step 204 of 204	Incremental Multipliers		1,000	
PLASTIC STEP			0,000	
Prescribed displacements				
Load system A	Mdisp:	0,000	Σ-Mdisp:	1,000
Load system B	MloadA:	0,000	Σ-MloadA:	1,000
Soil weight	MloadB:	0,000	Σ-MloadB:	1,000
Acceleration	Mweight:	0,000	Σ-Mweight:	1,000
Strength reduction factor	Maccel:	0,000	Σ-Maccel:	0,000
Time	Msf:	0,000	Σ-Msf:	2,029
	Increment:	0,000	End time:	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	Marea:	0,000	ΣMarea:	0,972
Active proportion of stage	Mstage:	0,000	ΣMstage:	0,000

El factor de seguridad alcanzado es superior al mínimo exigido de 1,5 por lo que los taludes diseñados serán estables.

7.- CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

7.1.- INTRODUCCIÓN

Tal y como se ha comentado en la introducción de este documento la principal referencia geotécnica del tramo estudiado es la cimentación de los viaductos de acceso al puente de Rande tanto en su viaducto Norte como es su viaducto Sur. Adicionalmente existen a lo largo del trazado varias estructuras: muros, pasos inferiores, superiores y pasarelas que serán recrecidos. Solo algunos de los muros son de nueva construcción.

Dentro de este apartado se tratan las condiciones de apoyo en cada una de las estructuras sobre los materiales existentes en el trazado. Se diferencian por tanto los apoyos realizados sobre roca y los apoyos realizados sobre el substrato rocoso alterado en su grado máximo (GM V- VI), jabre. De la misma manera se realizan las recomendaciones de empotramiento para aquellas cimentaciones que se decidan realizar sobre pilotes.

En todo este apartado es de especial interés y referencia la determinación de las condiciones de cimentación de las estructuras actuales ya que estas reflejan de manera fiel el comportamiento del terreno y no debe de perderse la referencia de su correcto funcionamiento en estos treinta años de servicio.

Todos los viaductos actuales están cimentados de manera directa sobre el terreno salvo en casos puntuales en los que por los condicionantes constructivos lo hacen mediante pilotes.

La cimentación de las nuevas estructuras se realizará de la misma manera sobre apoyos directos al terreno mediante zapatas en todos los apoyos que por condiciones constructivas de derrames de excavación así lo permitan. En aquellos apoyos donde la ejecución de una cimentación directa provoque afecciones a viviendas o estructuras próximas se cimentará mediante pilotes.

En este apartado se recogen los criterios de diseño generales y métodos de cálculo que se han seleccionado para el análisis de las cimentaciones. De esta forma, a la hora de particularizar en cada una de ellas, no será necesario repetir la metodología utilizada.

De manera general se han estudiado dos tipos de cimentaciones diferentes: cimentaciones superficiales mediante zapatas y cimentaciones profundas por medio de pilotes.

La elección entre una u otra se ha determinado a partir de una serie de factores tales como la cota de aparición del terreno competente, la posición relativa del nivel freático y los posibles condicionantes de ejecución (excavaciones, agotamientos, etc.) o simplemente la tipología de la estructura a cimentar.

En los apartados posteriores aparece una breve reseña técnica de la metodología empleada para el cálculo de las cimentaciones. Las recomendaciones de cimentación se han realizado principalmente en base a las recomendaciones de la "Guía de cimentación en Obras de Carretera" editada por el Ministerio de Fomento.

En las tipologías estructurales presentes en el proyecto ha sido necesario definir tanto cimentaciones superficiales como cimentaciones profundas.

Las soluciones constructivas previstas en el proyecto implican la construcción, ampliación o modificación de tres pasarelas peatonales, un paso inferior y tres viaductos. Entre ellos se encuentran los viaductos de gran entidad que corresponden a la ampliación del Viaducto de Rande. Igualmente se proyecta un total de diecisiete muros en la calzada para la contención de terraplenes y desmontes.

En los apartados posteriores se realiza una breve descripción de las estructuras y sus apoyos y se expone de manera sencilla la tipología de la cimentación planteada así como de sus condiciones.

7.2.- TIPOLOGÍA DE LAS ESTRUCTURAS

A lo largo del trazado proyectado se contempla la ejecución de cuatro viaductos, un paso superior y dos pasos inferiores, además de diversas obras de drenaje. En el siguiente cuadro se recogen la localización y objetivo de las estructuras consideradas.

COD.	PK. INICIO	PK. FINAL	OBJETIVO
PASARELA PEATONAL (0.8)	0+800		Cruce Autopista AP-9
VIADUCTO (1.7)	1+650	1+670	Cruce Carretera Enlace de Cangas
VIADUCTO ACCESO AL PUENTE DE RANDE	2+020	3+600	Cruce Estrecho de Rande
PASO INFERIOR (4.9)	4+890-		Cruce camino
PASARELA PEATONAL (5.1)	5+100		Cruce Autopista AP-9
VIADUCTO (5.3)	5+260	5+340	Cruce Carretera N-552. PO-323
PASARELA PEATONAL (5.6)	5+570		Cruce Autopista AP-9

En la siguiente tabla resumen se incluyen las estructuras proyectadas en el trazado. Se reflejan las diferentes investigaciones de campo realizadas para la definición de la tipología de apoyo de las

estructuras, terreno de apoyo, tipo de cimentación, carga admisible, asientos, así como las recomendaciones geotécnicas resultantes.

P.K.	Característica de la estructura		Terreno de apoyo	Cimentación superficial		Cimentación profunda			Observaciones	
	Tipo de estructura	Tipo de tablero		Profundidad (m)	Tensión admisible (kp/cm ²)	Resistencia por fuste (t/m ²)	Resistencia por punta (t/m ²)	Diámetro (m)		Longitud (m)
0+800-	PASARELA PEATONAL (0.8)	-	Granito (GM II- III)	1,0	10					
1+650- 1+670	VIADUCTO (1.7)	Isostático	Granito (GM II- III)	1,5	10					
2+020- 3+600	VIADUCTO RANDE	Hiperestático	Granito (GM II- III)	3,0	10	40	792	1,25	4D a 5D	Posibilidad de agua en los pilotes.
			Jabre. Granito (GM V- VI)			7,2	754	1,25	VARIABLE	Tipo de exposición Qa Perforación en roca. Trepano
4+890-	PASO INFERIOR (4.9)	Marco	Jabre. Granito (GM V- VI)							Tipo de exposición Qa
5+100	PASARELA PEATONAL (5.1)	-	Jabre. Granito (GM V- VI)	1,1	3,0					Tipo de exposición Qa
5+260- 5+340	VIADUCTO (5.3)	Isostático	Jabre. Granito (GM V- VI)	1,5	3,0	7,2	754	1,25	23,8	Posibilidad de agua en los pilotes. Tipo de exposición Qa Posible perforación en roca. Trepano
								0,80	34,6	
5+570	PASARELA PEATONAL (5.6)	-	Jabre. Granito (GM V- VI)	1,0	3,0					Tipo de exposición Qa

(D) Diámetros

7.3.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

A continuación se exponen los criterios generales de cálculo de la capacidad portante del terreno. Se han seguido, en general, las recomendaciones de la GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE CARRETERA, editada por el Ministerio de Fomento.

A la hora de evaluar los valores resistentes del terreno a considerar en el cálculo de las cimentaciones y la magnitud del asiento máximo previsible, se han seguido los criterios generales que se exponen, realizándose las oportunas variaciones puntuales en cada caso particular cuando ha sido necesario, variaciones que se indican en el estudio individualizado de cada una de las estructuras que se incluye en los apartados siguientes.

7.3.1.- Cimentación superficial en roca

Cimentaciones en roca según Guía de Cimentaciones en obras de carretera

Las cimentaciones superficiales en roca se dimensionan teniendo en cuenta el tipo de roca, el grado de meteorización y el espaciamiento de las litoclasas.

En los casos de rocas muy débiles ($q_u < 1$ MPa) o que estén fuertemente diaclasadas ($RQD < 10$ %) o que estén bastante o muy meteorizadas (grado de meteorización igual o mayor a IV) se estudia la roca como si se tratase de un suelo.

Carga de hundimiento

La presión admisible se ha estimado mediante la siguiente expresión:

$$P_{v,adm} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \sqrt{\frac{q_u}{P_o}}$$

donde:

$P_{v,adm}$ = presión admisible

P_o = presión de referencia. Se toma el valor de 1,00 MPa

q_u = resistencia a compresión simple de la roca sana

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ = parámetros adimensionales que dependen del tipo de roca, de su grado de alteración y del espaciamiento de las litoclasas

Los parámetros adoptados serán representativos del comportamiento del volumen de roca situado bajo la cimentación hasta una profundidad de 1,5 B*; medida desde su plano de apoyo.

a) Influencia del tipo de roca

El parámetro α_1 según el tipo de roca se ha determinado a partir de la siguiente tabla:

GRUPO N.º	NOMBRE GENÉRICO	EJEMPLOS	α_1
1	Rocas carbonatadas con estructura bien desarrollada	- Calizas, dolomías y mármoles puros - Calcarenitas de baja porosidad	1,0
2	Rocas ígneas y rocas metamórficas (*)	- Granitos, cuarcitas - Andesitas, riolitas - Pizarras, esquistos y gneises (esquistosidad subhorizontal)	0,8
3	Rocas sedimentarias (**) y algunas metamórficas	- Calizas margosas, argilitas, limolitas, areniscas y conglomerados - Pizarras y esquistos (esquistosidad verticalizada) - Yesos	0,6
4	Rocas poco soldadas	- Areniscas, limolitas y conglomerados poco cementados - Margas	0,4

(*) A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 3.

(**) A excepción de las indicadas en los grupos 1 y 4.

En el caso de que aparezcan varios tipos de roca en un mismo apoyo o existan dudas en la clasificación se ha adoptado un valor de $\alpha_1 = 0,40$.

b) Influencia del grado de meteorización

Para garantizar el grado de meteorización correspondiente a la roca que existe en el entorno de la cimentación, se ha adoptado el mayor grado de alteración que existe hasta alcanzar una profundidad igual a 1,5 B*; medida bajo el plano de cimentación.

Los valores para el parámetro α_2 adoptados han sido los siguientes:

- Grado de meteorización I (roca sana o fresca) $\alpha_2 = 1,00$
 - Grado de meteorización II (roca ligeramente meteorizada) $\alpha_2 = 0,70$
 - Grado de meteorización III (roca moderadamente meteorizada) $\alpha_2 = 0,50$
- c) Influencia del espaciamiento entre litoclasas

La separación entre litoclasas se caracteriza de dos formas diferentes:

Mediante censo de litoclasas en afloramientos próximos a la zona de cimentación.

Midiendo el valor del RQD en los sondeos mecánicos.

Partiendo de estos datos, se ha calculado α_3 como el mínimo entre los dos valores siguientes:

$$\alpha_3 = \min(\alpha_{3a}, \alpha_{3b}) \quad \alpha_{3a} = \sqrt{\frac{s}{1,0 \text{ m}}} \quad \alpha_{3b} = \sqrt{\frac{\text{RQD}(\%)}{100}}$$

donde:

s = espaciamiento entre litoclasas expresado en metro. Se utiliza la correspondiente a la familia de diaclasas que conduzcan a un valor menor

1,00 m = valor que se utiliza para hacer adimensional la expresión

RQD = valor del parámetro "Rock Quality Designation"

Estimación de asientos

En general, los asientos en cimentaciones superficiales en roca no serán mayores a 1,00 cm.

No obstante, en aquellos en que las cimentaciones pueden estar sujetas a cargas importantes ó a tolerancias pequeñas, el asiento puede calcularse mediante la teoría elástica, según la ecuación propuesta por Kulhawy (1978).

$$\rho_o = \frac{k \cdot P}{E_m \cdot \sqrt{A}}$$

donde:

ρ_o = asiento medio

P = carga aplicada

Em = módulo de deformación del macizo rocoso

A = área de cimentación

K = coeficiente de forma

$$k = 0,90 \quad \text{para zapatas circulares, cuadradas o rectangulares con } \frac{L}{B} \leq 3$$

$$k = 0,70 \quad \text{para zapatas rectangulares con } \frac{L}{B} \geq 10$$

cuando dicha relación está entre 3 y 10, el valor k se obtiene por la interpolación entre los dos indicados anteriormente.

Coeficiente de balasto

El método del coeficiente de balasto consiste en suponer que en cualquier punto de la cimentación, el asiento (ρ) es proporcional a la presión (P) que la misma transmite:

$$P = K_s \cdot \rho$$

donde:

Ks = coeficiente de balasto

Para placas rectangulares puede utilizarse la expresión de Vogt

$$K_s = 1,33 \cdot \frac{E_s}{\sqrt[3]{A \cdot B^2}}$$

donde:

B = ancho de la zapata

A = longitud de la zapata

También puede utilizarse la expresión de Broms (1964)

$$K \cdot B = \alpha \cdot E$$

donde:

B = ancho de la zapata

α = coeficiente aproximadamente igual a 1,67

E = módulo de deformación

Se considera un módulo de deformación horizontal tres veces menor que el módulo de deformación vertical.

Cimentaciones en roca según ROM 5-05

Para obtener la carga admisible de cimentación en las rocas se aplicará la expresión que figura en la normativa ROM 5-05.

La carga admisible en rocas es una fracción de la resistencia a la compresión simple, de forma que queden garantizados el problema de hundimiento y un buen comportamiento frente a asientos (asientos moderados del orden de 2.50 cm).

La expresión utilizada es la siguiente:

$$P_{vh} = 3 (p_r \cdot q_u)^{1/2} \cdot f_D \cdot f_A \cdot f_\delta < 15 \text{ MPa}$$

donde:

P_{vh} = presión vertical efectiva que produce el hundimiento.

p_r = 1 MPa, presión de referencia.

q_u = resistencia a compresión simple de la roca sana.

f_D = factor de reducción debido al diaclasamiento. Será el mínimo de los dos siguientes:

$$f_D = 2 \cdot \left(\frac{s}{B^*}\right)^{1/2} \leq 1 \quad ; \quad f_D = 0,2 \cdot \left(\frac{B_0 \times RQD(\%)}{B^*}\right)^{1/2} < 1$$

s = espaciamiento entre litoclasas. Ver texto. No se utilizará este procedimiento cuando $s < 0,10$ m.

B^* = ancho equivalente de la cimentación.

B_0 = ancho de referencia, se tomará $B_0 = 1$ m.

RQD = índice de fragmentación de la roca. Ver 2.7.1.

f_A = factor de reducción debido al grado de alteración de la roca. Se tomará el valor siguiente:

Grado de meteorización (ver 2.2.9.7)	Factor f_A
I	1
II	0,7
III	0,5

f_δ = factor que tiene en cuenta la inclinación de la carga. Se tomará:

$$f_\delta = (1,1 - \text{tg } \delta)^3 < 1$$

Criterio de Rotura de Hoek y Brown, desarrollados por Wyllie

Para la determinación de la carga admisible para cimentaciones superficiales en roca se recurrirá a la utilización de los modelos de cálculo basados en el Criterio de Rotura de Hoek y Brown, desarrollados por Wyllie (Foundations on Rock, 1992). Según estos autores la carga admisible para cimentaciones mediante zapatas aisladas apoyadas sobre substrato rocoso en condiciones topográficas subhorizontales (sin posibilidad de deslizamientos del substrato) viene definida por la siguiente fórmula:

$$q_{adm} = \frac{C_{f1} \left[m \sigma_{u(r)} \sigma_3 + s \sigma_{u(r)}^2 \right]^{1/2} + \sigma_3}{F}$$

donde:

Cf1 es un factor de corrección que depende de la forma de la zapata. Para zapatas cuadradas toma el valor de 1.25.

- ✓ $\sigma_{u(r)}$ es la resistencia a compresión simple de la matriz rocosa.
- ✓ σ_3 es la presión de confinamiento, igual a:
- ✓ $\sigma_3 = \left(m \sigma_{u(r)} q_s + s \sigma_{u(r)}^2 \right)^{1/2} + q_s$
- ✓ q_s es la presión litostática a la profundidad de cimentación.
- ✓ m y s son constantes empíricas dependientes del tipo litológico y de la calidad del macizo rocoso. Para el tipo de roca presente toman los valores incluidos en la tabla siguiente:

Valores de los índices m y s para macizos rocosos en función de su calidad RMR		
RMR	m	s
100	25	15
85	8.56	0.082
65	2.052	0.00293
44	0.458	0.00009
23	0.102	0.000003
3	0.025	0.0000001

- F es el factor de seguridad aplicado. En cimentaciones directas F se toma igual a 3.

Para cimentaciones a realizar sobre superficies en áreas de ladera o taludes con pendientes elevadas mediante un cajado, se deberá aplicar la siguiente fórmula:

$$q_{adm} = \frac{\left(C_{f1} c N_{cq} + \frac{C_{f2} B \gamma}{2} N_{\gamma q} \right)}{F}$$

Donde:

- Cf2 es otro factor de corrección que depende de la forma de la zapata. Para zapatas cuadradas toma el valor de 0.85.
- c es la cohesión del macizo rocoso deducida del índice RMR
- B es el ancho de la cimentación
- γ es la densidad del macizo rocoso
- N_{cq} y $N_{\gamma q}$ son dos factores de capacidad de carga dependientes del ángulo de rozamiento interno y de la cohesión del macizo rocoso deducidos del índice RMR y de la altura y pendiente del talud o ladera en la que se proyecte la cimentación. Para un caso extremo, considerando una altura de ladera máxima de 50 m y una pendiente límite de 45°, estos índices toman los siguientes valores: $N_{cq} = 0.50$ y $N_{\gamma q} = 10$

7.3.2.- Cimentación superficial en suelo

En este apartado se detallan los criterios de cálculo teniendo en cuenta criterios de hundimiento y asiento, tomando de éstos aquel que resulte más desfavorable.

Carga de hundimiento

Cálculo analítico de la carga de hundimiento

La fórmula utilizada para la determinación de la carga de hundimiento siempre que se conozcan las características resistentes del terreno ha sido la conocida como de Brinch – Hansen.

Según este método, la presión vertical de hundimiento es la suma de tres términos que representan la contribución a la capacidad de soporte de la sobrecarga existente a nivel de la cimentación “q”, de la cohesión del terreno “c” y de su propio peso. La ecuación es la siguiente:

$$P_{vh} = q \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot s_q \cdot t_q \cdot r_q + c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot s_c \cdot t_c \cdot r_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma \cdot t_\gamma \cdot r_\gamma$$

donde:

P_{vh} = presión vertical de hundimiento

q = sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación, en el entorno del cimiento

c = cohesión de cálculo

γ = peso específico del terreno

B^* = anchura equivalente del cimiento

N_q, N_c, N_γ = factores de capacidad de carga, adimensionales y dependientes del ángulo de rozamiento

dq, iq, sq, tq, rq = factores adimensionales para considerar el efecto de la resistencia al corte local del terreno situado sobre el plano de apoyo, la inclinación de la carga, la forma de cimentación, la proximidad de la cimentación a un talud y la inclinación del plano de apoyo

En este proyecto se ha adoptado un coeficiente de seguridad de 3 para la carga de hundimiento.

a) Sobrecarga actuante

El valor “q” se ha calculado como el peso efectivo de las tierras que existen en el entorno de la cimentación. El valor “q” se calcula mediante la expresión siguiente:

$$q = \gamma_{ap} \cdot D1 + \gamma' \cdot D2$$

donde:

D = espesor total de las tierras sobre el plano de cimentación ($D = D1 + D2$)

$D1$ = parte del espesor de tierras D , que queda por encima del nivel freático

$D2$ = parte del espesor de tierras D , que queda por debajo del nivel freático

γ_{ap} = peso específico aparente del suelo correspondiente a la humedad media del terreno en el espesor $D1$ (sobre el nivel freático)

γ' = peso específico sumergido del terreno en el espesor $D2$ (bajo el nivel freático).

b) Peso específico del terreno

Para determinar el peso específico del terreno se ha adoptado la siguiente expresión:

$$\gamma = \gamma' + 0,6 \cdot (\gamma_{ap} - \gamma') \cdot \frac{h_w}{B^*} \leq \gamma_{ap} \quad \text{Condiciones hidrostáticas}$$

donde:

h_w = profundidad del nivel freático bajo el plano de cimentación.

c) Factores de capacidad de carga

Los factores de capacidad de carga se han calculado mediante las siguientes expresiones:

$$N_q = \frac{1 + \text{sen} \phi}{1 - \text{sen} \phi} e^{\pi \text{tg} \phi} \quad N_c = \frac{N_q - 1}{\text{tg} \phi} \quad N_\gamma = 2 (N_q - 1) \text{tg} \phi$$

donde:

ϕ = ángulo de rozamiento interno del terreno

Para el cálculo de situaciones a corto plazo, en los que $\phi_{\text{cálculo}} = 0$; los factores de capacidad de carga son:

$$N_q = 1 \quad N_c = 5,14 \quad N_\gamma = 0$$

d) Consideración de la resistencia al corte del terreno sobre el plano de apoyo (Factores d)

Las expresiones utilizadas han sido las siguientes:

$$dq = 1 + 2 \text{tg} \phi \cdot (1 - \text{sen} \phi)^2 \cdot \text{arctg} \left(\frac{D}{B^*} \right)$$

$$dc = 1 + 2 \frac{N_q}{N_c} (1 - \text{sen} \phi)^2 \cdot \text{arctg} \left(\frac{D}{B^*} \right)$$

$$d\gamma = 1$$

El arco que aparece en estas fórmulas se expresará en radianes.

En el caso de que D , profundidad de cimentación, resulte superior a $2 B^*$ se ha adoptado $D = 2 B^*$.

e) Consideración de la inclinación de la carga (Factores i)

Las fórmulas adoptadas para el cálculo de los coeficientes de inclinación son los siguientes:

$$iq = (1 - 0,7 \text{tg} \delta B)^3 (1 - \text{tg} \delta L)$$

$$ic = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

$$i\gamma = (1 - \text{tg} \delta B)^3 (1 - \text{tg} \delta L)$$

donde:

$\delta B, \delta L$ = ángulos de inclinación de la carga respecto a la vertical.

En situaciones a corto plazo; $\phi_{\text{cálculo}} = 0$; los valores adoptados son:

$$iq = 1,0$$

$$i_c = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{B \cdot L \cdot c}} \right)$$

donde:

H = carga horizontal

f) Consideración de la forma de cimentación (Factores s)

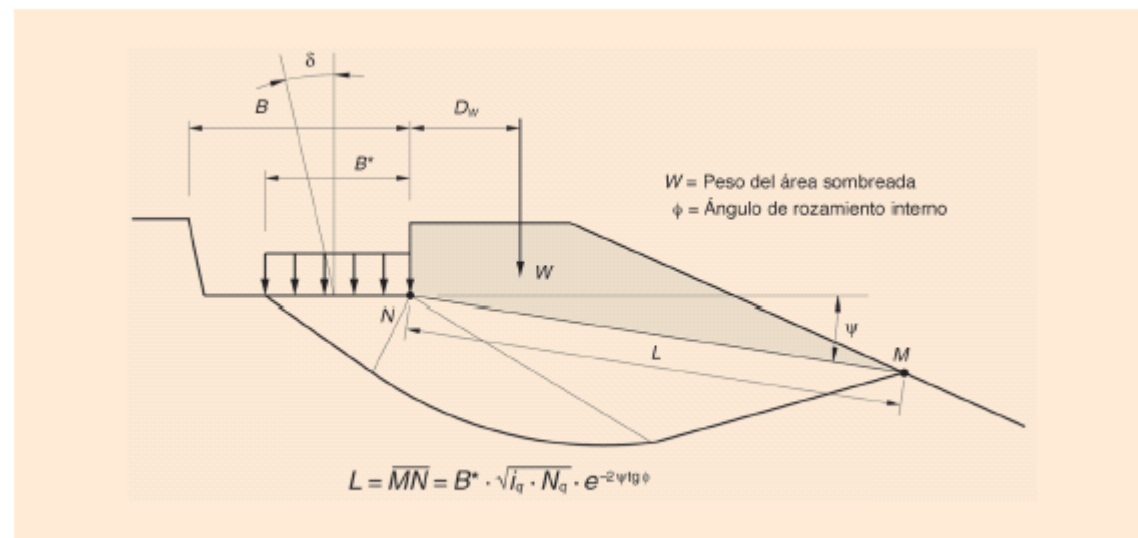
Para tener en cuenta la forma, en planta, de la cimentación se han adoptado los siguientes coeficientes:

$$s_q = s_c = 1 + \frac{B^*}{L^*} \cdot \frac{N_q}{N_c}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot \frac{B^*}{L^*}$$

g) Efecto de la proximidad de la cimentación a un talud (Factores t)

Existen cimentaciones a media ladera y cimentaciones próximas a taludes que pueden ver su carga de hundimiento reducida debido a dicho efecto.



Nota: el ángulo ψ debe expresarse en radianes.

El valor de "q" introducido en la fórmula polinómica para la determinación de la carga de hundimiento es en estos casos:

$$q = \frac{2 \cdot w \cdot D_w}{L^2}$$

donde:

q = valor de la sobrecarga de tierras a considerar en la fórmula de Brinch-Hansen.

w = peso del área sombreada en la figura anterior

Dw = distancia desde la cara inferior del cimientado al punto de aplicación (centro de gravedad del área sombreada) del peso w

L = longitud del segmento \overline{MN} , determinado según se especifica en la figura.

Los valores de los coeficientes de reducción por efecto de la proximidad a un talud adoptados son:

$$t_q = (1 - 0,5 \operatorname{tg} \psi)^5$$

$$t_c = \frac{t_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

$$t_\gamma = t_q$$

Para corto plazo, $\phi_{\text{cálculo}} = 0$, se utilizan las siguientes expresiones:

$$t_q = (1 - 0,5 \psi)^5$$

$$t_c = 1 - 0,4 \psi$$

ψ se expresa en radianes.

El ángulo ψ define el plano sobre el que se actuará la sobrecarga, q.

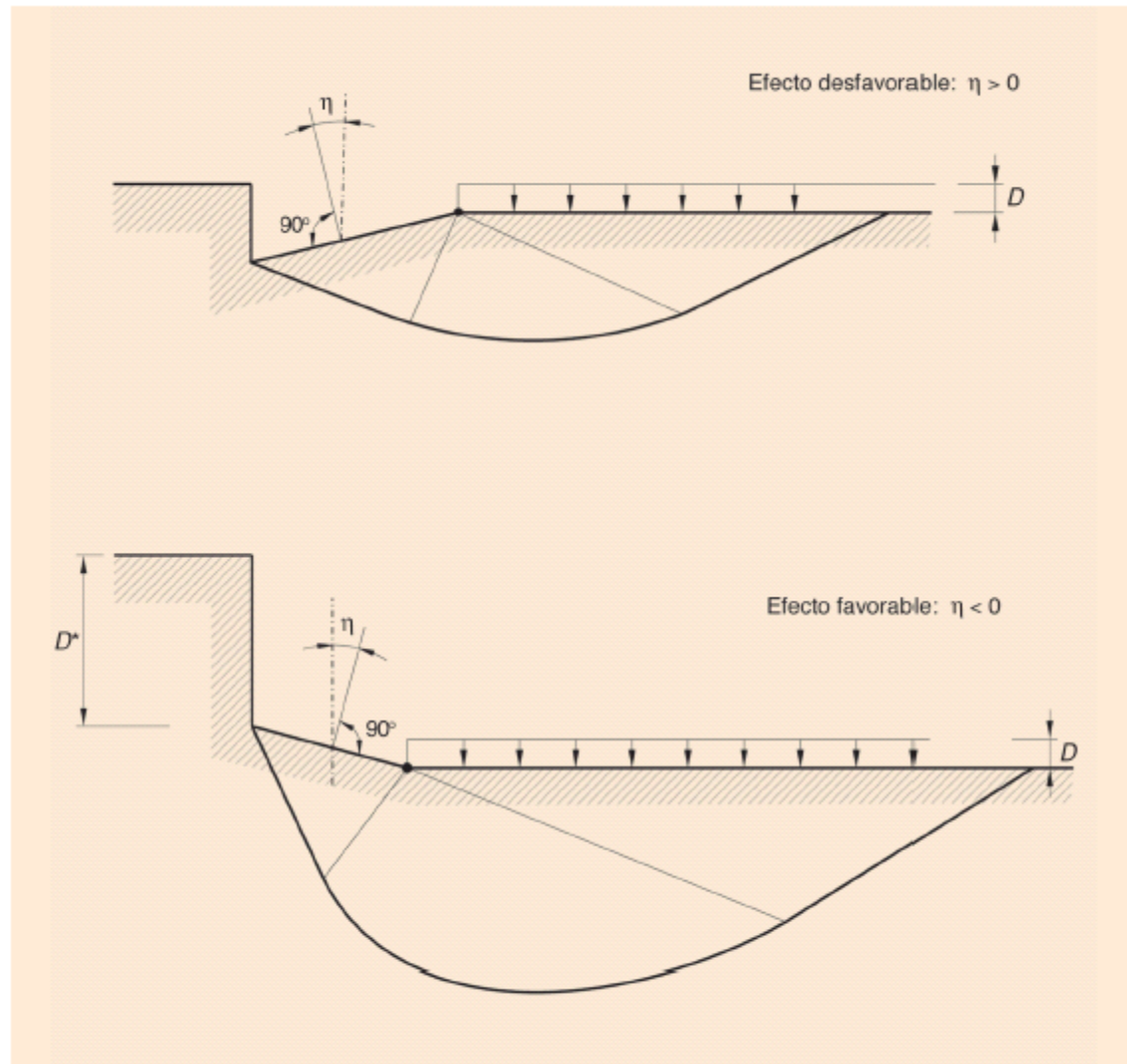
h) Efecto de la inclinación del plano de apoyo (Factores r)

Los coeficientes de corrección que se han adoptado para tener en cuenta la inclinación del plano han sido:

$$r_q = e^{-2\eta \operatorname{tg} \phi} \text{ (el valor } \eta \text{ se introduce en radianes)}$$

$$r_c = \frac{r_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

$$r_\gamma = r_q$$



Nota: En el caso de inclinación favorable es preciso comprobar también el hundimiento en sentido contrario (D^* , $\eta > 0$).

Para corto plazo, $\phi_{\text{cálculo}} = 0$, los coeficientes utilizados son los siguientes:

$$r_q = 1$$

$$r_c = 1 - 0,4 \cdot \eta$$

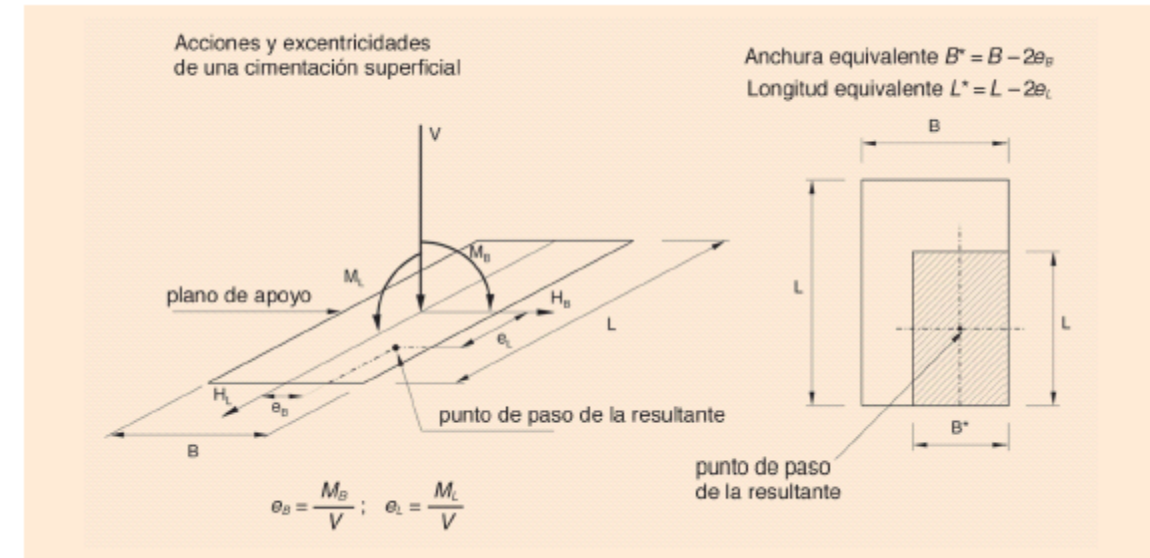
Cimentación rectangular equivalente

Como paso previo a los cálculos de comprobación de la seguridad frente al estado último se define para cada combinación de acciones, la longitud y la anchura de la cimentación rectangular equivalente que se utilizará en las expresiones anteriores.

Para ello, es preciso determinar el punto de paso de la resultante de las acciones en el plano de apoyo del cimiento.

Se define como cimentación rectangular equivalente aquella que estando íntegramente inscrita en la cimentación, tiene su centro de gravedad en el punto de paso de la resultante.

La figura siguiente indica los detalles del cálculo correspondiente:



Estimación de asientos

Los asientos en zapatas apoyadas en suelos granulares o cohesivos pueden estimarse utilizando la teoría elástica, a través de la expresión de Steinbrenner y Giroud.

$$s = \frac{P \cdot B}{E_s} \cdot I_p$$

donde:

P = presión media del contacto

B = ancho de zapata

Es = módulo de deformación

Ip = factor de influencia, dependiente de la geometría de la zapata, del espesor del estrato compresible y del coeficiente de Poisson, que se ha considerado en este caso $\nu = 0,30$

Estimación del coeficiente de balasto

Para el cálculo de las estructuras tipo marco se utiliza el método del coeficiente de balasto, que consiste en suponer que, en cualquier punto de la cimentación, el asiento (ρ) es proporcional a la presión (P) que la misma transmite:

$$P = K_s \cdot \rho$$

donde:

Ks = coeficiente de balasto

Para placas rectangulares puede utilizarse la expresión de Vogt

$$K_s = 1,33 \cdot \frac{E_s}{\sqrt[3]{A \cdot B^2}}$$

donde:

B = ancho de la zapata

A = longitud de la zapata

Se puede utilizar la extrapolación de Terzaghi (1955) de los valores k_{30} mediante la expresión:

- Para zapatas cuadradas de ancho b

$$K_s = K_{30} \left(\frac{0,30}{b} \right) \quad \text{para suelos cohesivos}$$

$$K_s = K \left(\frac{b + 0,30}{2b} \right)^2 \quad \text{para suelos granulares}$$

- Para zapatas rectangulares de dimensiones b x l

$$K' = \frac{2}{3} \cdot K_s \left(1 + \frac{b}{2l} \right)$$

donde:

K_{30} = coeficiente de balasto para placas de 30 x 30 cm². Según diversos autores toma los siguientes valores en kp/cm³.

Arena seca o húmeda

Suelta 0,64 a 1,92 (1,30)

Media 1,92 a 9,60 (4,00)

Compacta 9,60 a 32,00 (16,00)

Arena sumergida

Suelta (0,80)

Media (5,00)

Compacta (10,00)

Arcilla

$q_u = 1,00$ a $2,00$ kp/cm² 1,60 a 3,20 (2,50)

$q_u = 2,00$ a $4,00$ kp/cm² 3,20 a 6,40 (5,00)

$q_u > 4,00$ kp/cm² $> 6,40$ (10,00)

Grava

Grava arenosa floja 7,00 a 12,00

Grava arenosa compacta 12,00 a 30,00

También puede utilizarse la expresión de Broms (1964)

$$K \cdot B = \alpha \cdot E$$

donde:

B = ancho de la zapata

α = coeficiente aproximadamente igual a 1,67

E = módulo de deformación

Carga de hundimiento a partir de los ensayos presiométricos

La presión límite obtenida en los ensayos presiométricos, PL, permite estimar la componente vertical de la presión de hundimiento de las cimentaciones superficiales, P_{vh}. La relación que existe entre ambas variables es la siguiente.

$$P_{vh} = P_o + K (pL - p_o \cdot K_o)$$

donde:

p_o = presión efectiva vertical al nivel de cimentación en el entorno de apoyo (antes de cargar).

K_o = coeficiente de empuje al reposo. Se ha adoptado el valor usual de $K_o = 0,5$.

K = coeficiente de proporcionalidad que depende de la geometría del cimiento y del tipo del terreno.

La presión pL adoptada corresponde al valor promedio obtenido en la zona de profundidad 1,5 B* bajo la cimentación.

Para estimar el coeficiente adimensional K, se ha utilizado la siguiente expresión:

$$K = K_1 + K_2 \cdot \frac{D^*}{B^*} \cdot s$$

Para el valor de K₁ se han adoptado los siguientes valores:

K₁ = 0,8 suelos cohesivos

$K_1 = 1,0$ suelos granulares y rocas blandas

Para un valor de K_2 se han adoptado los siguientes valores.

TIPO DE TERRENO	CONSISTENCIA	VALOR ORIENTATIVO DE p_t (MPa)	K_2
Cohesivo	Blanda	< 0,7	0,20
	Firme	1,2-2	0,28
	Dura	> 2,5	0,40
Granular	Floja	< 0,5	0,35
	Media	1-2	0,50
	Densa	> 2,5	0,80
Rocas blandas	-	-	0,27

NOTA: Para valores intermedios entre los recogidos en la tabla podrá interpolarse linealmente.

El valor de D^* está relacionado con la profundidad de cimentación D y se ha obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D^* = \eta \cdot D$$

donde:

η = factor de reducción que se obtiene de comparar los valores de PL obtenidos en ensayos presiométricos superficiales, realizados por encima del plano de cimentación, con el valor de PL que representa el terreno bajo la cimentación. Es decir:

$$\eta = \frac{P_L \text{ recubrimiento}}{P_L}$$

El número adimensional s representa la influencia de la forma de la cimentación. El valor correspondiente será:

$$s = 0,6 + 0,4 \frac{B^*}{L^*}$$

donde:

B^* = ancho de la zapata equivalente (dimensión menor en planta).

L^* = longitud de la zapata equivalente (dimensión mayor en planta).

Para obtener la tensión de diseño se ha dividido la carga de hundimiento por un factor de seguridad de 3,0.

7.3.3.- Cimentaciones profundas con pilotes

Carga de hundimiento

Pilotes empotrados en roca

La carga de hundimiento de un pilote empotrado en roca responde a la expresión:

$$Q_h = Q_p + Q_f$$

donde:

Q_h = carga de hundimiento del pilote

Q_p = carga resistencia por punta, última

Q_f = carga resistente por fuste, última

En este proyecto se adopta un coeficiente de seguridad de 3 para la carga resistente por punta y de 2,50 para la carga resistente por fuste.

a) Carga resistente por punta

La resistencia por punta se estima con la siguiente expresión:

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

donde:

A_p = área transversal de la base del pilote

q_p = resistencia unitaria por punta, que viene dada por la expresión:

$$q_p = 2 p_{v,adm}$$

donde:

$p_{v,adm}$ = presión admisible para una cimentación superficial en roca, según se especifica en el apartado 4.4.1.1. de la Guía de Cimentaciones.

Cuando el empotramiento es importante se ha multiplicado la carga de hundimiento por punta por un factor de empotramiento df :

$$df = 1 + 0,4 \cdot \frac{L_f}{D} \leq 2$$

donde:

df = factor de profundidad en roca, de la zona de la punta

L_f = profundidad de empotramiento en roca de la misma o mejor calidad que la existente en la punta.

D = diámetro real o equivalente del pilote

b) Carga resistente por fuste

La resistencia por fuste de un pilote empotrado en roca sólo se contabilizará dentro del empotramiento.

Se define como:

$$\tau_f = 0,1 \cdot q_p$$

donde:

τ_f = resistencia unitaria por fuste, dentro del empotramiento de roca

q_p = resistencia unitaria por punta, determinada como se ha explicado anteriormente

Pilotes perforados en rocas alteradas o suelos

La carga de hundimiento se ha determinado como se indica en la siguiente figura:

Carga resistente por punta

La resistencia por punta se estima con la siguiente expresión:

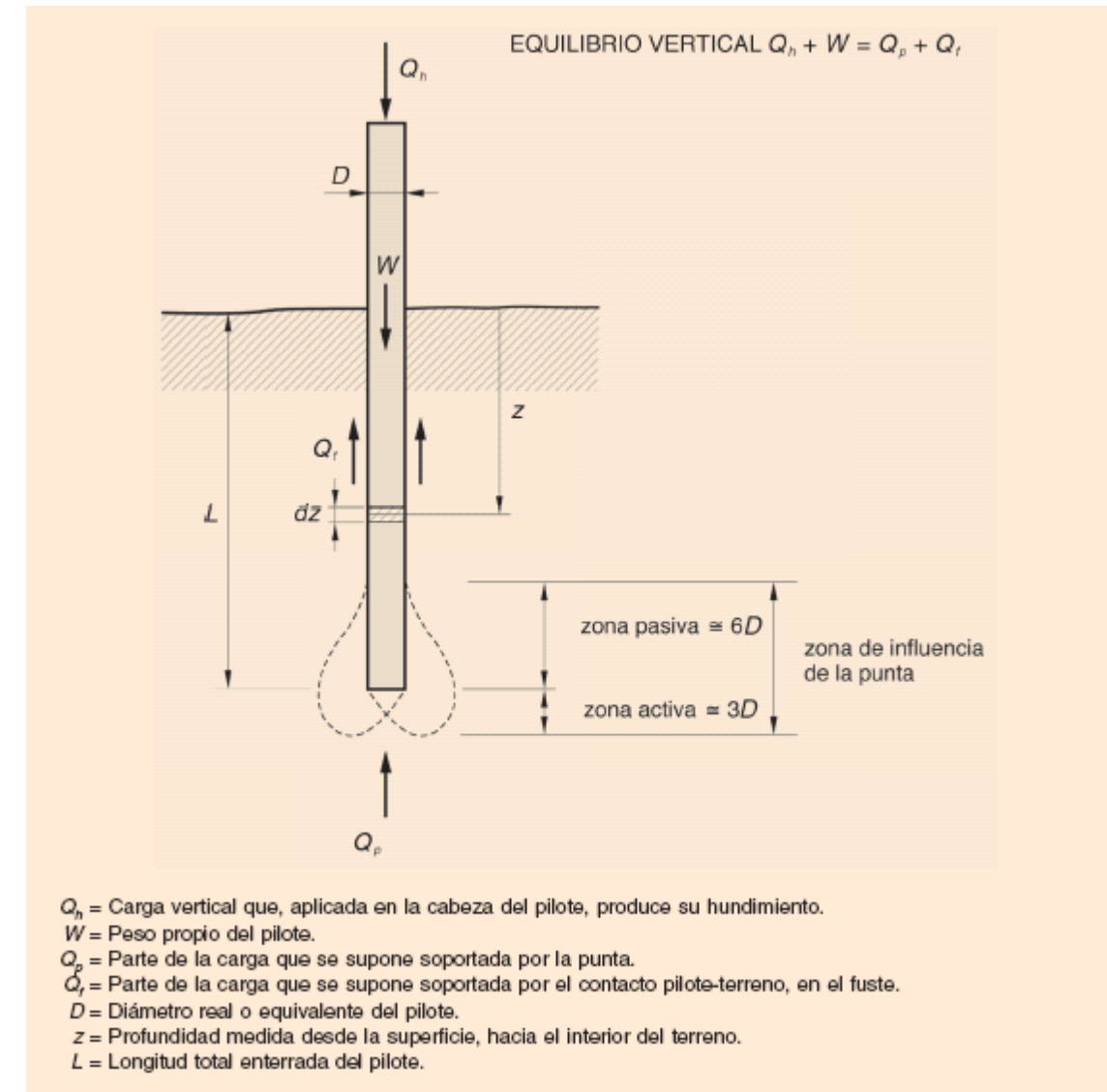
$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

donde:

Q_p = carga de hundimiento por punta

A_p = área de la punta

q_p = carga resistente por punta unitaria



Como se ha indicado en el apartado anterior, se ha adoptado un coeficiente de seguridad de 3 para la carga resistente por punta y de 2,50 para la carga resistente por fuste.

Para el cálculo de la carga unitaria resistente por punta se han empleado varios métodos:

Método basado en los parámetros resistentes del modelo Mohr - Coulomb

La expresión utilizada ha sido:

$$Q_p = Nq^* \cdot \sigma'_{vo} + Nc^* \cdot c$$

donde:

σ'_{vo} = presión vertical efectiva al nivel de la punta del pilote

c = cohesión

Nc*, Nq* = factores de capacidad de carga para cimentaciones profundas

$$Nq^* = 1,5 \cdot \frac{1 + \operatorname{sen} \phi}{1 - \operatorname{sen} \phi} e^{\pi \operatorname{tg} \phi} \cdot fd$$

$$Nc^* = \frac{Nq^* - 1}{\operatorname{tg} \phi}$$

ϕ = ángulo de rozamiento interno

Método basado en ensayos presiométricos

La resistencia por punta se determina con la expresión:

$$Qp = K \cdot (pL - Ko \cdot po)$$

donde:

K = coeficiente de proporcionalidad que depende de la geometría del cimientado y del tipo de terreno. Puede tomarse igual a 3,2 en suelos granulares e igual a 1,5 en suelos cohesivos.

pL = presión límite del ensayo presiométrico.

po = presión vertical efectiva al nivel de la cimentación en el entorno del apoyo (antes de cargar).

Ko = coeficiente de empuje al reposo, se ha utilizado un Ko = 0,5.

Carga resistente por fuste

La contribución del fuste se estima con la expresión:

$$Qf = \pi \cdot D \cdot \sum \tau_{fi} \cdot Li$$

donde:

Qf = carga de hundimiento por fuste

D = diámetro real o equivalente del pilote

τ_{fi} = resistencia unitaria por fuste

Li = longitud enterrada del pilote

Para el cálculo de la carga resistente por fuste se han empleado los siguientes métodos:

Método basado en los parámetros resistentes del modelo Mohr - Coulomb

La resistencia unitaria por fuste se ha tomado igual a:

$$\tau_f = c + Ko \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot \sigma'v < 90 \text{ kPa}$$

donde:

τ_f = resistencia unitaria por fuste al nivel considerado

c = cohesión al nivel considerado

En esta Ko = coeficiente de empuje al reposo

δ = coeficiente de empuje al reposo

$\sigma'v$ = presión vertical efectiva al nivel considerado

En el caso que no se disponga información se adoptará:

$$Ko \cdot \operatorname{tg} \delta = 0,3$$

En el caso de pilotes en contacto con suelos arcillosos saturados y en situaciones a corto plazo se adoptará el valor:

$$\tau_f = s_u \cdot \frac{p_o}{p_o + s_u} < 70 \text{ kPa}$$

donde:

su = resistencia al corte sin drenaje al nivel considerado

po = presión de referencia, que se toma igual a 100 kPa

Método basado en ensayos presiométricos

Como resistencia unitaria por fuste se toma el siguiente valor:

$$\tau_f = \frac{1}{40} q_p$$

donde:

qp = carga unitaria de hundimiento por punta, su cálculo se ha desarrollado anteriormente.

En cualquier caso, el valor de τ_f , se ha limitado en función del tipo de terreno a los siguientes valores:

$\tau_f < 90$ kPa suelos granulares

$\tau_f < 70$ kPa suelos cohesivos

7.4.- CÁLCULOS GENÉRICOS DE CIMENTACIÓN

A continuación se presenta un estudio genérico de cimentaciones para cada una de las situaciones que se presentan en el proyecto y se estudia de una manera genérica cada tipología de apoyo mediante unos parámetros conservadores.

En los resultados adjuntos se incluye también un estudio de sensibilidad en función de las dimensiones de cada apoyo. Junto con el resultado específico para las dimensiones indicadas de entrada se adjuntan unas gráficas en las que es posible obtener tanto la capacidad portante del terreno o la longitud de los pilotes en función de las dimensiones o las cargas respectivamente. De esta manera con estos cálculos se justifica la capacidad portante del terreno en la mayoría de los casos y situaciones existentes a lo largo del trazado.

Los parámetros geotécnicos de los materiales afectados son los siguientes:

Unidad geotécnica	Densidad aparente (T/m ³)	Qu matriz rocosa (Kg/cm ²)	RQD	Macizo Rocoso		
				Ángulo de rozamiento ϕ	Cohesión efectiva C' (Mpa)	Módulo de deformación E (MPa)
Granito (GM II-III)	2,6	100- 500	>80	27	10	5000

Para los cálculos se considera un valor de Qu de 250 kg/cm².

Unidad geotécnica	% Arcillas (Valor medio)	Densidad aparente (T/m ³)	Ángulo de rozamiento ϕ	Cohesión efectiva C' (Mpa)	Módulo de deformación E (Mpa)
Granito (GM IV-VI). Jabre	29	1,9	31-32	0,01-0,03	80

En lo que sigue se recoge el cálculo tanto de la cimentación directa como profunda para el caso más restrictivo.

7.4.1.- Cimentación Superficial sobre ROCA. GRANITO GM II- III

Para el cálculo de la carga admisible de la cimentación se procede a analizar la carga admisible en función de diferentes métodos: Método basado en la Guía de Cimentación de Obras de Carretera, Método basado en la ROM 5-0.5, y el Método basado en el criterio de Mohr-Coulomb.

Como ya se ha recogido en cálculos anteriores.

Método basado en la Guía de Cimentación de obras de carretera

Parámetros considerados:

Qu= 250 kg/cm²

$\alpha_1 = 0,8$; $\alpha_2 = 0,5$ y $\alpha_3 = 0,7$

Resultado Obtenido:

Qadm= 14 Kg/cm²

Método basado en la ROM 5-0.5

Parámetros considerados:

RQD=50%

Grado meteorización: II-III

Resultado Obtenido:

Qadm= 13,3 Kg/cm²

Método basado en el criterio de Hoek &-Brown

Parámetros considerados:

Qu= 250 kg/cm²

Cf1= 1,25; m= 5,82; s= 0,082

Resultado Obtenido:

Qadm= 16,7 Kg/cm²

En base a los cálculos realizados, dada la posible fracturación del macizo se considera adecuada, adquiriendo cierto margen de seguridad, considerar una carga admisible para el apoyo de las cimentaciones de 10 kg/cm^2 .

El asiento obtenido para esta carga es inferior a 1 cm.

7.4.2.- Cimentación Superficial sobre SUELO. JABRE

Ninguno de los apoyos considerados en los viaductos de acceso al puente de Rande se realizará de manera directa sobre estos materiales. Este hecho no es por falta de capacidad portante de los materiales si no por condicionantes constructivos. En lo que sigue se evalúa la carga admisible de los materiales ya que buena parte del resto de las estructuras de proyecto se cimentarán directamente sobre estos materiales de alteración.

Para la determinación de las cimentaciones sobre este tipo de material se ha utilizado la metodología descrita anteriormente y se han tomado los valores razonablemente conservadores para el cálculo de la tensión admisible del terreno en función de los ensayos de laboratorio realizados para la caracterización geotécnica del material.

Al tratarse de una cimentación y de estructuras singulares se han seleccionado unos parámetros desfavorables de manera que los resultados obtenidos ofrezcan un grado de seguridad adicional a los propios del cálculo.

TIPO DE SUELO	γ aparente (KN/m ³)	γ sumergida (KN/m ³)	$c'=(\text{KPa})$	$\phi' (^{\circ})$	E (KPa)
JABRE 1	16	6	10	31	80000

La geometría estimada de las posibles zapatas estudiadas es de:

Anchura B = 6,0 m

L = 7,0 m

D = 1,8 m

Si bien el propio cálculo tiene un estudio de sensibilidad para distintas dimensiones en el que se obtiene una capacidad portante para cada caso concreto.

Las cargas consideradas han sido.

V = 7.000 Kn

Mb = 8000 Kn m/m

Ml = 4000 Kn m/m

Con estos parámetros se obtienen una presión máxima admisible Pv_{adm} para la rotura de:

$$\checkmark Pv_{adm} = 4,0 \text{ kg/cm}^2$$

Dentro de la masa de suelo de Jabre existen, distribuidas de manera aleatoria, capas con menores contenidos de finos entre el 20% y el 30% lo que favorece de manera muy significativa el drenaje y la expulsión de las sobrepresiones de agua generadas por la cimentación en aquellos tramos de terreno en que este se encuentre saturado. Por tanto los asientos se producirán prácticamente de manera simultánea en los tramos saturados asemejando el comportamiento a un asiento elástico. No resulta representativo el pensar que este tipo de suelo se comporte como un suelo arcilloso puro.

Es razonable suponer que los asientos que se producirán en este tipo de materiales serán simultáneos a la construcción y que no se dilatarán en el tiempo. El asiento por tanto se considera elástico y su influencia en el comportamiento de la estructura inapreciable pues cualquier irregularidad quedará resuelta durante la fase de construcción.

De cualquier manera se ha realizado un cálculo elástico en el que se limitaran los movimientos del viaducto a un máximo de 2,5 cm que se producirían de manera simultánea a la construcción.

De manera conservadora se recomienda sobre materiales pertenecientes a los perfiles de alteración del granito (jabre) no superase la presión de trabajo de:

$$\checkmark Pv_{trabajo} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

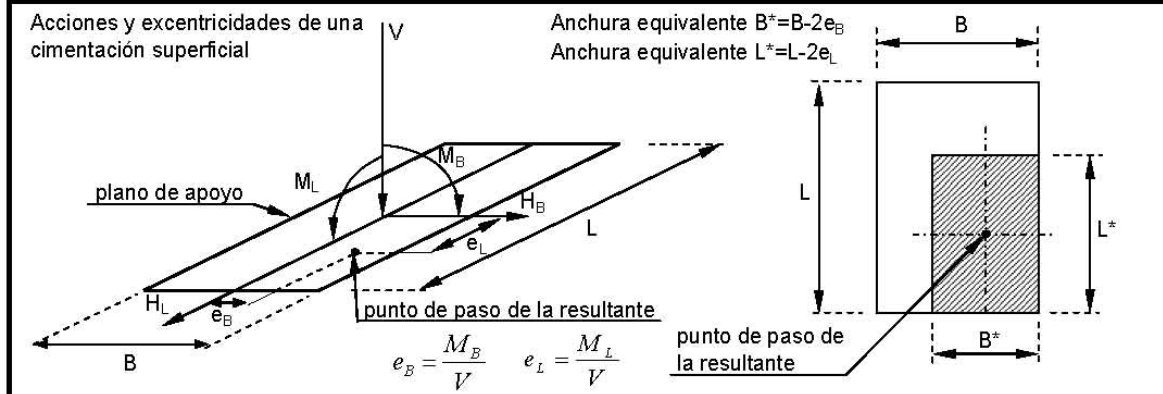
A continuación se muestran los resultados y el desarrollo de los cálculos realizados.

TÍTULO DEL DOCUMENTO:

**TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
TERRENO JABRE**

DATOS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN

CIMENTACIÓN RECTANGULAR EQUIVALENTE:



DIMENSIONES DE LA CIMENTACIÓN		ACCIONES DE LA CIMENTACIÓN	
B	6,00 m	V	15000,00 kN
L	8,00 m	M _B	4000,00 m·kN
DIMENSIONES EQUIVALENTES		M _L	8000,00 m·kN
B*	5,47 m	PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN (D)	
L*	6,93 m	PROFUNDIDAD (D)	4,0 m
		COTA (m)	-4,0

CALCULO DE LA PRESION VERTICAL Y DE LA INCLINACION DE LA RESULTANTE

La presión vertical media se define mediante la siguiente expresión:

$$p_v = \frac{V}{B^* \cdot L^*}$$

Donde: p_v = Presión vertical media B^* = Anchura equivalente
 V = Componente vertical de la resultante de acciones L^* = Longitud equivalente

Presión vertical media (p_v)	395,76 kPa
--	------------

Para calcular el ángulo δ , que mide la desviación de la carga respecto a la vertical, y sus componentes según sus dos direcciones ortogonales se emplean las siguientes expresiones:

$tg \delta = \frac{H}{V}$	$tg \delta_B = \frac{H_B}{V}$	$tg \delta_L = \frac{H_L}{V}$
δ	δ_B	δ_L
0,00 rad 0,00 °	0,00 rad 0,00 °	0,00 rad 0,00 °

PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO. PARÁMETROS DE CÁLCULO

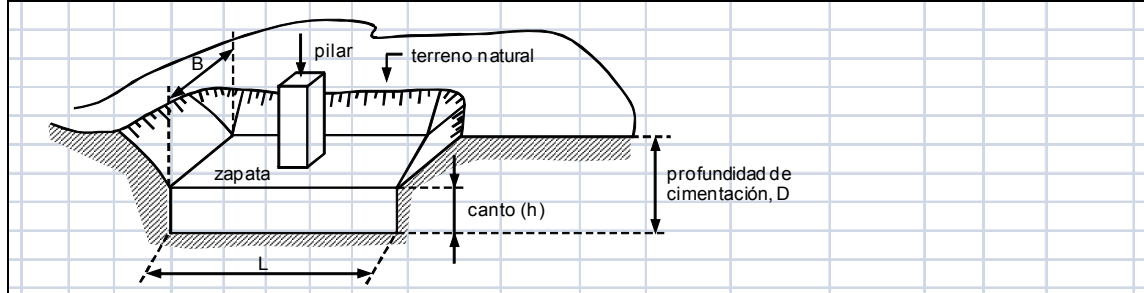
TIPO DE TERRENO	Cota superior capa	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ADOPTADOS								
		Tipo terreno	$\gamma_{aparente}$ KN/m ³	γ_{sum} KN/m ³	c' (Kpa)	ϕ (°)	E (kPa)	RCS	qc	PI (MPa)
1.- JABRE 1	0		16	6	10	31	80000	0	0	0
2.-										
3.-										
4.-										
5.-										
6.-										

Cota del nivel freático	-5	Iv	0
--------------------------------	----	-----------	---

γ - Densidad RCS- Resistencia a compresión simple qc- Resistencia por punta a la penetración estática.
 c' - Cohesión NSPT Índice del ensayo SPT PI- Presión límite de ensayos presiométricos.
 ϕ - Ángulo de rozamiento I_v- Gradiente vertical del flujo de agua.

**GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS**

EFEECTO DE ITERACIÓN SUELO- ESTRUCTURA



En función de la deformabilidad del elemento de cimentación respecto a la del terreno de apoyo, los elementos de cimentación pueden considerarse flexibles o rígidos, según tenga o no importancia el efecto de interacción suelo-estructura¹.

Se consideran rígidas aquellas **zapatas** que cumplen:

Donde:

- h = Canto de la zapata en su encuentro con la cara del pilar.
- u = Vuelo, o distancia horizontal entre la cara del pilar y la cara vertical más próxima de contorno de la zapata.
- α = Coeficiente adimensional que puede estimarse mediante la relación siguiente:

$$\alpha = 2.2 \left(\frac{E}{E_h} \right)^{1/3}$$

Donde:

- E = Módulo de elasticidad del terreno de cimentación.
- E_h = Módulo de elasticidad del material que forma la zapata.

Se consideran **losas y vigas continuas** de cimentación rígidas aquellas que cumplen:

$$h \geq \beta \cdot l$$

Donde: h = Canto de la losa
 l = Luz libre entre apoyos
 β = Coeficiente adimensional que puede estimarse mediante la relación siguiente:

$$\beta = 2 \left(\frac{k_b \cdot l}{E_h} \right)^{1/3}$$

Donde:

- K_b = Módulo de balasto.
- E_h = Módulo de elasticidad del material que forma la zapata.

PARAMETROS ADOPTADOS EN LOS CÁLCULOS

ELEMENTO DE CIMENTACIÓN	h	u	E	Eh	α	$\alpha \cdot u$
Zapata	2	3,5	20000	2750000	0,42624	1,49

Tipo de Zapata **rígida**

En la práctica habitual, el canto de las zapatas de cimentación se suele disponer de manera que estos elementos resulten rígidos, mientras que los cantos de las losas de cimentación suelen ser tales que normalmente resultan flexibles.

¹ El concepto de cimentación flexible o rígida reflejado en el artículo 59.2 de la EHE, es relativo únicamente a la estructura, e independiente de la rigidez del terreno.

TITULO DEL DOCUMENTO:
TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
TERRENO JABRE

GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

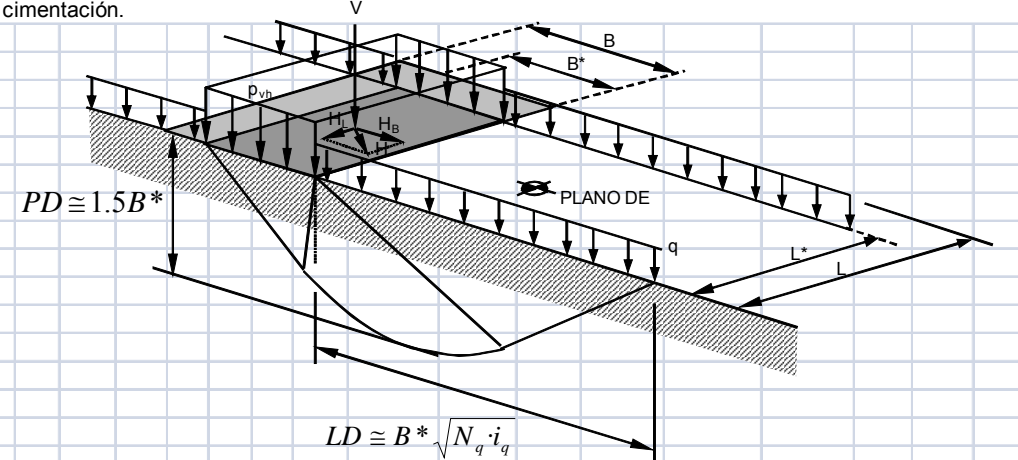
DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO BASADO EN MÉTODOS ANALÍTICOS.(BRINCH-HANSEN)

En suelos cohesivos, entendiéndose por tales aquellos que tienen más del 15% de finos, es recomendable la comprobación de la seguridad frente al hundimiento mediante los cálculos analíticos que se describen. Según este método, la presión vertical de hundimiento es la suma de tres términos que representan la contribución a la capacidad de soporte, de la sobrecarga existente al nivel de cimentación q, de la cohesión del terreno c, y de su peso propio. La ecuación es del siguiente tipo:

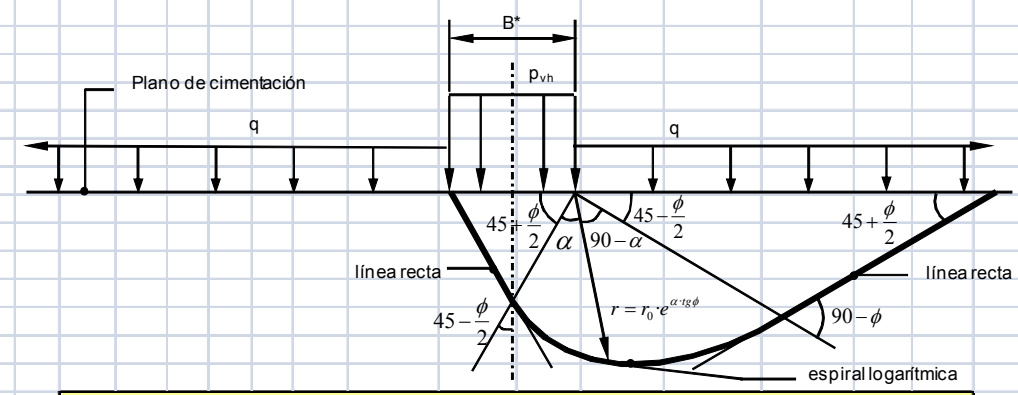
$$p_{vh} = q \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot s_q \cdot t_q \cdot r_q + c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot s_c \cdot t_c \cdot r_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma \cdot t_\gamma \cdot r_\gamma$$

- Donde:
- p_{vh} = Presión vertical de hundimiento.
 - q = Sobrecarga actuante al nivel del plano de cimentación, en el entorno del cimientio
 - c = Cohesión de cálculo.
 - γ = Peso específico del terreno.
 - B^* = Anchura equivalente del cimientio.
 - N_q, N_c, N_γ = Factores de capacidad de carga, adimensionales y dependientes del ángulo de rozamiento interno.
 - d_q, i_q, s_q, t_q, r_q = Factores adimensionales para considerar el efecto de la resistencia al corte local del terreno situado sobre el plano de apoyo, la inclinación de la carga, la forma de la cimentación, la proximidad de la cimentación a un talud y la inclinación del plano de apoyo. Los subíndices q, c, γ , indican en cuál de los tres términos de la fórmula polinómica deben aplicarse.

Los parámetros (c, ϕ) que han de usarse en los cálculos deben representar la resistencia del terreno ubicado hasta una profundidad (medida desde el plano de apoyo de la cimentación), del orden de vez y media el ancho de cimentación.



ESQUEMA DE CIMENTACIÓN TIPO



DEFINICIÓN DE LA LÍNEA DE ROTURA TEÓRICA

TITULO DEL DOCUMENTO:
TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
TERRENO JABRE

GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO BASADO EN MÉTODOS ANALÍTICOS.(BRINCH-HANSEN)

En aquellos casos en los que la posible línea de rotura de la cimentación afecte a terrenos de distinta naturaleza, puede utilizarse la fórmula analítica de la carga de hundimiento obteniendo previamente unos parámetros de cálculo equivalentes que representen al conjunto de la cimentación. Cuando el terreno bajo la cimentación esté estratificado horizontalmente, se podrán suponer los siguientes parámetros equivalentes:

$$\gamma_{eq} = \frac{1}{H} \sum \gamma_i \cdot h_i$$

$$c_{eq} = \frac{1}{H} \sum c_i \cdot h_i$$

$$\ln(tg \phi_{eq}) = \frac{1}{H} \sum h_i \cdot \ln(tg \phi_i)$$

- Donde:
- h_i = Espesor de cada estrato bajo la cimentación
 - γ_i, c_i, ϕ_i = Parámetros γ, c, ϕ , que corresponden a cada estrato.
 - H = Profundidad de la zona de afección. 0

La profundidad H, de la zona de afección en la que debe realizarse esa ponderación, estará comprendida entre B^* y $3B^*$, tomándose a estos efectos la profundidad que, estando comprendida entre los límites mencionados, conduzca al valor más bajo del ángulo de rozamiento.

PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO SOBRE EL PLANO DE APOYO

TIPO DE TERRENO	Cota superior capa	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ADOPTADOS						
		$\gamma_{aparente}$ KN/m ³	γ_{sum} KN/m ³	c' (Kpa)	ϕ (°)	E (kPa)	Espesor sobre nivel freático	Espesor bajo nivel freático
1.- JABRE 1	0	16	6	10	31	80000	0,3	0
2.-								
3.-								
4.-								
5.-								
6.-								

PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO BAJO EL PLANO DE APOYO

TIPO DE TERRENO	Cota superior capa	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ADOPTADOS						
		$\gamma_{aparente}$ KN/m ³	γ_{sum} KN/m ³	c' (Kpa)	ϕ (°)	E (kPa)	Espesor sobre nivel freático	Espesor bajo nivel freático
1.- JABRE 1	-0,3	16	6	10	31	80000	5	0,2
2.-								
3.-								
4.-								
5.-								
6.-								

Cota del nivel freático -5

PARÁMETROS DE CÁLCULO ADOPTADOS

$\gamma_{aparente}$ KN/m ³	γ_{sum} KN/m ³	c' (kPa)	ϕ (°)	E (kPa)
16,00 KN/m ³	6,00 KN/m ³	10,00 kPa	31,00 °	80000,0 kPa

TITULO DEL DOCUMENTO:
TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
TERRENO JABRE

GUIA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO BASADO EN MÉTODOS ANALÍTICOS.(BRINCH-HANSEN)

El valor de q debe calcularse como el peso efectivo de las tierras que existan en el entorno de la cimentación (D). El valor de q se calculará mediante la expresión siguiente:

$$q = \gamma_{ap} \cdot D_1 + \gamma' \cdot D_2$$

Donde:

- D = Espesor total de tierras sobre el plano de cimentación (D=D₁+D₂)
- D₁ = Parte del espesor de tierras D, que queda por encima del nivel freático.
- D₂ = Parte del espesor de tierras D, que queda bajo el nivel freático.
- γ_{ap} = Peso específico aparente del suelo, correspondiente a la humedad media del terreno D₁.
- γ' = Peso específico sumergido del terreno en D₂.

q =	4,80 kPa
------------	-----------------

El valor del peso específico γ , que debe usarse en el tercer término de la ecuación debe ser el que mejor represente el peso efectivo del terreno sobre el que apoya la cimentación. Para definirlo es preciso conocer la profundidad del nivel freático bajo el plano de cimentación. Esta distancia se denomina h_w.

El valor de cálculo de γ debe ser:

$$\gamma = \gamma' + 0.6 \cdot (\gamma_{ap} - \gamma') \cdot \frac{h_w}{B^*} \leq \gamma_{ap} \quad \text{Condiciones hidrostáticas}$$

Si existiera un flujo de agua ascendente que pudiera afectar al cimientto, el valor de cálculo de γ sería el siguiente:

$$\gamma = \gamma' - I_v \cdot \gamma_w$$

$\gamma =$	11,77 kN/m³
------------------------------	-------------------------------

Factores de capacidad de carga (Factores N)

Los factores de capacidad de carga se calcularán mediante las expresiones analíticas siguientes:

$$N_q = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} e^{\pi \cdot \tan \phi} \quad N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \phi} \quad N_\gamma = 2(N_q - 1) \cdot \tan \phi$$

Para el cálculo de situaciones de corto plazo, en los que $\phi_{\text{cálculo}} = 0$, los factores de capacidad de carga toman los siguientes valores:

$$N_q = 1 \quad N_c = \pi + 2 = 5.14 \quad N_\gamma = 0$$

Nq	20,63	Nc	32,67	Nγ	23,59
-----------	--------------	-----------	--------------	-----------------------------	--------------

Consideración de la resistencia al corte del terreno sobre el plano de apoyo (Factores d)

El terreno que existe sobre el plano de cimentación colabora de una manera pasiva, pero eficaz, frente al hundimiento. Dicha colaboración se debe fundamentalmente a su peso, aunque también puede contribuir con su resistencia al corte.

En general no es prudente contar con la colaboración debida a la resistencia al corte del terreno situado por encima del plano de apoyo. Únicamente cuando se pueda garantizar que el terreno en cuestión sea de resistencia semejante —parámetros (c, ϕ)— al que existe bajo el plano de apoyo, se garantice su permanencia a lo largo del tiempo, y siempre que no se esté en terrenos inclinados o próximos a bordes de taludes, se podrán usar los siguientes valores de los parámetros d.

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \arctg \left(\frac{D}{B^*} \right)$$

$$d_c = 1 + 2 \cdot \frac{N_q}{N_c} (1 - \sin \phi)^2 \arctg \left(\frac{D}{B^*} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

D es la profundidad de cimentación, si esta profundidad resultase superior a 2B* se supondrá D = 2B*.

dq	1,02	dc	1,02	dγ	1,00
-----------	-------------	-----------	-------------	-----------------------------	-------------

TITULO DEL DOCUMENTO:
TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
TERRENO JABRE

GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO BASADO EN MÉTODOS ANALÍTICOS.(BRINCH-HANSEN)

Consideración de la inclinación de las cargas (Factores i)

$$i_q = (1 - 0.7 \tan \delta_B)^2 (1 - \tan \delta_L) \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} \quad i_\gamma = (1 - \tan \delta_B)^3 (1 - \tan \delta_L)$$

Cuando se pueda asegurar cierta cohesión c en el contacto de la cimentación con el terreno se podrá tomar un ángulo δ^* menor, dado por la expresión:

$$\tan \delta^* = \frac{\tan \delta}{1 + \frac{V \cdot \tan \phi}{B^* \cdot L^* \cdot c}} \quad c_c = 10,0 \text{ kPa}$$

Para el caso particular en el que $\phi_{\text{cálculo}} = 0$, se puede suponer:

$$i_q = 1 \quad i_c = \frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{B^* \cdot L^* \cdot c}} \right) \quad i_\gamma = \text{no es de aplicación, pues } N_\gamma = 0$$

i_q	1,000	i_c	1,000	i_γ	1,000
----------------------	--------------	----------------------	--------------	----------------------	--------------

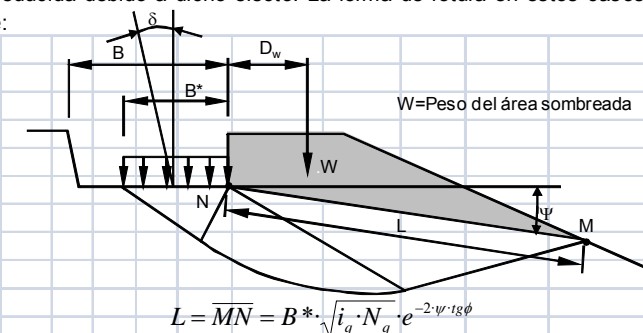
Consideración de la forma de la cimentación (Factores s)

$$s_q = s_c = 1 + \frac{B^* \cdot N_q}{L^* \cdot N_c} \quad s_\gamma = 1 - 0.3 \frac{B^*}{L^*}$$

s_q	1,608	s_c	1,608	s_γ	0,711
----------------------	--------------	----------------------	--------------	----------------------	--------------

Efecto de la proximidad de la cimentación a un talud (factores t)

Existen cimentaciones a media ladera y cimentaciones próximas a taludes (por ejemplo, estribos de puente cimentados superficialmente sobre los terraplenes de acceso) que pueden ver su carga de hundimiento notablemente reducida debido a dicho efecto. La forma de rotura en estos casos es similar a la indicada en la figura siguiente:



El valor de q a introducir en la fórmula polinómica para la determinación de la carga de hundimiento es:

$$q = \frac{2W \cdot D_w}{L^2}$$

Donde:

- W = Peso del área sombreada en la figura
- D_w = Distancia desde la cara exterior del cimientto al punto de aplicación (centro de gravedad del área sombreada) del peso W.
- L = Longitud del segmento MN.

ψ	L	W	D_w	q
-	-	-	-	-

Coefficientes de reducción por efecto de la proximidad a un talud.-

Largo plazo.-

$$t_q = (1 - 0.5 \cdot \tan \Psi)^5 \quad t_c = \frac{t_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} \quad t_\gamma = t_q$$

Corto plazo.-

$$t_q = (1 - 0.5 \cdot \tan \Psi)^5 \quad t_c = 1 - 0.4 \Psi \quad t_\gamma = \text{No es de aplicación } N_\gamma = 0$$

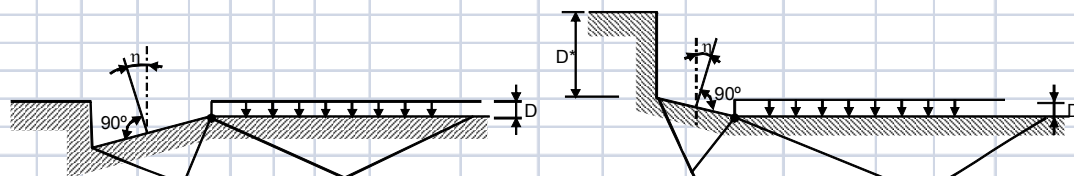
t_q	1,000	t_c	1,000	t_γ	1,000
----------------------	--------------	----------------------	--------------	----------------------	--------------

TITULO DEL DOCUMENTO:
 TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
 CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
 TERRENO JABRE

GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
 DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO BASADO EN MÉTODOS ANALÍTICOS.(BRINCH-HANSEN)

Efecto de la inclinación del plano de apoyo.-



Efecto desfavorable: $\eta > 0$ Efecto favorable: $\eta < 0$

Los coeficientes de corrección son los siguientes:

η	0,00 °
--------	--------

Largo plazo.-
 $r_q = e^{-2\eta \cdot \text{tg} \phi}$ $r_c = \frac{r_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$ $r_\gamma = r_q$

Corto plazo.-
 $r_q = 1$ $r_c = 1 - 0,4\eta$ $r_\gamma = \text{No es de aplicación, pues } N_\gamma = 0$

r_q	1,000	r_c	1,000	r_γ	1,000
-------	-------	-------	-------	------------	-------

TITULO DEL DOCUMENTO:
 TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
 CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
 TERRENO JABRE

GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
 DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO BASADO EN MÉTODOS ANALÍTICOS.(BRINCH-HANSEN)

RESUMEN DE CÁLCULOS.

$$p_{vh} = q \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot s_q \cdot t_q \cdot r_q + c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot s_c \cdot t_c \cdot r_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma \cdot t_\gamma \cdot r_\gamma$$

Contribución a la capacidad de soporte de la sobrecarga existente a nivel de cimentación. (1)

q	N _q	D _q	i _q	s _q	t _q	r _q	p _{vh} (1)
4,8 kPa	20,63	1,02	1,000	1,608	1,000	1,000	161,8 kPa

Contribución a la capacidad de soporte de la cohesión. (2)

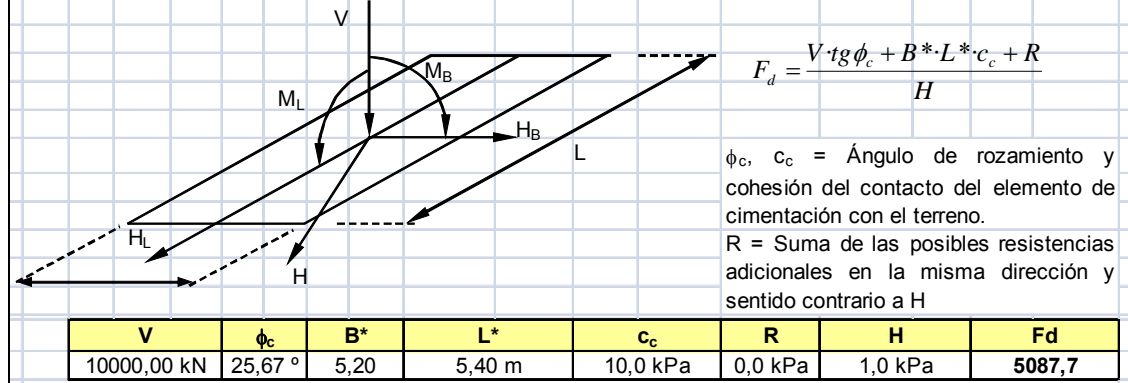
c'	N _c	D _c	i _c	s _c	t _c	r _c	p _{vh} (2)
10,00 kPa	32,67	1,02	1,000	1,608	1,000	1,000	534,2 kPa

Contribución a la capacidad de soporte del peso propio de terreno. (3)

γ	B*	N _γ	d _γ	i _γ	s _γ	t _γ	r _γ	p _{vh} (3)
11,77 kN/m ³	5,20 m	23,59	1,00	1,000	0,711	1,000	1,000	513,1 kPa

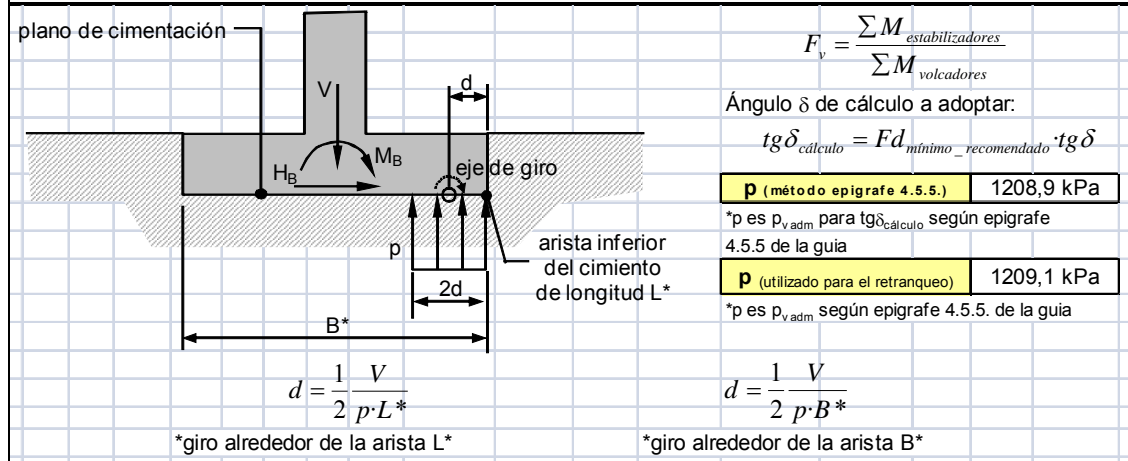
P _v hundimiento	Factor de seguridad	P _v admisible	
1.209,1 kPa	3	403,0 kPa	40,30 t/m ²
Profundidad de cimentación	0,3 m	Cota de cimentación	-0,30 m

SEGURIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO



* Para cimentaciones sobre suelos arcillosos saturados, para aumentar la seguridad frente a deslizamiento, se adoptarán medidas para aumentar el drenaje en el contacto cimiento-terreno (apoyo sobre una capa de gravilla compactada o un hormigón poroso).

SEGURIDAD FRENTE AL VUELCO PLÁSTICO



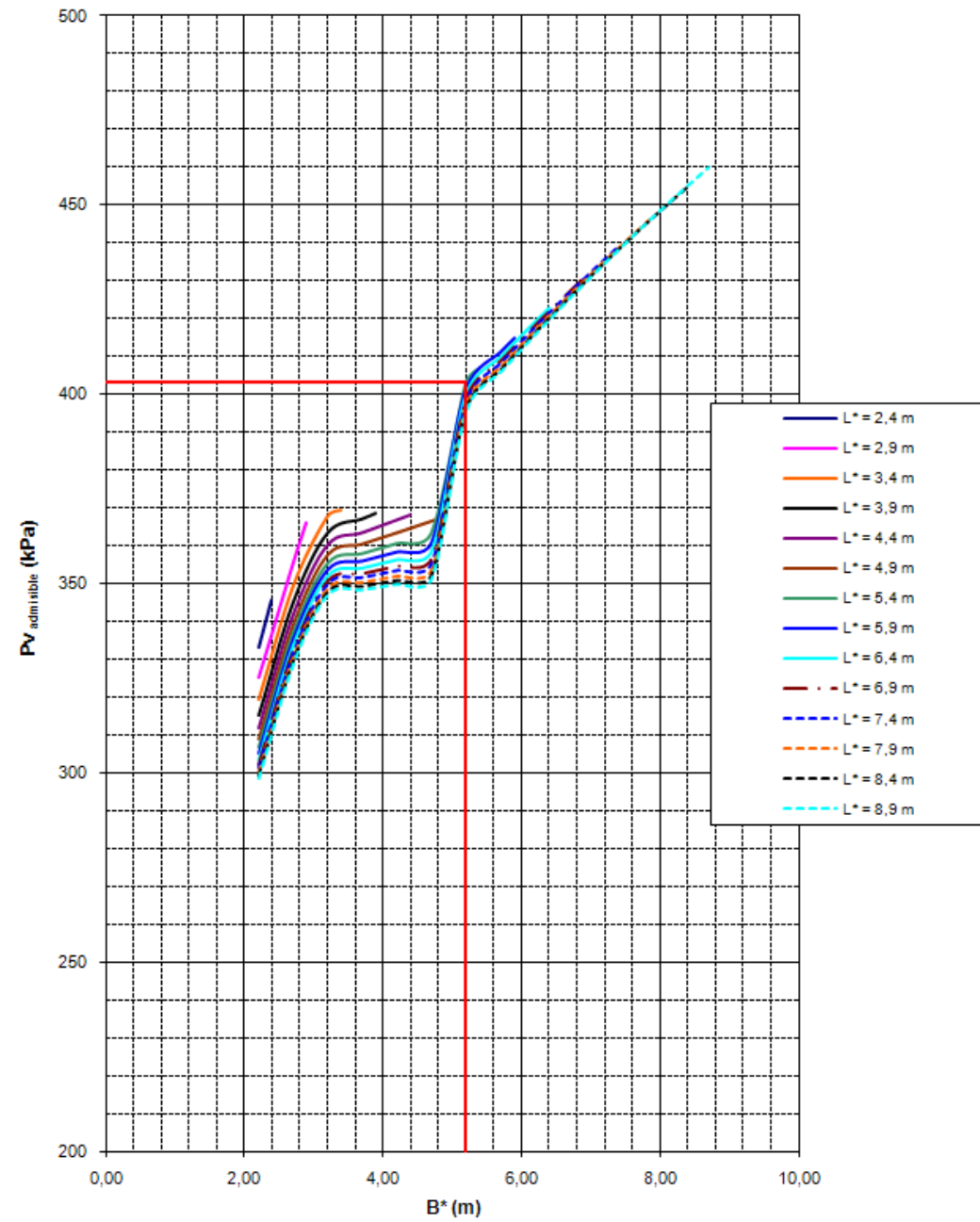
GIRO ALREDEDOR DE L*				GIRO ALREDEDOR DE B*			
M _B	d	Mest	Fv	M _L	d	Mest	Fv
4000,00 m·kN	0,77 m	44342,24 m·kN	11,1	8000,00 m·kN	0,80 m	#####	5,8

TITULO DEL DOCUMENTO:

TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
TERRENO JABRE

GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO BASADO EN MÉTODOS ANALÍTICOS.(BRINCH-HANSEN)
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD



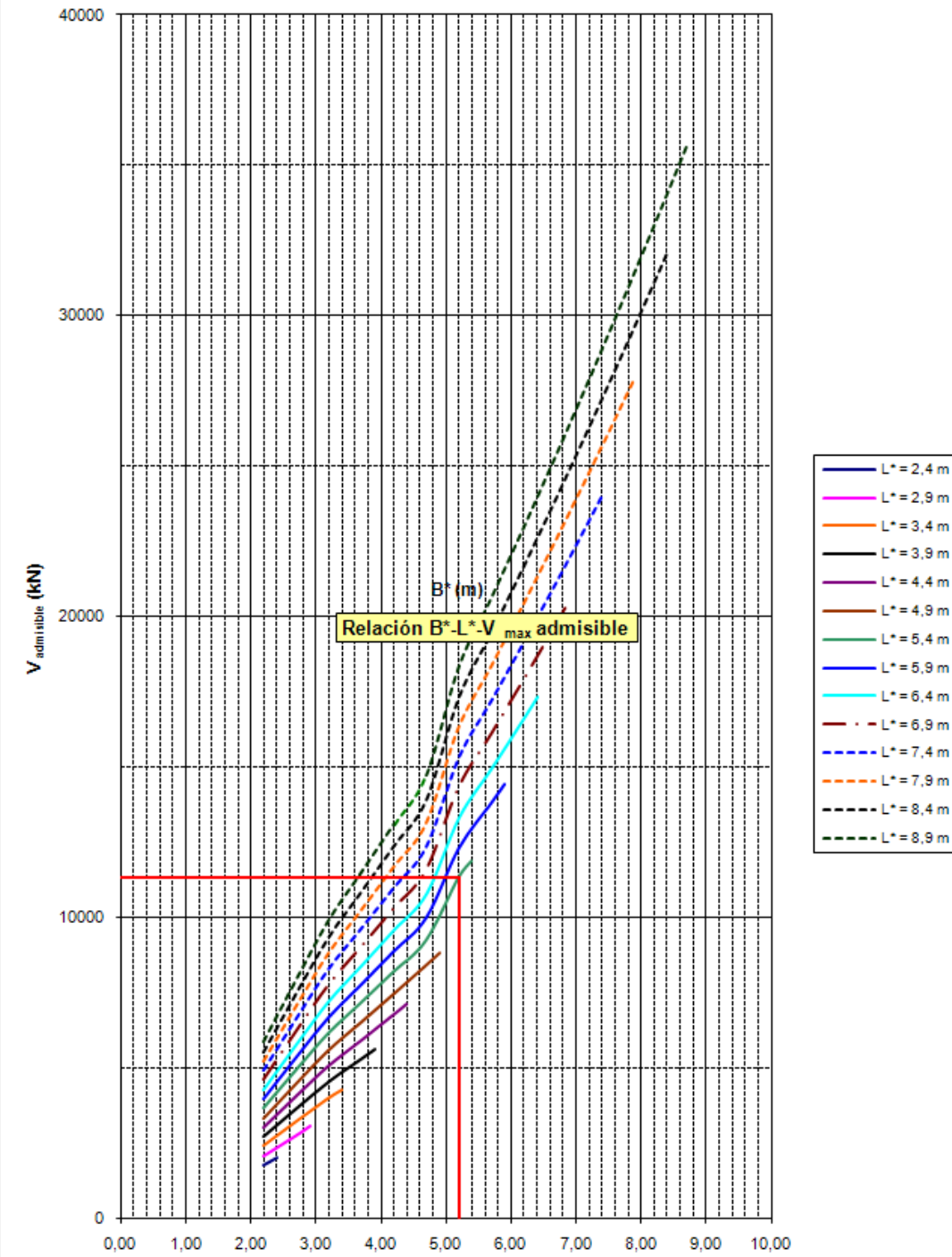
Relación $B^*-L^*-P_v$ admisible

TITULO DEL DOCUMENTO:

TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
TERRENO JABRE

GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO BASADO EN MÉTODOS ANALÍTICOS.(BRINCH-HANSEN)
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD



Relación $B^*-L^*-V_{max}$ admisible

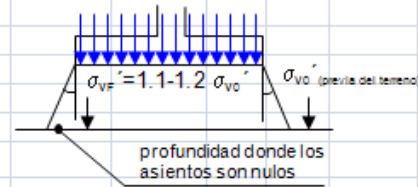
TITULO DEL DOCUMENTO:	TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO TERRENO JABRE
-----------------------	--

**GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS**

ESTIMACIÓN DE MOVIMIENTOS. CÁLCULOS CON EL MODELO ELÁSTICO

El terreno podrá caracterizarse de acuerdo con el modelo elástico lineal, que queda definido por los parámetros E (módulo de elasticidad) y ν (módulo de Poisson).
Para el caso de terrenos heterogéneos el cálculo puede realizarse después de calcular el valor medio equivalente del módulo de elasticidad, determinado mediante la siguiente expresión:

$$E = \frac{\sum \Delta \sigma_i \cdot h_i}{\sum \left(\frac{\Delta \sigma_i}{E_i} \right) \cdot h_i}$$



Donde:

- E = Módulo de elasticidad medio equivalente
- E_i = Módulo de elasticidad del estrato i.
- h_i = Espesor del estrato i
- $\Delta \sigma_i$ = Incremento de la presión vertical total, en el centro del estrato i, en la vertical del centro de la cimentación, creado por la carga aplicada sobre la misma.

Para estimar los valores de $\Delta \sigma_i$ a utilizar se debe utilizar la teoría de la elasticidad, pudiéndose adoptar la siguiente expresión:

$$\Delta \sigma = p \cdot (1 - \cos^3 \alpha)$$

Donde:

- p = Presión media transmitida por la cimentación.
- α = arctg (a/z), expresado en radianes.
- a = Radio de la cimentación circular equivalente $a = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$
- A = Área de apoyo de la cimentación.
- z = Profundidad base del punto en cuestión, bajo el plano de apoyo de la cimentación.

Para el caso de cimentaciones alargadas L/B > 10 se aplica:

$$\Delta \sigma = p \cdot \frac{2\varepsilon + \sin 2\varepsilon}{\pi}$$

Donde:

- ε = arctg (B/2z), expresado en radianes.

Como módulo de Poisson equivalente se puede adoptar:

$$\nu = \frac{\sum \nu_i \cdot h_i \cdot \Delta \sigma_i}{\sum h_i \cdot \Delta \sigma_i}$$

Profundidad donde se ha considerado asentamientos nulos	6,63 m	$\Delta \sigma_v$ (donde s=0)	-8,84%
--	---------------	---	---------------

TIPO DE TERRENO	Cota superior capa	Espesores considerados			Parámetros geotécnicos adoptados			
		saturado	seco	total	E (kPa)	ν	Z _i (m)	$\Delta \sigma$ (kPa)
1.- JABRE 1	0	1,63	5	6,63	80000	0	3,315	237,99
2.-								
3.-								
4.-								
5.-								
6.-								

Cuando el terreno se encuentre saturado y su consolidación requiera cierto tiempo, el movimiento calculado no se producirá de forma instantánea, sino después de transcurrido el plazo de consolidación. El movimiento instantáneo puede calcularse mediante las mismas expresiones ya indicadas pero utilizando los siguientes valores de los parámetros elásticos:

$$E_{\text{corto_plazo}} = E \cdot \frac{1.5}{1 + \nu} \quad \nu_{\text{corto_plazo}} = 0.5$$

Estimación de asentamientos. Análisis a Largo plazo

E_{equivalente}	80.000,0 kPa	$\nu_{\text{equivalente}}$	0,00
--------------------------------	---------------------	--	-------------

TITULO DEL DOCUMENTO:	TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO TERRENO JABRE
-----------------------	--

**GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS**

ESTIMACIÓN DE MOVIMIENTOS. CÁLCULOS CON EL MODELO ELÁSTICO

CIMENTACIONES FLEXIBLES

Donde:

$$s = \frac{2}{\pi} R \frac{p(1-\nu^2)}{E}$$

$$R = B \operatorname{arg} sh \left(\frac{L}{B} \right) + L \operatorname{arg} sh \left(\frac{B}{L} \right)$$

p	403,04 kN/m ²
E	80.000,0 kPa
ν	0,00
R	9,34
B	5,20 m
L	5,40 m
s	-

S máximo admisible	-	P (para s máximo admisible)	-
S máximo estimado	-	P máximo admisible	-

CIMENTACIONES RÍGIDAS

$$s = \frac{V(1-\nu^2)}{1.25 \cdot E \cdot \sqrt{BL}} \quad L/B \leq 5$$

$$\delta_L = \frac{H_L}{E \cdot \sqrt{BL}}$$

$$\theta_L = \frac{4(1-\nu^2)}{E \cdot L^2 \cdot B} \cdot M_L$$

E	80.000,0 kPa	ν	0,00	B	5,20 m	L	5,40 m
p	403,04 kN/m ²	H_L	1,00 kN	M_L	8000,00 m·kN		
V	11317,49 kN	H_B	1,00 kN	M_B	4000,00 m·kN		
s	0,021 m	δ_L	0,0000 m	θ_L	0,15 °		
		δ_B	0,0000 m	θ_B	0,08 °		

S máximo admisible	0,0250 m	P (para s máximo admisible)	471,78 kN/m ²
S máximo estimado	0,0214 m	P máximo admisible	403,04 kN/m ²

RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

Tipo de Zapata	rígida		
S máximo estimado	0,0214 m	P máximo admisible	403,04 kN/m ²

*Carga máxima admisible limitada por carga de hundimiento

7.4.3.- Cimentación profunda sobre SUELO. JABRE.

Por condiciones constructivas y de afección a las vías de comunicación existentes en el entorno se han diseñado cimentaciones profundas que trabajarán sobre los perfiles de alteración del granito (GM V- VI).

Estas cimentaciones vienen justificadas por el apoyo a media ladera de los nuevos viaductos y la existencia de las zapatas de los viaductos actuales. Como es lógico los apoyos de los nuevos viaductos deberían quedar situados a una cota muy similar a la de las zapatas existentes. Esto tiene por objeto no dejar las nuevas zapatas apoyadas en los bordes de los taludes de la excavación previa realizada para las zapatas del viaducto actual.

En ocasiones y por la morfología de la ladera y la profundidad de cimentación necesaria se deberían ejecutar excavaciones importantes de más de 7,0 m de altura lo que implica unos derrames importantes que afectan a vías de circulación y construcciones próximas.

Para evitar estas situaciones se recomienda realizar una cimentación profunda.

La determinación de las cimentaciones sobre este tipo de material se ha realizado siguiendo la metodología descrita anteriormente por la *Guía de cimentaciones de Obras de Carretera* y se han tomado los valores razonablemente conservadores para el cálculo de la tensión admisible del terreno en función de los ensayos de laboratorio realizados para la caracterización geotécnica del material.

Al tratarse de una cimentación profunda se han seleccionado unos parámetros mejorados sobre los seleccionados para la cimentación superficial pero siempre dentro de los límites de los resultados de ensayos de laboratorio. De esta manera se busca no penalizar excesivamente los coeficientes de seguridad del cálculo aproximándonos a las condiciones reales del terreno en la cimentación.

TIPO DE SUELO	γ_{aparente} (KN/m ³)	$\gamma_{\text{sumergida}}$ (KN/m ³)	C (KN/m ³)	Φ (°)	E (KN/m ²)
Jabre	20	10	30	32	80000

En lo que sigue se recoge un cálculo de la cimentación para las condiciones más restrictivas, en los apéndices del documento se recogen los cálculos para cada una de las pilas individualmente.

La geometría de los pilotes calculados es:

✓ Diámetro = 1,25 m

Las cargas se han determinado para cada caso concreto. La tensión media máxima admitida ha sido unos 6,5 Mpa pero no resulta restrictivo si en algún caso se supera ya que ello no conllevará longitudes de pilotes excesivas.

Para las cargas del viaducto Sur la longitud máxima de cálculo de los pilotes es de:

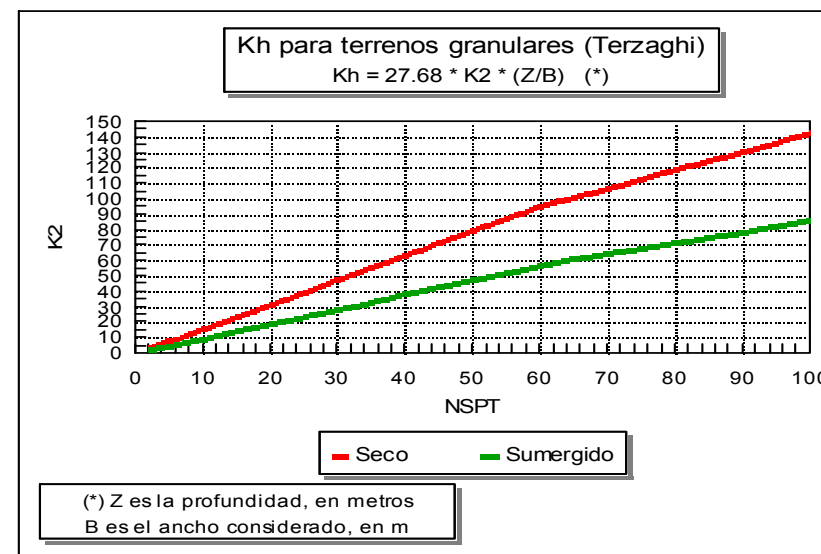
✓ Longitud de empotramiento = 29,40 m

Esta longitud se verá incrementada en aquellos casos en los que a una distancia de 5 diámetros de la punta del pilote se encuentre la roca en cuyo caso los pilotes se profundizarán hasta empotrar entre 1,5 y 2 D en el substrato rocoso sano (GM II- III).

Se recomienda la ejecución de sondeos complementarios en aquellas pilas donde los reconocimientos existentes no hayan reconocido la profundidad estimada de los pilotes más los cinco diámetros citados bajo la punta de la cimentación.

Coefficiente de balasto horizontal

Para el cálculo de los pilotes frente a solicitaciones horizontales, se contará con los siguientes valores para el coeficiente de reacción horizontal, K_h , según las gráficas adjuntas:



Suelo hasta 6,0 m de prof. $K_h: 27,68 \times 25 (Z / B)$

Suelo a partir de 6,0 m de prof. $K_h: 27,68 \times 50 (Z / B)$

Siendo B el ancho del pilote considerado, en metros, y las unidades obtenidas en T/m³.

A continuación se muestra un cálculo genérico para una cimentación profunda sobre jabre en el que se pueden determinar las distintas longitudes en función de las cargas y de los diámetros (ver gráficas).

KV CONSULTORES

**PROYECTO CONSTRUCTIVO
AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9
TRAMO: ENLACE DE CANGAS- ENLACE DE TEIS**

TITULO DEL DOCUMENTO:
CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
Carga similar al tope estructural de 1,25 m

CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES

DATOS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN

Carga Vertical aplicada al pilote.-	7.976,00 KN
Tensión media máxima admitida.-	6,50 MPa
Diámetro mínimo (cumplir tope estructural).-	1,250 m
Diámetro mínimo comercial (cumplir tope estructural).-	1.250 mm
Diámetro del pilote considerado.-	1,250 m
Perimetro del pilote considerado.-	3,927 m
Área del pilote considerado.-	1,227 m ²

CAPACIDAD MÁXIMA RESISTENTE DEL PILOTE PARA DISTINTOS DIÁMETROS

φ PILOTE (m)	Área pilote	Perimetro pilote	Capacidad máx pilote (KN)	Capacidad máx pilote (T)
0,50 m	0,196 m ²	1,571 m	1276,27 kN	127,63 t
0,55 m	0,238 m ²	1,728 m	1544,29 kN	154,43 t
0,60 m	0,283 m ²	1,885 m	1837,83 kN	183,78 t
0,80 m	0,503 m ²	2,513 m	3267,26 kN	326,73 t
1,00 m	0,785 m ²	3,142 m	5105,09 kN	510,51 t
1,25 m	1,227 m ²	3,927 m	7976,70 kN	797,67 t
1,40 m	1,539 m ²	4,398 m	10005,97 kN	1000,60 t

PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO. PARÁMETROS DE CÁLCULO

TIPO DE TERRENO	Cota superior capa	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ADOPTADOS								
		Tipo terreno	γ aparente (KN/m ³)	γ w (KN/m ³)	c' (Kpa)	φ (°)	RCS	N _{SPT}	qc	PI
1.- Jabre (GM V)	0	Granular	20	10	30	32				
2.-										
3.-										
4.-										
5.-										
6.-										
7.-										
8.-										
9.-										
10.-										
Cota del nivel freático						-5				

γ.- Densidad
c'.- Cohesión
φ.- Ángulo de rozamiento
RCS.- Resistencia a compresión simple
N_{SPT}.- Índice del ensayo SPT
qc.- Resistencia por punta a la penetración estática.
PI.- Presión limite de ensayos presiométricos.

TITULO DEL DOCUMENTO:
CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
Carga similar al tope estructural de 1,25 m

CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES. MÉTODO BASADO EN LOS PARÁMETROS RESISTENTES DEL MODELO DE MOHR-COULOMB
(GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS)

RESISTENCIA POR PUNTA:

$$q_p = N_q \cdot \sigma'_{vo} + N_c \cdot c$$

Donde:

- q_p = Carga de hundimiento unitaria por punta.
- σ'vo = Presión vertical efectiva al nivel de la punta del pilote. Esta aproximación se considera para profundidades de la punta inferiores o iguales a 20 diámetros (Z_{PUNTA} < 20 D). Para profundidades mayores se tomara σ'vo la presión vertical efectiva a una profundidad igual a 20 D (σ'vo(20D))
- N_q*, N_c* = Factores de capacidad de carga para cimentaciones profundas.
- c = Cohesión.

$$N_q^* = 1,5 \cdot \frac{1 + \text{sen } \phi}{1 - \text{sen } \phi} \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\phi)} \cdot f_D \quad N_c^* = \frac{N_q^* - 1}{\text{tg}(\phi)}$$

Para comprobar las situaciones a corto plazo (φ_{CÁLCULO} = 0), el valor de N_c* debe ser:

$$N_c^* (\phi_{\text{CÁLCULO}} = 0) = 9 F_d$$

Donde:

- φ = Ángulo de rozamiento interno.
- f_D = Factor adimensional que tiene en cuenta el tamaño del pilote (diámetro D)

$$f_D = 1 - \frac{1}{3} D \geq \frac{2}{3} \quad \text{expresando D en metros.}$$

VALORES DE CÁLCULO ADOPTADOS

Terreno en la punta del pilote.-	Jabre (GM V)
Cohesión en la punta del pilote (kPa).-	30,00 kPa
Ángulo de rozamiento interno en la punta (°).-	32,00 °
Factor de seguridad resistencia en punta.-	3

CONSIDERACIONES REALIZADAS

Terreno a partir del cual se debe empotramiento mínimo	Jabre (GM V)
Empotramiento mínimo considerado	8 D
Aplicar factor de empotramiento si no se alcanza empotramiento mínimo	SI
Permitir pilote de menor longitud del empotramiento mínimo considerado?	SI

VALORES DE CÁLCULO OBTENIDOS

Factor F _D calculado.-	0,667
Factor F _D considerado.-	0,667
Presión vertical efectiva al nivel de la punta σ'vo.-	344,00 kN/m ²
Presión vertical efectiva a 20 φ de profundidad σ'vo(20D).-	300,00 kN/m ²
Presión vertical efectiva considerada.-	300,00 kN/m ²
Factor de capacidad de carga N _q *.-	23,177
Factor de capacidad de carga N _c *.-	35,490
Carga de hundimiento unitaria por punta.-	8,02 MPa
Factor de empotramiento.-	1,00
Sección de la punta .-	1,227 m ²
Carga admisible unitaria por punta.-	2,67 MPa
Carga de hundimiento por punta del pilote (KN).-	9.839,25 KN
Carga de hundimiento por punta del pilote (t).-	983,92 t
Carga admisible por punta del pilote (KN).-	3.279,75 KN
Carga admisible por punta del pilote (t).-	327,97 t

TITULO DEL DOCUMENTO:
CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
 Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
 Carga similar al tope estructural de 1,25 m

CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES. MÉTODO BASADO EN LOS PARÁMETROS RESISTENTES DEL MODELO DE MOHR-COULOMB
 (GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS)

RESISTENCIA POR FUSTE:

$$\tau_f = c + K_o \cdot tg(\delta) \cdot \sigma'_v$$

Donde:

- τ_f = Resistencia unitaria por fuste al nivel considerado
- c = Cohesión al nivel considerado
- K_o = Coeficiente de empuje al reposo.
- δ = Ángulo de fricción del contacto pilote-terreno.
- σ'_v = Presión vertical efectiva al nivel considerado

Cuando no se disponga de información fehaciente, acerca de los valores de K_o , y/o del ángulo δ , se puede suponer:

$$k_o \cdot tg(\delta) = 0,3$$

Para el caso de pilotes cuyo fuste esté en contacto con suelos arcillosos saturados, y para el análisis concreto de situaciones de corto plazo, se utilizará el valor:

$$\tau_f = s_u \cdot \frac{p_o}{p_o + s_u}$$

Donde:

- s_u = Resistencia al corte sin drenaje al nivel considerado.
- p_o = Presión de referencia, que se toma igual a 100 kPa

Analisis del hundimiento a Largo plazo

Valor de $K_o \cdot tg(\delta) = 0,3$ considerado.-	0,3
Factor de seguridad resistencia en fuste.-	2

NIVEL CONSIDERADO	Cota superior nivel (m)	$\sigma'_{v \text{ máx}}$ (kN/m ²)	$\sigma'_{v \text{ min}}$ (kN/m ²)	$\sigma'_{v \text{ med}}$ (kN/m ²)	Resistencia por fuste Unitaria (kN/m ²)		Resistencia por fuste total por nivel (kN)
					Calculada	Considerada	
1.- Jabre (GM V)	0	344	0	172	81,6	81,6	9.421,01 KN
2.-							
3.-							
4.-							
5.-							
6.-							
7.-							
8.-							
9.-							
10.-							

Cota de la base del pilote.-	-29,40 m
------------------------------	----------

Carga de hundimiento por fuste del pilote (KN).-	9.421,01 KN
Carga de hundimiento por fuste del pilote (t).-	942,10 t
Carga admisible por fuste del pilote (KN).-	4.710,50 KN
Carga admisible por fuste del pilote (t).-	471,05 t

TITULO DEL DOCUMENTO:
CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
 Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
 Carga similar al tope estructural de 1,25 m

CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES. MÉTODO BASADO EN LOS PARÁMETROS RESISTENTES DEL MODELO DE MOHR-COULOMB
 (GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS)

CARGAS ADMISIBLES.-

DATOS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN	
Diámetro del pilote.-	1,250 m
Longitud del pilote.-	29,4 m
Carga Vertical aplicada al pilote.-	7.976,00 KN
Tensión media máxima en el pilote.-	6,50 MPa
RESISTENCIA POR PUNTA.-	
Carga de hundimiento unitaria por punta.-	8,02 MPa
Carga de hundimiento por punta del pilote.-	9.839,25 KN
Factor de empotramiento.-	1,00
Factor de seguridad resistencia en punta.-	3
Carga admisible unitaria por punta.-	2,67 MPa
Carga admisible por punta del pilote (KN).-	3.279,75 KN
Carga admisible por punta del pilote (t).-	327,97 t
RESISTENCIA POR FUSTE.-	
Carga de hundimiento por fuste del pilote (KN).-	9.421,01 KN
Factor de seguridad resistencia en fuste.-	2
Carga admisible por fuste del pilote (KN).-	4.710,50 KN
Carga admisible por fuste del pilote (t).-	471,05 t
ESTADOS LIMITE DE SERVICIO	
Carga admisible en compresión (KN).-	7.990,25 KN
Carga admisible en compresión (t).-	799,03 t
Carga admisible en tracción (KN).-	4.710,50 KN
Carga admisible en tracción (t).-	471,05 t

VALORES OBTENIDOS PARA OTROS DIAMETROS

DATOS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN				
Diámetro del pilote.-	1,000 m	1,250 m	1,500 m	2,000 m
Longitud del pilote.-	43,80 m	29,40 m	22,20 m	14,60 m
Carga Vertical aplicada al pilote.-	7.976 KN	7.976 KN	7.976 KN	7.976 KN
Tensión media máxima en el pilote.-	10,16 MPa	6,50 MPa	4,51 MPa	2,54 MPa
RESISTENCIA POR PUNTA.-				
Carga de hundimiento unitaria por punta.-	6,86 MPa	8,02 MPa	7,37 MPa	5,12 MPa
Carga de hundimiento por punta del pilote.-	5.387 KN	9.839 KN	13.022 KN	16.075 KN
Factor de empotramiento.-	1,00	1,00	1,00	0,91
Factor de seguridad resistencia en punta.-	3	3	3	3
Carga admisible unitaria por punta.-	2,29 MPa	2,67 MPa	2,46 MPa	1,71 MPa
Carga admisible por punta del pilote (KN).-	1.796 KN	3.279,7 KN	4.341 KN	5.358 KN
Carga admisible por punta del pilote (t).-	179,57 t	327,97 t	434,06 t	535,82 t
RESISTENCIA POR FUSTE.-				
Carga de hundimiento por fuste del pilote.-	12.384 KN	9.421 KN	7.407 KN	5.449 KN
Factor de seguridad resistencia en fuste.-	2	2	2	2
Carga admisible por fuste del pilote (KN).-	6.192 KN	4.711 KN	3.703 KN	2.725 KN
Carga admisible por fuste del pilote (t).-	619,21 t	471,05 t	370,34 t	272,45 t
ESTADOS LIMITE DE SERVICIO.-				
Carga admisible en compresión (KN).-	7.988 KN	7.990 KN	8.044 KN	8.083 KN
Carga admisible en compresión (t).-	798,77 t	799,03 t	804,39 t	808,27 t
Carga admisible en tracción (KN).-	6.192,1 KN	4.710,5 KN	3.703,4 KN	2.724,51 t
Carga admisible en tracción (t).-	619,21 t	471,05 t	370,34 t	272,45 t

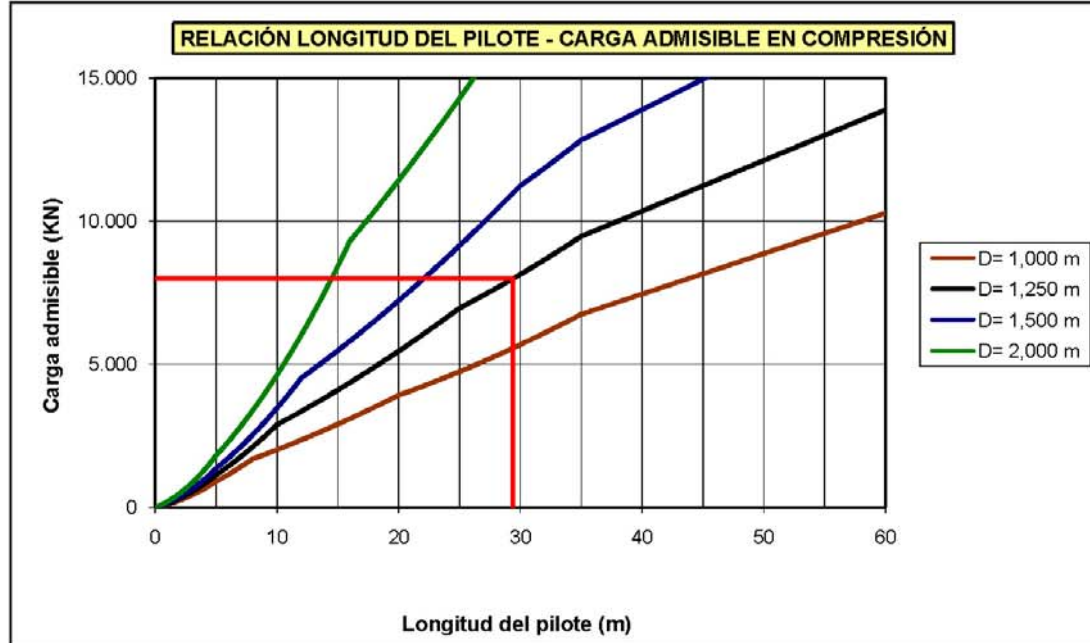
TITULO DEL DOCUMENTO:

CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
Carga similar al tope estructural de 1,25 m

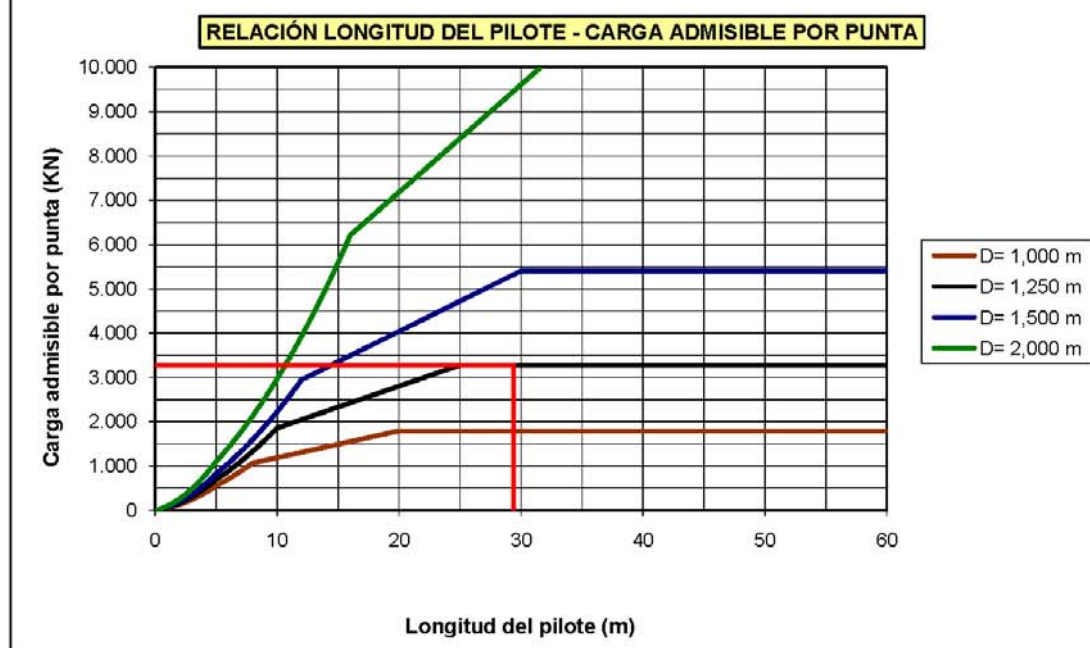
CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES. MÉTODO BASADO EN LOS PARÁMETROS RESISTENTES DEL MODELO DE MOHR-COULOMB

(GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS)

SALIDAS GRÁFICAS (I).-



* Se ha considerado factor de reducción en la resistencia por punta si no se alcanza el empotramiento mínimo



* Se ha considerado factor de reducción en la resistencia por punta si no se alcanza el empotramiento mínimo

Hoja 5 de 7

TITULO DEL DOCUMENTO:

CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
Carga similar al tope estructural de 1,25 m

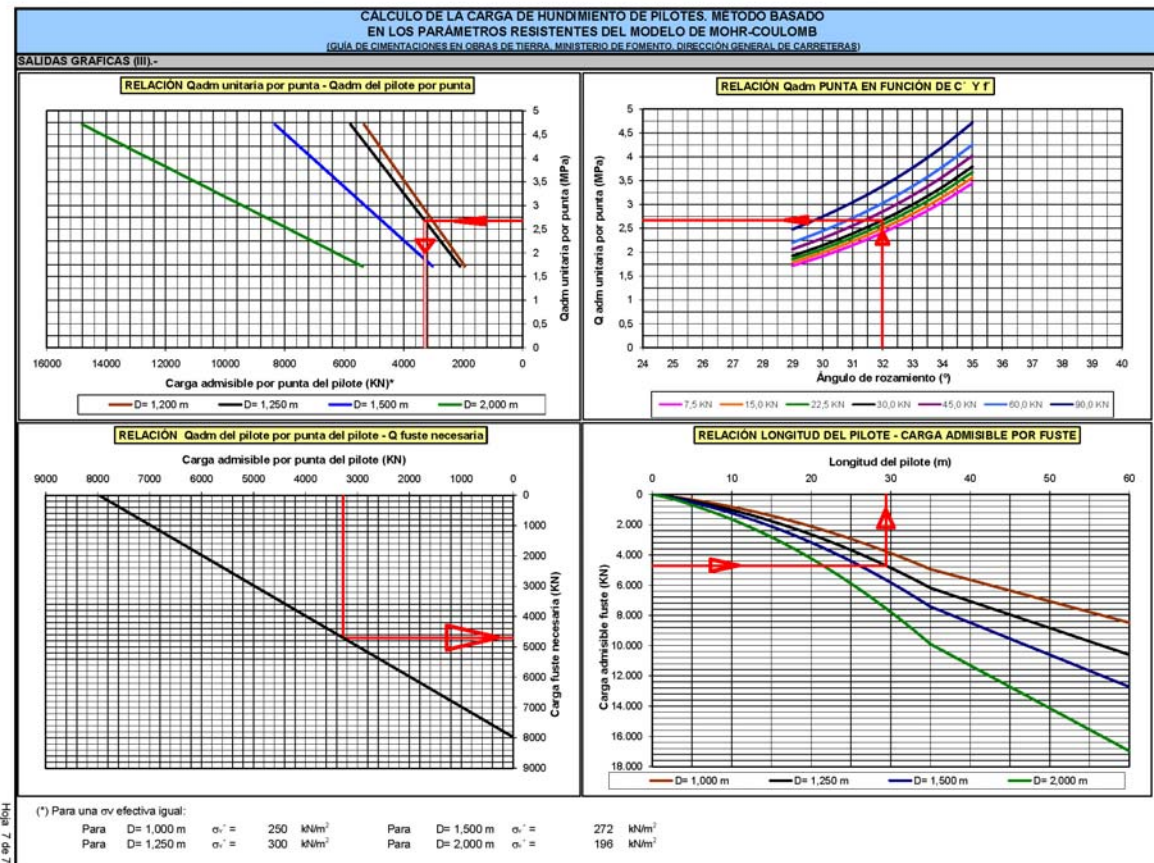
CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES. MÉTODO BASADO EN LOS PARÁMETROS RESISTENTES DEL MODELO DE MOHR-COULOMB

(GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS)

SALIDAS GRÁFICAS (II).-



Hoja 6 de 7



7.4.4.- Cimentaciones profundas en ROCA. GRANITO GM. II- III.

Algunas de las cimentaciones profundas planteadas deberán ser llevadas a roca ya que el espesor de jabre o roca alterada no alcanza el mínimo necesario para que los pilotes se calculen como pilotes en suelo. De igual modo algunas de las pilas requerirán por procedimiento constructivo de la ejecución de pilotes sobre roca en su totalidad.

Los pilotes en roca se han calculado siguiendo las indicaciones de la Guía de cimentaciones en Obras de Carretera.

Los parámetros se han considerado de manera conservadora en función de los resultados de los ensayos de laboratorio y las observaciones de campo:

Los parámetros adoptados son los siguientes:

$$\alpha_1 = 0,80$$

$$\alpha_2 = 0,70$$

$$\alpha_3 = 0,707$$

$$q_u = 250 \text{ kp/cm}^2$$

pvadm	presión vertical admisible (Mpa)	
po	presión de referencia (1MPa)	
qu	resistencia a compresión simple de la roca (MPa)	
qp	$2 \cdot pvadm$	qp debe ser menor que 20MPa
qf	$0,1 \cdot qp$	

Si $q_u < 1 \text{ MPa}$ o $RQD < 10\%$ se recomienda tratar la roca como suelo

pvadm = $po \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot (qu/po)^{0,5}$

Long empotram	4 D
Diámetro	1,25 D
factor de empotramiento	2

F.S. (punta)	3
F.S. (fuste)	2

Material α_1 (p92 Guía)

Rocas carbonatadas con estructura bien desarrollada (calizas, dolomías, mármoles puros)	1
Rocas ígneas y rocas metamórficas (granitos, cuarcitas, andesitas, pizarras, esquistos y gneises con esquistosidad subhorizontal)	0,8
Rocas sedimentarias y algunas metamórficas (calizas margosas, argilitas, limolitas, yesos, pizarras y esquistos con esquistosidad vertical)	0,6
Rocas poco soldadas (areniscas, limolitas, y conglomerados cementados, margas)	0,4

Grado met α_2

1	1,0
2	0,7
3	0,5

RQD (%) α_3

10	0,32
25	0,50
50	0,71
75	0,87
80	0,89

qu (Mpa)	RQD (%)	Grado Met	α_1	α_2	α_3	qp (Mpa)	qf (Mpa)	PARÁMETROS ÚLTIMOS	
								qp/FS (Mpa)	qf/FS (Mpa)
25	50	2	0,80	0,7	0,71	7,92	0,40	2,64	0,20

Para aquellos pilotes que se ejecuten en su totalidad sobre la roca granítica y no estén cargados al tope estructural se podrá alcanzar la resistencia necesaria con un empotramiento menor del indicado. Sin embargo se estima necesario para que la cimentación desarrolle la capacidad portante en su totalidad, que la longitud mínima de los pilotes en roca sea de 4 a 5 diámetros, entre 5 y 6,25 m de profundidad. Estas recomendaciones son válidas para los pilotes ejecutados en roca en las pilas P-8, P-9 y P-10. Si la roca fuese excepcionalmente dura y no fuese posible su perforación con la tecnología habitual se revisará la longitud de empotramiento. De manera estricta en función de la carga de cada específica es posible que con un empotramiento menor se consiga la resistencia necesaria. Por otro lado las condiciones de cálculo de las resistencias unitarias han sido conservadoras y no resultaría representativa de la roca si esta no se pudiese perforar para ejecutar los pilotes.

Para los pilotes que atraviesan potentes espesores de jabre para quedar empotrados en roca se estima un empotramiento entre 1,5 y 2 diámetros por tratarse de una roca dura.

A continuación se presentan los cálculos realizados para la obtención de los empotramientos en roca para el tope estructural del pilote considerando un empotramiento mínimo de 4 diámetros:

KV CONSULTORES

**PROYECTO CONSTRUCTIVO
AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9
TRAMO: ENLACE DE CANGAS- ENLACE DE TEIS**

TITULO DEL DOCUMENTO:
**PILA
EMPOTRAMIENTO EN ROCA**

CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES

DATOS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN

Carga Vertical aplicada al pilote.-	7.976,00 KN
Tensión media máxima admitida.-	6,50 MPa
Diámetro mínimo (cumplir tope estructural).-	1,250 m
Diámetro mínimo comercial (cumplir tope estructural).-	1.250 mm
Diámetro del pilote considerado.-	1,250 m
Perimetro del pilote considerado.-	3,927 m
Área del pilote considerado.-	1,227 m ²

CAPACIDAD MÁXIMA RESISTENTE DEL PILOTE PARA DISTINTOS DIÁMETROS

φ PILOTE (m)	Área pilote	Perimetro pilote	Capacidad máx pilote (KN)	Capacidad máx pilote (T)
0,50 m	0,196 m ²	1,571 m	1276,27 kN	127,63 t
0,55 m	0,238 m ²	1,728 m	1544,29 kN	154,43 t
0,60 m	0,283 m ²	1,885 m	1837,83 kN	183,78 t
0,80 m	0,503 m ²	2,513 m	3267,26 kN	326,73 t
1,00 m	0,785 m ²	3,142 m	5105,09 kN	510,51 t
1,25 m	1,227 m ²	3,927 m	7976,70 kN	797,67 t
1,40 m	1,539 m ²	4,398 m	10005,97 kN	1000,60 t

PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO. PARÁMETROS DE CÁLCULO

TIPO DE TERRENO	Cota superior capa	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ADOPTADOS									
		Tipo terreno	γ aparente (KN/m ³)	γ _w (KN/m ³)	c' (Kpa)	φ (°)	RCS	N _{SPT}	qc	PI	
1.- Granito (GM I-II)	0	Roca	26	26	400	30	10000				
2.-											
3.-											
4.-											
5.-											
6.-											
7.-											
8.-											
9.-											
10.-											

Cota del nivel freático -3

- γ.- Densidad
- c'.- Cohesión
- φ.- Ángulo de rozamiento
- RCS.- Resistencia a compresión simple
- N_{SPT}.- Índice del ensayo SPT
- qc.- Resistencia por punta a la penetración estática.
- PI.- Presión limite de ensayos presiométricos.

TITULO DEL DOCUMENTO:
**PILA
EMPOTRAMIENTO EN ROCA**

**CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES
BASADO EN GUÍA CIMENTACIÓN EN OBRAS DE CARRETERA**

RESISTENCIA POR PUNTA:

VALORES DE CÁLCULO ADOPTADOS

Diámetro del pilote.-	1,250 m
Longitud del pilote.-	6,20 m
Terreno en la punta del pilote.-	Granito (GM I-II)
Carga de hundimiento unitaria por punta.-	7920,00 kN/m ²
Factor de seguridad resistencia en punta.-	3

CONSIDERACIONES REALIZADAS

Terreno a partir del cual se debe empotramiento mínimo	Granito (GM I-II)
Empotramiento mínimo considerado	4 D
Aplicar factor de empotramiento si no se alcanza empotramiento mínimo	SI
Permitir pilote de menor longitud del empotramiento mínimo considerado?	SI

VALORES DE CÁLCULO

Carga de hundimiento unitaria por punta.-	7920,00 kN/m ²
Factor de empotramiento.-	1,00
Sección de la punta.-	1,227 m ²
Carga admisible unitaria por punta	7920,00 kN/m ²
Carga de hundimiento por punta del pilote (KN).-	9719,30 KN
Carga de hundimiento por punta del pilote (t).-	971,93 t
Carga admisible por punta del pilote (KN).-	3.239,77 KN
Carga admisible por punta del pilote (t).-	323,98 t

RESISTENCIA POR FUSTE:

Factor de seguridad resistencia en fuste.- 2

TIPO DE TERRENO	Cota superior capa (m)	espesor (m)	Resistencia Unitaria fuste q _{rmax} (kN/m ²)	Resistencia Unitaria punta q _{rmax} (kN/m ²)	Resistencia por fuste total por nivel (kN)
1.- Granito (GM I-II)	0	6,2	400	7920	9738,94 kN
2.-					
3.-					
4.-					
5.-					
6.-					
7.-					
8.-					
9.-					
10.-					

Cota de la base del pilote.- -6,20 m

Carga de hundimiento por fuste del pilote (KN)	9.738,94 KN
Carga de hundimiento por fuste del pilote (t)	973,89 t
Carga admisible por fuste del pilote (KN)	4.869,47 KN
Carga admisible por fuste del pilote (t)	486,95 t

7.5.- CONDICIONES DE CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Como ya se ha indicado a lo largo del tramo bajo estudio se afectará al macizo rocoso granítico en sus diferentes estados de meteorización. En base a la kilometración del tronco, desde el inicio del tramo hasta aproximadamente el pk 3+260 el trazado discurre sobre el macizo rocoso sano donde los materiales corresponden a granitos con un grado de meteorización II o inferior. Desde el pk. 3+260 aproximadamente hasta el final del trazado, este discurre sobre un suelo residual producto de la alteración máxima del macizo ígneo. De este modo los apoyos se producirán bien directamente sobre roca sana, o bien sobre el substrato rocoso en su grado de alteración máxima GM V- VI, suelo tipo jabre.

Desde el punto de vista estructural, la zona de estudio está marcada por la presencia de fallas subparalelas a modo de graben. Es en estas zonas donde la meteorización se hace más intensa y se reconocen los materiales tipo jabre.



Estos materiales presentan una compacidad/ consistencia muy densa/ dura y no presentan problemas geotécnicos reseñables para las solicitudes de carga de las estructuras proyectadas.

Tal como se recoge más adelante en el análisis individualizado de cada estructura los principales factores que definen la tipología a emplear en la cimentación de las estructuras están marcados por las condiciones constructivas de las cimentaciones debido a su posible afección a viviendas, estructuras y vías de comunicación existentes en el entorno de las actuaciones.

TITULO DEL DOCUMENTO:				
PILA EMPOTRAMIENTO EN ROCA				
CALCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES BASADO EN GUÍA CIMENTACIÓN EN OBRAS DE CARRETERA				
CARGAS ADMISIBLES.-				
DATOS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN				
Diámetro del pilote.-	1,250 m			
Longitud del pilote.-	6,2 m			
Carga Vertical aplicada al pilote:	7.976,00 KN			
Tensión media máxima en el pilote:	6,50 MPa			
RESISTENCIA POR PUNTA.-				
Carga de hundimiento unitaria por punta	7920,00 kN/m ²			
Carga de hundimiento por punta del pilote.-	9.719,30 KN			
Factor de seguridad resistencia en punta.-	3			
Carga admisible unitaria por punta	2640,00 kN/m ²			
Carga admisible por punta del pilote.-	3.239,77 KN			
Carga admisible por punta del pilote.-	323,98 t			
RESISTENCIA POR FUSTE.-				
Carga de hundimiento por fuste del pilote (KN).-	9.738,94 KN			
Carga de hundimiento por fuste del pilote (t).-	973,89 t			
Factor de seguridad resistencia en fuste.-	2			
Carga admisible por fuste del pilote.-	4.869,47 KN			
Carga admisible por fuste del pilote.-	486,95 t			
ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO				
Carga admisible en compresión (KN).-	8.109,24 KN			
Carga admisible en compresión (t).-	810,92 t			
Carga admisible en tracción (KN).-	4.869,47 KN			
Carga admisible en tracción (t).-	486,95 t			
VALORES OBTENIDOS PARA OTROS DIAMETROS				
DATOS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN				
Diámetro del pilote.-	0,800 m	1,250 m	1,000 m	1,500 m
Longitud del pilote.-	13,40 m	6,20 m	9,40 m	4,80 m
Carga Vertical aplicada al pilote:	7.976,0 KN	7.976,0 KN	7.976,0 KN	7.976,0 KN
Tensión media máxima en el pilote:	15,87 MPa	6,50 MPa	10,16 MPa	4,51 MPa
RESISTENCIA POR PUNTA.-				
Carga de hundimiento unitaria por punta	7.920 kN/m ²	7.920 kN/m ²	7.920 kN/m ²	7.920 kN/m ²
Carga de hundimiento por punta del pilote.-	3.981,0 KN	9.719,3 KN	6.220,4 KN	11.196,6 KN
Factor de seguridad resistencia en punta.-	3	3	3	3
Factor de empotramiento.-	1,00	1,00	1,00	0,80
Carga admisible unitaria por punta	2.640 kN/m ²	2.640 kN/m ²	2.640 kN/m ²	2.640 kN/m ²
Carga admisible por punta del pilote.-	1.327,0 KN	3.239,8 KN	2.073,5 KN	3.732,2 KN
RESISTENCIA POR FUSTE.-				
Carga de hundimiento por fuste del pilote.-	13.471 KN	9.739 KN	11.812 KN	9.048 KN
Factor de seguridad resistencia en fuste.-	2	2	2	2
Carga admisible por fuste del pilote.-	6.736 KN	4.869 KN	5.906 KN	4.524 KN
Carga admisible por fuste del pilote.-	673,56 t	486,95 t	590,62 t	452,39 t
ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.-				
Carga admisible en compresión.-	8.063 KN	8.109 KN	7.980 KN	8.256 KN
Carga admisible en compresión.-	806,26 t	810,92 t	797,96 t	825,61 t
Carga admisible en tracción.-	6.736 KN	4.869 KN	5.906 KN	4.524 KN
Carga admisible en tracción.-	673,56 t	486,95 t	590,62 t	452,39 t

7.5.1.- Pasarela Peatonal (0.8). Pk 0+800

Introducción. Investigación realizada

Se trata de una pasarela metálica existente en la que se proyecta la modificación de la cimentación de pila central dispuesta en la mediana de la carretera, demoliendo la zapata actual, para ejecutar una nueva cimentación a una cota inferior.

Para el análisis de la cimentación de la estructura se cuenta con una cartografía geológica-geotécnica de detalle (1:1000).

Descripción del terreno

Durante la realización de la cartografía de detalle elaborada para el proyecto se pudo comprobar que en la zona donde se emplaza la estructura se reconocen afloramientos de granito (GM II-III)



Como se observa la estructura se desarrolla sobre el macizo granítico sano.

Recomendaciones de cimentación

En general, dadas las características del sustrato rocoso sobre el que se localizan los apoyos, no se prevé ningún tipo de problema en la cimentación de la pila a modificar.

Atendiendo a las características geotécnicas de las unidades afectadas se considera que la cimentación podrá ser directa sobre el sustrato rocoso sano.

Los parámetros geotécnicos de los materiales afectados son los siguientes:

Unidad geotécnica	Densidad aparente (T/m ³)	Qu matriz rocosa (Kg/cm ²)	RQD	Macizo Rocosó		
				Ángulo de rozamiento ϕ	Cohesión efectiva C' (Mpa)	Módulo de deformación E (MPa)
Granito (GM II-III)	2,6	100- 500	>80	27	10	5000

Para los cálculos se considera un valor de Qu de 250 kg/cm².

Cálculos

Cimentación Superficial sobre ROCA. GRANITO GM II- III

Para el cálculo de la carga admisible de la cimentación se procede a analizar la carga admisible en función de diferentes métodos: Método basado en la Guía de Cimentación de Obras de Carretera, Método basado en la ROM 5-0.5 y el Método basado en el criterio de Mohr-Coulomb.

Método basado en la Guía de Cimentación de obras de carretera

Parámetros considerados:

$$Q_u = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha_1 = 0,8; \alpha_2 = 0,5 \text{ y } \alpha_3 = 0,7$$

Resultado Obtenido:

$$Q_{adm} = 14 \text{ Kg/cm}^2$$

Método basado en la ROM 5-0.5

Parámetros considerados:

$$RQD = 50\%$$

Grado meteorización: II-III

Resultado Obtenido:

$$Q_{adm} = 13,3 \text{ Kg/cm}^2$$

Método basado en el criterio de Hoek &-Brown

Parámetros considerados:

$$Q_u = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_{fl} = 1,25; m = 5,82; s = 0,082$$

Resultado Obtenido:

$$Q_{adm} = 16,7 \text{ Kg/cm}^2$$

En base a los cálculos realizados, dada la posible fracturación del macizo se considera adecuada, adquiriendo cierto margen de seguridad, considerar una carga admisible para el apoyo de las cimentaciones de 10 kg/cm^2 .

El asiento obtenido para esta carga es inferior a 1 cm.

En proyecto se contempla que las cargas que transmita la estructura sean inferiores a 2 kg/cm^2 .

Otras recomendaciones y consideraciones

No se prevé la afección de ningún nivel freático para la excavación de las zapatas proyectadas.

7.5.2.- Viaducto (1.7). Pk 1+700

Introducción. Investigación realizada

La estructura existente consiste en dos tableros paralelos de vigas prefabricadas y situadas a distinta cota. De modo que por el lado derecho se amplía por la mediana volando sobre el tablero existente. Para ello se deberá demoler parte del tablero, mediante el corte de la losa de compresión y el desmontaje de un par de vigas prefabricadas emplazadas en prolongación con el tablero izquierdo y se conectarán a la losa del mismo. Por otro lado se deberá actuar sobre el tablero izquierdo,

prolongando el estribo para alojar siete nuevas vigas prefabricadas y construyendo unas nuevas aletas que recojan el derrame de la plataforma.

Para el estudio de la cimentación de la estructura se cuenta con una cartografía geológica- geotécnica de detalle (1:1000).

Descripción del terreno

Durante la realización de la cartografía de detalle elaborada para el proyecto se pudo comprobar que en la zona donde se emplaza la estructura se reconocen afloramientos de granito (GM II-III). Viendo como el viaducto actual se apoya de manera directa sobre el substrato granítico sano.

Recomendaciones de cimentación

En general, dadas las características del sustrato rocoso sobre el que se localizan los apoyos, no se prevé ningún tipo de problema en la cimentación de la estructura a ampliar.

Atendiendo a las características geotécnicas de las unidades afectadas se considera que la cimentación podrá ser directa sobre el substrato rocoso sano.

Los parámetros geotécnicos de los materiales afectados son los siguientes:

Unidad geotécnica	Densidad aparente (T/m ³)	Qu matriz rocosa (Kg/cm ²)	RQD	Macizo Rocosó		
				Ángulo de rozamiento ϕ	Cohesión efectiva C' (Mpa)	Módulo de deformación E (MPa)
Granito (GM II-III)	2,6	100- 500	>80	27	10	5000

Para los cálculos se considera un valor de Q_u de 250 kg/cm^2 .

Cálculos

Cimentación Superficial sobre ROCA. GRANITO GM II- III

En base a los cálculos realizados anteriormente, se considera una carga admisible para el apoyo de las cimentaciones de 10 kg/cm^2 .

El asiento obtenido para esta carga es inferior a 1 cm.

En proyecto se contempla que las cargas que transmita la estructura sean inferiores a 2,5 kg/ cm².

Otras recomendaciones y consideraciones

No se prevé la afección de ningún nivel freático para la excavación de las zapatas proyectadas.

Para la ejecución de la ampliación de uno de los estribos se ha previsto realizar una pantalla de pilotes para contener las tierras del relleno actual. Estos pilotes se empotrarán en el sustrato granítico a partir de la cota de cimentación actual. Por encima de esta cota los pilotes contendrán el ápice de l relleno actual. Como parámetros de cálculo se proponen:

Densidad	1,9 t/m ³
Cohesión	1 t/m ³
Fricción	32°
Coefficiente de balasto horizontal	2500 t/m ³
N30	10

No existe nivel freático

7.5.3.- Viaductos de acceso al Puente de Rande

Introducción. Investigación realizada

El proyecto contempla la ampliación de los viaductos de acceso al viaducto de Rande en ambas márgenes de la vía existente. El estudio se centra en la construcción de los viaductos denominados como Norte y Sur, según se sitúen a uno u otro lado de la ría, y en ambos casos se proyecta ampliar la calzada por los dos lados de la vía existente.

De este modo las ampliaciones del viaducto se nombran como: Viaducto Sur margen derecha, Viaducto Sur margen izquierda y Viaducto Norte margen derecha y Viaducto Norte margen izquierda.

Estas estructuras formarán parte de una superestructura que permite salvar la ría de Vigo, a través del estrecho de Rande.

Las actuaciones comprenden la ampliación de la calzada en el lado Sur mediante dos viaductos, uno en cada margen de la vía actual, derecha o izquierda, de 740 m de longitud, con 16 apoyos o pilas (Pilas 1 a 16). En el lado norte se proyecta igualmente un viaducto en la margen derecha y otro en la izquierda, de 120 m de longitud, ambos con dos apoyos o pilas (pila 17 y 18).

Desde el punto de vista estructural la pila 10 del viaducto sur de la margen derecha se considera fija y del mismo modo se considera fija la pila 9 del viaducto sur de la margen izquierda. Esta circunstancia estructural del viaducto ha condicionado su cimentación mediante pilotes.

Las investigaciones disponibles para el estudio del terreno de la estructura son las siguientes:

Sondeos: SD-1, SD-2, SD-3, SD-4, SD-5, SD-6, SD-7, SD-8, SD-9, SD-10, SD-11 y SD-12.

Descripción del terreno

Con los resultados de las prospecciones y la cartografía de detalle elaborada para el proyecto (e. 1:1000) se puede definir un perfil litológico de la zona de apoyo de la estructura, que está compuesto por los materiales que forman parte del macizo rocoso granítico en sus diferentes grado de meteorización.

Teniendo en cuenta la kilometración recogida al inicio de este documento y cogiendo como referencia el sentido del trazado del tronco de la autovía AP-9 el viaducto denominado sur se inicia en el pk. 3+600, estribo 1 (E-1) y llega hasta el pk. 2+860, pila 16 (P-16).

El viaducto norte se inicia en la pila 17 (P-17) pk. 2+140 del tronco y finaliza en el estribo E-2, pk. 2+020 del tronco.

En lo que sigue todas las referencias kilométrica serán respecto al tronco de la autovía, especificando bien sea por margen derecha o bien por margen izquierda.

La estructura norte se desarrolla sobre el macizo granítico sano. La estructura sur se desarrolla sobre granito sano hasta el pk. 3+260, a partir de este punto aproximadamente discurre sobre depósitos de jabre. Puntualmente y asociado al viaducto existente el trazado discurre sobre rellenos ya sea compactados o bien asociados a vertidos.

Recomendaciones de cimentación

Las condiciones de cimentación de cada una de las pilas del futuro viaducto se han estimado a partir de los reconocimientos de campo y de las investigaciones in situ realizadas. En base a estos datos se han obtenido los perfiles transversales de cada una de las pilas.

En general, dadas las características del sustrato rocoso sobre el que se localizan los apoyos, no se prevé ningún tipo de problema de capacidad portante en la cimentación de las pilas.

Atendiendo a las características geotécnicas de las unidades afectadas se considera que la cimentación podrá ser directa tanto sobre las unidades alteradas, tipo jabre, como sobre el sustrato rocoso sano. Sin embargo la tipología de cimentación finalmente seleccionada está condicionada, no exclusivamente por la geotecnia, sino por limitaciones constructivas existentes. Por ello en algunos apoyos se ha recomendado cimentaciones profundas por la necesidad de evitar derrames excesivos en las excavaciones y afecciones a edificios o carreteras próximas.

De esta manera en la definición estructural del viaducto y sus cimentaciones se expondrán los comentarios y justificaciones consideradas.

El siguiente cuadro recoge la tipología de cimentación considerada para cada apoyo de las estructuras.

ESTRUCTURA	APOYO VIADUCTO	TIPOLOGÍA CIMENTACIÓN
VIADUCTO SUR	ESTRIBO (E-1)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-1)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-2)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-3)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-4)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-5)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-6)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-7)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-8)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-9)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-10 Drch)	C. PROFUNDA. PILOTES
	PILA (P-10 Izq)	C. DIRECTA. ZAPATAS
	PILA (P-11)	C. DIRECTA. ZAPATAS
	PILA (P-12)	C. DIRECTA. ZAPATAS
	PILA (P-13)	C. DIRECTA. ZAPATAS
	PILA (P-14)	C. DIRECTA. ZAPATAS
PILA (P-15)	C. PROFUNDA. PILOTES	
PILA (P-16)	C. PROFUNDA. PILOTES	
VIADUCTO NORTE	PILA (P-17)	C. DIRECTA. ZAPATAS
	PILA (P-18)	C. DIRECTA. ZAPATAS
	ESTRIBO (E-2)	C. DIRECTA. ZAPATAS

En lo que sigue se recogen los criterios que se han considerado para adoptar el tipo de cimentación en cada uno de los apoyos de la estructura, indicando algunos condicionantes constructivos a tener en cuenta.

Viaducto Sur:

Estribo (E-1): Situado en el pk. 3+600 del tronco, se emplaza sobre materiales de tipo jabre (granito GM V-VI). Para la adecuación de una cimentación directa a la cota de las existentes se precisará de grandes excavaciones, obligando a la protección del terraplén y estribo existente mediante pantallas. Por ello se considera adecuado que la cimentación sea profunda mediante pilotes en ambas márgenes del viaducto. Dada la proximidad de la roca se han alargado los pilotes hasta conseguir un empotramiento de la punta en la roca.



Zona con depósitos de jabre a lo largo del viaducto sur.

Pila (P-1): Situado en el pk. 3+570 del tronco, se emplaza sobre materiales de tipo jabre (granito GM V-VI) pudiendo afectar puntualmente a rellenos compactados de la vías existentes. La cimentación de las pilas existentes es profunda mediante pilotes. Para la adecuación de una cimentación directa se precisará excavaciones que afectarían a los carriles de acceso y a la explanada de las vías

próximas, siendo preciso la colocación de protecciones. Por ello se considera adecuado que la cimentación sea profunda mediante pilotes en ambos márgenes del viaducto.

En la margen derecha la excavación de la pila deberá quedar protegida en su cara norte mediante algún elemento de contención tipo micropilote. Los pilotes se empotrarán en roca.

Pila (P-2): Situado en el pk. 3+530 del tronco, se emplaza sobre materiales de tipo jabre (granito GM V-VI) pudiendo afectar puntualmente a rellenos compactados de la vías existentes. La cimentación de las pilas existentes es directa sobre el jabre.

En la margen izquierda la posición de la pila se encuentra próxima a la cabeza de un talud, así como a la pila existente y a un edificio. Por ello se considera adecuado que la cimentación sea profunda mediante pilotes. Para la excavación del encepado se requerirá de una protección en el lateral del edificio, cara sureste de la excavación. Los pilotes se empotrarán en roca.

En la margen derecha el desnivel de la zona de apoyo ligado a las potentes excavaciones necesarias para la adecuación de la cimentación de la pila a la cota de las existentes (35,8) afectaría a la carretera por lo que se recomienda que la cimentación sea profunda mediante pilotes.

Pila (P-3): Situado en el pk. 3+490 del tronco, se emplaza sobre materiales de tipo jabre (granito GM V-VI) pudiendo afectar puntualmente a rellenos compactados de la vías existentes. La cimentación de las pilas existentes es directa sobre el jabre.

En la margen izquierda la posición de la pila se encuentra próxima a la calzada de acceso a la autopista. Para la excavación de la cimentación a la cota de las existentes (35,6) se deberían acometer importantes excavaciones, que precisarían de protección a borde izquierdo. Por ello se considera adecuado que la cimentación sea profunda mediante pilotes.

En la margen derecha el desnivel es menor y la excavación necesaria sería de aproximadamente 3 m. Por sencillez en el proceso constructivo se recomienda la ejecución de una cimentación profunda mediante pilotes empotrados en roca.

Pila (P-4): Situado en el pk. 3+440 del tronco, se emplaza sobre materiales de tipo jabre (granito GM V-VI) pudiendo afectar puntualmente a rellenos compactados de la vías existentes. La cimentación de las pilas existentes es profunda mediante pilotes.

En la margen izquierda la posición de la pila se encuentra próxima a una ladera de fuerte pendiente ascendente coronada por un paso superior sobre la carretera nacional. Las excavaciones necesarias son importantes por lo que se opta por una cimentación profunda mediante pilotes empotrados en roca.

En la margen derecha el encaje de una cimentación directa a la cota de los apoyos actuales obligaría a grandes excavaciones descalzando la cimentación actual. Por ello se recomienda la ejecución de una cimentación profunda mediante pilotes empotrados en roca.

Pila (P-5): Situado en el pk. 3+400 del tronco, se emplaza sobre materiales de tipo jabre (granito GM V-VI) pudiendo afectar puntualmente a rellenos compactados de la vías existentes. La cimentación de las pilas existentes es directa a las cota 18,6 y 17,8.

En la margen izquierda la posición de la pila se encuentra en una zona con una fuerte pendiente que crece en su borde izquierdo coronándose con la calzada de desvío de entrada al peaje. La cota del terreno es la 35 y hacia el borde izquierdo alcanza la 43. Con esta topografía pretender alcanzar la cota de las cimentaciones existentes supone grandes excavaciones por lo que se opta por una cimentación profunda mediante pilotes empotrados en roca.

En la margen derecha el encaje de una cimentación directa a la cota de los apoyos actuales (17,8) obligaría a grandes excavaciones y derrames. Aunque no existen limitaciones en planta por sencillez en el proceso constructivo se recomienda la ejecución de una cimentación profunda mediante pilotes empotrados en roca.

Pila (P-6): Situado en el pk. 3+350 del tronco, se emplaza sobre materiales de tipo jabre (granito GM V-VI) pudiendo afectar puntualmente a rellenos compactados de la vías existentes. La cimentación de las pilas existentes es directa a las cota 13,4 y 12,5.

En la margen izquierda la cota del terreno corresponde aproximadamente a la 27, de modo que para alcanzar la cota de cimentación de las pilas existentes se deberían realizar importantes excavaciones por lo que se opta por una cimentación profunda mediante pilotes.

En la margen derecha ocurre algo similar a la margen izquierda por lo se recomienda una cimentación profunda mediante pilotes empotrados en roca.

Pila (P-7): Situado en el pk. 3+310 del tronco, se emplaza sobre materiales de tipo jabre (granito GM V-VI). La cimentación de las pilas existentes es directa a las cota 18,8 y 17,5.

La presencia de viviendas en la margen izquierda y la cota del terreno (32) suponen que para alcanzar la cota de las cimentaciones existentes se deberían realizar grandes excavaciones cuyos derrames afectarían a las edificaciones por lo que se recomienda una cimentación profunda mediante pilotes. Además se deberá recurrir a una medida de contención en el borde Este de la excavación mediante micropilotes.

En la margen derecha no hay posibles afecciones, sin embargo la magnitud de las excavaciones a realizar para una cimentación mediante zapatas hace recomendable que la misma sea de tipo profunda al igual que en la margen izquierda. Los pilotes empotrarán en la roca.

Pila (P-8): Situado en el pk. 3+260 del tronco, se emplaza en una zona de falla, en el contacto entre el material granítico alterado de tipo jabre (granito GM V-VI) y el granito sano (GM. II- III). Estos contactos son por definición de naturaleza irregular y su trazo es variable. La cimentación de las pilas existentes es directa a las cota 27,3 y 25,1.

La presencia de viviendas en la margen izquierda y la cota del terreno (34) suponen que para alcanzar la cota de las cimentaciones existentes se deberían realizar grandes excavaciones. Para una cimentación directa se debe asegurar un comportamiento homogéneo del terreno. Debido a la incertidumbre del trazo del contacto entre el jabre y la roca sana y para evitar afecciones y reducir el impacto de la obra se recomienda que la cimentación sea profunda mediante pilotes empotrados en roca.

Al oeste del apoyo de la margen derecha se encuentran las vías del ferrocarril que no deben ser afectadas por los posibles derrames de la excavación de las cimentaciones. Por ello se recomienda que la cimentación sea de tipo profunda al igual que en la margen izquierda. Además se deberá recurrir a una medida de contención tipo micropilotes en el borde Oeste de la excavación.

En este caso se ha recomendado un empotramiento mínimo de 5 diámetros (6,25 m) pero en función de la calidad de la roca se deberá adaptar en obra.

Pila (P-9): Situado en el pk. 3+215 del tronco, se emplaza sobre el granito sano (GM. II- III). La cimentación de las pilas existentes es directa a las cotas 28,1 y 23,3.

La proximidad de viviendas en la margen izquierda y que la pila en esta margen corresponde a la pila considerada fija para la disposición del tablero del viaducto hace recomendable que la cimentación sea profunda mediante pilotes. Además se deberá recurrir a una medida de contención en el borde Este de la excavación mediante micropilotes.

En la margen derecha debido a la diferencia de cota entre la cimentación existente y la del terreno, y la proximidad de la vía férrea se recomienda que la cimentación sea de tipo profunda al igual que en la margen izquierda. En este caso se ha recomendado un empotramiento mínimo de 5 diámetros (6,25 m) pero en función de la calidad de la roca se deberá adaptar en obra.

Pila (P-10): Situado en el pk. 3+170 del tronco, se emplaza sobre el granito sano (GM. II- III). Las cimentaciones de las pilas existentes son directas a las cotas 22,8 y 24,1.

La pila del margen derecho se considera fija para la disposición del tablero del viaducto de modo que la cimentación será profunda mediante pilotes para evitar excavaciones y derrames que afecten a las existentes. En este caso se ha recomendado un empotramiento mínimo de 5 diámetros (6,25 m) pero en función de la calidad de la roca se deberá adaptar en obra.

La pila (P-10) de la margen izquierda y las pilas (P-11, P-12, P-13 y P-14) de ambas márgenes situadas en los pks. 3+120, 3+070, 3+030 y 2+980, se emplazan sobre granito sano y puntualmente sobre relleno compactado de las vías de comunicación existentes. Las cimentaciones de las pilas existentes son directas.

Para la adecuación de las nuevas pilas, puesto que no existe grandes diferencias de cota y no se dan afección notables se recomienda que los apoyos tanto de la margen izquierda como derecha sean directos mediante zapatas.

En la pila P-14 en el margen izquierdo se deberá recurrir a una medida de contención en el borde Norte de la excavación mediante micropilotes.

Pila (P-15): Se emplaza en el pk. 2+920 sobre el substrato rocoso sano (GM II- III) que se encuentra tapizado por rellenos antrópicos formados vertidos propios de la obra de construcción del viaducto actual.

Se estima que la roca sana se encuentra en torno a la cota 8 m de profundidad. Esto, unido a la presencia de una zona arqueológica entre las pilas hace recomendable la ejecución de una cimentación profunda mediante pilotes en ambas márgenes empotrados en roca.

Además se deberá recurrir a una medida de contención durante la excavación de los encepados mediante micropilotes. En la margen izquierda en el borde Oeste de la excavación y en la margen derecha en el borde Sur de la excavación.

Pila (P-16): Se emplaza en el pk. 2+875 sobre el substrato rocoso sano (GM II- III) que se encuentra tapizado por un potente espesor de rellenos antrópicos y vertidos propios de la obra de construcción del viaducto actual.

Las pilas se emplazan en la zona inferior de la ladera. En los reconocimientos realizados en esta zona SD-11 y SD-12 se comprobó la presencia de un espesor de relleno entre 7,5 y 13,5. Para superar estos rellenos se define una cimentación, para las pilas de cada margen, profunda de tipo pilote empotrados en roca.

Viaducto Norte:

Los apoyos de este viaducto corresponden a las pilas P-17 y P-18 y al estribo E-2, que se emplazan respectivamente en los pks. 2+115, 2+070 y 2+040.

Los apoyos se encuentran en el substrato rocoso sano cubierto localmente por rellenos compactados ligados a las vías de comunicación existentes. La cimentación de estos apoyos podrá ser directa sobre el granito (GM II- III). Las cotas de apoyos son variables debido a lo irregular del terreno y dependen del emplazamiento de cada pila (Ver secciones transversales en apéndice).

Para la adaptación del estribo E-2 se procederá a la excavación del terreno hasta la cota 41 recreciendo la misma con hormigón pobre hasta la cota de cimentación considerada, 43 en la margen izquierda y 45,5 en la margen derecha. Con ello se pretende homogeneizar la profundidad de apoyo de los nuevos estribos a los existentes.



Materiales rocosos situados a lo largo del Viaducto de acceso al Puente de Rande Norte.
A continuación se presentan unas tablas resumen de cimentación para cada uno de los viaductos.



VIADUCTO SUR LADO IZQUIERDO

Ejes de Pilas y Estribos			CIMENTACIÓN				
	L	PK	Tipo	Pv adm (kg/cm ²)	Tensión de trabajo (Mpa)	L _{pilote}	Observaciones
	[m]	[km]				[m]	
E1		3+594	Pilote Jabre		6,5	10	Descalce estribo. Se empotra en la roca
P1	25	3+569	Pilote Jabre		6,5	20,5	Descalce/ Afección carretera. Ampliar campaña con sondeo. Se empotra en la roca.
P2	37	3+532	Pilote Jabre		6,5	20	Descalce edificio+zapata girada+micros protección. Se empotra en la roca.
P3	43	3+489	Pilote Jabre		6,5	29,4	Descalce carretera (sólo afecta arcén). Ampliar campaña con sondeo.
P4	46	3+443	Pilote Jabre		6,5	27	Desmonte excesivo. Ampliar campaña con sondeo. Se empotra en la roca.
P5	46	3+397	Pilote Jabre		6,5	23	Desmonte excesivo. Ampliar campaña con sondeo. Se empotra en la roca.
P6	46	3+351	Pilote Jabre		6,5	23	Desmonte excesivo. Ampliar campaña con sondeo. Se empotra en la roca.
P7	45	3+306	Pilote Jabre		6,5	29,4	Excavación afecta edificios: pantalla micropilotes. Ampliar campaña con sondeo. Se empotra en la roca.
P8	46	3+260	Pilote Roca/Falla		6,5	6,25	Pilotado por presencia falla. Se propone un empotramiento mínimo de 5 diámetros en roca (6,25 m).
P9	46	3+214	Pilote Roca		6,5	6,25	Excavación afecta edificios: pantalla micropilotes. Se propone un empotramiento mínimo de 5 diámetros en roca (6,25 m).
P10	41	3+173	Superficial	10			Zapata cuadrada por FC (parcialmente enterrada)
P11	51	3+122	Superficial	10			
P12	49	3+073	Superficial	10			Se excavará 2,50 m en roca
P13	46	3+027	Superficial	10			Se excavará 2,50 m en roca
P14	46	2+981	Superficial	10			
P15	63	2+918	Pilote Roca		6,5	6,25	Pila castillo pilotada
P16	31	2+287	Pilote Roca		6,5	11,2	Pila sobre rellenos antrópicos sobre la ría. Se empotra en la roca.

VIADUCTO NORTE LADO IZQUIERDO

Ejes de Pilas y Estribos			CIMENTACIÓN				
	L	PK	Tipo	Pv adm (kg/cm ²)	Tensión de trabajo (Mpa)	L _{pilote}	Observaciones
P17	45	2+115	Superficial	10,0			
P18	30	2+070	Superficial	10,0			Zapata girada por carretera + Micros protección
E2		2+040	Superficial	10,0			

VIADUCTO SUR LADO DERECHO

Ejes de Pilas y Estribos			CIMENTACIÓN				
	L	PK	Tipo	Pv adm (kg/cm ²)	Tensión de trabajo (Mpa)	L _{pilote}	Observaciones
	[m]	[km]				[m]	
E1		3+594	Pilote Jabre		6,5	20,0	Estribo pilotado. Se empotra en la roca.
P1	25	3+569	Pilote Jabre		6,5	29,4	Pilotes afección a carretera + Micropilote para no afectar carril. Ampliar campaña con sondeo. Se empotra en la roca..
P2	40	3+529	Pilote Jabre		6,5	29,4	Descalce carretera (sólo afecta arcén). Se empotra en la roca.
P3	40	3+489	Pilote Jabre		6,5	10	Ampliar campaña con sondeo.
P4	46	3+443	Pilote Jabre		6,5	16,4	Descalce pila existente. Ampliar campaña con sondeo. Se empotra en la roca.
P5	46	3+397	Pilote Jabre		6,5	15,9	Ampliar campaña con sondeo. Se empotra en la roca.
P6	46	3+351	Pilote Jabre		6,5	17,6	Ampliar campaña con sondeo. Se empotra en la roca.
P7	45	3+306	Pilote Jabre		6,5	24	Ampliar campaña con sondeo. Se empotra en la roca..
P8	46	3+260	Pilote Roca/Falla		6,5	6,25	Pilotado por presencia falla + Micropilotes FC(para enterrarla y salvar camino peatonal)
P9	46	3+214	Pilote Roca		6,5	6,25	Pilotes por FC (parcialmente enterrada). Se propone un empotramiento mínimo de 5 diámetros en roca (6,25 m).
P10	41	3+173	Pilote roca		6,5	6,25	Se propone un empotramiento mínimo de 5 diámetros en roca (6,25 m).
P11	51	3+122	Superficial	10			
P12	49	3+073	Superficial	10			
P13	46	3+027	Superficial	10			
P14	46	2+981	Superficial	10			
P15	63	2+918	Pilote Roca		6,5	6,25	Pila castillo
P16	31	2+287	Pilote Roca		6,5	17,0	Pila sobre rellenos antrópicos sobre la ría. Se empotra en la roca..

VIADUCTO NORTE LADO DERECHO

Ejes de Pilas y Estribos			CIMENTACIÓN				
	L	PK	Tipo	Pv adm (kg/cm ²)	Tensión de trabajo (Mpa)	L _{pilote}	Observaciones
	[m]	[km]				[m]	
P17		2+115	Superficial	10,0			Zapata girada por carretera + Micros protección
P18	50	2+065	Superficial	10,0			
E2	35	2+030	Superficial	10,0			

Otras recomendaciones y consideraciones

El nivel freático no se prevé afecte a la excavación de las zapatas y encepados proyectados, sin embargo no se descarta que sea cortado durante la ejecución de los pilotes.

Las muestras analizadas sobre el nivel de alteración del substrato rocoso, jabre, presentaron una agresividad débil frente a la acidez Baumann- Gully (EHE98) (EHE 98). Definiendo así un tipo de exposición Qa.

Para la ejecución de los pilotes en roca se debe tener en cuenta que los mismos, a pesar de la fracturación del macizo, serán difíciles de perforar. Se deberá tener en cuenta para la selección del tipo de perforación de los pilotes la necesidad del uso de trepano de perforación.

7.5.4.- Paso Inferior (4.9). Pk 4+900

Introducción. Investigación realizada

Se trata de un paso inferior existente que será ampliado por la margen derecha. La ampliación se realizará mediante la prolongación del marco una vez demolidas las aletas existentes.

Para el análisis de la cimentación de la estructura se cuenta con una cartografía geológica-geotécnica de detalle (1:1000).

Descripción del terreno

Durante la realización de la cartografía de detalle elaborada para el proyecto se pudo comprobar que en la zona donde se emplaza la estructura se reconocen afloramientos de granito alterado a jabre (GM V-VI)



Como se observa la estructura se desarrolla sobre el suelo de alteración tipo Jabre.

Recomendaciones de cimentación

La tipología de marco cerrado implica que la tensión transmitida al terreno por la estructura sea inferior a la transmitida por el terraplén por lo que los asentamientos esperables serán similares o inferiores a los que se produzcan por la ejecución del relleno. No se ha realizado cálculo específico de la capacidad portante por estimarse que la sobrecarga del terreno (terraplén) anula la carga transmitida por la estructura.

Los parámetros geotécnicos de los materiales afectados son los siguientes:

TIPO DE SUELO	γ aparente (KN/m ³)	γ sumergida (KN/m ³)	$c'=(\text{KPa})$	$\phi' (^{\circ})$	E (KPa)
JABRE 1	16	6	10	31	80000

En el cálculo de la carga admisible en la cimentación de las aletas, que corresponderán en este caso a un marco en "U", son válidas las indicaciones recogidas para la anterior estructura en el cálculo de la cimentación directa sobre el granito alterado a jabre. De modo que se considera admisible cargas de hasta 3 kg/cm². Dado el tipo de aletas la seguridad al deslizamiento de los muros está garantizada.

Otras recomendaciones y consideraciones

El nivel freático no se prevé afecte a la excavación de las cimentaciones proyectadas.

Las muestras analizadas sobre el nivel de alteración del sustrato rocoso, jabre, presentaron una agresividad débil frente a la acidez Baumann- Gully (EHE98). Definiendo así un tipo de exposición Qa.

7.5.5.- Pasarela Peatonal (5.1). Pk 5+100

Introducción. Investigación realizada

Se trata de la pasarela peatonal Faro de Vigo, que se pretende modificar mediante el desplazamiento de dos de sus pilas centrales por la ampliación de la calzada.

Para el análisis de la cimentación de la estructura se cuenta con una cartografía geológica-geotécnica de detalle (1:1000).

Descripción del terreno

Durante la realización de la cartografía de detalle elaborada para el proyecto se pudo comprobar que en la zona donde se emplaza la estructura se reconocen afloramientos de granito alterado a jabre (GM V-VI)



La estructura se desarrolla sobre el suelo de alteración tipo Jabre.

Recomendaciones de cimentación

En general, dadas las características del sustrato rocoso alterado sobre el que se localizan los apoyos, no se prevé ningún tipo de problema en la cimentación de los apoyos a modificar.

Atendiendo a las características geotécnicas de las unidades afectadas se considera que la cimentación podrá ser directa sobre el sustrato rocoso alterado.

Como ya se ha citado, se han tomado los valores razonablemente conservadores para el cálculo de la tensión admisible del terreno en función de los ensayos de laboratorio realizados para la caracterización geotécnica del material.

Seleccionando unos parámetros desfavorables de manera que los resultados obtenidos ofrezcan un grado de seguridad adicional a los propios del cálculo.

TIPO DE SUELO	γ aparente (KN/m ³)	γ sumergida (KN/m ³)	$c'=(\text{KPa})$	$\phi' (^{\circ})$	E (KPa)
JABRE 1	16	6	10	31	80000

Cálculos

La geometría mayor estimada de las zapatas estudiadas es de:

Anchura $B = 3,0$ m

$L = 4,75$ m

$D = 1,0$ m

Las cargas consideradas han sido.

$V = 1.600$ Kn

$M_b = 5680$ Kn m/m

Con estos parámetros y tal como se recoge en cálculos anteriores se obtienen una presión máxima admisible $P_{v \text{ adm}}$ para la rotura de:

$$\checkmark P_{v \text{ adm}} = 4,0 \text{ kg/cm}^2$$

Debido a la naturaleza granular del suelo es razonable suponer que los asentamientos que se producirán en este tipo de materiales serán simultáneos a la construcción y que no se dilatarán en el tiempo. El asentamiento por tanto se considera elástico y su influencia en el comportamiento del viaducto inapreciable pues cualquier irregularidad quedará resuelta durante la fase de construcción.

De manera conservadora se recomienda sobre materiales pertenecientes a los perfiles de alteración del granito (jabre) no superarse la presión de trabajo de:

$$\checkmark P_{v \text{ trabajo}} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

En proyecto se estima una carga máxima de trabajo de $1,11 \text{ kg/cm}^2$. Con dicha carga de trabajo se estima que los asentamientos serán inferiores a 1 cm .

Otras recomendaciones y consideraciones

El nivel freático no se prevé afecte a la excavación de las cimentaciones proyectadas.

Las muestras analizadas sobre el nivel de alteración del substrato rocoso, jabre, presentaron una agresividad débil frente a la acidez Baumann- Gully (EHE98). Definiendo así un tipo de exposición Qa.

7.5.6.- Viaducto (5.3). N-552. Pk 5+300

Introducción. Investigación realizada

La estructura existente está constituida por dos tableros independientes de hormigón pretensado. Cada uno tiene tres vanos, siendo soportado por dos estribos y dos pilas. La tipología de la ampliación a ambos lados de la estructura viene determinada por la reducción del gálibo vertical de la carretera N-522, por ello se opta por un puente mixto formado por un cajón metálico y una losa superior de hormigón.

Para el estudio de la cimentación de la estructura se cuenta con una cartografía geológica-geotécnica de detalle (1:1000).

Descripción del terreno

Los trabajos de campo indican que el emplazamiento de la estructura se produce sobre materiales constituidos por granito alterado a jabre (GM V-VI)



Recomendaciones de cimentación

En general, dadas las características del sustrato rocoso alterado sobre el que se localizan los apoyos, no se prevé ningún tipo de problema en la cimentación de la estructura a ampliar. Por condiciones estructurales la cimentación de los estribos será profunda, mientras que las pilas presentarán una cimentación directa mediante zapatas.

Para el cálculo de las cimentaciones se dan por válidas las consideraciones realizadas en los cálculos genéricos tanto directa como profunda sobre los materiales tipo jabre.

En cimentación directa, se consideran unos parámetros algo más desfavorables de manera que los resultados obtenidos ofrezcan un grado de seguridad adicional a los propios del cálculo.

TIPO DE SUELO	γ aparente (KN/m ³)	γ sumergida (KN/m ³)	c'=(KPa)	ϕ' (°)	E (KPa)
JABRE 1	16	6	10	31	80000

En cimentación profunda, se han seleccionado unos parámetros mejorados sobre los seleccionados para la cimentación superficial pero siempre dentro de los límites de los resultados de ensayos de laboratorio. De esta manera se busca no penalizar excesivamente los coeficientes de seguridad del cálculo aproximándonos a las condiciones reales del terreno en la cimentación.

TIPO DE SUELO	γ aparente (KN/m ³)	γ sumergida (KN/m ³)	C (KN/m ³)	Φ (°)	E (KN/m ²)
Jabre	20	10	30	32	80000

Cálculos

Cimentación Superficial sobre Jabre

Siguiendo las indicaciones y cálculos recogidos anteriormente al sustrato rocoso alterado se le reconoce una tensión admisible de 3 kg/cm². En proyecto se estima una carga en las zapatas de 2 kg/cm². Con esta carga el asiento estimado es de 0,67 cm.

TITULO DEL DOCUMENTO:
TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
TERRENO JABRE

GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

ESTIMACIÓN DE MOVIMIENTOS. CÁLCULOS CON EL MODELO ELÁSTICO

El terreno podrá caracterizarse de acuerdo con el modelo elástico lineal, que queda definido por los parámetros E (módulo de elasticidad) y ν (módulo de Poisson).
 Para el caso de terrenos heterogéneos el cálculo puede realizarse después de calcular el valor medio equivalente del módulo de elasticidad, determinado mediante la siguiente expresión:

$$E = \frac{\sum \Delta \sigma \cdot h_i}{\sum \left(\frac{\Delta \sigma_i}{E_i} \right) \cdot h_i}$$

Donde:
 E = Módulo de elasticidad medio equivalente
 E_i = Módulo de elasticidad del estrato i.
 h_i = Espesor del estrato i
 $\Delta \sigma_i$ = Incremento de la presión vertical total, en el centro del estrato i, en la vertical del centro de la cimentación, creado por la carga aplicada sobre la misma.

Para estimar los valores de $\Delta \sigma_i$ a utilizar se debe utilizar la teoría de la elasticidad, pudiéndose adoptar la siguiente expresión:

$$\Delta \sigma = p \cdot (1 - \cos^3 \alpha)$$

Donde:
 p = Presión media transmitida por la cimentación.
 α = arctg (a/z), expresado en radianes.
 a = Radio de la cimentación circular equivalente $a = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$

A = Área de apoyo de la cimentación.
 z = Profundidad base del punto en cuestión, bajo el plano de apoyo de la cimentación.

Para el caso de cimentaciones alargadas L/B > 10 se aplica:

$$\Delta \sigma = p \cdot \frac{2\varepsilon + \text{sen } 2\varepsilon}{\pi}$$

Donde:
 ε = arctg (B/2z), expresado en radianes.

Como módulo de Poisson equivalente se puede adoptar:

$$\nu = \frac{\sum \nu_i \cdot h_i \cdot \Delta \sigma_i}{\sum h_i \cdot \Delta \sigma_i}$$

Profundidad donde se ha considerado asientos nulos	4,38 m	$\Delta \sigma_v'$ (donde s=0)	0,81%					
TIPO DE TERRENO	Cota superior capa	Espesores considerados		Parámetros geotécnicos adoptados				
		saturado	seco	total	E (kPa)	ν	Zi (m)	$\Delta \sigma$ (kPa)
1.- JABRE 1	0	0	4,3796	4,38	80000	0	2,1898125	175,84
2.-								
3.-								
4.-								
5.-								
6.-								

Quando el terreno se encuentre saturado y su consolidación requiera cierto tiempo, el movimiento calculado no se producirá de forma instantánea, sino después de transcurrido el plazo de consolidación. El movimiento instantáneo puede calcularse mediante las mismas expresiones ya indicadas pero utilizando los siguientes valores de los parámetros elásticos:

$$E_{\text{corto plazo}} = E \cdot \frac{1.5}{1 + \nu} \quad \nu_{\text{corto plazo}} = 0.5$$

Estimación de asientos. Análisis a Largo plazo

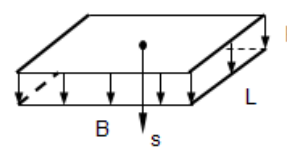
E_{equivalente}	80.000,0 kPa	ν_{equivalente}	0,00
--------------------------------	--------------	---	------

TÍTULO DEL DOCUMENTO:
TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE THEIS
CIMENTACIÓN VIADUCTO DE ACCESO
TERRENO JABRE

GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO.
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

ESTIMACIÓN DE MOVIMIENTOS. CÁLCULOS CON EL MODELO ELÁSTICO

CIMENTACIONES FLEXIBLES



$$s = \frac{2}{\pi} R \frac{p(1-\nu^2)}{E}$$

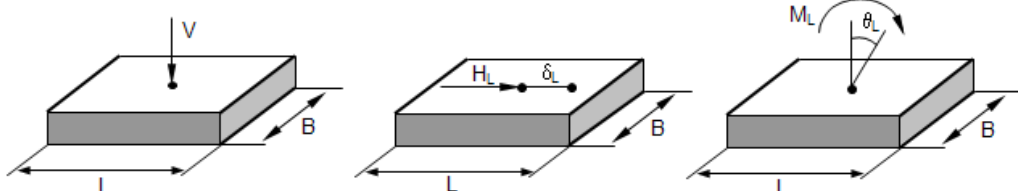
Donde:

$$R = B \operatorname{arg} \operatorname{sh} \left(\frac{L}{B} \right) + L \operatorname{arg} \operatorname{sh} \left(\frac{B}{L} \right)$$

p	315,42 kN/m ²
E	80.000,0 kPa
ν	0,00
R	5,59
B	2,29 m
L	4,75 m
s	-

s máximo admisible	-	p (para s máximo admisible)	-
s máximo estimado	-	p máximo admisible	-

CIMENTACIONES RÍGIDAS



$$s = \frac{V(1-\nu^2)}{1,25 \cdot E \cdot \sqrt{BL}} \quad L/B \leq 5$$

$$\delta_L = \frac{H_L}{E \cdot \sqrt{BL}}$$

$$\theta_L = \frac{4(1-\nu^2)}{E \cdot L^2 \cdot B} \cdot M_L$$

E	80.000,0 kPa	ν	0,00	B	2,29 m	L	4,75 m
p	315,42 kN/m ²	H_L	0,00 kN	M_L	0,00 m·kN		
V	3431,01 kN	H_B	0,00 kN	M_B	568,00 m·kN		
s	0,010 m	δ_L	0,0000 m	θ_L	0,00 °		
		δ_B	0,0000 m	θ_B	0,07 °		

s máximo admisible	0,0067 m	p (para s máximo admisible)	203,15 kN/m ²
s máximo estimado	0,0067 m	p máximo admisible	203,15 kN/m ²

RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

Tipo de Zapata	rígida		
s máximo estimado	0,0067 m	p máximo admisible	203,15 kN/m ²

*Carga máxima admisible limitada por limite de asiento máximo

Cimentación Profunda sobre Jabre

La cimentación proyectada corresponde a pilotes de diámetros de 0,8 m para los estribos 1 y 4 y de 1,25 para los estribos 2 y 3.

✓ Tensión media máxima admitida ≈ 5,0 Mpa

Para estas cargas y atendiendo a la caracterización de los materiales la longitud máxima de cálculo de los pilotes sobre jabre es de:

- ✓ Longitud de empotramiento = 17,60 m para pilotes de 0,80 m de diámetro (a tope estructural).
- ✓ Para determinar la longitud de los pilotes de 1,25 m de diámetro de deben utilizar las gráficas resumen del cálculo genérico realizado en apartados anteriores en el que para una determinada carga se obtiene una longitud de empotramiento.

Se recomienda realizar unos sondeos específicos en fase de obra para determinar la cota de la roca sana. Si esta aparece a una profundidad menor que la del pilote diseñado este se deberá empotrar entre 1,5 y 4 diámetros. El empotramiento final se deberá valorar con las condiciones reales observadas.

A continuación se adjunta un cálculo específico para las condiciones más desfavorables posibles en el entorno para pilotes de 0,8 m de diámetro.

PROYECTO CONSTRUCTIVO
AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9
TRAMO: ENLACE DE CANGAS- ENLACE DE TEIS

TITULO DEL DOCUMENTO:
CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
 Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
 Carga similar al tope estructural de 0,8 m

CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES

DATOS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN

Carga Vertical aplicada al pilote.-	2.500,00 KN
Tensión media máxima admitida.-	5,00 MPa
Diámetro mínimo (cumplir tope estructural).-	0,798 m
Diámetro mínimo comercial (cumplir tope estructural).-	800 mm
Diámetro del pilote considerado.-	0,800 m
Perimetro del pilote considerado.-	2,513 m
Área del pilote considerado.-	0,503 m²

CAPACIDAD MÁXIMA RESISTENTE DEL PILOTE PARA DISTINTOS DIÁMETROS

φ PILOTE (m)	Área pilote	Perimetro pilote	Capacidad máx pilote (KN)	Capacidad máx pilote (T)
0,50 m	0,196 m²	1,571 m	981,75 kN	98,17 t
0,55 m	0,238 m²	1,728 m	1187,91 kN	118,79 t
0,60 m	0,283 m²	1,885 m	1413,72 kN	141,37 t
0,80 m	0,503 m²	2,513 m	2513,27 kN	251,33 t
1,00 m	0,785 m²	3,142 m	3926,99 kN	392,70 t
1,25 m	1,227 m²	3,927 m	6135,92 kN	613,59 t
1,40 m	1,539 m²	4,398 m	7696,90 kN	769,69 t

PERFIL GEOTÉCNICO DE CÁLCULO. PARÁMETROS DE CÁLCULO

TIPO DE TERRENO	Cota superior capa	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ADOPTADOS									
		Tipo terreno	γ aparente (KN/m³)	γw (KN/m³)	c' (Kpa)	φ (°)	RCS	N _{SPT}	qc	PI	
1.- Jabre (GM V)	0	Granular	20	10	30	32					
2.-											
3.-											
4.-											
5.-											
6.-											
7.-											
8.-											
9.-											
10.-											
Cota del nivel freático		-5									

- γ.- Densidad
- c'.- Cohesión
- φ.- Ángulo de rozamiento
- RCS.- Resistencia a compresión simple
- N_{SPT}.- Índice del ensayo SPT
- qc.- Resistencia por punta a la penetración estática.
- PI.- Presión límite de ensayos presiométricos.

TITULO DEL DOCUMENTO:
CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
 Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
 Carga similar al tope estructural de 0,8 m

CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES. MÉTODO BASADO EN LOS PARÁMETROS RESISTENTES DEL MODELO DE MOHR-COULOMB
 (GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS)

RESISTENCIA POR PUNTA:

$$q_p = N_q^* \cdot \sigma'_{vo} + N_c^* \cdot c$$

Donde:

q_p = Carga de hundimiento unitaria por punta.

σ'vo = Presión vertical efectiva al nivel de la punta del pilote. Esta aproximación se considera para profundidades de la punta inferiores o iguales a 20 diámetros (Z_{PUNTA} < 20 D). Para para profundidades mayores se tomara σ'vo la presión vertical efectiva a una profundidad igual a 20 D (σ'vo(20D))

N_c* , N_q* = Factores de capacidad de carga para cimentaciones profundas.

c = Cohesión.

$$N_q^* = 1,5 \cdot \frac{1 + \text{sen } \phi}{1 - \text{sen } \phi} \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\phi)} \cdot f_D \quad N_c^* = \frac{N_q^* - 1}{\text{tg}(\phi)}$$

Para comprobar las situaciones a corto plazo (φ_{CÁLCULO} = 0), el valor de N_c* debe ser:

$$N_c^* (\phi_{\text{CÁLCULO}} = 0) = 9 F_d$$

Donde:

φ = Ángulo de rozamiento interno.

f_D = Factor adimensional que tiene en cuenta el tamaño del pilote (diámetro D)

$$f_D = 1 - \frac{1}{3} D \geq \frac{2}{3} \quad \text{expresando D en metros.}$$

VALORES DE CÁLCULO ADOPTADOS

Terreno en la punta del pilote.-	Jabre (GM V)
Cohesión en la punta del pilote (kPa).-	30,00 kPa
Ángulo de rozamiento interno en la punta (°).-	32,00 °
Factor de seguridad resistencia en punta.-	3

CONSIDERACIONES REALIZADAS

Terreno a partir del cual se debe empotramiento mínimo	Jabre (GM V)
Empotramiento mínimo considerado	8 D
Aplicar factor de empotramiento si no se alcanza empotramiento mínimo	SI
Permitir pilote de menor longitud del empotramiento mínimo considerado?	SI

VALORES DE CÁLCULO OBTENIDOS

Factor F ₀ calculado.-	0,733
Factor F ₀ considerado.-	0,733
Presión vertical efectiva al nivel de la punta σ'vo.-	226,00 kN/m²
Presión vertical efectiva a 20 φ de profundidad σ'vo(20D).-	212,00 kN/m²
Presión vertical efectiva considerada.-	212,00 kN/m²
Factor de capacidad de carga N _q *.-	25,494
Factor de capacidad de carga N _c *.-	39,199
Carga de hundimiento unitaria por punta.-	6,58 MPa
Factor de empotramiento.-	1,00
Sección de la punta.-	0,503 m²
Carga admisible unitaria por punta.-	2,19 MPa
Carga de hundimiento por punta del pilote (KN).-	3.307,87 KN
Carga de hundimiento por punta del pilote (t).-	330,79 t
Carga admisible por punta del pilote (KN).-	1.102,62 KN
Carga admisible por punta del pilote (t).-	110,26 t

TITULO DEL DOCUMENTO:
CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
 Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
 Carga similar al tope estructural de 0,8 m

CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES. MÉTODO BASADO EN LOS PARÁMETROS RESISTENTES DEL MODELO DE MOHR-COULOMB
 (GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS)

RESISTENCIA POR FUSTE:-

$$\tau_f = c + K_o \cdot tg(\delta) \cdot \sigma'_v$$

Donde:

- τ_f = Resistencia unitaria por fuste al nivel considerado
- c = Cohesión al nivel considerado
- K_o = Coeficiente de empuje al reposo.
- δ = Ángulo de fricción del contacto pilote-terreno.
- σ'_v = Presión vertical efectiva al nivel considerado

Cuando no se disponga de información fehaciente, acerca de los valores de K_o , y/o del ángulo δ , se puede suponer:

$$k_o \cdot tg(\delta) = 0,3$$

Para el caso de pilotes cuyo fuste esté en contacto con suelos arcillosos saturados, y para el análisis concreto de situaciones de corto plazo, se utilizará el valor:

$$\tau_f = s_u \cdot \frac{p_o}{p_o + s_u}$$

Donde:

- s_u = Resistencia al corte sin drenaje al nivel considerado.
- p_o = Presión de referencia, que se toma igual a 100 kPa

Análisis del hundimiento a Largo plazo

Valor de $K_o \cdot tg(\delta) = 0,3$ considerado.-	0,3
Factor de seguridad resistencia en fuste.-	2

NIVEL CONSIDERADO	Cota superior nivel (m)	$\sigma'_{v, \text{máx}}$ (kN/m ²)	$\sigma'_{v, \text{min}}$ (kN/m ²)	$\sigma'_{v, \text{med}}$ (kN/m ²)	Resistencia por fuste Unitaria (kN/m ²)		Resistencia por fuste total por nivel (kN)
					Calculada	Considerada	
1.- Jabre (GM V)	0	226	0	113	63,9	63,9	2.826,53 KN
2.-							
3.-							
4.-							
5.-							
6.-							
7.-							
8.-							
9.-							
10.-							

Cota de la base del pilote.-	-17,60 m
------------------------------	----------

Carga de hundimiento por fuste del pilote (KN).-	2.826,53 KN
Carga de hundimiento por fuste del pilote (t).-	282,65 t
Carga admisible por fuste del pilote (KN).-	1.413,26 KN
Carga admisible por fuste del pilote (t).-	141,33 t

TITULO DEL DOCUMENTO:
CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
 Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
 Carga similar al tope estructural de 0,8 m

CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES. MÉTODO BASADO EN LOS PARÁMETROS RESISTENTES DEL MODELO DE MOHR-COULOMB
 (GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS)

CARGAS ADMISIBLES.-

DATOS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN	
Diámetro del pilote.-	0,800 m
Longitud del pilote.-	17,6 m
Carga Vertical aplicada al pilote.-	2.500,00 KN
Tensión media máxima en el pilote.-	4,97 MPa
RESISTENCIA POR PUNTA.-	
Carga de hundimiento unitaria por punta.-	6,58 MPa
Carga de hundimiento por punta del pilote.-	3.307,87 KN
Factor de empotramiento.-	1,00
Factor de seguridad resistencia en punta.-	3
Carga admisible unitaria por punta.-	2,19 MPa
Carga admisible por punta del pilote (KN).-	1.102,62 KN
Carga admisible por punta del pilote (t).-	110,26 t
RESISTENCIA POR FUSTE.-	
Carga de hundimiento por fuste del pilote (KN).-	2.826,53 KN
Factor de seguridad resistencia en fuste.-	2
Carga admisible por fuste del pilote (KN).-	1.413,26 KN
Carga admisible por fuste del pilote (t).-	141,33 t
ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO	
Carga admisible en compresión (KN).-	2.515,89 KN
Carga admisible en compresión (t).-	251,59 t
Carga admisible en tracción (KN).-	1.413,26 KN
Carga admisible en tracción (t).-	141,33 t

VALORES OBTENIDOS PARA OTROS DIÁMETROS

DATOS GENERALES DE LA CIMENTACIÓN				
Diámetro del pilote.-	1,000 m	0,800 m	1,500 m	2,000 m
Longitud del pilote.-	13,00 m	17,60 m	8,00 m	6,60 m
Carga Vertical aplicada al pilote.-	2.500 KN	2.500 KN	2.500 KN	2.500 KN
Tensión media máxima en el pilote.-	3,18 MPa	4,97 MPa	1,41 MPa	0,80 MPa
RESISTENCIA POR PUNTA.-				
Carga de hundimiento unitaria por punta.-	5,24 MPa	6,58 MPa	2,72 MPa	1,55 MPa
Carga de hundimiento por punta del pilote.-	4.113 KN	3.308 KN	4.804 KN	4.864 KN
Factor de empotramiento.-	1,00	1,00	0,67	0,41
Factor de seguridad resistencia en punta.-	3	3	3	3
Carga admisible unitaria por punta.-	1,75 MPa	2,19 MPa	0,91 MPa	0,52 MPa
Carga admisible por punta del pilote (KN).-	1.371 KN	1.102,6 KN	1.601 KN	1.621 KN
Carga admisible por punta del pilote (t).-	137,09 t	110,26 t	160,13 t	162,13 t
RESISTENCIA POR FUSTE.-				
Carga de hundimiento por fuste del pilote.-	2.328 KN	2.827 KN	1.866 KN	1.966 KN
Factor de seguridad resistencia en fuste.-	2	2	2	2
Carga admisible por fuste del pilote (KN).-	1.164 KN	1.413 KN	933 KN	983 KN
Carga admisible por fuste del pilote (t).-	116,40 t	141,33 t	93,31 t	98,28 t
ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO.-				
Carga admisible en compresión (KN).-	2.535 KN	2.516 KN	2.534 KN	2.604 KN
Carga admisible en compresión (t).-	253,49 t	251,59 t	253,44 t	260,41 t
Carga admisible en tracción (KN).-	1.164,0 KN	1.413,3 KN	933,1 KN	982,82 t
Carga admisible en tracción (t).-	116,40 t	141,33 t	93,31 t	98,28 t

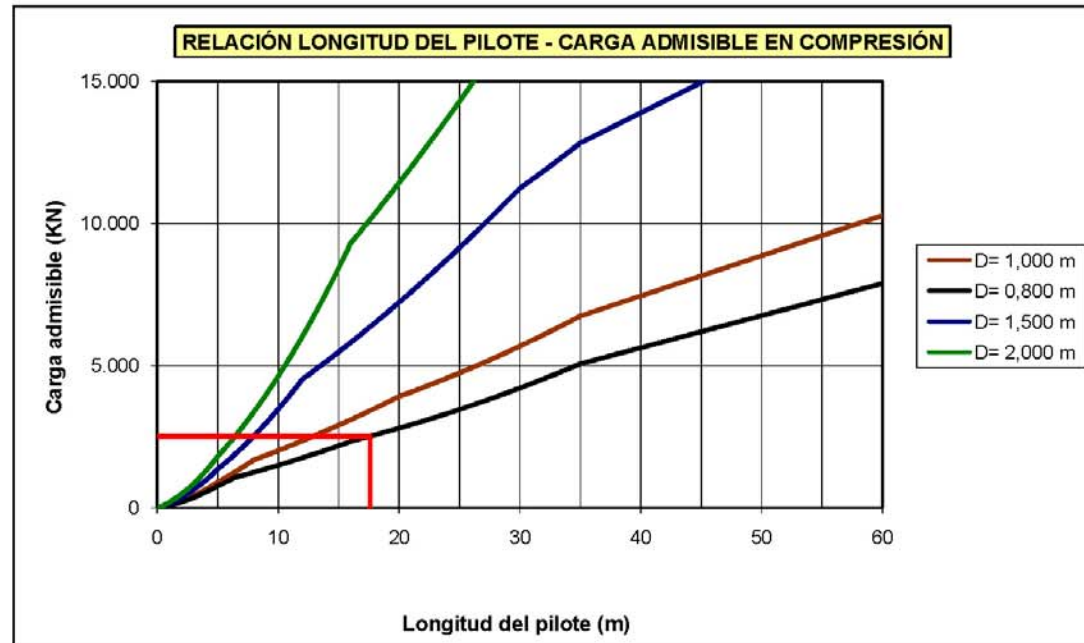
TITULO DEL DOCUMENTO:

CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
 Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
 Carga similar al tope estructural de 0,8 m

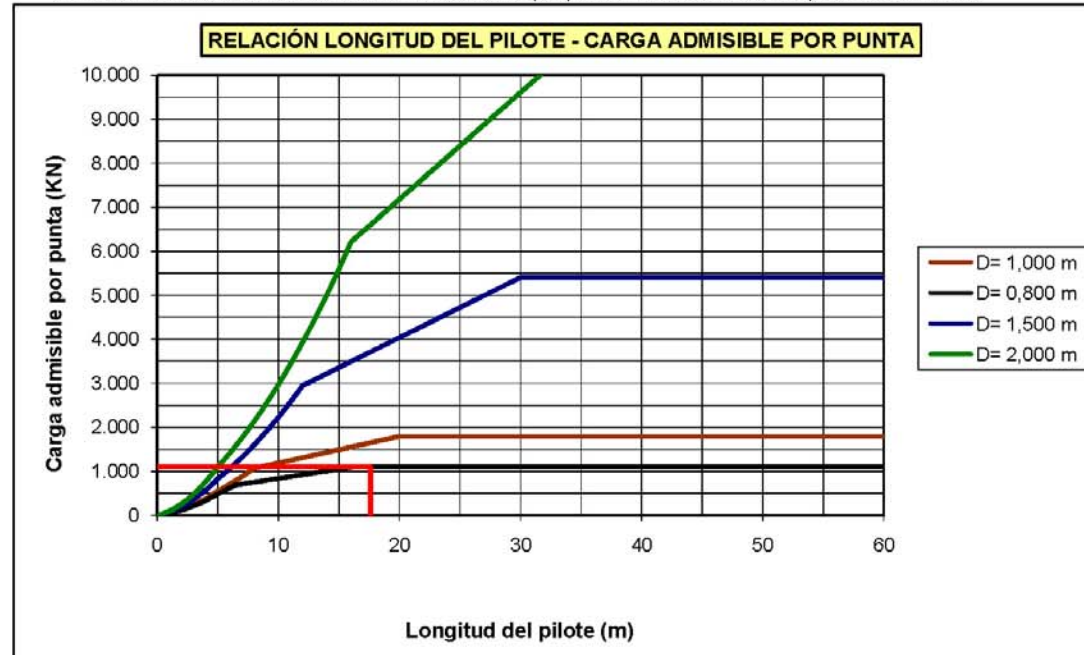
CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES. MÉTODO BASADO
 EN LOS PARÁMETROS RESISTENTES DEL MODELO DE MOHR-COULOMB

(GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS)

SALIDAS GRAFICAS (I).-



* Se ha considerado factor de reducción en la resistencia por punta si no se alcanza el empotramiento mínimo



* Se ha considerado factor de reducción en la resistencia por punta si no se alcanza el empotramiento mínimo

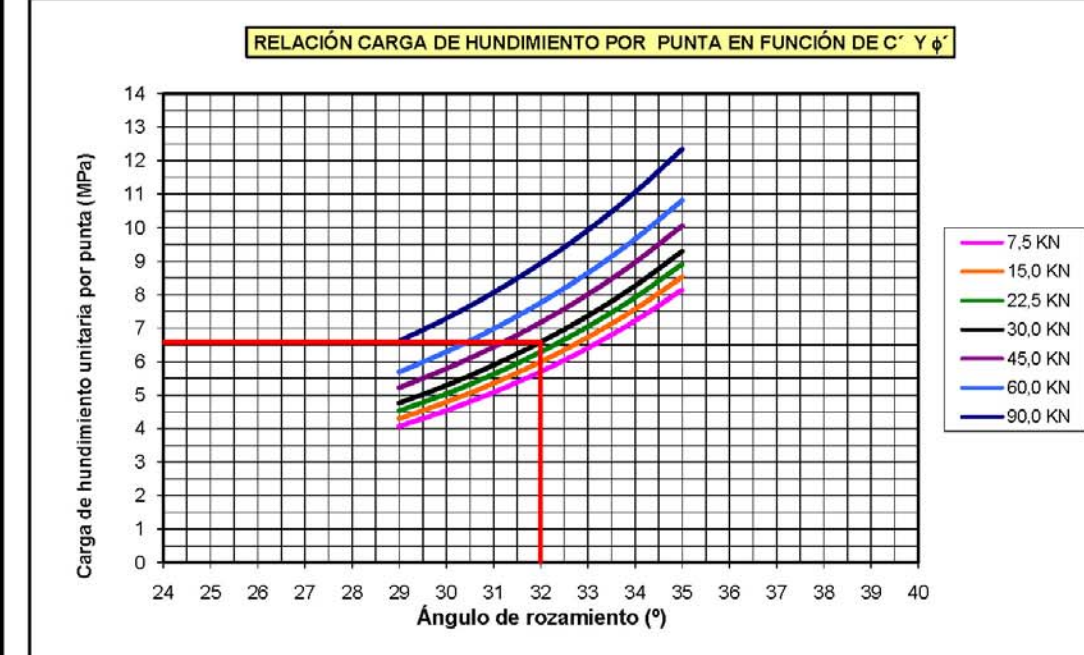
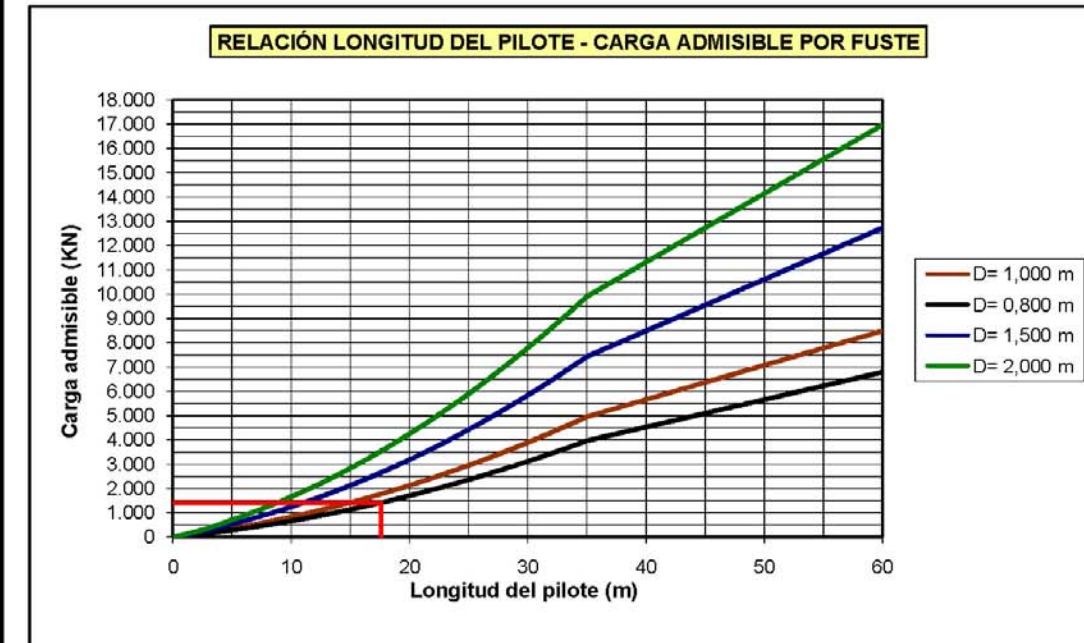
TITULO DEL DOCUMENTO:

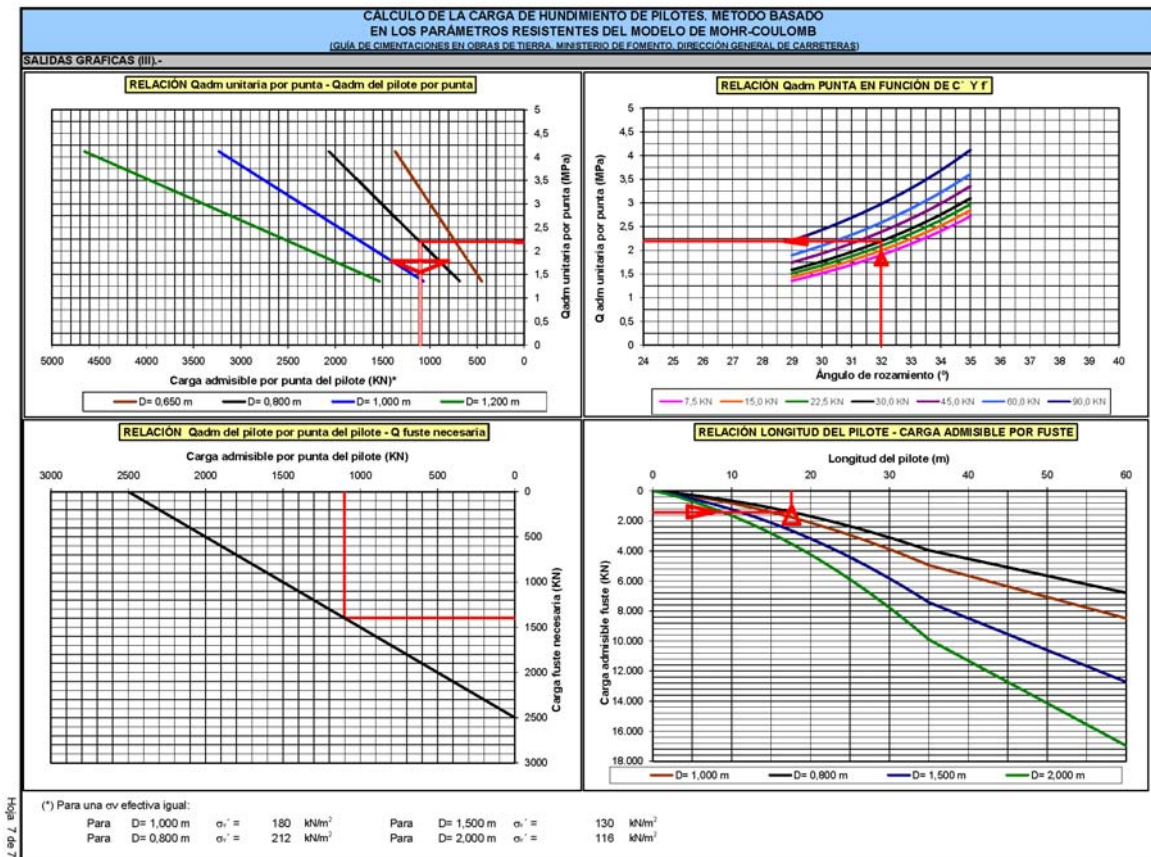
CÁLCULO GENÉRICO (JABRE)
 Para pilotes de 0,8 m, 1,0 m, 1,25 m y 1,5 m
 Carga similar al tope estructural de 0,8 m

CÁLCULO DE LA CARGA DE HUNDIMIENTO DE PILOTES. MÉTODO BASADO
 EN LOS PARÁMETROS RESISTENTES DEL MODELO DE MOHR-COULOMB

(GUÍA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE TIERRA. MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS)

SALIDAS GRAFICAS (II).-





7.5.7.- Pasarela Peatonal (5.6). Pk 5+600

Introducción. Investigación realizada

Se trata de la pasarela peatonal de Chapela, está constituida por tres tramos y una escalera. Los dos tramos extremos son los de subida y bajada y están paralelos a la autopista. El tramo central, es el objeto de modificación ya que es necesario el desplazamiento de los dos apoyos extremos y la construcción de una cuarta pila en el medio del vano largo para contener las flechas del tablero.

Para el análisis de la cimentación de la estructura se cuenta con una cartografía geológica-geotécnica de detalle (1:1000).

Descripción del terreno

Durante la realización de la cartografía de detalle elaborada para el proyecto se pudo comprobar que en la zona donde se emplaza la estructura se reconocen afloramientos de granito alterado a jabre (GM V-VI)

La estructura se desarrolla sobre el suelo de alteración tipo Jabre.

Recomendaciones de cimentación

En general, dadas las características del sustrato rocoso alterado sobre el que se localizan los apoyos, no se prevé ningún tipo de problema en la cimentación de los apoyos a modificar.

Atendiendo a las características geotécnicas de las unidades afectadas se considera que la cimentación podrá ser directa sobre el sustrato rocoso alterado.

Como ya se ha citado, se han tomado los valores razonablemente conservadores para el cálculo de la tensión admisible del terreno en función de los ensayos de laboratorio realizados para la caracterización geotécnica del material.

Seleccionando unos parámetros desfavorables de manera que los resultados obtenidos ofrezcan un grado de seguridad adicional a los propios del cálculo.

Otras recomendaciones y consideraciones

No está previsto que el nivel freático afecte a la excavación de las zapatas y encepados proyectados, sin embargo no se descarta que sea cortado durante la ejecución de los pilotes.

Las muestras analizadas sobre el nivel de alteración del sustrato rocoso, jabre, presentaron una agresividad débil frente a la acidez Baumann- Gully (EHE98). Definiendo así un tipo de exposición Qa.

Dado lo irregular de los perfiles de alteración para la ejecución de los pilotes se debe tener en cuenta la posibilidad de afectar a materiales del sustrato rocoso con un menor grado de alteración y que a pesar de su fracturación serán difíciles de perforar. Ello se deberá tener en cuenta para la selección del tipo de perforación de los pilotes, considerándose la necesidad del uso de trepano de perforación.

TIPO DE SUELO	γ aparente (KN/m ³)	γ sumergida (KN/m ³)	$c'=(\text{KPa})$	$\phi' (^{\circ})$	E (KPa)
JABRE I	16	6	10	31	80000

Cálculos

La geometría mayor estimada de las zapatas estudiadas es de:

$$\text{Anchura } B = 3,0 \text{ m}$$

$$L = 4,75 \text{ m}$$

$$D = 1,0 \text{ m}$$

Las cargas consideradas han sido.

$$V = 1.600 \text{ Kn}$$

$$M_b = 5680 \text{ Kn m/m}$$

Con estos parámetros se obtienen una presión máxima admisible $P_{v \text{ adm}}$ para la rotura de:

$$\checkmark P_{v \text{ adm}} = 4,0 \text{ kg/cm}^2$$

Debido a la naturaleza granular del suelo y al abundante número de muestras en las que el contenido en finos es inferior al 20% es razonable suponer que los asentamientos que se producirán en este tipo de materiales serán simultáneos a la construcción y que no se dilatarán en el tiempo. El asiento por tanto se considera elástico y su influencia en el comportamiento del viaducto inapreciable pues cualquier irregularidad quedará resuelta durante la fase de construcción.

De manera conservadora se recomienda sobre materiales pertenecientes a los perfiles de alteración del granito (jabre) no superase la presión de trabajo de:

$$\checkmark P_{v \text{ trabajo}} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

En proyecto se estima una carga máxima de trabajo de $1,0 \text{ kg/cm}^2$. Con dicha carga de trabajo se estima que los asentamientos serán inferiores a 1 cm.

Otras recomendaciones y consideraciones

El nivel freático no se prevé afecte a la excavación de las cimentaciones proyectadas.

Las muestras analizadas sobre el nivel de alteración del substrato rocoso, jabre, presentaron una agresividad débil frente a la acidez Baumann- Gully (EHE98). Definiendo así un tipo de exposición Qa.

7.5.8.- Muros

A lo largo de la traza se deberán realizar nuevos muros que permitan delimitar el alcance de los derrames de tierras de la nueva plataforma. En el lado Norte se deberá construir un muro en la mediana, muro 1, que salve el desnivel entre las calzadas izquierda y derecha. Este muro se prolongará durante centenares de metros y tendrá una altura variable de hasta unos 6 m. Para su ejecución será necesario el desvío de carriles hacia las márgenes exteriores de la autopista, dejando un ancho de ejecución de obras central suficiente para su ejecución. Igualmente en la margen norte se proyecta la construcción de los muros 2, 3, 4 y 5. Todos ellos situados en la margen izquierda de la vía. Todos estos muros quedarán apoyados sobre el substrato rocoso granítico sano (GM II- III).

La tipología estructural detallada en el proyecto es de muro in situ. No obstante en ciertas zonas se ha decidido ejecutar dicho muro mediante elementos prefabricados para reducir el plazo de ejecución y la afección a la autopista.

En la zona Sur se distinguen doce muros se emplazan sobre el substrato granítico alterado tipo Jabre (GM V- VI). Destacan los muros entre la pasarela de Chapela y el paso superior de Pasán. En estos, en el lado izquierdo se deberá retranquear el existente frente a unas viviendas, y en el lado derecho se hará lo mismo en unos 100 m de longitud. Para ello se alzarán un muro delante del existente y se conectarán sus zapatas en la secciones de más altura, procediéndose al relleno posterior del espacio entre el nuevo muro y el existente.

De entre los muros proyectados citar el muro 15 que corresponde a un muro de pilotes que sirve de contención al relleno de salida del viaducto 5.3.

Para la adecuación de los muros en lo que sigue se recogen los parámetros geotécnicos de los materiales afectados:

- ✓ Substrato rocoso Alterado (GM V- VI). Jabre.

TIPO DE SUELO	γ aparente (KN/m ³)	γ sumergida (KN/m ³)	$c'=(\text{KPa})$	$\phi' (^{\circ})$	E (KPa)
JABRE 1	16	6	10	31	80000

- ✓ Substrato rocoso Sano (GM II- III).

TIPO DE SUELO	Densidad aparente (T/m ³)	Qu matriz rocosa (Kg/cm ²)	RQD	Macizo Rocos		
				Ángulo de rozamiento ϕ	Cohesión efectiva C' (Mpa)	Módulo de deformación E (MPa)
Granito (GM II-III)	2,6	100- 500	>80	27	10	5000

En cuanto al análisis de la capacidad portante de los materiales que servirán de apoyo para la cimentación de los muros debemos referirnos a los cálculos realizados hasta el momento. De este modo:

- ✓ Sobre el substrato granítico alterado. Jabre se estima una $Pv_{admisible} = 3 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Sobre el substrato granítico sano (GM II- III) se estima una $Pv_{admisible} = 10 \text{ kg/cm}^2$

La relación de muros a ejecutar es la que se resume a continuación:

ESTRUCTURA		DESCRIPCIÓN MUROS					CIMENTACIÓN	
Denominación	Altura Max(m)	Tipología	PK INICIO	PK FIN	Longitud	Tipo		
MURO 1	Muro1-Tipo1	6	Muro Ménsula	0+40	1+720	1660	Superficial	
	Muro1-Tipo2	5						
	Muro1-Tipo3	4						
	Muro1-Tipo4	3						
	Muro1-Tipo5	2						
MURO 2	2	Muro Ménsula	0+680	0+740	60	Superficial		
MURO 3	2	Muro Ménsula	0+980	1+030	50	Superficial		
MURO 4	Muro4-Tipo1	8	Muro Ménsula. Recreido futuro	1+180	1+650	491	Superficial	
	Muro4-Tipo2	7						
	Muro4-Tipo3	6						
	Muro4-Tipo4	5						
	Muro4-Tipo5	4						
	Muro4-Tipo6	3						
	Muro4-Tipo7	2						
MURO 5	Muro5-Tipo1	4	Muro Ménsula	1+720	1+800	82,0	Superficial	
	Muro5-Tipo2	6						
	Muro5-Tipo3	5						
	Muro5-Tipo4	4						
	Muro5-Tipo5	3						
MURO 6	2	Muro Ménsula	3+600	3+700	100,0	Superficial		
MURO 7	Muro7-Tipo1	2	Muro Ménsula	5+318	5+415	97,0	Superficial	
	Muro7-Tipo2	5						
	Muro7-Tipo3	4						
	Muro7-Tipo4	3						
MURO 8	2	Muro Ménsula	5+415	5+480	65,0	Superficial		
MURO 9	3	Muro Ménsula	5+540	5+630	90,0	Superficial		
MURO 10	Muro10-Tipo1	4	Muro Ménsula	5+630	5+730	100,0	Superficial	
	Muro10-Tipo2	5						
	Muro10-Tipo3	7						
MURO 11	Muro11-Tipo1	5	Muro Ménsula	5+730	5+760	30,0	Superficial	
	Muro11-Tipo2	4						
	Muro11-Tipo3	3						
MURO 12	Muro12-Tipo1	5	Muro Ménsula	5+345	5+470	125,0	Superficial	
	Muro12-Tipo2	4						
	Muro12-Tipo3	3						
	Muro12-Tipo4	2						
MURO 13	3	Muro Ménsula	5+510	5+550	40,0	Superficial		
MURO 14	4	Muro Ménsula	5+740	5+760	20,0	Superficial		
MURO 15	6	Muro Pilotes	5+760	5+825	65,0	Profunda		
MURO 16	Muro16-Tipo1	4	Muro Ménsula	5+260	5+280	79,0	Superficial	
	Muro16-Tipo2	3						
MURO 17	3	Muro Ménsula	5+320	5+345	61,0	Superficial		

Altura medida sobre cara sup. zapata

8.- INVENTARIO DE CANTERAS Y PLANTAS DE HORMIGÓN

Se ha realizado un inventario de canteras en la zona de estudio que abarca un radio máximo de unos 50 Km alrededor la zona de obra. Han sido inventariadas un total de 6 canteras de áridos, 2 plantas de hormigón y 3 plantas de aglomerado asfáltico las cuales pueden abastecer las necesidades que requiere la obra.

Las canteras más próximas podrán utilizarse para el vertido de los excedentes de la obra.

Las canteras de áridos inventariadas son las siguientes:

C1-Áridos del Umia S.A.

Municipio: Meis

Material explotado: granito.

Productos: áridos naturales y triturados en todos los rangos de granulometría

C2-Áridos do Mendo S.L.

Municipio: Salvaterra de Miño

Material explotado: Terrazas aluviales Rio Miño

Productos: áridos, naturales, áridos triturados y zahorras en un amplio rango de granulometrías.

C3-FARO S.L (Fomento de Áridos y Obras s.l)

Municipio: Marcon

Material explotado: granito.

Productos: áridos (gravilla, grava, zahorra, escollera y arena).

Esta cantera se podrá utilizar como vertedero.

C4-Canteras Prebetong S.L.

Municipio: Porriño

Material explotado: granito.

Productos: áridos, arenas, zahorras y escolleras.

Propietario: Corporación Noroeste S.L.

C5-Granitos Triturados S.L.

Municipio: Meis

Material explotado: granito.

Productos: áridos de diferentes granulometrías para construcción y elaboración de hormigones.

C6-Áridos Valle Miñor.

Municipio: Porriño

Material explotado: granito.

Productos: arenas y áridos gruesos.

Propietario: Grupo Miñor

Esta cantera se podrá utilizar como vertedero

Las plantas de Hormigón inventariadas son:

H1-Áridos del Umia S.A.

Municipio: Meis

Procedencia de materiales: Áridos de cantera propia.

Productos: Hormigón preparado.

H2-Hormigones Valle Miñor.

Municipio: Porriño

Procedencia de materiales: Áridos de cantera propia.

Productos: Hormigón preparado.

AA1-Planta de Aglomerado Asfáltico Coysa.

Municipio: Caldas de Reis

Productos: Planta de aglomerado.

AA2-Planta de Aglomerado Asfáltico Coysa.

Municipio: Pol. De las Gándaras. Porriño.

Productos: Planta de aglomerado.

AA3- Planta de Aglomerado Asfáltico Sercoysa..

Municipio: A Hermida

Productos: Planta de aglomerado

.

PLANTA DE SITUACIÓN



MAPA GEOLÓGICO 1:50.000

LEYENDA

CUATERNARIO	Q	Q.M	Q.Cd	Q.P	Q.FL	Q.D	Q	Depósitos detríticos coluvio-fluviales
	Q.M	Sedimentos de marisma y de plataforma intertidal	Q.Cd	Cono de deyección	Q.P	Arenas de playa	Q.FL	Flecha litoral
	Q.D	Dunas	PC-S	Esquistos, pizarras y paragneises	PC-Sq	Cuarzitas	ξA	Anfibolitas y capas calcossilicadas
COMPLEJO CABO D'HOME - LA LANZADA	PC-S	Esquistos, pizarras y paragneises	PC-Sq	Cuarzitas	ξA	Anfibolitas y capas calcossilicadas		
PRECAMBRICO-SILURICO	PC-S	Esquistos, pizarras y paragneises	PC-Sq	Cuarzitas	ξA	Anfibolitas y capas calcossilicadas		

ROCAS METAMORFICAS

ξ^{2a}	Paragneises con plagioclasas y biotita y micasquistos
ξ^A	Intercalaciones de anfibolitas
η_1^{m3}	Gneis glandular de grano muy grueso
η_2^{m3}	Gneis glandular de grano medio
ξ^{2b}	Gneis de biotita
ξ^A	Intercalaciones de anfibolitas
ξ^{2c}	Gneis de riebeckita

ROCAS IGNEAS
GRANITOS DE AFINIDAD ALCALINA

γ^1	Granito de feldespato alcalino
γ_0^2	Granito de feldespato alcalino, con grandes biotitas ("ais de mosca")

GRANITOIDES DE AFINIDAD CALCOALCALINA

a) Serie precoz		
γ_0^2	Microgranodiorita y cuarzdiorita	γ_0^2
γ_1^2	Granodiorita con megacristales feldespáticos	γ_1^2
γ_1^2	Granito y granodiorita biotíticos	γ_1^2
γ_0^2	Granito moscovítico y apfilitas	γ_0^2

b) Serie tardía

$\gamma_1^2 \gamma_0^3$	Granodiorita y granito biotítico-anfibolitas, facies de grano grueso	$\gamma_1^2 \gamma_0^3$
$\gamma_1^2 \gamma_0^3$	Granito inequigranular de grano grueso	$\gamma_1^2 \gamma_0^3$
$\gamma_1^2 \gamma_0^3$	Granito holofeldespático de grano grueso	$\gamma_1^2 \gamma_0^3$

ROCAS FILONIANAS

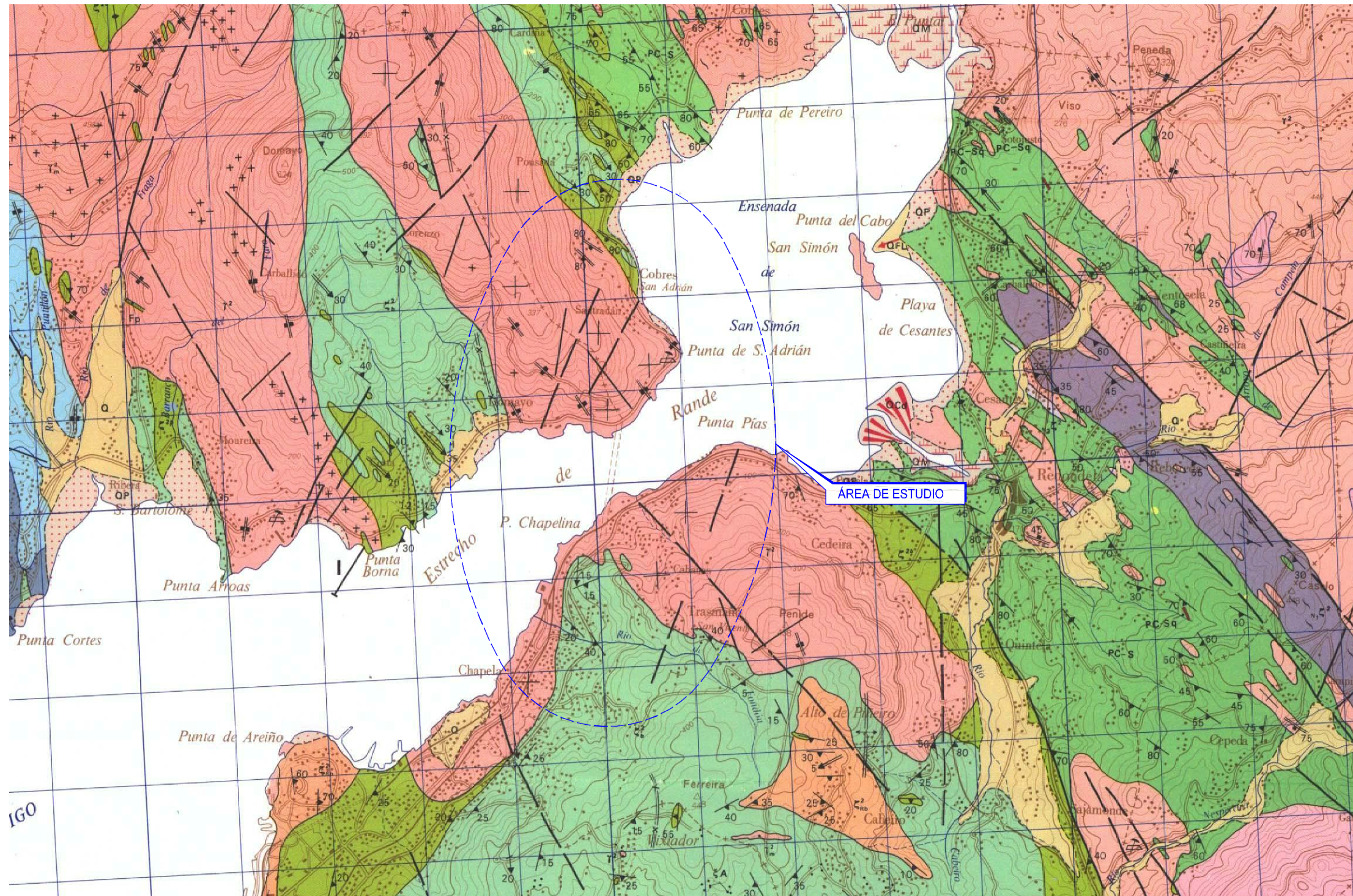
Fq	Diques de cuarzo
Fp	Pegmatitas y apfilitas

SIGNOS CONVENCIONALES

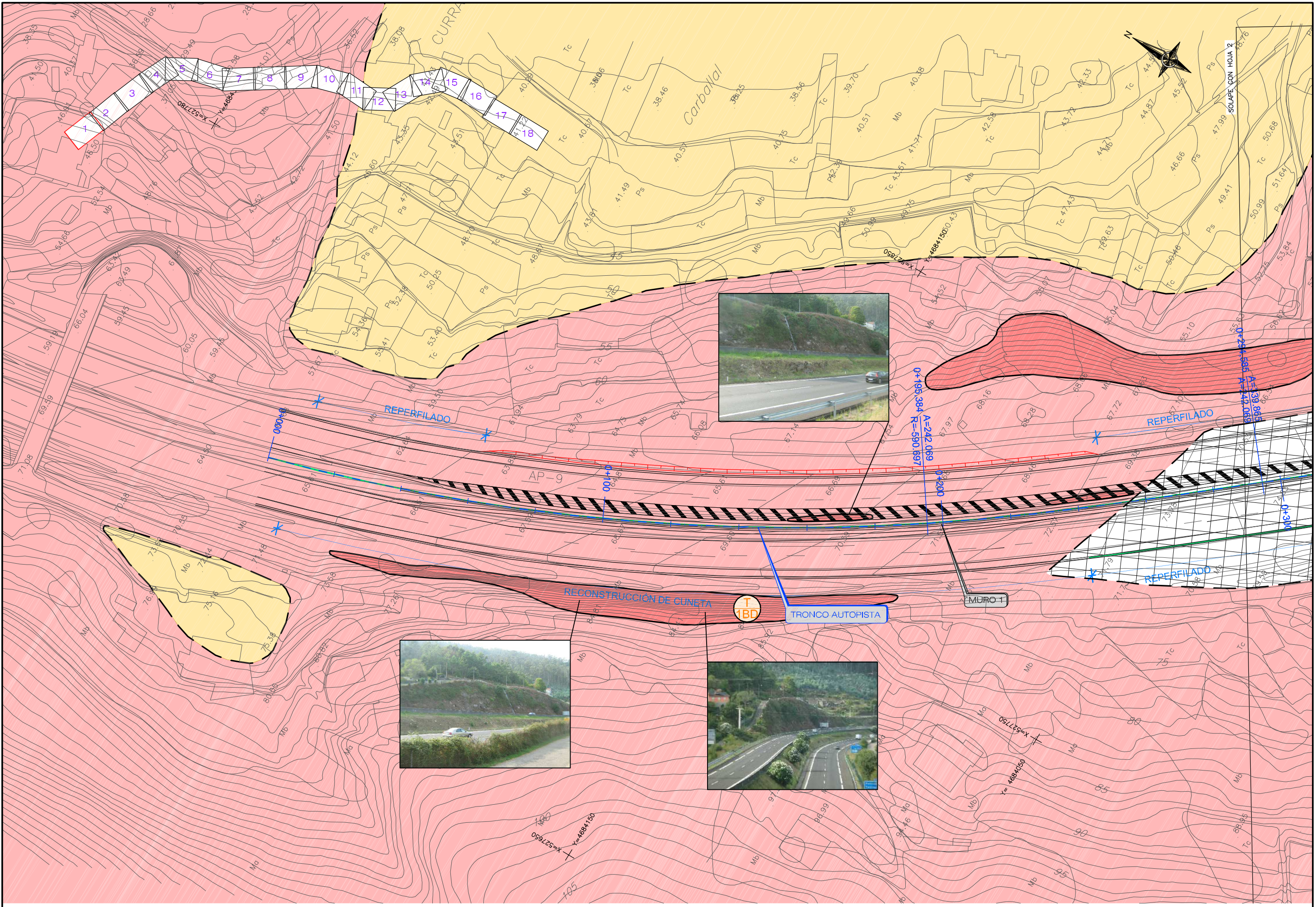
-----	Contacto discordante	-----	Falla o fractura
-----	Contacto mecánico y/o intrusivo	-----	Falla con indicación de corrimiento
-----	Contacto mecánico supuesto	-----	Falla supuesta
-----	Contacto difuso en rocas ígneas	-----	Diaclasis, dirección dominante
-----	Esquistosidad de Fase I, dirección y buzamiento	-----	Lineación de enclaves o gabarros deformados
-----	Esquistosidad de Fase I, subhorizontal	-----	Lineación de intersección L _{1,2}
-----	Esquistosidad de Fase I, subvertical	-----	Lineación de intersección L _{1,2} , subhorizontal
-----	Esquistosidad de Fase II, dirección y buzamiento	-----	Cataclasis en rocas ígneas
-----	Foliación magnética primaria, dirección y buzamiento	-----	Diques o capas de pequeña potencia
-----	Foliación magnética primaria, subhorizontal	-----	Facies de grano medio a grueso en rocas ígneas
-----	Foliación magnética primaria, vertical	-----	Facies de grano medio a fino en rocas ígneas
-----	Foliación cataclástica de Fase II, dirección y buzamiento	-----	Facies de megacristales en rocas ígneas
-----	Foliación cataclástica de Fase II, subvertical	-----	Estructuras migmatíticas
-----	Traza axial de sinclinal de Fase II	-----	Mina abandonada
-----	Traza axial de anticlinal de Fase II	-----	Centers
-----	Eje de pliegue de Fase II		

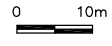
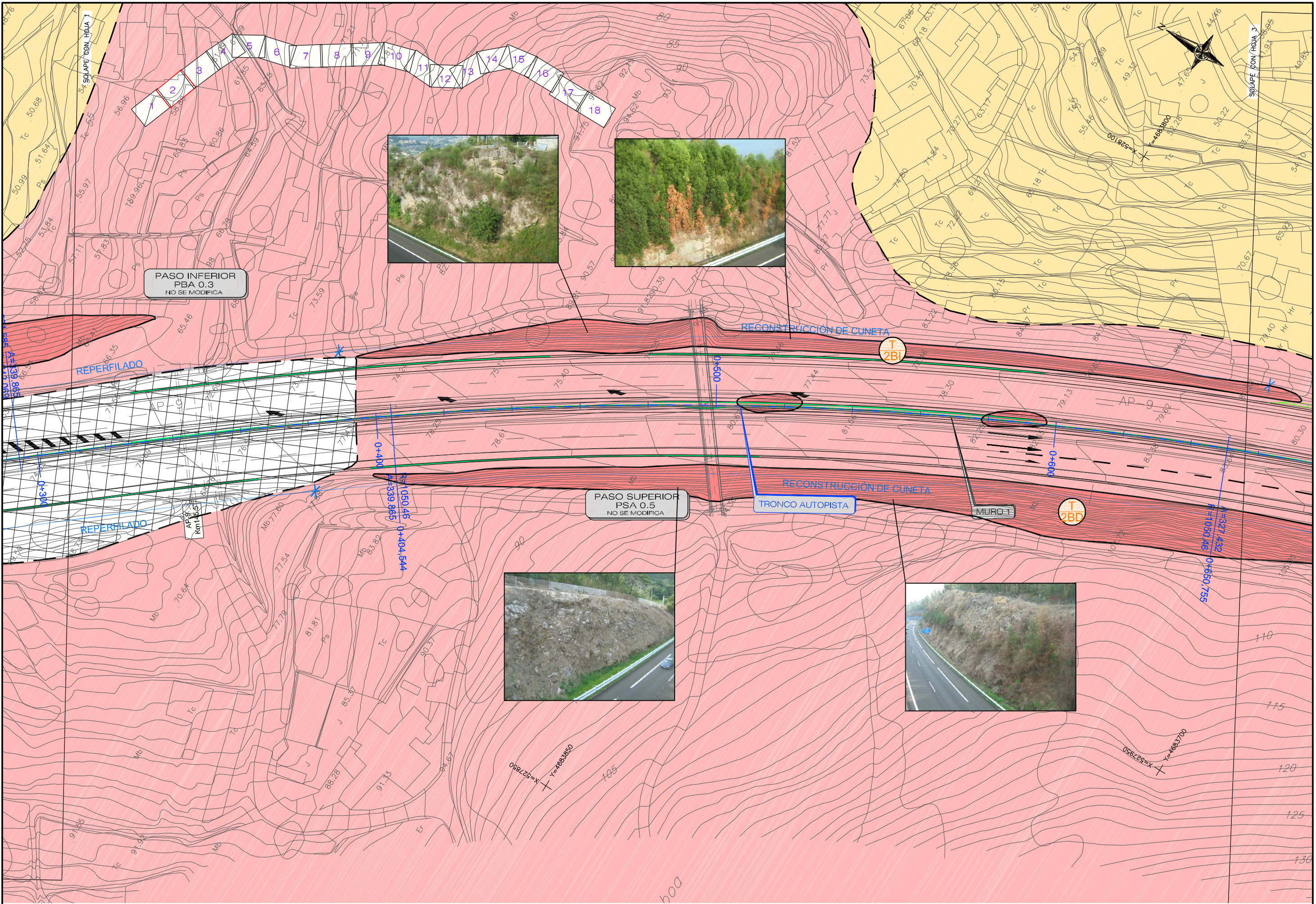
VIGO

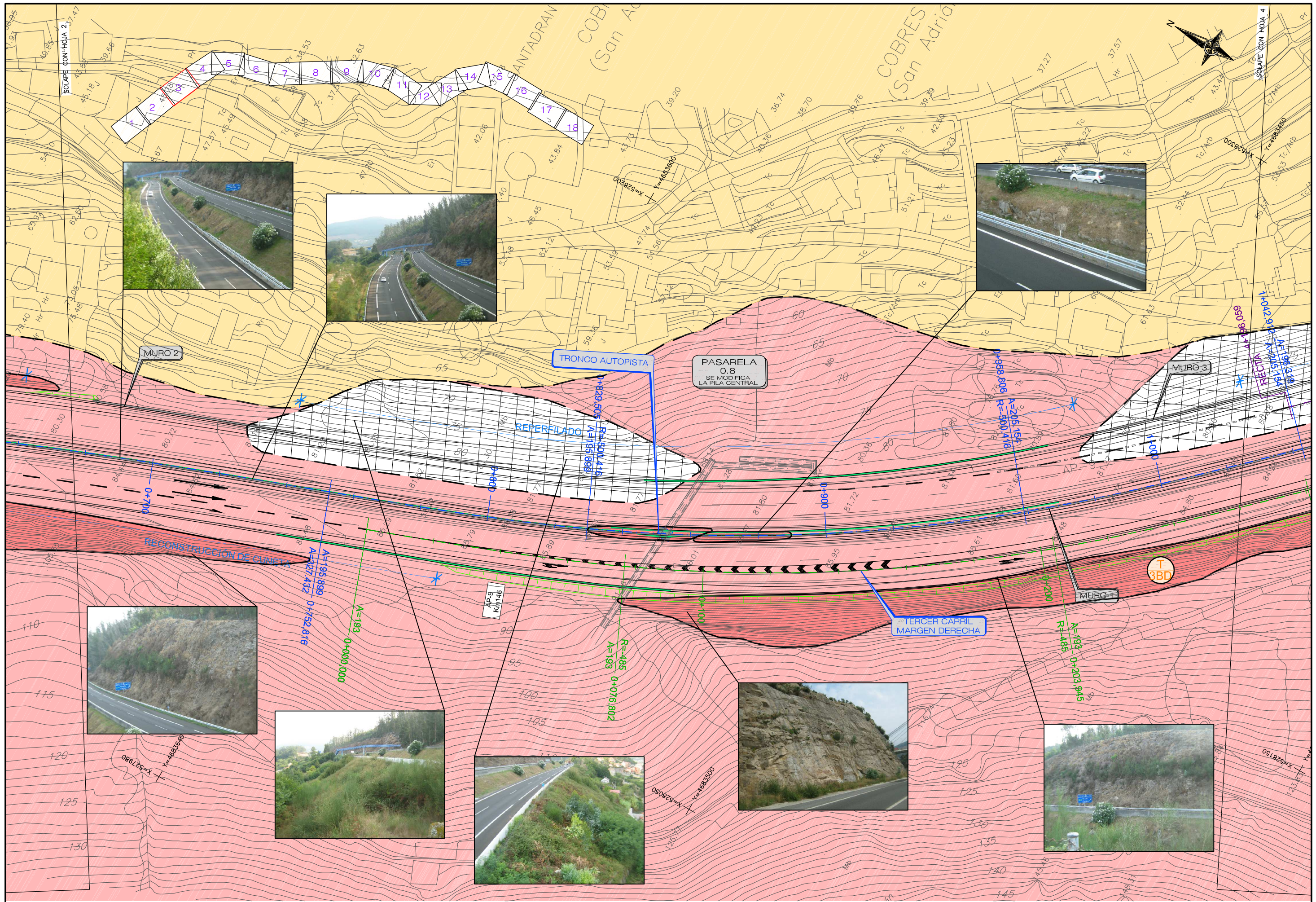
223
04-11

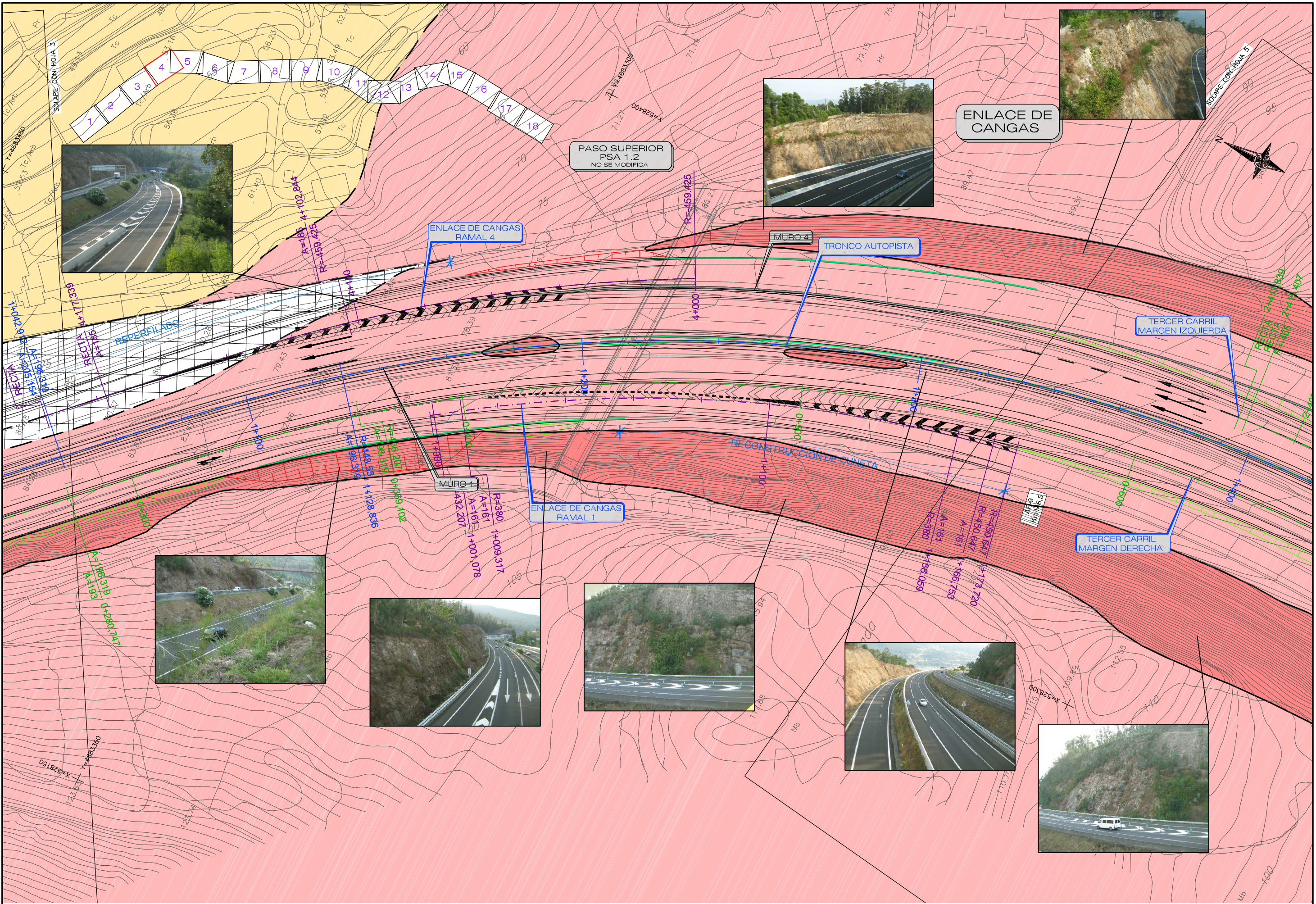


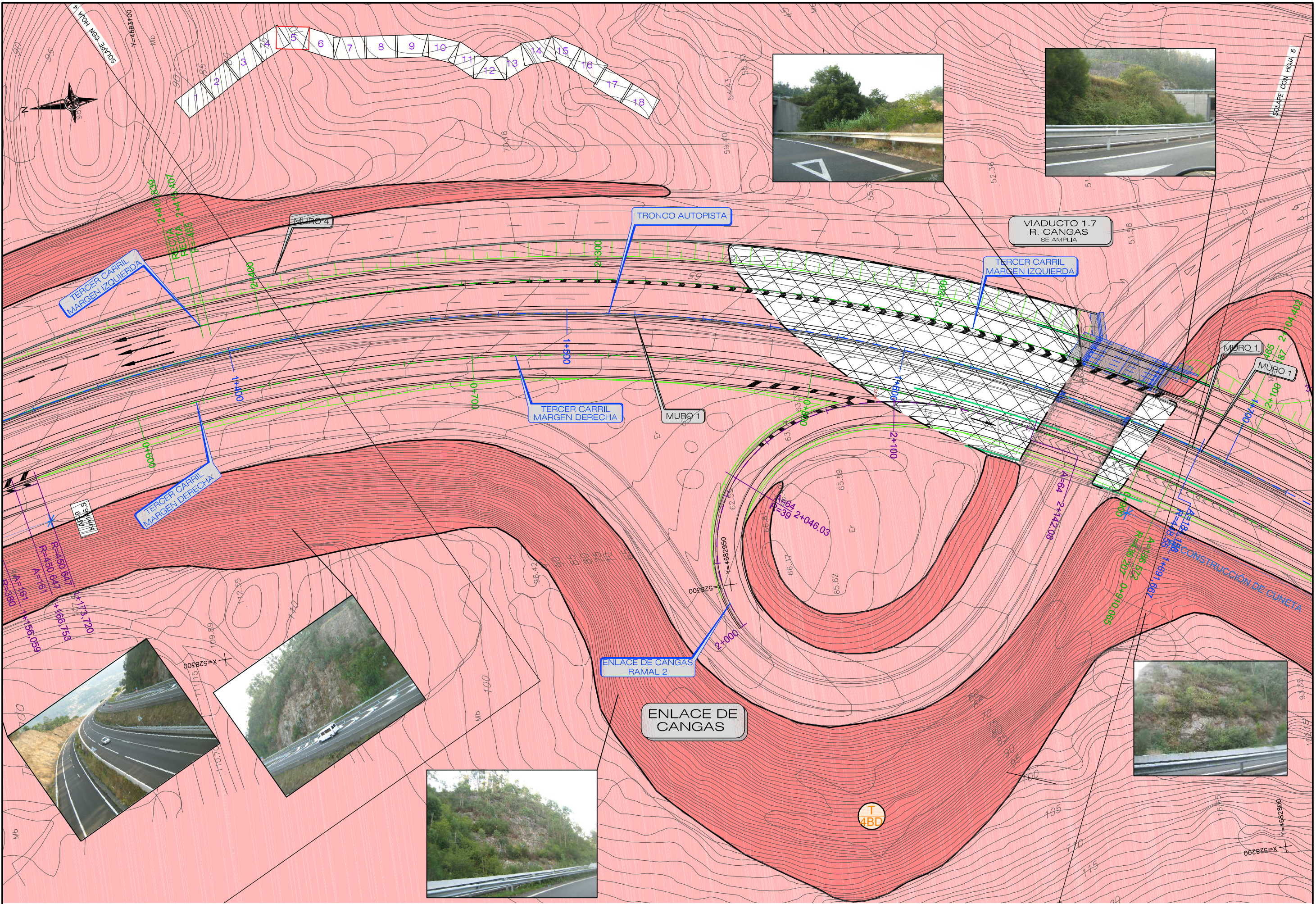
PLANTA GEOLÓGICO- GEOTÉCNICA 1:2.000

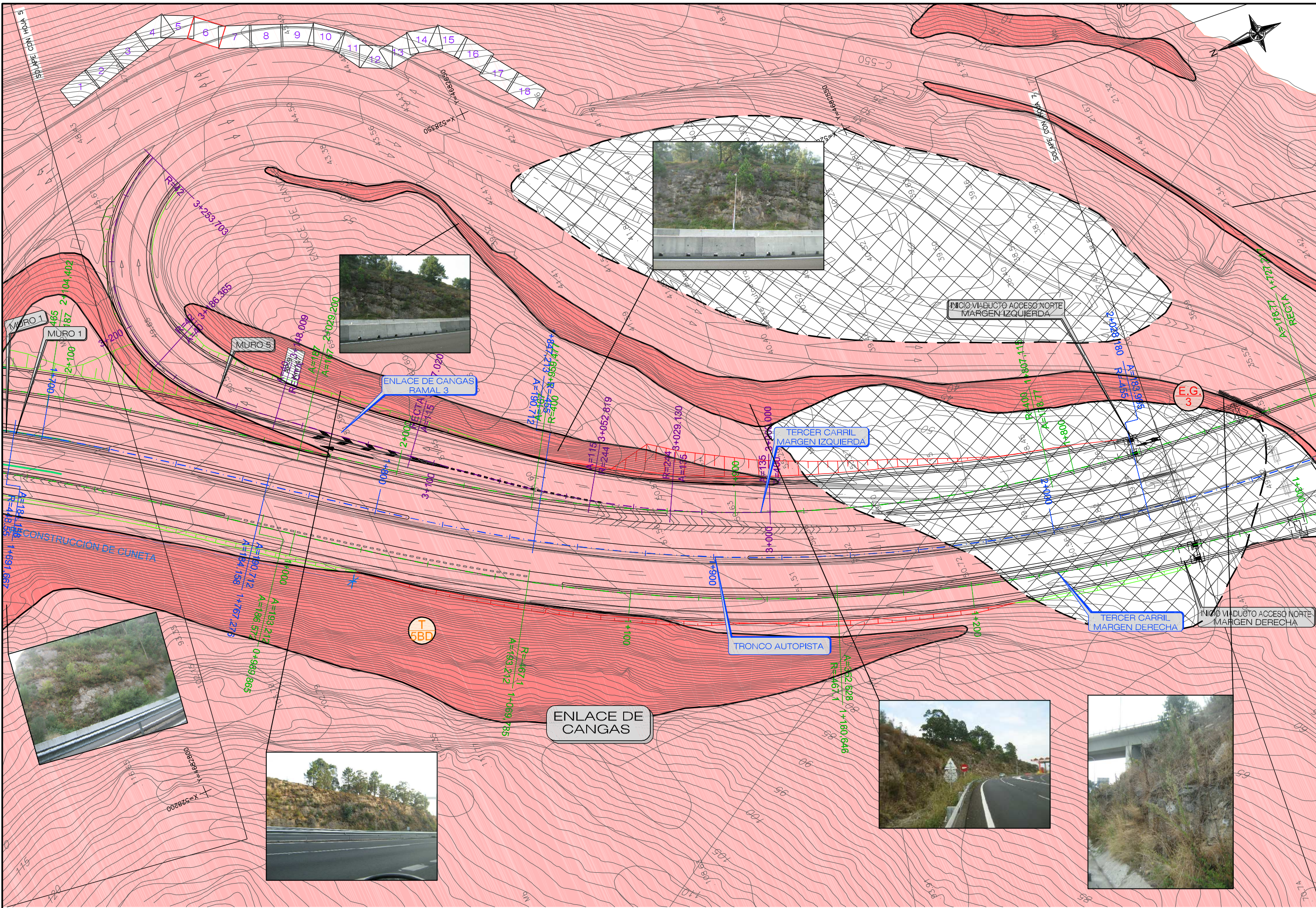


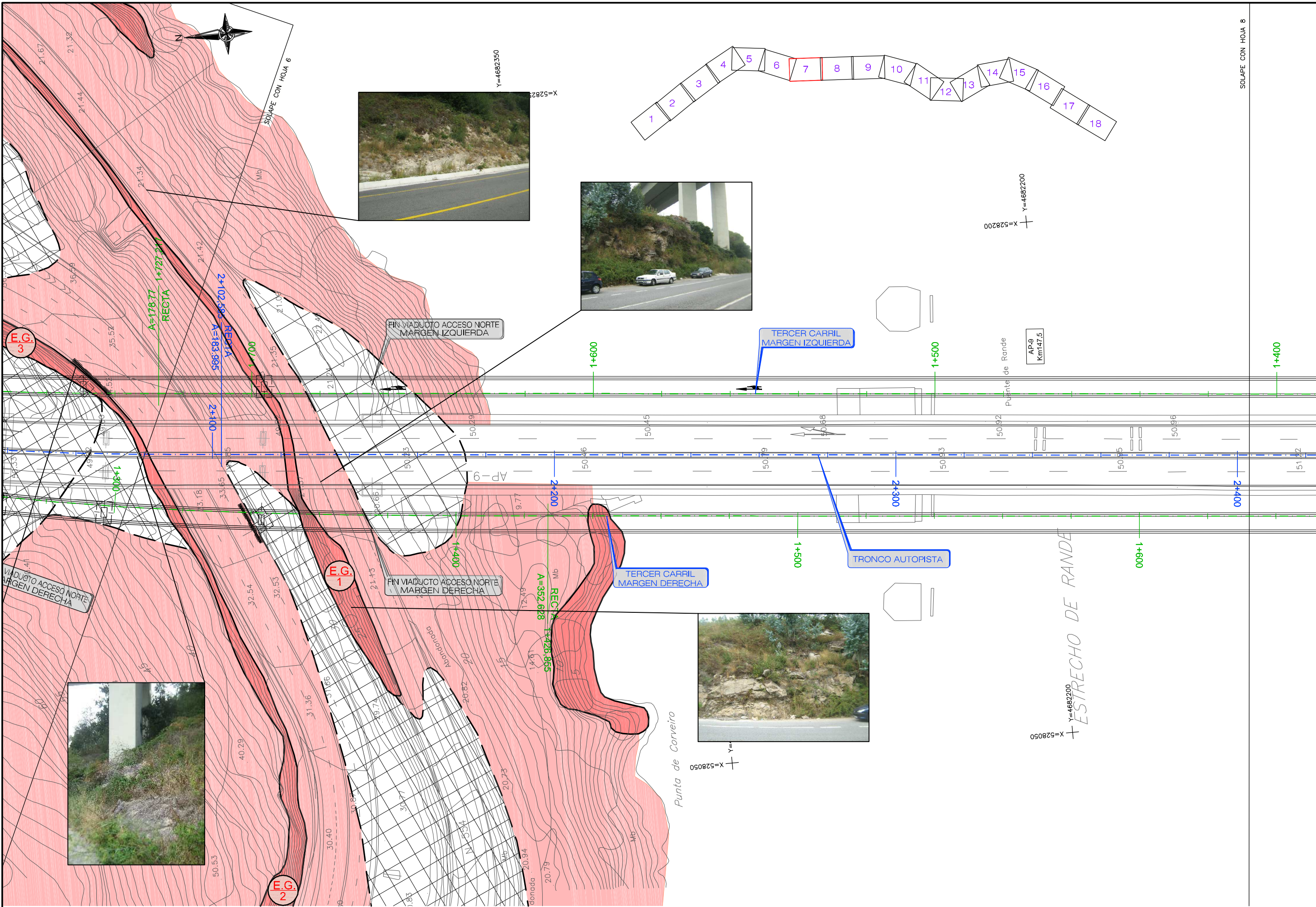












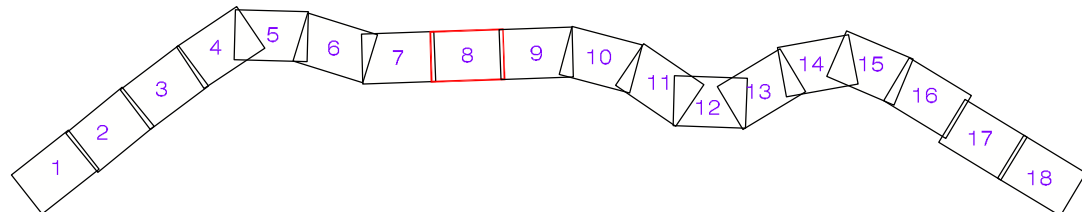
SOLAPE CON HOJA 8

ESTRECHO DE RANDE

SOLAPE CON HOJA 7

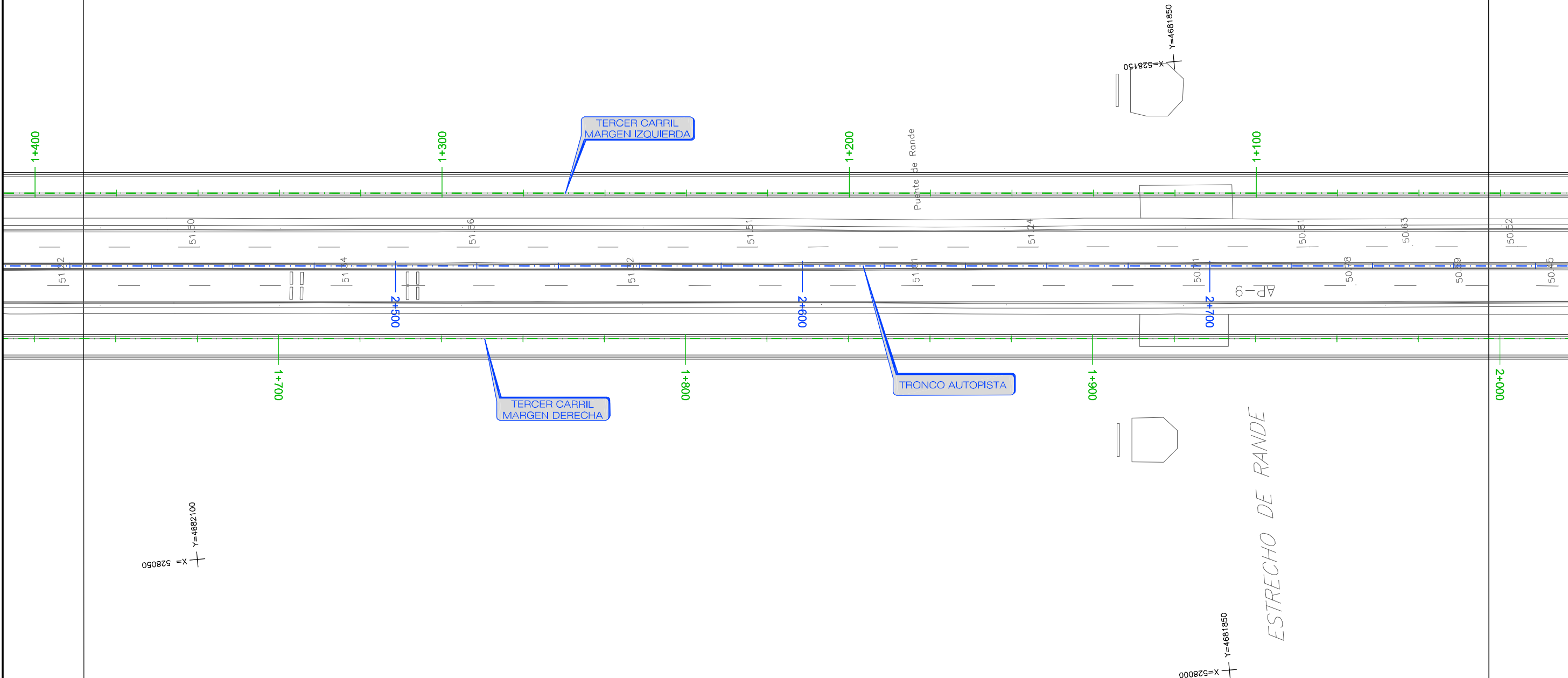


Y=4682100
X=528200



SOLAPE CON HOJA 9

Y=4681750
X=528200



Y=4682100
X=528050

Y=4681850
X=528000



SECRETARÍA DE ESTADO DE PLANIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURAS
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS



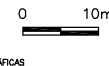
EL INGENIERO DE C.C. Y P.
DIRECTOR DEL PROYECTO :
RAMÓN RAMOS DURO

CONSULTOR:
KV CONSULTORES

EL INGENIERO DE C.C.Y.P.
AUTOR DEL PROYECTO:
CÉSAR SÁNCHEZ GARCÍA

PROYECTO :
DIBUJO :

ESCALAS :
1:500
ORIGINALES A1



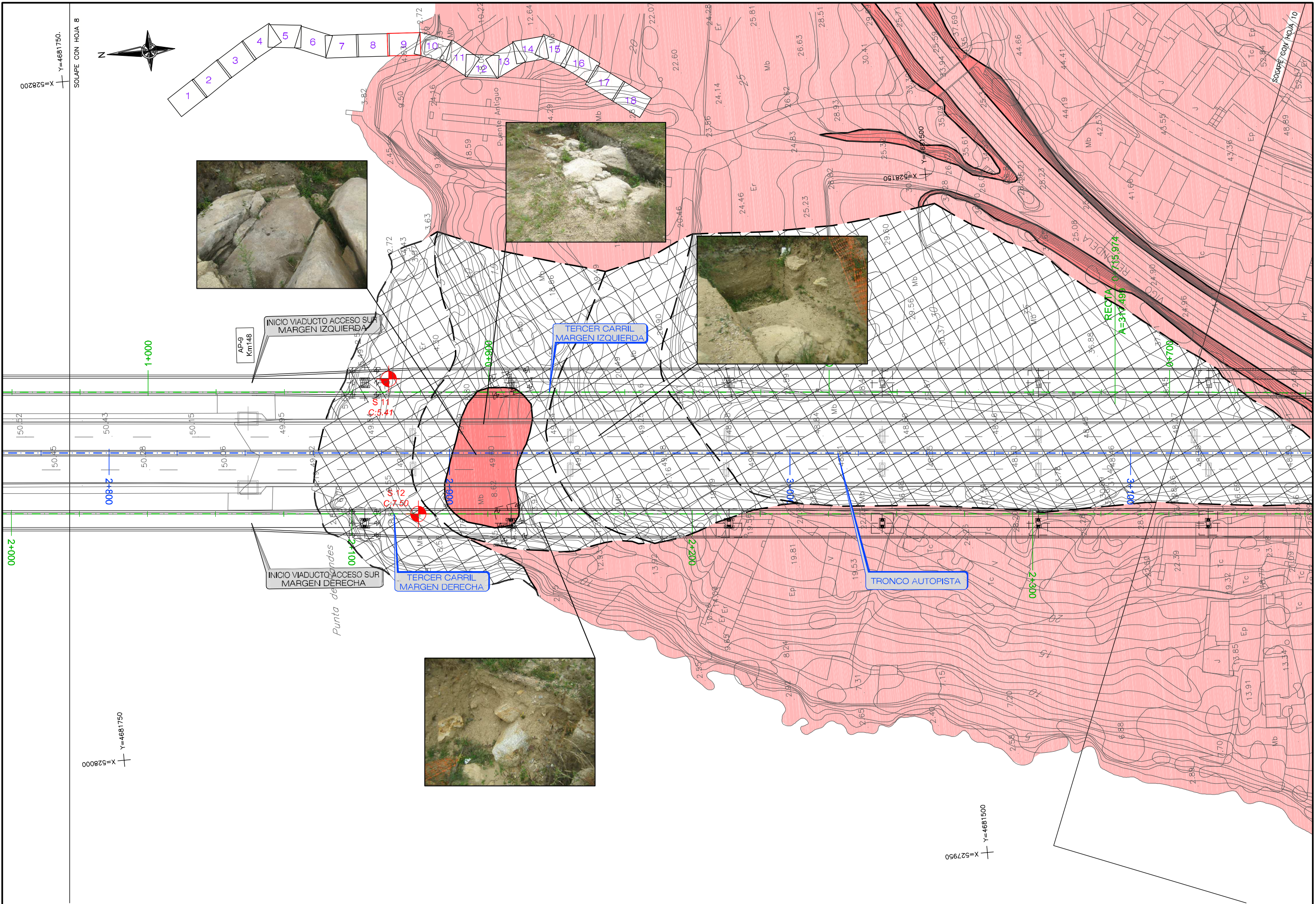
TÍTULO DEL PROYECTO :
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9.
TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS

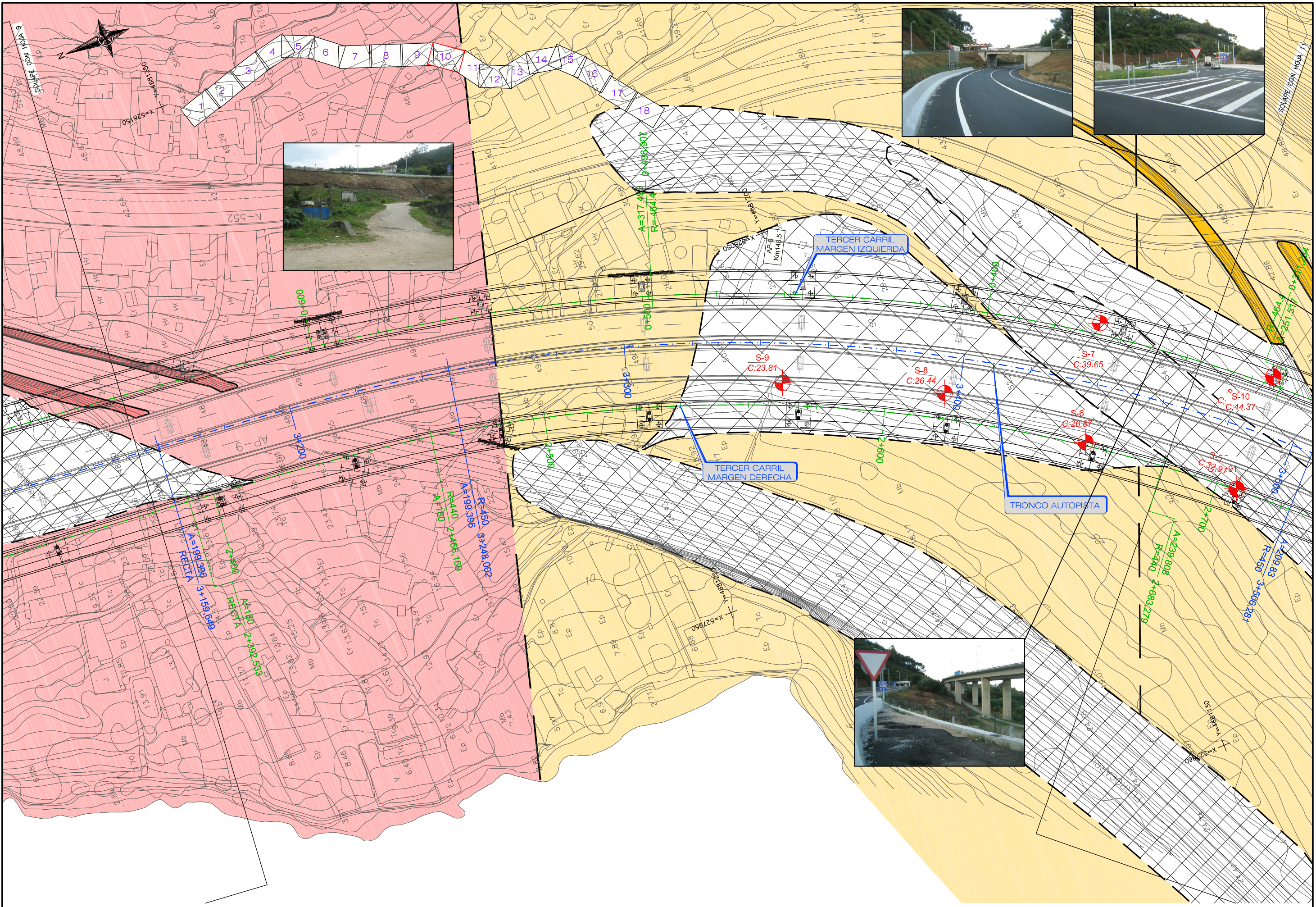
CLAVE :
98-PO-9911
FECHA :
JUNIO 2011

SUSTITUYE A :
SUSTITUIDO POR :

TÍTULO DEL PLANO :
PLANTA GEOLÓGICO- GEOTÉCNICA
PLANTA GENERAL

Nº PLANO :
A.3.3
HOJA 8 DE 18





SECRETARÍA DE ESTADO DE PLANIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURAS
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS



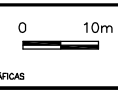
EL INGENIERO DE C.C. Y P.
DIRECTOR DEL PROYECTO:
Ramón Ramos Duro
RAMÓN RAMOS DURO

CONSULTOR:
KV CONSULTORES

EL INGENIERO DE C.C.Y.P.
AUTOR DEL PROYECTO:
César Sánchez García
CÉSAR SÁNCHEZ GARCÍA

PROYECTO:
DIBUJO:

ESCALAS:
1:500
ORIGINALES A1



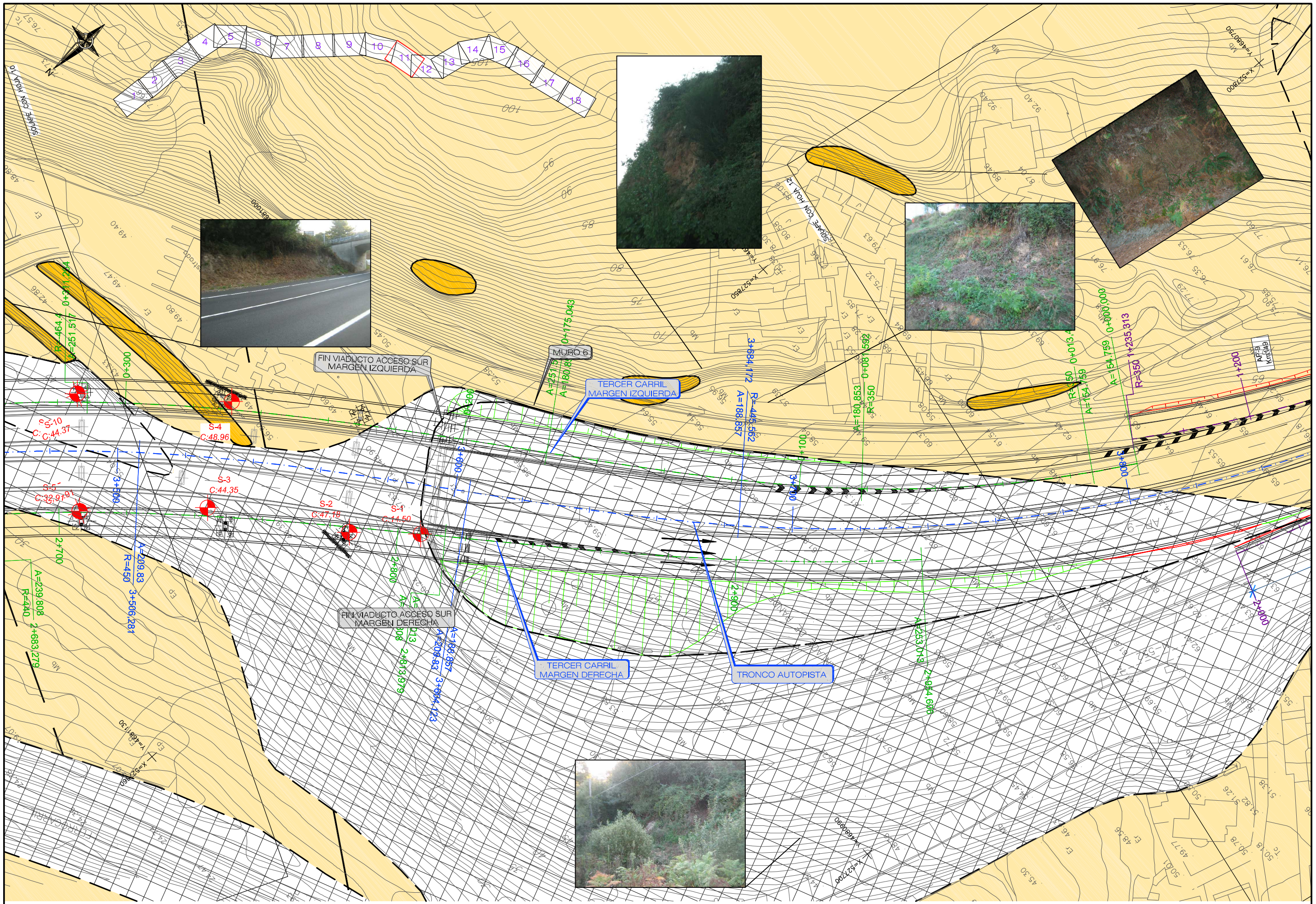
TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9.
TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS

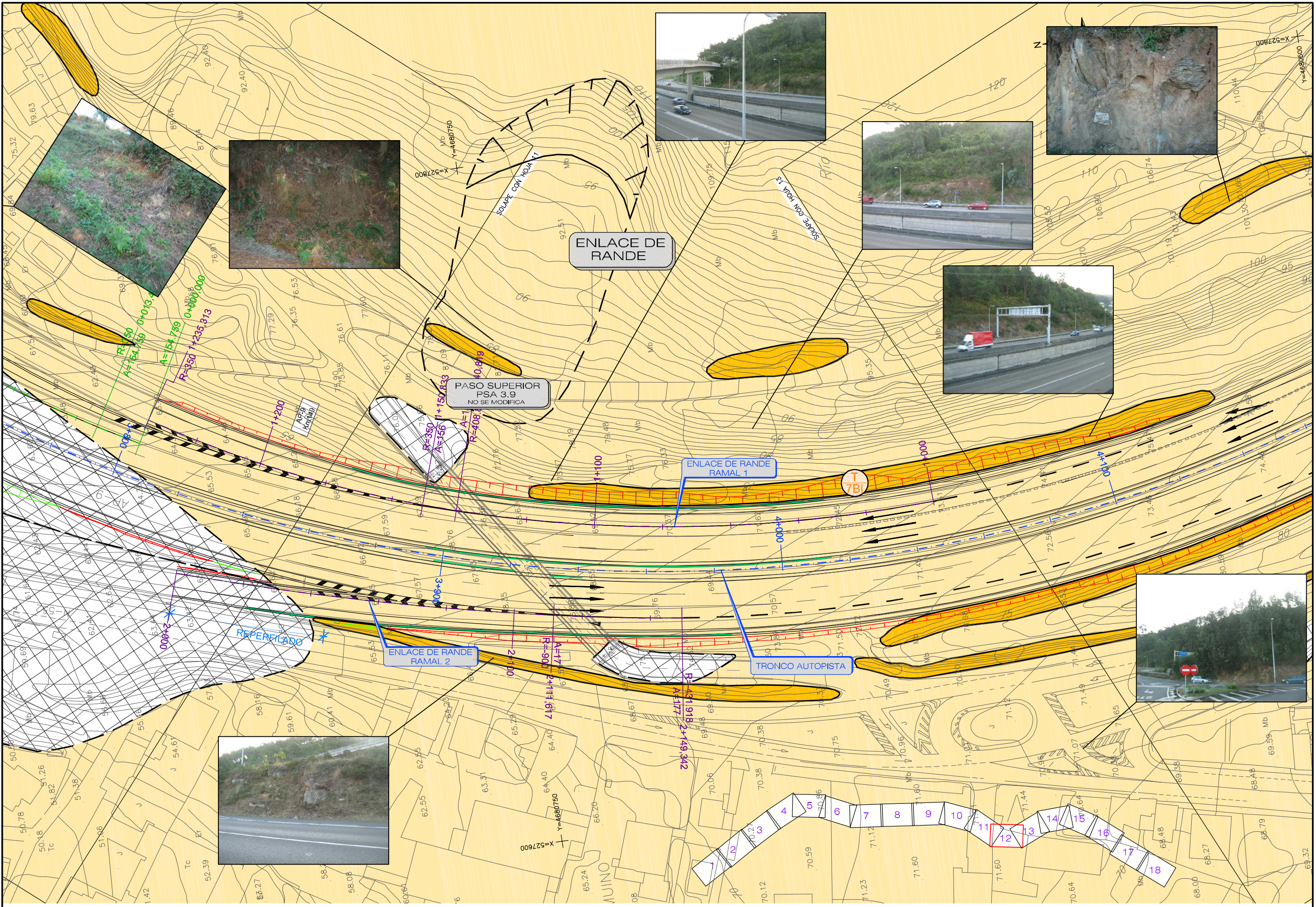
CLAVE:
98-PO-9911
FECHA:
JUNIO 2011

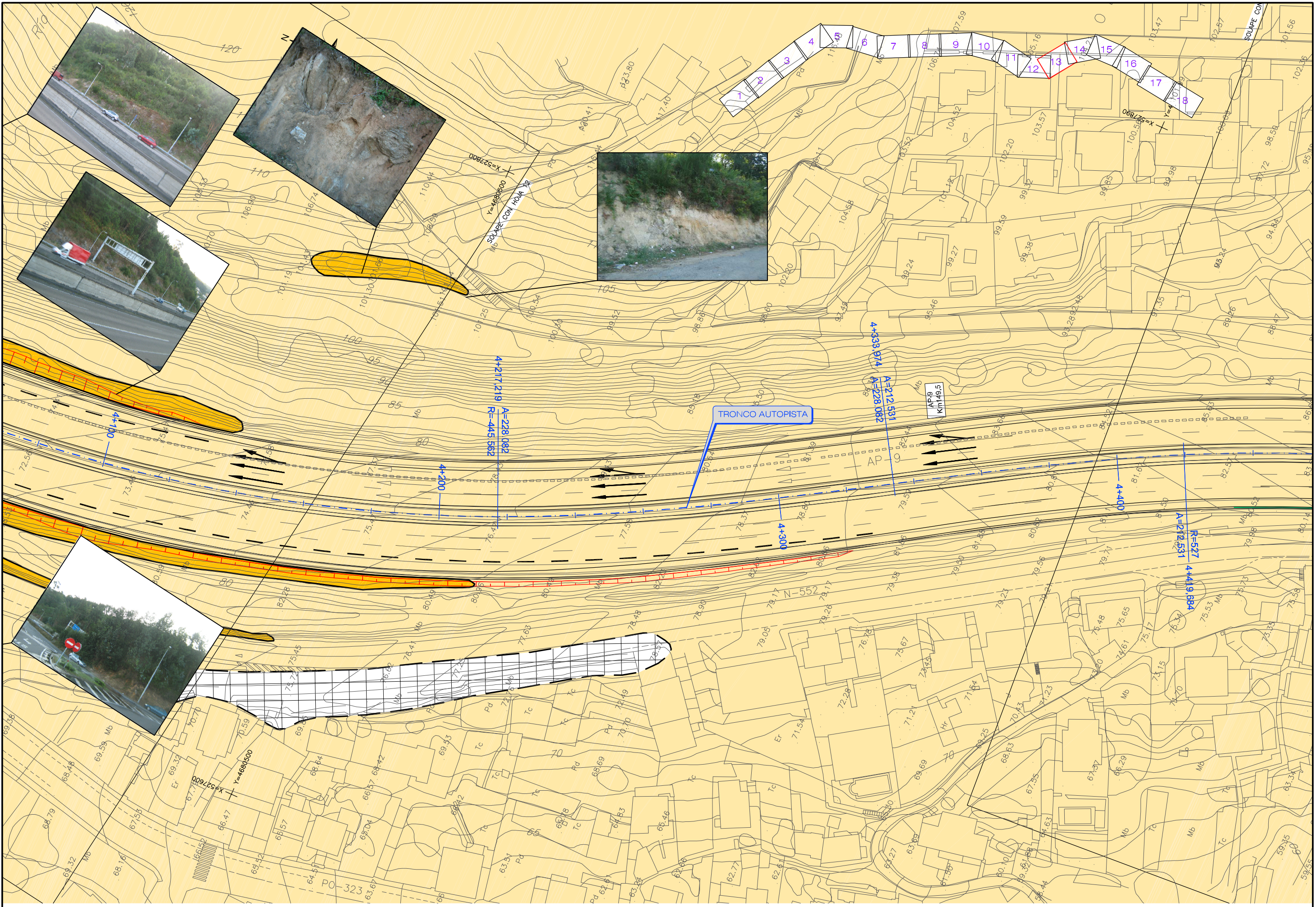
SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:

TÍTULO DEL PLANO:
PLANTA GEOLÓGICO- GEOTÉCNICA
PLANTA GENERAL

Nº PLANO:
A.3.3
HOJA 10 DE 18







SECRETARÍA DE ESTADO DE PLANIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURAS
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS



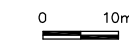
EL INGENIERO DE C.C. Y P.
DIRECTOR DEL PROYECTO:
Ramón Ramos Duro
RAMÓN RAMOS DURO



EL INGENIERO DE C.C.Y.P.
AUTOR DEL PROYECTO:
César Sánchez García
CESAR SANCHEZ GARCIA

PROYECTO:
DIBUJO:

ESCALAS:
1:500
ORIGINALES A1 | GRAFICAS



TITULO DEL PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN
AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9.
TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS

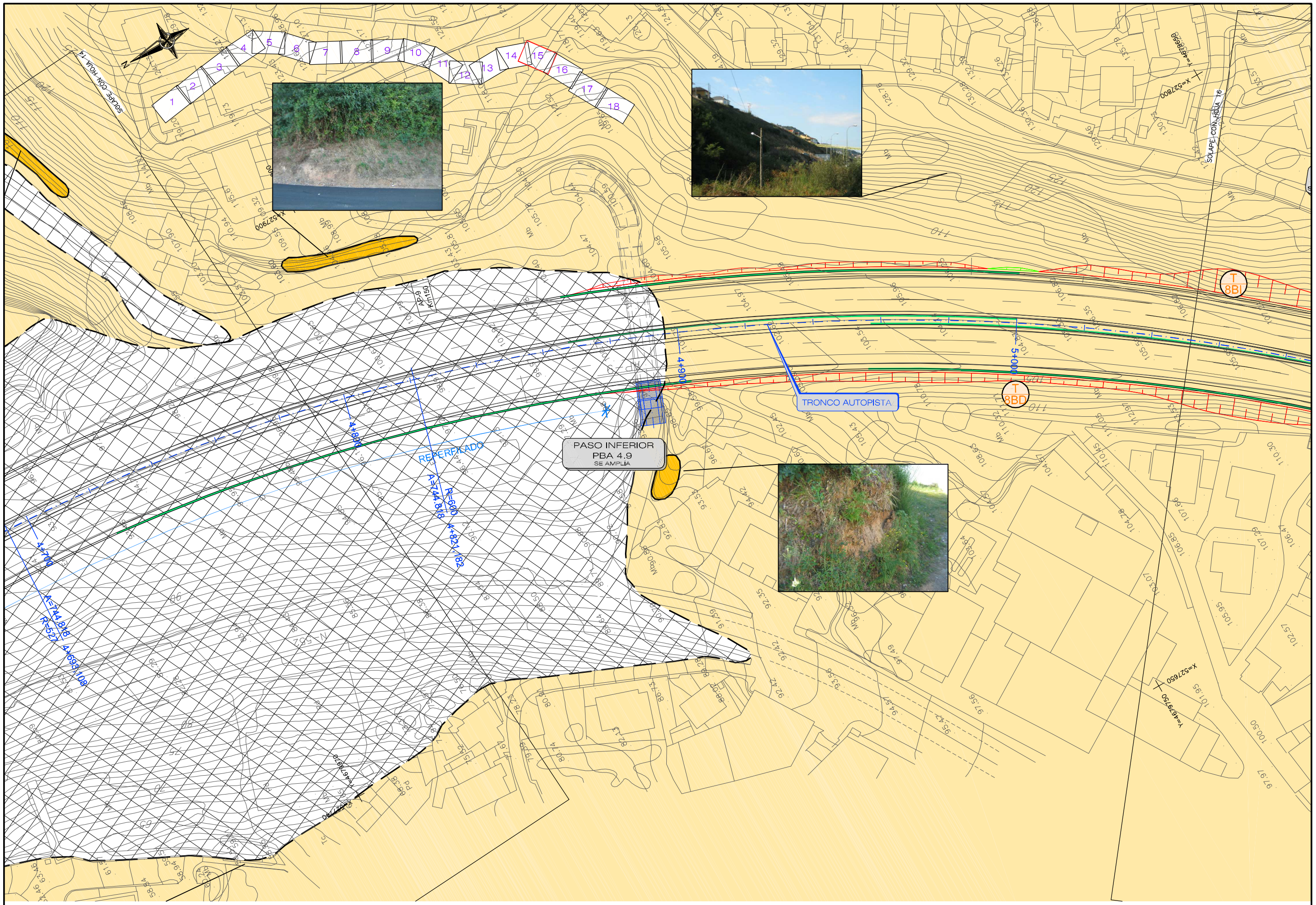
CLAVE:
98-PO-9911
FECHA:
JUNIO 2011

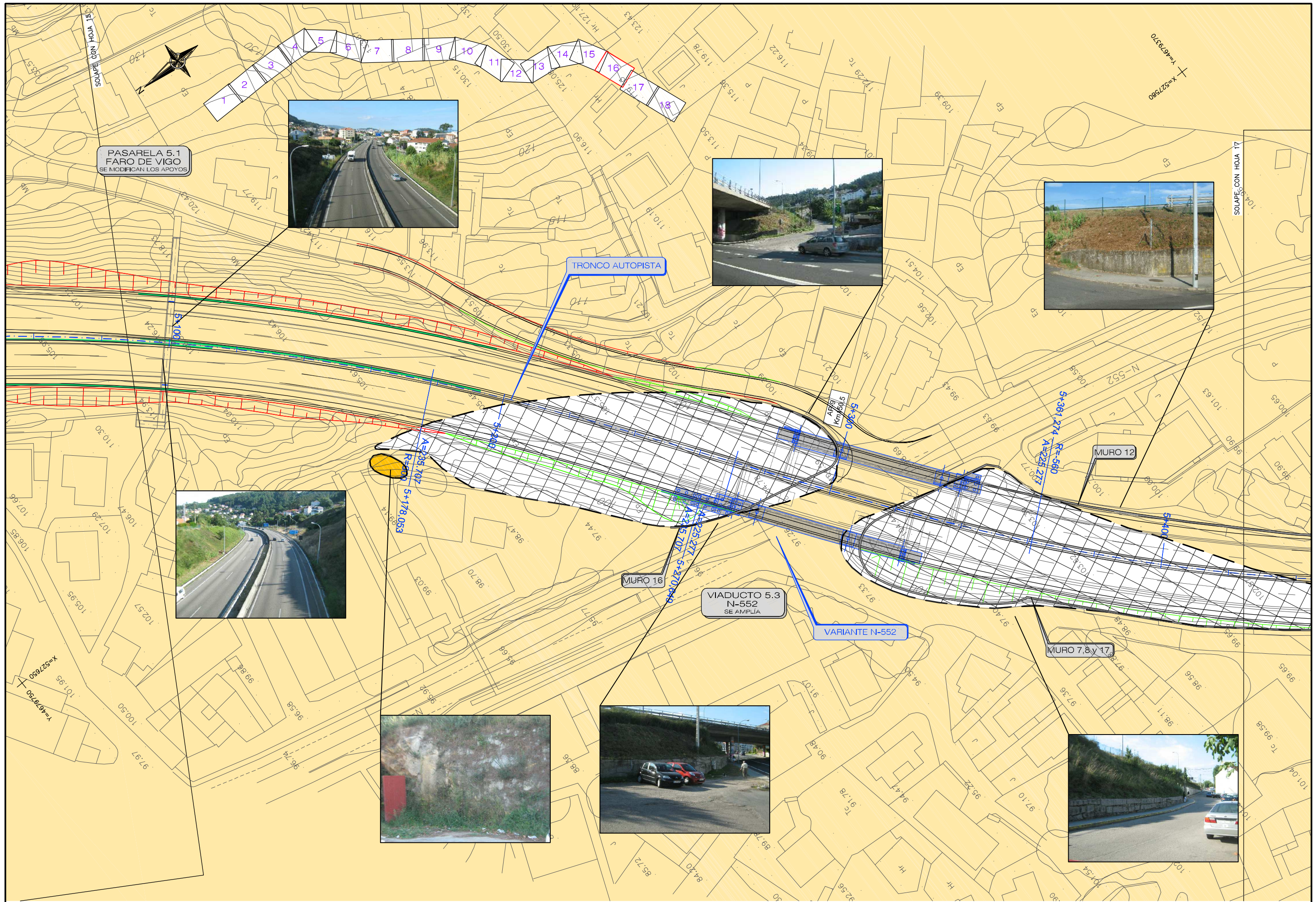
SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:

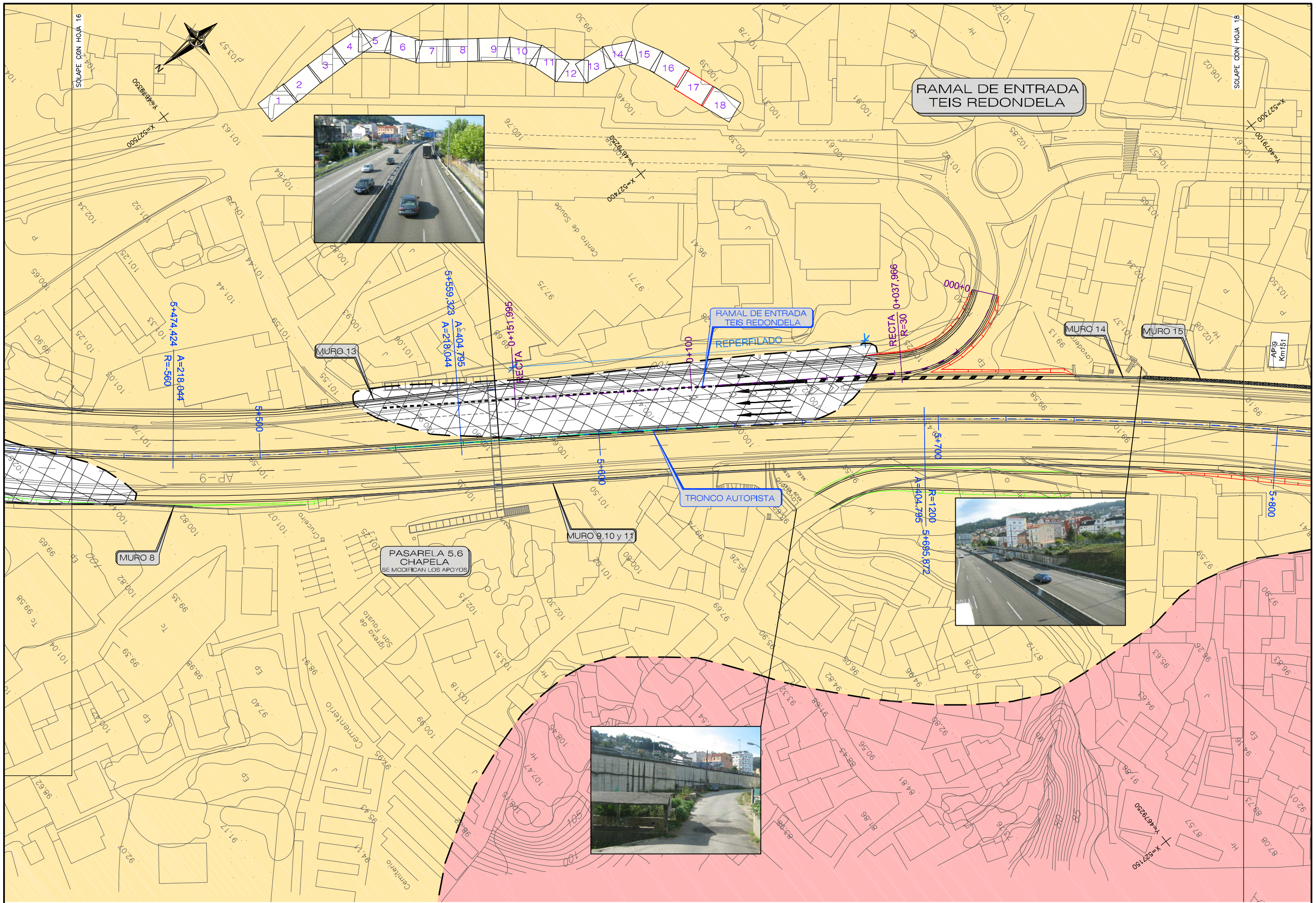
TITULO DEL PLANO:
PLANTA GEOLÓGICO- GEOTÉCNICA
PLANTA GENERAL

Nº PLANO:
A.3.3
HOJA 13 DE 18









RAMAL DE ENTRADA
TEIS REDONDELA

RAMAL DE ENTRADA
TEIS REDONDELA
REPERFILADO

TRONCO AUTOPISTA

PASARELA 5.6
CHAPELA
SE MODIFICAN LOS APOYOS

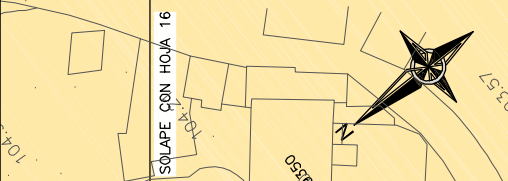
MURO 13

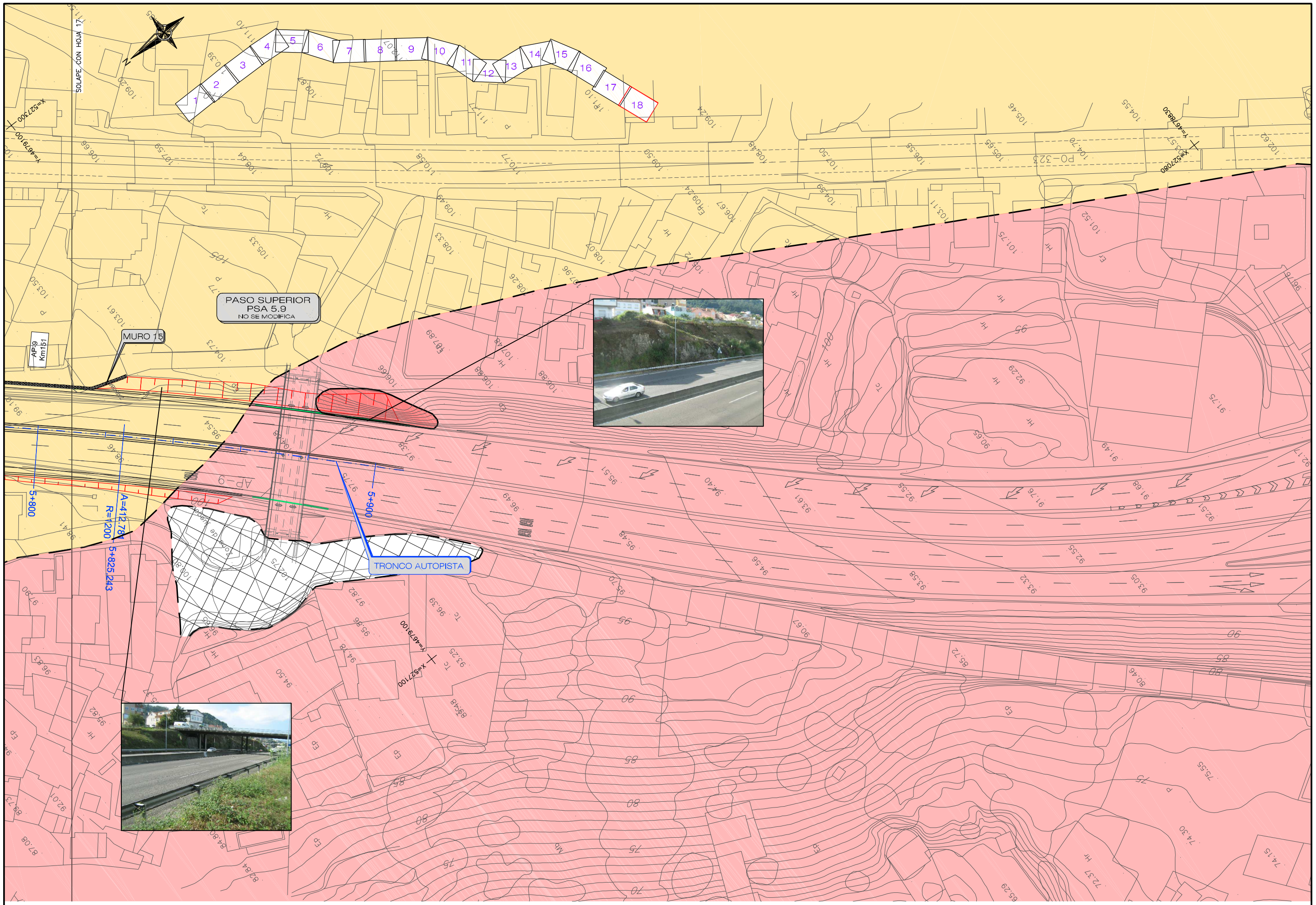
MURO 9,10 y 11

MURO 14

MURO 15

MURO 8





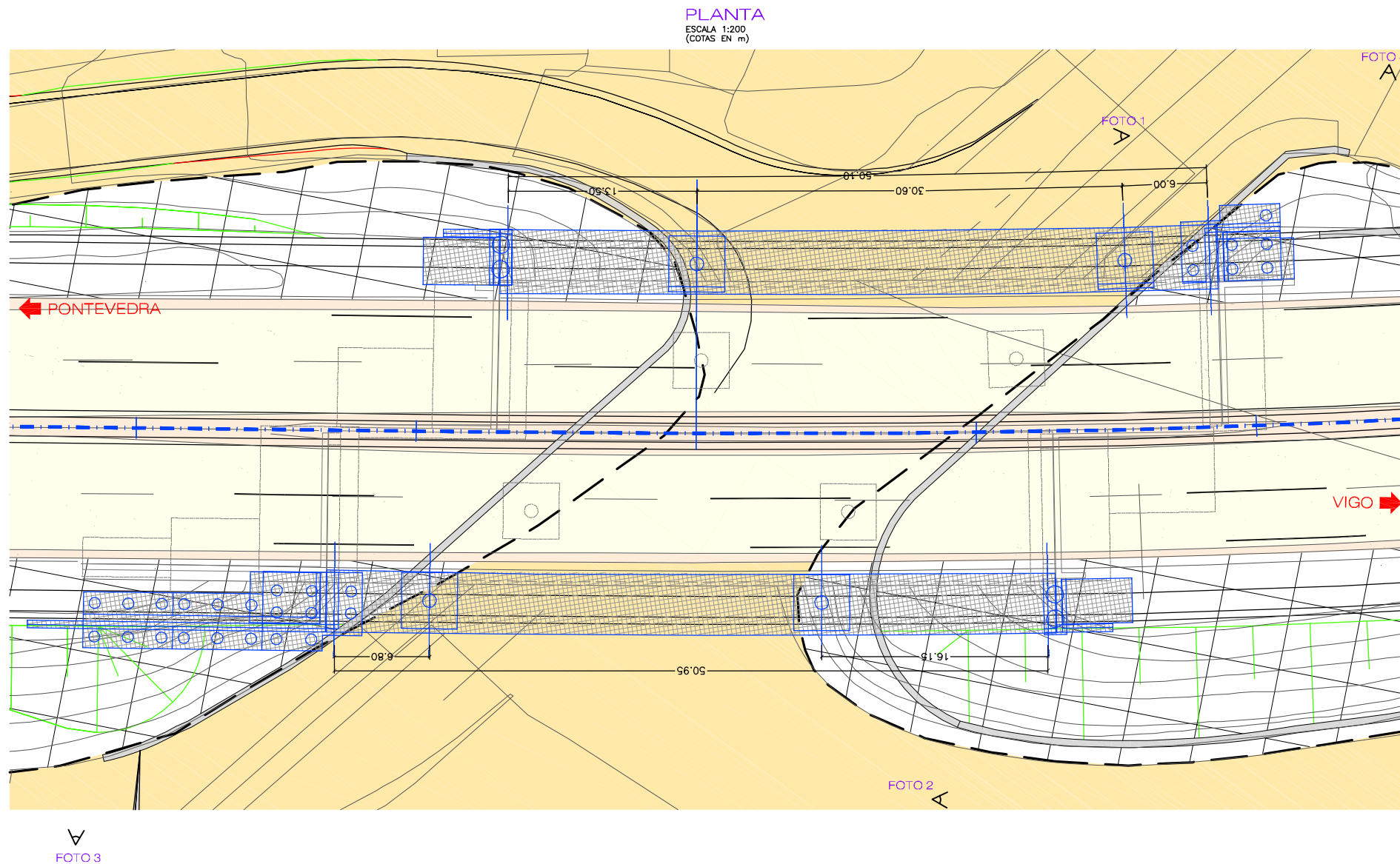


FOTO 1



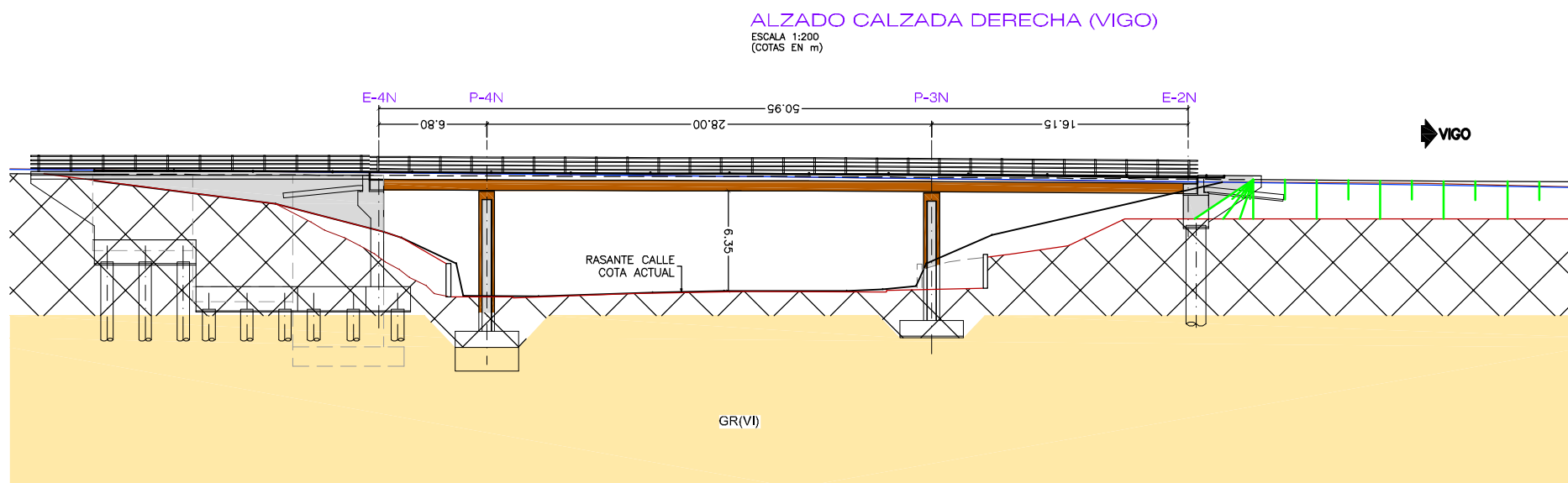
FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4



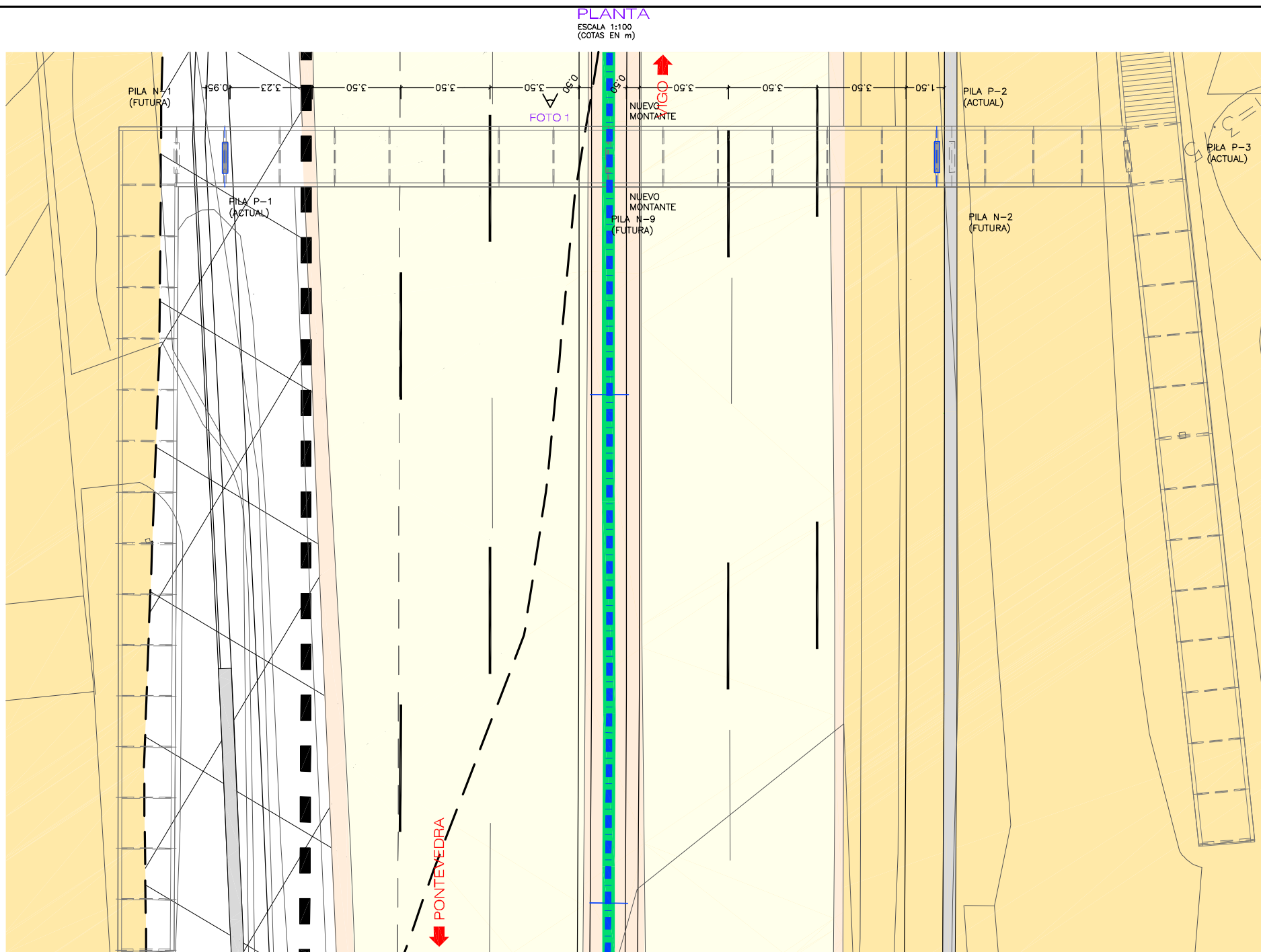
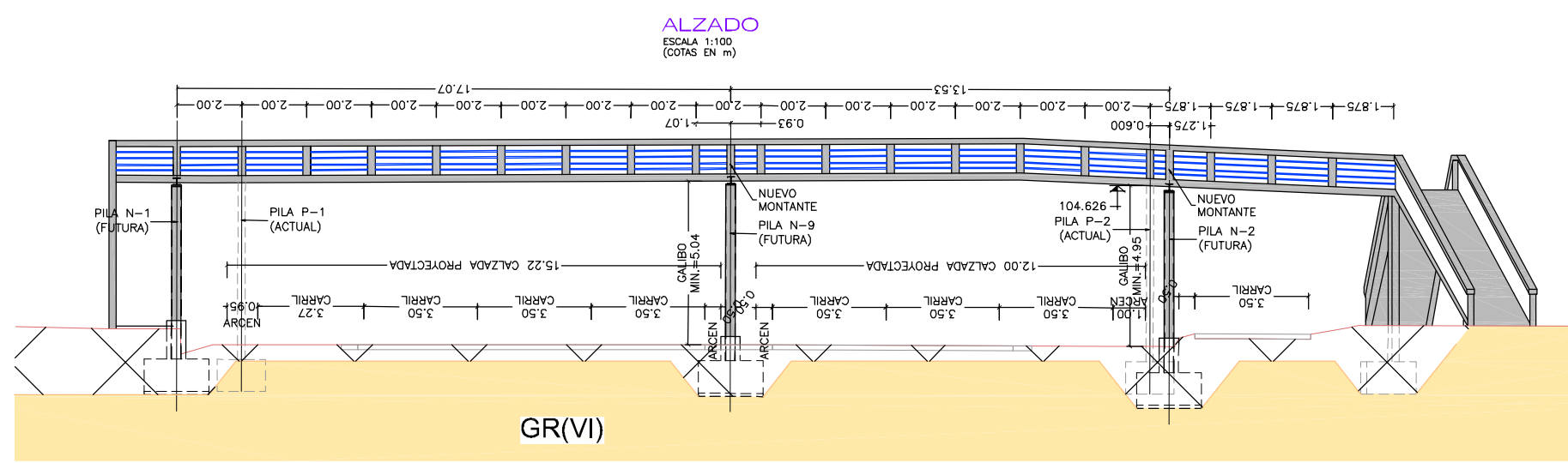
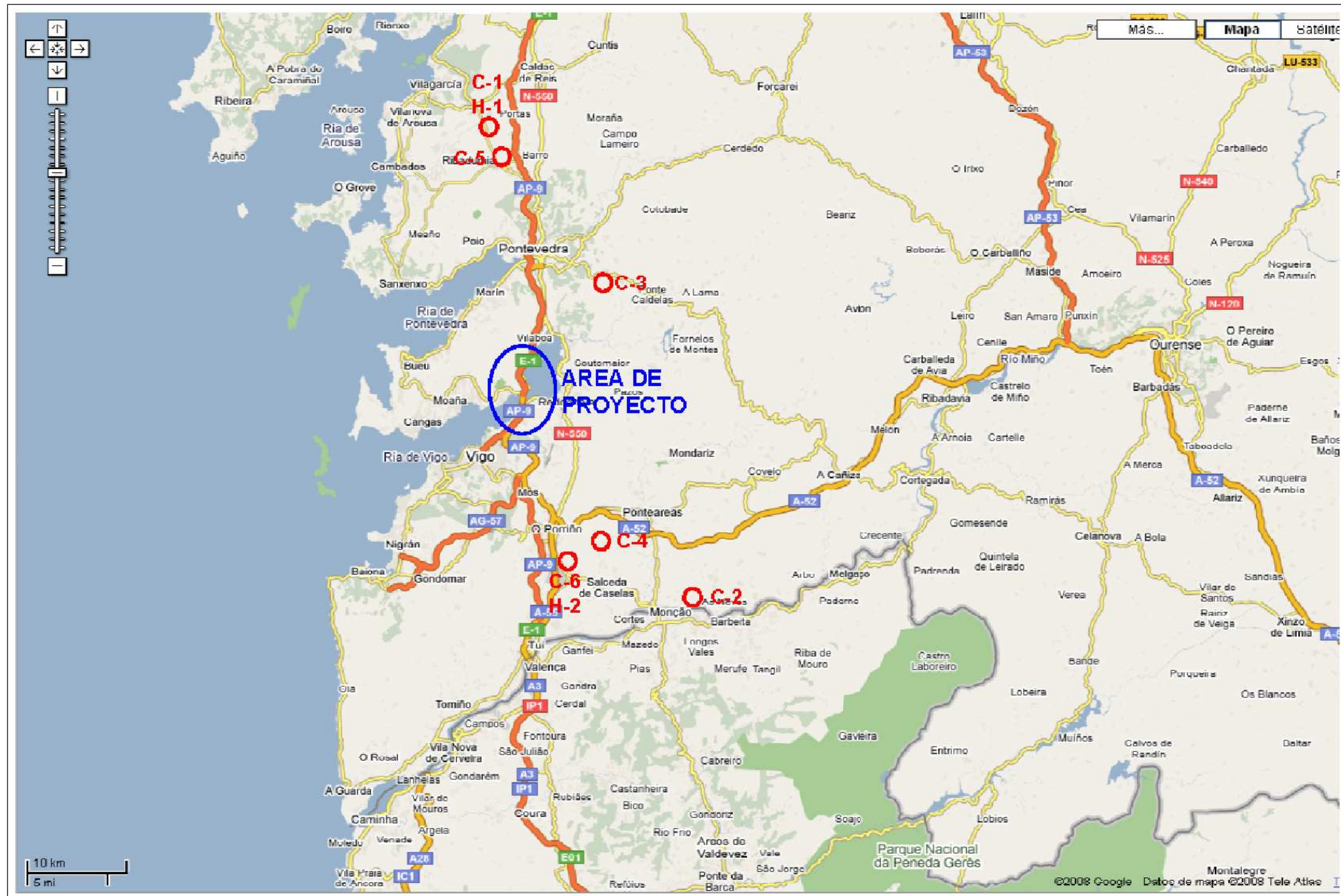


FOTO 1



SITUACIÓN CANTERAS Y GRAVERAS

PLANTA DE SITUACIÓN CANTERAS Y SUMINISTRO



LEYENDA	
C1 - ÁRIDOS DEL UMIA S.A.	H1 - ÁRIDOS DEL UMIA S.A.
C2 - ÁRIDOS DO MENDO S.L.	H2 - HORMIGONES VALLE MINOR.
C3 - FARO S.L. (FOMENTO DE ÁRIDOS Y OBRAS S.L.)	AA1 - PLANTA DE AGLOMERADO ASFÁLTICO COYSA.
C4 - CANTERAS PREBETONG S.L.	AA2 - PLANTA DE AGLOMERADO ASFÁLTICO COYSA.
C5 - GRANITOS TRITURADOS S.L.	AA3 - PLANTA DE AGLOMERADO ASFÁLTICO SERCOYSA.
C6 - ÁRIDOS VALLE MINOR.	

APÉNDICE 1: INVESTIGACIÓN DE CAMPO

PROYECTO 7064
 FECHA 22/01/08
 SITUACIÓN (P.K.) 2+384 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 14.5 m

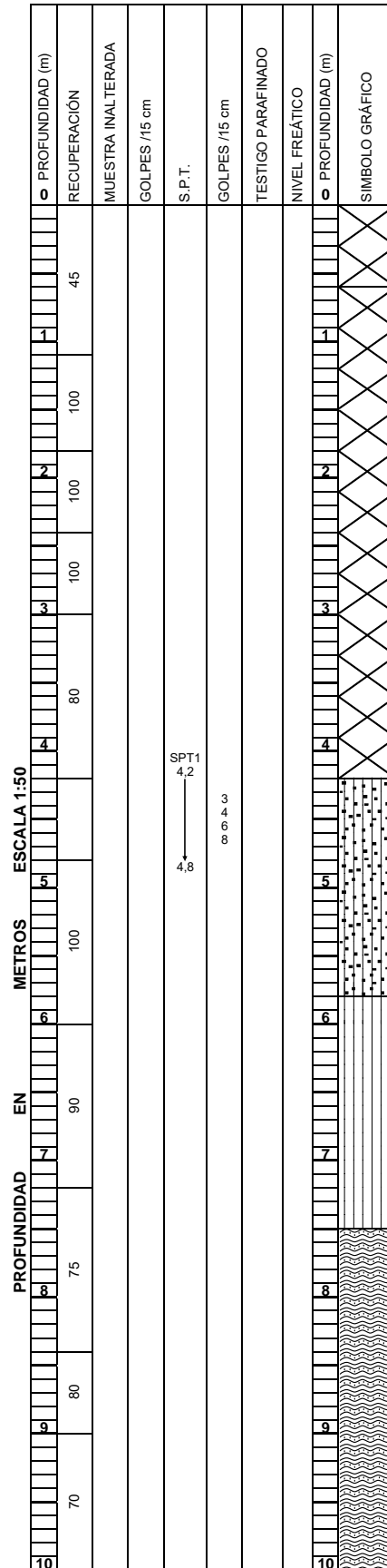
COORDENADAS

X 527857
 Y 4681027
 Z 52

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	
DENSIDAD SECA kg/m ³	
LIMITES DE ATTERBERG	
Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	
Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	
Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)	
q _u (kg/cm ²)	
φ°	
c' (kg/cm ²)	



DESCRIPCIÓN

0,00-0,60 RELLENO RESTOS DE ASFALTO Y EXPLANADA

0,60-4,10 RELLENO SM ARENA MARRON CLARO CON ALGO DE LIMO E INDICIOS DE GRAVA (FLOJA) LA ARENA ES DE GRANO GRUESO-MUY GRUESO LA GRAVA ES DE NATURALEZA SILICEA Y FELDESPATICA DE 1,5-2 CM

4,10-5,80 SM ARENA MARRON CON BASTANTE LIMO. (FLOJA) LA ARENA ES DE GRANO FINO-MEDIO

5,80-7,50 ML LIMO MARRON CON ALGO DE ARENA. (BLANDO). LA ARENA ES DE GRANO FINO OCASIONALMENTE APARECEN FRAGMENTOS DE ROCA

7,50-10,00 GNEIS GNEIS BLANCO GRISACEO CON GLANDULAS FELDESPATICAS, APARECENTRAMOS ALTERADOS. ROD=40% RECUPERACION=70% RESISTENCIA=4 METEORIZACION GRADO II

S-1

S-1



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-1

FECHA: ene-08
 HOJA 1 DE 2

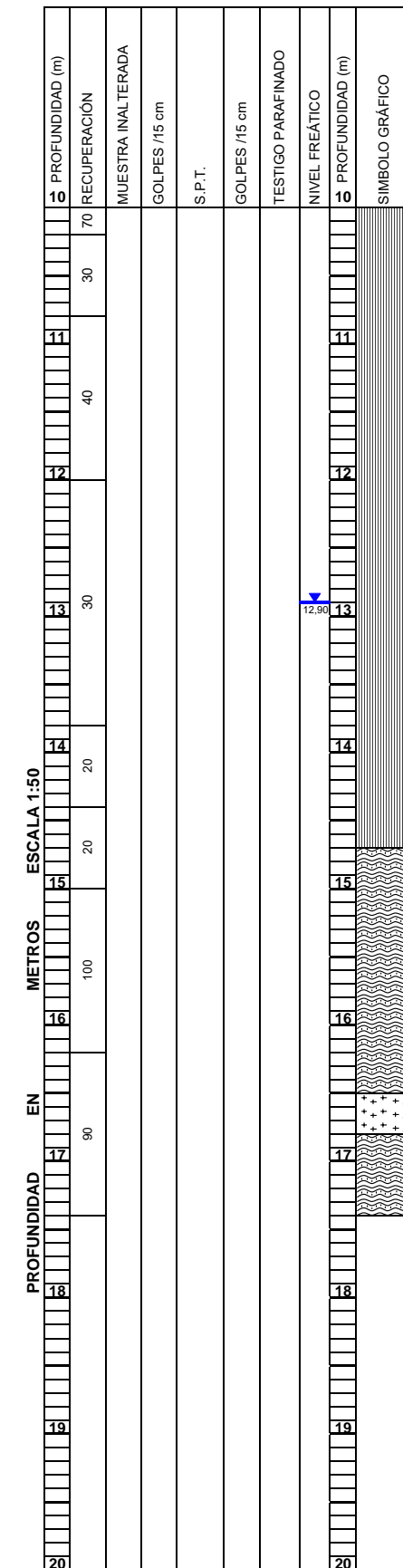
PROYECTO 7064
 FECHA 22/01/08
 SITUACIÓN (P.K.) 2+384 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 14.5 m

X 527857
 Y 4681027
 Z 52

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-1

ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA		
			Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)
				q _u (kg/cm ²)	φ°
					c (kg/cm ²)



S-1

DESCRIPCIÓN

10.00-14.50 GNEIS ALTERADO CL
 GNEIS METEORIZADO A LIMO MARRON GRISACEO
 METEORIZACION V.
 RESISTENCIA 0
 APARECEN FRAGMENTOS CENTRIMETRICOS DESMENUZABLES
 PERFIL DE ALTERACION

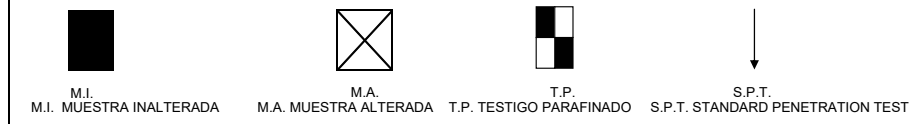
12.98

AUMENTA LA RESISTENCIA DEL TERRENO A DURO
 Las maniobra de perforacion se realizaron con bateria doble debido a la elevada dureza del material proporcionando perdidas de material en algunos tramos.
 No se realizaron ensayos SPT por la elevada dureza del terreno.

14.70-16.50 GNEIS
 GNEIS GLANDULAR MARRON
 RQD=53%
 RECUPERACION 100%
 RESISTENCIA=4

16.50-16.80 GRANITO
 GRANITO GRIS BLANQUECINO.
 RQD=50% ; RECUPERACION=90% ; RESISTENCIA=4
 16.80-17.40 GNEIS
 GNEIS GLANDULAR MARRON
 RQD=60% ; RECUPERACION=60% ; RESISTENCIA=4

FIN DE SONDEO A 17.40 M



CONSULTOR:

TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-1

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 2





PROYECTO 7064
 FECHA 4/12/07
 SITUACIÓN (P.K.) 2+362 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

X
 Y
 Z

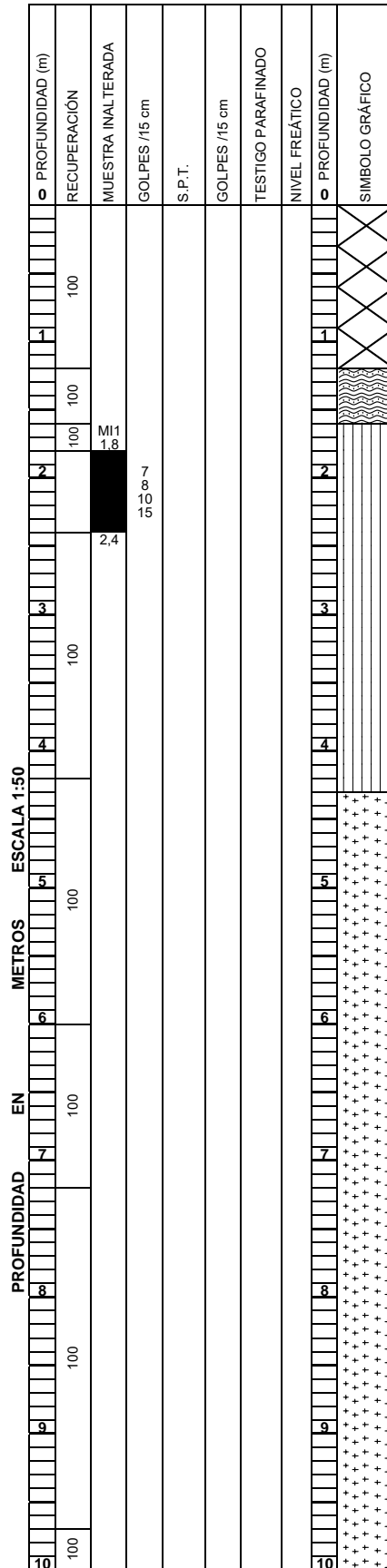
COORDENADAS
 527871
 4681042
 47.18

SUPERVISOR LOURDES RODRIGUEZ
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JESUS
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-2

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	
DENSIDAD SECA kg/m ³	
LIMITES DE ATTERBERG	
Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	
Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	
Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)	
q _u (kg/cm ²)	
φ°	
c' (kg/cm ²)	



DESCRIPCIÓN

0.00-1.20 RELLENO ARENA ARCILLOSA MARRON CON ALGO DE GRAVA. LA GRAVA ES HETEROMETRICA DE COMPOSICION SILICEA APARECEN RESTOS VEGETALES

1.20-1.60 BOLO DE ROCA GRANITICA DE COLOR BLANQUECINO

1.60-4.30 JABRE ML LIMO ARENOSO MARRON AMARILLENTO CON ALGO DE ARCILLA Y ALGO DE GRAVA (FIRME LA GRAVA ES HETEROMETRICA, SUBANGULAR (FRAGMENTOS DE ROCA))

3.00-3.20 CAMBIO DE COLOR A MARRON NEGRUZZCO

3.50 DISMINUYE EL CONTENIDO DE ARCILLA A INDICIOS

4.30-10.10 GRANITO GRANITO BLANQUECINO CON LAMINACION DE MICAS NEGRAS RQD=48% METEORIZACION GRADO I- RESISTENCIA=4 PRESENTA FRACTURAS QUE CONTIENEN UNA LIGERA PATINA DE OXID

7.80-9.30 ROCA MUY MILONITIZADA CAPA MILONITICA DONDE SE DIFERENCIA LOS FENOCRIETALES PORFIDOBLASTICOS Y UNA LAMINACION MUY MARCADA QUE SE ENCUENTRA CON UNA LIGERA DEFORMACION

9.30-9.75 TRAMO INTENSAMENTE FRACTURADO DISMINUYE EL GRADO DE METEORIZACION A II DISMINUYE LA RESISTENCIA A 3 DISMINUYE EL RQD A 0.

S-2



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST

CONSULTOR:

TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-2

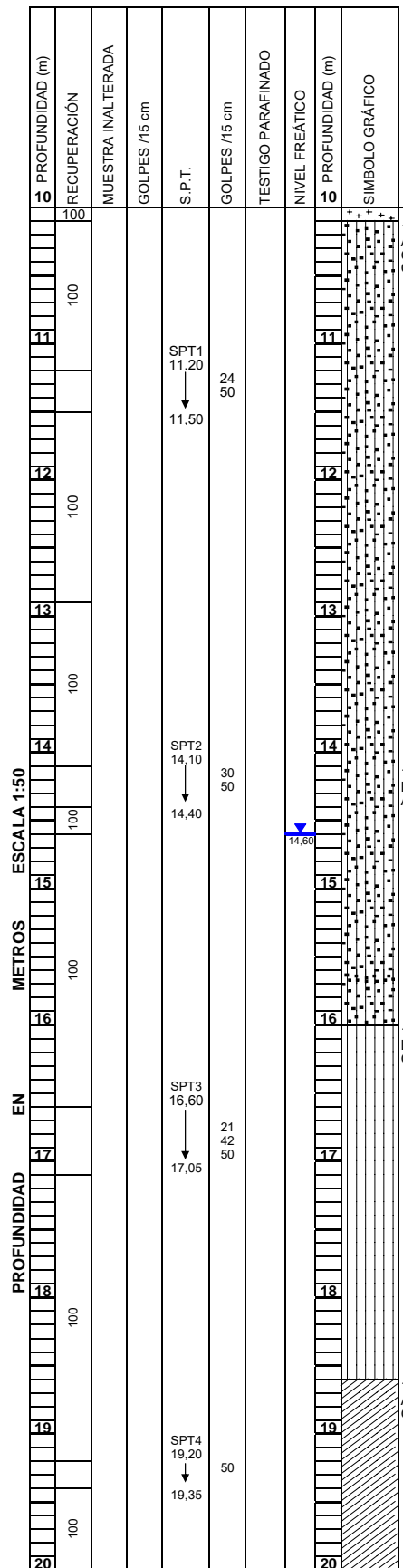
FECHA:
 ene-08
 HOJA 1 DE 4

PROYECTO 7064
 FECHA 4/12/07
 SITUACIÓN (P.K.) 2+362 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

X 527871
 Y 4681042
 Z 47.18

SUPERVISOR LOURDES RODRIGUEZ
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JESUS
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO						
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRIA		
		PL	FL	Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)
22.1				100	98.30	37.50
21.3				100	99.4	42.5



DESCRIPCIÓN

10.10-18.60 JABRE SM
 ARENA LIMOSA MARRON CON INDICIOS DE ARCILLA Y ALGO DE GRAVA (MUY DENSA)
 GRANO MEDIO-FINO
 GRAVA HETEROMETRICA, SUBANGULAR(FRAGMENTOS DE ROCA)

11,50 CAMBIO DE COLOR A MARRON ANARANJADO

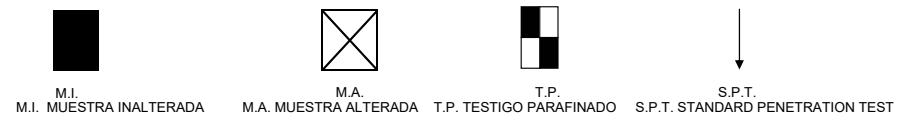
14.10
 DISMINUYE EL TAMAÑO DE GRANO DE LA ARENA A FINO
 AUMENTA EL CONTENIDO DE LIMO A ALGC

16.00-18.60 JABRE ML
 LIMO MARRON ANARANJADO CON ALGO DE ARENA, E INDICIOS DE GRAVA.(DURO)
 GRAVA HETEROMETRICA, SUBANGULAR(FRAGMENTOS DE ROCA)

18.60-26.50 CL
 ARCILLA MARRON ANARANJADO CON INDICIOS DE GRAVA (DURA)
 GRAVA HETEROMETRICA SUBANGULAR(FRAGMENTOS DE ROCA)

19,00-19,20 CAMBIO DE COLOR A MARRON GRISACEO.

S-2



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-2

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 4

PROYECTO 7064
 FECHA 4/12/07
 SITUACIÓN (P.K.) 2+362 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

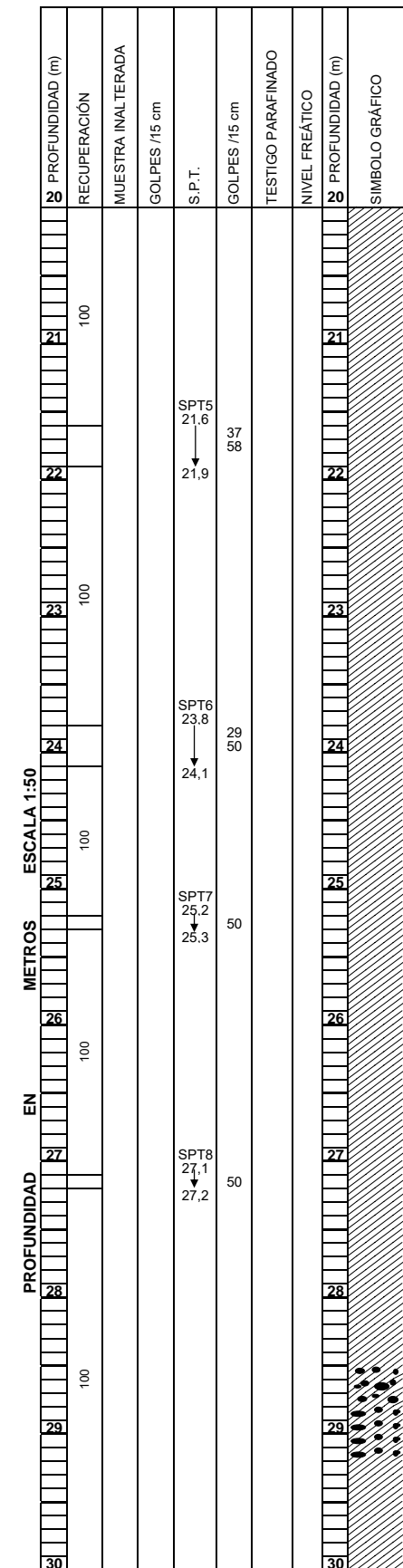
X
 Y
 Z 47,18

COORDENADAS

SUPERVISOR LOURDES RODRIGUEZ
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JESUS
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m³	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRIA		
		PL	PL	PL	Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)
25.9			100	99.6	64.6		
15.9			100	100	59.7		
15.1			100	99.00	53		
15.5			100	100	50,8		



DESCRIPCIÓN

18.60-26.50 CL
 ARCILLA MARRON ANARANJADO CON INDICIOS DE GRAVA (DURA)
 GRAVA HETEROMETRICA SUBANGULAR (FRAGMENTOS DE ROCA)

22.30 AUMENTA EL CONTENIDO DE GRAVA A ALGO

22.90 AUMENTA EL CONTENIDO DE ARENA A ALGO

24.00 DIMINUYE EL CONTENIDO DE GRAVA A INDICIOS

25.00 AUMENTA EL CONTENIDO DE GRAVA A ALGO

AUMENTA EL CONTENIDO EN GRAVAS A GRAVOSA

DISMINUYE EL CONTENIDO DE GRAVA A ALGO. (DURA)

S-2



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-2

FECHA:
 ene-08
 HOJA 3 DE 4

PROYECTO 7064
 FECHA 4/12/07
 SITUACIÓN (P.K.) 2+362 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

X 527871
 Y 4681042
 Z 47.18

SUPERVISOR LOURDES RODRIGUEZ
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JESUS
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	
DENSIDAD SECA kg/m³	
LIMITES DE ATTEBERG	
GRANULOMETRIA	
Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	
Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	
Tamiz Nº 0.08 UNE (%PASA)	
q _u (kg/cm²)	
φ°	
c' (kg/cm²)	

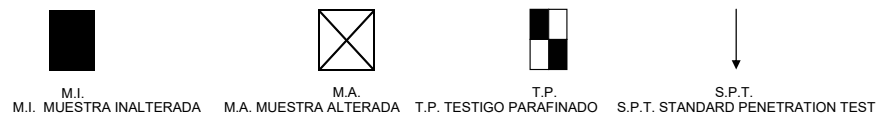
PROFUNDIDAD (m)	30
RECUPERACION	100
MUESTRA INALTERADA	
GOLPES /15 cm	
S.P.T.	
GOLPES /15 cm	
TESTIGO PARAFINADO	
NIVEL FREÁTICO	
PROFUNDIDAD (m)	30
SÍMBOLO GRÁFICO	

DESCRIPCIÓN

18.60-26.50 CL
 ARCILLA MARRON ANARANJADO CON ALGO DE GRAVA (DURA)
 GRAVA HETEROMETRICA SUBANGULAR(FRAGMENTOS DE ROCA)
 30.30-32.30 GABRO
 GABRO NEGRO VERDOSO MUY FRACTURADO EN BOLOS
 METEORIZACION GRADO II
 RESISTENCIA 4-5

32.30 BOLOS DE GRANITO PORFIDICO DE GRANO GRUESO CON BIOTITA Y MOSCOVITA
 METEORIZACION GRADO IV-V. RESISTENCIA 3
 FIN DE SONDEO A 32.50 M

S-2



CONSULTOR:

TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-2

FECHA:
 ene-08
 HOJA 4 DE 4







PROYECTO 7064
 FECHA 14/12/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 2+320 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 15 m

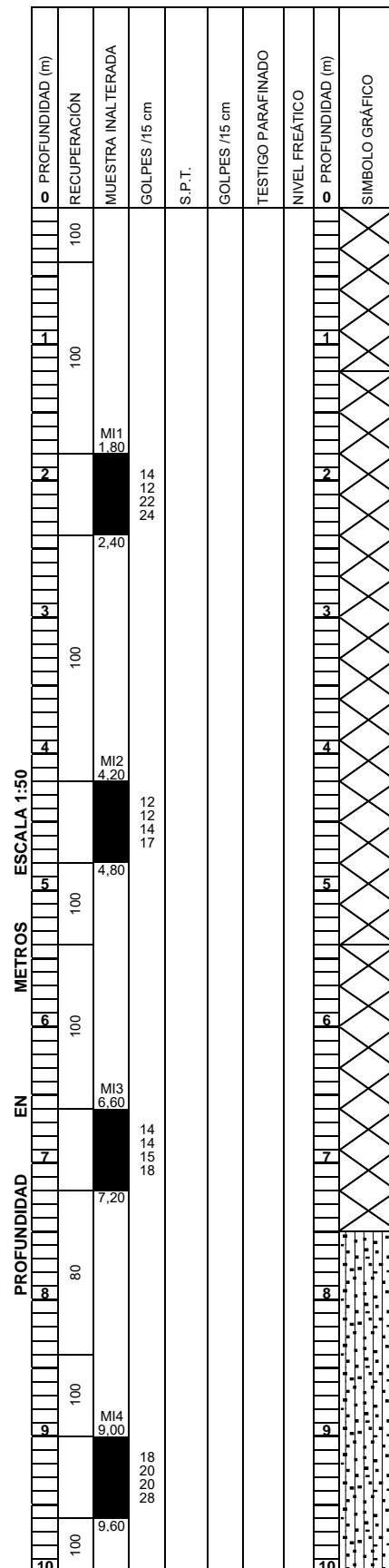
X
 Y
 Z

COORDENADAS
 527904
 4681069
 4435

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JESUS
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA				φ ^o	c' (kg/cm ²)
			Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)	q _u (kg/cm ²)		
34,7	1,3		100	100	96,4	1,59		



DESCRIPCIÓN

0,00-1,10 RELLENO LIMOS ARCILLOSOS MARRON ROJIZO CON ABUNDANTES RAICES

1,10-5,30 ML LIMO MARRON CON TONOS GRISES (MODERADAMENTE FIRME)

5,30-7,50 ML LIMO MARRON OSCURO CON INDICIOS DE ARENA (FIRME) PRESENTA ABUNDANTE MATERIA ORGANICA. 5,70 EL COLOR CAMBIA A MARRON ANARANJADO

7,50-15,00 JABRE SM ARENA BLANCA GRISACEA CON ALGO DE LIMO. (MEDIANAMENTE Densa) GRANO MEDIO EN ALGUNAS ZONAS SE CONSERVA LA ESTRUCTURA DE LA ROCA ORIGEN METEORIZACION V

S-3



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-3

FECHA: ene-08
 HOJA 1 DE 3

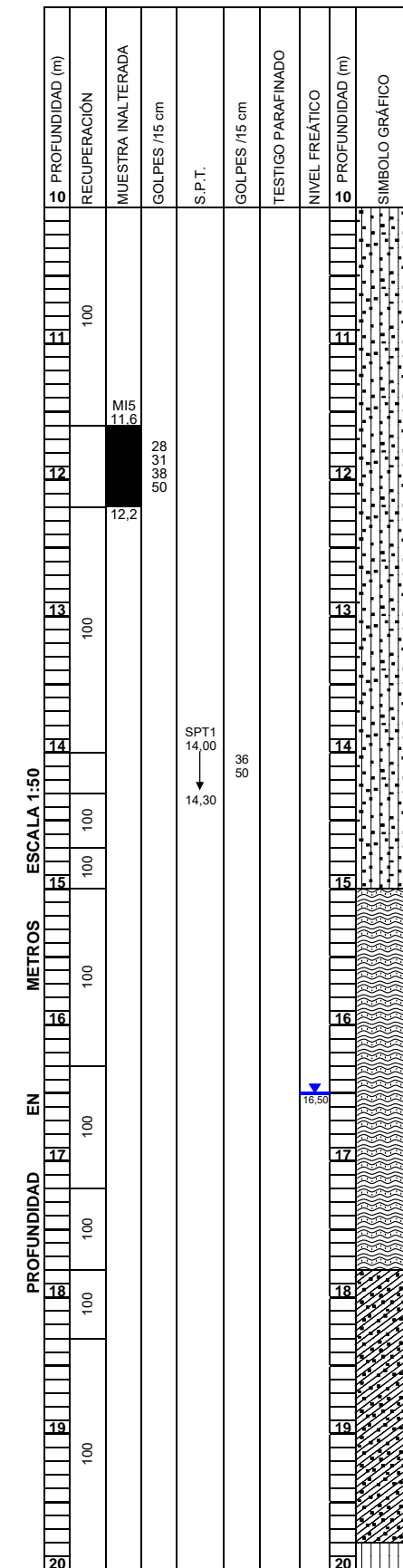
PROYECTO 7064
 FECHA 14/12/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 2+320 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 15 m

X 527904
 Y 4681069
 Z 44.35

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JESUS
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-3

ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRIA	
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)	
17,1	100	99,40	47,8		
				q _u (kg/cm ²)	
				φ°	
				c' (kg/cm ²)	



DESCRIPCIÓN

7.50-15.00 JABRE SM
 ARENA BLANCA GRISACEA CON ALGO DE LIMO. (MEDIANAMENTE DENSA).
 GRANO MEDIO. EN ALGUNAS ZONAS SE CONSERVA LA ESTRUCTURA DE LA ROCA ORIGEN
 METEORIZACION V

AUMENTA LA DENSIDAD A MUY DENSA

MI5
 11.6

28
 31
 38
 50

12.2

SPT1
 14,00
 14,30

36
 50

15.00-17.80
 GNEIS MARRON
 ROD 20%
 RECUPERACION 70%
 RESISTENCIA 4
 METEORIZADO (GRADO IV)

17.80-19.80 JABRE SC
 ARENA MARRON CLARO CON ALGO DE ARCILLA. (MUY DENSA)
 GRANO MEDIO-GRUESO
 EN ALGUNAS ZONAS SE CONSERVA LA ESTRUCTURA DE LA ROCA ORIGEN.
 METEORIZACION V-VI

19.80-21.20 JABRE ML
 LIMO MARRON GRISACEO CON BASTANTE ARCILLA. (DURO)

S-3



M.I. M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST

CONSULTOR:

TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-3

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 3

PROYECTO 7064
 FECHA 14/12/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 2+320 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 15 m

X 527904
 Y 4681069
 Z 44.35

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JESUS
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-3

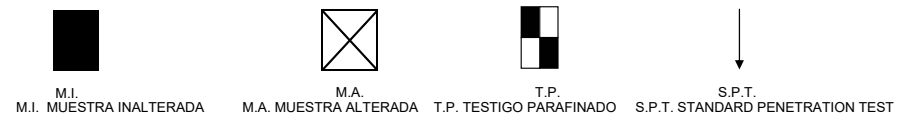
ENSAYOS DE LABORATORIO						
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG			φ ^o	c' (kg/cm ²)
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)		
15.5		98.9	97.8	50		

PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN	MUESTRA INALTERADA	GOLPES /15 cm	S.P.T.	GOLPES /15 cm	TESTIGO PARAFINADO	NIVEL FREÁTICO	PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLO GRÁFICO
20	100			20.10	39			20	
				20.40 SPT2	57				
21	100							21	
22								22	
23								23	
24								24	
25								25	
26								26	
27								27	
28								28	
29								29	
30								30	

S-3

DESCRIPCIÓN

19.80-21.20 JABRE ML
 LIMO MARRON GRISACEO CON BASTANTE ARCILLA. (DURO)
 FIN DE SONDEO A 21.20 M



TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-3

FECHA:
 ene-08
 HOJA 3 DE 3



CONSULTOR:



TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-3

FECHA:

ene-08

HOJA 1 DE 3



CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-3

FECHA:

ene-08

HOJA 2 DE 3



CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-3

FECHA:

ene-08

HOJA 3 DE 3

PROYECTO 7064
 FECHA 30/11/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 0+268 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

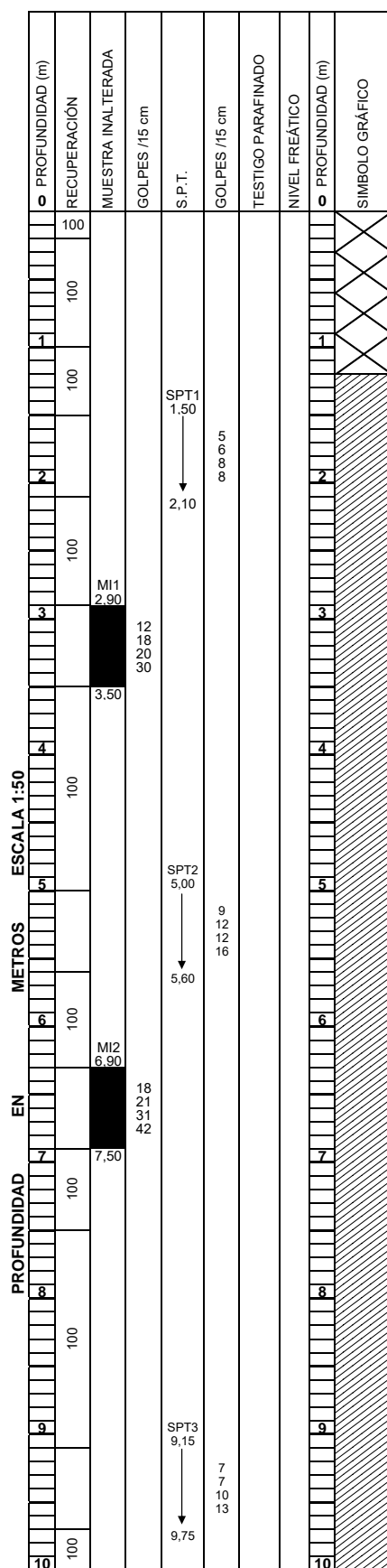
COORDENADAS
 X 527923
 Y 4681043
 Z 48.96

SUPERVISOR LAURA RODRIGUEZ
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JESUS
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-4

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG				GRANULOMETRIA	
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0.08 UNE (%PASA)	q _u (kg/cm ²)	φ°	c' (kg/cm ²)
13	1.82	98.1	87.6	41.5	1.46		
13.4		98.5	81.3	38.7			



DESCRIPCIÓN

0.00-0.20
 RELLENO DE HORMIGON(RESTOS DE BALDOSAS QUE TAPIZAN EL SUELO)
 0.20-1.20
 RELLENO VERTIDO. GRAVAS ARCILLOSAS MARRON AMARILLENTO CON ALGO DE ARENA.
 PRESENTA RESTOS DE ASFALTO

1.20-13.50 JABRE.CL
 ARCILLA AMARILLENTO CON ALGO DE ARENA Y ALGO DE GRAVA.(MUY FIRME)
 PRESENTA MICAS Y LAMINACION MILIMETRIC/
 LA GRAVA SON FRAGMENTOS ROCOSOS GNEISICOS ALTERADOS
 ROCA METEORIZACION GRADO V-VI

9.75 AUMENTA EL CONTENIDO DE GRAVA A BASTANTE.

S-4



M.I. MUESTRA INALTERADA
 M.A. MUESTRA ALTERADA
 T.P. TESTIGO PARAFINADO
 S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-4

FECHA:
 ene-08
 HOJA 1 DE 3

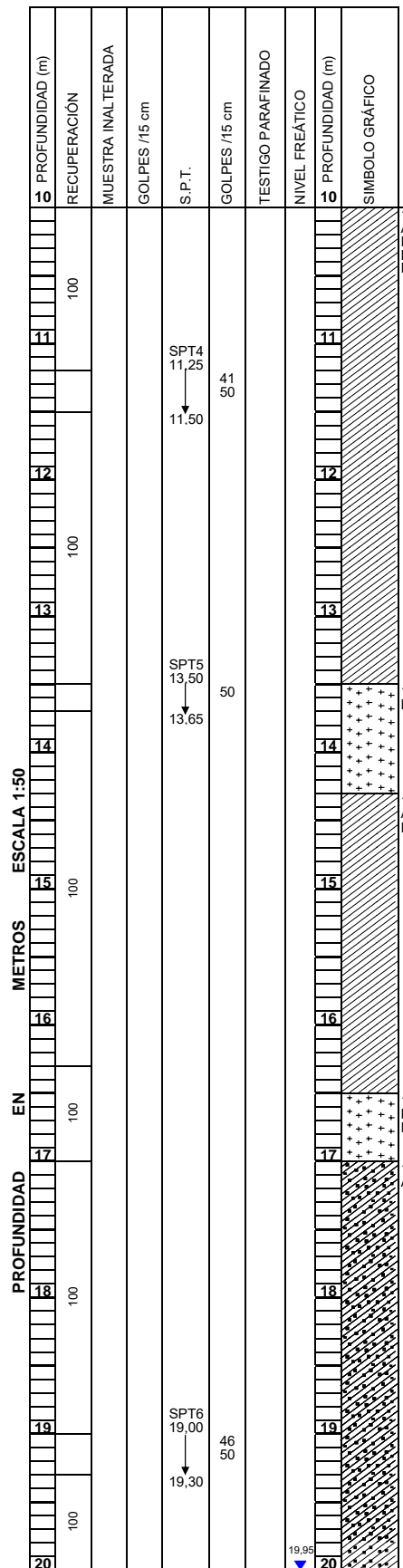
PROYECTO 7064
 FECHA 30/11/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 0+268 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

COORDENADAS
 X 527923
 Y 4681043
 Z 48.96

SUPERVISOR LAURA RODRIGUEZ
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JESUS
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-4

ENSAYOS DE LABORATORIO						
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRIA		
		PL	FL	Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)
7.5				90.7	68.4	31.4
13.6				100	98.6	46.2



DESCRIPCIÓN

10-11 20-13.50 JABRE CL
 ARCILLA AMARILLENTO CON ALGO DE ARENA Y BASTANTE GRAVA.(MUY FIRME PRESENTA MICAS Y LAMINACION MILIMETRICA/
 LA GRAVA SON FRAGMENTOS ROCOSOS GNEISICOS ALTERADOS
 ROCA METEORIZACION GRADO V-VI

11-12 SPT4 11.25 41 50
 11.50

12-13 SPT5 13.50 50
 13.65

13-14 13.50-14.30
 BOLO DE GRANITO HETEROMETRICOS SUBANGULOSOS MUY ALTERADO

14-15 14.30-16.30 JABRE CL
 ARCILLAS MARRON AMARILLENTO CON ALGO DE ARENA Y ALGO DE GRAVA(MUY FIRME PRESENTA MICAS Y LAMINACION MILIMETRICA)

15-16

16-17 16.30-17.00
 BOLO DE GRANITO,
 ROCA BIEN CONSERVADA, METEORIZACION GRADO I, RESISTENCIA 4-5

17-18 17.00-20.30 JABRE SC
 ARENA ARCILLOSA MARRON.(MUY DENSA).

18-19

19-20 SPT6 19.00 46 50
 19.30

19.95



M.I. MUESTRA INALTERADA
 M.A. MUESTRA ALTERADA
 T.P. TESTIGO PARAFINADO
 S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-4

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 3

PROYECTO 7064
 FECHA 30/11/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 0+268 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

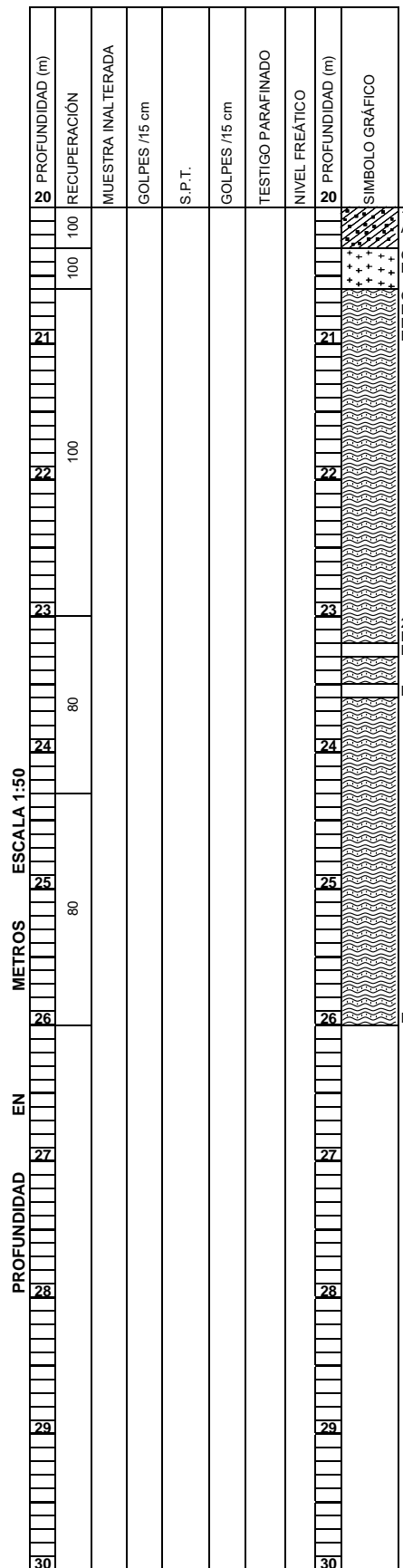
COORDENADAS
 X 527923
 Y 4681043
 Z 48.96

SUPERVISOR LAURA RODRIGUEZ
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JESUS
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-4

ENSAYOS DE LABORATORIO

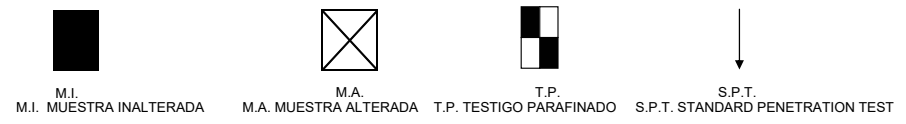
HUMEDAD NATURAL %	
DENSIDAD SECA kg/m ³	
LIMITES DE ATTEBERG	
W _L (%)	
W _P (%)	
GRANULOMETRIA	
Tamiz N° 5 UNE (%)	
Tamiz N° 20 UNE (%)	
Tamiz N° 0,08 UNE (%)	
q _u (kg/cm ²)	
φ°	
c' (kg/cm ²)	



PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACION	MUESTRA INALTERADA	GOLPES /15 cm	S.P.T.	GOLPES /15 cm	TESTIGO PARAFINADO	NIVEL FREÁTICO	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN
20	100							20	■	17.00-20.30 JABRE SC ARENA ARCILLOSA MARRON.(MUY DENSA).
21	100							21	■	GRANITO BIOTITICO DE COLOR SALMON Y GRANO GRUESO RQD=0% ; METEORIZACION II-III ; RESISTENCIA 4
22	100							22	■	GNEIS BLANQUECINO LAMINADO CON PORFIDOBlastos DEFORMADOS Y MICAS(GNEIS MILONITICO) RQD=79% METEORIZACION GRADO II RESISTENCIA 4-5
23	100							23	■	22.00-25.30 EL GNEIS PRESENTA UN MAYOR GRADO DE OXIDACION AUMENTA LA METEORIZACION A II-II
24	80							24	■	23.00-24.30 RQD=44% ; METEORIZACION I ; RESISTENCIA 4-5 LENTE DE CUARZO
25	80							25	■	DISMINUYE EL GRADO DE METEORIZACION A GRADO I
26								26	■	FIN DE SONDEO A 26 M.
27								27		
28								28		
29								29		
30								30		

S-4

DESCRIPCIÓN



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-4

FECHA:
 ene-08
 HOJA 3 DE 3



CONSULTOR:



TÍTULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-4

FECHA:

ene-08

HOJA 1 DE 3





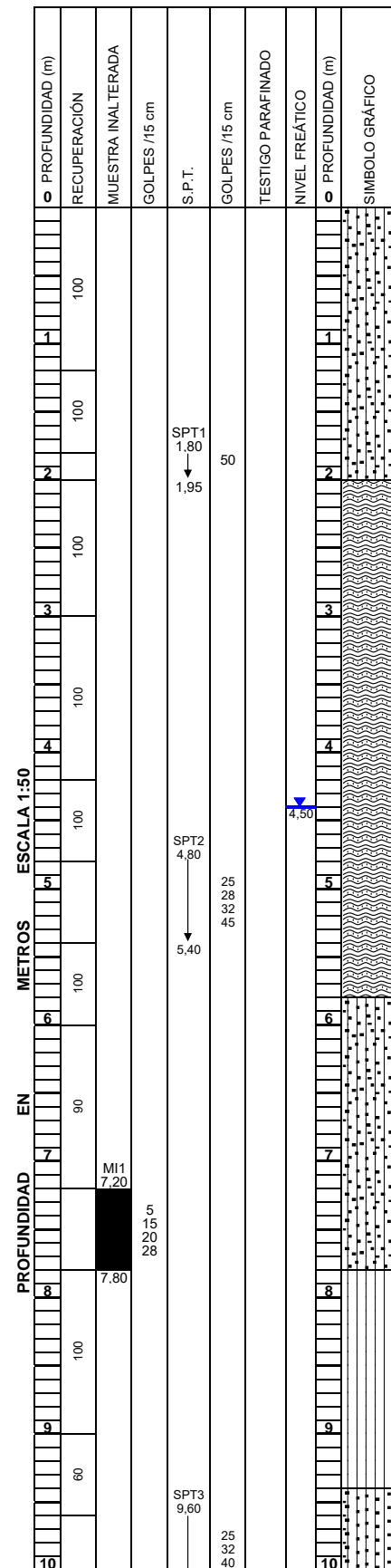
PROYECTO 7064
 FECHA 10/01/2008
 SITUACIÓN (P.K.) 2+283 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 17,5 m

X 527928
 Y 4681098
 Z 32.91

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRIA			φ _u (kg/cm ²)	c' (kg/cm ²)
		PL	LL	LP	Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)		
16			79.4	68.4	30				
14.9			100.0	98.9	49.3				



S-5

DESCRIPCIÓN

0.00-2.00 JABRE. SM
 ARENA MARRON CLARO BLANQUECINA CON ALGO DE LIMO. (MUY DENSA)
 ARENA DE GRANO MEDIO.

2.00-5.80 JABRE
 GNEIS MUY FRAGMENTADO EN CANTOS DE UNOS 3-4 CM, MUY ANGULOSOS
 RESISTENCIA 0
 METEORIZACION III-IV

5.80-7.80 JABRE. SM
 ARENA MARRON GRISACEO CON ALGO DE LIMO(DENSA)
 ARENA DE GRANO MEDIO-GRUESO
 AUMENTA EL CONTENIDO DE LIMO A BASTANTE

7.80-9.40 JABRE. ML
 LIMO MARRON. (MODERADAMENTE FIRME)

9.40-12.00 SM
 ARENA MARRON CLARO BLANQUECINA CON ALGO DE LIMO. (MUY DENSA)
 GRANO GRUESO
 APARECEN ALGUNOS FRAGMENTOS DE ROCA DE UNOS 2-3 CM QUE SE DISGREGAN CON LA MANO
 ROCA METEORIZACION V



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST

CONSULTOR:

TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
S-5

FECHA:
 ene-08
 HOJA 1 DE 2

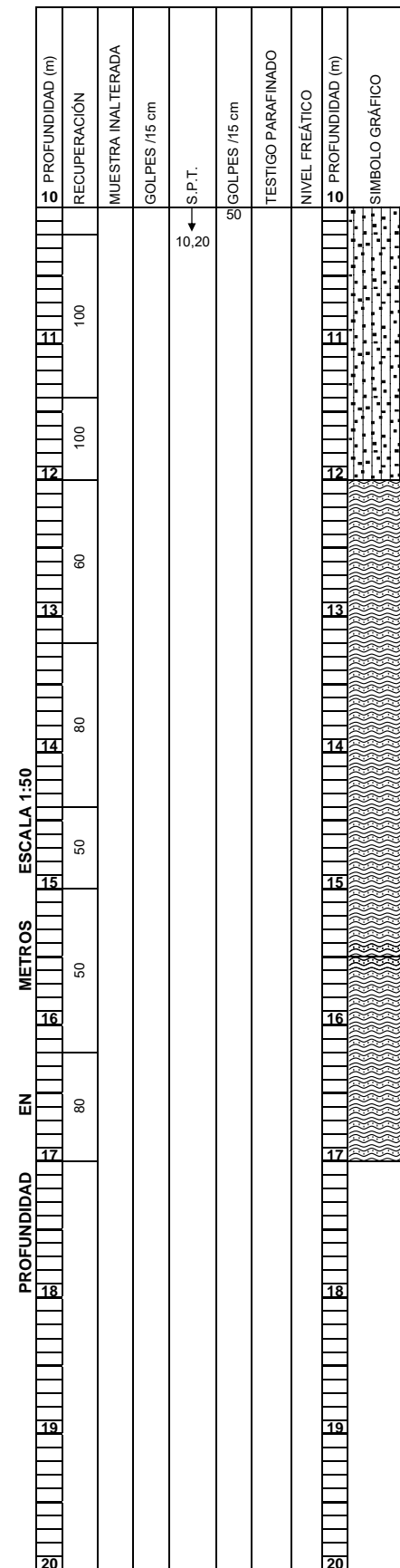
PROYECTO 7064
 FECHA 10/01/2008
 SITUACIÓN (P.K.) 2+283 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 17.5 m

COORDENADAS
 X 527928
 Y 4681098
 Z 32.91

SUPERVISOR OSCAR ZAHO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-5

ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LIMITES DE ATTEBERG	GRANULOMETRIA		
			Tamiz N° 5 UNE (%PASA)	Tamiz N° 2 UNE (%PASA)	Tamiz N° 0.08 UNE (%PASA)
					q _u (kg/cm ²)
					φ°
					c (kg/cm ²)



DESCRIPCIÓN

9.40-12.00 SM
 ARENA MARRON CLARO BLANQUECINA CON ALGO DE LIMO. (MUY DENSA)
 GRANO GRUESO
 APARECEN ALGUNOS FRAGMENTOS DE ROCA DE UNOS 2-3 CM QUE SE DISGREGAN CON LA MANO
 ROCA METEORIZACION V

12.00-15.50 GNEIS.
 GNEIS MARRON GRISACEO INTENSAMENTE FRAGMENTADO CON FUERTE ALTERACION EN MATRIZ ARENO LIMOSA.
 ROD=0%
 METEORIZACION IV-V
 RESISTENCIA 1

Se trata del ultimo estadio de alteracion.
 La necesidad de perforar con bateria doble produce un descenso en la recuperacion.

15.50-17.00 GNEIS
 GNEIS GRIS AZULADO
 METEORIZACION GRADO II
 ROD=35%
 RESISTENCIA 4

17.00 FIN DE SONDEO A 17 M

S-5



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST

CONSULTOR:

TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-5

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 2





PROYECTO 7064
 FECHA 14/01/08
 SITUACIÓN (P.K.) 2+236 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

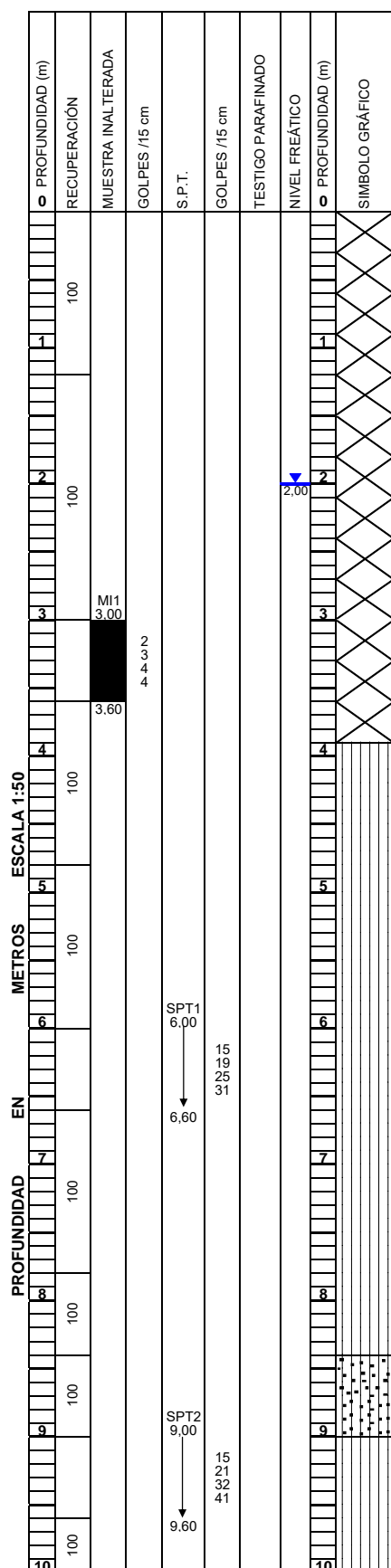
X 527957
 Y 4681134
 Z 26.87

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-6

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA		
		PL	PP	LI	Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0.08 UNE (%PASA)
14.4					91.6	85.7	31.4
21.8					100	99.7	65.2



DESCRIPCIÓN
 0.00-4.00 RELLENO
 LIMO MARRÓN CLARO-OCRE CON ALGO DE ARENA E INDICIOS DE GRAVA. (BLANDO)
 GRANO FINO.

4.00-8.40 JABRE. ML
 LIMO MARRÓN GRISACEO CON ALGO DE ARENA. (DURO)

8.40-9.00 JABRE. SM
 ARENA MARRÓN CON BASTANTE LIMO. (MUY DENSA)
 GRANO GRUESO

9.00-15.60 JABRE. ML
 LIMO MARRÓN CON ALGO DE ARENA. (DURO)
 GRANO FINO

S-6



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-6

FECHA:
 ene-08
 HOJA 1 DE 3

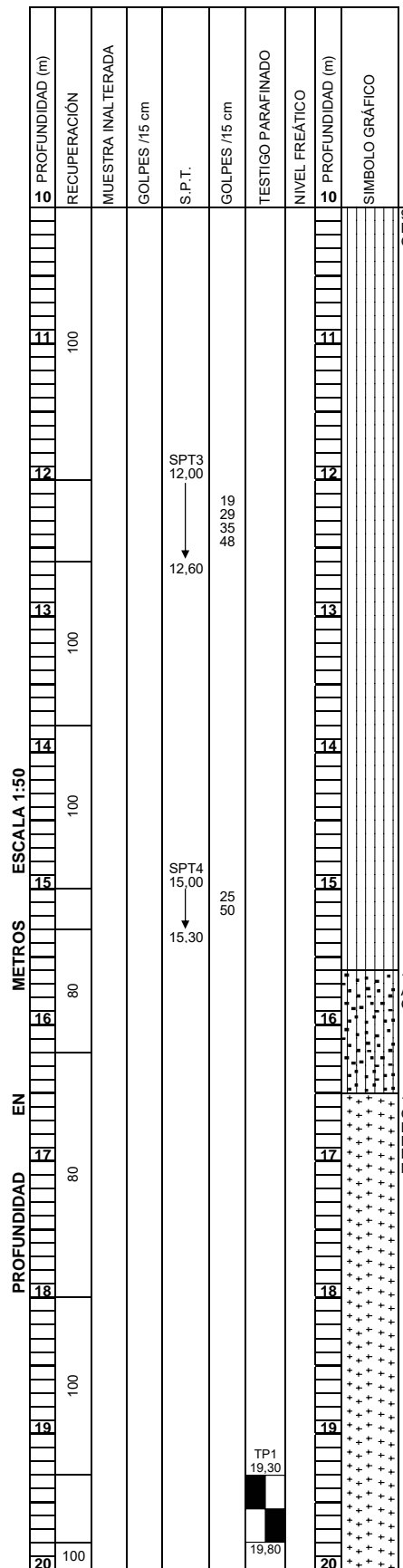
PROYECTO 7064
 FECHA 14/01/08
 SITUACIÓN (P.K.) 2+236 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

COORDENADAS
 X 527957
 Y 4681134
 Z 26.87

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-6

ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRIA	
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)	
29.2	100	99.1	61.6		
					263.



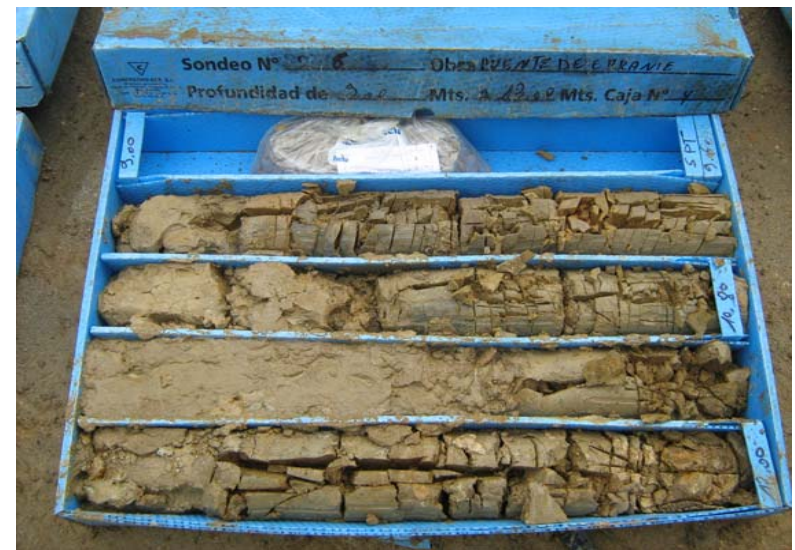
S-6

DESCRIPCIÓN

9.00-15.60 JABRE. ML
 LIMO MARRON CON ALGO DE ARENA. (DURO)
 GRANO FINO

15.60-16.50 JABRE. SM
 ARENA MARRON CON INDICIOS DE LIMO. (MUY DENSA)
 GRANO GRUESO

16.50-21.00
 GRANITO MARRON ANARANJADO DE GRANO GRUESO.
 ROD=65%
 RECUPERACION 100%
 RESISTENCIA 3
 METEORIZACION GRADO II



M.I. M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
S-6

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 3

PROYECTO 7064
 FECHA 14/01/08
 SITUACIÓN (P.K.) 2+236 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

X
 Y
 Z

COORDENADAS
 527957
 4681134
 26.87

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

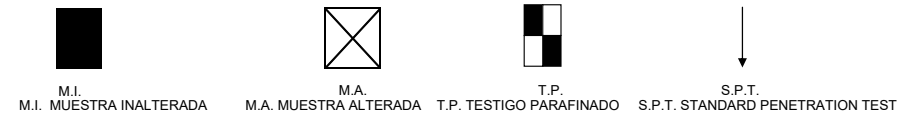
ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA		
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)	
					q _u (kg/cm ²)
					φ°
					c' (kg/cm ²)

PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACION	MUESTRA INALTERADA	GOLPES /15 cm	S.P.T.	GOLPES /15 cm	TESTIGO PARAFINADO	NIVEL FREÁTICO	PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLO GRÁFICO
20	100							20	+
21								21	+
22								22	+
23								23	+
24								24	+
25								25	+
26								26	+
27								27	+
28								28	+
29								29	+
30								30	+

DESCRIPCIÓN

16.50-21.00
 GRANITO MARRON ANARANJADO DE GRANO GRUESO.
 RQD=65%
 RECUPERACION 100%
 RESISTENCIA 3
 METEORIZACION GRADO II
 FIN DE SONDEO A 21 M

S-6



TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-6

FECHA:
 ene-08
 HOJA 3 DE 3







CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-6

FECHA:

ene-08

HOJA 3 DE 3

PROYECTO 7064
 FECHA 13/12/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 0+367 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE 17,5 m

X 527988
 Y 4681117
 Z 3965

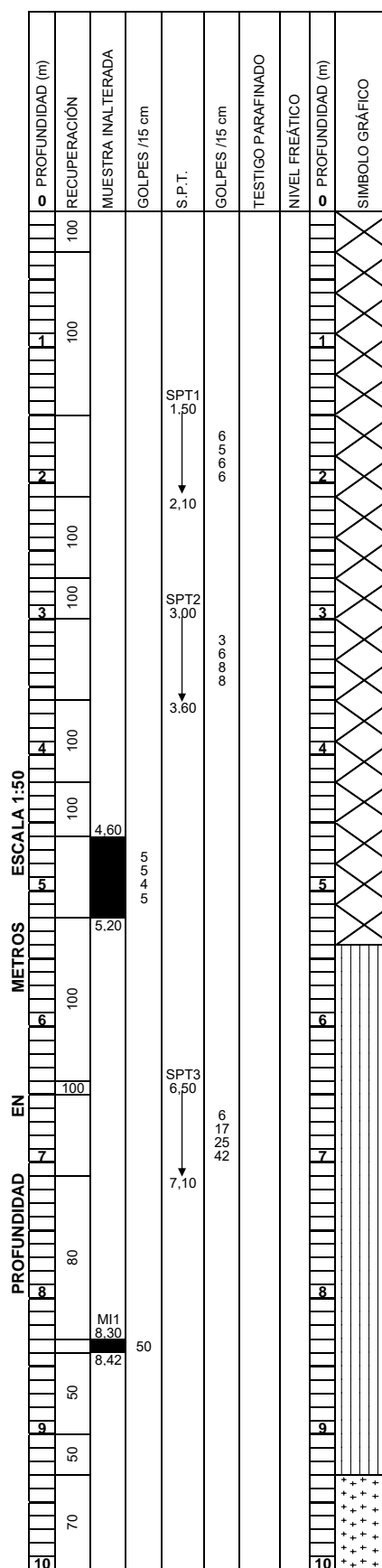
COORDENADAS

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA G.O.C
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-7

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG				GRANULOMETRIA			
		PL	PP	Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)	q _u (kg/cm ²)	φ°	c' (kg/cm ²)
13,4				98,7	94,8	53,7			



DESCRIPCIÓN

0,00-5,30 RELLENO LIMO MARRON CON ALGO DE ARENA.(MODERADAMENTE FIRME) APARECEN FRAGMENTOS DE ROCA.

5,30-9,30 LIMOSILICIOSO MARRON OCRE CON INDICIOS DE ARENA.(MODERADAMENTE FIRME)

9,30-11,20 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA ARENA DE GRANO FINO-MEDIO.

11,20-17,25 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

17,25-42,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

42,00-50,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

50,00-52,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

52,00-55,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

55,00-58,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

58,00-61,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

61,00-64,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

64,00-67,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

67,00-70,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

70,00-73,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

73,00-76,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

76,00-79,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

79,00-82,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

82,00-85,00 LIMOSILICIOSO MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA(DURO) ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

85,00-9,10 NIVEL CON BASTANTE ARCILLA

9,30-11,20 GRANITO. GR BLO DE GRANITO MARRON AMARILLENTO FUERTEMENTE ALTERADO Y FRAGMENTADO ROD=5% RECUPERACION 65% METEORIZACION GRADO IV. RESISTENCIA 1

S-7



M.I. MUESTRA INALTERADA
 M.A. MUESTRA ALTERADA
 T.P. TESTIGO PARAFINADO
 S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-7

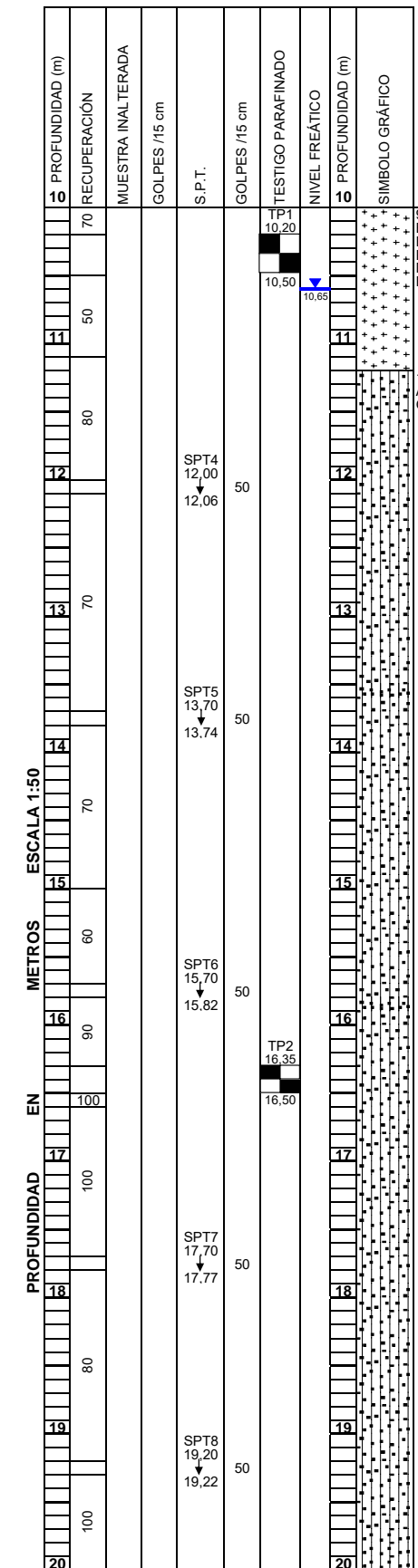
FECHA:
 ene-08
 HOJA 1 DE 3

PROYECTO 7064
 FECHA 13/12/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 0+367 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE 17.5 m

COORDENADAS
 X 527988
 Y 4681117
 Z 39.65

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA G.O.C
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO						
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG			φ _u (kg/cm ²)	c' (kg/cm ²)
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)		
9.2		100	84.5	14.5		
11.3		100	95.4	28.6		



DESCRIPCIÓN

9.30-11.20 GRANITO GR
 BOLO DE GRANITO MARRON AMARILLENTO FUERTEMENTE ALTERADO Y FRAGMENTADO
 ROD=5%
 RECUPERACION 65%
 METEORIZACION GRADO IV.
 RESISTENCIA 1

11.20-22.94 JABRE.SM
 ARENA MARRON CLARO BLANQUECINA CON ALGO DE LIMO.(MUY DENSA)
 GRANO GRUESO

S-7

S-7



M.I. M.I. MUESTRA INALTERADA
 M.A. M.A. MUESTRA ALTERADA
 T.P. T.P. TESTIGO PARAFINADO
 S.P.T. S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-7

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 3

PROYECTO: 7064
 FECHA: 13/12/2007
 SITUACIÓN (P.K.): 0+367 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE: 17,5 m

X: 527988
 Y: 4681117
 Z: 39,65

SUPERVISOR: OSCAR ZAZO
 EMPRESA: G.O.C
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-7

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			q _u (kg/cm ²)	φ°	c' (kg/cm ²)
		PL	LL	LP	Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)			
14.6					100	96.4	21.5			

PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN	MUESTRA INALTERADA	GOLPES /15 cm	S.P.T.	GOLPES /15 cm	TESTIGO PARAFINADO	NIVEL FREÁTICO	PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLO GRÁFICO
20								20	
21				SPT9 20,70 ↓ 20,76	50			21	
22								22	
23				SPT10 22,80 ↓ 22,94	50			23	
24								24	
25								25	
26								26	
27								27	
28								28	
29								29	
30								30	

11 20-22.94 JABRE SM
 ARENA MARRON CLARO BLANQUECINA CON ALGO DE LIMO.(MUY DENSA)
 GRANO GRUESO

FIN DE SONDEO A 22,94 M

DESCRIPCIÓN

S-7



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-7

FECHA:
 ene-08
 HOJA 3 DE 3





CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-7

FECHA:

ene-08

HOJA 2 DE 3



CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-7

FECHA:

ene-08

HOJA 3 DE 3

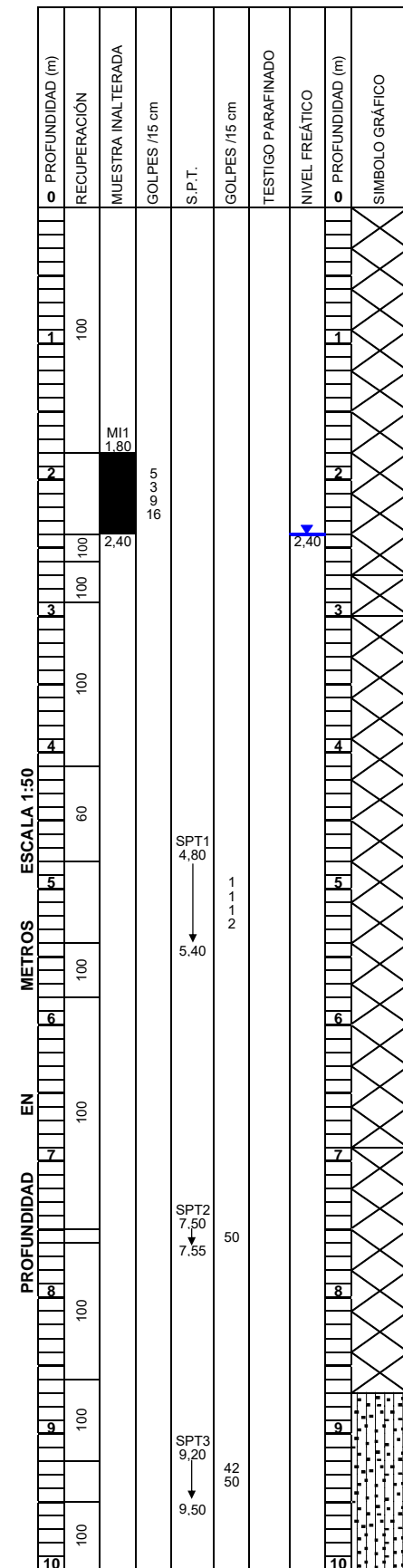
PROYECTO 7064
 FECHA 19/12/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 2+194 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 11 m

COORDENADAS
 X 527986
 Y 4681167
 Z 26.44

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JORGE
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-8

ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA		
			Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)
15,6			97,8	95,3	43,3
					φ _u (kg/cm ²)
					φ ^o
					c (kg/cm ²)



S-8

DESCRIPCIÓN

0.00-2.55 RELLENO GRAVA ARENOSA MARRON OSCURO CON ALGO DE ARCILLA.(FLOJA)
 CANTOS DE GRAVA DE COMPOSICION SILICEA Y FELDESPATICA
 ARENA DE GRANO GRUESO

AUMENTA EL CONTENIDO DE ARCILLAS A BASTANTE

2.60-2.85 GNEIS BLANCO GRISACEO CON VETEADO MICACEO NEGRO(BIOTITA)

2.85-7.00 RELLENO ARENA MARRON CLARO CON ALGO DE LIMOS E INDICIOS DE GRAVA.(MUY FLOJA)
 ARENA DE GRANO FINO-MEDIO
 CANTOS DE GRAVA DE TAMAÑO 1-2 CM AUNQUE LOS HAY DE HASTA 5-6 CM

EL COLOR CAMBIA A GRISACEO

HORMIGON ZAPATA VIADUCTO ACTUAL

8.60-13.90 JABRE SM ARENA MARRON CLARO CON ALGO DE LIMOS.(MUY DENSA)
 GRANO GRUESO

DISMINUYE EL TAMAÑO DE GRANO A MEDIO-GRUESO



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
S-8

FECHA:
 ene-08
 HOJA 1 DE 2

PROYECTO 7064
 FECHA 19/12/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 2+194 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 11 m

COORDENADAS
 X 527986
 Y 4681167
 Z 26.44

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SCI
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: JORGE
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-8

ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG		GRANULOMETRIA	
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)		Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	
		Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)		q _u (kg/cm ²)	
				φ°	
				c' (kg/cm ²)	

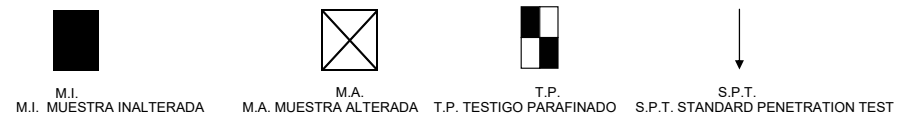
10	PROFUNDIDAD (m)	10	RECUPERACIÓN
11	100	11	MUESTRA INALTERADA
12		12	GOLPES /15 cm
13	100	13	S.P.T.
14		14	GOLPES /15 cm
15		15	TESTIGO PARAFINADO
16		16	NIVEL FREÁTICO
17		17	PROFUNDIDAD (m)
18		18	SÍMBOLO GRÁFICO
19		19	
20		20	

8.60-13.90 JABRE SM
 ARENA MARRON CLARO CON ALGO DE LIMOS.(MUY DENSA)
 GRANO MEDIO-GRUESO

FIN DE SONDEO A 13,90 M

DESCRIPCIÓN

S-8



TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-8

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 2



CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-8

FECHA:

ene-08

HOJA 1 DE 2



CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-8

FECHA:

ene-08

HOJA 2 DE 2

PROYECTO: 7064
 FECHA: 17/12/2007
 SITUACIÓN (P.K.): 2+147 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE: 11,5 m

X: 528006
 Y: 4681210
 Z: 2381

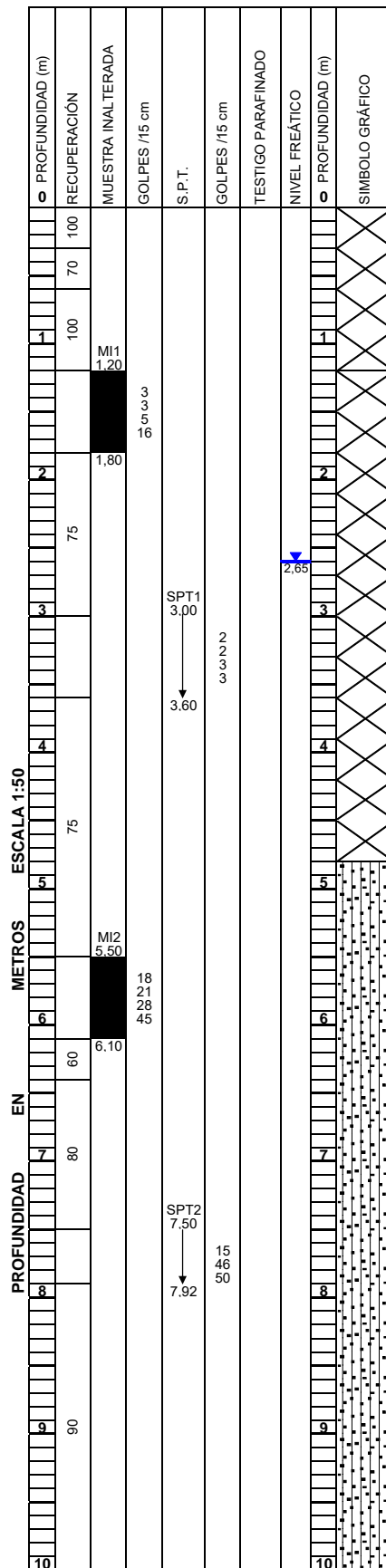
COORDENADAS

SUPERVISOR: OSCAR ZAZO
 EMPRESA: G.O.C
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-9

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	
DENSIDAD SECA kg/m ³	
LIMITES DE ATTERBERG	
Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	
Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	
Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)	
q _u (kg/cm ²)	
φ°	
c' (kg/cm ²)	
	15.1
	1.81
	95.1
	91.7
	33.2



DESCRIPCIÓN

0.00-1.20 RELLENO BOLO DE GRANITO ALTERADO

1.20-4.70 RELLENO ARENA MARRON CON ALGO DE LIMO. (FLOJA) GRANO FINO-MEDIO.

4.70-19.50 JABRE SM ARENA BLANCA GRISACEA CON ALGO DE LIMO. (MEDIANAMENTE DENSA) GRANO GRUESO.

AUMENTA LA DENSIDAD A MUY DENSA.

S-9



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-9

FECHA:
 ene-08
 HOJA 1 DE 2

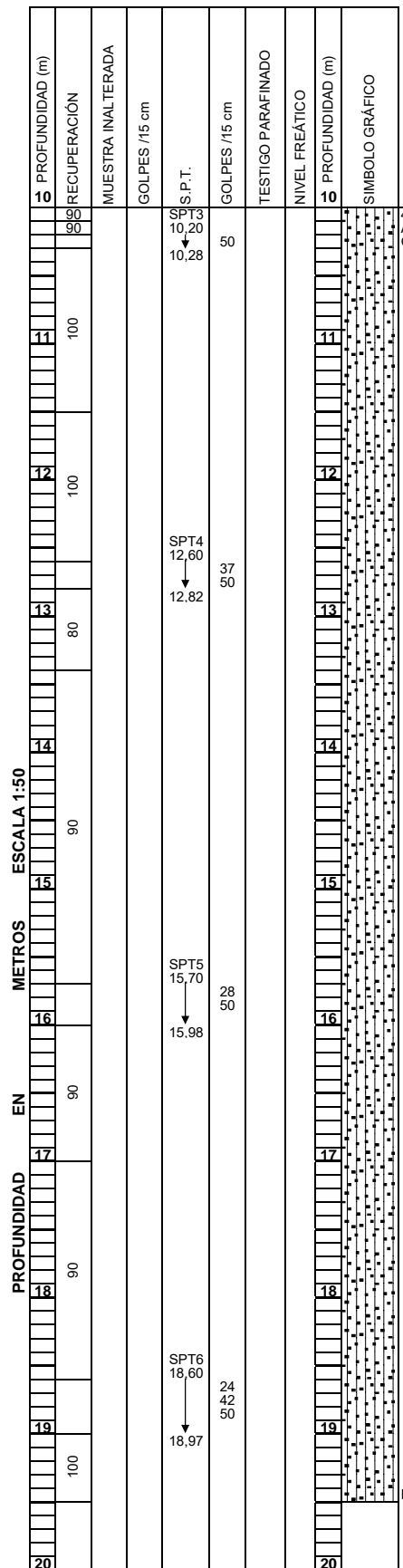
PROYECTO 7064
 FECHA 17/12/2007
 SITUACIÓN (P.K.) 2+147 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 11.5 m

COORDENADAS
 X 528006
 Y 4681210
 Z 23.81

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA G.O.C
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-9

ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG			c' (kg/cm ²)
		PL	LL	PL	
		GRANULOMETRIA			
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)	
10.7		100	96	25.2	
13.5		100	94.7	21.4	



DESCRIPCIÓN

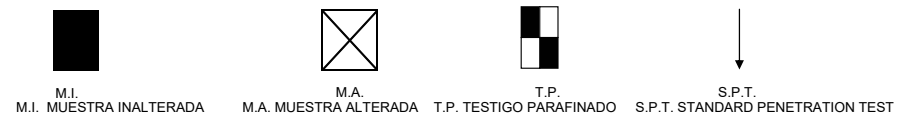
4.70-19.50 JABRE SM
 ARENA BLANCA GRISACEA CON ALGO DE LIMO.(MUY DENSA)
 GRANO GRUESO.

EL COLOR CAMBIA A MARRON CLARO

EL COLOR CAMBIA A BLANCO GRISACEO

FIN DE SONDEO A 19,50 M

S-9



CONSULTOR:

TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-9

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 2



CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-9

FECHA:

ene-08

HOJA 1 DE 2



CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-9

FECHA:

ene-08

HOJA 2 DE 2

PROYECTO: 7064
 FECHA: 8/01/2008
 SITUACIÓN (P.K.): 2+282 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE: 17 m

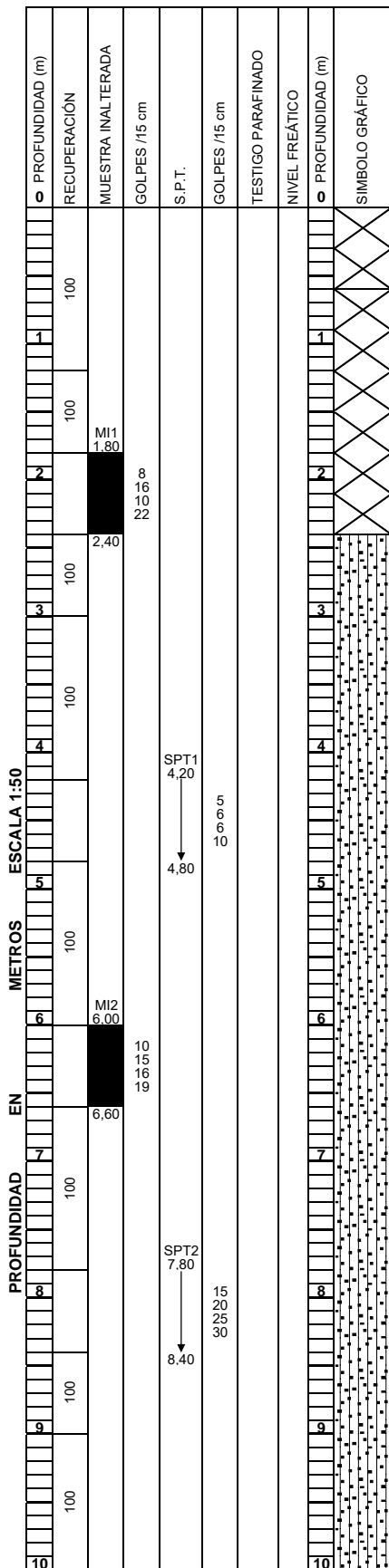
COORDENADAS:
 X: 527955
 Y: 4681076
 Z: 44.37

SUPERVISOR: OSCAR ZAZO
 EMPRESA: SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-10

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA			φ ₁₅ (kg/cm ²)	c' (kg/cm ²)
			Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0.08 UNE (%PASA)		
13			100	96.6	47.8		



S-10

DESCRIPCIÓN

0.00-0.60 RELLENO. SM
 ARENA MARRON CLARO-BLANQUECINA CON ALGO DE LIMO(JABRE)
 ARENA DE GRANO MEDIO

0.60-2.40 RELLENO. ML
 LIMO ARCILLOSO MARRON CON INDICIOS DE ARENA. MODERADAMENTE FIRME
 ARENA DE GRANO MEDIO

2.40-15.80 JABRE. SM
 ARENA MARRON CLARO CON BASTANTE LIMO. (FLOJA)
 ARENA DE GRANO MEDIO

DISMINUYE LA CANTIDAD DE LIMO A ALGO

AUMENTA LA CANTIDAD DE LIMO A BASTANTE
 POSIBLE NIVEL FREÁTICO



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-10

FECHA:
 ene-08
 HOJA 1 DE 3

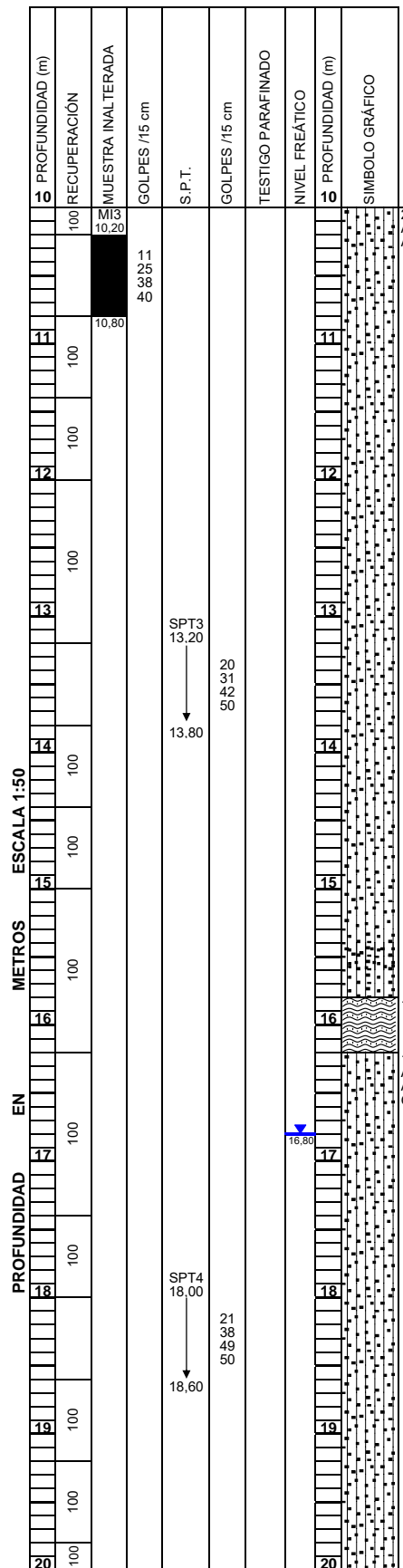
PROYECTO 7064
 FECHA 8/01/2008
 SITUACIÓN (P.K.) 2+282 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

COORDENADAS
 X 527955
 Y 4681076
 Z 44.37

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-10

ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LÍMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA		
			Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)
18.6	1.66		100	97.6	50.2
15.7			96.3	83.2	29.5



DESCRIPCIÓN

2.40-15.80 JABRE. SM
 ARENA MARRON CLARO CON BASTANTE LIMO. (FLOJA)
 ARENA DE GRANO MEDIO

DISMINUYE EL CONTENIDO DE LIMO A ALGO

15.80-16.20 GNEIS METEORIZADO GRADO II-III

16.20-24.00 JABRE. SM
 ARENA MARRON CLARO CON ALGO DE LIMO Y ALGO DE GRAVA. (MUY DENSA)
 ARENA DE GRANO GRUESO
 GRAVA PROCEDENTE DE ROCA FRAGMENTADA

DESAPARECE LA GRAVA.

S-10



M.I. M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-10

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 3

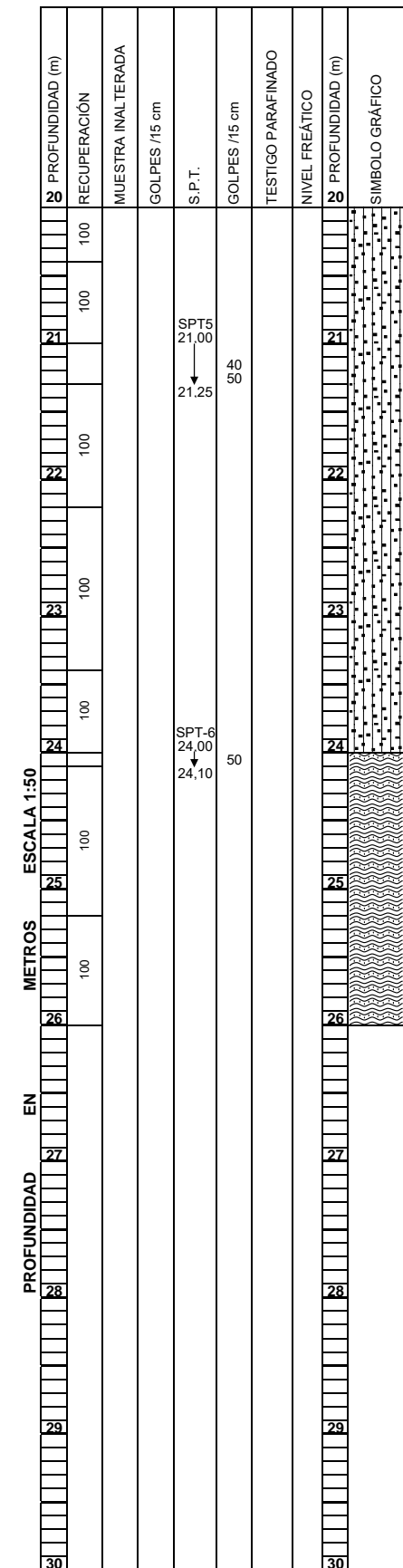
PROYECTO 7064
 FECHA 8/01/2008
 SITUACIÓN (P.K.) 2+282 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE 17 m

COORDENADAS
 X 527955
 Y 4681076
 Z 44.37

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-10

ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m³	LÍMITES DE ATTERBERG			c' (kg/cm²)
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0.08 UNE (%PASA)	
21,3		95,2	68,5	22,8	



S-10

DESCRIPCIÓN

16.20-24.00 JABRE. SM
 ARENA MARRON CLARO CON ALGO DE LIMO (MUY DENSA)
 ARENA DE GRANO GRUESO

24.00-26.00 GNEIS. GN
 GNEIS MARRON Y GRIS FUERTEMENTE ALTERADO Y FRACTURADO
 APARECE COMO FRAGMENTOS DE ROCA TAMAÑO GRAVA.
 ROD=0%
 METEORIZACION IV
 RESISTENCIA=1
 RECUPERACION=100%

FIN DE SONDEO A 26,00 M



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



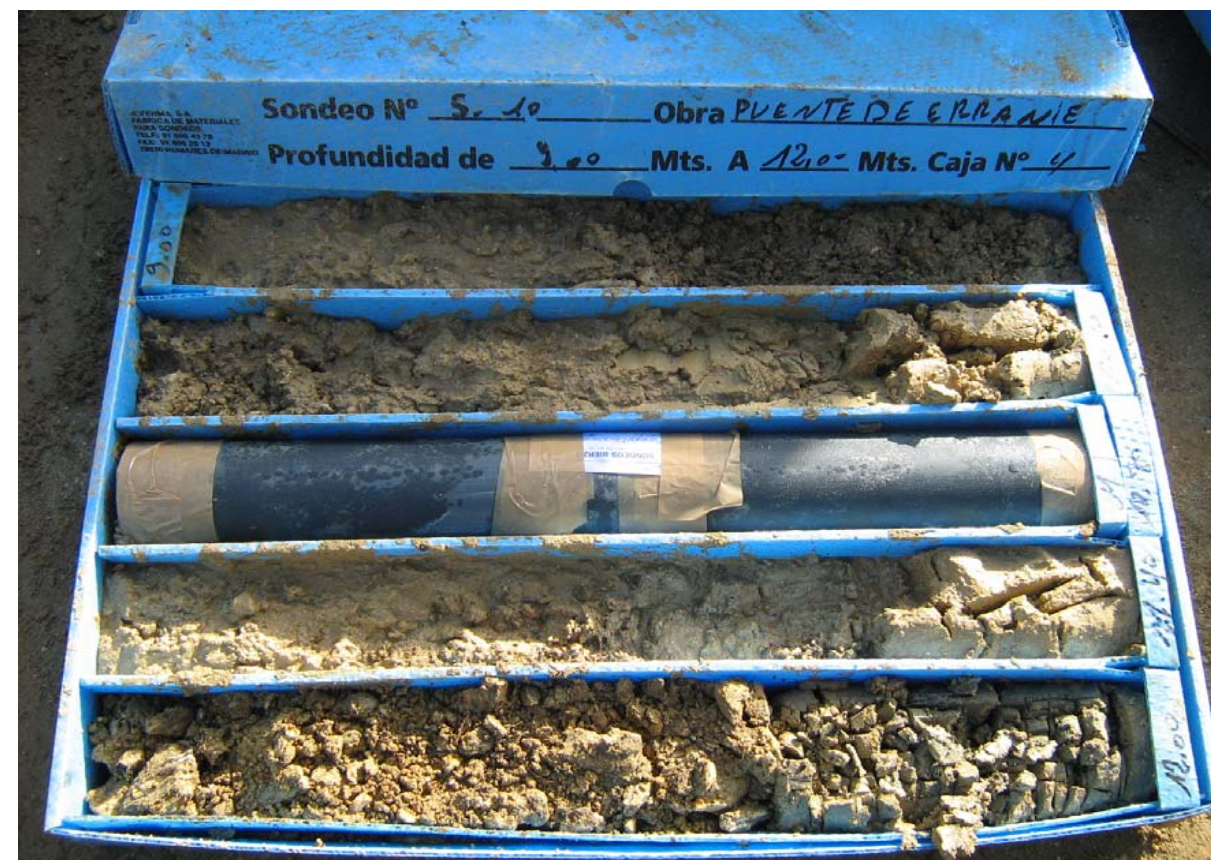
TITULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-10

FECHA:
 ene-08
 HOJA 3 DE 3







CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-10

FECHA:

ene-08

HOJA 3 DE 3

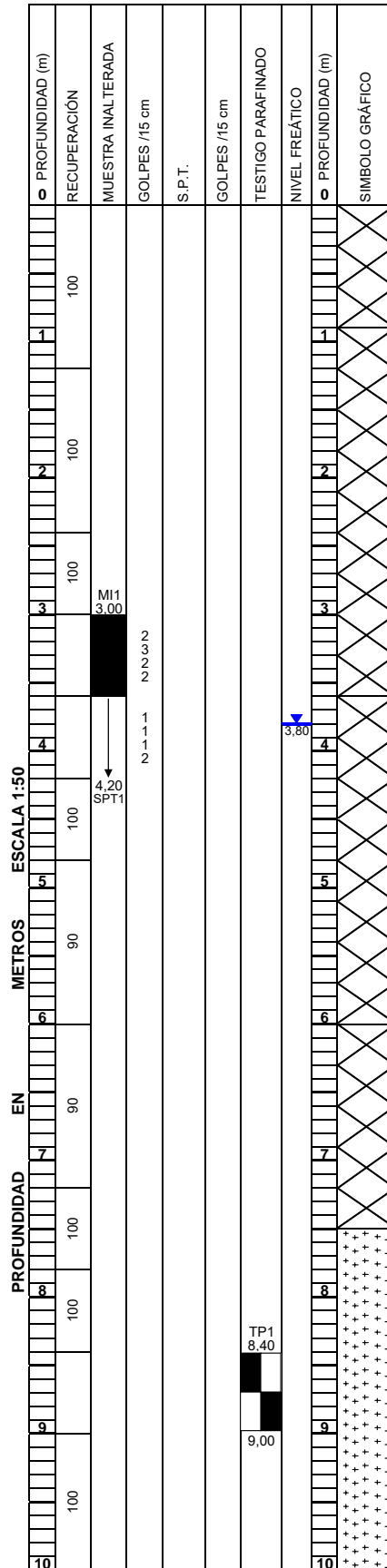
PROYECTO 7064
 FECHA 14/01/2008
 SITUACIÓN (P.K.) 0+929 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE 21,5 m

COORDENADAS
 X 528104
 Y 4681662
 Z 541

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-11

ENSAYOS DE LABORATORIO						
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA			
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0,08 UNE (%PASA)	q _u (kg/cm ²)	φ°
						c' (kg/cm ²)
					105	



S-11

DESCRIPCIÓN

0.00-1.00 RELLENO. MH
 LIMOS GRIS CON BASTANTE ARENA
 ARENA DE GRANO FINO-MEDIO.
 APARECEN RAICES Y CANTOS REDONDEADOS DE UNOS 5-6 CM

1.00-3.60 RELLENO. ML
 LIMOS GRIS CLARO CON ALGO DE ARENA. (BLANDO).
 ARENA DE GRANO FINO-MEDIO

3.60-6.00 RELLENO
 LIMOS NEGROS. (BLANDO)
 PRESENTA ABUNDANTES RAICES Y EL COLOR NEGRO ES CARACTERISTICO DE
 DESCOMPOSICION DE MATERIA ORGANICA

6.00-7.50 RELLENO. GM
 GRAVA CON BASTANTE ARENA Y FRAGMENTOS DE ROCA.
 ARENA DE GRANO GRUESO

7.50-21.00 GRANITO. GR
 GRANITO GRIS BLANQUECINO DE GRANO GRUESO
 7.50-9.00
 RQD=100%
 RECUPERACION 100%
 RESISTENCIA 4-5
 METEORIZACION I

9.00-12.00
 RQD=78%
 RECUPERACION 100%
 RESISTENCIA 4-5
 METEORIZACION I



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-11

FECHA:
 ene-08
 HOJA 1 DE 3

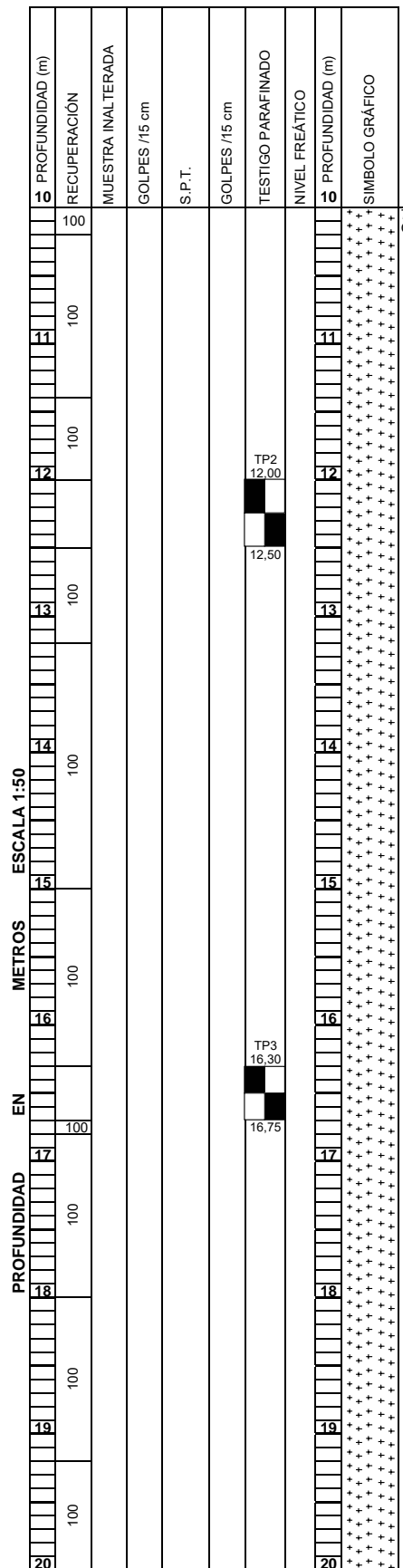
PROYECTO 7064
 FECHA 14/01/2008
 SITUACIÓN (P.K.) 0+929 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE 21.5 m

X 528104
 Y 4681662
 Z 5.41

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-11

ENSAYOS DE LABORATORIO	
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³
LIMITES DE ATTERBERG	
TAMIZ Nº 5 UNE (%PASA)	
TAMIZ Nº 2 UNE (%PASA)	
TAMIZ Nº 0,08 UNE (%PASA)	
q _u (kg/cm ²)	
φ°	
c (kg/cm ²)	
	514.



S-11

DESCRIPCIÓN

7.50-21.00 GRANITO
 GRANITO GRIS BLANQUECINO DE GRANO GRUESO

12.00-15.00
 RQD=83%
 RECUPERACION 100%
 RESISTENCIA 4-5
 METEORIZACION I

15.00-18.00
 RQD=67%
 RECUPERACION 100%
 RESISTENCIA 4-5
 METEORIZACION I

18.00-21.00
 RQD=92%
 RECUPERACION 100%
 RESISTENCIA 4-5
 METEORIZACION I



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST

CONSULTOR:

TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS

S-11

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 3

PROYECTO: 7064
 FECHA: 14/01/2008
 SITUACIÓN (P.K.): 0+929 (sentido PONTEVEDRA)
 DISTANCIA AL EJE: 21,5 m

COORDENADAS
 X: 528104
 Y: 4681662
 Z: 541

SUPERVISOR: OSCAR ZAZO
 EMPRESA: SONDEOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

S-11

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD NATURAL %	
DENSIDAD SECA kg/m ³	
LIMITES DE ATTERBERG	
GRANULOMETRIA	
Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	
Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	
Tamiz Nº 0.08 UNE (%PASA)	
q _u (kg/cm ²)	
φ°	
c' (kg/cm ²)	

PROFUNDIDAD (m)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
RECUPERACION	100										
MUESTRA INALTERADA											
GOLPES /15 cm											
S.P.T.											
GOLPES /15 cm											
TESTIGO PARAFINADO											
NIVEL FREÁTICO											
PROFUNDIDAD (m)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SÍMBOLO GRÁFICO											

S-11

DESCRIPCIÓN

7.50-21.00 GRANITO
 GRANITO GRIS BLANQUECINO DE GRANO GRUESO

FIN DE SONDEO A 21,00 M



M.I.
 M.I. MUESTRA INALTERADA

X
 M.A.
 M.A. MUESTRA ALTERADA

T.P.
 T.P. TESTIGO PARAFINADO

S.P.T.
 S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST

CONSULTOR:

TÍTULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-11

FECHA:
 ene-08
 HOJA 3 DE 3







CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-11

FECHA:

ene-08

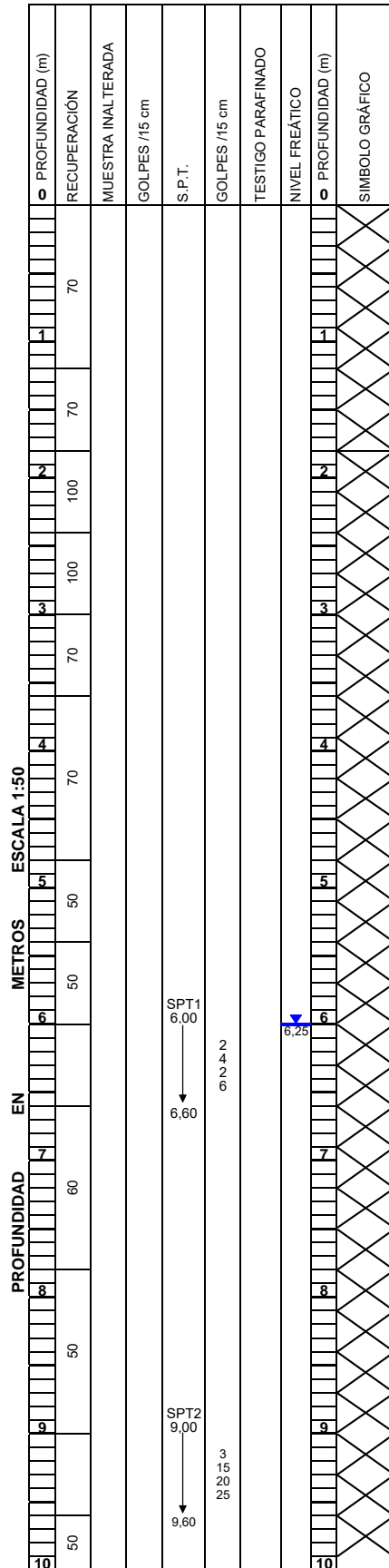
HOJA 3 DE 3

PROYECTO 7064
 FECHA 16/01/2008
 SITUACIÓN (P.K.) 1+960 (sentido VIGO)
 DISTANCIA AL EJE 18 m

X 528064
 Y 4681657
 Z 7.5

SUPERVISOR OSCAR ZAZO
 EMPRESA SONEDOS DEL BIERZO
 TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
 SONDISTA: GERARDO
 GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO					
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA		
		Tamiz Nº 5 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 2 UNE (%PASA)	Tamiz Nº 0.08 UNE (%PASA)	q _u (kg/cm ²)
					φ°
					c' (kg/cm ²)



S-12

DESCRIPCIÓN

0.00-1.70 RELLENO LIMOS NEGROS CON INDICIOS DE ARENA Y ABUNDANTES RAICES.(BLANDO)

1.70-13.20 RELLENO ARENA MARRON CLARO CON ALGO DE LIMO. (FLOJA) ARENA DE GRANO MEDIO

CAMBIO DE COLOR A GRIS Y APARECE ALGO DE GRAVA(FRAGMENTOS DE ROCA)

AUMENTA EL TAMAÑO DE GRANO DE LA ARENA A GRUESO



M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

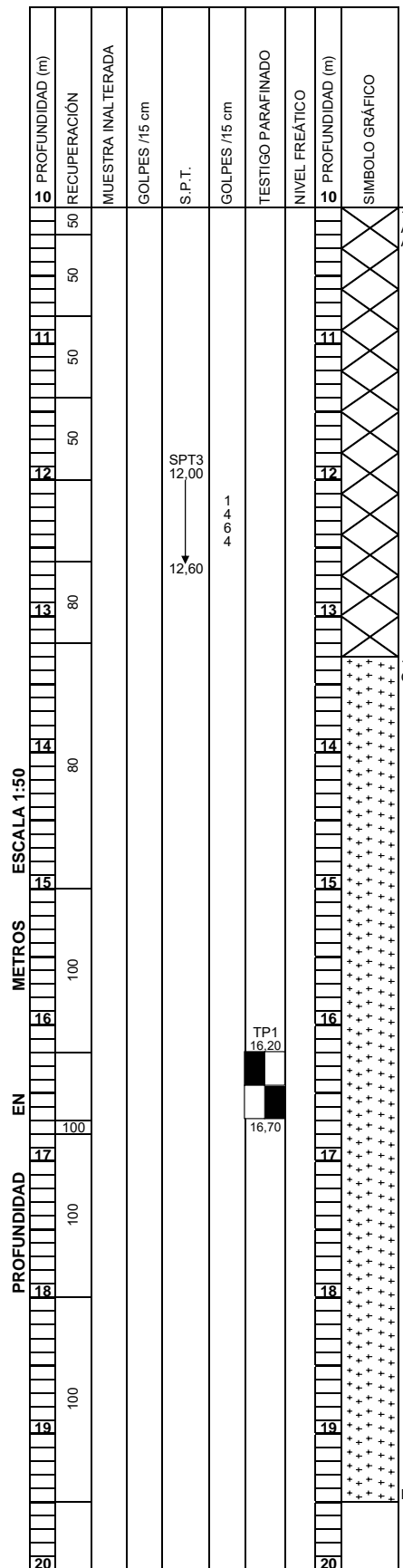
REGISTRO DE SONDEOS

S-12

FECHA: ene-08
 HOJA 1 DE 2

PROYECTO: 7064
FECHA: 16/01/2008
SITUACIÓN (P.K.): 1+960 (sentido VIGO)
DISTANCIA AL EJE: 18 m
COORDENADAS: X: 528064, Y: 4681657, Z: 7.5
SUPERVISOR: OSCAR ZAZO
EMPRESA: SONEDOS DEL BIERZO
TIPO DE SONDA: BOART LONGYEAR
SONDISTA: GERARDO
GOLPEO: AUTOMÁTICO

ENSAYOS DE LABORATORIO			
HUMEDAD NATURAL %	DENSIDAD SECA kg/m ³	GRANULOMETRIA	
LÍMITES DE ATTERBERG		LÍMITES DE ATTERBERG	
		Tamiz N° 5 UNE (%PASA)	
		Tamiz N° 20 UNE (%PASA)	
		Tamiz N° 0,08 UNE (%PASA)	
		q _u (kg/cm ²)	
		φ ^o	
		c' (kg/cm ²)	



DESCRIPCIÓN

1.70-13.20 RELLENO
ARENA MARRON CLARO CON ALGO DE LIMO. (FLOJA)
ARENA DE GRANO MEDIO

11.70-13.20
SPT3
12.00
12.60
1 4 6 4

13.20-19.50 GRANITO. GR
GRANITO GRIS CLARO DE GRANO GRUESO.
13.20-16.20
RQD=48%
RECUPERACION 90%
RESISTENCIA 4
METEORIZACION GRADO I-I

16.20-19.50
RQD=55%
RECUPERACION 85%
RESISTENCIA 4
METEORIZACION I-I

16.70
TP1
16.20
16.70

FIN DE SONDEO A 19,50 M

S-12



M.I. M.I. MUESTRA INALTERADA M.A. M.A. MUESTRA ALTERADA T.P. T.P. TESTIGO PARAFINADO S.P.T. S.P.T. STANDARD PENETRATION TEST



TITULO DE PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

REGISTRO DE SONDEOS
 S-12

FECHA:
 ene-08
 HOJA 2 DE 2





CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-12

FECHA:

ene-08

HOJA 2 DE 3



CONSULTOR:



TITULO DE PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS - ENLACE DE TEIS"

FOTOGRAFÍAS DE SONDEOS

S-12

FECHA:

ene-08

HOJA 3 DE 3

PROYECTO: AP-9
TÉCNICO DE CAMPO: OZL
FECHA: 28/03/2008

SITUACIÓN:
PK 0+400 A PK 0+720 BD

DENOMINACIÓN:
T2 BD

GEOMETRÍA

POSICIÓN: BD
ALTURA (m): 18 m
LONGITUD (m): 300 m
PENDIENTE (°): 60°
OBSERVACIONES: ABUNDANTE VEGETACION

ORIENTACIÓN (DIR. BUZ/BUZ): BD:
BI:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

LITOLOGÍA:

GRANITO BASTANTE SANO, GRADO METEORIZACION (II), CON ALGUNAS ZONAS DE FRACTURACION

ESTRUCTURA:

MASIVO CON ZONAS DE FRACTURACION

HIDROLOGÍA:

NO PRESENTA

INESTABILIDADES:

CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES

MEDIDAS DE PROTECCIÓN:

TIPO

NINGUNA

EFICACIA

EXCAVABILIDAD Y PRODUCTO DE EXCAVACIÓN:

VOLABLE PEDRAPLEN



Consultor:



TÍTULO DEL PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN "AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS"

INVENTARIO DE TALUDES

FECHA

28/03/08

HOJA

1 DE 1

PROYECTO: AP-9 TÉCNICO DE CAMPO: OZL FECHA: 28/03/2008	SITUACIÓN: PK 1+500 A PK 1+700 BD	DENOMINACIÓN: <h1 style="text-align: center;">T4 BD</h1>
---	---	--

GEOMETRÍA
POSICIÓN: BD **ORIENTACIÓN (DIR. BUZ/BUZ):** BD:
ALTURA (m): 20 m BI:
LONGITUD (m): 210 m
PENDIENTE (°): 58°
OBSERVACIONES: ABUNDANTE VEGETACION CON ARBOLES DE GRAN PORTE

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

LITOLOGÍA:
 GRANITO BASTANTE SANO, GRADO METEORIZACION (II), CON ALGUNAS ZONAS DE FRACTURACION

ESTRUCTURA:
 MASIVO CON ZONAS DE FRACTURACION

HIDROLOGÍA:
 NO PRESENTA

INESTABILIDADES:
 CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES

MEDIDAS DE PROTECCIÓN:
TIPO

NINGUNA

EFICACIA

EXCAVABILIDAD Y PRODUCTO DE EXCAVACIÓN:

VOLABLE PEDRAPLEN



PROYECTO: AP-9 TÉCNICO DE CAMPO: OZL FECHA: 28/03/2008	SITUACIÓN: PK 4+920 A 5+100 BI	DENOMINACIÓN: <h1 style="text-align: center;">T8 BI</h1>
---	--	--

GEOMETRÍA

POSICIÓN: BI ORIENTACIÓN (DIR. BUZ/BUZ): BD:
 ALTURA (m): 10 m BI:
 LONGITUD (m): 200 m
 PENDIENTE (°): 36°
 OBSERVACIONES: ABUNDANTE VEGETACION

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

LITOLOGÍA:

GRANITO MUY METEORIZADO(GR V), APRECEN BLOQUES Y CANTOS DE ROCA.

ESTRUCTURA:

MASIVO CON ALGUNOS BLOQUES

HIDROLOGÍA:

NO PRESENTA

INESTABILIDADES:

CAIDA PUNTUAL DE BLOQUES Y CANTOS, ACUMULACION DE MATERIAL AL PIE DEL TALUD

MEDIDAS DE PROTECCIÓN:

TIPO

NINGUNA

EFICACIA

EXCAVABILIDAD Y PRODUCTO DE EXCAVACIÓN:

EXCAVABLE TODO-UNO



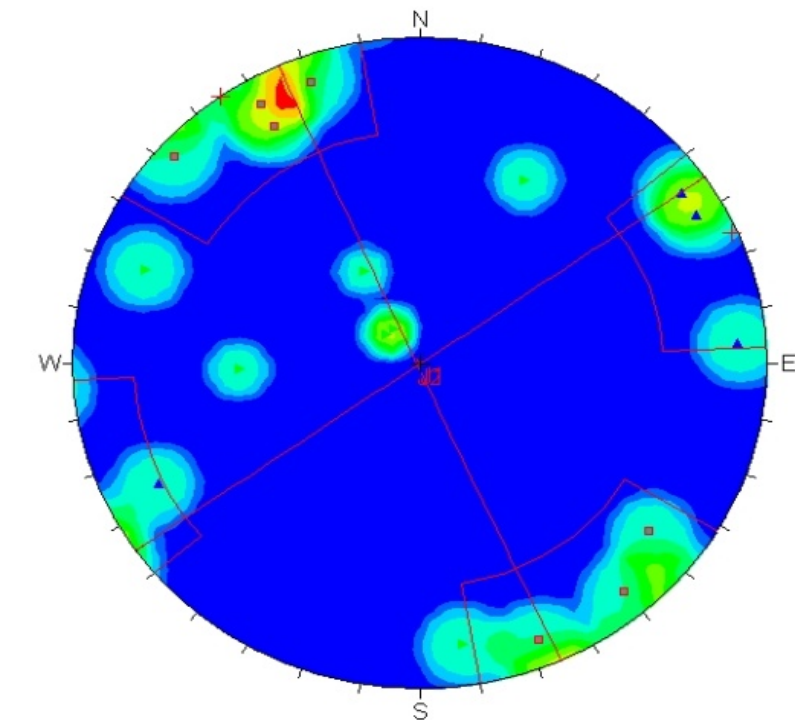
DATOS MEDIDOS EN EL CAMPO																				
MEDIDA	TIPO DE PLANO	ORIENTACIÓN		ESPACIADO (mm)						CONTINUIDAD (m)					RUGOSIDAD	RELLENO		AGUA	MARTILLO SCHMIDT	
				< 20	20 - 60	60 - 200	200-600	600-2000	2000-6000	> 6000	< 1	1-3	3-10	10-20		> 20	JRC		ESPESOR (mm)	TIPO
		Dir Buz	Buz																	
1	J1	320	85					5					3		4	0,1	Ox	1		
2	-	64	80					5					2		14	0,1	Ox	1		
3	-	150	36					5					3		8	0,1	Ox	1		
4	J1	132	87					5					3		8	0,1	Ox	1		
5	J1	352	82					5					3		10	0,1	Ox	1		
6	J1	308	80					5					3		15	0,1	Ox	1		
7	-	132	15					5					3		8	0,1	Ox	1		
8	J1	150	85					5					3		11	0,1	Ox	1		
9	J2	240	85						6		2				6	0,1	Ox	1		
10	J2	235	85						6		2				5	0,1	Ox	1		
11	J1	150	80						6			4			11	0,1	Ox	1		
12	-	88	55						6		2				7	0,1	Ox	1		
13	J1	160	85						6		2				10	0,1	Ox	1		
14	J2	266	85						6		2				8	0,1	Ox	1		
15	J1	338	85					5			2				7	0,1	Ox	1		
16	-	144	15					5				3			10	0,1	Ox	1		
17	J1	110	80						6			3			8	0,1	Ox	1		
18	J2	208	65						6			3			6	0,1	Ox	1		
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				

OBSERVACIONES:

DATOS GENERALES

COORDENADAS: X: 0 P.K.: 0
 Y: 0
 Z: 0
 LITOLOGIA: GRANITO
 METEORIZACIÓN: GRADO II-III RESISTENCIA: R5: Muy Dura
 TIPO DE OBRA: -

CENSADO DE JUNTAS EN PROYECCIÓN ESTEREOGRAFICA



FAMILIAS (DIR BUZ/BUZ)
 J1 (145/90)
 J2 (246/89)
 0 (0/0)

FOTOGRAFIA DE LA ESTACION GEOMECANICA



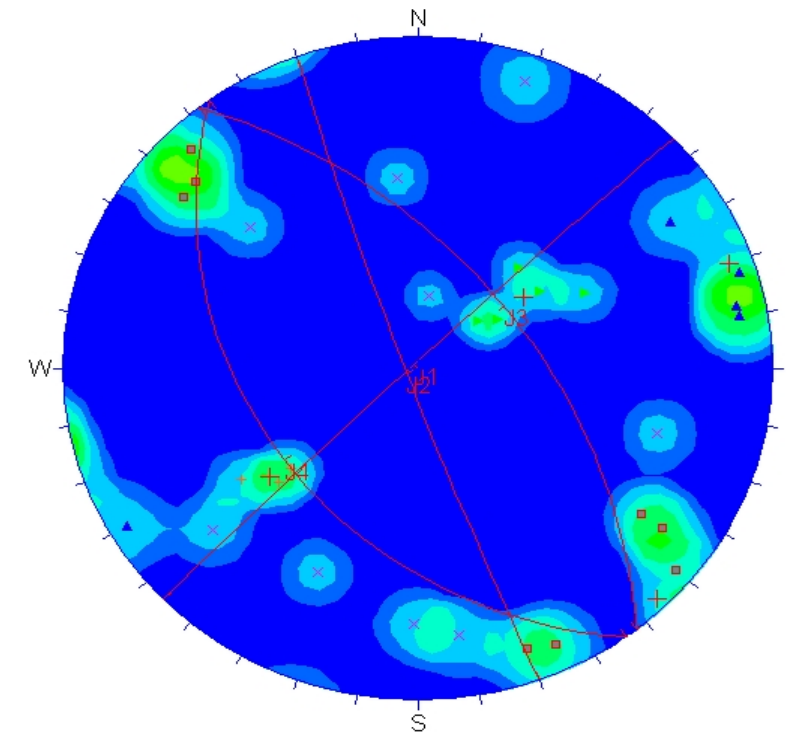
DATOS MEDIDOS EN EL CAMPO																				
MEDIDA	TIPO DE PLANO	ORIENTACIÓN		ESPACIADO (mm)						CONTINUIDAD (m)					RUGOSIDAD	RELLENO		AGUA	MARTILLO SCHMIDT	
				< 20	20 - 60	60 - 200	200-600	600-2000	2000-6000	> 6000	< 1	1-3	3-10	10-20		> 20	JRC		ESPESOR (mm)	TIPO
		Dir Buz	Buz																	
1	J3	56	62			4						3		7	p	Ox				
2	J3	50	50			4						3		6	p	Ox				
3	J1	305	80					5				3		5	p	Ox				
4	J2	258	85					5				2		8	p	Ox				
5	J1	310	87			4						2		14	p	Ox				
6	J3	49	55			4						2		10	p	Ox				
7		136	85					5				2		7	p	Ox				
8		132	80									3		7	p	Ox				
9	J4	230	25					5				3		8	p	Ox				
10	J2	238	80					5				2		9	p	Ox				
11		188	25									2		10	p	Ox				
12		174	60									3		8	p	Ox				
13		199	85									3		10	p	Ox				
14	J1	286	70									2		14	p	Ox				
15	J1	352	78									3		7	p	Ox				
16	J2	244	55									2		8	p	Ox				
17	J2	223	45									2		8	p	Ox				
18	J3	50	74									2		11	p	Ox				
19		132	65									2		10	p	Ox				
20		60	87					5				2		7	p	Ox				
21	J1	305	75									3		12	p	Ox				
22	J1	335	85									3		12	p	Ox				
23	J2	236	45									2		6	p	Ox				
24	J3	25	68									2		15	p	Ox				
25	J2	260	85					5				3		8	p	Ox				
26	J2	252	87									3		12	p	Ox				
27	J1	340	84									3		14	p	Ox				
28	J1	1	75									3		8	p	Ox				
29	J4	236	30									3		8	p	Ox				
30		128	80									3		6	p	Ox				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				

OBSERVACIONES:

DATOS GENERALES

COORDENADAS: X: 0 P.K.: 0
 Y: 0
 Z: 0
 LITOLOGIA: GRANITO
 METEORIZACIÓN: GRADO II-III RESISTENCIA: R5: Muy Dura
 TIPO DE OBRA: Taludes

CENSADO DE JUNTAS EN PROYECCIÓN ESTEREOGRAFICA



FAMILIAS (DIR BUZ/BUZ)
 J1 (316/88)
 J2 (250/86)
 J3 (52/56)
 J4 (234/40)

FOTOGRAFIA DE LA ESTACION GEOMECANICA



AUTOR:

 KV CONSULTORES

TITULO DEL PROYECTO:
 AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9
 TRAMO: ENLACE DE RANDE- ENLACE DE TEIS

ESTACIÓN GEOMECAÍNICA
 EG-2

FECHA
 16/09/2010
 HOJA
 1 de 6

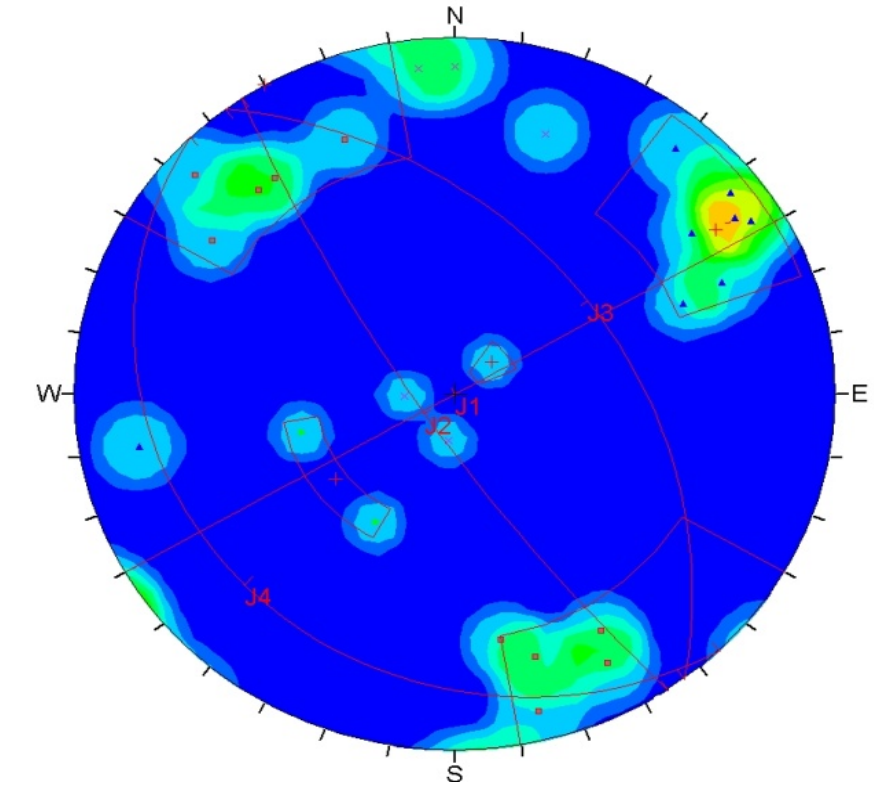
DATOS MEDIDOS EN EL CAMPO																				
MEDIDA	TIPO DE PLANO	ORIENTACIÓN		ESPACIADO (mm)						CONTINUIDAD (m)					RUGOSIDAD	RELLENO		AGUA	MARTILLO SCHMIDT	
				< 20	20 - 60	60 - 200	200-600	600-2000	2000-6000	> 6000	< 1	1-3	3-10	10-20		> 20	JRC		ESPESOR (mm)	TIPO
		Dir Buz	Buz	Dir Buz		Buz		Dir Buz		Buz		Dir Buz		Buz		Dir Buz		Buz		
1	J2	236	83										4	11	p	Ox				
2	J1	180	85										3	16	p	Ox				
3	J1	332	81										4	15	p	Ox				
4	J2	247	66										4	14	p	Ox				
5	J1	158	75										3	12	p	Ox				
6		88	15										3	8	p	Ox				
7	J1	174	85										2	15	p	Ox				
8	J4	226	15										2	8	p	Ox				
9	J1	138	75										2	12	p	Ox				
10	J1	350	70										4	10	p	Ox				
11	J1	142	75										2	9	p	Ox				
12	J1	132	85										4	8	p	Ox				
13	J2	232	85										3	6	p	Ox				
14	J1	346	85					5					2	8	p	Ox				
15	J3	30	45										3	6	p	Ox				
16	J1	344	75										4	8	p	Ox				
17	J2	234	75										3	14	p	Ox				
18	J1	198	75										2	10	p	Ox				
19	J2	238	85										2	6	p	Ox				
20	J2	220	84										3	14	p	Ox				
21	J3	75	45										3	18	p	Ox				
22	J1	124	75										4	8	p	Ox				
23	J2	246	75										2	7	p	Ox				
24	J1	200	80										2	14	p	Ox				
25		8	15										7	12	p	Ox				
26	J1	330	75										4	17	p	Ox				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				

OBSERVACIONES:

DATOS GENERALES

COORDENADAS: X: 0 P.K.: 0
 Y: 0
 Z: 0
 LITOLOGIA: GRANITO
 METEORIZACIÓN: GRADO II-III RESISTENCIA: R5: Muy Dura
 TIPO DE OBRA: Taludes

CENSADO DE JUNTAS EN PROYECCIÓN ESTEREOGRAFICA



- FAMILIAS (DIR BUZ/BUZ)**
- J1 (150/90)
 - J2 (236/79)
 - J3 (53/43)
 - J4 (226/15)

FOTOGRAFIA DE LA ESTACION GEOMECANICA



AUTOR:

 KV CONSULTORES

TITULO DEL PROYECTO:
 AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9
 TRAMO: ENLACE DE RANDE- ENLACE DE TEIS

ESTACIÓN GEOMECAÁNICA
 EG-3

FECHA
 16/09/2010
 HOJA
 1 de 6

INVENTARIO DE CANTERAS Y PLANTAS DE HORMIGÓN

FICHAS DE CANTERAS Y GRAVERAS

DENOMINACIÓN: ARIDOS DEL UMIA S.A.
MATERIALES: GRANITO
UTILIZACIÓN POSIBLE: ARIDOS TRITURADOS Y CLASIFICADOS CON RANGO COMPLETO DE GRANULOMETRIAS

FECHA DE TOMA DE DATOS: 27/05/2008
SUPERVISOR: OSCAR ZAZO

C- 1



DATOS DE SITUACIÓN

LOCALIZACIÓN: LG DE LA GOULLA-PARADELA
DISTANCIA A LA TRAZA: 40 KMS APROXIMADAMENTE
MUNICIPIO: MEIS **PROVINCIA:** PONTEVEDRA
HOJA 1:50.000: 152-VILLAGARCIA DE AROSA, 185-PONTEVEDRA
COORDENADAS: LATITUD NORTE 42° 32' 31" LONGITUD OESTE 8° 42' 10"
VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS
TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO: 986 71 51 51 CANTERA@ARIDOSDELUMIA.COM

DATOS GEOLÓGICOS

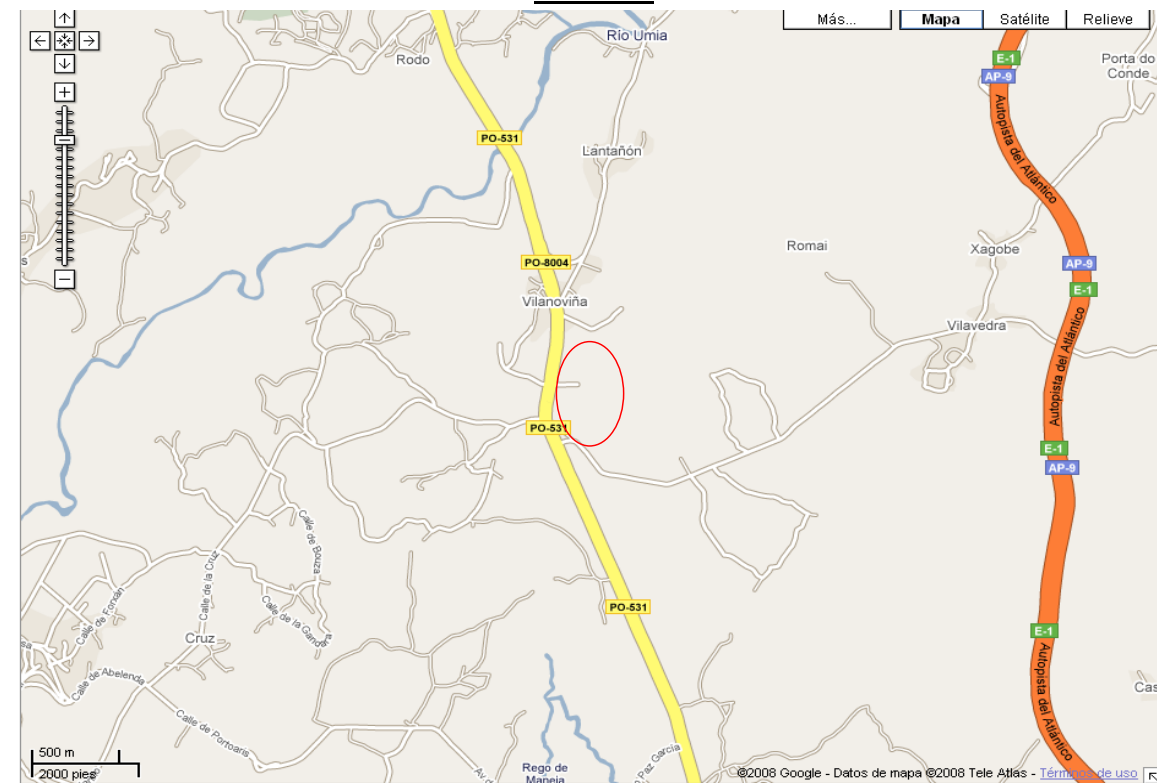
UNIDAD GEOLÓGICA: GRANITO
EDAD: PALEOZOICO (HERCINICO)
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA: GRANITO DE CUARZO, FELDESPATO POTÁSICO, PLAGIOCLASA, BIOTITA, ANFIBOL
MORFOLOGÍA Y RECUBRIMIENTOS: CERRO
ESTRUCTURA Y DIACLASADO: MASIVO
OBSERVACIONES: MINERALES ACCESORIOS: CIRCON, APATITO, OPACOS, MONACITA, ESFENA, ALLANITA Y MOSCOVITA.

DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: APODERADO GERENTE: FRANCISCO MARTINEZ ALVARIÑAS
TIPO DE EXPLOTACIÓN: CANTERA
ESTABILIDAD DE LOS FRENTES: BUENA
RESERVAS ESTIMADAS: 7.500.000 t
LONGITUD Y ALTURA DE LOS FRENTES: 200 M x 30 M
PRODUCCIÓN: 280.000 t
ESTADO: ACTIVO

OBSERVACIONES: NO SE HAN SUMINISTRADO ENSAYOS DE LABORATORIO

SITUACIÓN



TÍTULO DEL PROYECTO:
 AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9 TRAMO:
 ENLACE DE RANDE - ENLACE DE TEIS

INVENTARIO DE CANTERAS Y GRAVERAS

FECHA
 may-08
 HOJA

1 DE 1

FICHAS DE CANTERAS Y GRAVERAS

DENOMINACIÓN: ARIDOS DO MENDO S.L
MATERIALES: ARENAS Y GRAVAS
UTILIZACIÓN POSIBLE: ARIDOS NATURALES, ARIDOS TRITURADOS, ZAHORRA

FECHA DE TOMA DE DATOS: 27/05/2008
SUPERVISOR: OSCAR ZAZO LOPEZ

C- 2



DATOS DE SITUACIÓN

LOCALIZACIÓN: CHAN DE SALGOSA S/N-OLEIROS
DISTANCIA A LA TRAZA: 35 KM APROXIMADAMENTE
MUNICIPIO: SALVATERRA DE MIÑO **PROVINCIA:** PONTEVEDRA
HOJA 1:50.000: 224-PUENTEAREAS, 262-SALVATERRA DE MIÑO
COORDENADAS:
VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS
TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO: 986 65 80 18 ARIDOSDOMENDO@ARIDOSDOMENDO.COM

DATOS GEOLÓGICOS

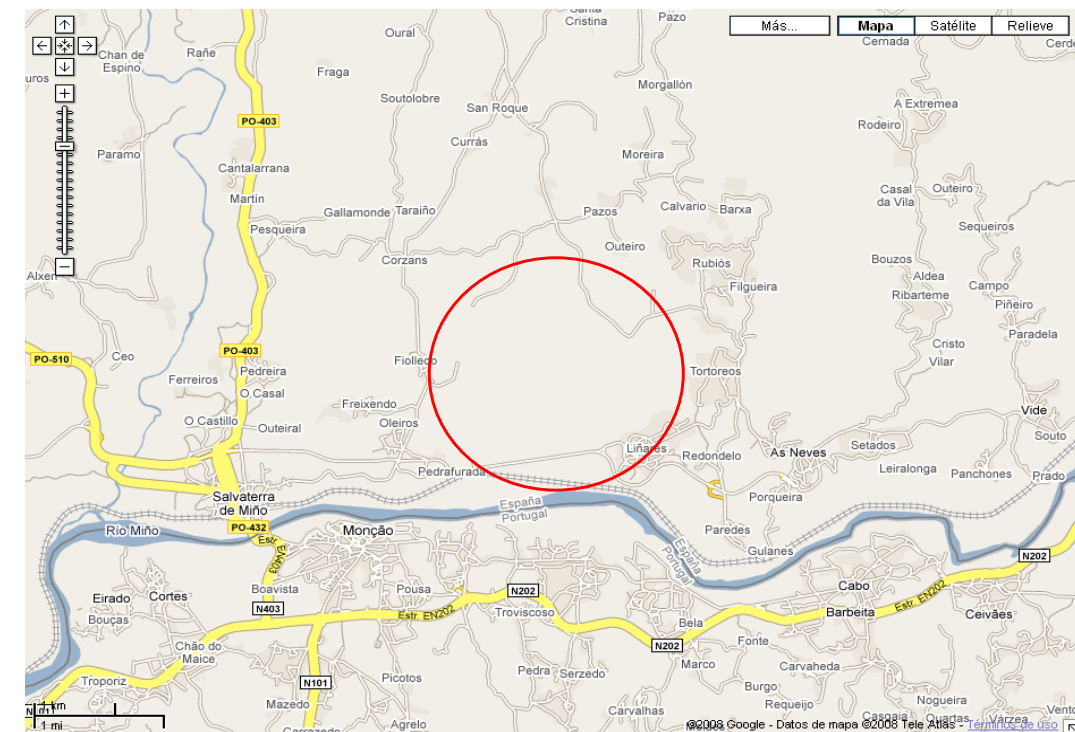
UNIDAD GEOLÓGICA: TERRAZAS ALUVIALES
EDAD: CUATERNARIO
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA: ARENAS Y GRAVAS
MORFOLOGÍA Y RECUBRIMIENTOS: ALUVIAL
ESTRUCTURA Y DIACLASADO: TERRAZAS
OBSERVACIONES:

DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: ARIDOS DO MENDO S.L
TIPO DE EXPLOTACIÓN: CANTERA
ESTABILIDAD DE LOS FRENTES: BUENA
RESERVAS ESTIMADAS: 6.500.000 t
LONGITUD Y ALTURA DE LOS FRENTES: 200 M x 10 M
PRODUCCIÓN: 300.000 t/año
ESTADO: ACTIVO

OBSERVACIONES: NO SE HAN SUMINISTRADO ENSAYOS DE LABORATORIO

SITUACIÓN



TÍTULO DEL PROYECTO:
 AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9 TRAMO:
 ENLACE DE RANDE - ENLACE DE TEIS

INVENTARIO DE CANTERAS Y GRAVERAS

FECHA
 may-08
 HOJA

1 DE 1

FICHAS DE CANTERAS Y GRAVERAS

DENOMINACIÓN: FOMENTO DE ARIDOS Y OBRAS SL (FARO S.L.)
MATERIALES: GRANITO
UTILIZACIÓN POSIBLE: ARIDOS (GRAVILLA, GRAVA, ZAHORRA, ESCOLLERA Y ARENA)

FECHA DE TOMA DE DATOS: 27/05/2008
SUPERVISOR: OSCAR ZAZO LOPEZ

C- 3



DATOS DE SITUACIÓN

LOCALIZACIÓN: C/ HERMIDA, 62
DISTANCIA A LA TRAZA: 25 KMS APROXIMADAMENTE
MUNICIPIO: MARCON **PROVINCIA:** PONTEVEDRA
HOJA 1:50.000: 262-SALVATERRA DE MIÑO
COORDENADAS:
VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS
TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO: 986 84 47 09 FARO.SL@TERRA.ES

DATOS GEOLÓGICOS

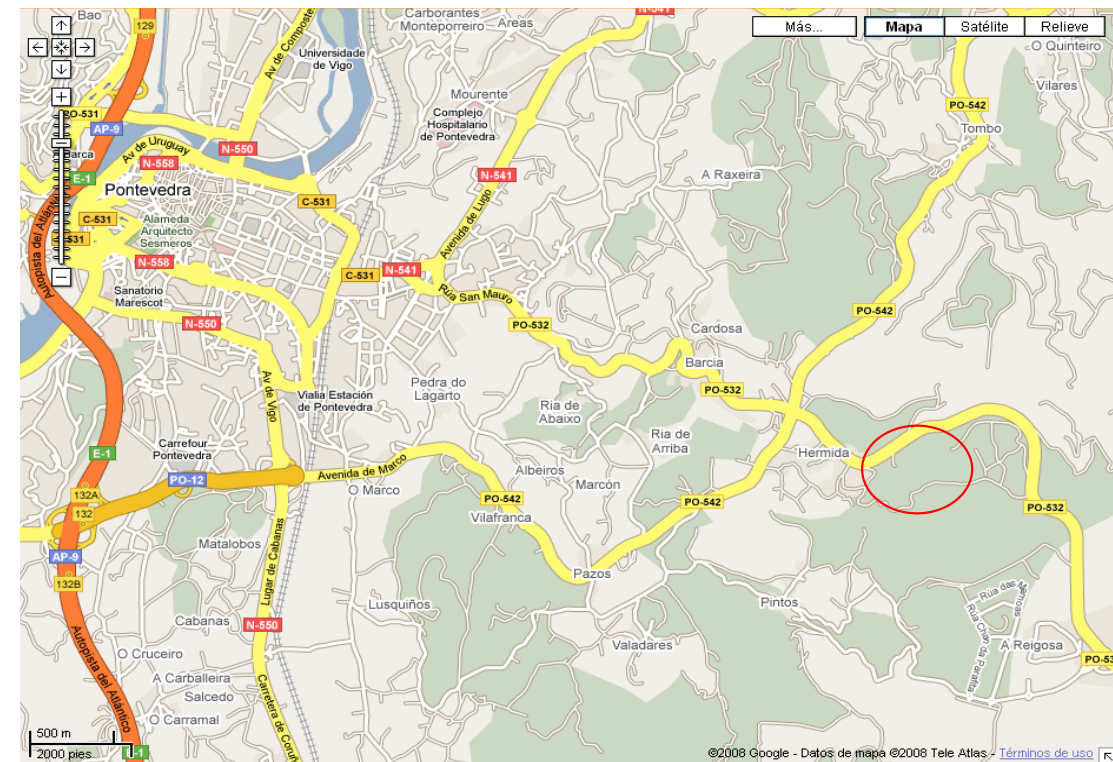
UNIDAD GEOLÓGICA: GRANITO
EDAD: PALEOZOICO (HERCINICO)
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA: GRANITO DE CUARZO, FELDESPATO POTASICO, PLAGIOCLASA, BIOTITA, ANFIBOL
MORFOLOGÍA Y RECUBRIMIENTOS: CERRO CON ACUSADA PENDIENTE
ESTRUCTURA Y DIACLASADO: MASIVO
OBSERVACIONES:

DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: FOMENTO DE ARIDOS Y OBRAS SL.(FARO S.L.)
TIPO DE EXPLOTACIÓN: CANTERA
ESTABILIDAD DE LOS FRENTES: BUENA
RESERVAS ESTIMADAS: SUPERIORES A LAS NECESIDADES DE LA OBRA
LONGITUD Y ALTURA DE LOS FRENTES: 200 M x 20 M
PRODUCCIÓN: SUPERIORES A LAS NECESIDADES DE LA OBRA
ESTADO: ACTIVO

OBSERVACIONES: NO SE HAN SUMINISTRADO ENSAYOS DE LABORATORIO, ESTA CANTERA PODRA SER USADA COMO VERTEDERO

SITUACIÓN



TÍTULO DEL PROYECTO:
 AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9 TRAMO:
 ENLACE DE RANDE - ENLACE DE TEIS

INVENTARIO DE CANTERAS Y GRAVERAS

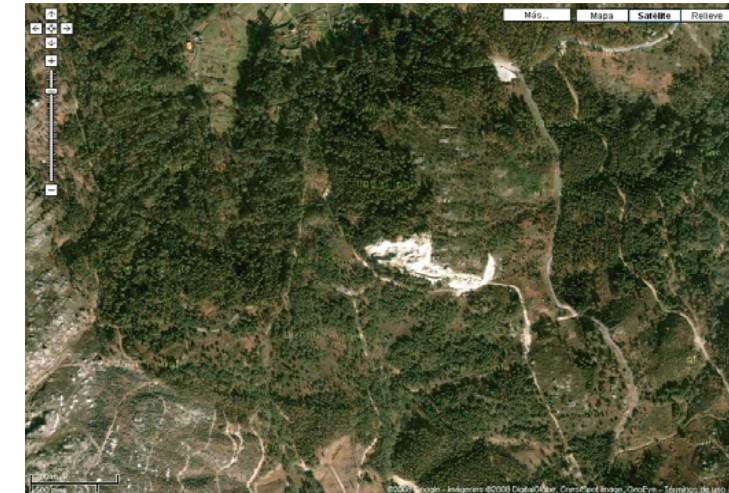
FECHA
 may-08
 HOJA

FICHAS DE CANTERAS Y GRAVERAS

DENOMINACIÓN: CANTERAS PREBETONG SL
MATERIALES: GRANITO
UTILIZACIÓN POSIBLE: ARIDOS, ARENAS, ZAHORRAS Y ESCOLLERA

FECHA DE TOMA DE DATOS: 27/05/2008
SUPERVISOR: OSCAR ZAZO

C- 4



DATOS DE SITUACIÓN

LOCALIZACIÓN: CTRA. COUSO-GULANS, S/N
DISTANCIA A LA TRAZA: 35 KMS APROXIMADAMENTE
MUNICIPIO: PORRIÑO **PROVINCIA:** PONTEVEDRA
HOJA 1:50.000: 223-VIGO, 224-PUENTEAREAS
COORDENADAS:
VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS
TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO: 986 69 75 72

DATOS GEOLÓGICOS

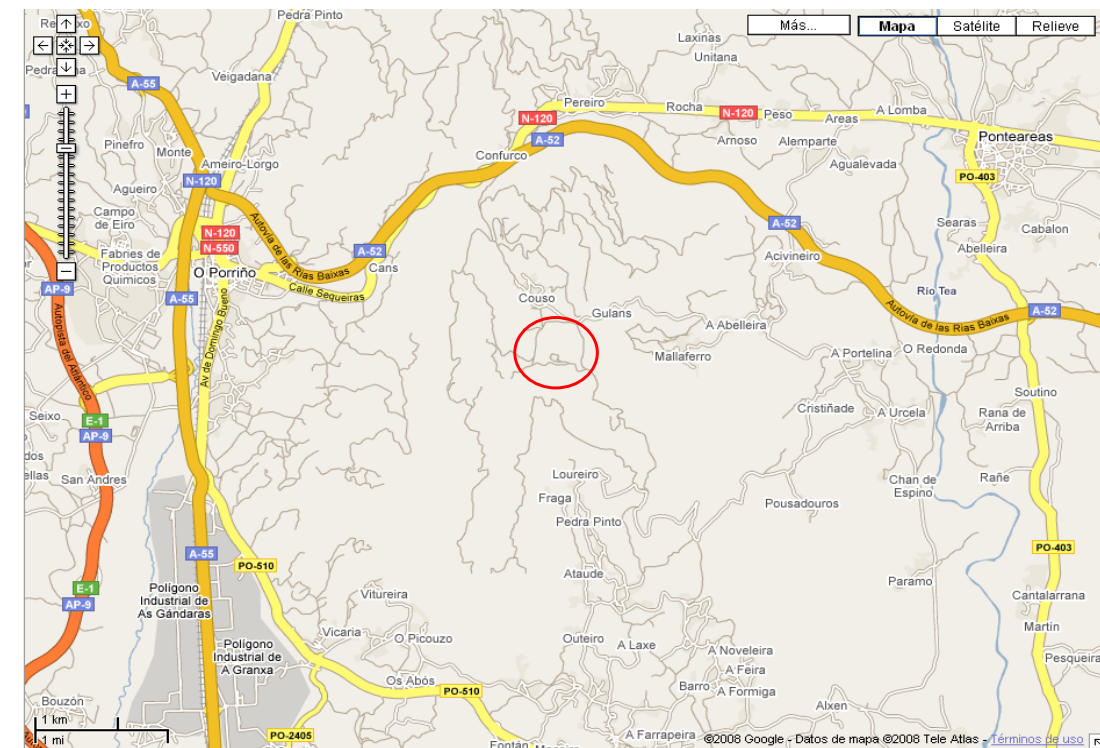
UNIDAD GEOLÓGICA: GRANITO
EDAD: PALEOZOICO (HERCINICO)
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA: GRANITO DE CUARZO, FELDESPATO POTÁSICO, PLAGIOCLASA, BIOTITA, ANFIBOL
MORFOLOGÍA Y RECUBRIMIENTOS: CERRO CON SUAVE PENDIENTE
ESTRUCTURA Y DIACLASADO: MASIVO
OBSERVACIONES:

DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: CORPORACION NOROESTE S.A
TIPO DE EXPLOTACIÓN: CANTERA
ESTABILIDAD DE LOS FRENTE: BUENA
RESERVAS ESTIMADAS: SUPERIORES A LAS NECESIDADES DE LA OBRA
LONGITUD Y ALTURA DE LOS FRENTE: 150 M x 15 M
PRODUCCIÓN: 300 TM/H
ESTADO: ACTIVO

OBSERVACIONES: NO SE HAN SUMINISTRADO ENSAYOS DE LABORATORIO

SITUACIÓN



TÍTULO DEL PROYECTO:
 AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9 TRAMO:
 ENLACE DE RANDE - ENLACE DE TEIS

INVENTARIO DE CANTERAS Y GRAVERAS

FECHA
 may-08
 HOJA

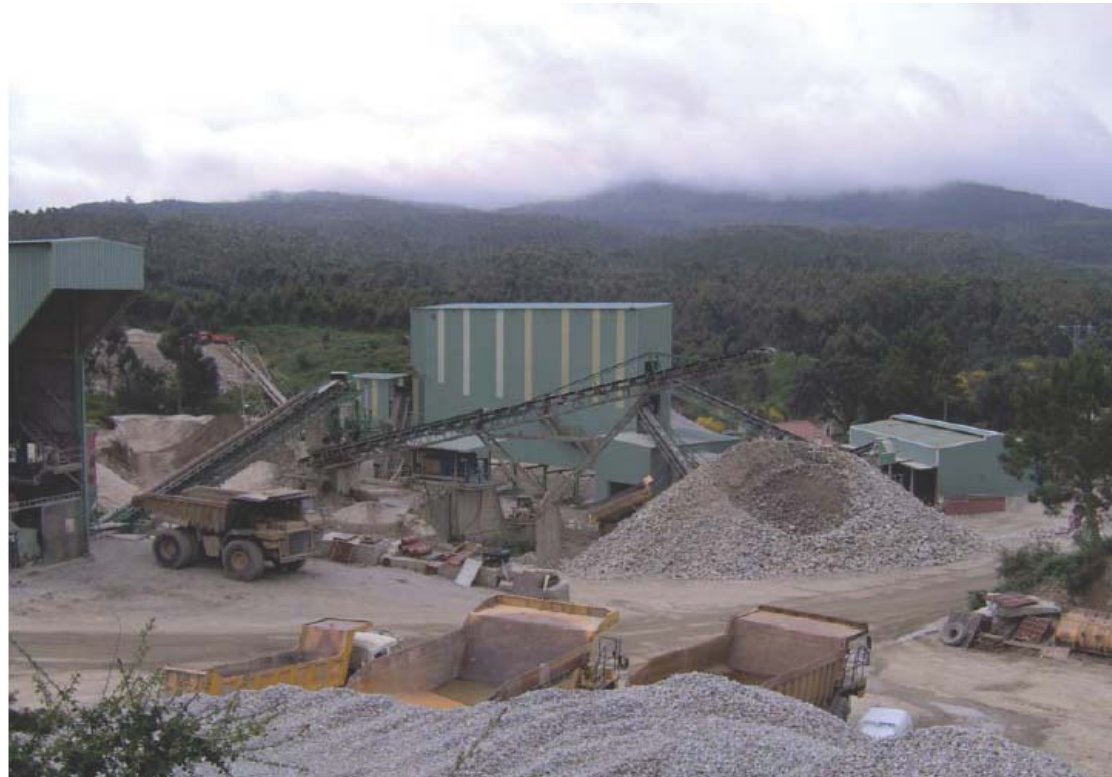
1 DE 1

FICHAS DE CANTERAS Y GRAVERAS

DENOMINACIÓN: GRANITOS TRITURADOS SL
MATERIALES: GRANITO
UTILIZACIÓN POSIBLE: ARIDOS DE DIFERENTES GRANULOMETRIAS PARA CONSTRUCCION Y ELABORACION DE HORMIGONES

FECHA DE TOMA DE DATOS: 27/05/2008
SUPERVISOR: OSCAR ZAZO LOPEZ

C-5



DATOS DE SITUACIÓN

LOCALIZACIÓN: MONTE DE SAN LORENZO DE NOGUEIRA DIR. SOCIAL: CARRETERA DE SALCEDA, Km1,9 (PORRIÑO)
DISTANCIA A LA TRAZA: 30 KMS APROXIMADAMENTE
MUNICIPIO: MEIS **PROVINCIA:** PONTEVEDRA
HOJA 1:50.000: 262-SALVATERRA DE MIÑO
COORDENADAS:
VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS
TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO: 986 33 16 40

DATOS GEOLÓGICOS

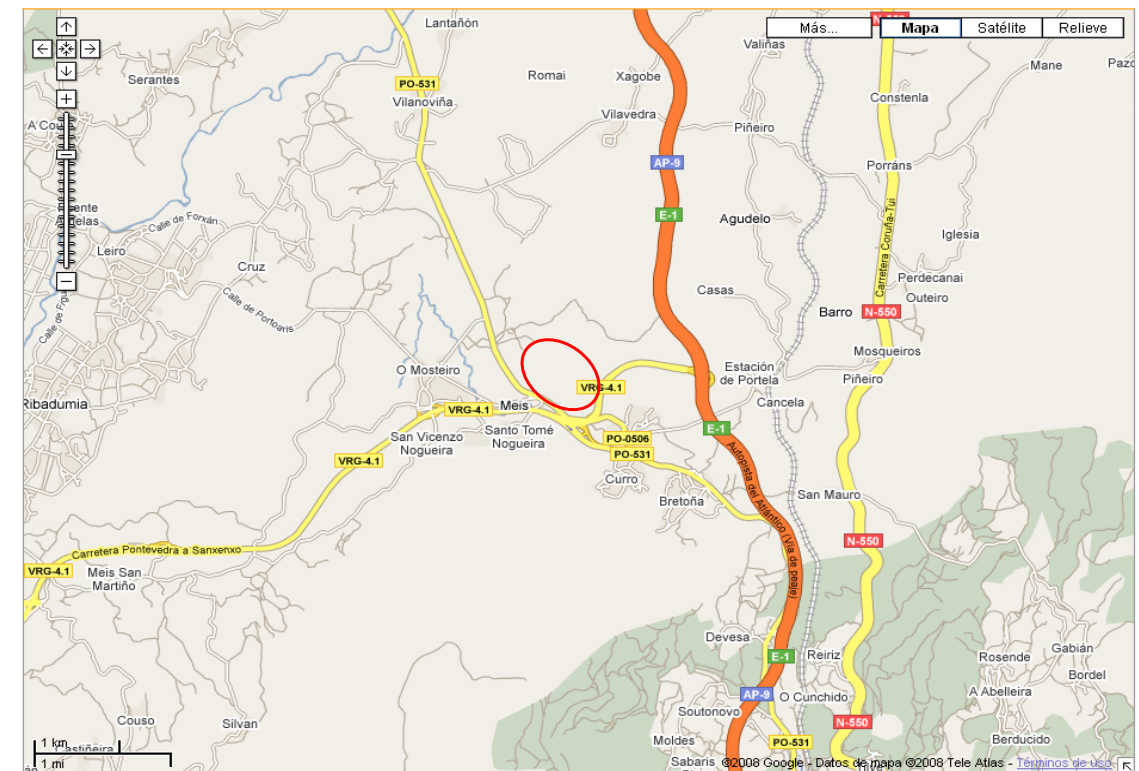
UNIDAD GEOLÓGICA: GRANITO
EDAD: PALEOZOICO (HERCINICO)
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA: GRANITO DE CUARZO, FELDESPATO POTASICO, PLAGIOCLASA, BIOTITA, ANFIBOL
MORFOLOGÍA Y RECUBRIMIENTOS: CERRO
ESTRUCTURA Y DIACLASADO: MASIVO
OBSERVACIONES:

DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: GRANITOS TRITURADOS SL.
TIPO DE EXPLOTACIÓN: CANTERA
ESTABILIDAD DE LOS FRENTES: BUENA
RESERVAS ESTIMADAS: SUPERIORES A LAS NECESIDADES DE LA OBRA
LONGITUD Y ALTURA DE LOS FRENTES: 200 M x 20 M
PRODUCCIÓN: 250.000 t
ESTADO: ACTIVO

OBSERVACIONES: NO SE HAN SUMINISTRADO ENSAYOS DE LABORATORIO

SITUACIÓN



TÍTULO DEL PROYECTO:
 AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9 TRAMO:
 ENLACE DE RANDE - ENLACE DE TEIS

INVENTARIO DE CANTERAS Y GRAVERAS

FECHA
 may-08
 HOJA

1 DE 1

FICHAS DE CANTERAS Y GRAVERAS

DENOMINACIÓN: ARIDOS VALLE MIÑOR
MATERIALES: GRANITO
UTILIZACIÓN POSIBLE: ARENAS Y ARIDOS GRUESOS

FECHA DE TOMA DE DATOS: 27/05/2008
SUPERVISOR: OSCAR ZAZO LOPEZ

C-6



DATOS DE SITUACIÓN

LOCALIZACIÓN: POLÍGONO A GRANXA (ANTES AS GÁNDARAS), APDO. 183 (36400)
DISTANCIA A LA TRAZA: 25 KMS APROXIMADAMENTE
MUNICIPIO: PORRIÑO **PROVINCIA:** PONTEVEDRA
HOJA 1:50.000: 223-VIGO
COORDENADAS:
VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS
TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO: 986 34 34 34 ANGEL.RIVAS@GRUPOMINOR.COM

DATOS GEOLÓGICOS

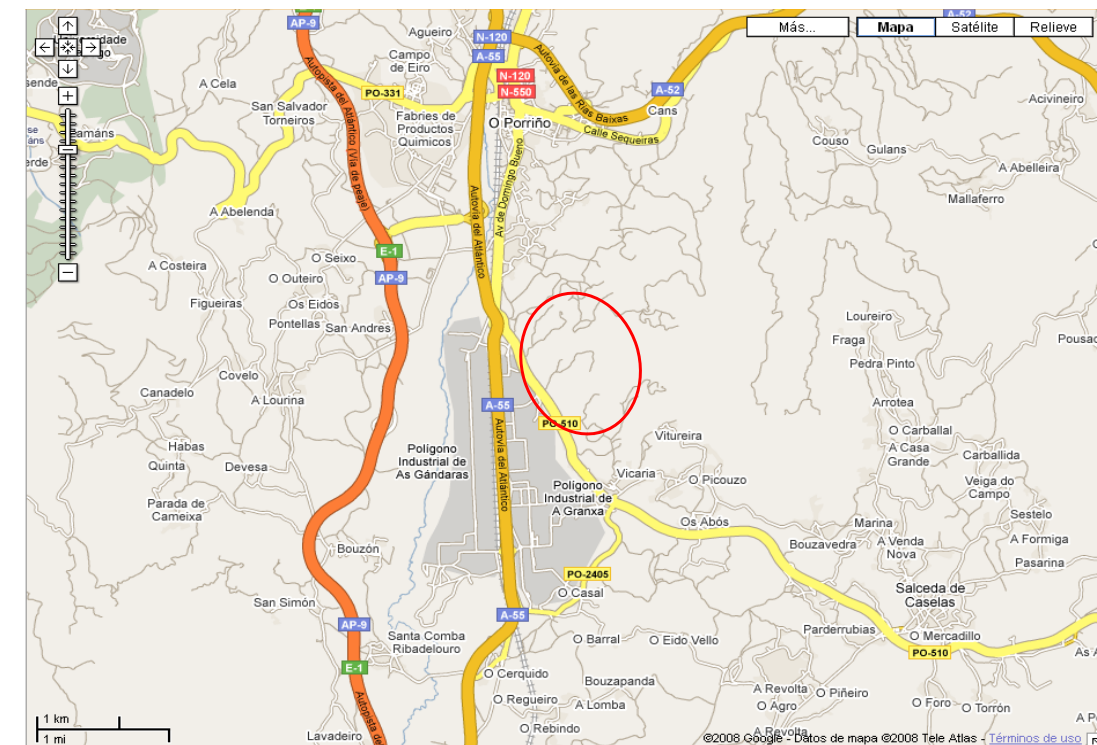
UNIDAD GEOLÓGICA: GRANITO
EDAD: PALEOZOICO (HERCINICO)
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA: GRANITO DE CUARZO, FELDESPATO POTASICO, PLAGIOCLASA, BIOTITA, ANFIBOL
MORFOLOGÍA Y RECUBRIMIENTOS: CERRO
ESTRUCTURA Y DIACLASADO: MASIVO
OBSERVACIONES:

DATOS DE LA EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: GRUPO MIÑOR
TIPO DE EXPLOTACIÓN: CANTERA
ESTABILIDAD DE LOS FRENTES: BUENA
RESERVAS ESTIMADAS: SUPERIORES A LAS NECESIDADES DE LA OBRA
LONGITUD Y ALTURA DE LOS FRENTES: 200 M x 20 M
PRODUCCIÓN: 339.314 T
ESTADO: ACTIVO

OBSERVACIONES: NO SE HAN SUMINISTRADO ENSAYOS DE LABORATORIO, ESTA CANTERA PODRA SER USADA COMO VERTEDERO.

SITUACIÓN



TÍTULO DEL PROYECTO:
 AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9 TRAMO:
 ENLACE DE RANDE - ENLACE DE TEIS

INVENTARIO DE CANTERAS Y GRAVERAS

FECHA
 may-08
 HOJA

1 DE 1

DENOMINACIÓN: ARIDOS DEL UMIA S.A.
 PRODUCTOS: HORMIGÓN PREPARADO
 UTILIZACIÓN POSIBLE: ESTRUCTURAS Y TRAZA
 FECHA DE TOMA DE DATOS: 27/05/2008
 SUPERVISOR: OSCAR ZAZO

DATOS DE SITUACIÓN

LOCALIZACIÓN: LG DE LA GOULLA-PARADELA
 MUNICIPIO: MEIS
 PROVINCIA: PONTEVEDRA
 HOJA 1:50.000: 152-VILLAGARCIA DE AROSA, 185-PONTEVEDRA
 COORDENADAS: LATITUD NORTE 42° 32' 31" LONGITUD OESTE 8° 42' 10"
 VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS

DATOS DE EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: APODERADO GERENTE: FRANCISCO MARTINEZ ALVARIÑAS
 TIPO DE EXPLOTACIÓN: CANTERA
 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN: SUPERIORES A LAS NECESIDADES DE LA OBRA
 PROCEDENCIA DE MATERIALES: ARIDOS DE CANTERA PROPIA
 DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DE LA TRAZA: 40 KMS APROXIMADAMENTE
 ESTADO: ACTIVO



PLANO DE SITUACIÓN



TÍTULO DEL PROYECTO:

AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9 TRAMO: ENLACE DE RANDE - ENLACE DE TEIS



INVENTARIO DE PLANTAS DE HORMIGÓN

FECHA
may-08

HOJA

1 DE 1

DENOMINACIÓN: HORMIGONES VALLE MIÑOR
 PRODUCTOS: HORMIGÓN PREPARADO
 UTILIZACIÓN POSIBLE: ESTRUCTURAS Y TRAZA
 FECHA DE TOMA DE DATOS: 27/05/2008
 SUPERVISOR: OSCAR ZAZO

DATOS DE SITUACIÓN

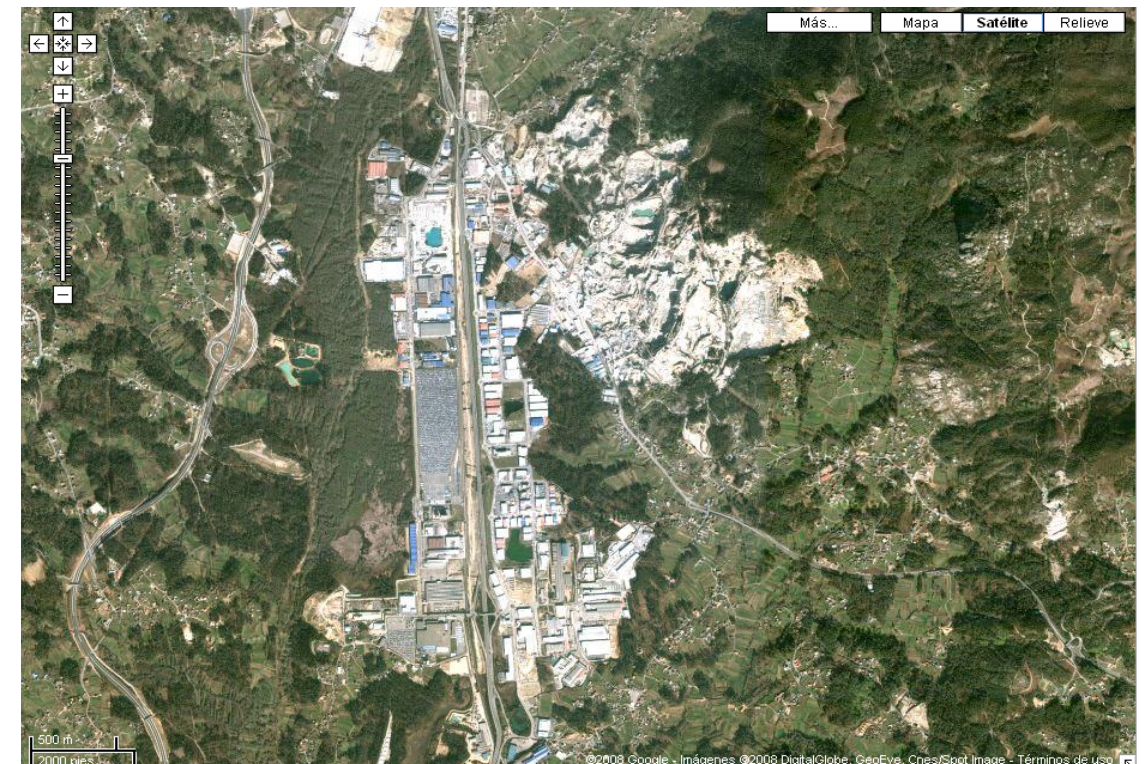
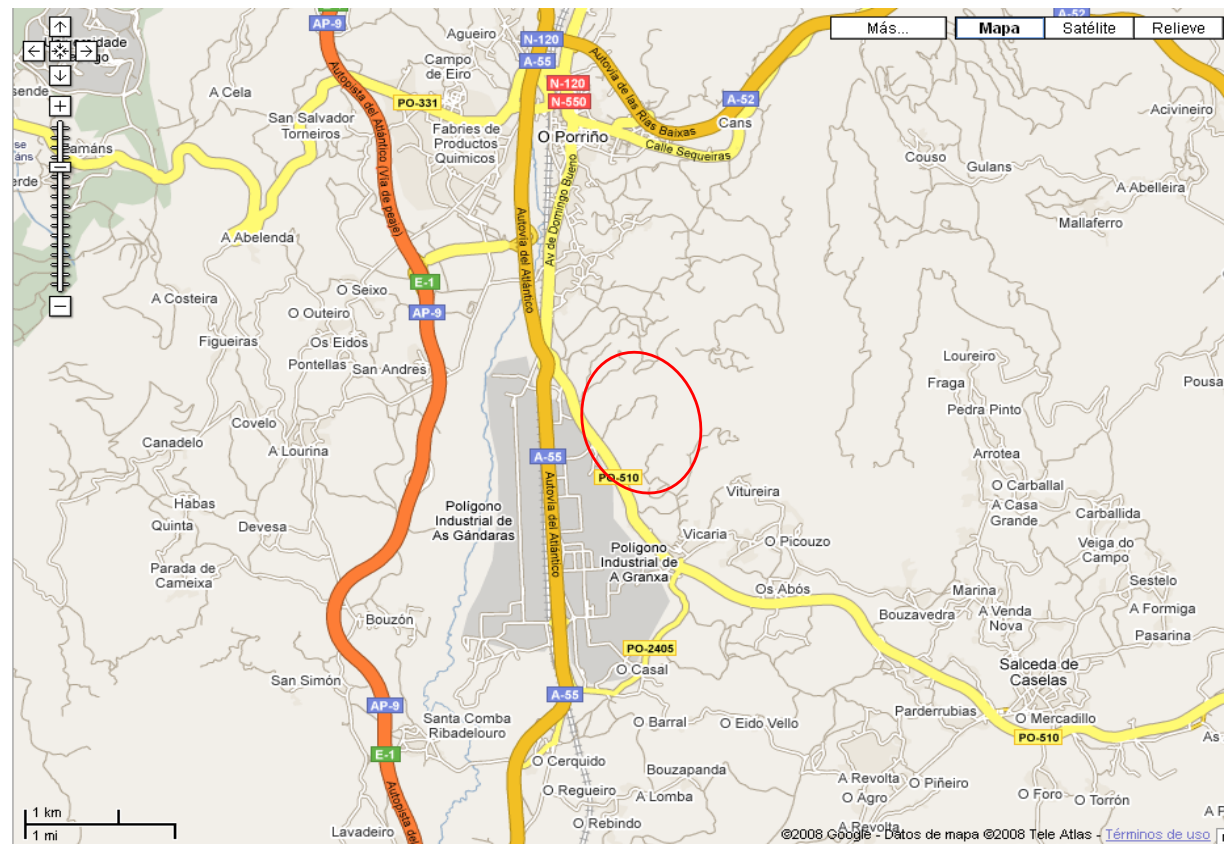
LOCALIZACIÓN: POLÍGONO A GRANXA (ANTES AS GÁNDARAS), APDO. 183 (36400)
 MUNICIPIO: PORRINO
 PROVINCIA: PONTEVEDRA
 HOJA 1:50.000: 223-VIGO
 COORDENADAS:
 VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS

DATOS DE EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: HORMIGONES VALLE MIÑOR
 TIPO DE EXPLOTACIÓN: CANTERA
 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN: SUPERIORES A LAS NECESIDADES DE LA OBRA
 PROCEDENCIA DE MATERIALES: ARIDOS DE CANTERA PROPIA
 DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DE LA TRAZA: 25 KMS APROXIMADAMENTE
 ESTADO: ACTIVO



PLANO DE SITUACIÓN



TÍTULO DEL PROYECTO:

AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9 TRAMO: ENLACE DE RANDE - ENLACE DE TEIS

INVENTARIO DE PLANTAS DE HORMIGÓN

FECHA
may-08

HOJA

1 DE 1

DENOMINACIÓN: COVSA. CALDAS DE REIS
 PRODUCTOS: AGLOMERADO ASFÁLTICO
 UTILIZACIÓN POSIBLE: TRAZA
 FECHA DE TOMA DE DATOS: 17/09/2010
 SUPERVISOR:

DATOS DE SITUACIÓN

LOCALIZACIÓN: CALDAS DE REIS
 MUNICIPIO: CALDAS DE REIS
 PROVINCIA: PONTEVEDRA
 HOJA 1:50.000: 152-VILLAGARCIA DE AROSA, 185-PONTEVEDRA
 COORDENADAS:
 VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS

DATOS DE EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: C/ HERMINIA FARIÑA COBIAN, BAJO. 36003. PONTEVEDRA.
 TIPO DE EXPLOTACIÓN: AGLOMERADO ASFÁLTICO EN CALIENTE Y EN FRÍO
 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN: 250 Tn/hora
 PROCEDENCIA DE MATERIALES:
 DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DE LA TRAZA: 50 KMS APROXIMADAMENTE
 ESTADO: ACTIVO



FICHAS DE PLANTAS DE AGLOMERADO ASFÁLTICO

AA-2

DENOMINACIÓN: COVSA. CALDAS DE REIS
PRODUCTOS: AGLOMERADO ASFÁLTICO
UTILIZACIÓN POSIBLE: TRAZA
FECHA DE TOMA DE DATOS: 17/09/2010
SUPERVISOR:

DATOS DE SITUACIÓN

LOCALIZACIÓN: POLÍGONO DE LAS GÁNDARAS.
MUNICIPIO: PORRIÑO
PROVINCIA: PONTEVEDRA
HOJA 1:50.000: 152-VILLAGARCIA DE AROSA, 185-PONTEVEDRA
COORDENADAS:
VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS

DATOS DE EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: C/ HERMINIA FARIÑA COBIAN, BAJO. 36003. PONTEVEDRA.
TIPO DE EXPLOTACIÓN: AGLOMERADO ASFÁLTICO EN CALIENTE Y EN FRÍO
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN: 250 Tn/hora
PROCEDENCIA DE MATERIALES:
DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DE LA TRAZA: 40 KMS APROXIMADAMENTE
ESTADO: ACTIVO



FICHAS DE PLANTAS DE AGLOMERADO ASFÁLTICO

AA-3

DENOMINACIÓN: COVSA. CALDAS DE REIS
 PRODUCTOS: AGLOMERADO ASFÁLTICO
 UTILIZACIÓN POSIBLE: TRAZA
 FECHA DE TOMA DE DATOS: 17/09/2010
 SUPERVISOR:

DATOS DE SITUACIÓN

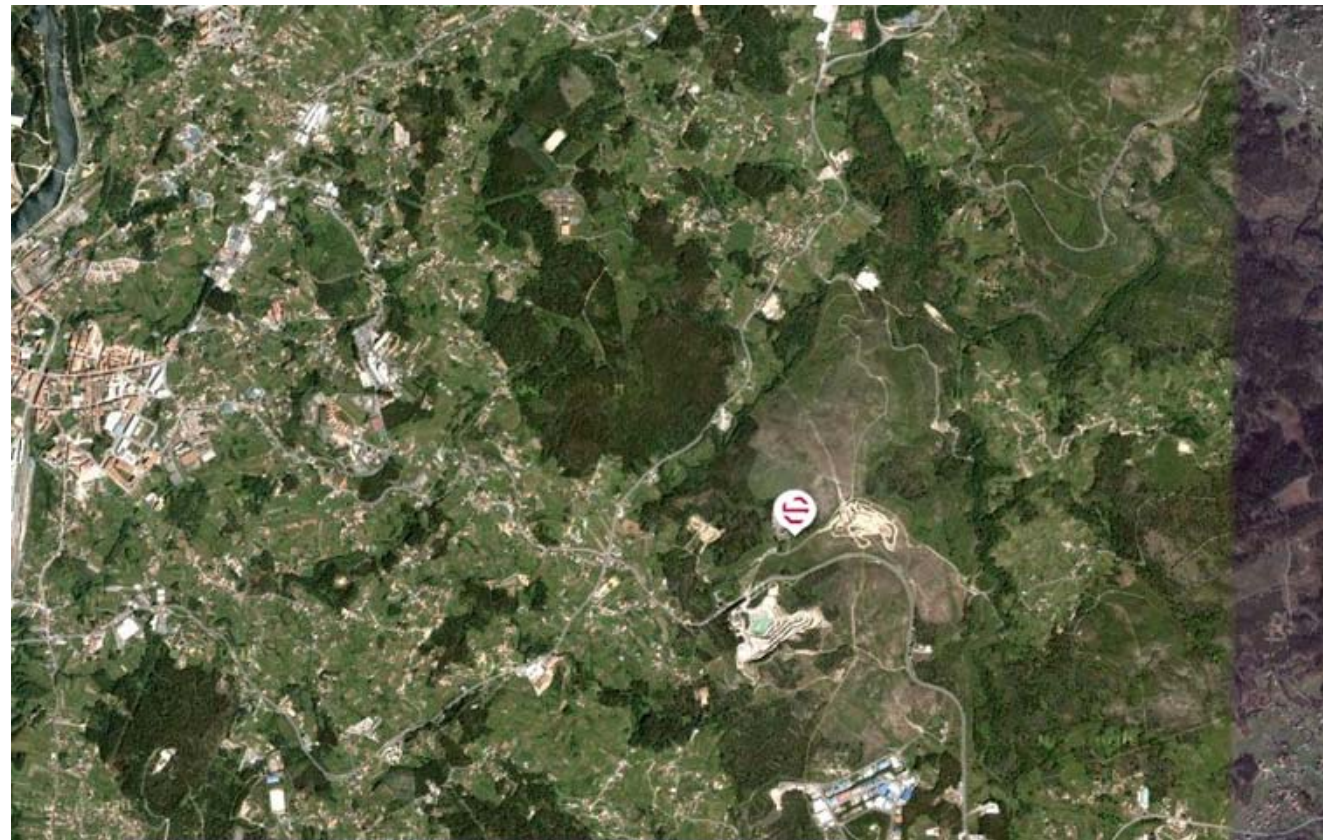
LOCALIZACIÓN: A HERMIDA
 MUNICIPIO: MARCÓN
 PROVINCIA: PONTEVEDRA
 HOJA 1:50.000: 152-VILLAGARCIA DE AROSA, 185-PONTEVEDRA
 COORDENADAS:
 VALORACIÓN DE ACCESOS: BUENOS

DATOS DE EXPLOTACIÓN

PROPIETARIO: Pol- Industrial O Campiño
 TIPO DE EXPLOTACIÓN: AGLOMERADO ASFÁLTICO EN CALIENTE Y EN FRÍO
 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN: 300 Tn/hora
 PROCEDENCIA DE MATERIALES:
 DISTANCIA AL PUNTO MEDIO DE LA TRAZA: 15 KMS APROXIMADAMENTE
 ESTADO: ACTIVO



PLANTA DE SITUACIÓN



TÍTULO DEL PROYECTO:

AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA AUTOPISTA AP-9 TRAMO: ENLACE DE RANDE - ENLACE DE TEIS



INVENTARIO DE PLANTAS DE HORMIGON

FECHA

HOJA

1 DE 1

APÉNDICE 2: ENSAYOS DE LABORATORIO

FORMATO DIGITAL



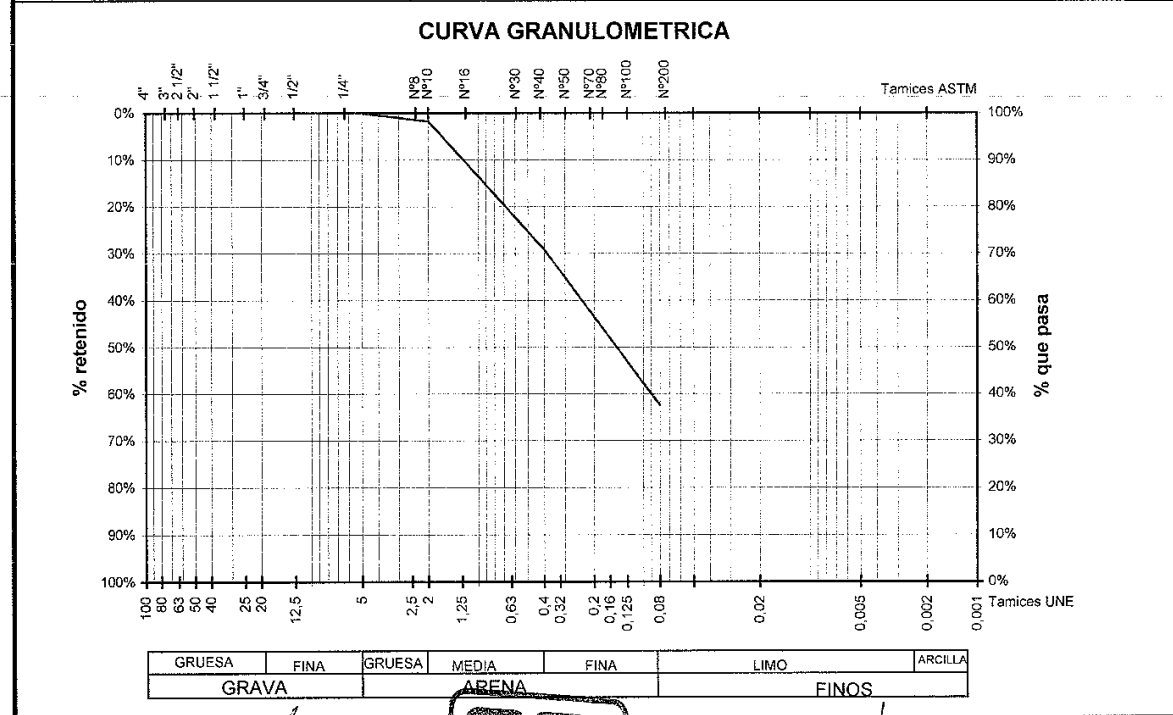
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1876/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 11,20 m a 11,50 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u = 1,00$	Coef. curvatura, $C_c = 3,75$
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	40 1 1/2"		
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0
100,00	10 3/8"	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa
100,00	5 N°4	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
98,25	2 N°10	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
70,75	0,4 N°40	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
37,51	0,08 N°200	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
% de grava:	0,00%		
% de arena:	62,49%		
% de finos:	37,51%		



Responsable técnico de área: Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Director técnico del laboratorio: Fdo.: Juan Aparicio Lázaro
 www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1876/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 11,20 m a 11,50 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	104,2 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1579,4 gr
t+s	tara+suelo	1475,2 gr
t	tara	1003,8 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	471,4 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	22,1

Humedad 22,1 %

Responsable técnico del área: Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Director técnico del laboratorio: Fdo.: Juan Aparicio Lázaro
 www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1877/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 14,10 m a 14,40 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL SUELO (ART. 8.2 EHE)

PARÁMETRO	GRADO DE AGRESIVIDAD		
	DÉBIL (Qa)	MEDIO (Qb)	FUERTE (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	>20		
Contenido de Sulfato (mg/kg)	2.000-3.000	3.000-12.000	>12.000

PARÁMETRO COMPROBADO	RESULTADO DEL ENSAYO
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	24,0
Contenido de Sulfato (mg/kg)	131

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO:
 El suelo es de agresividad débil para el hormigón

Responsable técnico de área

[Signature]

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28884 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

[Signature]

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



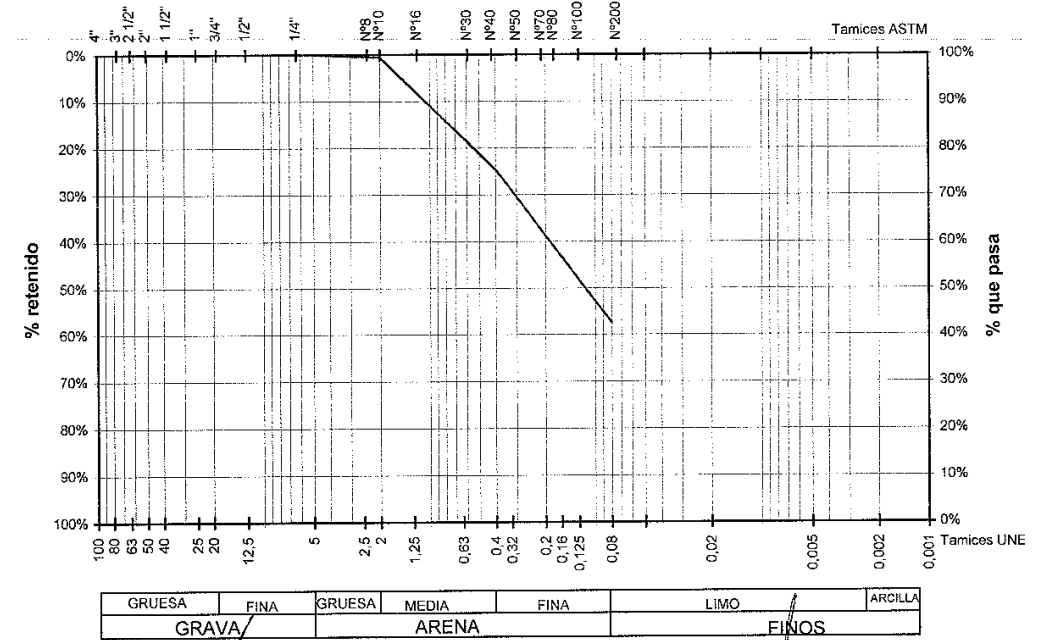
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1878/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 16,60 m a 17,05 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	0,59	Coef. curvatura, $C_c =$	5,68
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
100,00	5 Nº4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0		
99,44	2 Nº10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa		
75,34	0,4 Nº40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
42,51	0,08 Nº200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	0,00%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	57,49%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	42,51%				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Responsable técnico de área

[Signature]

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28884 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

[Signature]

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1878/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 16,60 m a 17,05 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	163,2 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1452,4 gr
t+s	tara+suelo	1289,2 gr
t	tara	522,8 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	766,4 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	21,3

Humedad	21,3 %
----------------	---------------

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
28864 Madrid España
T:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



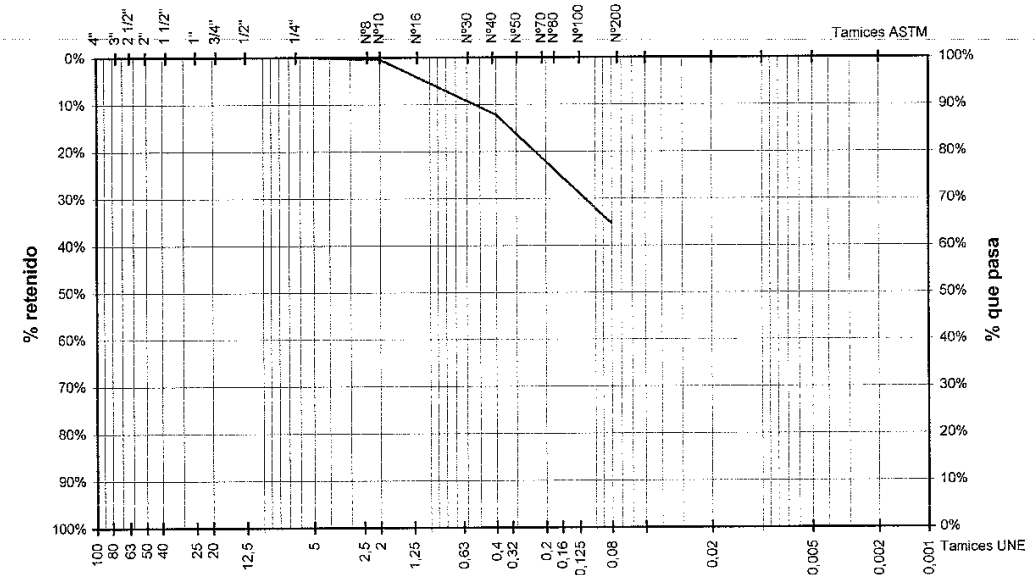
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1879/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 21,60 m a 21,90 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$ 1,85	Coef. curvatura, $C_c =$ 1,18
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	40 1 1/2"		
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"		
100,00	10 3/8"		
100,00	5 Nº4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0
99,56	2 Nº10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	ML, Limo arenoso
87,83	0,4 Nº40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
64,60	0,08 Nº200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
% de grava:	0,00%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
% de arena:	35,40%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
% de finos:	64,60%		

CURVA GRANULOMETRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA		FINOS		

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
Ajalvir 28864 (Madrid) España.
T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1879/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 21,60 m a 21,90 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	120,6 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1381,8 gr
t+s	tara+suelo	1261,2 gr
t	tara	794,9 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	466,3 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	25,9

Humedad	25,9 %
----------------	---------------

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



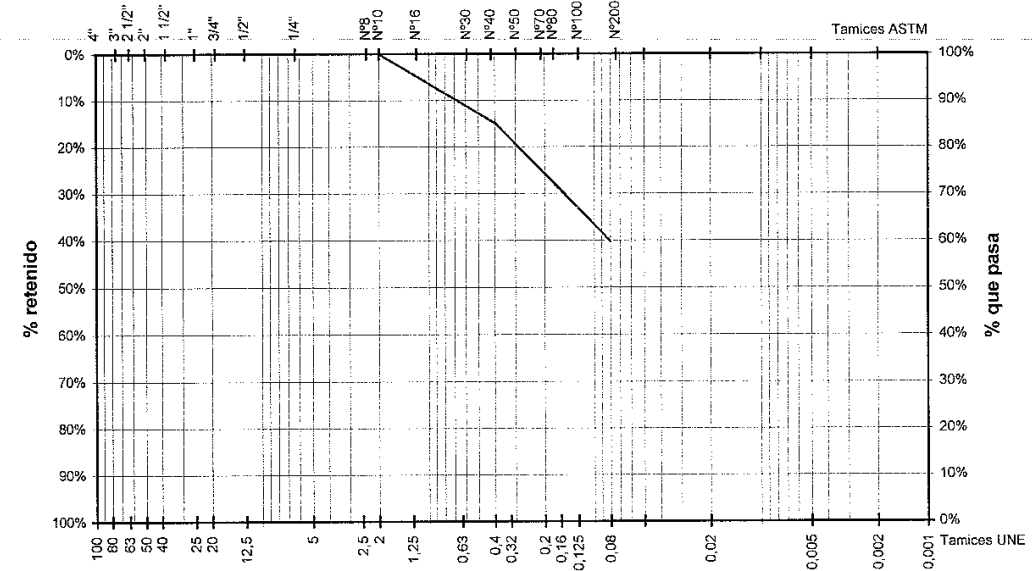
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1880/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 23,80 m a 24,10 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	1,95	Coef. curvatura, $C_c =$	1,24
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
100,00	5 N°4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0		
100,00	2 N°10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	ML, Limo arenoso		
85,11	0,4 N°40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
59,66	0,08 N°200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	0,00%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	40,34%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	59,66%				

CURVA GRANULOMETRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA			FINOS	

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1880/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 23,80 m a 24,10 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	97,2 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1240,3 gr
t+s	tara+suelo	1143,1 gr
t	tara	533,6 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	609,5 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	15,9

Humedad 15,9 %

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



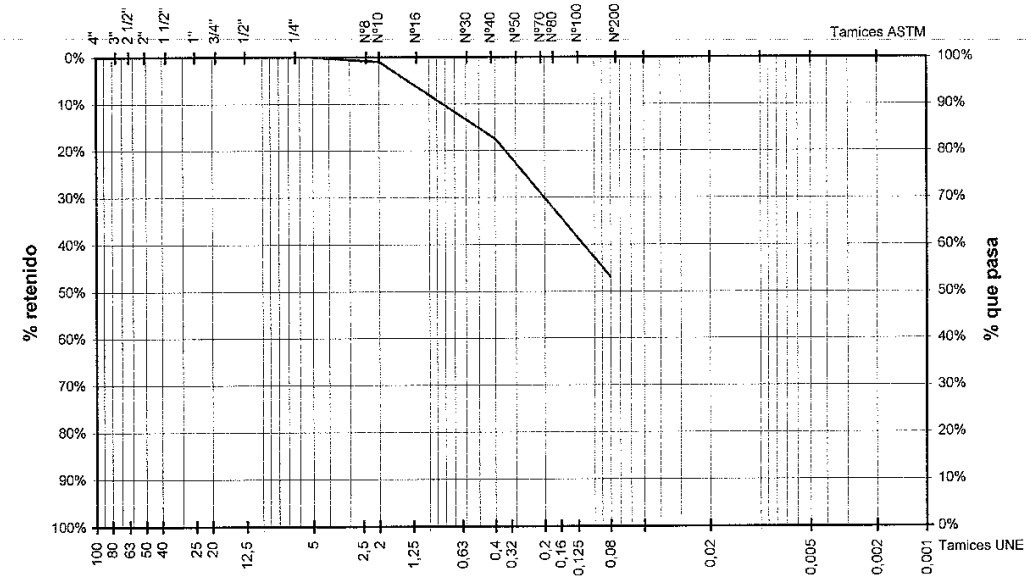
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1881/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 25,20 m a 25,30 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	2,05	Coef. curvatura, $C_c =$	1,30
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
100,00	5 Nº4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0		
99,01	2 Nº10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	ML, Limo arenoso		
82,51	0,4 Nº40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
52,98	0,08 Nº200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	0,00%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	47,02%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	52,98%				

CURVA GRANULOMETRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA		FINOS		

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1881/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 25,20 m a 25,30 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	40,8 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	891,0 gr
t+s	tara+suelo	850,2 gr
t	tara	580,8 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	269,4 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	15,1

Humedad	15,1 %
----------------	---------------

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



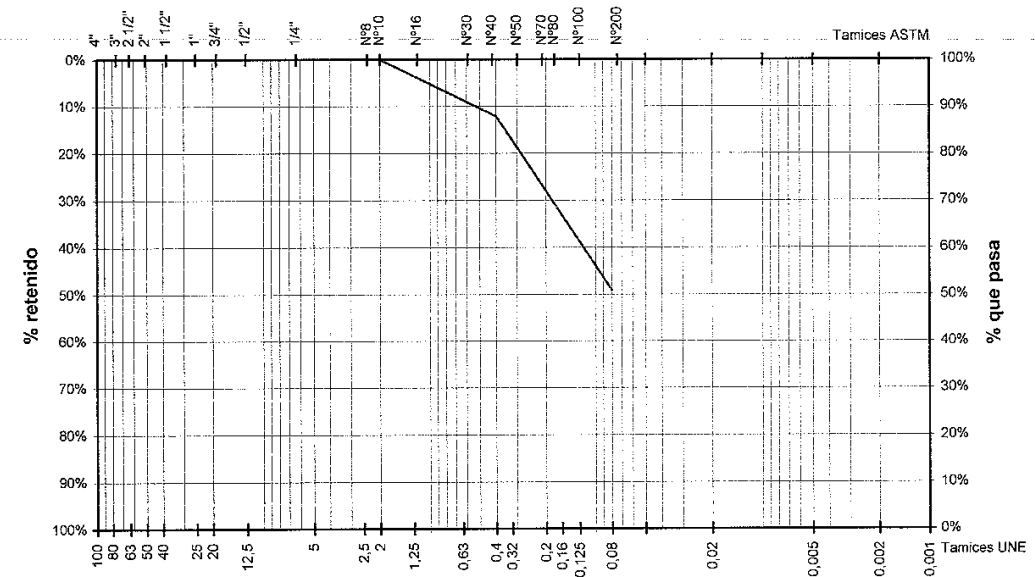
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1882/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 27,10 m a 27,20 m
Fecha ensayo:	07/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	1,85	Coef. curvatura, $C_c =$	1,17
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Limite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Limite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
100,00	5 Nº4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0		
100,00	2 Nº10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	ML, Limo arenoso		
87,91	0,4 Nº40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
50,80	0,08 Nº200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	0,00%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	49,20%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	50,80%				

CURVA GRANULOMÉTRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA		FINOS		

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1882/07	Procedencia:	Sondeo S-2
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 27,10 m a 27,20 m
Fecha ensayo:	07/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	49,3 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	924,2 gr
t+s	tara+suelo	874,9 gr
t	tara	556,1 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	318,8 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	15,5

Humedad 15,5 %

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



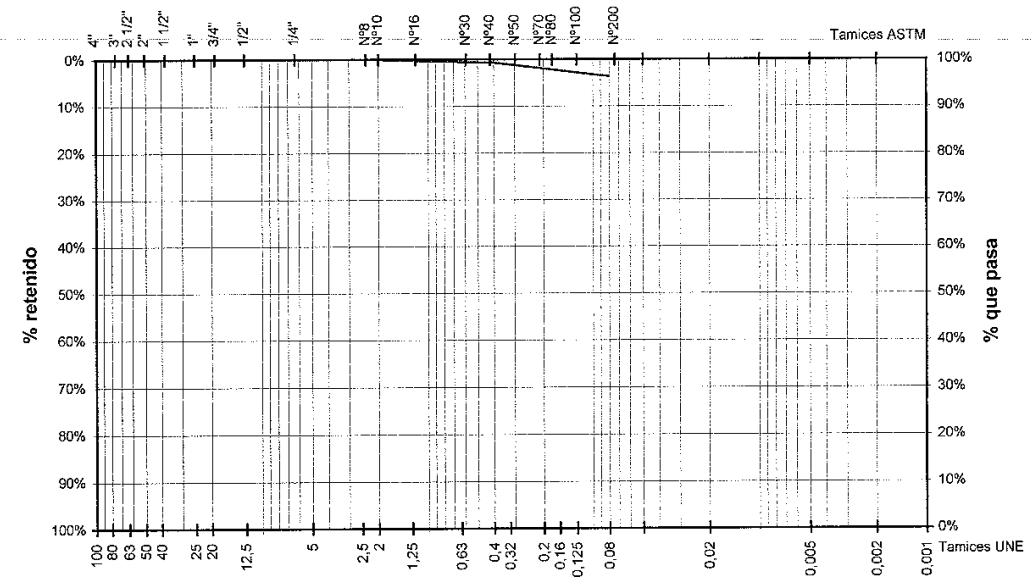
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1883/07	Procedencia:	Sondeo S-3
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,60 m a 7,20 m
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, C_u =	1,34	Coef. curvatura, C_c =	0,85
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
100,00	5 Nº4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O A-7-6 0			
100,00	2 Nº10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S ML, Limo			
99,36	0,4 Nº40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
96,41	0,08 Nº200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	0,00%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	3,59%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	96,41%				

CURVA GRANULOMETRICA



GRUESA FINA GRUESA MEDIA FINA LIMO ARCILLA
 GRAVA ARENA FINOS

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1883/07	Procedencia:	Sondeo S-3
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,60 m a 7,20 m
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD Y DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103300 Y 103301)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	105,7 gr
$t+s+a$	tara+suelo+agua	954,1 gr
$t+s$	tara+suelo	848,4 gr
t	tara	543,5 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	304,9 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	34,7

Humedad 34,7 %

M1	Peso en aire	364,9 gr
M2	Muestra+Parafina	376,9 gr
$M3=M2-M1$	Peso de parafina	12,0 gr
M4	Peso en agua	155,1 gr
$V1=M3/0.9$	Volumen de Parafina	13,3 cm ³
$V2=M2-M4-V1$	Volumen de la muestra	208,5 cm ³

Densidad Húmeda 1,75 T/m³

Densidad Seca 1,30 T/m³

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 617 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

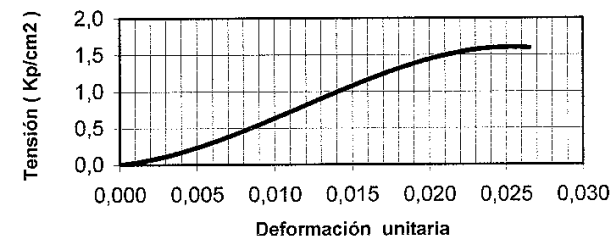
DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1883/07	Procedencia:	Sondeo S-3
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,60 m a 7,20 m
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103400)

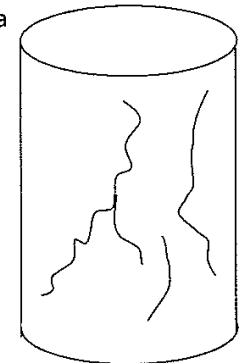
DATOS ENSAYO		DATOS MUESTRA	
Velocidad, v (mm/min):	2,40	Tipo de muestra:	Inalterada
Diámetro, d (cm):	6,9	Peso húmedo, p _h (g):	901,9
Lados, m x n (cm):	-	Peso seco, p _s (g):	645,7
Sección, A (cm ²):	37,37	Densidad húmeda, ρ _w (g/cm ³):	1,78
Altura, h (cm):	13,57	Densidad seca, ρ _s (g/cm ³):	1,27
Volumen, V (cm ³):	507,16	Humedad, w (%):	39,7

TIEMPO lecturas (min)	CARGAS lecturas (kp)	CARGA AXIAL (kp)	DEFORMACION lecturas (mm)	DEFORMACION UNITARIA (ε)	1 - ε	SECCION CORR. (cm ²)	TENSION (kp/cm ²)
0,5	20	20	1,2	0,009	0,991	37,71	0,530
1	49	49	2,4	0,018	0,982	38,05	1,288
1,5	61	61	3,6	0,027	0,973	38,39	1,589

Diagrama Tensión/Deformación



Angulo rotura



RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE, q_u:

1,59 Kg/cm²

DEFORMACION EN ROTURA, ε:

2,65%

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 553-02 Rev. 00



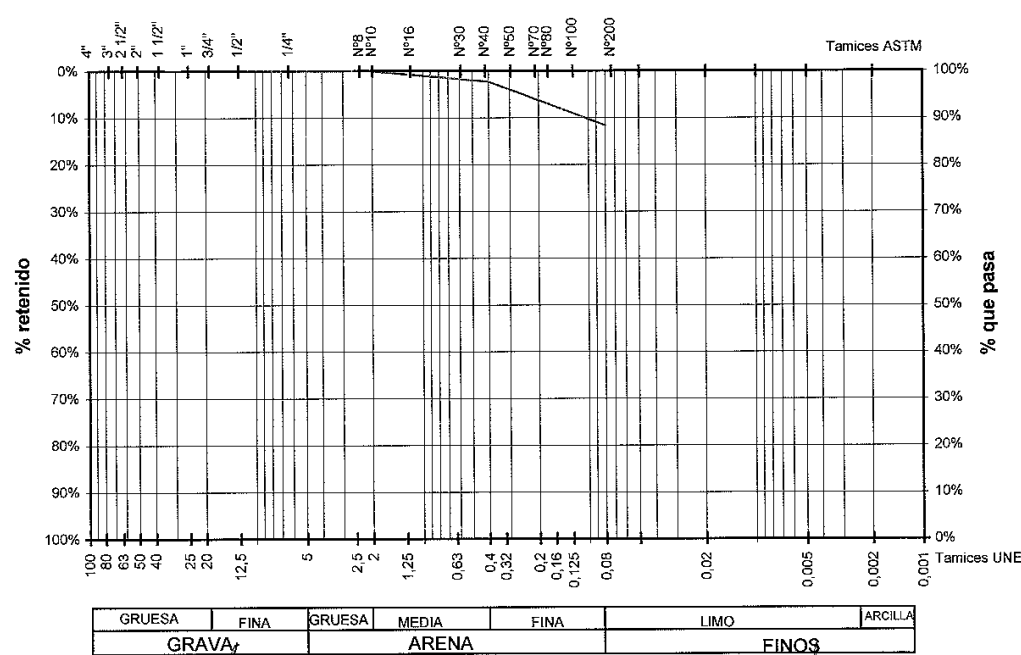
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1884/07	Procedencia:	Sondeo S-3
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 9,00 m a 9,60 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, C _u =	1,42	Coef. curvatura, C _c =	0,90
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O A-7-6 0			
100,00	25 1"	CLASIFICACIÓN U.S.C.S ML, Limo			
100,00	20 3/4"	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
100,00	10 3/8"	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
100,00	5 N°4	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
100,00	2 N°10	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
97,73	0,4 N°40	%			
88,39	0,08 N°200	%			
% de grava:		0,00%			
% de arena:		11,61%			
% de finos:		88,39%			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28854 (Madrid) España.
 T: +34 91 884 4393 F: +34 91 884 4393

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1884/07	Procedencia:	Sondeo S-3
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 9,00 m a 9,60 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD Y DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103300 Y 103301)

a = (t+s+a) - (t+s)	agua	257,1 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1521,7 gr
t+s	tara+suelo	1264,6 gr
t	tara	533,8 gr
s = (t+s) - t	suelo	730,8 gr
h = a/s x 100	% humedad	35,2

Humedad 35,2 %

M1	Peso en aire	466,2 gr
M2	Muestra+Parafina	479,7 gr
M3=M2-M1	Peso de parafina	13,5 gr
M4	Peso en agua	227,9 gr
V1=M3/0.9	Volumen de Parafina	15,0 cm3
V2=M2-M4-V1	Volumen de la muestra	236,8 cm3

Densidad Húmeda 1,97 T/m³

Densidad Seca 1,46 T/m³

Responsable técnico del área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28854 (Madrid) España.
 T: +34 91 884 4393 F: +34 91 884 4393

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

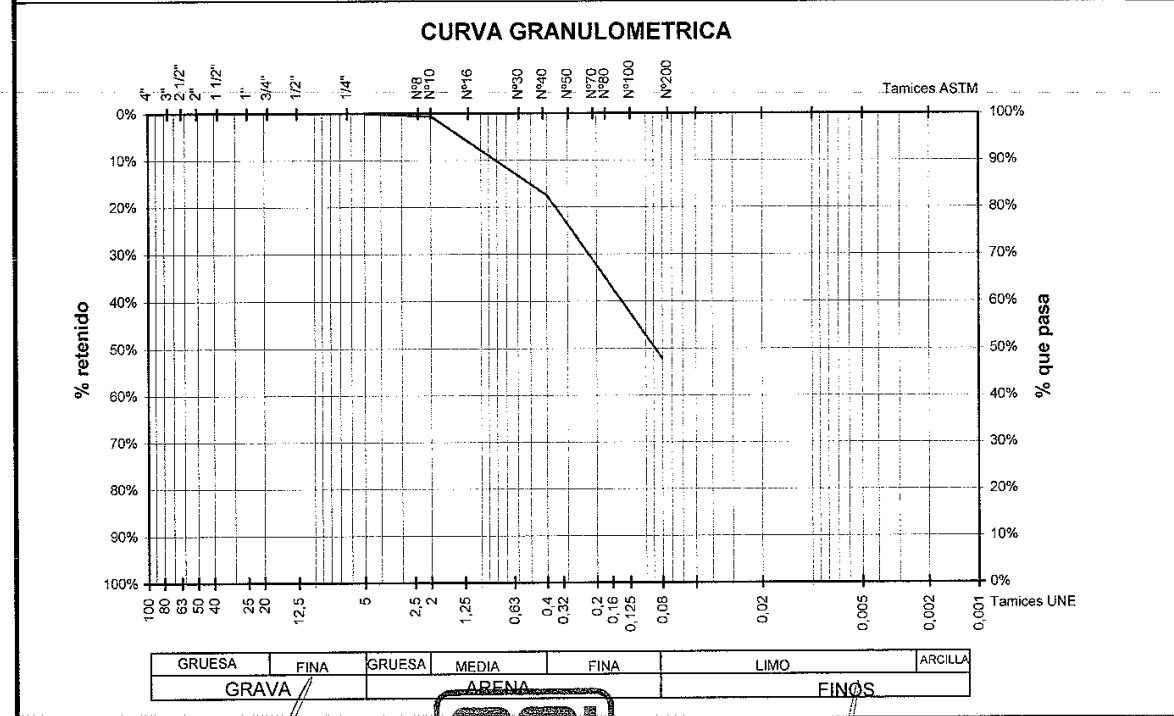
Formato 617 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1885/07	Procedencia:	Sondeo S-3
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 14,00 m a 14,30 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	2,05
%	U.N.E. A.S.T.M.	Coef. curvatura, $C_c =$	1,30
100,00	80 3"	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	63 2 1/2"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	50 2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	40 1 1/2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"		
100,00	10 3/8"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0
100,00	5 N°4	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa
99,38	2 N°10	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
82,50	0,4 N°40	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
47,78	0,08 N°200	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
% de grava:		0,00%	
% de arena:		52,22%	
% de finos:		47,78%	
		Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	



Responsable técnico de área: Fdo.: Luis Ángel García Borrego

Director técnico del laboratorio: Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1885/07	Procedencia:	Sondeo S-3
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 14,00 m a 14,30 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	62,7 gr
$t+s+a$	tara+suelo+agua	1030,3 gr
$t+s$	tara+suelo	967,6 gr
t	tara	600,6 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	367,0 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	17,1

Humedad 17,1 %

Responsable técnico del área: Fdo.: Luis Ángel García Borrego

Director técnico del laboratorio: Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

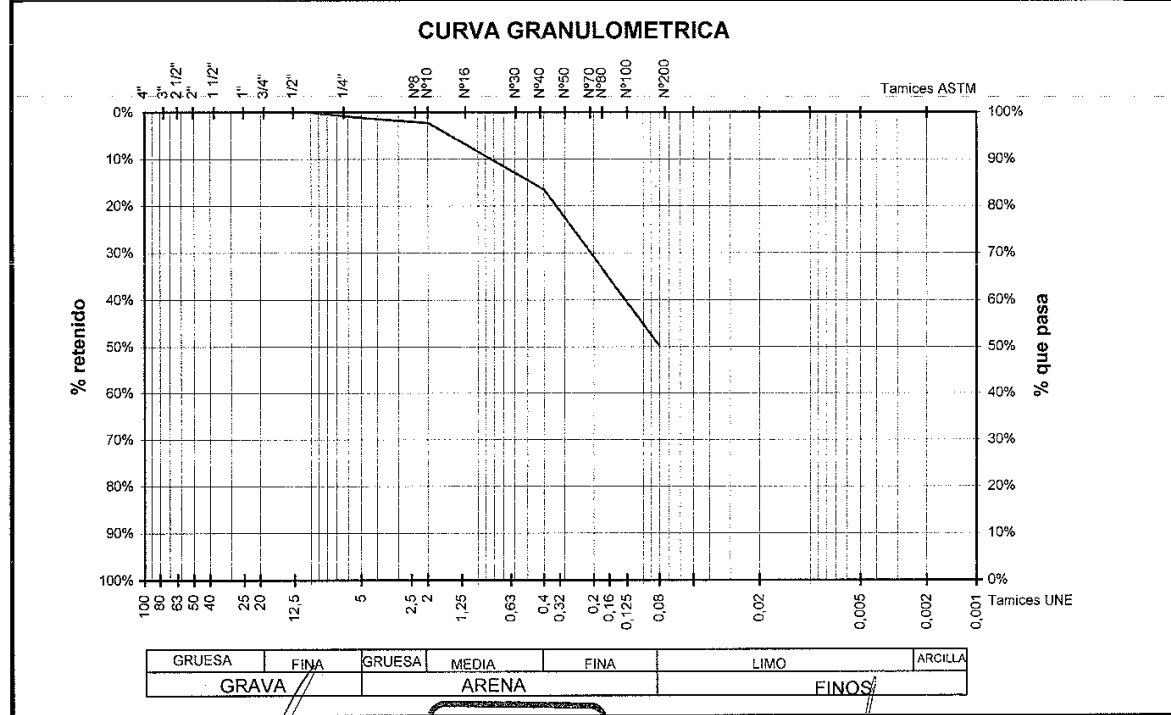
Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1886/07	Procedencia:	Sondeo S-3
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 20,10 m a 20,40 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	2,01
%	U.N.E. A.S.T.M.	Coef. curvatura, $C_c =$	1,28
100,00	80 3"	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	63 2 1/2"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	50 2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	40 1 1/2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"		
100,00	10 3/8"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0
98,85	5 N°4	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	ML, Limo arenoso
97,78	2 N°10	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
83,48	0,4 N°40	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
50,04	0,08 N°200	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
% de grava:		1,15%	
% de arena:		48,81%	
% de finos:		50,04%	



Responsable técnico de área: *[Signature]*
 Director técnico del laboratorio: *[Signature]*
 Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1886/07	Procedencia:	Sondeo S-3
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 20,10 m a 20,40 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	78,8 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1119,6 gr
t+s	tara+suelo	1040,8 gr
t	tara	530,9 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	509,9 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	15,5

Humedad 15,5 %

Responsable técnico del área: *[Signature]*
 Director técnico del laboratorio: *[Signature]*
 Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA																	
Muestra:	1887/07	Procedencia:	Sondeo S-4														
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 2,90 m a 3,50 m														
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada														
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-														
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)																	
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u = 1,22$	Coef. curvatura, $C_c = 3,29$														
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104															
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.														
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.														
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.														
100,00	40 1 1/2"																
100,00	25 1"																
100,00	20 3/4"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0														
100,00	10 3/8"	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa														
98,08	5 N°4	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):															
87,60	2 N°10	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):															
68,08	0,4 N°40	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):															
41,35	0,08 N°200	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):															
% de grava:	1,92%																
% de arena:	56,73%																
% de finos:	41,35%																
CURVA GRANULOMÉTRICA																	
<table border="1"> <tr> <td>GRUESA</td> <td>FINA</td> <td>GRUESA</td> <td>MEDIA</td> <td>FINA</td> <td>LIMO</td> <td>ARCILLA</td> </tr> <tr> <td colspan="2">GRAVA</td> <td colspan="2">ARENA</td> <td colspan="3">FINOS</td> </tr> </table>				GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA	GRAVA		ARENA		FINOS		
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA											
GRAVA		ARENA		FINOS													

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA																					
Muestra:	1887/07	Procedencia:	Sondeo S-4																		
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 2,90 m a 3,50 m																		
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada																		
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-																		
DETERMINACION DE LA HUMEDAD Y DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103300 Y 103301)																					
<table border="1"> <tr> <td>$a = (t+s+a) - (t+s)$</td> <td>agua</td> <td>38,1 gr</td> </tr> <tr> <td>$t+s+a$</td> <td>tara+suelo+agua</td> <td>874,8 gr</td> </tr> <tr> <td>$t+s$</td> <td>tara+suelo</td> <td>836,7 gr</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>tara</td> <td>544,5 gr</td> </tr> <tr> <td>$s = (t+s) - t$</td> <td>suelo</td> <td>292,2 gr</td> </tr> <tr> <td>$h = a/s \times 100$</td> <td>% humedad</td> <td>13,0</td> </tr> </table>				$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	38,1 gr	$t+s+a$	tara+suelo+agua	874,8 gr	$t+s$	tara+suelo	836,7 gr	t	tara	544,5 gr	$s = (t+s) - t$	suelo	292,2 gr	$h = a/s \times 100$	% humedad	13,0
$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	38,1 gr																			
$t+s+a$	tara+suelo+agua	874,8 gr																			
$t+s$	tara+suelo	836,7 gr																			
t	tara	544,5 gr																			
$s = (t+s) - t$	suelo	292,2 gr																			
$h = a/s \times 100$	% humedad	13,0																			
<table border="1"> <tr> <td>Humedad</td> <td>13,0 %</td> </tr> </table>				Humedad	13,0 %																
Humedad	13,0 %																				
<table border="1"> <tr> <td>M1</td> <td>Peso en aire</td> <td>417,4 gr</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>Muestra+Parafina</td> <td>428,4 gr</td> </tr> <tr> <td>$M3=M2-M1$</td> <td>Peso de parafina</td> <td>11,0 gr</td> </tr> <tr> <td>M4</td> <td>Peso en agua</td> <td>212,9 gr</td> </tr> <tr> <td>$V1=M3/0.9$</td> <td>Volumen de Parafina</td> <td>12,2 cm³</td> </tr> <tr> <td>$V2=M2-M4-V1$</td> <td>Volumen de la muestra</td> <td>203,3 cm³</td> </tr> </table>				M1	Peso en aire	417,4 gr	M2	Muestra+Parafina	428,4 gr	$M3=M2-M1$	Peso de parafina	11,0 gr	M4	Peso en agua	212,9 gr	$V1=M3/0.9$	Volumen de Parafina	12,2 cm ³	$V2=M2-M4-V1$	Volumen de la muestra	203,3 cm ³
M1	Peso en aire	417,4 gr																			
M2	Muestra+Parafina	428,4 gr																			
$M3=M2-M1$	Peso de parafina	11,0 gr																			
M4	Peso en agua	212,9 gr																			
$V1=M3/0.9$	Volumen de Parafina	12,2 cm ³																			
$V2=M2-M4-V1$	Volumen de la muestra	203,3 cm ³																			
<table border="1"> <tr> <td>Densidad Húmeda</td> <td>2,05</td> <td>T/m³</td> </tr> </table>				Densidad Húmeda	2,05	T/m³															
Densidad Húmeda	2,05	T/m³																			
<table border="1"> <tr> <td>Densidad Seca</td> <td>1,82</td> <td>T/m³</td> </tr> </table>				Densidad Seca	1,82	T/m³															
Densidad Seca	1,82	T/m³																			

Responsable técnico del área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 617 Rev. 00



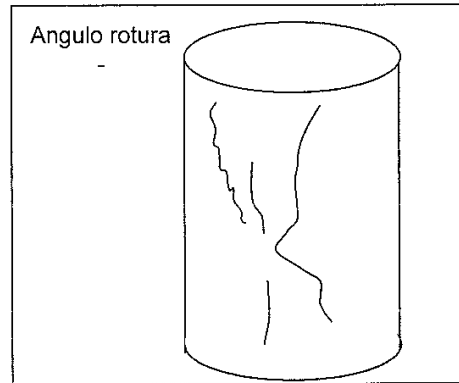
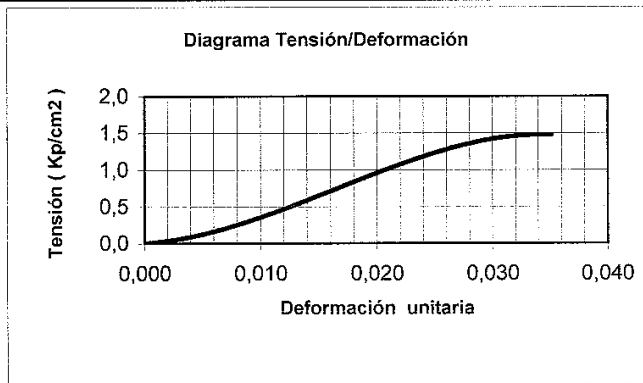
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1887/07	Procedencia:	Sondeo S-4
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 2,90 m a 3,50 m
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103400)

DATOS ENSAYO		DATOS MUESTRA	
Velocidad, v (mm/min):	2,40	Tipo de muestra:	Inalterada
Diámetro, d (cm):	6,93	Peso húmedo, p _h (g):	1034,2
Lados, m x n (cm):	-	Peso seco, p _s (g):	899
Sección, A (cm ²):	37,70	Densidad húmeda, p _w (g/cm ³):	2,01
Altura, h (cm):	13,65	Densidad seca, p _s (g/cm ³):	1,75
Volumen, V (cm ³):	514,60	Humedad, w (%):	15,0

TIEMPO lecturas (min)	CARGAS lecturas (kp)	CARGA AXIAL (kp)	DEFORMACION lecturas (mm)	DEFORMACION UNITARIA (ε)	1 - ε	SECCION CORR. (cm ²)	TENSION (kp/cm ²)
0,5	13	13	1,2	0,009	0,991	38,03	0,342
1	28	28	2,4	0,018	0,982	38,37	0,730
1,5	52	52	3,6	0,026	0,974	38,72	1,343
2	57	57	4,8	0,035	0,965	39,07	1,459



RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE, q_u:
 DEFORMACION EN ROTURA, ε:

1,46 Kg/cm²
3,52%

Responsable técnico del área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



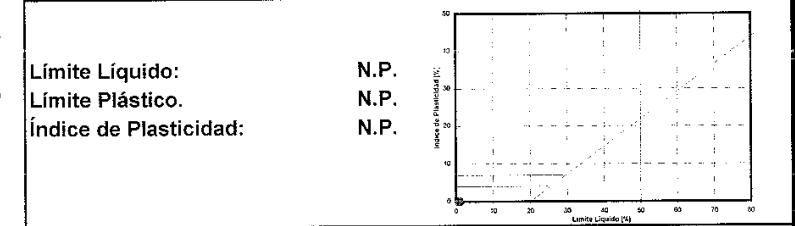
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1888/07	Procedencia:	Sondeo S-4
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 5,00 m a 5,60 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa %	Tamices U.N.E.	A.S.T.M.	Coef. uniformidad, C _u =	Coef. curvatura, C _c =
100,00	80	3"	3,91	0,10
100,00	63	2 1/2"		
100,00	50	2"		
100,00	40	1 1/2"		
100,00	25	1"		
100,00	20	3/4"		
100,00	10	3/8"		
98,53	5	Nº4		
81,34	2	Nº10		
54,99	0,4	Nº40		
38,71	0,08	Nº200		
% de grava:	1,47%			
% de arena:	59,82%			
% de finos:	38,71%			

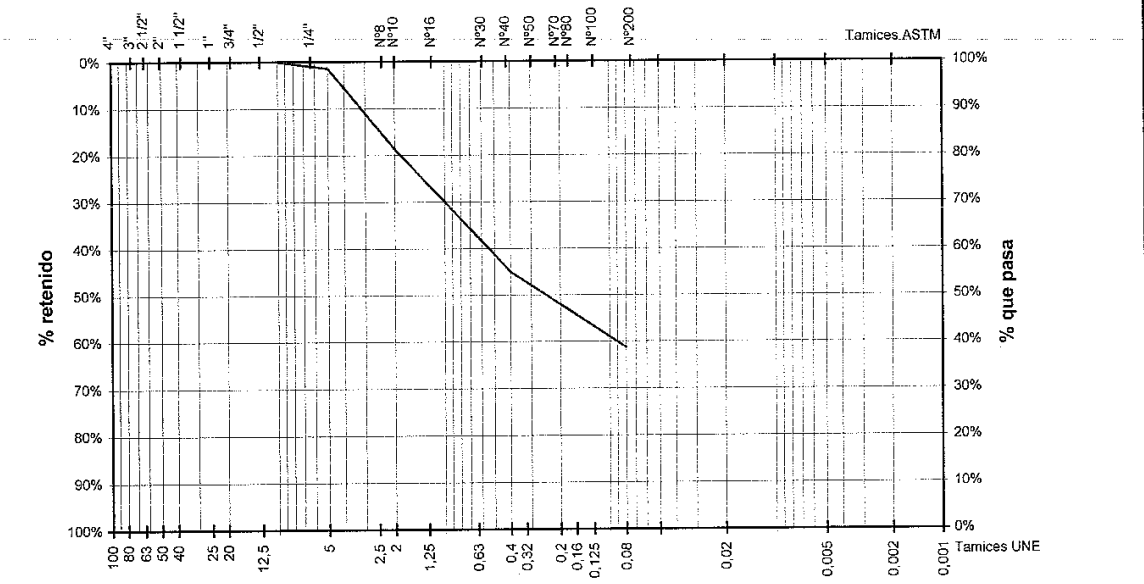
LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104



CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O: A-7-6
 CLASIFICACIÓN U.S.C.S: SM, Arena limosa

Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):
 Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):
 Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):
 Contenido en Carbonatos (UNE 103200):

CURVA GRANULOMETRICA



GRUESA FINA GRUESA MEDIA FINA LIMO ARCILLA
 GRAVA ARENA FINOS

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA				
Muestra:	1888/07	Procedencia:	Sondeo	S-4
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 5,00 m	a 5,60 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	SPT	
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-	

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	124,4 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1577,5 gr
t+s	tara+suelo	1453,1 gr
t	tara	522,8 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	930,3 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	13,4

Humedad 13,4 %

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T: +34 91 884 4325 F: +34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



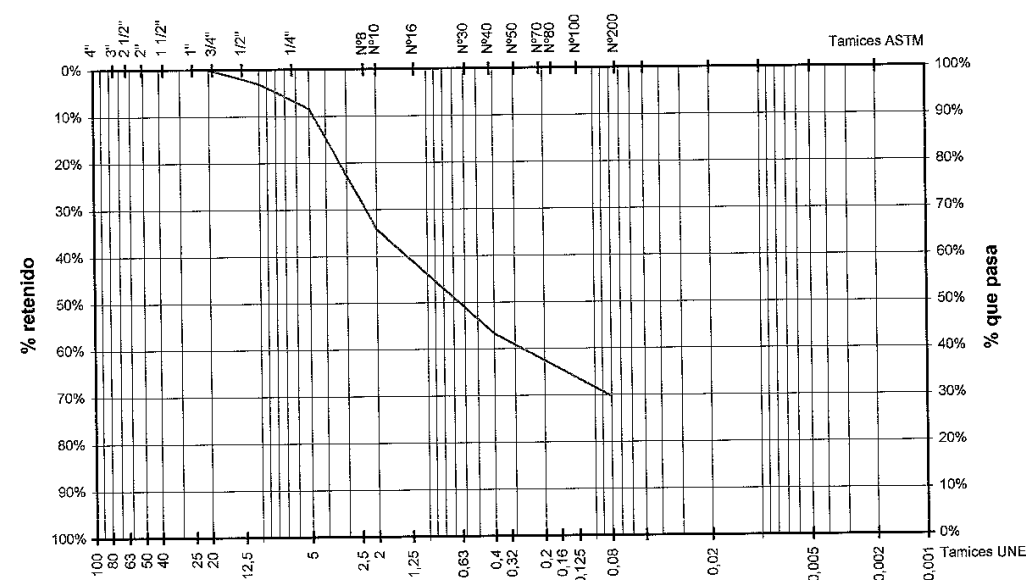
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA				
Muestra:	1889/07	Procedencia:	Sondeo	S-4
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,90 m	a 7,50 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada	
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	3,91	Coef. curvatura, $C_c =$	0,60
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
96,90	10 3/8"				
91,61	5 Nº4				
65,73	2 Nº10	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-2-7 0		
43,26	0,4 Nº40	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa		
29,77	0,08 Nº200	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
% de grava:	8,39%	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de arena:	61,84%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de finos:	29,77%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			

CURVA GRANULOMETRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA			FINOS	

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T: +34 91 884 4325 F: +34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1889/07	Procedencia:	Sondeo S-4
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,90 m a 7,50 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD Y DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103300 Y 103301)

a = (t+s+a) - (t+s)	agua	115,5 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1511,4 gr
t+s	tara+suelo	1395,9 gr
t	tara	526,4 gr
s = (t+s) - t	suelo	869,5 gr
h = a/s x 100	% humedad	13,3

Humedad	13,3 %
----------------	---------------

M1	Peso en aire	392,0 gr
M2	Muestra+Parafina	407,0 gr
M3=M2-M1	Peso de parafina	15,0 gr
M4	Peso en agua	190,0 gr
V1=M3/0.9	Volumen de Parafina	16,7 cm ³
V2=M2-M4-V1	Volumen de la muestra	200,3 cm ³

Densidad Húmeda	1,96	T/m³
------------------------	-------------	------------------------

Densidad Seca	1,73	T/m³
----------------------	-------------	------------------------



Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 617 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1890/07	Procedencia:	Sondeo S-4
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 11,25 m a 11,50 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, C _u =	3,91	Coef. curvatura, C _c =	0,46
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
90,65	5 N°4				
68,39	2 N°10	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-2-7		
46,30	0,4 N°40	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa		
31,35	0,08 N°200	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
% de grava:	9,35%	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de arena:	59,30%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de finos:	31,35%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			

CURVA GRANULOMETRICA

GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA		FINOS		



Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1890/07	Procedencia:	Sondeo S-4
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 11,25 m a 11,50 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	42,1 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1590,8 gr
t+s	tara+suelo	1548,7 gr
t	tara	986,2 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	562,5 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	7,5

Humedad	7,5 %
----------------	--------------

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



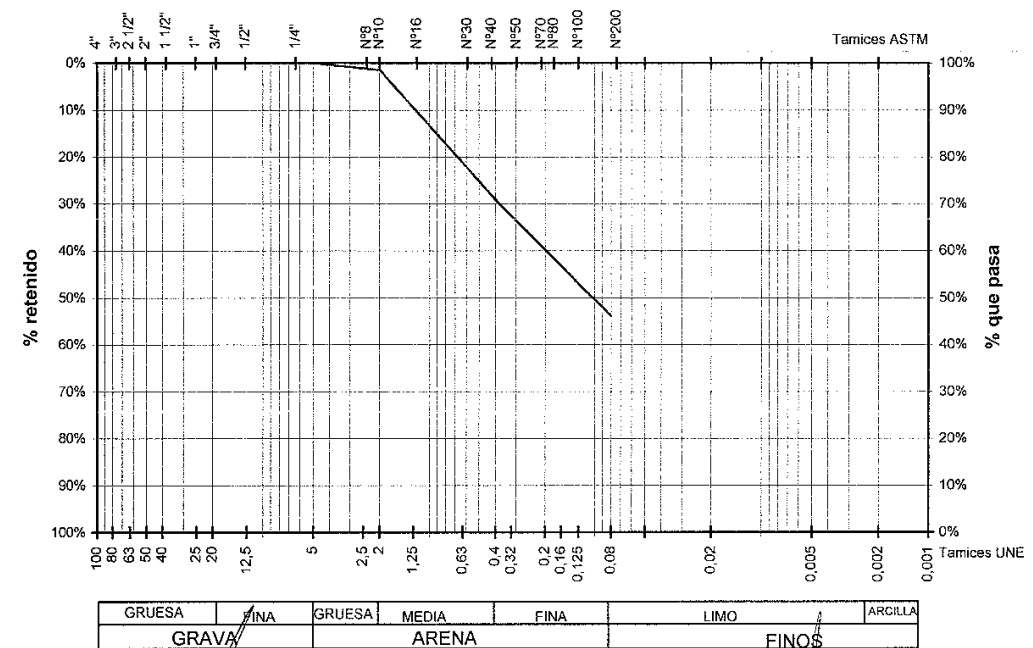
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1891/07	Procedencia:	Sondeo S-4
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 19,00 m a 19,30 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	0,99	Coef. curvatura, $C_c =$	3,79
%	U.N.E. A.S.T.M.	LIMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
98,58	5 N°4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O A-7-6 0			
70,91	0,4 N°40	CLASIFICACIÓN U.S.C.S SM, Arena limosa			
46,19	0,08 N°200	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
% de grava:	0,00%	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de arena:	53,81%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de finos:	46,19%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			

CURVA GRANULOMETRICA



Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1891/07	Procedencia:	Sondeo S-4
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 19,00 m a 19,30 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	66,1 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1139,0 gr
t+s	tara+suelo	1072,9 gr
t	tara	587,3 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	485,6 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	13,6

Humedad	13,6 %
----------------	---------------

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Angel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



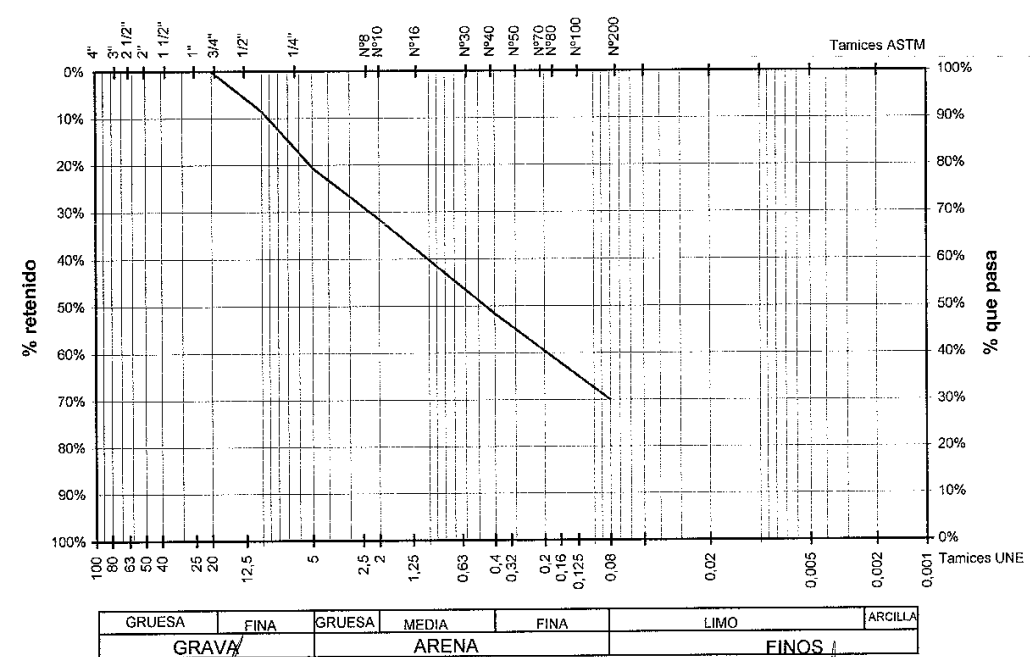
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1892/07	Procedencia:	Sondeo S-5
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 4,80 m a 5,40 m
Fecha ensayo:	07/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	3,91	Coef. curvatura, $C_c =$	0,36
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
91,41	10 3/8"				
79,37	5 N°4				
68,40	2 N°10	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-2-7 0		
48,34	0,4 N°40	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa con gravas		
30,01	0,08 N°200	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
% de grava:	20,63%	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de arena:	49,35%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de finos:	30,01%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			

CURVA GRANULOMETRICA



Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Angel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1892/07	Procedencia:	Sondeo S-5
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 4,80 m a 5,40 m
Fecha ensayo:	07/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	180,3 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1895,3 gr
t+s	tara+suelo	1715,0 gr
t	tara	586,1 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	1128,9 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	16,0

Humedad 16,0 %

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,3
28864 (Madrid) España
T: +34 91 884 4393 F: +34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



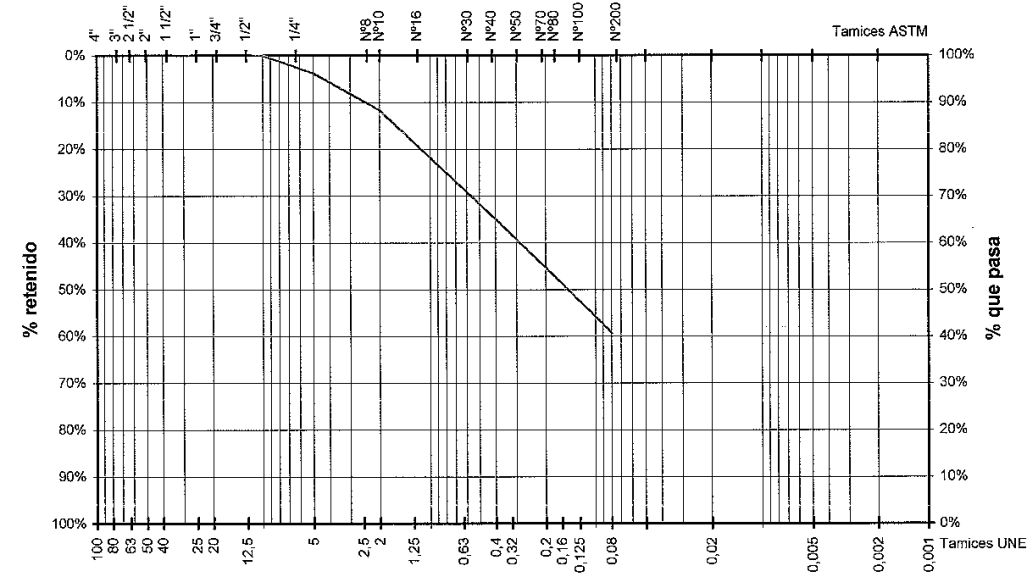
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1893/07	Procedencia:	Sondeo S-5
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 7,20 m a 7,80 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	1,45	Coef. curvatura, $C_c =$	2,96
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Limite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Limite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
96,29	5 Nº4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0		
88,36	2 Nº10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa		
64,98	0,4 Nº40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
40,68	0,08 Nº200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	3,71%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	55,61%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	40,68%				

CURVA GRANULOMÉTRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA		FINOS		

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,3
28864 (Madrid) España
T: +34 91 884 4393 F: +34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA		
Muestra:	1893/07	Procedencia: Sondeo S-5
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad: De 7,20 m a 7,80 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo: Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma: -

DETERMINACION DE LA HUMEDAD Y DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103300 Y 103301)

a = (t+s+a) - (t+s)	agua	219,2 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1565,2 gr
t+s	tara+suelo	1346,0 gr
t	tara	540,7 gr
s = (t+s) - t	suelo	805,3 gr
h = a/s x 100	% humedad	27,2

Humedad 27,2 %

M1	Peso en aire	389,3 gr
M2	Muestra+Parafina	411,7 gr
M3=M2-M1	Peso de parafina	22,4 gr
M4	Peso en agua	184,0 gr
V1=M3/0.9	Volumen de Parafina	24,9 cm ³
V2=M2-M4-V1	Volumen de la muestra	202,8 cm ³

Densidad Húmeda 1,92 T/m³

Densidad Seca 1,51 T/m³

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 617 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA		
Muestra:	1894/07	Procedencia: Sondeo S-5
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad: De 9,60 m a 10,20 m
Fecha ensayo:	07/02/08	Tipo: SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma: -

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa %	Tamices U.N.E. A.S.T.M.	Coef. uniformidad, C _u = 1,88	Coef. curvatura, C _c = 1,19
100,00	80 3"	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	63 2 1/2"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	50 2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	40 1 1/2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"		
100,00	10 3/8"		
100,00	5 N°4		
98,89	2 N°10	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0
87,09	0,4 N°40	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa
49,26	0,08 N°200	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
% de grava:	0,00%	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
% de arena:	50,74%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
% de finos:	49,26%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	

CURVA GRANULOMETRICA

GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA		FINOS		

Responsable técnico de área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1894/07	Procedencia:	Sondeo S-5
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 9,60 m a 10,20 m
Fecha ensayo:	07/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	143,0 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1641,0 gr
t+s	tara+suelo	1498,0 gr
t	tara	537,5 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	960,5 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	14,9

Humedad	14,9 %
----------------	---------------

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1895/07	Procedencia:	Sondeo S-6
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,00 m a 6,60 m
Fecha ensayo:	07/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	178,9 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1960,7 gr
t+s	tara+suelo	1781,8 gr
t	tara	541,6 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	1240,2 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	14,4

Humedad	14,4 %
----------------	---------------

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



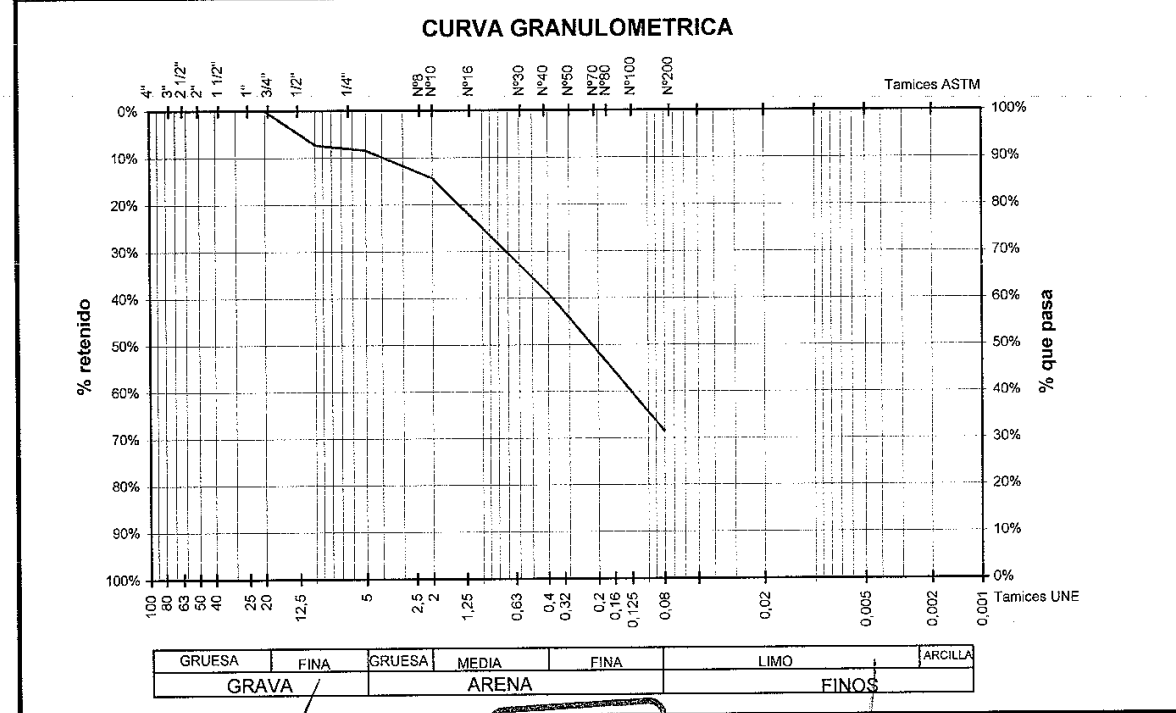
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA				
Muestra:	1895/07	Procedencia:	Sondeo	S-6
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,00 m	a 6,60 m
Fecha ensayo:	07/02/08	Tipo:	SPT	
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-	

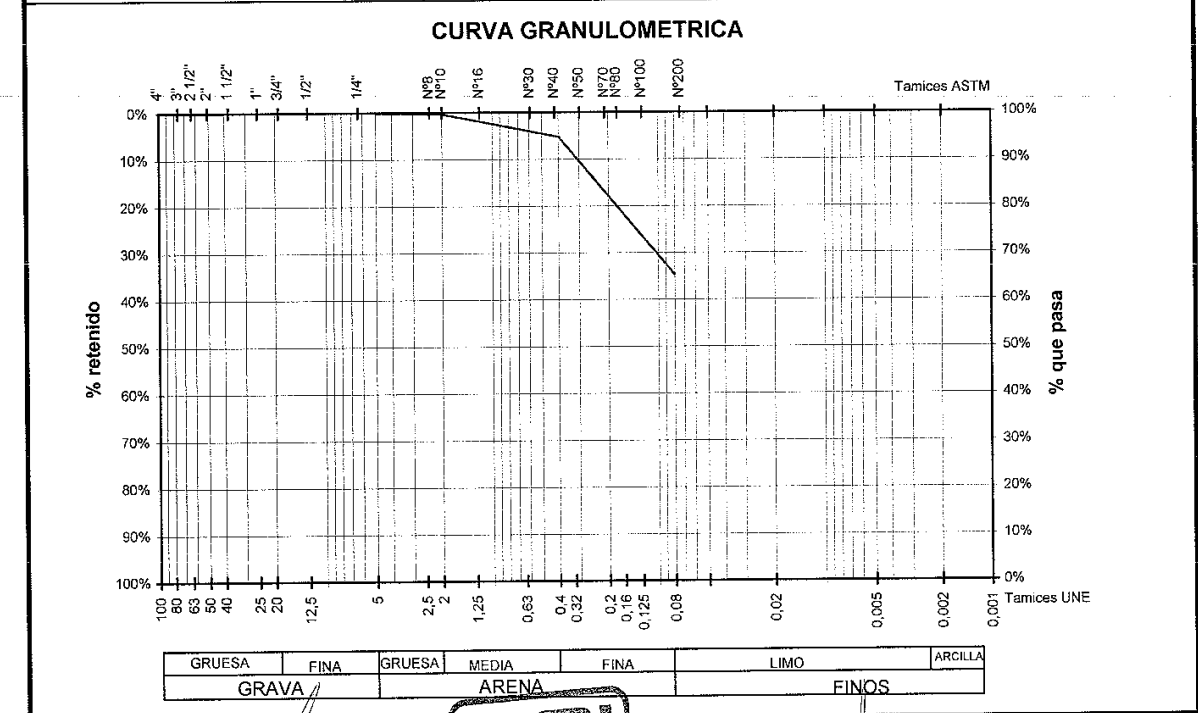
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)					
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	1,71	Coef. curvatura, $C_c =$	2,71
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O			
100,00	25 1"	A-2-7 0			
100,00	20 3/4"	CLASIFICACIÓN U.S.C.S			
92,70	10 3/8"	SM, Arena limosa			
91,59	5 N°4	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
85,67	2 N°10	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
61,00	0,4 N°40	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
31,42	0,08 N°200	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de grava:	8,41%				
% de arena:	60,17%				
% de finos:	31,42%				



Responsable técnico de área: Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Director técnico del laboratorio: Fdo.: Juan Aparicio Lázaro
 www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

DATOS DE LA MUESTRA				
Muestra:	1896/07	Procedencia:	Sondeo	S-6
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 9,00 m	a 9,60 m
Fecha ensayo:	07/02/08	Tipo:	SPT	
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)					
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	1,55	Coef. curvatura, $C_c =$	0,99
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O			
100,00	25 1"	A-7-6 0			
100,00	20 3/4"	CLASIFICACIÓN U.S.C.S			
100,00	10 3/8"	ML, Limo arenoso			
100,00	5 N°4	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
99,71	2 N°10	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
94,84	0,4 N°40	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
65,23	0,08 N°200	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de grava:	0,00%				
% de arena:	34,77%				
% de finos:	65,23%				



Responsable técnico de área: Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Director técnico del laboratorio: Fdo.: Juan Aparicio Lázaro
 www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVED)

DATOS DE LA MUESTRA				
Muestra:	1896/07	Procedencia:	Sondeo	S-6
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 9,00 m	a 9,60 m
Fecha ensayo:	07/02/08	Tipo:	SPT	
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-	

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	226,1 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1863,5 gr
t+s	tara+suelo	1637,4 gr
t	tara	600,0 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	1037,4 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	21,8

Humedad	21,8 %
----------------	---------------

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVED)

DATOS DE LA MUESTRA				
Muestra:	1897/07	Procedencia:	Sondeo	S-6
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 12,00 m	a 12,60 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT	
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-	

AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL SUELO (ART. 8.2 EHE)

PARÁMETRO	GRADO DE AGRESIVIDAD		
	DÉBIL (Qa)	MEDIO (Qb)	FUERTE (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	>20		
Contenido de Sulfato (mg/kg)	2.000-3.000	3.000-12.000	>12.000

PARÁMETRO COMPROBADO	RESULTADO DEL ENSAYO
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	24,0
Contenido de Sulfato (mg/kg)	99

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO:

El suelo es de agresividad débil para el hormigón

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 541 Rev. 00



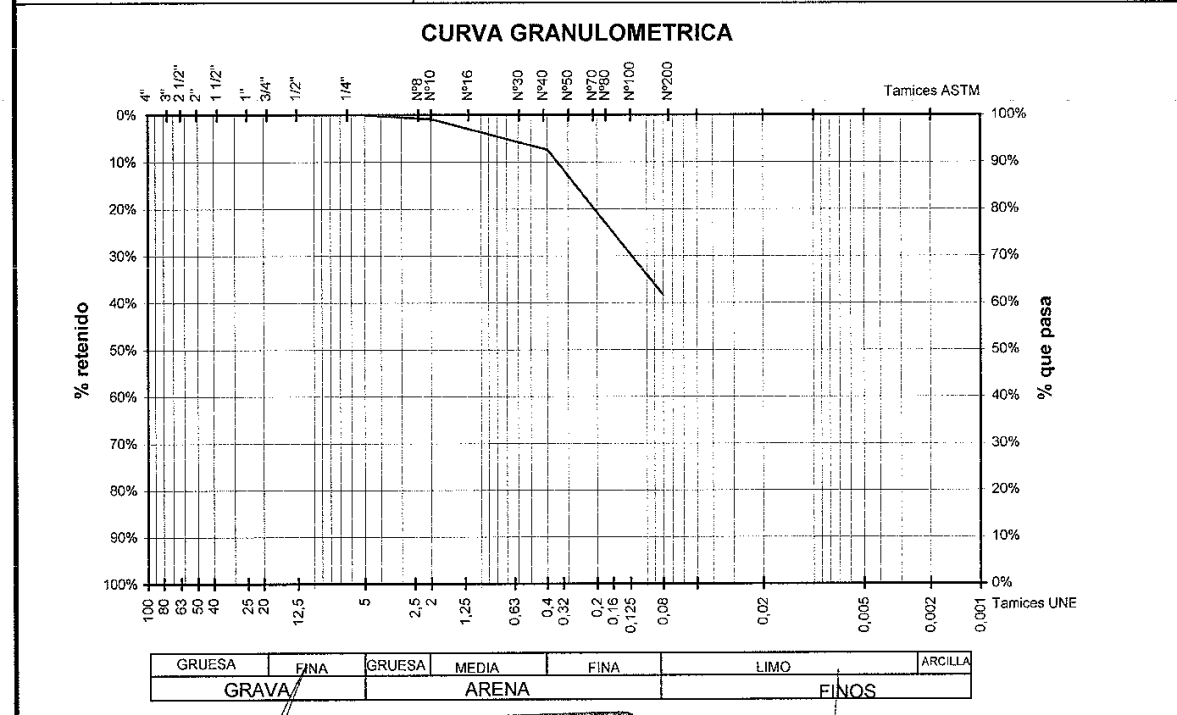
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1898/07	Procedencia:	Sondeo S-6
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 15,00 m a 15,30 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u = 1,65$	Coef. curvatura, $C_c = 1,05$
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	40 1 1/2"		
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0
100,00	10 3/8"	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	ML, Limo arenoso
100,00	5 N°4	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
99,14	2 N°10	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
92,66	0,4 N°40	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
61,58	0,08 N°200	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
% de grava:	0,00%		
% de arena:	38,42%		
% de finos:	61,58%		



Responsable técnico de área: Fdo.: Luis Ángel García Borrego

Director técnico del laboratorio: Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T: +34 91 884 4393 F: +34 91 884 4324

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1898/07	Procedencia:	Sondeo S-6
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 15,00 m a 15,30 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	187,1 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1374,8 gr
t+s	tara+suelo	1187,7 gr
t	tara	546,0 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	641,7 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	29,2

Humedad 29,2 %

Responsable técnico del área: Fdo.: Luis Ángel García Borrego

Director técnico del laboratorio: Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T: +34 91 884 4393 F: +34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



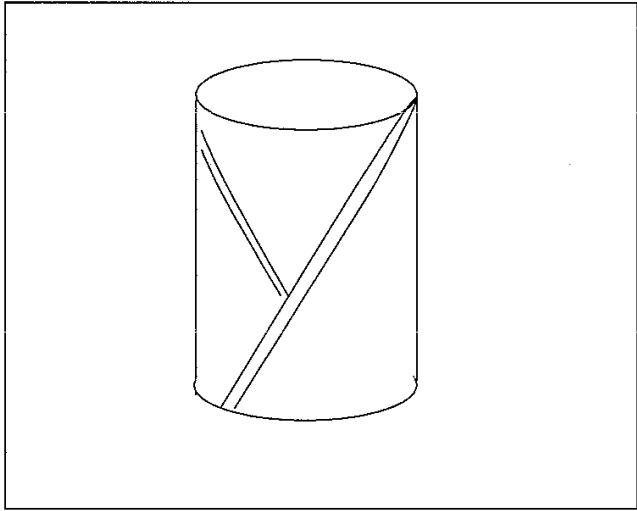
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVE

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1899/07	Procedencia:	Sondeo S-6
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 19,3 m a 19,8 m
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Testigo parafinado
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE ROCA (UNE 22-950-90)

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA ROCA: GRANITO
 ORIENTACIÓN EJE CARGA: PERPENDICULAR

DATOS DEL ENSAYO	
Nº Probetas ensayadas:	1
Carga final aplicada (N)	103911
Diámetro, (mm):	71,6
Sección, (mm²):	4026,40
Altura, (mm):	200,3



RESISTENCIA A COMPRESION UNIAxIAL, : 263,2 Kp/cm2

OBSERVACIONES:

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón Km 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



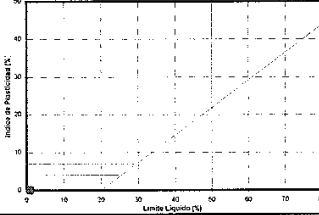
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1900/07	Procedencia:	Sondeo S-7
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,50 m a 7,10 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa: %
 Tamices: U.N.E. A.S.T.M.
 Coef. uniformidad, $C_u = 0,39$ Coef. curvatura, $C_c = 8,06$

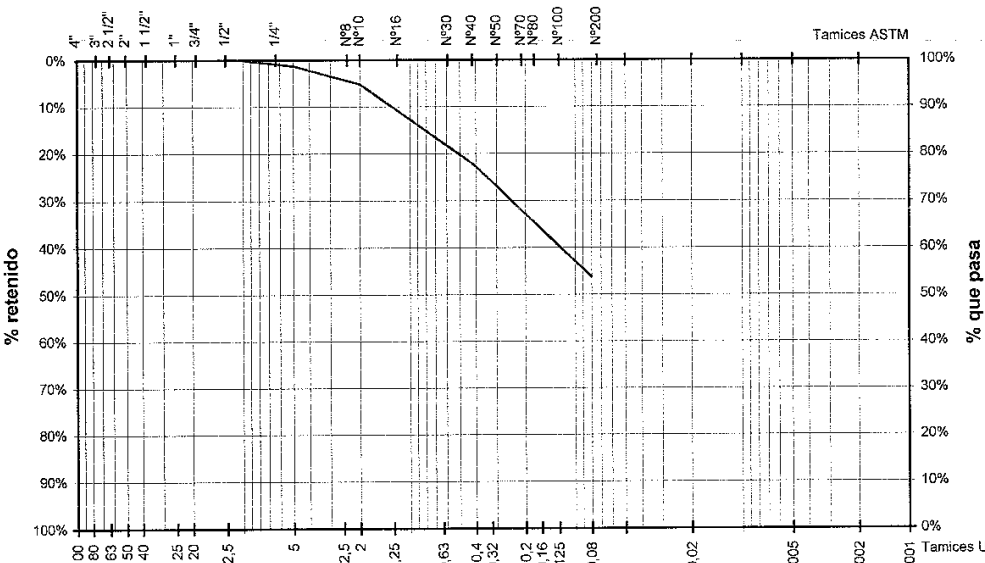
LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
Límite Líquido:	N.P.
Límite Plástico:	N.P.
Índice de Plasticidad:	N.P.



CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O: A-7-6 0
 CLASIFICACIÓN U.S.C.S: ML, Limo arenoso

Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):
 Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):
 Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):
 Contenido en Carbonatos (UNE 103200):

CURVA GRANULOMÉTRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA			FINOS	

Responsable técnico de área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1900/07	Procedencia:	Sondeo S-7
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,50 m a 7,10 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

a = (t+s+a) - (t+s)	agua	62,6 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1546,4 gr
t+s	tara+suelo	1483,8 gr
t	tara	1015,4 gr
s = (t+s) - t	suelo	468,4 gr
h = a/s x 100	% humedad	13,4

Humedad 13,4 %

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Angel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T: +34 91 884 4324 F: +34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



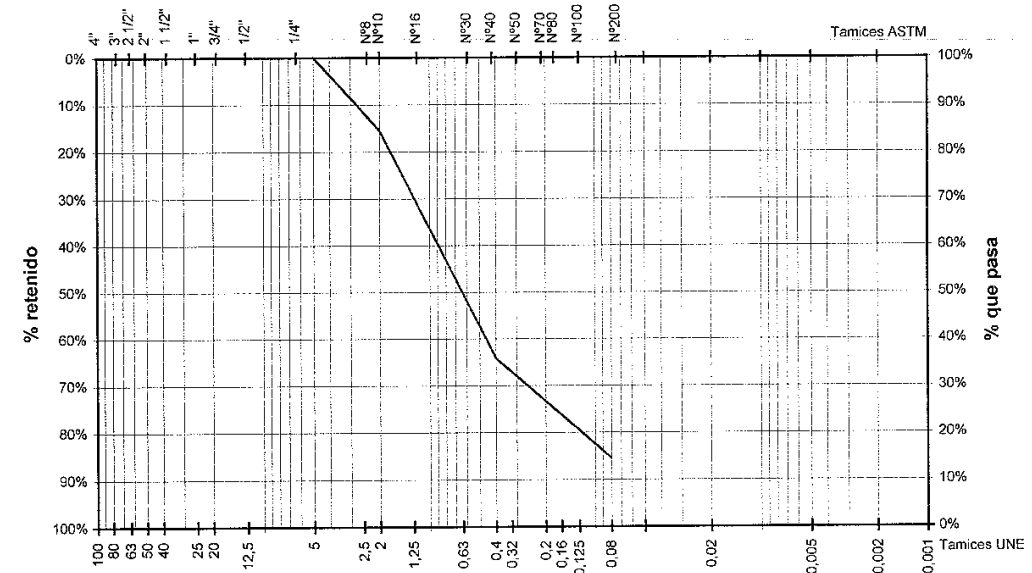
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1901/07	Procedencia:	Sondeo S-7
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 12,00 m a 12,60 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, C _u =	21,52	Coef. curvatura, C _c =	0,81
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
100,00	5 Nº4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-2-7 1		
84,46	2 Nº10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa		
35,84	0,4 Nº40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
14,54	0,08 Nº200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	0,00%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	85,46%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	14,54%				

CURVA GRANULOMETRICA



GRUESA FINA GRUESA MEDIA FINA LIMO ARCILLA
 GRAVA ARENA FINOS

Responsable técnico de área

Fdo: Luis Angel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T: +34 91 884 4324 F: +34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1901/07	Procedencia:	Sondeo S-7
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 12,00 m a 12,60 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	3,7 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	584,2 gr
t+s	tara+suelo	580,5 gr
t	tara	540,4 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	40,1 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	9,2

Humedad	9,2 %
----------------	--------------

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



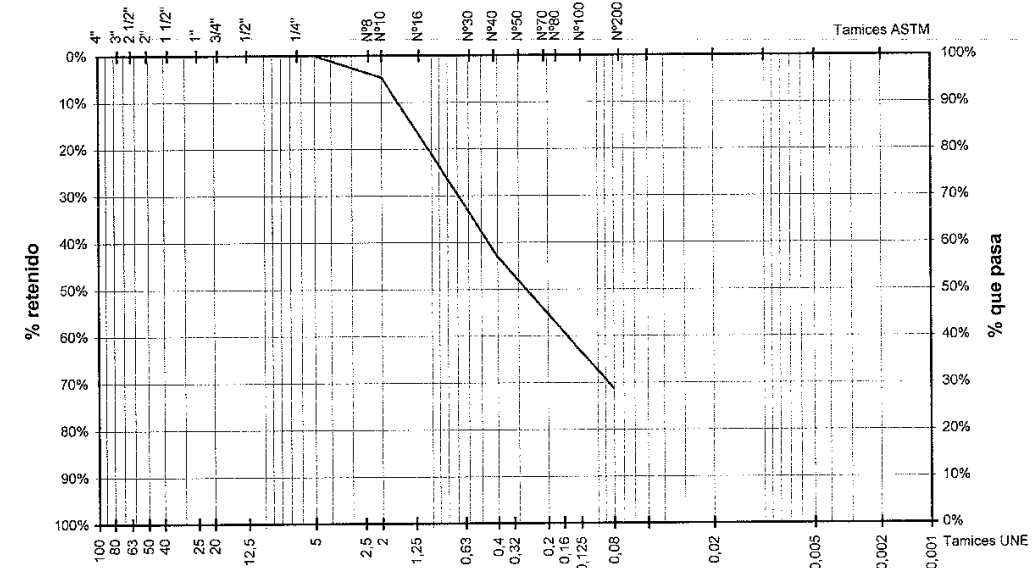
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1902/07	Procedencia:	Sondeo S-7
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 15,70 m a 15,82 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	3,91	Coef. curvatura, $C_c =$	0,05
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
100,00	5 Nº4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-2-7 0		
95,35	2 Nº10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa		
56,85	0,4 Nº40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
28,61	0,08 Nº200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	0,00%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	71,39%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	28,61%				

CURVA GRANULOMETRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA			FINOS	

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1902/07	Procedencia:	Sondeo S-7
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 15,70 m a 15,82 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	21,7 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1195,5 gr
t+s	tara+suelo	1173,8 gr
t	tara	982,1 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	191,7 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	11,3

Humedad 11,3 %

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T: +34 91 884 4393 F: +34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



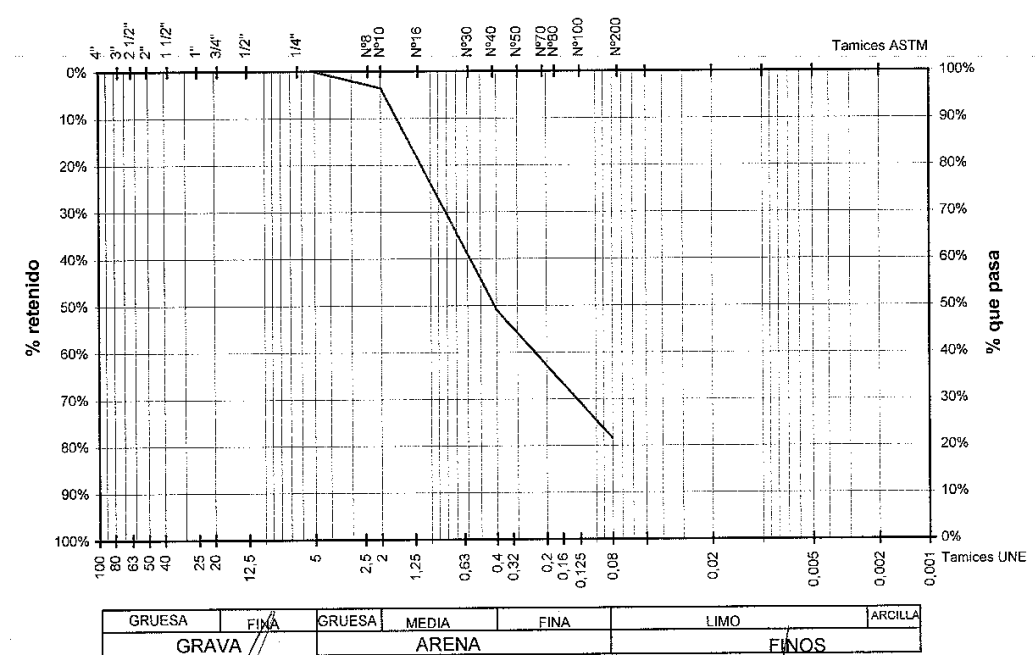
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1904/07	Procedencia:	Sondeo S-7
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 20,70 m a 20,76 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	3,91	Coef. curvatura, $C_c =$	0,33
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
100,00	5 Nº4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-2-7 0		
96,44	2 Nº10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa		
49,01	0,4 Nº40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
21,54	0,08 Nº200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	0,00%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	78,46%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	21,54%				

CURVA GRANULOMETRICA



Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T: +34 91 884 4393 F: +34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1904/07	Procedencia:	Sondeo S-7
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 20,70 m a 20,76 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	17,9 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	673,0 gr
t+s	tara+suelo	655,1 gr
t	tara	532,3 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	122,8 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	14,6

Humedad 14,6 %

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Angel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



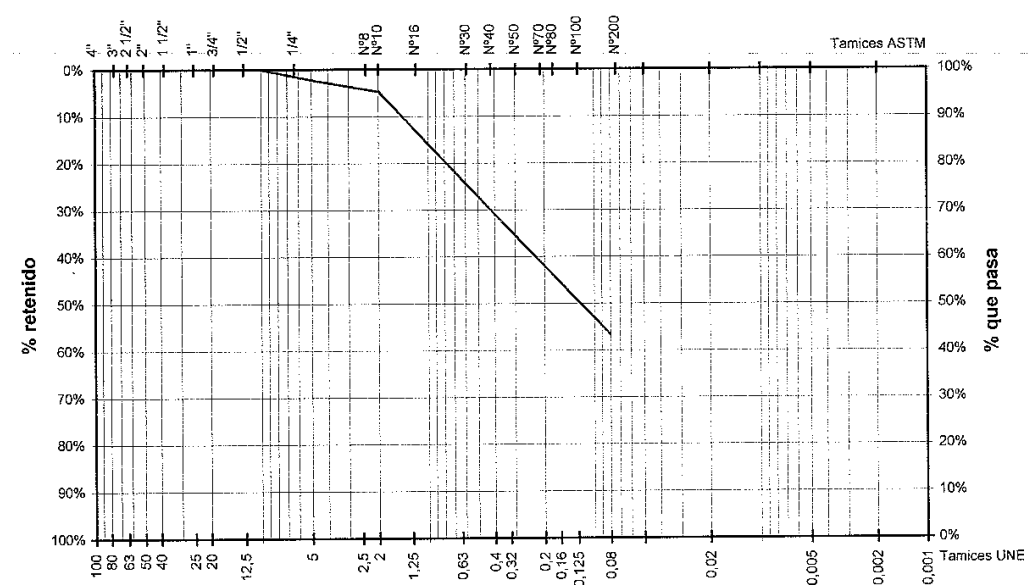
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1905/07	Procedencia:	Sondeo S-8
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 9,20 m a 9,50 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	1,14	Coef. curvatura, $C_c =$	3,44
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Limite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Limite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
100,00	10 3/8"				
97,75	5 Nº4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0		
95,33	2 Nº10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa		
69,09	0,4 Nº40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
43,31	0,08 Nº200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	2,25%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	54,45%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	43,31%				

CURVA GRANULOMÉTRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA		FINOS		

Responsable técnico de área

Fdo: Luis Angel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin la autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1905/07	Procedencia:	Sondeo S-8
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 9,20 m a 9,50 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	63,3 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1007,4 gr
t+s	tara+suelo	944,1 gr
t	tara	539,0 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	405,1 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	15,6

Humedad	15,6 %
----------------	---------------

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km 1,8

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 616-02 Rev. 00



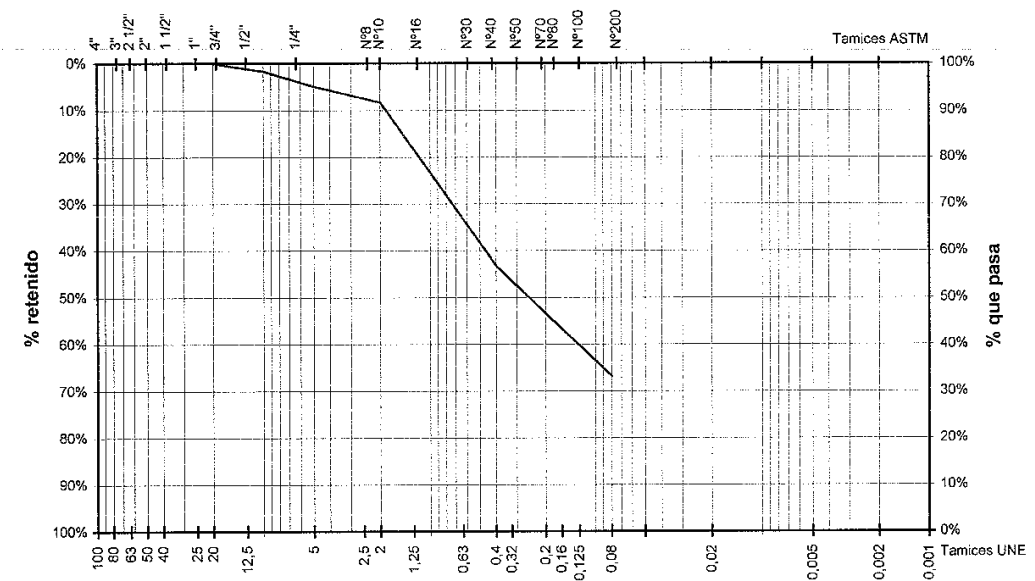
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1906/07	Procedencia:	Sondeo S-9
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 5,50 m a 6,10 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)

Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	3,91	Coef. curvatura, $C_c =$	0,05
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104			
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.		
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.		
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.		
100,00	40 1 1/2"				
100,00	25 1"				
100,00	20 3/4"				
98,33	10 3/8"				
95,14	5 N°4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O A-2-7 0			
91,73	2 N°10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S SM, Arena limosa			
56,71	0,4 N°40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):			
33,21	0,08 N°200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):			
% de grava:	4,86%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):			
% de arena:	61,93%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):			
% de finos:	33,21%				

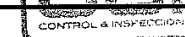
CURVA GRANULOMÉTRICA



GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	LIMO	ARCILLA
GRAVA		ARENA		FINOS		

Responsable técnico de área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km 1,8
Ajalvir 28864 (Madrid) España.
T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1906/07	Procedencia:	Sondeo S-9
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 5,50 m a 6,10 m
Fecha ensayo:	04/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD Y DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103300 Y 103301)

a = (t+s+a) - (t+s)	agua	116,3 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1424,2 gr
t+s	tara+suelo	1307,9 gr
t	tara	539,3 gr
s = (t+s) - t	suelo	768,6 gr
h = a/s x 100	% humedad	15,1

Humedad	15,1 %
----------------	---------------

M1	Peso en aire	904,3 gr
M2	Muestra+Parafina	941,3 gr
M3=M2-M1	Peso de parafina	37,0 gr
M4	Peso en agua	467,0 gr
V1=M3/0.9	Volumen de Parafina	41,1 cm ³
V2=M2-M4-V1	Volumen de la muestra	433,2 cm ³

Densidad Húmeda	2,09	T/m³
------------------------	-------------	------------------------

Densidad Seca	1,81	T/m³
----------------------	-------------	------------------------

Responsable técnico del área  Fdo: Luis Ángel García Borrego



Director técnico del laboratorio  Fdo: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1907/07	Procedencia:	Sondeo S-9
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 7,50 m a 7,92 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL SUELO (ART. 8.2 EHE)

PARÁMETRO	GRADO DE AGRESIVIDAD		
	DÉBIL (Qa)	MEDIO (Qb)	FUERTE (Qc)
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	>20		
Contenido de Sulfato (mg/kg)	2.000-3.000	3.000-12.000	>12.000

PARÁMETRO COMPROBADO	RESULTADO DEL ENSAYO
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	9,0
Contenido de Sulfato (mg/kg)	173

EVALUACIÓN DEL CONJUNTO:

El suelo no es agresivo para el hormigón

Responsable técnico de área  Fdo.: Luis Ángel García Borrego



Director técnico del laboratorio  Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón Km 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

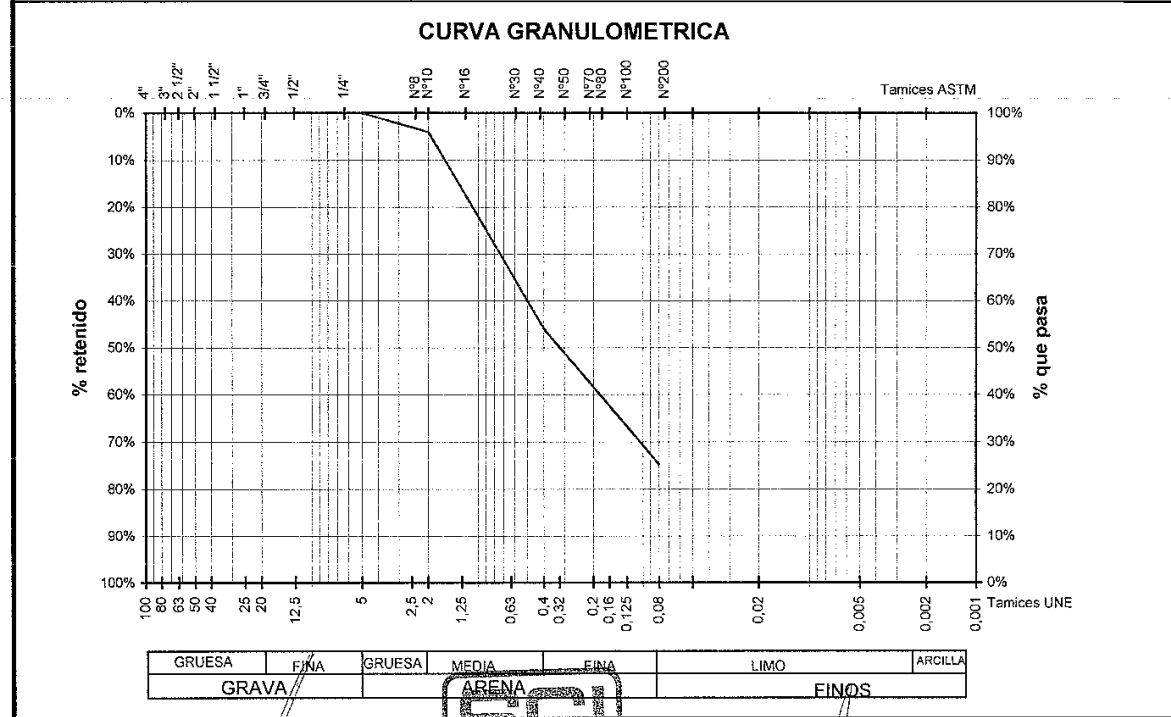
Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1908/07	Procedencia:	Sondeo S-9
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 10,20 m a 10,28 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, C_u =	3,91 Coef. curvatura, C_c = 0,13
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	40 1 1/2"		
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O A-2-7 0	
100,00	10 3/8"	CLASIFICACIÓN U.S.C.S SM, Arena limosa	
100,00	5 N°4	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
96,03	2 N°10	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
53,97	0,4 N°40	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
25,20	0,08 N°200	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
% de grava:	0,00%		
% de arena:	74,80%		
% de finos:	25,20%		



Responsable técnico de área: *[Signature]*
 Director técnico del laboratorio: *[Signature]*
 Fdo.: Luis Ángel García Borrego Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1908/07	Procedencia:	Sondeo S-9
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 10,20 m a 10,28 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	12,6 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	656,2 gr
t+s	tara+suelo	643,6 gr
t	tara	526,3 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	117,3 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	10,7

Humedad 10,7 %

Responsable técnico del área: *[Signature]*
 Director técnico del laboratorio: *[Signature]*
 Fdo.: Luis Ángel García Borrego Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

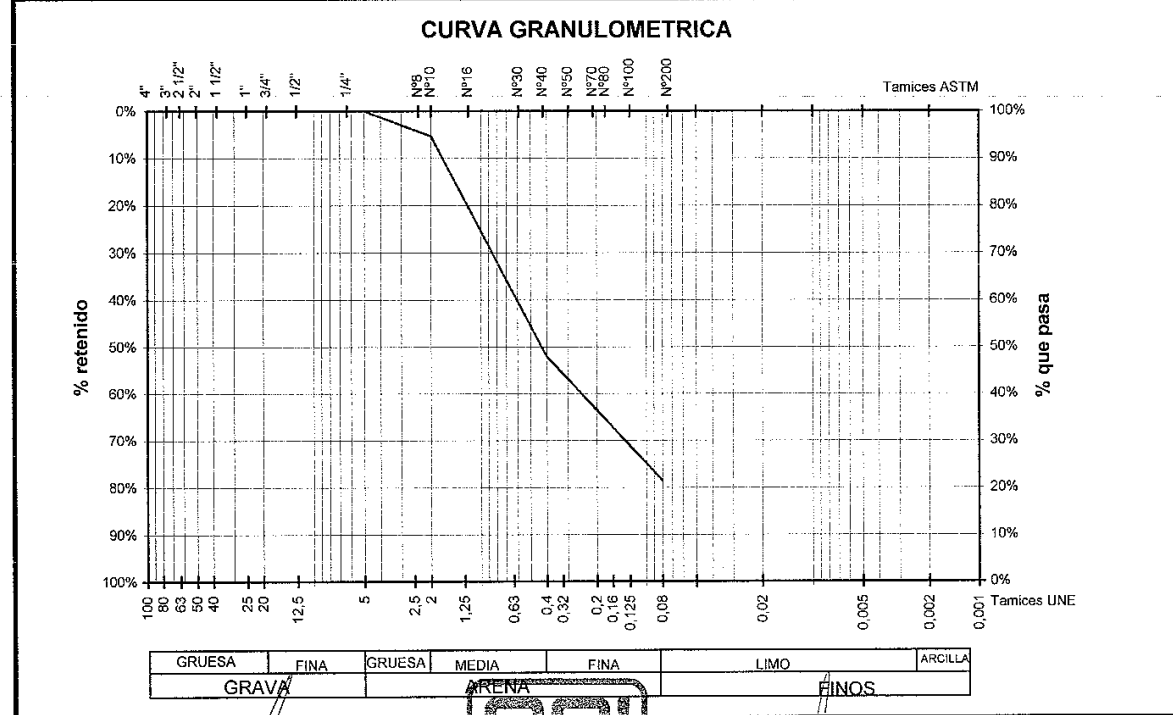
Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1909/07	Procedencia:	Sondeo S-9
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 15,70 m a 15,98 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u = 3,91$	Coef. curvatura, $C_c = 0,38$
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	40 1 1/2"		
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"		
100,00	10 3/8"		
100,00	5 N°4	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-2-7 0
94,68	2 N°10	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa
47,88	0,4 N°40	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
21,40	0,08 N°200	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
% de grava:	0,00%	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
% de arena:	78,60%	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
% de finos:	21,40%		



Responsable técnico de área: **Fdo.: Luis Ángel García Borrego**
 Director técnico del laboratorio: **Fdo.: Juan Aparicio Lázaro**
 www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1909/07	Procedencia:	Sondeo S-9
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 15,70 m a 15,98 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	31,5 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1283,5 gr
t+s	tara+suelo	1252,0 gr
t	tara	1019,5 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	232,5 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	13,5

Humedad 13,5 %

Responsable técnico del área: **Fdo.: Luis Ángel García Borrego**
 Director técnico del laboratorio: **Fdo.: Juan Aparicio Lázaro**
 www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1910/07	Procedencia:	Sondeo S-10
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 4,20 m a 4,80 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	0,63
%	U.N.E. A.S.T.M.	Coef. curvatura, $C_c =$	5,38
100,00	80 3"	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104 Límite Líquido: N.P. Límite Plástico: N.P. Índice de Plasticidad: N.P.	
100,00	63 2 1/2"		
100,00	50 2"		
100,00	40 1 1/2"		
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"		
100,00	10 3/8"		
100,00	5 N°4		
96,57	2 N°10		
74,94	0,4 N°40		
47,45	0,08 N°200	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0
		CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa
		Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
		Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
		Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
		Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
% de grava:	0,00%		
% de arena:	52,55%		
% de finos:	47,45%		

CURVA GRANULOMÉTRICA

Responsable técnico de área: *[Signature]*
 Director técnico del laboratorio: *[Signature]*
 Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1910/07	Procedencia:	Sondeo S-10
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 4,20 m a 4,80 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)		
$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	101,7 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1858,6 gr
t+s	tara+suelo	1756,9 gr
t	tara	975,7 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	781,2 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	13,0

Humedad 13,0 %

Responsable técnico del área: *[Signature]*
 Director técnico del laboratorio: *[Signature]*
 Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



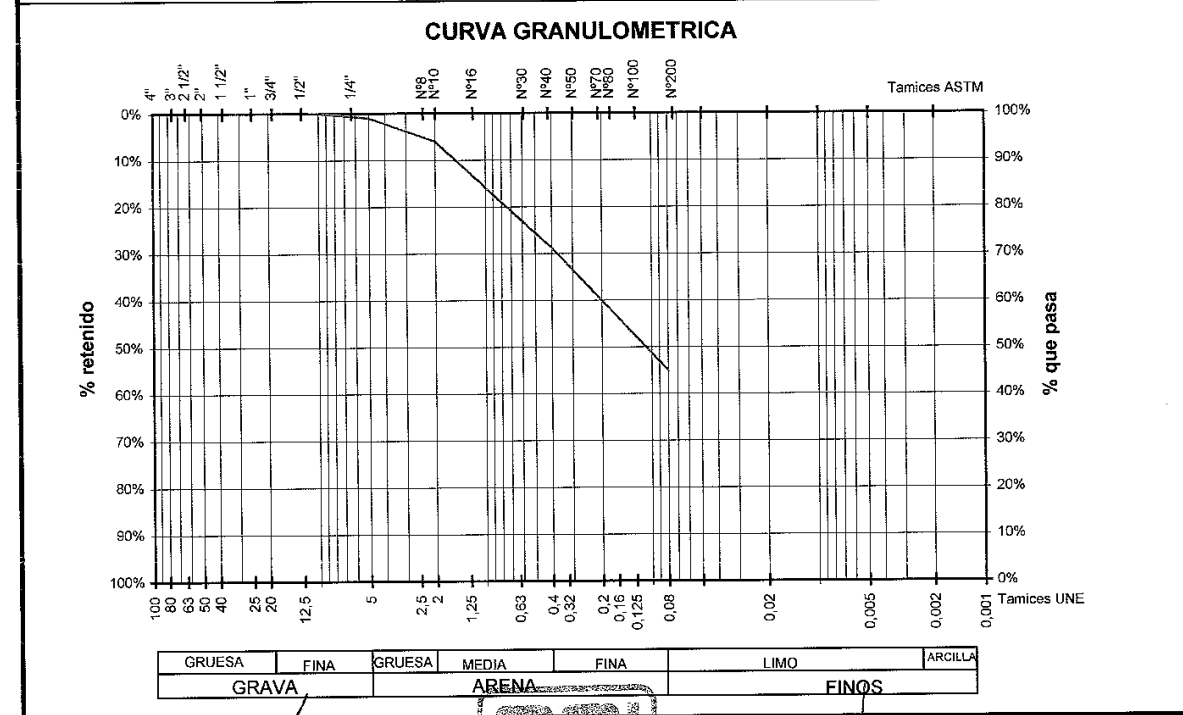
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1911/07	Procedencia:	Sondeo S-10
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,00 m a 6,60 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	0,97
%	U.N.E. A.S.T.M.	Coef. curvatura, $C_c =$	3,85
100,00	80 3"	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	63 2 1/2"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	50 2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	40 1 1/2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"		
100,00	10 3/8"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6
99,02	5 N°4	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa
94,06	2 N°10	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
71,16	0,4 N°40	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
44,90	0,08 N°200	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
%		Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
% de grava:	0,98%		
% de arena:	54,13%		
% de finos:	44,90%		



Responsable técnico de área: Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Director técnico del laboratorio: Fdo.: Juan Aparicio Lázaro
 www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,3
 Ajalvir 28884 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1911/07	Procedencia:	Sondeo S-10
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 6,00 m a 6,60 m
Fecha ensayo:	08/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD Y DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103300 Y 103301)

a = (t+s+a) - (t+s)	agua	177,2 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1382,2 gr
t+s	tara+suelo	1205,0 gr
t	tara	529,4 gr
s = (t+s) - t	suelo	675,6 gr
h = a/s x 100	% humedad	26,2

Humedad 26,2 %

M1	Peso en aire	488,0 gr
M2	Muestra+Parafina	498,7 gr
M3=M2-M1	Peso de parafina	10,7 gr
M4	Peso en agua	235,0 gr
V1=M3/0.9	Volumen de Parafina	11,9 cm3
V2=M2-M4-V1	Volumen de la muestra	251,8 cm3

Densidad Húmeda 1,94 T/m³

Densidad Seca 1,54 T/m³

Responsable técnico del área: Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Director técnico del laboratorio: Fdo.: Juan Aparicio Lázaro
 www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,3
 Ajalvir 28884 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1912/07	Procedencia:	Sondeo S-10
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 10,20 m a 10,80 m
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u = 0,75$	Coef. curvatura, $C_c = 4,66$
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	40 1 1/2"		
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-7-6 0
100,00	10 3/8"	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	ML, Limo arenoso
100,00	5 N°4	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
97,60	2 N°10	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
73,64	0,4 N°40	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
50,20	0,08 N°200	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
% de grava:	0,00%		
% de arena:	49,80%		
% de finos:	50,20%		

CURVA GRANULOMÉTRICA

Responsable técnico de área

Fdo.: Luis Ángel García Borrego

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón Km 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)
 Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDR)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1912/07	Procedencia:	Sondeo S-10
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 10,20 m a 10,80 m
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Muestra Inalterada
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD Y DENSIDAD DE UN SUELO (UNE 103300 Y 103301)			
a = (t+s+a) - (t+s)	agua	179,7 gr	
t+s+a	tara+suelo+agua	1688,0 gr	
t+s	tara+suelo	1508,3 gr	
t	tara	542,1 gr	
s = (t+s) - t	suelo	966,2 gr	
h = a/s x 100	% humedad	18,6	

Humedad 18,6 %

M1	Peso en aire	573,9 gr
M2	Muestra+Parafina	597,0 gr
M3=M2-M1	Peso de parafina	23,1 gr
M4	Peso en agua	280,1 gr
V1=M3/0.9	Volumen de Parafina	25,7 cm ³
V2=M2-M4-V1	Volumen de la muestra	291,2 cm ³

Densidad Húmeda 1,97 T/m³

Densidad Seca 1,66 T/m³

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)

Formato 617 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1913/07	Procedencia:	Sondeo S-10
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 18,00 m a 18,60 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u =$	3,91
%	U.N.E. A.S.T.M.	Coef. curvatura, $C_c =$	0,35
100,00	80 3"	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	63 2 1/2"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	50 2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	40 1 1/2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	25 1"		CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O. A-2-7 0
100,00	20 3/4"		
100,00	10 3/8"	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
96,27	5 N°4	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
83,16	2 N°10	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
48,63	0,4 N°40	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
29,50	0,08 N°200		
% de grava:	3,73%		
% de arena:	66,77%		
% de finos:	29,50%		

CURVA GRANULOMÉTRICA

GRUESA FINA GRUESA MEDIA FINA LIMO ARCILLA
 GRAVA ARENA FINOS

Responsable técnico de área Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Director técnico del laboratorio Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón Km 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)
 Formato 620 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1913/07	Procedencia:	Sondeo S-10
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 18,00 m a 18,60 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	212,1 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	2407,9 gr
t+s	tara+suelo	2195,8 gr
t	tara	843,1 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	1352,7 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	15,7

Humedad 15,7 %

Responsable técnico del área Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Director técnico del laboratorio Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón Km 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)
 Formato 616-02 Rev. 00



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1914/07	Procedencia:	Sondeo S-10
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 24,00 m a 24,10 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (UNE 103101)			
Muestra que pasa	Tamices	Coef. uniformidad, $C_u = 3,91$	Coef. curvatura, $C_c = 0,74$
%	U.N.E. A.S.T.M.	LÍMITES DE ATTERBERG UNE 103103 Y 103104	
100,00	80 3"	Límite Líquido:	N.P.
100,00	63 2 1/2"	Límite Plástico:	N.P.
100,00	50 2"	Índice de Plasticidad:	N.P.
100,00	40 1 1/2"		
100,00	25 1"		
100,00	20 3/4"	CLASIFICACIÓN A.A.S.H.T.O	A-2-7 0
100,00	10 3/8"	CLASIFICACIÓN U.S.C.S	SM, Arena limosa
95,19	5 N°4	Contenido en Sales Solubles (UNE 103205):	
68,54	2 N°10	Contenido en Materia Orgánica (UNE 103204):	
40,39	0,4 N°40	Contenido en Yeso Soluble (UNE 103206):	
22,77	0,08 N°200	Contenido en Carbonatos (UNE 103200):	
% de grava:	4,81%		
% de arena:	72,43%		
% de finos:	22,77%		

CURVA GRANULOMÉTRICA

Responsable técnico de área: *[Signature]*
 Director técnico del laboratorio: *[Signature]*
 Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVEDRA)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1914/07	Procedencia:	Sondeo S-10
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 24,00 m a 24,10 m
Fecha ensayo:	06/02/08	Tipo:	SPT
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO (UNE 103300)

$a = (t+s+a) - (t+s)$	agua	105,9 gr
t+s+a	tara+suelo+agua	1414,2 gr
t+s	tara+suelo	1308,3 gr
t	tara	810,0 gr
$s = (t+s) - t$	suelo	498,3 gr
$h = a/s \times 100$	% humedad	21,3

Humedad	21,3 %
----------------	---------------

Responsable técnico del área: *[Signature]*
 Director técnico del laboratorio: *[Signature]*
 Fdo.: Luis Ángel García Borrego
 Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y EAS.b+c
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



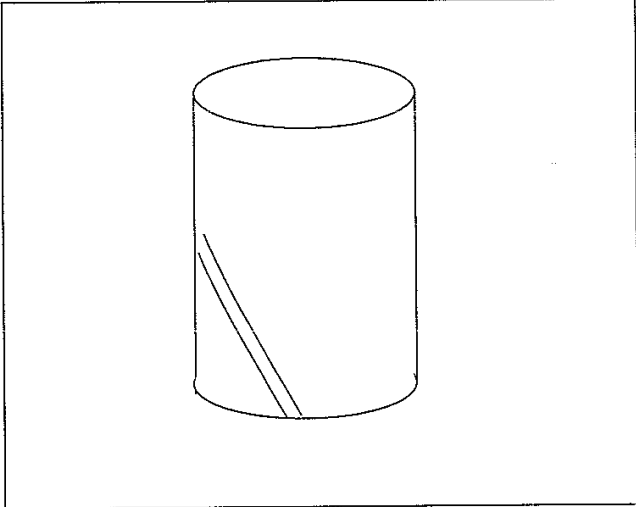
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVE)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1915/07	Procedencia:	Sondeo S-11
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 8,4 m a 9,0 m
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Testigo parafinado
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE ROCA (UNE 22-950-90)

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA ROCA: GRANITO
 ORIENTACIÓN EJE CARGA: PERPENDICULAR

DATOS DEL ENSAYO	
Nº Probetas ensayadas:	1
Carga final aplicada (N)	41472
Diámetro, (mm):	71,6
Sección, (mm ²):	4026,40
Altura, (mm):	189,4



RESISTENCIA A COMPRESION UNIAxIAL, : **105,0 Kp/cm2**

OBSERVACIONES:

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



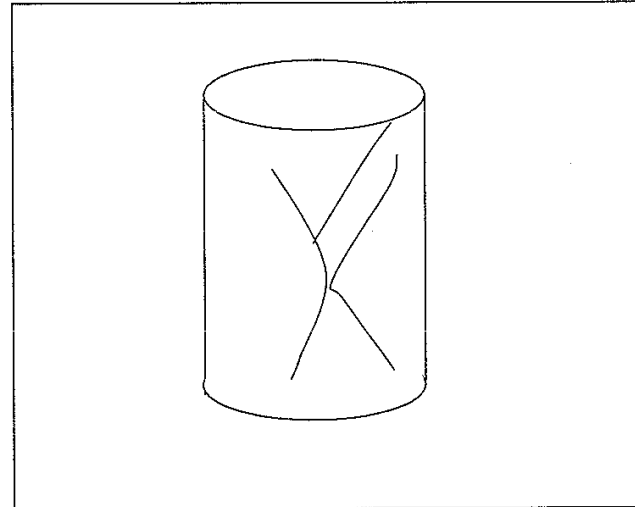
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
 EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
 PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
 OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVE)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1916/07	Procedencia:	Sondeo S-11
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 16,3 m a 16,8 m
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Testigo parafinado
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE ROCA (UNE 22-950-90)

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA ROCA: GRANITO
 ORIENTACIÓN EJE CARGA: PERPENDICULAR

DATOS DEL ENSAYO	
Nº Probetas ensayadas:	1
Carga final aplicada (N)	203096
Diámetro, (mm):	71,6
Sección, (mm ²):	4026,40
Altura, (mm):	200



RESISTENCIA A COMPRESION UNIAxIAL, : **514,3 Kp/cm2**

OBSERVACIONES:

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Ángel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
 Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
 Ajalvir 28864 (Madrid) España.
 T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.
 El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y
 Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



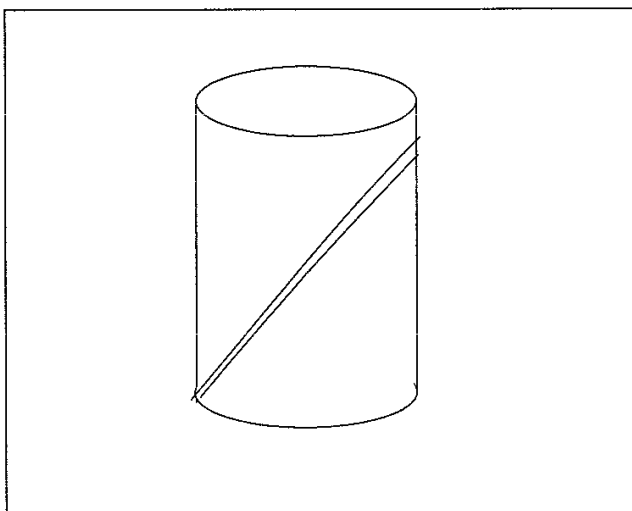
INFORME: 5402-0940 Rev. 0
EMPRESA: KV CONSULTORES, S.L.
PETICIONARIO: D. ALEJANDRO FERNÁNDEZ
OBRA: AMPLIACIÓN AUTOPISTA AP-9. VIADUCTO DE RANDE (PONTEVE)

DATOS DE LA MUESTRA			
Muestra:	1917/07	Procedencia:	Sondeo S-12
Tomada por:	S.C.I.	Profundidad:	De 16,2 m a 16,7 m
Fecha ensayo:	01/02/08	Tipo:	Testigo parafinado
Operador:	Diego Bolaños	Fecha de Toma:	-

ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE ROCA (UNE 22-950-90)

DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA ROCA: GRANITO
ORIENTACIÓN EJE CARGA: PERPENDICULAR

DATOS DEL ENSAYO	
Nº Probetas ensayadas:	1
Carga final aplicada (N)	114875
Diámetro, (mm):	71,6
Sección, (mm ²):	4026,40
Altura, (mm):	200



RESISTENCIA A COMPRESION UNIAXIAL, : 290,9 Kp/cm2

OBSERVACIONES:

Responsable técnico del área

Fdo: Luis Angel García Borrego



www.scisa.es 902 888 831
Ctra. Ajalvir - Torrejón, Km. 1,8
Ajalvir 28864 (Madrid) España.
T:+34 91 884 4393 F:+34 91 884 4324

Director técnico del laboratorio

Fdo.: Juan Aparicio Lázaro

Este informe no podrá ser reproducido total o parcialmente sin autorización por escrito de Servicios de Control e Inspección, S.A.

El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Laboratorio Acreditado por la Comunidad Autónoma de Madrid en las Áreas Técnicas EHA.b, GTL.b, GTC.b, VSG.b, EAP.b+c y

Números de registro 03176EHA05, 03177GTL05, 03178GTC05, 03179VSG05, 03180EAP05, 03181EAS05 (B.O.C.M. 24/03/06)



TRIAxIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CLIENTE: SCI,S.A
 TRABAJO: REF. TRABAJO 54,02-0940
 INDICATIVO: 08132 LABORANTE: ELENA
 MUESTRA: 1884 S-3 MI 9,00-9,60 FECHA: 28/02/08 Hoja 1 de 2

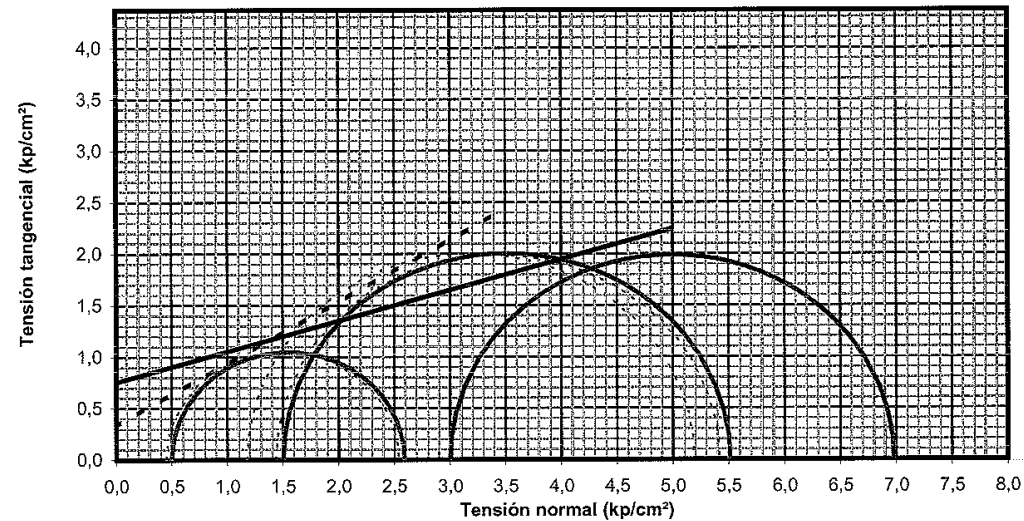
CDIAM-EnsyTRS (20030721)

Tipo de ensayo triaxial

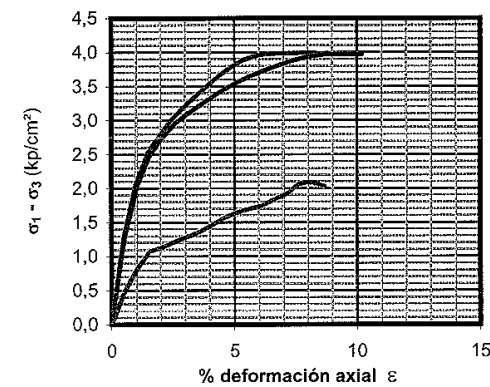
Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Inalterada
 Velocidad de ensayo: 0,038 mm/min.

Datos generales				Interpretación			
Presión externa (kp/cm ²):	6,50	7,50	9,00	Cohesión (kp/cm ²):	0,76	0,33	
Presión de cola (kp/cm ²):	6,00	6,00	6,00	Fricción (°):	16,59	31,21	
Diámetro (cm):	3,82	3,82	3,81	Pendiente:	0,30	0,61	
Altura (cm):	7,58	7,96	7,58	Datos rotura			
Humedad inicial (%):	33,71	35,40	35,68	(σ ₁ +σ ₃)/2 (kp/cm ²):	I 1,54	II 3,50	III 4,99
Humedad final (%):	41,32	35,67	36,76	(σ ₁ -σ ₃)/2 (kp/cm ²):	I 1,04	II 2,00	III 1,99
Densidad seca (g/cm ³):	1,299	1,242	1,285				

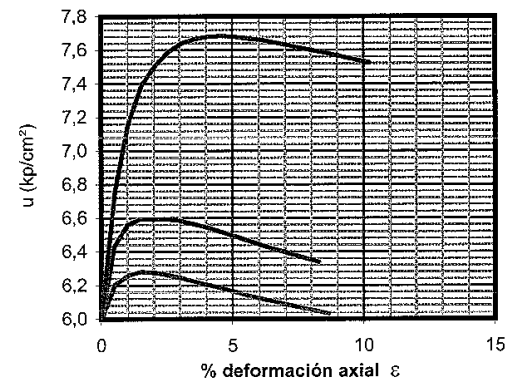
Resistencia al corte vs. Tensión normal



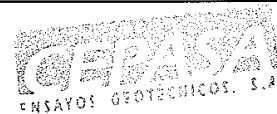
Desviadora corregida - Deformación axial



Presión intersticial - Deformación axial



Observaciones probeta I:
 Observaciones probeta II:
 Observaciones probeta III:



3/11



TRIAxIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CLIENTE: SCI,S.A
 TRABAJO: REF. TRABAJO 54,02-0940
 INDICATIVO: 08132 LABORANTE: ELENA
 MUESTRA: 1884 S-3 MI 9,00-9,60 FECHA: 28/02/08 Hoja 2 de 2

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

Captura de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
0,48	0,51	6,20
0,82	1,02	6,26
1,08	1,53	6,28
1,13	2,03	6,27
1,21	2,54	6,26
1,29	3,05	6,24
1,36	3,56	6,22
1,46	4,07	6,20
1,57	4,58	6,18
1,65	5,08	6,16
1,70	5,59	6,14
1,74	6,10	6,12
1,84	6,61	6,10
1,92	7,12	6,08
2,06	7,63	6,07
2,09	8,13	6,05
2,03	8,64	6,03
1,98	9,15	6,02

PROBETA II (7,5 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
1,27	0,49	6,43
2,07	0,97	6,56
2,52	1,46	6,60
2,77	1,95	6,59
3,00	2,43	6,59
3,19	2,92	6,59
3,35	3,40	6,57
3,50	3,89	6,55
3,66	4,38	6,53
3,78	4,86	6,50
3,88	5,35	6,48
3,95	5,84	6,45
3,97	6,32	6,43
3,98	6,81	6,40
3,98	7,29	6,38
3,99	7,78	6,36
4,00	8,27	6,34
4,01	8,75	6,32

PROBETA III (9 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
1,25	0,51	6,75
2,03	1,02	7,16
2,47	1,53	7,39
2,73	2,04	7,50
2,94	2,55	7,59
3,10	3,06	7,64
3,22	3,57	7,67
3,34	4,09	7,68
3,46	4,60	7,69
3,56	5,11	7,68
3,65	5,62	7,67
3,73	6,13	7,66
3,79	6,64	7,64
3,86	7,15	7,63
3,91	7,66	7,61
3,95	8,17	7,59
3,97	8,68	7,58
3,98	9,19	7,56
3,98	9,70	7,54
3,97	10,21	7,53
3,96	10,72	7,51



5/11



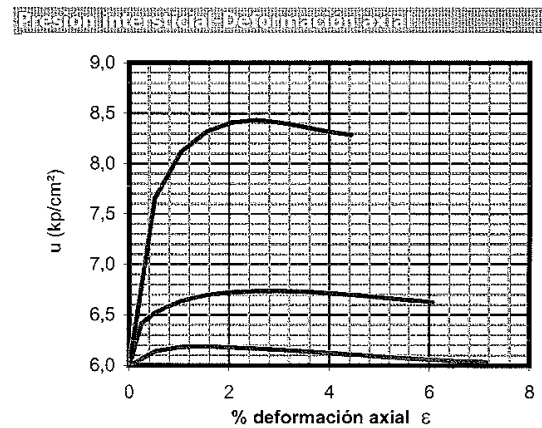
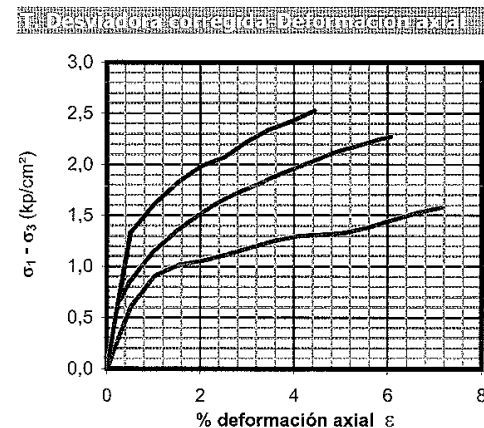
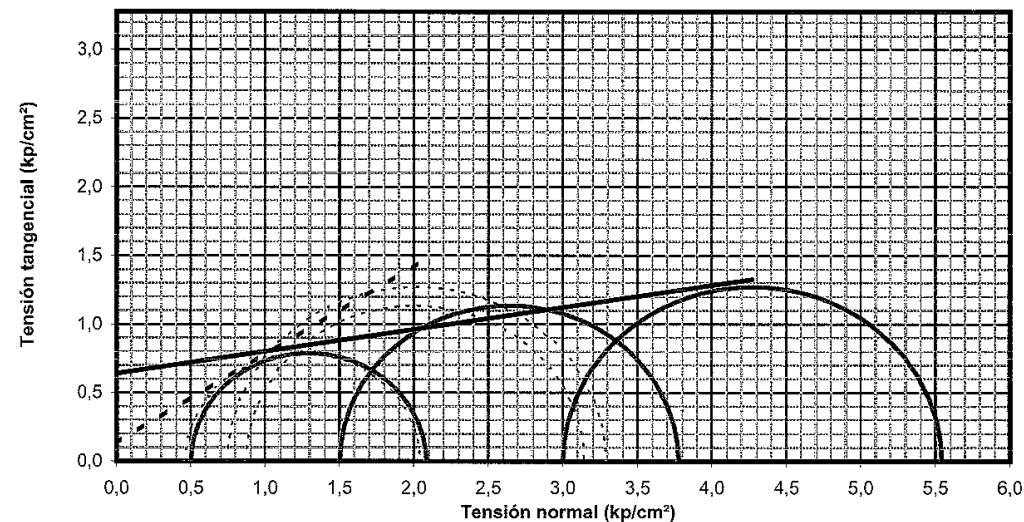
TRIAxIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CLIENTE: SCI,S.A
 TRABAJO: REF. TRABAJO 54,02-0940
 INDICATIVO: 08132 LABORANTE: ELENA
 MUESTRA: 1889 S-4 6,90-7,50 FECHA: 04/03/08 Hoja 1 de 2

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Inalterada
 Velocidad de ensayo: 0,038 mm/min.

Datos de ensayo			Interpretación				
Presión externa (kp/cm ²):	6,50	7,50	9,00	Cohesión (kp/cm²):	0,64	0,13	
Presión de cola (kp/cm ²):	6,00	6,00	6,00	Fricción (°):	9,13	33,04	
Diámetro (cm):	3,82	3,82	3,82	Pendiente:	0,16	0,65	
Altura (cm):	7,57	7,54	7,58	Datos de curva			
Humedad inicial (%):	14,28	13,60	14,96	(σ ₁ +σ ₃)/2 (kp/cm ²):	I 1,29	II 2,64	III 4,27
Humedad final (%):	19,51	15,92	18,27	(σ ₁ -σ ₃)/2 (kp/cm ²):	I 0,79	II 1,14	III 1,27
Densidad seca (g/cm ³):	1,685	1,674	1,721				



Observaciones probeta I:
 Observaciones probeta II:
 Observaciones probeta III:



TRIAxIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CLIENTE: SCI,S.A
 TRABAJO: REF. TRABAJO 54,02-0940
 INDICATIVO: 08132 LABORANTE: ELENA
 MUESTRA: 1889 S-4 6,90-7,50 FECHA: 04/03/08 Hoja 2 de 2

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

Captura de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
0,62	0,51	6,15
0,91	1,02	6,19
1,02	1,53	6,19
1,06	2,04	6,18
1,12	2,55	6,17
1,19	3,05	6,16
1,25	3,56	6,14
1,30	4,07	6,13
1,32	4,58	6,11
1,34	5,09	6,09
1,39	5,60	6,08
1,46	6,11	6,06
1,53	6,62	6,05
1,58	7,13	6,04
1,56	7,64	6,03

PROBETA II (7,5 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
0,64	0,24	6,42
0,86	0,49	6,52
1,02	0,75	6,59
1,15	1,00	6,64
1,26	1,25	6,67
1,36	1,50	6,70
1,44	1,76	6,72
1,53	2,01	6,73
1,60	2,26	6,74
1,67	2,52	6,74
1,72	2,77	6,74
1,78	3,05	6,74
1,82	3,29	6,74
1,88	3,54	6,74
1,93	3,79	6,73
1,97	4,05	6,72
2,02	4,30	6,71
2,06	4,55	6,70
2,11	4,80	6,69
2,15	5,05	6,68
2,18	5,32	6,66
2,21	5,55	6,66
2,25	5,81	6,64
2,27	6,06	6,63
2,23	6,31	6,62

PROBETA III (9 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
1,33	0,51	7,66
1,62	1,03	8,12
1,84	1,55	8,32
1,99	2,04	8,41
2,07	2,52	8,43
2,23	2,99	8,41
2,34	3,45	8,37
2,42	3,93	8,32
2,53	4,43	8,29
2,54	4,95	8,25



TRIAxIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CLIENTE: SCI,S.A
 TRABAJO: REF. TRABAJO 54,02-0940
 INDICATIVO: 08132 LABORANTE: ELENA
 MUESTRA: 1893 S-5 7,20-7,80 FECHA: 04/03/08 Hoja 1 de 2

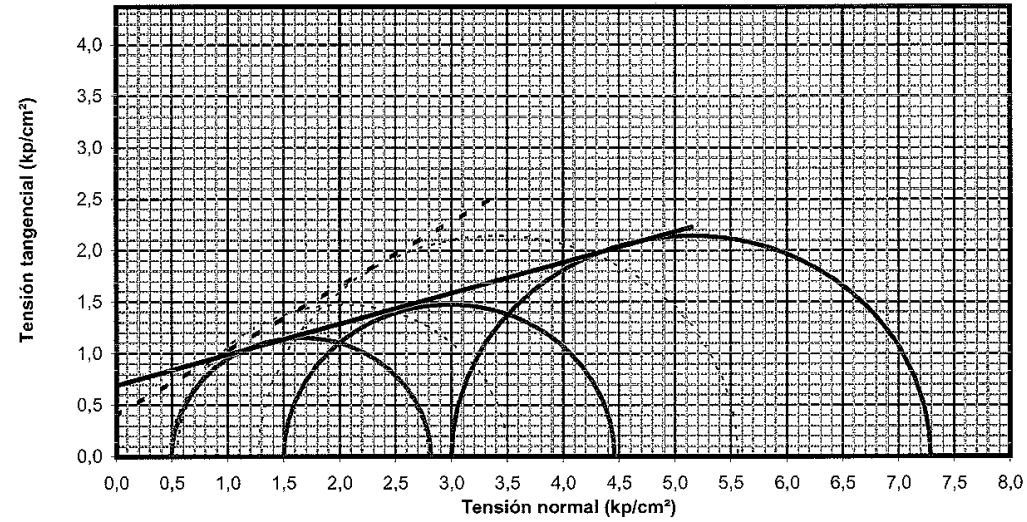
CDIAM-EnsyTRS (20030721)

Tipo de ensayo triaxial

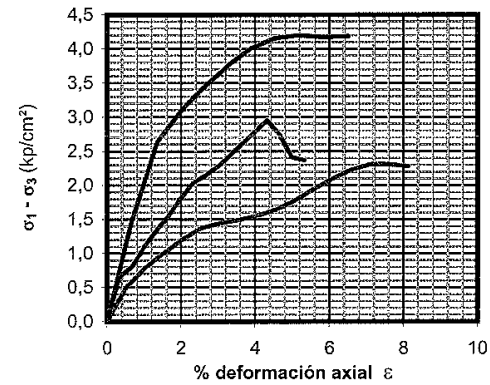
Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Inalterada
 Velocidad de ensayo: 0,038 mm/min.

Datos generales			Interpretación							
Presión externa (kp/cm ²):	6,50	7,50	9,00	Cohesión (kp/cm ²):	0,69	0,40				
Presión de cola (kp/cm ²):	6,00	6,00	6,00	Fricción (°):	16,60	32,26				
Diámetro (cm):	3,82	3,82	3,82	Pendiente:	0,30	0,63				
Altura (cm):	7,58	7,56	7,58	Datos rotura						
Humedad inicial (%):	29,84	30,13	29,72	I	II	III	I'	II'	III'	
Humedad final (%):	27,85	22,78	25,48	(σ ₁ +σ ₃)/2 (kp/cm ²):	1,66	2,98	5,15	1,64	2,03	3,42
Densidad seca (g/cm ³):	1,422	1,458	1,407	(σ ₁ -σ ₃)/2 (kp/cm ²):	1,16	1,48	2,15	1,16	1,48	2,15

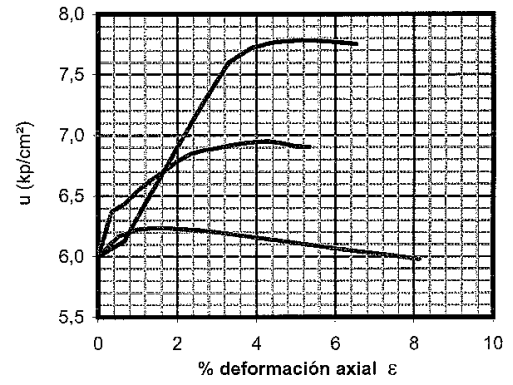
Representación de los datos de los ensayos



I Desviadora corregida-Deformación axial

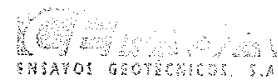


Presión intersticial-Deformación axial



Observaciones probeta I:
 Observaciones probeta II:
 Observaciones probeta III:

5/11



TRIAxIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CLIENTE: SCI,S.A
 TRABAJO: REF. TRABAJO 54,02-0940
 INDICATIVO: 08132 LABORANTE: ELENA
 MUESTRA: 1893 S-5 7,20-7,80 FECHA: 04/03/08 Hoja 2 de 2

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

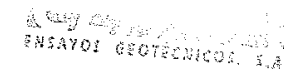
Captura de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
0,50	0,51	6,17
0,79	1,02	6,23
1,00	1,53	6,24
1,21	2,03	6,23
1,37	2,54	6,22
1,45	3,05	6,20
1,49	3,56	6,18
1,56	4,07	6,16
1,65	4,58	6,13
1,79	5,08	6,11
1,95	5,59	6,09
2,11	6,10	6,06
2,24	6,61	6,04
2,32	7,12	6,02
2,31	7,63	6,00
2,29	8,13	5,98
2,31	8,64	5,96

PROBETA II (7,5 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
0,66	0,33	6,37
0,81	0,67	6,44
1,11	1,01	6,55
1,35	1,35	6,64
1,57	1,67	6,71
1,82	2,01	6,79
2,04	2,34	6,85
2,14	2,66	6,88
2,28	2,99	6,90
2,44	3,32	6,92
2,61	3,66	6,94
2,79	3,99	6,95
2,96	4,33	6,95
2,75	4,66	6,94
2,42	5,00	6,91
2,37	5,33	6,91
2,13	5,66	6,89

PROBETA III (9 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
1,48	0,66	6,13
2,64	1,36	6,54
3,13	2,05	6,93
3,48	2,70	7,29
3,78	3,31	7,60
4,01	3,90	7,73
4,15	4,50	7,77
4,20	5,16	7,79
4,18	5,84	7,78
4,19	6,53	7,75
4,29	7,22	7,73

6/11





TRIAxIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CLIENTE: SCI,S.A
 TRABAJO: REF. TRABAJO 54,02-0940
 INDICATIVO: 08132 LABORANTE: ELENA
 MUESTRA: 1911 S-10 6,00-6,60 FECHA: 28/02/08 Hoja 1 de 2

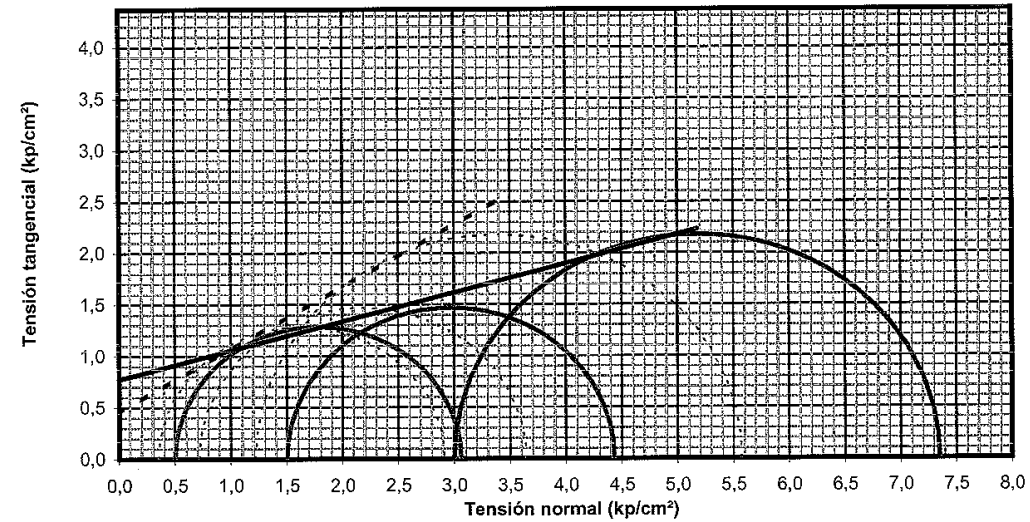
CDIAM-EnsyTRS (20030721)

Tipo de ensayo (triaxial)

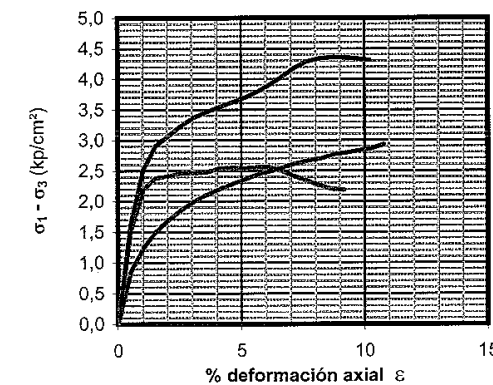
Consolidado sin drenaje y con medida de presiones intersticiales (CU) sobre muestra Inalterada
 Velocidad de ensayo: 0,038 mm/min.

Datos generales				Interpretación			
	I	II	III		totales	áctivos	
Presión externa (kp/cm ²):	6,50	7,50	9,00	Cohesión (kp/cm ²):	0,77	0,46	
Presión de cola (kp/cm ²):	6,00	6,00	6,00	Fricción (°):	15,74	31,36	
Diámetro (cm):	3,82	3,84	3,81	Pendiente:	0,28	0,61	
Altura (cm):	7,58	7,58	7,58	Datos rotura			
Humedad inicial (%):	27,02	26,82	27,06	(σ ₁ +σ ₃)/2 (kp/cm ²):	I 1,78	II 2,96	III 5,18
Humedad final (%):	27,50	27,19	22,65	(σ ₁ -σ ₃)/2 (kp/cm ²):	I 1,28	II 1,46	III 2,18
Densidad seca (g/cm ³):	1,432	1,474	1,425				

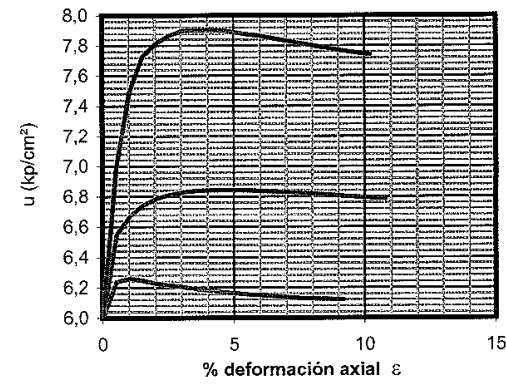
Regresión de Mohr y circulo de tensiones



Presión de cola corregida - Deformación axial



Presión intersticial - Deformación axial



Observaciones probeta I:
 Observaciones probeta II:
 Observaciones probeta III:

9/11



TRIAxIAL DE SUELOS
(Norma UNE 103402)

CLIENTE: SCI,S.A
 TRABAJO: REF. TRABAJO 54,02-0940
 INDICATIVO: 08132 LABORANTE: ELENA
 MUESTRA: 1911 S-10 6,00-6,60 FECHA: 28/02/08 Hoja 2 de 2

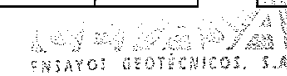
CDIAM-EnsyTRS (20030721)

Capítulo de datos

PROBETA I (6,5 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
1,52	0,51	6,24
2,20	1,02	6,26
2,38	1,53	6,25
2,41	2,03	6,23
2,46	2,54	6,21
2,46	3,05	6,20
2,47	3,56	6,19
2,53	4,07	6,18
2,55	4,58	6,17
2,54	5,08	6,16
2,56	5,59	6,15
2,56	6,10	6,15
2,50	6,61	6,14
2,41	7,12	6,13
2,34	7,63	6,13
2,26	8,13	6,12
2,20	8,64	6,12
2,19	9,15	6,12
2,16	9,66	6,12

PROBETA II (7,5 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
0,86	0,51	6,55
1,25	1,03	6,67
1,50	1,54	6,74
1,70	2,05	6,79
1,86	2,56	6,81
2,00	3,08	6,83
2,11	3,59	6,84
2,20	4,10	6,84
2,28	4,62	6,84
2,36	5,13	6,84
2,44	5,64	6,84
2,49	6,16	6,84
2,55	6,67	6,83
2,61	7,18	6,83
2,66	7,70	6,82
2,70	8,21	6,82
2,76	8,72	6,81
2,79	9,24	6,80
2,83	9,75	6,80
2,86	10,26	6,79
2,93	10,78	6,79
2,92	11,29	6,78

PROBETA III (9 kp/cm ²)		
σ ₁ -σ ₃ (kp/cm ²)	ε (%)	u (kp/cm ²)
0,00	0,00	6,00
1,62	0,51	6,98
2,52	1,02	7,49
2,90	1,53	7,73
3,07	2,04	7,81
3,23	2,55	7,87
3,37	3,06	7,90
3,46	3,57	7,90
3,54	4,09	7,90
3,61	4,60	7,90
3,69	5,11	7,89
3,78	5,62	7,87
3,90	6,13	7,86
4,03	6,64	7,84
4,18	7,15	7,83
4,29	7,66	7,81
4,34	8,17	7,79
4,35	8,68	7,78
4,35	9,19	7,76
4,33	9,70	7,75
4,31	10,21	7,74
4,31	10,72	7,73



10/11

APÉNDICE II. NOTA TÉCNICA CIMENTACIÓN PASARELA

**PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9.
TRAMO: ENLACE DE CANGAS-ENLACE DE TEIS.**

NOTA TÉCNICA Nº 8



21 DE JULIO DE 2015

PROYECTO: PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9.
TRAMO: ENLACE DE CANGAS-ENLACE DE TEIS.

NOTA TÉCNICA: Nº 8 (REV. 1)

ASUNTO: CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PASARELA 5.6.

CÓDIGO: 150436006

CLIENTE: UTE RANDE.

FECHA: 21/07/2015

ÍNDICE

Indice

<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Información de proyecto	4
1.3. Objetivos y campaña de reconocimiento	4
1.4. Geología del área	5
1.5. Hidrogeología.....	6
<u>2. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN</u>	7
2.1. Caracterización geotécnica	7
2.2. Métodos de cálculo empleados.....	9
2.3. Condiciones de cimentación	10
ANEXO I: <u>PLANTA DE SITUACIÓN DE LOS RECONOCIMIENTOS</u>	12
ANEXO II: <u>ACTAS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH</u>	13
ANEXO III: <u>PERFIL GEOTÉCNICO</u>	14
ANEXO IV: <u>REPORTAJE FOTOGRÁFICO</u>	15

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Con motivo del inicio de las obras contempladas por el Proyecto de Ampliación de Capacidad de la AP-9 en el tramo comprendido entre el Enlace de Cangas y el Enlace de Teis, la UTE Rande, constituida por las empresas Dragados, S.A. y Puentes y Calzadas S.L.U., en calidad de adjudicataria de la Obra en cuestión encargó a nuestra firma Fontenla Torres Consultores S.L. el estudio de las condiciones de cimentación de una pasarela peatonal que cruza transversalmente al trazado de la AP-9 a la altura del P.K. 5+569.

1.2. Información de proyecto

En relación con esta pasarela el Anejo 3 de la Memoria del Proyecto “Geología y Geotecnia” establece:

- Se trata de una pasarela construida en tres tramos de los cuales tan solo el tramo central se encuentra sujeto a modificación como consecuencia del desplazamiento de sus pilas hacia el exterior del corredor y la inclusión de una pila central en la mediana de la AP-9.
- La cimentación prevista es de tipo superficial, siendo el sustrato de cimentación atribuido a su emplazamiento unos suelos residuales graníticos (grado V/VI).
- Con carácter genérico para cimentaciones sobre este sustrato granítico alterado (Jabre) en el proyecto se estima una Pv admisible máxima= 3 kg/cm².

1.3. Objetivos y campaña de reconocimiento

La presente nota técnica tiene por objeto verificar las condiciones de cimentación establecidas en proyecto para esta pasarela en base a los parámetros geotécnicos del terreno obtenidos a partir de los ensayos realizados en las inmediaciones de los dos apoyos a desplazar.

Para ello se planteó una campaña de reconocimiento geotécnico basada en dos ensayos de penetración dinámica continua superpesada “tipo DPSH” (UNE 103-801-94 ISSMFE) incluidos dentro de las campañas de caracterización de los muros 9 y 13, siendo el criterio adoptado de finalización de los mismos (criterio de rechazo) la superación de 100 golpes para una penetración inferior a 20 cm.

Así mismo se estableció que en el caso de que los resultados de los ensayos fuesen muy dispares, el rechazo tuviese lugar a una cota somera o a falta de indicios en superficie que

corroboren los resultados, se procedería a la verificación de los mismos mediante calicatas mecánicas.

Las coordenadas¹ y cotas de los emplazamientos donde se llevaron a cabo estos ensayos fueron:

Ensayo	Posición	X	Y	Z	Prof. Rechazo/Cota
P3M9	5+567,5	527354,051	4679341,261	100,0	3,40/96,60
P2M13	5+569,6	527379,2	4679321,6	99,2	1,1 / 98,1

En la siguiente figura se muestra el emplazamiento de los dos ensayos respecto de la pasarela, del trazado actual de la AP-9 y la carretera N-552.



1.4. Geología del área

Aun cuando no existen afloramientos claros que lo confirmen es previsible que este paso transcurra transversalmente al contacto entre una formación granítica identificada en la cartografía geológica nacional como granitos de feldespato alcalino (γ^2) (NW) y los ortoneises de biotita del Unidad Malpica Tuy (SE).

Durante la inspección realizada tan solo se han observado afloramientos del substrato granítico a lo largo del margen derecho del arroyo que desemboca en la playa de Arealonga y en las inmediaciones del emplazamiento del ensayo P3M9.

¹ Sistema de coordenadas: UTM datum ED50 zona 29N

Estos substratos en el área se caracterizan por presentar una escasa montera de alteración, representada por materiales areno limosos con finos no plásticos o de plasticidad baja y tonalidad ocre amarillenta.

1.5. Hidrogeología

En ninguno de los ensayos de penetración dinámica realizados en relación con este muro se ha llegado a detectar la presencia de aguas freáticas.

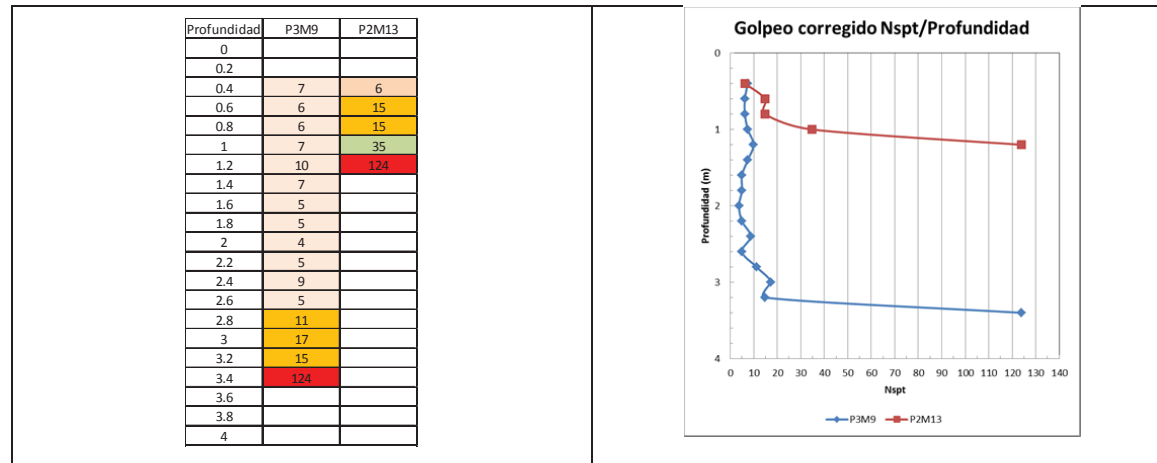
Desde un punto de vista hidrogeológico el terreno a lo largo del trazado de este muro se caracteriza por la presencia de dos grandes unidades:

- Unidad superior representada por los suelos residuales graníticos de compacidad baja o media aflorantes en superficie y que alcanzan un mayor desarrollo hacia menos P.K.. A estos materiales se les ha atribuido una permeabilidad del orden de 10^{-3} m/s.
- Unidad inferior representada por los suelos residuales graníticos de compacidad extrema situados inmediatamente por encima del substrato granítico y el propio substrato granítico prácticamente impermeables, este último al menos a nivel de roca matriz.

2. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

2.1. Caracterización geotécnica

Tal como se ha indicado en apartados anteriores, para establecer las condiciones de cimentación de este muro se ha llevado a cabo una inspección visual de su emplazamiento, en la que se ha puesto de manifiesto la presencia del substrato rocoso aflorante en las inmediaciones del ensayo P3M9, y se han realizado dos ensayos de penetración dinámica de tipo DPSH cuyos registros de golpeo transformados a valores N_{spt} y gráficos de penetración/profundidad se encuentran recogidos en la siguiente figura.



Estos ensayos han permitido diferenciar las siguientes unidades geotécnicas:

- Suelos residuales de compacidad baja: constituyen la franja más superficial del perfil del terreno. Se trata de materiales predominantemente areno limosos que conservan la estructura del substrato del que proceden por meteorización y de compacidad baja, caracterizados por registros de golpeo corregidos N_{spt} comprendidos entre 5 y 10 ($5 < N_{spt} \leq 10$). La potencia detectada para estos suelos osciló entre los 2,6 m detectados en el ensayo P3M9 y los 0,4 m del ensayo P2M13.
- Suelos residuales de compacidad media: situados por debajo de los anteriores, se trata de materiales areno limosos que conservan la textura del substrato del que proceden por meteorización. La compacidad de estos suelos provoca registros de golpeo corregidos (N_{spt}) comprendidos entre 10 y 25 y su potencia puesta de manifiesto en los ensayos osciló entre 0,6 m, detectados en el ensayo P3M9, y 0,4 m, detectados en el ensayo P2M13.
- Suelos residuales de compacidad extremadamente alta: su presencia es testimonial y únicamente se detectaron en el ensayo P2M13, donde alcanzan un espesor de 0,4 m.

Se trata de un nivel de suelos areno limosos situado inmediatamente por encima de los materiales que provocaron el rechazo en los ensayos de penetración. La compacidad de estos suelos provoca registros de golpeo corregidos (N_{spt}) comprendidos entre 25 y 50.

- Substrato rocoso: causante del rechazo.

En la siguiente tabla se sintetizan los resultados de estos ensayos (espesores de los diferentes niveles geotécnicos y profundidad a partir de la cual se presenta el substrato rocoso) y se recoge la zonificación establecida del terreno en la zona estudiada:

Ensayo	Suelos residuales			Substrato rocoso
	$5 \leq N_{spt} < 10$	$10 \leq N_{spt} < 25$	$25 \leq N_{spt}$	
P3M9	2,6	0,6	0,2	A partir de 3,4 m
P2M13	0,4	0,4	0,4	A partir de 1,2 m

A continuación se recogen los parámetros geotécnicos atribuidos a los materiales sueltos detectados a partir de los registros de golpeo obtenidos en los ensayos de penetración:

Propiedades Geotécnicas	Suelos residuales		
	$5 \leq N_{spt} < 10$	$10 \leq N_{spt} < 25$	$25 \leq N_{spt}$
N_{SPT} medio	6	15	35
Densidad aparente (Tm/m^3)	1,90	2,00	2,00
Densidad saturación (Tm/m^3)	2,05	2,10	2,10
Ángulo de rozamiento interno ($^\circ$)	29	34	38
Cohesión (Tm/m^2)	0,5	1,0	2,5
Coefficiente de Poisson	0,3	0,3	0,3
Módulo de deformación (Kg/cm^2)	75	185	435

Para el substrato granítico en líneas generales se han adoptado los parámetros geotécnicos que se le atribuyen en el anejo 3 del proyecto constructivo, si bien teniendo en cuenta la testificación de los sondeos realizados en relación con el viaducto 5.3 se han considerado valores más conservadores para el RMR y el módulo de deformación del macizo rocoso.

- Densidad aparente: 2,7 T/m³
- Resistencia a compresión simple: 250 Kg/cm²
- Parámetro m de Hoek y Brown para la roca intacta (m_i): 32
- Índice RMR del macizo: 30 frente a los 64 de proyecto.
- Espaciado medio entre discontinuidades: 1 m
- Apertura de las discontinuidades: 0,1-1,0 mm

- Coeficiente de Poisson: 0,25
- Módulo de deformación 17.000 frente a los 50.000 Kg/cm²

2.2. Métodos de cálculo empleados

Para establecer las condiciones de cimentación de los apoyos de esta pasarela se parte de una geometría de zapata caracterizada por 1,2 m de canto, lo que implica que para el apoyo del margen izquierdo el simple empotramiento del canto de la zapata sitúa la rasante de apoyo de esta cimentación sobre los materiales causantes del rechazo (substrato rocoso).

En el caso del apoyo del margen derecho los perfiles elaborados para el muro 9 sitúan la rasante de apoyo de la cimentación a una profundidad de 3,2 m, lo que la sitúa coincidiendo con el techo de los suelos residuales extremadamente compactos situados inmediatamente por encima del rechazo para los cuales el ensayo de penetración P3M9 ha puesto de manifiesto una potencia de 0,2 m.

De acuerdo con estos criterios para el cálculo de la carga de hundimiento del macizo rocoso se empleó el método propuesto por Serrano y Olalla que se sintetiza en la siguiente figura:

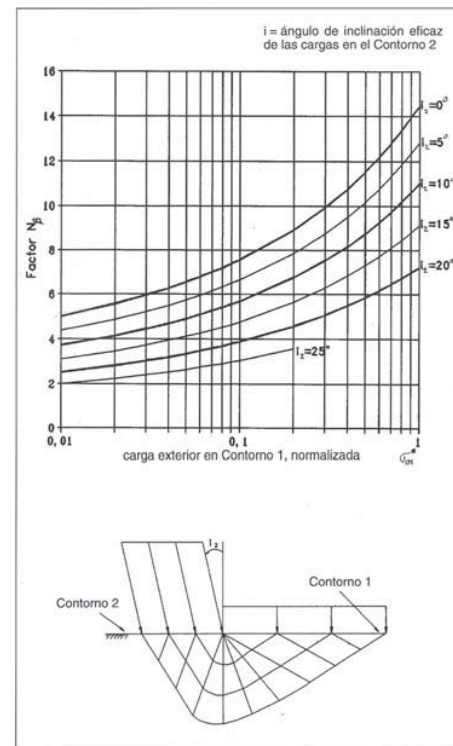
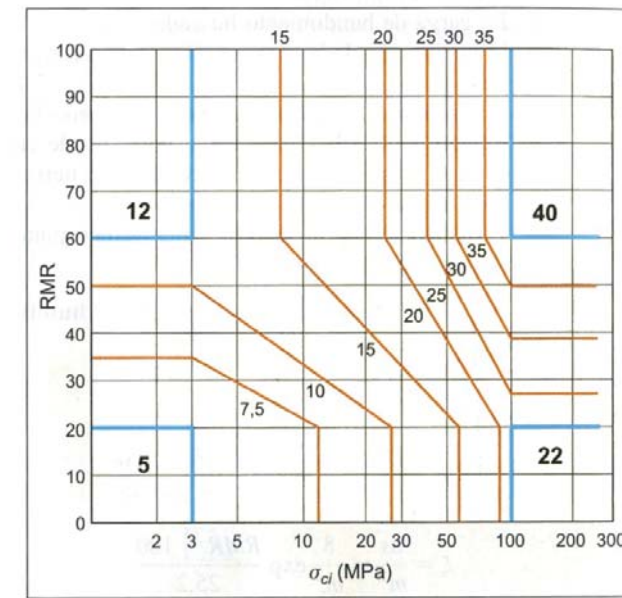


Fig. 26.—Valores del Coeficiente de la Carga de Hundimiento (N_s) en función de la carga exterior (σ_e) y del ángulo de inclinación eficaz (i).

$$P_s = \beta (N_s \cdot \zeta); \beta = \frac{\sigma_e m}{8}; \zeta = \frac{8 s}{m^2}; \sigma_{sv} = \sigma_e / \beta + \zeta$$

Terreno horizontal ($\alpha = 0$)

Una vez determinada la carga de hundimiento se determinó la carga de seguridad frente al hundimiento mediante la aplicación de un factor de seguridad vinculado a las variaciones estadísticas de los parámetros de la roca y su magnitud, cuyo valor se deduce del siguiente ábaco:



Coeficientes de seguridad parcial, F_p , para una probabilidad de rotura $< 10^{-4}$ (Serrano y Olalla, 1996).

Para la estimación de los asientos de esta cimentación se empleó la expresión: $s = \frac{P(1-\nu^2)}{\beta_z \sqrt{AE}}$

Donde P es la carga aplicada A es el área de la cimentación, E el módulo de elasticidad atribuido al macizo rocoso, ν coeficiente de Poisson y β_z un coeficiente de forma de la zapata.

2.3. Condiciones de cimentación

De acuerdo con lo expuesto en el punto anterior y considerando un ancho de zapata de 3,0 m se procede a continuación a establecer las condiciones de cimentación de estos apoyos.

Para esta situación la carga de hundimiento obtenida mediante el método de Serrano y Olalla toma un valor del orden de 41 MPa y por lo tanto la carga de seguridad frente al hundimiento es del orden de 3,4 MPa.

Los asientos obtenidos para una zapata rígida dimensionada para transmitir al terreno cargas comprendidas entre 5,0 y 10,0 kg/cm² y con una geometría como la considerada en

los cálculos anteriores, para la que β_z toma un valor del orden de 1,10, resultan despreciables.

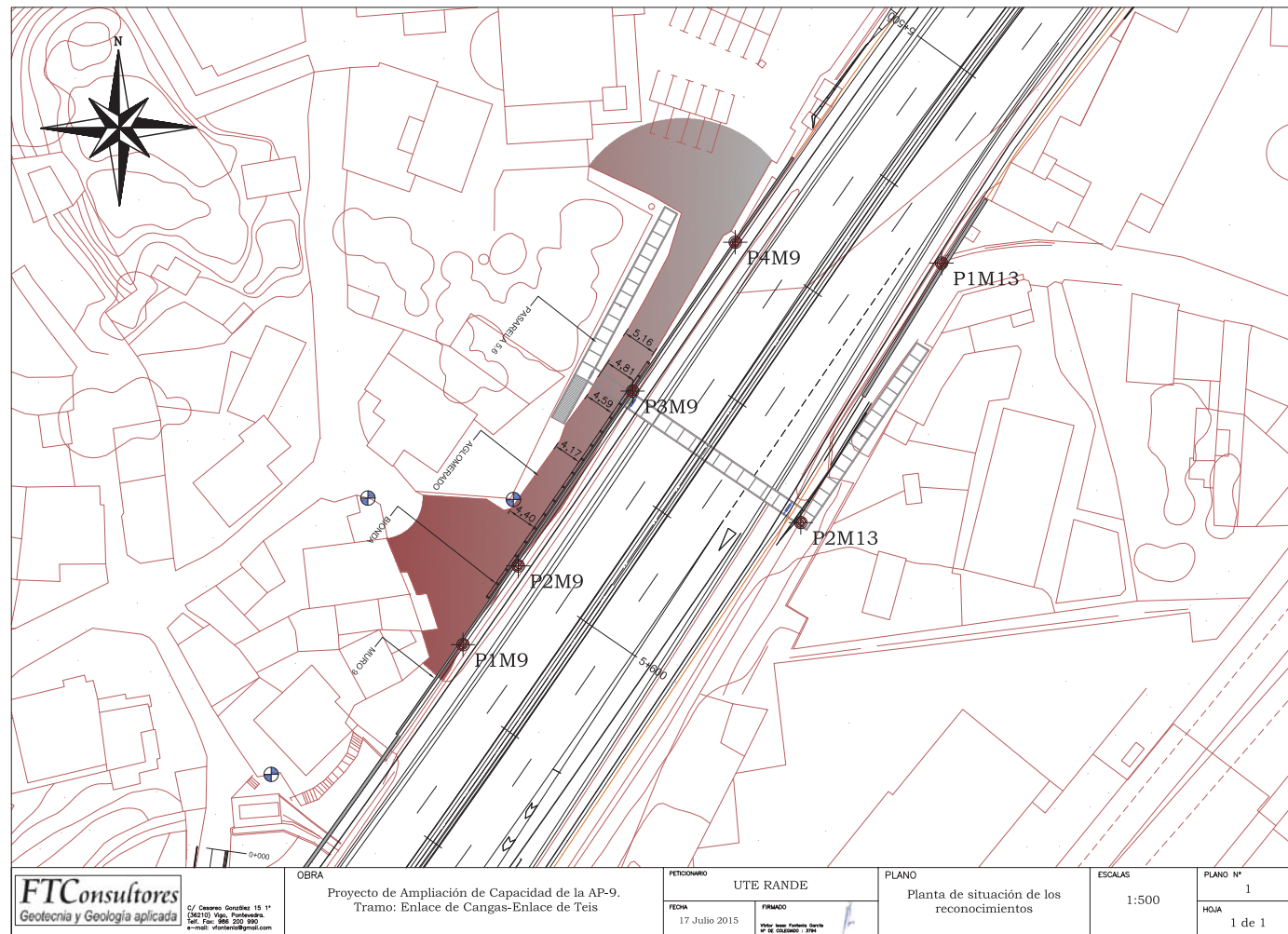
Vigo a 21 de julio de 2015

Realizado por:


Victor Isaac Fontenla Garcia

Geólogo N° Colegiado 3794

ANEXO I: PLANTA DE SITUACIÓN DE LOS RECONOCIMIENTOS



ANEXO II: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

FECHA: 19/06/15

REFERENCIA: P-125042

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 3.36

PETICIONARIO: UTE RANDE

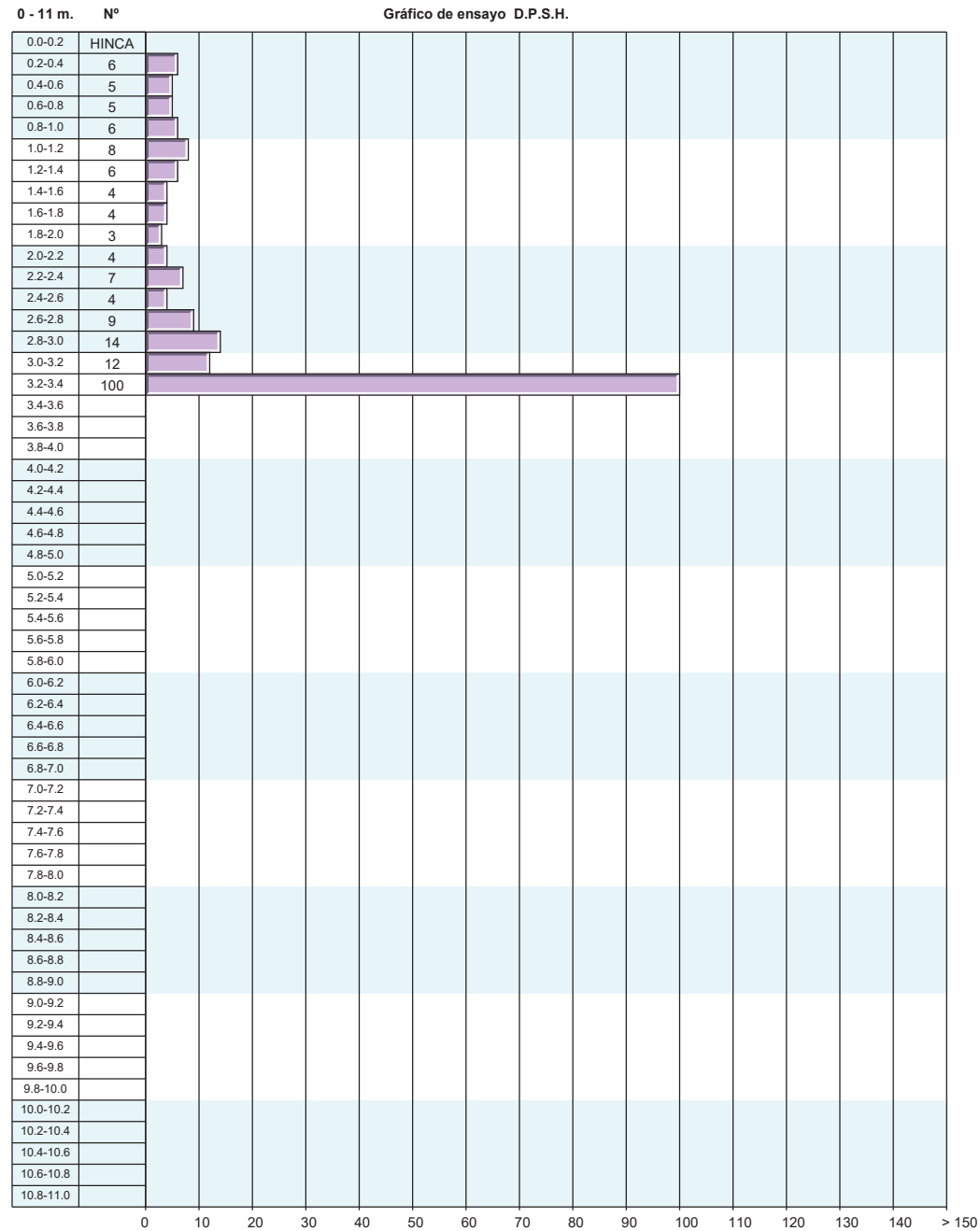
PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: AMPLIACIÓN PUENTE DE RANDE

COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: RANDE - VIGO

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.



Norberto Saiz Ruiz
Geólogo
JEFE ÁREA GT (Laboratorio Vigo)



Samuel Cerqueira Mallo
Químico
DIRECTOR DE LABORATORIO

FECHA: 19/06/15

REFERENCIA: P-125042

PROFUNDIDAD ALCANZADA: 1.10

PETICIONARIO: UTE RANDE

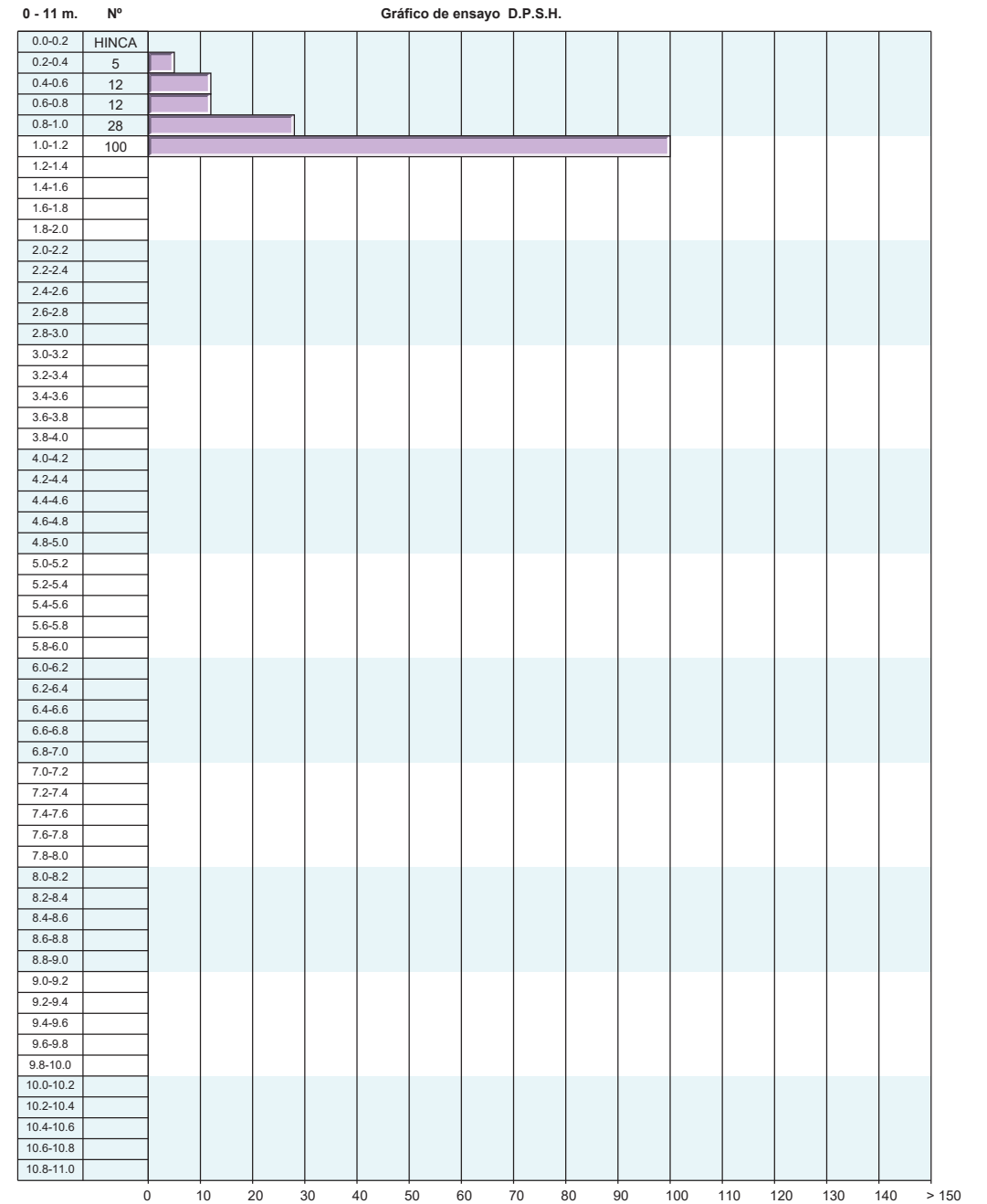
PRESENCIA DE AGUA: -

OBRA: AMPLIACIÓN PUENTE DE RANDE

COTA DE INICIO: -

SITUACIÓN: RANDE - VIGO

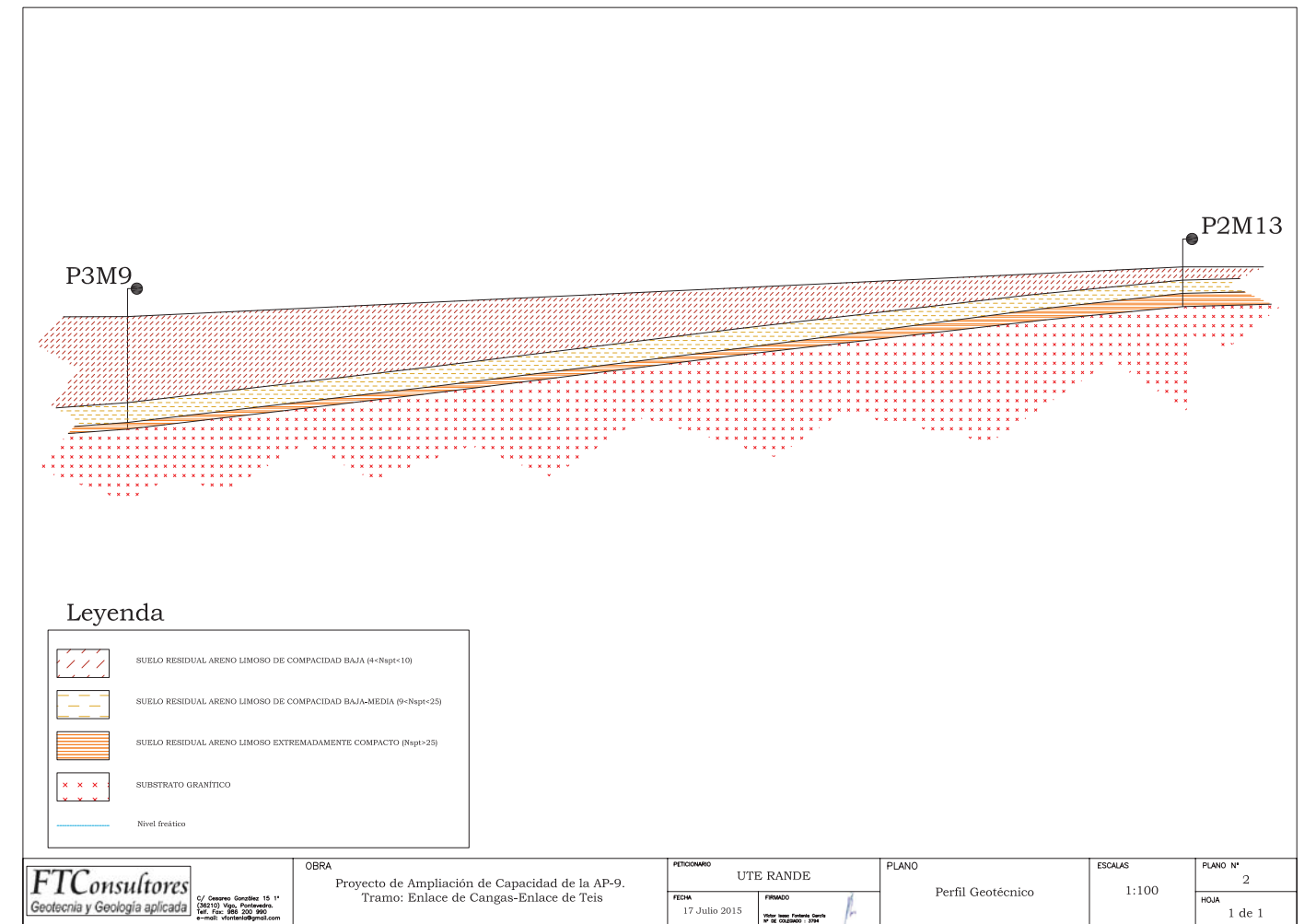
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.



Norberto Saiz Ruiz
Geólogo
JEFE ÁREA GT (Laboratorio Vigo)



Samuel Cerqueira Mallo
Químico
DIRECTOR DE LABORATORIO

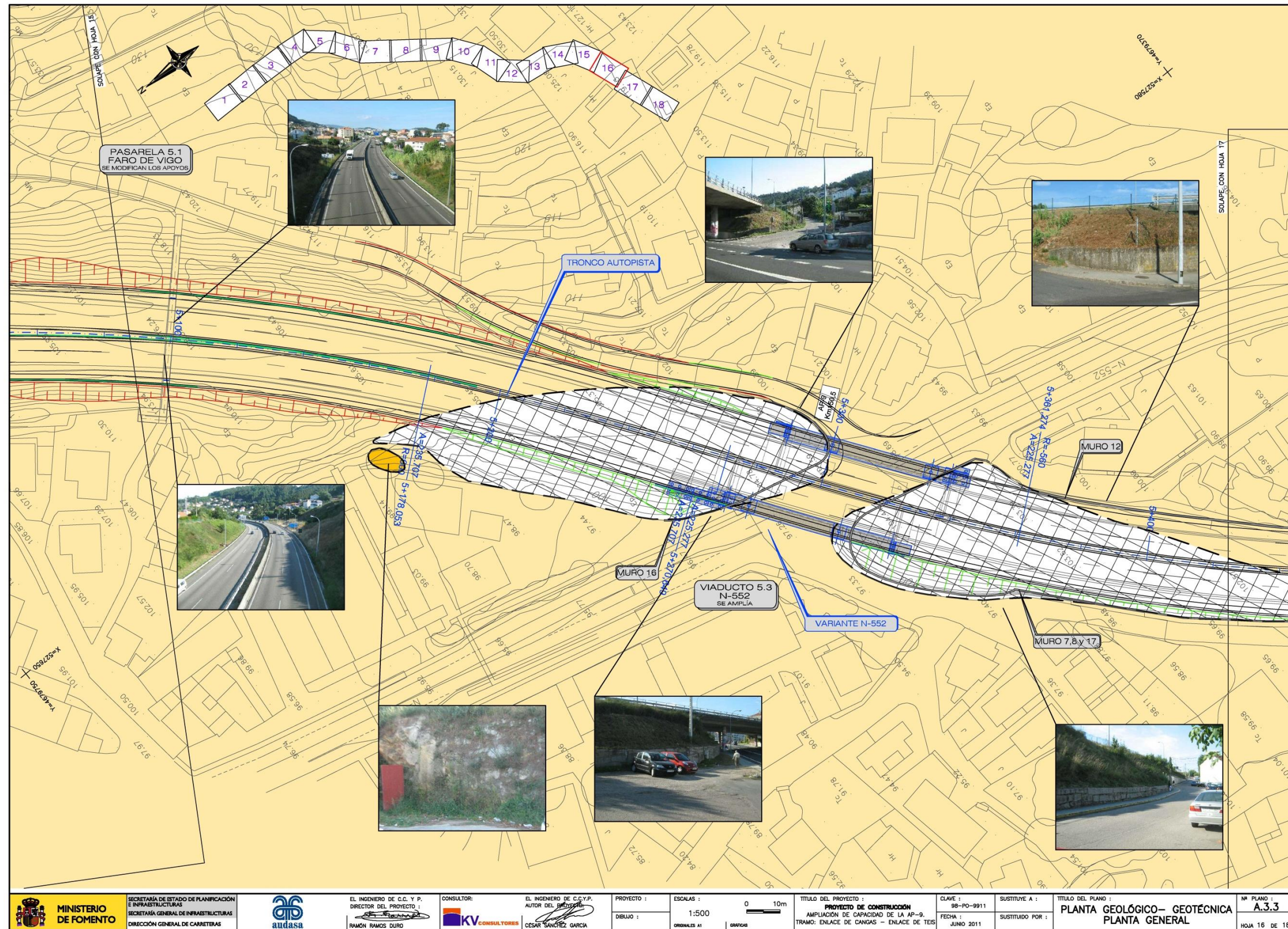


ANEXO III: PERFIL GEOTÉCNICO

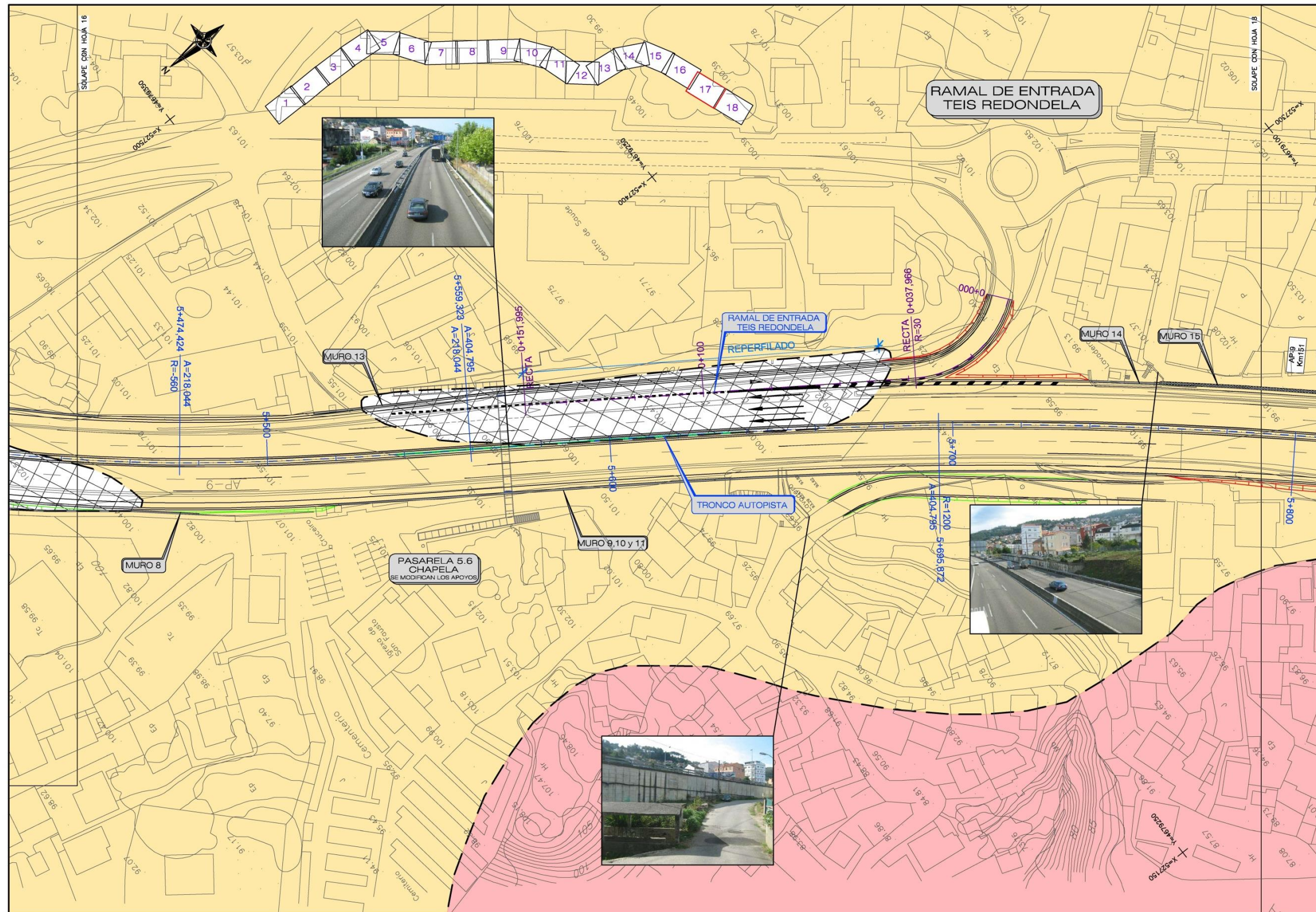
ANEXO IV: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

	
<p>Panorámicas del paso superior en el MD</p>	<p>Ensayo P3M9</p>
	
<p>Zapata actual del apoyo del margen derecho de la AP-9</p>	
	
<p>Ensayo P2M13</p>	<p>Ensayo P2M13</p>

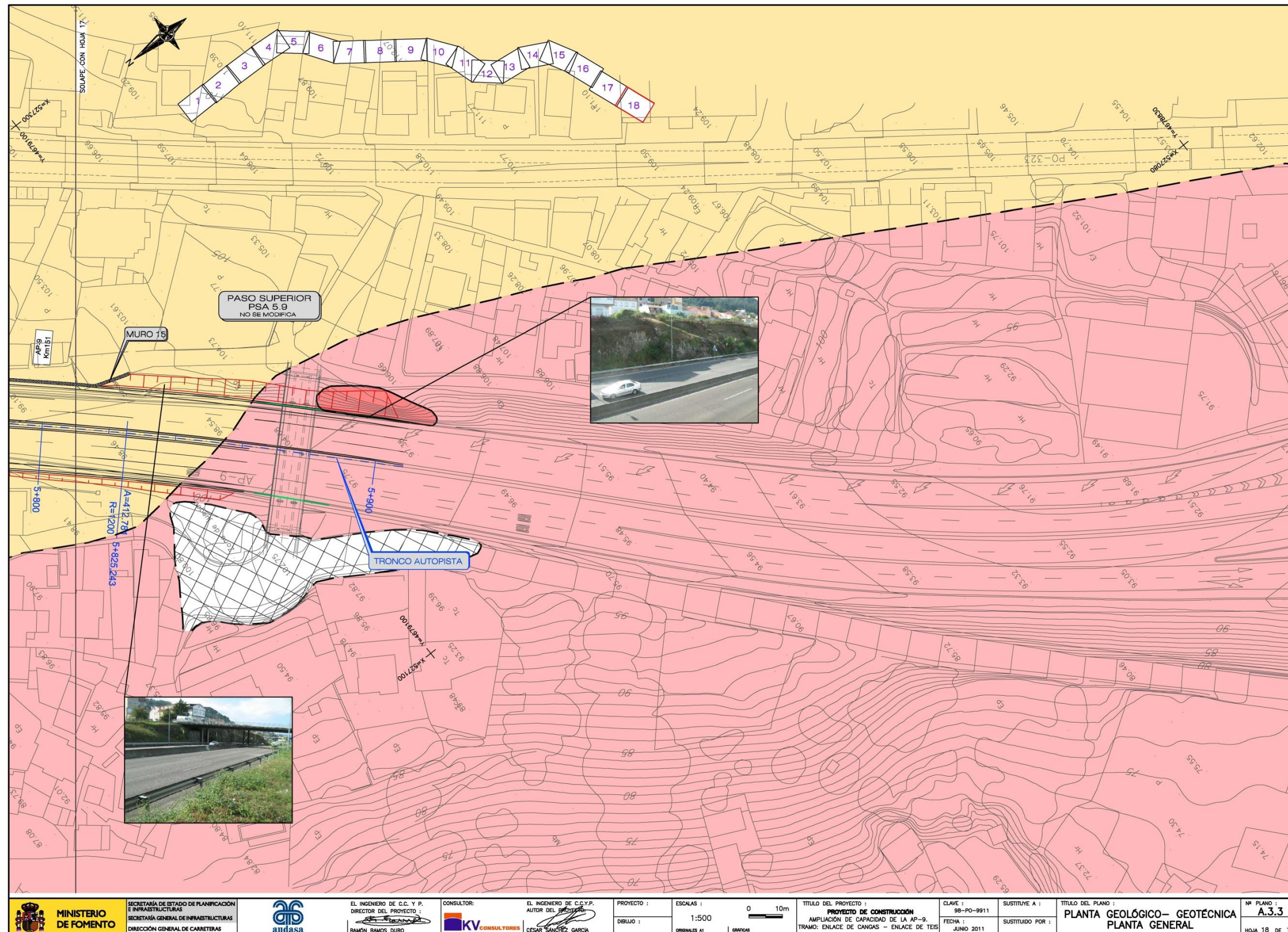
APÉNDICE III. PLANTA GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA



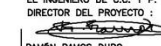

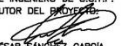


<p>MINISTERIO DE FOMENTO</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE PLANIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURAS SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p>		<p>EL INGENIERO DE C.C. Y P. DIRECTOR DEL PROYECTO: RAMÓN RAMOS DURO</p>	<p>CONSULTOR: KV CONSULTORES</p>	<p>EL INGENIERO DE C.E.Y.P. AUTOR DEL DISEÑO: CESAR SANCHEZ GARCIA</p>	<p>PROYECTO :</p>	<p>ESCALAS :</p>	<p>0 10m</p>	<p>TÍTULO DEL PROYECTO : PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS</p>	<p>CLAVE : 98-PO-9911</p>	<p>SUSTITUYE A :</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO : PLANTA GEOLÓGICO- GEOTÉCNICA PLANTA GENERAL</p>	<p>Nº PLANO : A.3.3</p>
						<p>DIJUNO :</p>	<p>1:500</p>			<p>FECHA : JUNIO 2011</p>	<p>SUSTITUIDO POR :</p>		<p>NOJA 16 DE 18</p>

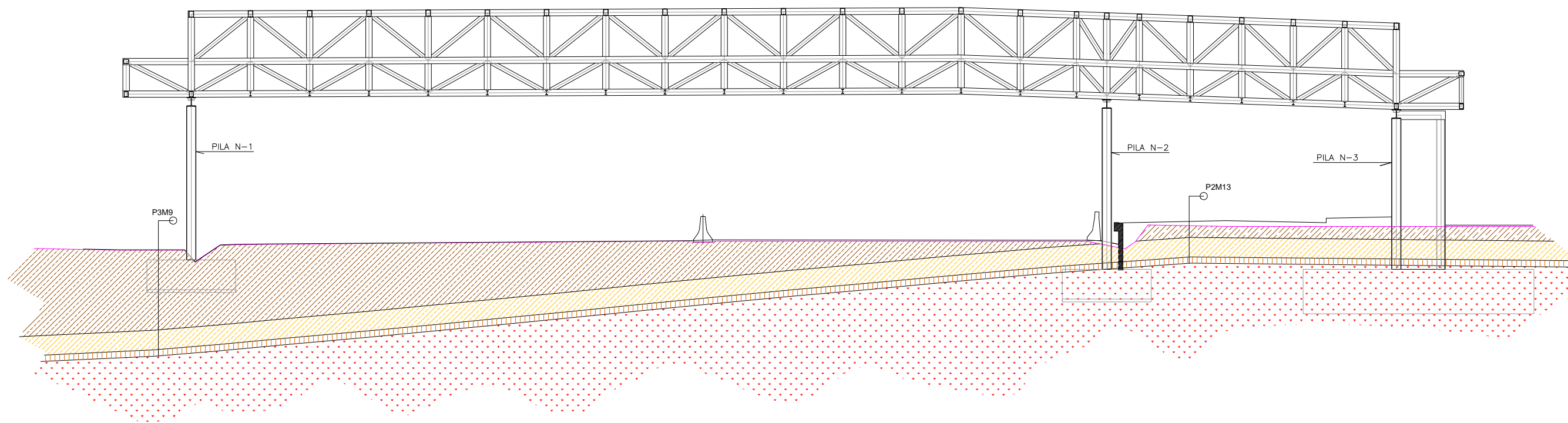


<p>MINISTERIO DE FOMENTO</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE PLANIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURAS SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p>		<p>EL INGENIERO DE C.C. Y P. DIRECTOR DEL PROYECTO: RAMÓN RAMOS DURO</p>	<p>CONSULTOR: KV CONSULTORES</p>	<p>EL INGENIERO DE C.C. Y P. AUTOR DEL DISEÑO: CESAR SANCHEZ GARCIA</p>	<p>PROYECTO :</p>	<p>ESCALAS :</p>	<p>TÍTULO DEL PROYECTO :</p> <p>PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS</p>	<p>CLAVE : 98-PO-9911 FECHA : JUNIO 2011</p>	<p>SUSTITUYE A : SUSTITUIDO POR :</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO :</p> <p>PLANTA GEOLÓGICO- GEOTÉCNICA PLANTA GENERAL</p>	<p>Nº PLANO : A.3.3 HOJA 17 DE 18</p>
						<p>DIBUJO :</p>	<p>0 10m</p>					



 MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARÍA DE ESTADO DE PLANIFICACIÓN E INFRAESTRUCTURAS SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS		EL INGENIERO DE C.C. Y P. DIRECTOR DEL PROYECTO:  RAMÓN RAMOS DURO	CONSULTOR: 	EL INGENIERO DE C.C. Y P. AUTOR DEL DISEÑO:  CESAR SANCHEZ GARCIA	PROYECTO :	ESCALAS :	0 10m	TÍTULO DEL PROYECTO :	CLAVE :	SUSTITUYE A :	TÍTULO DEL PLANO :	Nº PLANO :
						AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA AP-9. TRAMO: ENLACE DE CANGAS – ENLACE DE TEIS	1:500	ORIGINAL A1 GRÁFICAS	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN	98-PO-9911	JUNIO 2011	SUSTITUIDO POR :	PLANTA GEOLÓGICO- GEOTÉCNICA PLANTA GENERAL

APÉNDICE IV. PERFIL GEOTÉCNICO DE LA PASARELA 5.6



	SUELO RESIDUAL ARENO LIMOSO DE COMPACIDAD BAJA ($4 < N_{spt} < 10$)
	SUELO RESIDUAL ARENO LIMOSO DE COMPACIDAD BAJA-MEDIA ($10 < N_{spt} < 25$)
	SUELO RESIDUAL ARENO LIMOSO DE COMPACIDAD EXTREMADAMENTE ALTA ($25 < N_{spt} < 50$)
	SUSTRATO GRANÍTICO

APÉNDICE V. SITUACIÓN CANTERAS

