GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO 03

ÍNDICE

1. Antecedentes 1

2. Análisis de Antecedentes 2

2.1. Antecedentes técnicos 2

2.2. Bibliografía 2

3. Geología regional 3

3.1. Encuadre geológico 3

4. Geología de la zona de estudio 7

4.1. Estratigrafía 7

4.1.1. Zonas Externas. Subbética 7

4.1.2. Unidades Alóctonas 8

4.1.3. Cuencas Postorogénicas 8

4.1.4. Cuaternario 9

4.2. Tectónica. 9

4.2.1. Neotectónica 11

4.3. Geomorfología 13

4.3.1. Contexto regional 13

4.3.2. Geomorfología de la zona de estudio 13

4.4. Hidrogeología 16

4.4.1. Climatología 16

4.4.2. Hidrología superficial 17

4.4.3. Hidrología subterránea 17

4.4.4. Permeabilidad de las formaciones 21

4.4.5. Inventario de puntos de agua y zonas de protección 23

4.5. Puntos de Interés Geológico (PIG) 28
4.5.1. Tajo de Ronda..... 28
4.5.2. Areniscas calcáreas de Ronda..... 29
4.5.3. Laguna de Campillos 30
5. Caracterización de unidades geotécnicas..... 30
5.2. Unidades geotécnicas diferenciadas 30
5.2.1. Unidad 1: Depósitos calizo-dolomíticos 30
5.2.2. Unidad 2: Alternancia calizo margosas 31
5.2.3. Unidad 3: Arcillas. Campo de Gibraltar. 31
5.2.4. Unidad 4: Arcillas y yesos. Unidad olitostrómica..... 32
5.2.5. Unidad 5: Areniscas y calcarenitas 32
5.2.6. Unidad 6: Detrítico fino..... 33
6. Evaluación de zonas de riesgo geológico..... 34
6.2. Riesgos ligados a procesos geomorfológicos..... 34
6.2.1. Inestabilidad gravitacional 34
6.3. Riesgos ligados a procesos de dinámica fluvial..... 37
6.3.1. Inundaciones y encharcamientos..... 37
6.3.2. Erosión..... 37
6.4. Riesgos ligados a la interceptación de la lámina de agua 41
6.5. Riesgos ligados a la litología de los materiales 41
6.5.1. Terrenos compresibles..... 41
6.5.2. Terrenos expansivos..... 41
6.5.3. Agresividad 44
6.5.4. Karstificación..... 44
6.6. Riesgos ligados a los procesos geodinámicos internos..... 46
6.6.1. Sismicidad 46
7. Estudio geotécnico variantes Lagunas de Campillos 49
7.1. Introducción..... 49
7.2. Trabajos realizados 49
7.2.1. Calicatas..... 49
7.2.2. Sondeos..... 50
7.2.3. Ensayos de penetración dinámica 56
7.2.4. Ensayos de laboratorio 56
7.3. Caracterización geotécnica 58
7.3.1. UG-4 Unidad olistostrómica, arcillas y yesos..... 58
7.3.2. ,,,UG-5 Areniscas y calcarenitas..... 62
7.3.3. UG-6 Detríticos finos, materiales cuaternarios. 64
7.4. Desmontes 68
7.4.1. Metodología 68
7.4.2. Secciones analizadas 69
7.4.3. Métodos de excavación 71
7.5. Rellenos 71
7.6. Avance de la cimentación de las estructuras 72
7.7. Comparativa de las nuevas Alternativas 76
8. Conclusiones..... 77

APÉNDICE 1. CALICATAS DE RECONOCIMIENTO

APÉNDICE 2. REGISTRO DE SONDEOS

APÉNDICE 3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

APÉNDICE 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

APÉNDICE 5. PLANOS

1. Antecedentes

El objetivo del presente Documento es realizar un análisis preliminar de las características geológico-geotécnicas del territorio objeto del estudio.

Para la realización de este anejo se ha procedido al reconocimiento y descripción de los materiales aflorantes en el área afectada por el Estudio Informativo de la "Electrificación de la Línea Bobadilla – Algeciras, Tramo Bobadilla – Ronda", desde el punto de vista de sus características sedimentológicas, geomorfológicas, estructurales e hidrológicas.

Esta información ha permitido establecer grupos de materiales con propiedades geotécnicas similares, así como su grado de susceptibilidad ante los posibles riesgos geológico-geotécnicos concurrentes en la zona.

La línea de ancho ibérico Bobadilla-Algeciras, inaugurada en 1892, es un trazado de 176,2 km de longitud en vía única no electrificada.

El tramo Bobadilla-Ronda es actualmente de vía única y se encuentra sin electrificar, con una longitud total de 73,6 km y cinco estaciones intermedias y tres apeaderos (Bobadilla, Campillos, apeadero de Teba, Almargen, apeadero de Atalaya, Setenil de las Bodegas, apeadero de Parchite y Ronda).

A continuación, se muestra un cuadro resumen con los datos básicos de la actuación:

DATOS BÁSICOS DE LA ACTUACIÓN
Denominación: Estudio Informativo de la "Electrificación de la Línea Bobadilla–Algeciras, Tramo Bobadilla-Ronda"
Tipo: Estudio Informativo.
Red: Red Ferroviaria de interés General, vía única sin electrificar ancho ibérico
Itinerarios: Bobadilla - Ronda
Longitud aproximada: 74 km
Tipo de actuación: Según lo establecido por el artículo 5 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario, y por los artículos concordantes del Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario

Tabla 1: Datos básicos de la actuación.

Con el fin de explicar mejor la delimitación de la misma, se adjunta imagen con el ámbito de la actuación, tomada del Visor Iberpix, Instituto Geográfico Nacional:

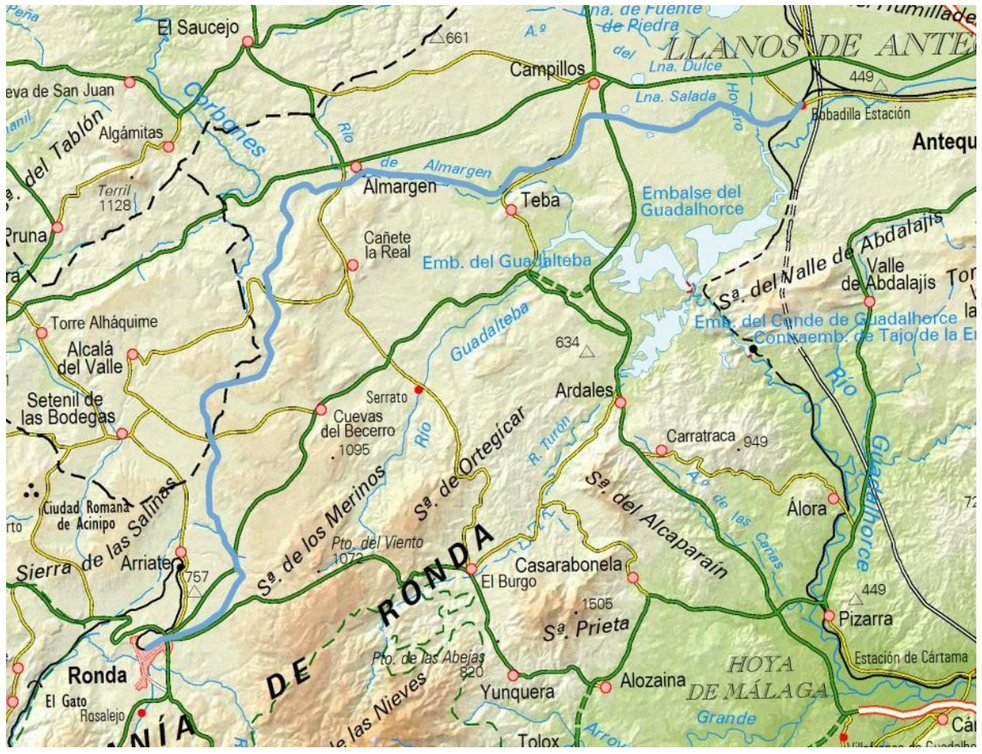


Gráfico 1. Extracto mapa topográfico donde se refleja la línea Bobadilla-Ronda.

2. Análisis de Antecedentes

El procedimiento seguido para la elaboración de este Anejo es el siguiente:

- En primer lugar, se recoge y analiza la información disponible sobre la geología de la zona de estudio, así como los antecedentes técnicos de la infraestructura existente.

- Posteriormente, se lleva a cabo una caracterización del territorio analizando los aspectos geológicos y geotécnicos de la zona de estudio reflejándolos en dos planos temáticos: de Unidades Geológico-Geotécnicas y de Riesgos Geológicos.

- A partir de estos planos, junto al resto de planos temáticos (Espacios protegidos, Hábitats Faunísticos y Paisaje, Planeamiento Urbanístico, etc.) y mediante una labor de síntesis apoyada por un Sistema de Información Geográfica como herramienta de trabajo, se obtiene un plano final denominado "Síntesis Global" en el que se pasa de una mera distribución espacial de las variables de cada plano temático, a una agrupación y ponderación de las mismas respecto a consideraciones ambientales, físicas y territoriales. Este plano de síntesis asocia a cada punto del territorio su capacidad de acogida respecto a la infraestructura.

2.1. Antecedentes técnicos

Los antecedentes técnicos de este Estudio Informativo son los siguientes:

- Documento de consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas en relación al proyecto de “Electrificación del tramo Bobadilla–Ronda (Málaga-Cádiz)”.

- Resolución de 20 de abril de 2020, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula informe de impacto ambiental de sometimiento a evaluación ambiental ordinaria del proyecto “Electrificación del tramo Bobadilla-Ronda (Málaga-Cádiz)”.

2.2. Bibliografía

Para la realización de este Anejo se ha llevado a cabo un exhaustivo trabajo de recopilación bibliográfica de todos los aspectos geológico-geotécnicos de la zona de estudio.

Se ha prestado especial atención a la información cartográfica existente en el IGME, así como la documentación disponible de la Dirección General de Carreteras. Una vez establecidas las características geológicas de los materiales aflorantes, se ha definido la susceptibilidad de éstos ante los riesgos geológicos y geotécnicos de la zona.

La bibliografía consultada ha sido la siguiente:

- IGME. Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000
  - Hoja N.º 1.022 (15-42) Campillo
  - Hoja N.º 1.023 (16-42) Antequera
  - Hoja N.º 1.037 (15-43) Teba
  - Hoja N.º 1.051 (15-44) Ronda
- IGME. Mapa Geotécnico General. Escala 1:200.000
  - Hoja N.º 82 (4-11) Morón de la Frontera
- IGME. Mapa Hidrogeológico de España. Escala 1:200.000
  - Hoja N.º 82 (4-11) Morón de la Frontera
- “Geomorfología” Mario Panizza, 1992.
- “Geomorfología de España”. Varios autores. Editorial Rueda, 1994.
- “Riesgos geológicos” Instituto Geológico y Minero de España, 1987.

- “Guía ciudadana de los riesgos geológicos” Edward B. Nuhfer, Richard J. Proctor y Paúl H. Moser, 1993.
- “Geología de España” J. A. Vera, 2004.
- “Guía ciudadana de los riesgos geológicos”. Edward B. Nuhfer, Richard J. Proctor y Paúl H. Moser, 1993.
- “Las Aguas Subterráneas de España”, 1993 (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Secretaria General de la Energía y Recursos minerales, IGME).
- “Mapa de vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos de la España Peninsular, Baleares y Canarias”, escala 1:1.000.000. Instituto Geológico y Minero de España.
- “Geología Aplicada a la Ingeniería Civil”. López Mariñas, J.M. 2000. Editoriales Dossat.
- Libro Jubilar J.M. Ríos. “Geología de España. Tomos I y II”.

Una vez definidas las características geológicas de los materiales aflorantes se han agrupado en unidades geotécnicas cuyo comportamiento se considera homogéneo. Este agrupamiento puede suponer en ocasiones la inclusión en un mismo grupo de materiales diversos, con el fin de mostrar de forma global el comportamiento geotécnico de las distintas unidades cartografiadas, así como de facilitar el manejo de los datos disponibles, permitiendo definir con mayor facilidad la susceptibilidad de los materiales ante los riesgos geológico-geotécnicos de la zona considerada.

Como se ha comentado, esta agrupación se realiza a partir de las distintas unidades geológicas, según presenten características geotécnicas similares o no.

3. Geología regional

3.1. Encuadre geológico

La Zona de estudio de estudio se ubica geológicamente en la zona occidental de la Cordillera Bética, que representa el extremo más occidental del conjunto de cadenas alpinas europeas. Se trata, conjuntamente con la parte norte de la zona africana, de una región inestable, afectada por el Mesozoico y durante gran parte del Terciario por fenómenos tectónicos mayores y situados entre los grandes cratones europeo y africano.

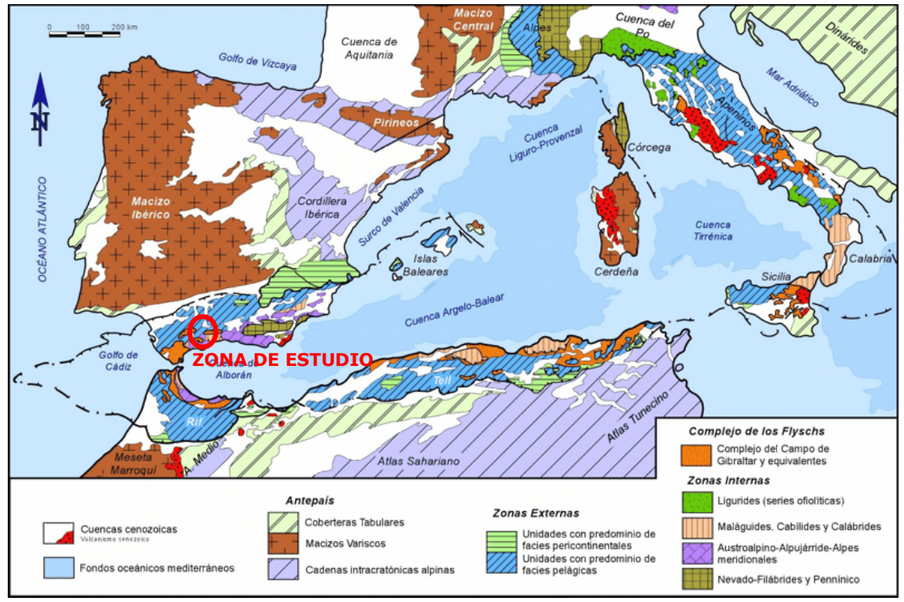


Gráfico 2. Mapa geológico del segmento occidental del Orógeno Alpino Perimediterráneo. Geología de España J.A. Vera.2004.

En la Cordillera Ibérica, se diferencia clásicamente tres grupos de unidades geológicas de rango mayor: el Complejo del Campo de Gibraltar y las Zonas Externas Béticas. Todas ellas están constituidas por complejos de unidades tectónicas alóctonas, esto es, formadas por terrenos ampliamente desplazados de su lugar de origen.

Con posterioridad a la fase principal de plegamiento que afectó a la cordillera Bética, (Mioceno-Plioceno) desaparecen los dominios paleogeográficos preexistentes, sobre los que se instalan nuevos ambientes de sedimentación. Las cuencas sedimentarias postorogénicas se configuran

en áreas deprimidas por subsidencia que quedan limitadas por relieves más altos sometidos a procesos de erosión.

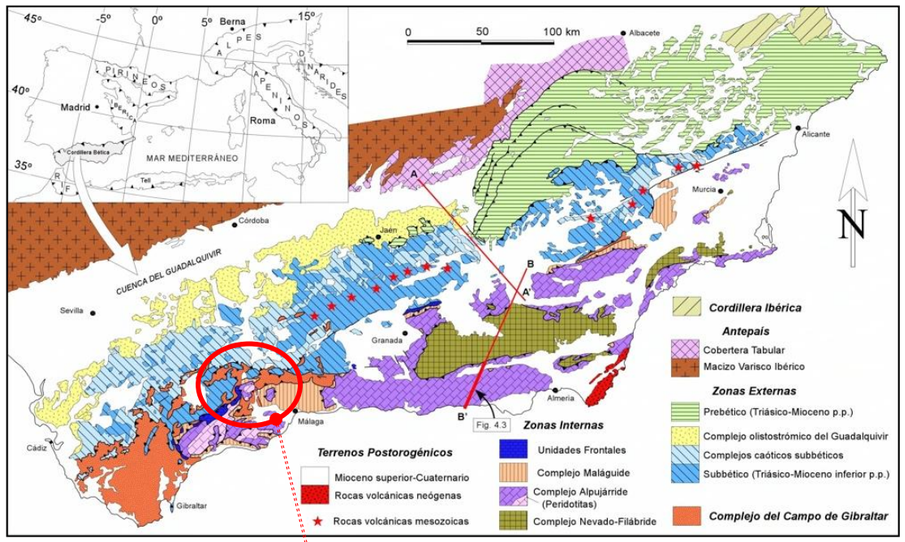


Gráfico 3. **Esquema geológico de la Cordillera Bética. Geología de España J.A. Vera.2004.**

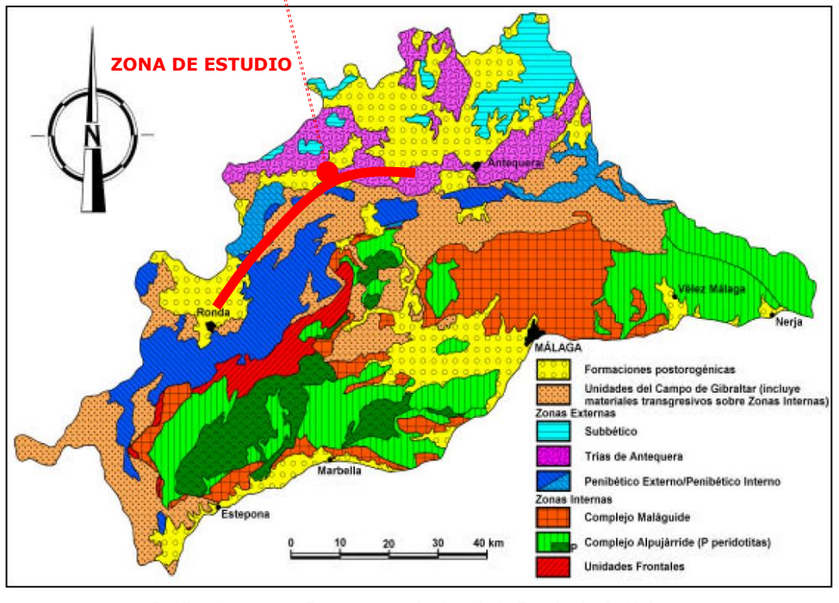


Gráfico 4. **Esquema geológico de la Provincia de Málaga.**

Siguiendo la descripción anterior, en la zona objeto de estudio podemos diferenciar las siguientes unidades estructurales:

Unidades de la Cordillera Bética

-. Zonas externas, situadas en el borde de la placa europea. Responden a un conjunto de materiales mesozoicos y terciarios de naturaleza sedimentaria margosos-carbonatada, depositados en una cuenca marina de tipo geosinclinal y estructurados posteriormente en mantos de corrimiento, con tectónica de cobertera, bien diferenciada del zócalo paleozoico, no aflorante.

Se divide en dos grandes dominios tectoestratigráficos: el Prebético (no aparece en la zona de estudio) y el Subbético. Ambos están formados por sucesiones de rocas sedimentarias de edad Triásico a Mioceno, fuertemente deformadas, pero poco o nada afectadas por metamorfismo alpino, porque en ellas, la deformación tuvo lugar esencialmente en los niveles superficiales de la corteza.

El Subbético presenta una estructura interna constituida por unidades tectónicas intensamente deformadas y largamente alóctonas. En amplios sectores estas unidades han perdido su coherencia interna y han sido transformadas en masas caóticas brechificadas denominadas Complejos Caóticos Subbéticos.

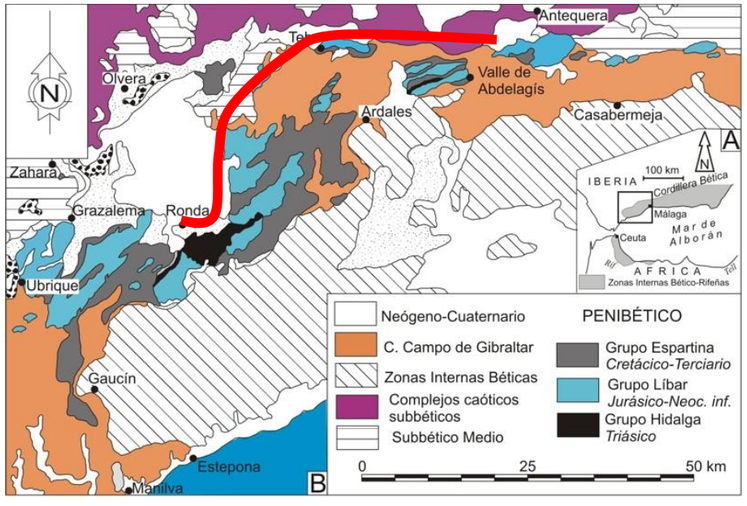


Gráfico 5. **Distribución de afloramientos de las Zona Externas en la zona de estudio. Geología de España, J.A. Vera.**

Donde se diferencia.

- Cenozoico (Neógeno): lutitas, margas blancas, calcarenitas, biocalcarenitas, calizas (arrecifales), limos, areniscas, arenas, conglomerados, bloques y cantos resedimentados, arcillas rojas y yesos.

- Cretácico: alternancia de calizas tableadas, calizas margosas, margas y margocalizas blancas y rojas, areniscas calcáreas y lutitas.

- Jurásico: calizas, calizas margosas, margocalizas, calizas detríticas y margas con radiolarios.

- Triásico, arcillas y areniscas de colores abigarrados, predominantemente rojos, verdes y amarillentos, entre los que se intercalan cuerpos estratiformes o irregulares de yeso (facies Keuper)

- Unidades alóctonas, Campo de Gibraltar, situadas en principio entre las Zonas externas Ibéricas y africanas, y a partir del Eoceno fue invadido por la zona interna.

Las unidades de este complejo están formadas por coberteras sedimentarias ceno-mesozoicas, despegadas de su sustrato original y no afectados por metamorfismo alpino. En este caso, el sustrato estuvo formado, probablemente, por corteza oceánica o por corteza continental muy adelgazada, generada durante el Mesozoico entre las Zonas Internas y las Zonas Externas y que desapareció por subducción. Desde el Jurásico medio-superior al Mioceno Inferior, sobre ese sustrato se depositaron sedimentos de facies marinas muy profundas, arcillas, margas y sobre todo turbiditas, facies flysch, principalmente siliciclásticas durante el Cretácico Inferior y, especialmente, en el Oligoceno superior-Mioceno inferior.

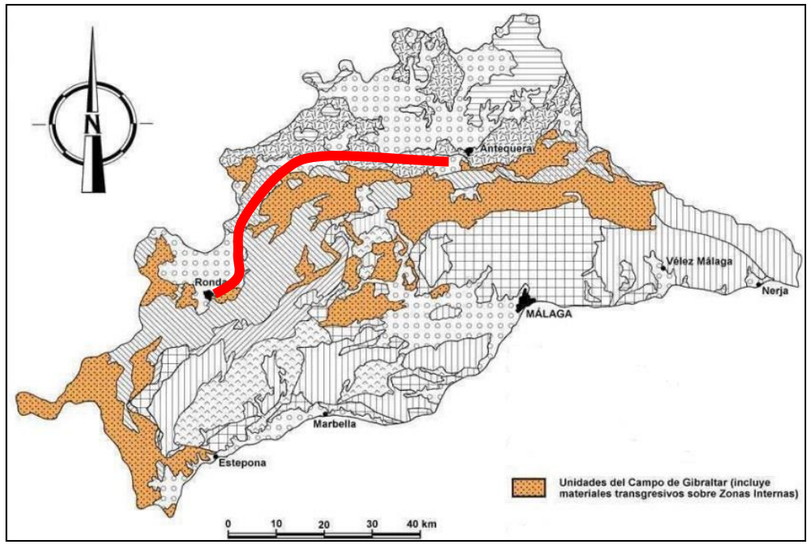


Gráfico 6. Distribución de afloramientos de las Unidades Alóctonas, Campo de Gibraltar, en la zona de estudio. Geología de la Provincia de Málaga, F. Serrano Lozano y A. Guerra Marchán.

Donde se diferencia.

- Cenozoico: arcillas, areniscas y margas. “Arcillas con bloques”

Cuencas postorogénicas cenozoicas continentales

Se originan en una etapa geodinámica en la que se produce la sedimentación neógena coincide con la Etapa Neotéctonica, que abarca temporalmente desde el Mioceno superior al Cuaternario. Las directrices principales del orógeno ya han quedado configuradas, y la actividad tectónica está relacionada con los movimientos de acercamiento entre África e Iberia. En este contexto se desarrollan las Cuencas Postorogénicas, que se sitúan indiferentemente sobre las Zonas Internas, las Zonas externas o el contacto entre ambas.

En la zona de estudio se localizan la cuenca de Ronda (donde llegan a depositarse hasta 1.000 m de espesor de sedimentos), la depresión de Antequera y una estrecha cuenca coincidente con el actual valle del Bajo Guadalhorce.

Todas estas cuencas estaban rodeadas de altos relieves que suministraban abundante material detrítico. Los depósitos son de tipo molasa, con predominio de brechas, conglomerados y arenas frecuentemente calcáreas en los bordes de las cuencas, mientras que en las áreas alejadas de

los bordes o de las entradas de detríticos predominan sedimentos más finos, tales como margas y limos arenosos.

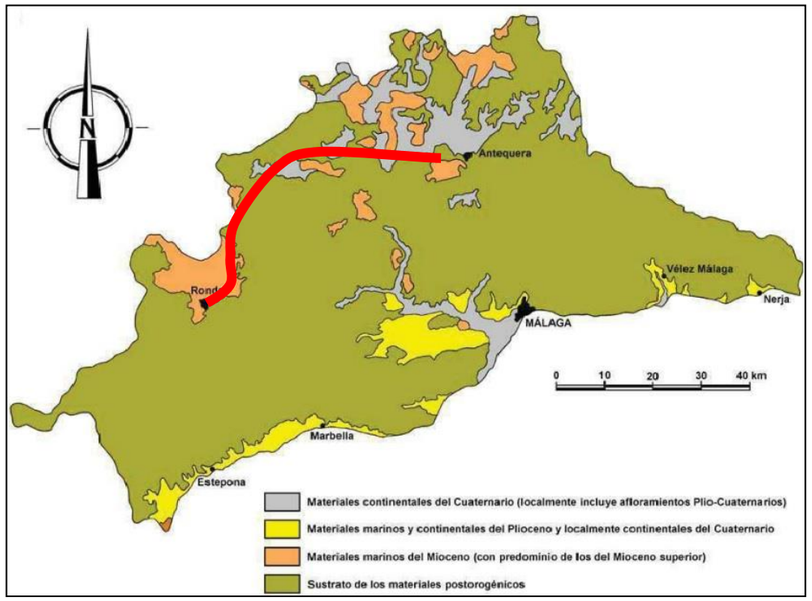


Gráfico 7. Localización de las cuencas postorogénicas (Neógeno-Cuaternario) en la zona de estudio. Geología de la Provincia de Málaga, F. Serrano Lozano y A. Guerra Marchán.

Donde se diferencia.

- Neógeno: conglomerados, areniscas, lutitas, calizas, margas y yesos.

Cuaternario

Durante el Cuaternario, las antiguas cuencas miocenas y pliocenas siguen siendo receptoras de sedimentos.

En los bordes de estas cuencas, al pie de las montañas, se desarrollan abanicos aluviales que con frecuencia contactan entre sí y se anastomosan hasta generar superficies de glacis. Los sedimentos que componen los abanicos aluviales son generalmente de brechas y conglomerados de cantos arrastrados por los arroyos y torrenteras desde zonas más altas de las montañas (debris flow).

Hacia el centro de las cuencas se acumulan espesores variables de gravas y arenas en las llanuras aluviales, que con los cambios del nivel de base de los ríos van a generar las terrazas fluviales. Los mayores espesores de depósitos cuaternarios se alcanzan en la cuenca de Málaga donde se registran varias decenas de metros.

En las laderas de las sierras de rocas marmóreas y calizas de las unidades alpujárrides y rondaides se llegan a desarrollar formaciones de travertinos, relacionados con los manantiales de aguas con altos contenidos en carbonatos, tras haber circulado por las redes kársticas de estas sierras.

También merece destacarse los rellenos detríticos y espeleotémicos de algunas cavidades kársticas.

- Cuaternario: conglomerados, areniscas, gravas, arenas, limos y arcillas.

4. Geología de la zona de estudio

En este apartado se realiza un análisis de las características geológicas de los distintos tipos de materiales que componen las formaciones aflorantes en los dominios litoestratigráficos presentes en la zona de estudio y que tienen representación en la cartografía geológica consultada para este estudio.

4.1. Estratigrafía

La zona de estudio se localiza entre las localidades de Bobadilla, Campillos y Ronda. Ésta representada por terrenos de origen sedimentario, de edades muy diversas, desde el mesozoico hasta depósitos actuales.

Como se ha indicado con anterioridad la estratigrafía de estos materiales se dará sistematizada según las grandes unidades estructurales.

4.1.1. Zonas Externas. Subbética

Complejos Subbéticos Caóticos

Se caracteriza por un predominio de las áreas con estructura interna caótica, donde domina el Triásico de facies Keuper, que incluyen bloques de material post-triásico, algunos del Mioceno medio constituido mayoritariamente por margas y margocalizas, lo que indica la edad de esta estructura caótica.

Se localiza al norte de la zona de estudio, y se localiza en las hojas geológicas 1.022, Campillos, y 1.023, Antequera.

Penibético

Representada por terrenos de la cobertera de edad postpaleozoica. Estos terrenos comprenden desde el Trías hasta el Mioceno Inferior y tienen facies casi exclusivamente marinas. Está constituido por tres grupos de unidades litoestratigráficas:

Grupo Hidalga. Triásico.

En general, en la zona no afloran más que términos del Trías Medio y/o Superior, son propias del tipo «germano-andaluz», presentan un notable desarrollo de los materiales detríticos finos (arcillas, margas, etc.) y de evaporitas con respecto a rocas carbonatadas, así como potencias considerables.

Facies Muschelkalk.

Las facies Muschelkalk, aparecen restringidas a las inmediaciones de Ronda se componen por dos formaciones, una es roca mientras que la otra presenta un comportamiento tipo suelo:

- Dolomías, calizas dolomíticas y calizas margosas.
- Arcillas versicolores y limonitas.

Facies Keuper.

Las facies Keuper son más abundantes en la zona de Campillos. Se trata de arcillas y margas de variada coloración, grises, negruzcas, verdes, ocres y rojizas con yeso. El yeso puede aparecer de manera independiente formando niveles individualizados o bien diseminados entre las arcillas. Además, puede presentar una textura variada entre fibrosos, alabastrinos, sacaroideos etc.…

De manera general se puede indicar que sus tramos inferiores son dominantemente yesíferos con arcillas y tonos ocres y en los superiores predominan los colores rojizos siendo menos frecuentes las intercalaciones evaporíticas.

Como es habitual en el Trías de la zona subbética son frecuentes los asomos de ofitas.

Este Grupo se localiza principalmente al S-SE de Ronda apareciendo en la hoja geológica nº 1.051, Ronda.

Grupo Líbar. Jurásico

Constituyen los materiales que conforman la transversal de Ronda, donde se distingue tres tramos:

- Calizas nodulosas bien estratificadas, bastante fosilíferas (de 80 a 120 m).
- Calizas, bastante generalmente oolíticas, con estratificación un tanto confusa, dolomitizadas localmente (de 100 a 250 m).
- Calizas, más o menos dolomitizadas hacia la base; más puras hacia arriba, con episodios brechoides, pseudoolíticos y oolíticos (de 100 a 160 m).

Se localiza en las hojas 1.037, Teba y 1.051, Ronda, formando una alineación de dirección NE-SO.

Grupo Espartina. Cretácico - Terciario

En la zona subbética, el Cretáceo presenta unas características litoestratigráficas mucho más uniformes que el Jurásico. Y, sobre todo, la uniformidad es casi total en el Cretáceo Superior.

En el dominio más externo del Subbético propiamente dicho, el Cretáceo Inferior está constituido fundamentalmente por margocalizas micríticas de color gris claro. Puede alcanzar en algunos puntos unos 400 m.

El Cretáceo Superior presenta Capas rojas de Rosalinas, se trata, de margocalizas y margas en lechos alternantes de grosor de centimétrico a decimétrico, la coloración rojo salmón característica no es, sin embargo, homogénea: existen también bastantes lechos calizos y margosos de color blanco.

El terciario está constituido sobre todo por margas y calizas, en bancos delgados y alternantes. Las calizas. en muchos sectores son calcarenitas y presentan grano clasificación, relieves en la base de sus capas y otras características propias de Flysch, en este caso de un Flysch calcáreo. Presenta la misma alineación y distribución que el Grupo Líbar.

4.1.2. Unidades Alóctonas

Se encuentran agrupadas bajo la denominación Unidades del Campo de Gibraltar, presentando ciertas características estratigráficas comunes:

- Potencia relativamente escasa.
- Series que pueden comprender terrenos desde el Cretácico Inferior hasta el Mioceno Inferior.
- Representación notable de formaciones de tipo Flysch.

La estratigrafía de esta unidad queda sintetizada en:

- Margas y calizas grises, con algunas calizas margosas. Cretáceo Medio.
- Margas abigarradas, menos frecuentemente azuladas. Contienen también algunas intercalaciones de conglomerados y areniscas. Senoniense.
- Margas y arcillas rojas y verdes, con intercalaciones relativamente numerosas de bancos poco potentes de areniscas, conglomerados y, también, calizas organógenas. Eoceno.
- Margas y arcillas grises, rojas, verdes, azuladas y abigarradas. Oligoceno.

Aparece representada en todas las hojas geológicas de zona de estudio, excepto en la nº 1023, Antequera.

4.1.3. Cuencas Postorogénicas

Mioceno Superior

Reposa transgresiva e indistintamente sobre cualquier otro de los de edad más antigua y sobre cualquiera de las unidades tectónicas béticas. En conjunto, los materiales del Mioceno Superior pueden ser considerados como una formación de tipo molásico. Las facies predominantes son marinas de poca profundidad y, en ocasiones, litorales. En general la serie estratigráfica de base a techo es:

- Margas arenosas, azuladas y/o amarillentas.
- Conglomerados (ordinariamente poligénicos).
- Areniscas.
- Limolitas.
- Calizas con alto contenido de material detrítico.

Pleistoceno

Representado en el valle inferior del Guadalhorce, Hoya de Málaga, constituido esencialmente por margas y limos de facies marinas, de tonos azulados muy predominantes. Junto a los bordes montañosos de la Hoya de Málaga, las margas y limos indentan y pasan lateralmente en poco trecho a areniscas y hasta conglomerados.

4.1.4. Cuaternario

Pleistoceno

Corresponden a depósitos asociados a dinámica fluvial y gravitacional, así como depósitos lacustres. A continuación, se señalan las diferentes unidades geológicas definidas en el área de estudio:

- Travertinos y calizas tobáceas.
- Costra. Caliza brechoidea.
- Terraza aluvial. Gravas.
- Glacis. Conglomerados, arenas y limos.
- Coluvión. Cantos y arcillas, localmente encostrados.
- Abanico aluvial. Cantos, arcillas, limos, arenas y conglomerados.

Holoceno

Al igual que los materiales del Pleistoceno se trata de depósitos asociados a dinámica fluvial y gravitacional, así como depósitos lacustres. A continuación, se indican las diferentes unidades geológicas definidas en el área de estudio:

- Coluvión. Bloques, cantos, arenas y arcillas.
- Coladas de derrubios y solifluxión de terrenos blandos.
- Cono de deyección. Gravas, arenas y arcillas.
- Travertinos – Tobas calcáreas.
- Cubetas de descalcificación – Terra Rossa.
- Canchales, bloques calizos a base de laderas
- Piedemonte, gravas, arenas, limos y arcillas, en ocasiones trabadas por costras calcáreas.
- Aluvial. Gravas, arenas, limos y arcillas.
- Fondos de valle. Gravas, arenas y limos.
- Llanura de inundación. Limos y cantos dispersos.
- Eluvial. Arcillas y margas limosas con cantos poligénicos.

4.2. Tectónica.

Las cordilleras Béticas junto a la cordillera del Rif, en el Norte de África forman el segmento más occidental del orógeno alpino mediterráneo. Estas dos cordilleras están separadas por la cuenca neógena de Alborán y forman el arco orogénico (arco de Gibraltar) más cerrado de los orógenos alpinos.

Comenzó a formarse en el Mioceno, como resultado de la convergencia NO-SE entre las placas africana y euroasiática y el empuje hacia el oeste de la placa de Alborán.

Constituyen todos los relieves montañosos que se encuentran en el sur de la península ibérica, y que se extienden desde el golfo de Cádiz hasta el litoral de Alicante y las islas Baleares. Tienen una longitud de unos 620 km con su máxima altitud en el pico Mulhacén de 3.478 m. Su levantamiento se produjo durante la orogenia alpina. Esta afectada por una compresión NO-SE (vector de acercamiento de 4,5 mm/año cerca de Gibraltar) a NNO-SSE junto a otra dirección de esfuerzos extensional NE-SO a ENE-OSO. Las estructuras generadas por el acercamiento son compresivas, cabalgamientos y fallas de desgarre asociados a un acortamiento N-S. La deformación compresiva alpina tiene una tasa de acortamiento entre el 10 y 20%. Tienen como antepaís al valle del Guadalquivir y el macizo Ibérico.

La cordillera se divide estructuralmente en dos zonas: Zonas Externas, subdivididas en los dominios Prebético, y Subbético y formadas por rocas mesozoicas (mayoritariamente rocas carbonáticas s.l.), y cenozoicas cabalgadas y plegadas sin presencia de metamorfismo.

Tanto las zonas internas (béticas), como las externas (subbéticas) se caracterizan por poseer estructuras en mantos de corrimiento. La estructura alpina del manto sería la propia de un manto de zócalo de tipo compresional, individualizado a favor de una fractura de superficie muy tendida.

Aflorante en la zona Externa, y no vinculada a la división Prebético-Subética, se extiende la Unidad Olistrostómica o Alóctona desde el golfo de Cádiz hasta Alicante. Es una megabrecha con una edad de 15-13 Ma con una estructura caótica. Tiene bloques de elementos variados de las series mesozoicas-paleógenas de la zona Externa con matriz muy plástica y de baja competencia. Los sedimentos triásicos pelítico-yesíferos crearon niveles de despegue bajo las unidades jurásico-cretácicas y cenozoicas en los primeros estadios de la compresión y facilitaron el carácter alóctono de la cobertera. Hay desde arenas a grandes bloques hectométricos estructurados caóticamente. La matriz son sedimentos pelítico-yesíferos con otros margosos que facilitan la movilidad a través de flujos densos

Las Zonas Internas colisionan oblicuamente con las Externas durante el Mioceno. Ocupan la posición más meridional de la cordillera limitando con el mar de Alborán. Se extienden desde Estepona (Málaga) por el oeste, hasta el cabo de Santa Pola, entre Murcia y Alicante, por el este. Se dividen en tres dominios que cabalgaron unos sobre otros pero que posteriormente se transformaron en fallas de despegue extensional. De arriba a abajo son los complejos Maláguide, Alpujárride y Nevado Filábride. Están compuestas por materiales esencialmente metamórficos, con un metamorfismo alpino plurifacial, cuyo origen está relacionado con la migración de la microplaca de Alborán, localizada más al este. Todas las zonas están compuestas por numerosas unidades alóctonas cuyo grado de aloctonía decrece hacia el norte. Entre las zonas Externas y e Internas existía una franja de corteza oceánica sobre la que se depositaron materiales cretácicos y paleógenos originados en su mayoría por corrientes de turbidez -flysch- en medio marino. Constituyen actualmente el complejo del campo de Gibraltar, un conjunto de mantos de corrimiento y escamas superpuestos completamente desenraizados del Cretácico y Paleógeno situado en la zona del estrecho de Gibraltar y su entorno.

En la zona de estudio afloran dominios de las zonas Internas, el Maláguide, representado en los montes de Málaga, y el Alpujárride con unidades desde el paleozoico al Triásico superior. En la cuenca de Málaga existe una deformación tectónica difusa y los afloramientos más occidentales de las zonas Béticas Internas, limitados por la falla de Gaucín. Asociado con las unidades alpujárrides hay grandes masas peridotíticas de edad Jurásica-Mioceno inferior que forman afloramientos extensos en sierra Aguas, además de otros afloramientos menores en la sierra de Cártama. Las rocas metamórficas asociadas a las peridotitas afloran mayoritariamente en la serranía de Ronda.

El Complejo del Campo de Gibraltar aflora extensamente en la parte de Gibraltar-Barbate hacia el norte y su entorno hacia Málaga. Es una sucesión cretácica-terciaria alóctona de la corteza continental del surco de los flysch béticos. Se sitúa estructuralmente sobre las Zonas Externas y están recubiertos por las Zonas Internas. Son depósitos que fueron arrastrados como un prisma de acreción entre las placas Ibérica y Alborán que se desplazaron a los márgenes para aflorar más tarde en superficie, en estructuras de láminas cabalgantes como se ven actualmente. Los relieves más acentuados forman la curvatura de arco de Gibraltar.

El tercio superior está ocupado por las estribaciones occidentales béticas de las zonas Externas con afloramientos triásicos, jurásicos y cretácicos sin una clara continuidad estructural que, hacia el norte, están rodeadas por las unidades alóctonas u olitostrómicas del Mioceno medio.

Estructuralmente, en la parte de las Béticas Internas destaca, además de la deformación en la zona de la cuenca de Málaga, la zona de cizalla de Torcal en la parte más interior de las zonas Externas y que es activa desde el Mioceno superior.

Aunque en origen todas las zonas deprimidas intramontanas estuvieron inundadas por el mar, progresivamente, conforme se elevaba la cordillera, el mar se fue retirando y algunas de ellas pasaron a ser cuencas endorreicas donde desembocaban ríos y se formaron importantes lagos. Así pues, podemos agrupar estas cuencas en función del tipo predominante de sedimentación que aflora: marinas o continentales. Son depresiones rellenas de sedimentos neógenos y cuaternarios (a veces de cientos metros de potencia), producto de la erosión de los relieves circundantes con régimen subsidente limitadas muchas de ellas por fallas activas, más o menos cerradas y separadas unas de otras que se intercalan entre las zonas Externas e Internas.

Después de la definitiva terminación de la estructura en mantos de corrimiento, en el resto del Mioceno Superior y hasta la actualidad, no ha sido objeto de deformaciones muy intensas. Ha sido afectada por pliegues laxos, de gran radio, y por fallas, así como por movimientos verticales de conjunto.

En relación con estos movimientos puede explicarse la transgresión pliocena, que han tenido una gran importancia desde el punto de vista morfogenético. Con este levantamiento la red

hidrográfica se ha ido encajando notablemente, durante el Plioceno y el Cuaternario. De este modo los paleo-relieves que habían sido fosilizados por el Mioceno Superior han quedado parcialmente exhumados y, en conjunto, los relieves montañosos de la región han renovado su energía.

4.2.1. Neotectónica

La Neotectónica consiste en el estudio de las estructuras tectónicas que se han formado o que muestran evidencias de actividad reciente.

Geodinámicamente, las Béticas están actualmente sometidas a esfuerzos compresivos en dirección NO-SE a NNO-SSE junto con extensión en dirección NE-SO a ENE-OSO, ambos acomodados por pliegues y fallas activas. La deformación en estas cordilleras varía de este a oeste. En la parte oriental, prevalece la convergencia NNO-SSE con estructuras activas asociadas que acomodan ese acortamiento, mientras que hacia el oeste se observan desplazamientos hacia el O y SO con respecto a la parte estable de Iberia, presentando un patrón de deformación complejo que incluye estructuras extensivas, transcurrentes y compresivas.

En las Béticas occidentales la deformación se reparte entre un estiramiento paralelo a las Béticas y un acortamiento en dirección aproximadamente perpendicular. La extensión se localiza en zonas con fallas normales como la cuenca de Ronda, la zona de falla normal de Ubrique y hacia el sur de la provincia de Cádiz. Sin embargo, muchas de las fallas activas en este sector no se conocen por no tener expresión en superficie. El régimen compresivo extraído de datos tectónicos y sísmicos es compatible con una compresión en dirección NO-SE consistente con los datos GPS. Esto indica que, a diferencia de lo que ocurre en el resto de las Béticas, la convergencia Eurasia-Nubia materializa

A continuación, se muestra la línea ferroviaria, marcada en azul, sobre un extracto del Mapa Neotectónico de España, e 1:1.000.000, tomada del visor cartográfico IGME-CSIC, donde se puede observar la evidencia movimientos relativamente recientes en las deformaciones desde el límite Mioceno Medio - Mioceno Superior hasta la actualidad.

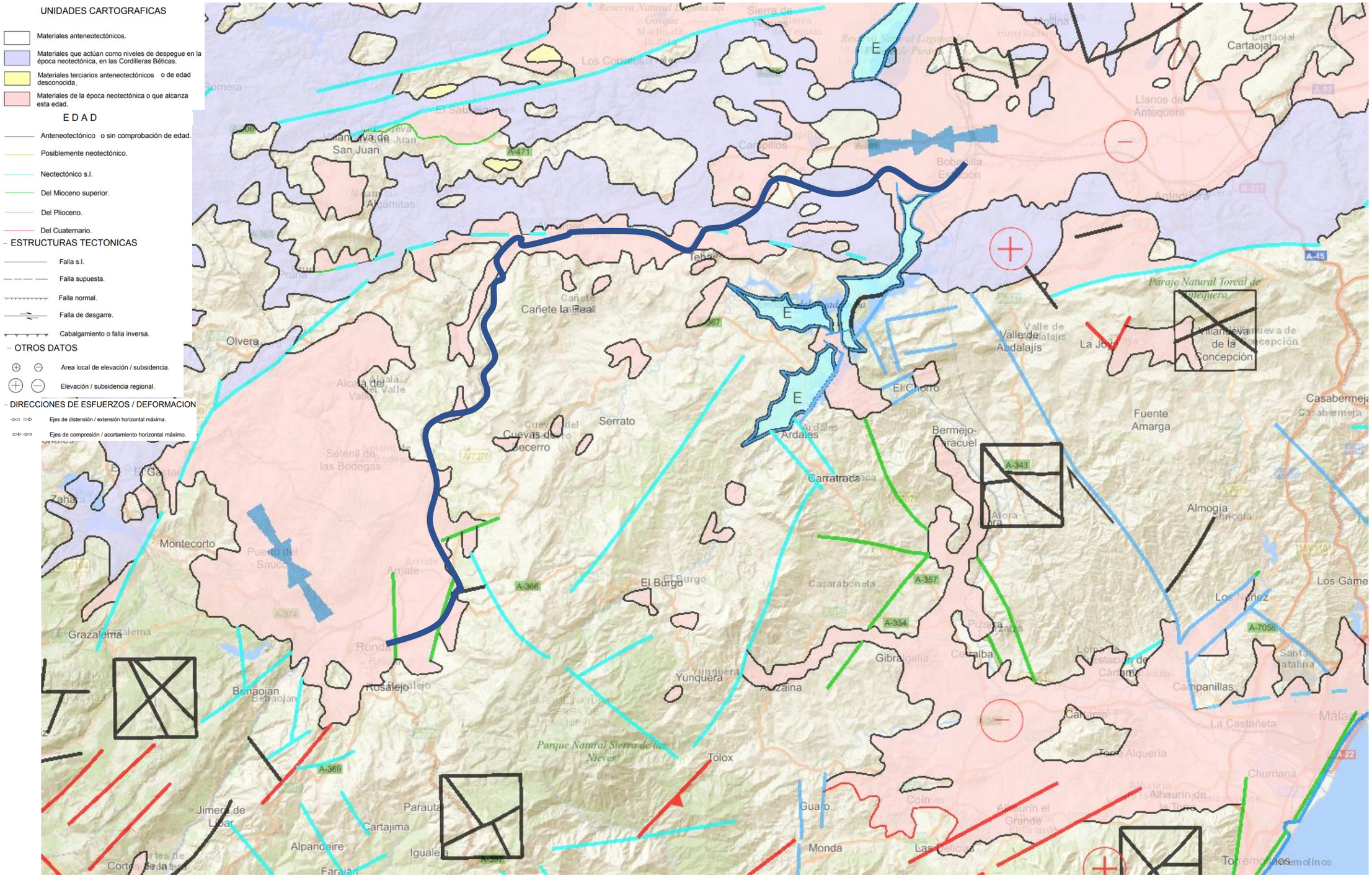


Gráfico 8. Mapa Neotectónico de la zona (Modificado del visor IGME-CSIC).

4.3. Geomorfología

4.3.1. Contexto regional

En la zona de estudio, destacan, los relieves de las sierras subbéticas, armados sobre materiales calcáreos de la Zona Externa de la Cordillera Bética. Son macizos angostos y alargados, con sistemas de pliegues estrechos y apretados, con flancos en los que los estratos presentan fuertes buzamientos. Están afectados por fallas longitudinales y transversales, provocadas por tectónica tardía, que "trocean" el conjunto y lo individualizan en macizos.

El paisaje geomorfológico se resuelve, en este ámbito, en una serie de macizos calcáreos desnudos, cuyas superficies están corroídas por karstificación policíclica, limitados por escarpes abruptos, ligados a flexiones a favor de fallas o cabalgamientos.

Las formas exteriores del karst se ofrecen en una amplia gama: campos de lapiaces, dolinas, poljes kilométricos, torcales, bogaces, cañones fluviokársticos, entre las más representativas. Correlativamente, existe gran riqueza de depósitos kársticos, tanto en el endokarst (depósitos detríticos, espeleotemas) como edificios travertínicos en el exterior.

En el Trías de la Zona Externa se han desarrollado sistemas kársticos debido a la presencia de materiales evaporíticos, asociados a las arcillas, margas, areniscas y calizas.

En los macizos montañosos, además parte de los sistemas kársticos, se han desarrollado morfologías de laderas, entre las que cabe destacar las cárcavas, las cicatrices consiguientes a los movimientos en masa, los taludes de derrubios y los piedemontes.

En las laderas con materiales de componente arcilloso, sedimentario o metamórfico (incluidas filitas), junto a las morfologías torrenciales, son frecuentes otras derivadas de deslizamientos en masa.

En los ámbitos ocupados por la sedimentación marina del Mioceno superior, la forma del relieve se ha elaborado por el encajamiento de elementos fluviales en la zona de Ronda, en la zona de Campillos, la erosión no es tan significativa, siendo una zona llana y de pendientes suaves; aunque pueden aparecer relieves monoclinales sobre calcarenitas.

Al pie de las montañas que bordean las antiguas cuencas miocenas y pliocenas se han desarrollado importantes piedemontes, configurados por numerosos abanicos aluviales que contactan entre sí y se entrecruzan formando superficies de piedemonte tipo glacis.

Mientras que, por su parte, los ríos más importantes han generado, con sus acarreos, sistemas de terrazas fluviales escalonadas en función del cambio de nivel de base y las fluctuaciones climáticas del Cuaternario.

4.3.2. Geomorfología de la zona de estudio

4.3.2.1. Sistema morfogenético Fluvio-Coluvial

Las formas de origen fluvio-coluvial son las generadas por procesos de erosión-acumulación causados por la red hidrográfica superficial y la arroyada en manto, dando lugar a morfologías en las que predominan las llanuras y los planos inclinados. Se agrupan en fisiografías de vegas y llanuras de inundación, terrazas y formas asociadas a coluvión.

Las vegas y llanuras de inundación ocupan estrechas franjas de terrenos vinculadas a los cursos medios y bajos de los principales ríos y sus afluentes, en entes caso el Almargen.

Las fisiografías de terrazas reflejan en su distribución la más reciente evolución del encajamiento de la red fluvial actual, en la zona presentan una escasa extensión.

Gráfico 9. Vista oblicua del sistema morfogenético Fluvio-Coluvial del río de Almargen, en la zona entre Teba a Almargen.

Las formas asociadas a aportes coluviales en la zona están representadas principalmente por piedemontes y conos de deyección, que abundan en las laderas de los relieves estructurales presentes en la zona de estudio. Estas formas están constituidas principalmente por depósitos finos que han sufrido un escaso transporte.

4.3.2.2. Sistema morfogenético Lacustre

Se trata de depresiones interiores que dan lugar a la concentración de aguas en zonas endorreicas y arreicas.

Gráfico 10. Vista oblicua del sistema morfogenético Lacustre en la zona próxima a Campillos - Bobadilla.

Se trata de zonas con escasa pendiente donde existen acumulaciones de agua, en las inmediaciones de la estación de Bobadilla y Campillos, se localiza la Laguna Salada y Laguna Dulce. Algo más al norte, fuera del ámbito de estudio, se localiza la laguna más extensa de Andalucía, Laguna Fuente de Piedra.

4.3.2.3. Sistema Kárstico-Denudativo

Se desarrolla, principalmente, sobre materiales carbonatados, tiene claramente una fuerte incidencia estructural, ya que afecta a materiales sometidos a plegamiento que han dado lugar a anticlinales, sinclinales, etc.

También está sometido a la actuación de los agentes de erosión externos que predominan en el sistema denudativo. No obstante, son los fenómenos de disolución de los carbonatos por las aguas superficiales y subterráneas las que caracterizan a este sistema.

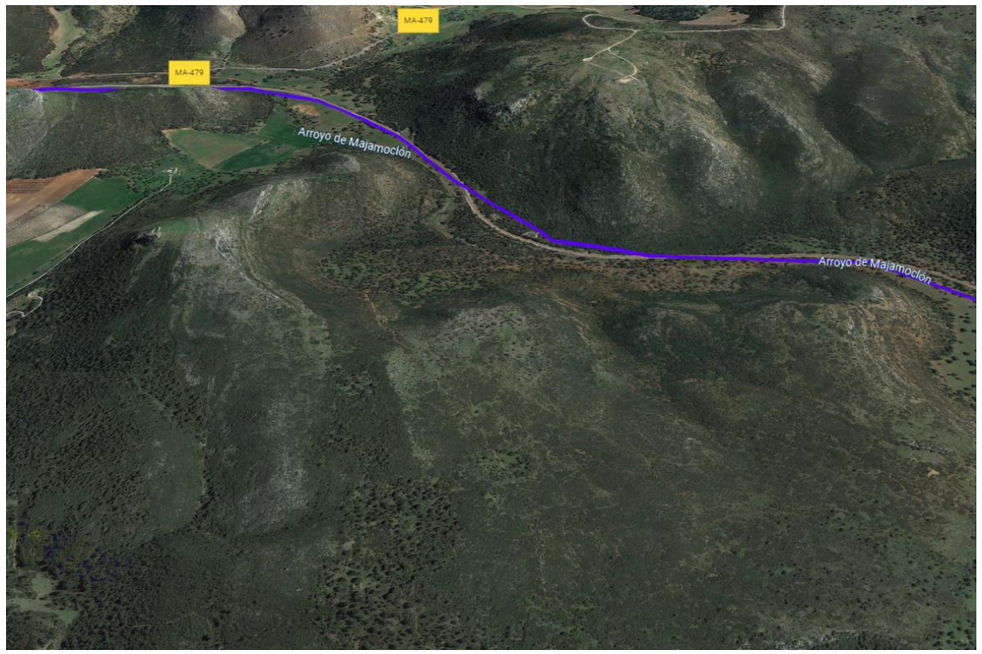


Gráfico 11. Vista oblicua del sistema morfogenético kárstico-denudativo en la zona situada entre las localidades de Cañete la Real y Alcalá del Valle.

Se han diferenciado dos grandes tipologías fisiográficas en función de la mayor o menor incidencia de la disolución kárstica.

- Modelado kárstico superficial, ampliamente representado en la zona de estudio, tanto sobre yeso, en la zona norte, como en caliza, dando lugar a relieve ruiniformes, travertinos, dolinas, poljes y lapiaces.

- Relieves estructurales sobre rocas carbonatadas, no afectadas por los procesos de karstificación, en general afectan sierras calizas.

4.3.2.4. Sistema estructural-denudativo

En este Sistema, son las formas generadas originalmente por el depósito de materiales consolidados, o por las estructuras de plegamiento.

En el primer caso aparecen relieves tabulares mono y aclinales que dan lugar a diversas morfologías, como las cuestas y sus frentes, entre las que destacan las de Ronda.

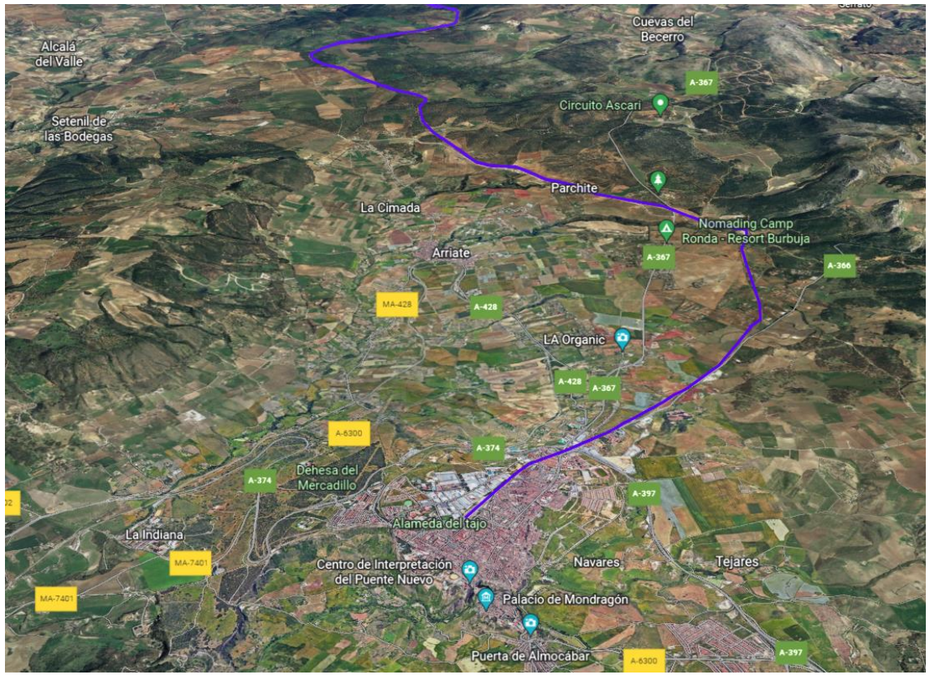


Gráfico 12. Vista oblicua del sistema morfogenético estructural denudativo materiales calcáreos, próxima a Ronda.

Las formas condicionadas por plegamiento han sido agrupadas en morfologías colinares, cerros o montañas en función de su relieve y éstas, a su vez, diferenciadas por la influencia que hayan podido sufrir de fenómenos endógenos o intrusivos.

Han sido agrupados también en este Sistema formas que no responden a una génesis estructural, aunque sí están condicionadas por ella, como son los cañones y barrancos, formas de origen denudativo que están presentes y afectan fundamentalmente a las formas estructurales. Estas formas atraviesan a favor de fallas o condicionadas por la pendiente y la red hidrográfica.

4.3.2.5. Sistema gravitacional-denudativo

En este sistema han sido incluidos dos tipos de fisiografías dominantes en las que su génesis se vincula a la acumulación de depósitos de gravedad en laderas (modelado de vertientes) o a coberteras detríticas ocasionadas o retocadas por arrastres masivos de materiales en condiciones de gran torrencialidad que dan lugar a la formación e incisión de las formas denominadas glacis.

Entre las formas vinculadas al modelado de vertientes se han identificado las que corresponden a la formación de derrubios de ladera, los deslizamientos de laderas y las formas generadas por la solifluxión afectan a muchas de las vertientes de materiales margo-arcillosos.

Gráfico 13. Vista oblicua del sistema morfogenético gravitacional denudativo próximo al PK 34 de la línea Bobadilla-Ronda.

Algunas de las elevaciones aparecen con sus bases tapizadas de suaves y prolongados planos inclinados llamados glacis de acumulación, más o menos erosionados.

Otros planos inclinados han sido generados sobre rocas blandas, y podrían responder a glacis desmantelados o a superficies derivadas de las condiciones originales de depósito de sus materiales.

4.4. Hidrogeología

La zona de estudio queda englobada dentro de las competencias de la Cuenca Mediterránea Andaluza, dependiente de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, anteriormente conocida como Confederación Hidrográfica del Sur del Júcar. No obstante, hay un pequeño sector localizado en la zona de Ronda y que corresponde a la cuenca hidrográfica Guadalete y Barbate, y del Guadalquivir.

4.4.1. Climatología

Su posición en el extremo occidental de la cuenca mediterránea le confiere las peculiaridades de esta zona, con su régimen de sequía estival; pero esta misma posición extrema, a pocos kilómetros del Atlántico, permite observar cómo se produce la transición entre el húmedo medio atlántico y el medio mediterráneo a lo largo de la propia provincia.

La configuración orográfica de la zona da lugar a contrastes pluviométricos que no sólo revelan destacadas diferencias en cuanto a volúmenes pluviométricos anuales o mensuales, sino también respuestas diferentes ante la circulación general atmosférica.

Como resultado, pueden llegar a identificarse cuatro áreas pluviométricas en la provincia de Málaga.

- Hiperhúmeda, donde las precipitaciones superan el promedio de los 1.500 mm/año. No afecta a la zona de estudio.

- Húmeda, presenta valores de precipitación usualmente superiores a 1.000 mm/año y abarca la mayor parte de la Serranía de Ronda.

- Subhúmeda, con valores entorno a los 700 mm/año ocuparía la orla norte de la Serranía de Ronda.

- Seca-Semiárida, con valores anuales en torno a 500 mm. Ésta se extiende por la mayor parte de la comarca de Antequera y el Valle del Guadalhorce.

Respecto al régimen intraanual, toda la provincia participa de la típica sequía estival, con variaciones en cuanto al predominio de la estación o estaciones lluviosas a lo largo del año.

A la hora de valorar las temperaturas deben tenerse en cuenta tres factores fundamentales: latitud, proximidad al mar y relieve. En las zonas interiores y, sobre todo cuando atendemos a zonas “cerradas” de interior (depresiones, mesetas), los valores extremos llegan a tomar características típicas de clima mediterráneo Continentalizado, superando usualmente los 40ºC (sobre todo en la depresión de Antequera) o bajando de los 0ºC con relativa frecuencia en invierno (caso de estaciones situadas en o entorno a la meseta rondeña).

Con respecto a los valores medios anuales, es de destacar una cierta homogeneidad en las temperaturas, con valores que oscilan entre los 17-19ºC de media anual de la mayor parte de la costa, y medias escasamente inferiores a los 14ºC en la Sierra de las Nieves.

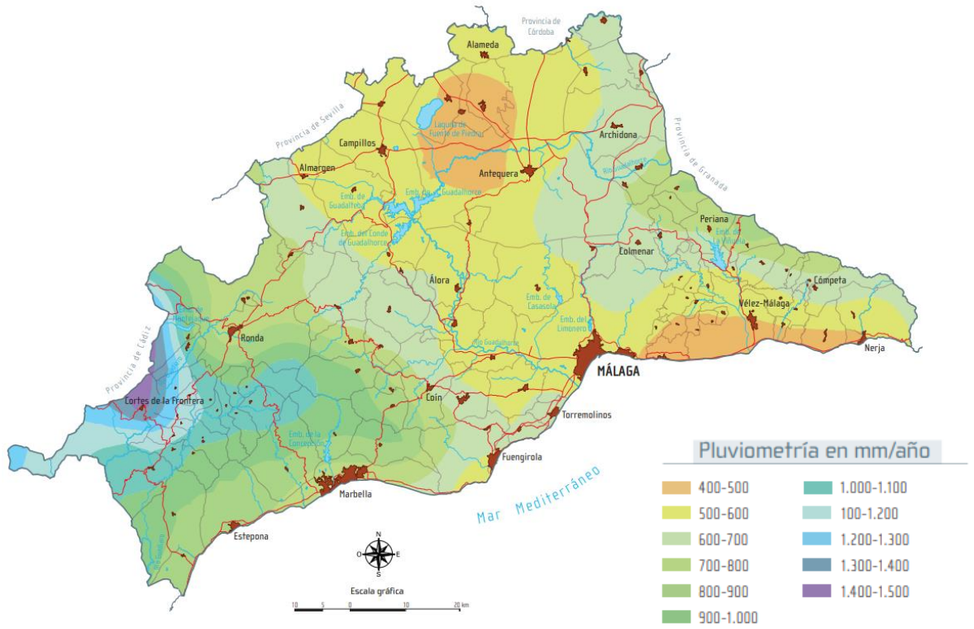


Gráfico 14. Mapa pluviométrico. Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga.

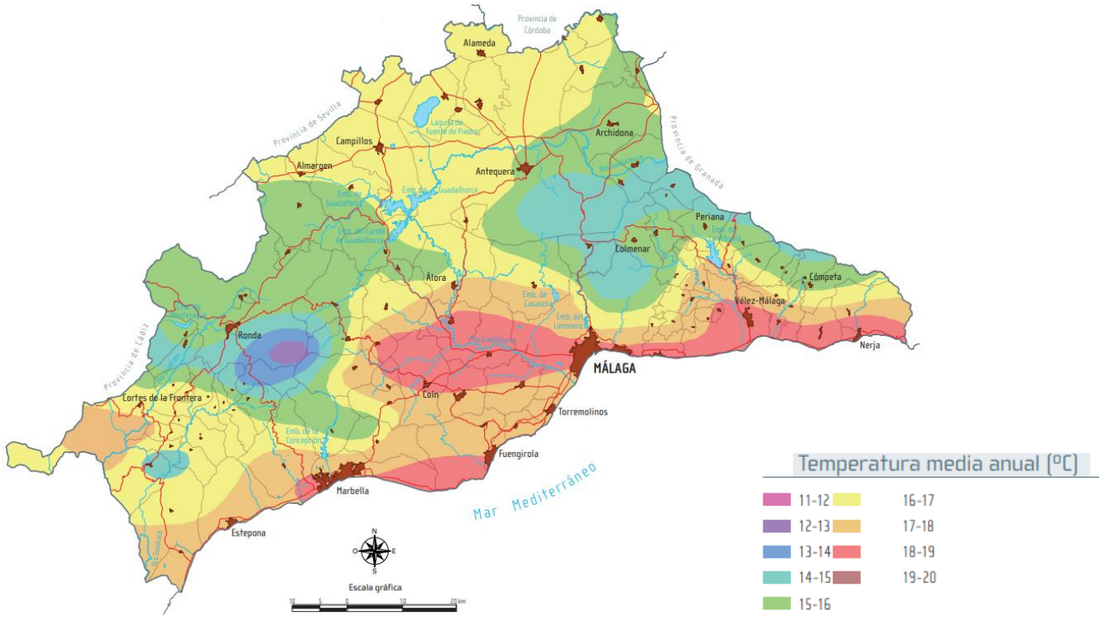


Gráfico 15. Mapa termométrico. Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga.

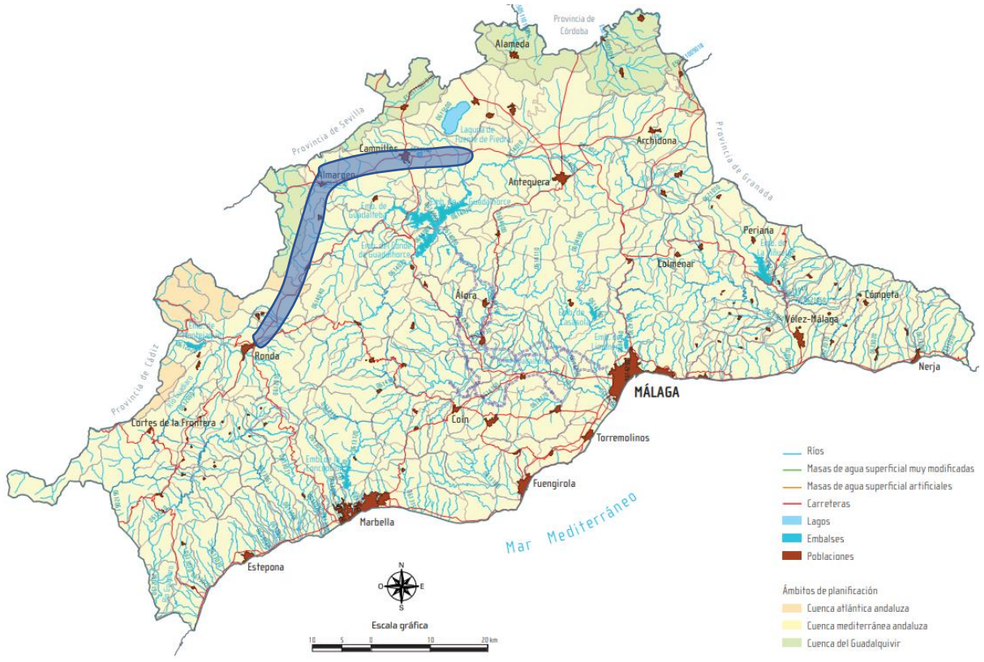


Gráfico 16. Principales masas de agua superficiales. Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga.

4.4.2. Hidrología superficial

La principal masa de agua superficial presente en la zona se encuentra en su zona norte asociada al río Guadalhorce y Guadalteba, y sus tributarios, que se reúnen en el sistema de embalses de Guadalhorce, Conde de Guadalhorce y Guadalteba. En la zona sur el principal cauce que afecta a la zona de estudio es el Guadario y sus tributaros. A continuación, se muestra en cuadro resumen las masas de agua afectadas de acuerdo con los criterios de caracterización establecidos en el Anexo II de la Cuenca Mediterránea Andaluza:

Código	Nombre	Categoría
0612010	Cabecera Guadiaro	Río
0612020	Gaduares	Río
0612030	Guadiaro Montejaque-Cortes	Río
0614010	Canal de la Laguna Herrera	Masa de agua muy modificada
0614022	La Villa	Río
0614040	Alto y Medio Guadalteba	Río
0614050	Medio Guadalhorce	Masa de agua muy modificada
0614500	Laguna Dulce	Lago

Tabla 2: Principales masas de agua afectadas en el área de estudio.

4.4.3. Hidrología subterránea

La Directiva Marco Europea del Agua (200/60/CE) ha supuesto, entre otras muchas cosas, un cambio en la concepción tradicional de “acuífero”, considerando que un acuífero es todo terreno capaz de suministrar 10 m3/día de agua o abastecer una población de más de 50 habitantes durante un año. Además, la Directiva Marco Europea no utiliza el término “unidad hidrogeológica”, sino el de “masa de agua subterránea” (MASb) para referirse a un acuífero o conjuntos de acuíferos que presentan continuidad hidrogeológica y características afines en cuanto a su estado cuantitativo y cualitativo. El Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM) llevó a cabo una definición de masas de agua en el año 2005, para el conjunto de España.

De esta manera se definen las masas de agua como “un volumen de aguas subterráneas claramente diferenciado en un acuífero o acuíferos”. Se considera acuífero “una o más capas de roca o de otros estratos geológicos que tienen la suficiente porosidad y permeabilidad para permitir un flujo significativo de aguas subterráneas o la extracción de cantidades significativas de éstas”.

En la zona de estudio las masas de agua subterránea están formadas por acuíferos de naturaleza detrítica, materiales detríticos cuaternarios y Miocenos, y carbonatada, calizas y dolomías.

A continuación, se presenta una figura, con las masas de agua afectadas por la línea ferroviaria:

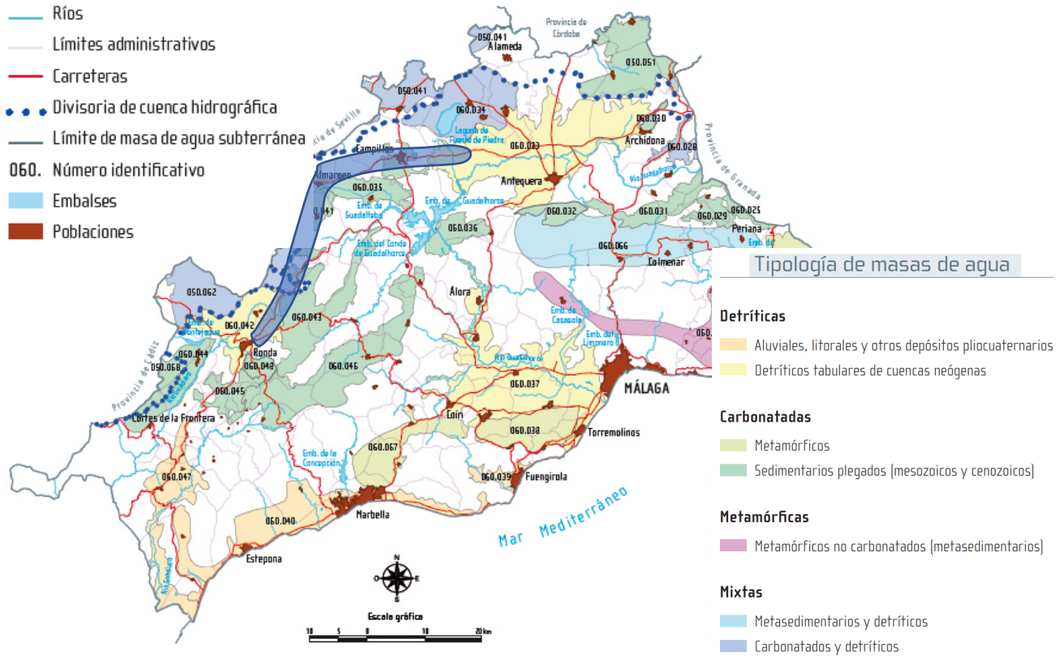


Gráfico 17. Principales MASb presentes en la zona de estudio. Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga.

A continuación, se describen de manera sucinta, las distintas masas de agua subterránea afectadas en la línea:

4.4.3.1. Masa de agua 060.033. Llanos de Antequera – Vega de Archidona.

Está situada en la Zona Externa de la Cordillera Bética, dentro del dominio Subbético. Los materiales más antiguos que afloran datan del Trías y están formados por una masa caótica arcilloso-margosa con niveles evaporíticos (yesos y sal), encima de los cuales hay dolomías y calizas del Jurásico Inferior. Encima de las arcillas con evaporitas triásicas, y de los materiales jurásicos (cuando existen), afloran, discordantes, depósitos neógenos y cuaternarios. Los materiales miocenos son calcarenitas, arenas, margas y conglomerados, con un espesor superior a 100 m en algunos casos. Los sedimentos cuaternarios son los que más afloran en la región y, dentro de ellos, se pueden diferenciar dos conjuntos. Uno tiene menos de 100 m de espesor y está formado por cantos rodados, arenas, arcillas y limos, todos ellos depósitos aluviales recientes y terrazas fluviales del Río Guadalhorce. El otro conjunto de materiales cuaternarios tiene una potencia bastante reducida y está formado por arenas, arcillas y cantos, a veces cementados, depositados en los pies de monte y abanicos aluviales.

La masa de agua de los Llanos de Antequera-Vega de Archidona está formada por los materiales miocenos, pliocenos y cuaternarios antes descritos, permeables por porosidad intergranular (acuíferos detríticos). Los límites norte, sur y oeste y la mayor parte del sustrato de la masa de agua están constituidos por las arcillas con evaporitas del Trías, aunque en el borde noreste afloran formaciones margosas de baja permeabilidad del Jurásico medio-superior, Cretácico y Paleógeno. El perímetro de la masa de agua subterránea delimita una superficie de 375 km2, de los cuales 275 corresponden a afloramientos de materiales permeables neógeno-cuaternarios.

En los Llanos de Antequera, el espesor de estos materiales varía entre 15 m, en el sector de Bobadilla, cerca del cauce del río Guadalhorce. Los depósitos aluviales cuaternarios, a su vez, están en continuidad hidrogeológica con las calcarenitas del Mioceno, cuando éstas se encuentran lateralmente o en profundidad, como ocurre en el sector de Bobadilla.

En el acuífero de los Llanos de Antequera-Vega de Archidona, la superficie piezométrica muestra la existencia de un flujo general del agua subterránea, desde el este hacia el oeste, de acuerdo con el sentido de flujo del Río Guadalhorce. Ahora bien, no puede descartarse que, en periodos húmedos, se pueda dar el proceso inverso, es decir, una descarga de agua desde el río al acuífero. La profundidad del nivel piezométrico suele variar entre 10 y 20 m. La evolución temporal del nivel freático en el acuífero de los Llanos de Antequera está condicionada por las variaciones estacionales y plurianuales de las precipitaciones.

Los recursos hídricos del acuífero Llanos de Antequera-Vega de Archidona son del orden de 45 hm3.

La principal entrada corresponde a la infiltración del agua de lluvia.

Presenta una calidad química inapropiada para el abastecimiento público, por su elevada mineralización y dureza y por sus altos contenidos en nitratos. La composición química del agua

mantiene una estrecha relación con la naturaleza del sustrato. Así, la facies hidroquímica dominante es la sulfatada cálcica, lo que revela una clara influencia de los materiales evaporíticos del Trías. En algunos sectores, donde el sustrato es también triásico, el ion más abundante es el cloruro, lo cual denota la existencia de sal (halita). Sin embargo, donde las calcarenitas del Mioceno están debajo del aluvial cuaternario, la calidad del agua es mejor y la facies es bicarbonatada cálcica.

Dado que los materiales permeables afloran en superficie (acuíferos libres) y que el nivel piezométrico se encuentra a poca profundidad, se puede afirmar que esta masa de agua subterránea muestra un grado significativo de vulnerabilidad a la contaminación.

4.4.3.2. Masa de agua 060.035, Sierra de Teba-Almargen-Campillos

Formada por rocas carbonatadas jurásicas de las Sierras de Teba y Peñarrubia, los materiales miocenos del norte de Teba y los depósitos cuaternarios de los Llanos de Almargen y de Campillos. La fractura existente entre los relieves de Teba y Peñarrubia no debe impedir el flujo subterráneo entre ambas sierras. El límite meridional de la masa de agua viene definido por los materiales de baja permeabilidad del Cretácico y Terciario y, como límite septentrional, se ha considerado el contacto de los materiales miocenos y cuaternarios con el Trías de facies germano-andaluza.

Las calizas se encuentran bastante karstificadas y presentan formas tanto exo como endokársticas. Las formas exokársticas dominantes son los lapiaces y alguna dolina aislada desarrolladas a favor de las fracturas.

Presenta una porosidad primaria muy baja, mientras que la porosidad secundaria es más importante y se origina por fracturación y karstificación. Se trata de un acuífero libre, está cubierto por los depósitos detríticos del Mioceno Superior. La transmisividad del acuífero carbonatado varía entre 500 y 10.000 m2/día y el coeficiente de almacenamiento es del orden de 1-2%; en zonas próximas a las surgencias, alcanza valores del 4 al 8%. La transmisividad de los materiales del Mioceno está comprendida entre 50 y 2000 m2/día y su coeficiente de almacenamiento es del orden del 1%, se trata de acuíferos por porosidad intergranular cuya alimentación se produce por la infiltración del agua de lluvia y de la escorrentía superficial y por aportación desde acuíferos adyacentes. La descarga se realiza a través de manantiales, generalmente de escaso caudal, y mediante drenaje difuso hacia los cursos de agua o hacia el acuífero carbonatado jurásico.

La alimentación del acuífero se produce por la infiltración del agua de lluvia sobre sus afloramientos, favorecida por las formas kársticas, y por infiltración desde el Río de la Venta, lo que supone un total de 2,2 hm3/año de entradas.

La descarga tiene lugar, de modo natural, por el manantial de Torrox, y el caudal restante circula por el Río de la Venta hacia el embalse del Guadalteba. La descarga del acuífero también se produce mediante bombeos. Las salidas del acuífero son del orden de 3 hm3/año, cifra ésta superior a las entradas sobre el afloramiento permeable, lo cual hace pensar en la existencia de aportación subterránea desde otros acuíferos adyacentes.

Las facies hidroquímicas predominantes en el acuífero carbonatado son bicarbonatadas cálcicas.

La masa de agua subterránea está sometida de distintas presiones originadas por fuentes de contaminación, tanto puntuales como difusas: vertidos de aguas residuales urbanas, de industrias y de purines procedentes de las explotaciones ganaderas, junto con una importante actividad agrícola.

4.4.3.3. Masa de agua 060.041 – 050.062. Sierra de Cañete – Setenil Montecorto

En el sector central afloran dolomías y calizas jurásicas, margas cretácicas y materiales detrítico-arcillosos del Oligoceno-Mioceno, atribuidos al Penibético. Sobre los materiales anteriores y hacia los flancos de la sierra, especialmente el occidental, se encuentran arcillas triásicas, dolomías y calizas jurásicas del Subbético que constituyen la mayor parte de la sierra. El Flysch del Campo de Gibraltar está pinzado entre las dos unidades geológicas antes descritas y, además, rodea los relieves carbonatados; está formado por una matriz de arcillas rojas y verdes en cuyo interior existen afloramientos rocosos de diferente tamaño y naturaleza. El Terciario postorogénico está constituido por calcarenitas, conglomerados y margas del Mioceno Superior que afloran en los bordes sur y occidental. Los depósitos cuaternarios (aluviales, formaciones de ladera y travertinos) ocupan también sectores marginales de la sierra.

La estructura geológica que presenta la Sierra de Cañete es un antiforme de dos unidades tectónicas separadas por materiales del Flysch del Campo de Gibraltar.

El conjunto de rocas carbonatadas jurásicas que afloran en la Sierra de Cañete es permeables por fisuración y karstificación y constituyen acuíferos. También presentan carácter acuífero las formaciones recientes del Terciario y del Cuaternario que hay sobre las rocas carbonatadas de la unidad tectónica superior, con las cuales están en continuidad hidrogeológica, y adquieren desarrollo e importancia en algunos sectores del borde de la sierra. La superficie total de materiales acuíferos es de 55 km2.

Como formaciones de baja permeabilidad, que pueden originar barreras hidrogeológicas, cabe destacar las arcillas del Trías, los materiales margosos cretácicos del Penibético y las arcillas del Flysch. El sustrato triásico de la unidad superior constituye un elemento adicional de separación hidrogeológica entre las formaciones carbonatadas de ambas unidades y, en el extremo sureste de la estructura, contribuye también a definir el límite de los materiales acuíferos.

La característica hidrogeológica fundamental de la Sierra de Cañete es la fragmentación de los afloramientos de rocas carbonatadas del Jurásico, debido a la estructura geológica y a la tectónica, en varios compartimentos de complejas interrelaciones. En el flanco occidental de la sierra, mucho más desarrollado y tectónicamente menos complejo que el oriental, se han definido los tres compartimentos más extensos: Almargen, La Atalaya y Alcalá del Valle. De ellos, la mayor parte del de Almargen y un pequeño sector del de La Atalaya quedan integrados en la denominada masa de agua subterránea Sierra de Cañete Sur.

Los recursos hídricos de la Sierra de Cañete proceden exclusivamente de la infiltración de las precipitaciones y ascienden a un total de 14,1 hm3/año. Por lo que respecta a las salidas controlables son de 7,9 hm3/año, 5 hm3/año corresponden a manantiales y 2,9 hm3/año a extracciones por bombeo.

En relación con las características hidroquímicas de las aguas, la mayor parte son de facies bicarbonatadas cálcicas, en menor proporción bicarbonatadas cálcicomagnésicas y, excepcionalmente, magnésico-cálcicas.

Es altamente vulnerable a la contaminación asociado a la presencia de granjas.

4.4.3.4. Masa de agua 060.042, Depresión meridional de Ronda

Desde el punto de vista geológico están formada por el relleno postorogénico de la cuenca sedimentaria de Ronda, cuyo sustrato está constituido por materiales pertenecientes al dominio Subbético de la Cordillera Bética y al Flysch del Campo de Gibraltar.

La cuenca postorogénica de Ronda está rellena por materiales del Mioceno Superior. En el borde sur y este, afloran los conglomerados y calcarenitas en los que se excava el Tajo de Ronda. Los depósitos detríticos de borde pasan, lateralmente hacia el centro de la cuenca, a margas azules grisáceas con algunas intercalaciones arenosas o calcarenitas. En el borde NO existe otra formación de arenas y conglomerados. El espesor total de los materiales miocenos puede ser del orden de 1.000 m.

Discordantes sobre todas las formaciones geológicas anteriores hay depósitos de edad cuaternaria: sedimentos aluviales, de poco espesor, relacionados con la red fluvial (Ríos Trejo, Setenil, Guadalcobacín, Guadalevín) y, localmente, depósitos de ladera.

El Flysch del Campo de Gibraltar está constituido por arcillas rojas y verdes que engloban bloques de distintos tamaños, edades y litologías. La potencia total es indeterminada.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el relleno de la depresión de Ronda constituye un acuífero multicapa, complejo, heterogéneo y anisótropo, de carácter libre en la mayor parte de su extensión. Su alimentación se produce, mayoritariamente, por infiltración directa del agua de lluvia sobre los afloramientos permeables y, en menor medida, por la recarga subterránea procedente de la Sierra de Cañete y de las masas de agua subterránea de Hidalga-Merinos-Blanquilla y Dolomías de Ronda, con las que está en contacto. La descarga natural se produce, principalmente, hacia los Ríos Guadiaro (Cuenca Mediterránea Andaluza) y Trejo (Cuenca Atlántica Andaluza).

La superficie piezométrica se sitúa a cotas comprendidas entre 500 m s.n.m.

La recarga directa de agua de lluvia sobre la superficie permeable de la depresión de Ronda es del orden de 10,5 hm3/año. La recarga subterránea procedente de las Sierras Hidalga-Merinos-Blanquilla se estima en 8 hm3/año. Por tanto, los recursos medios anuales de la depresión de Ronda son del orden de 20 hm3/año, de los cuales, aproximadamente, un 60% corresponden a la masa de agua de la Depresión Meridional de Ronda. La descarga de estos recursos hacia los

cauces de los ríos es de 15 hm3/año, mientras que los bombeos totales suponen 5 hm3/año. El balance hidrogeológico de la depresión de Ronda es claramente excedentario.

Las aguas subterráneas del conjunto de la depresión de Ronda presentan facies mixtas, bicarbonatadas-sulfatadas o sulfatadas-bicarbonatadas cálcico-magnésicas, dureza elevada y mineralización débil a media.

Los frecuentes e importantes cambios de facies que presenta el relleno mioceno de la depresión de Ronda le confieren una vulnerabilidad a la contaminación baja-media.

4.4.3.5. Masa de agua 060.043, Sierras Hidalga - Merinos - Blanquilla

Desde el punto de vista geológico, todas las sierras están formados por materiales del Penibético o Subbético Interno occidental, aunque en el extremo oriental también afloran formaciones atribuidas al Complejo del Flysch del Campo de Gibraltar. El sustrato estratigráfico de la región está constituido por materiales triásicos: calizas y dolomías del Trías Muschelkalk y arcillas con evaporitas del Trías Keuper. La serie jurásica, con una potencia media de 400 m, está constituida por una formación inferior dolomítica (Jurásico inferior), seguida de otra de calizas oolíticas o pisolíticas (Jurásico medio) y culmina con una formación superior de calizas nodulosas (Jurásico superior). Encima de los materiales anteriores hay margas y margocalizas del Cretácico-Paleógeno, con un espesor medio de más de 100 metros. Discordantes sobre todos los materiales anteriores, en la parte occidental, afloran calcarenitas de edad Mioceno Superior pertenecientes al relleno sedimentario de la depresión de Ronda.

La estructura geológica está formada por pliegues de dirección NE-SO, con una ligera inmersión hacia el NE.

En la mayor parte de los afloramientos de rocas carbonatadas existe un gran desarrollo del modelado kárstico (lapiaces, dolinas y uvalas), con excelentes formas de absorción preferencial del agua de lluvia.

La recarga se produce, fundamentalmente, por infiltración directa de una parte del agua de lluvia que cae sobre los afloramientos carbonatados permeables (87 km²). El flujo subterráneo general se dirige hacia el NE, en el mismo sentido que se inclinan las directrices estructurales. En el borde oriental se encuentran los principales puntos de descarga, en lugares de cota baja del contacto entre los afloramientos carbonatados y los materiales de baja permeabilidad. No obstante, también hay descarga en la parte occidental, hacia la depresión de Ronda. En cualquier caso, la descarga se produce de manera natural sin influencia de bombeos.

Los recursos medios anuales de la masa de agua subterránea Sierras Hidalga-Merinos-Blanquilla son del orden de 30 hm3/año y proceden, exclusivamente, de la infiltración de parte de las precipitaciones caídas sobre el acuífero. Las salidas controladas históricamente ascienden a 22 hm3/año y corresponden a descargas naturales, dada la escasa o nula explotación mediante bombeos. Por tanto, hacia la depresión de Ronda meridional, se puede producir una descarga subterránea estimada en 8 hm3/año.

Las aguas subterráneas de la masa de agua Hidalga-Merinos-Blanquilla presentan facies hidroquímicas bicarbonatadas cálcicas, con una mineralización ligera.

4.4.4. Permeabilidad de las formaciones

A grandes rasgos, los terrenos que atraviesa la línea ferroviaria se pueden agrupar en tres categorías desde el punto de vista hidrogeológico:

4.4.4.1. Acuíferos de gran permeabilidad

Incluye dos grandes grupos de materiales: formaciones carbonatadas del mesozoico y depósitos aluviales de los ríos principales.

Tanto las calizas del Jurásico como las dolomías y calizas del Cretácico superior constituyen acuíferos regionales, en cuyo contacto con formaciones impermeables existen surgencias. En principio ninguno de estos acuíferos resulta afectado de forma significativa por el trazado existente.

Los depósitos aluviales de los ríos principales que atraviesa la zona tienen naturaleza granular y albergan acuíferos, que se caracterizan por las notables variaciones estacionales de sus niveles freáticos.

4.4.4.2. Acuíferos de segundo orden

En esta categoría se incluyen las formaciones arcillosas evaporíticas del Trías.

Los materiales arcilloso-evaporíticos que constituyen el denominado Trías de Antequera afloran al norte de la zona y muestran evidencias de brechificación y karstificación, características éstas que les confieren un marcado comportamiento acuífero.

4.4.4.3. Formaciones poco permeables

El resto de las unidades cartografiadas o bien tienen una importancia testimonial o son muy poco permeables y en ellas la circulación de aguas subterráneas es mínima: formaciones arcillo margosas y areniscas poco alteradas unidades del Terciario.

A continuación, se muestra un extracto del tomado del Mapa Litoestratigráfico, de permeabilidades e hidrogeológico de España a escala 1:200.000, tomado del Visor IGME-CSIC, donde se muestra la línea actual, sobre la litología y permeabilidad asociada:

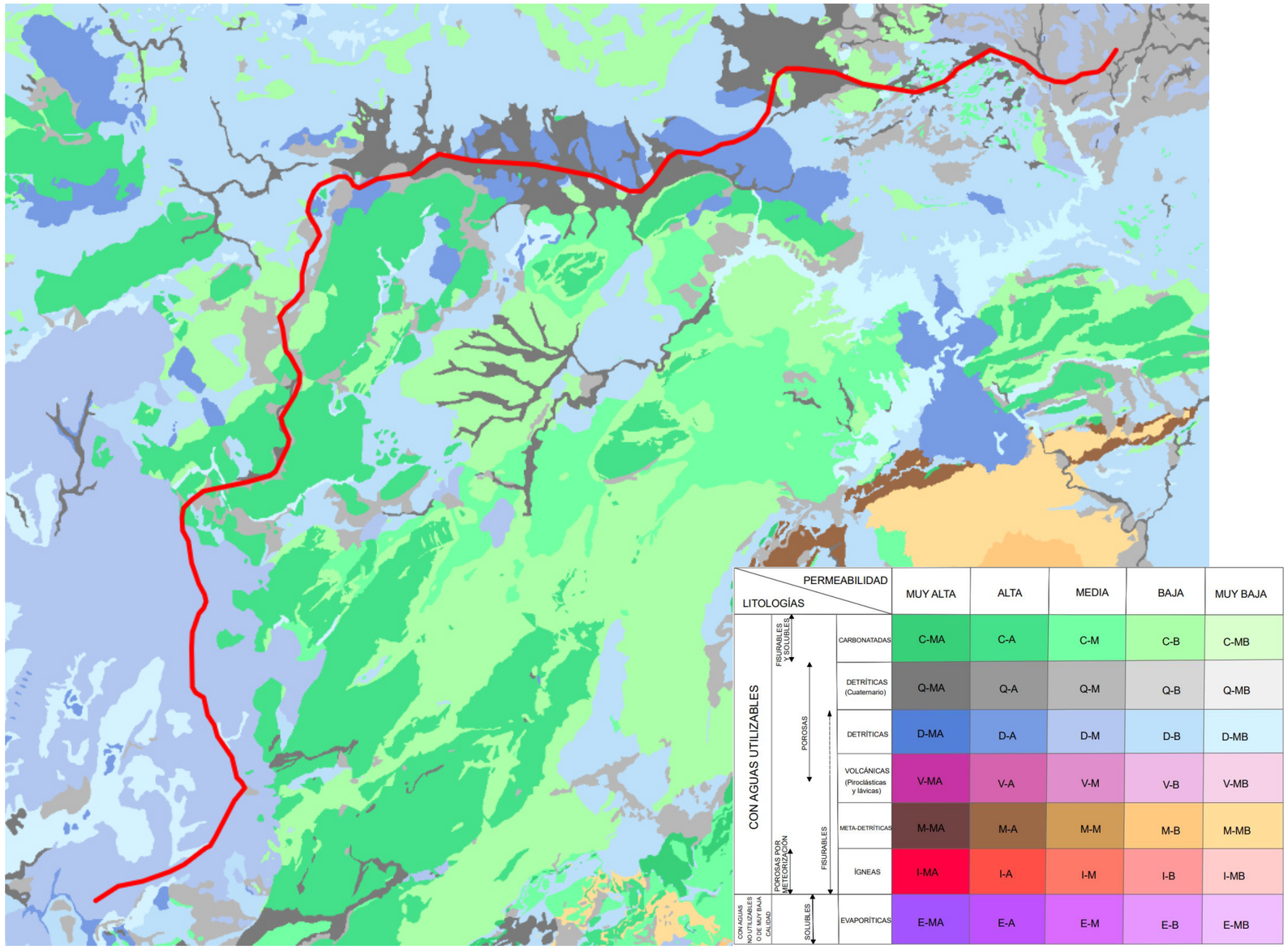


Gráfico 18. Permeabilidad de la zona de estudio. La gran variedad litológica confiere al terreno valores de permeabilidad que oscilan entre muy bajos y muy altos. Visor IGME-CSIC.

4.4.5. Inventario de puntos de agua y zonas de protección

Con objeto de conocer las zonas afectadas por el trazado se procede a la recopilación de puntos de agua y zonas de protección elaborado a partir de la información disponible.

4.4.5.1. Base de datos hidrogeológicos del IGME

Se ha procedido a extraer los puntos de agua más próximos al trazado, correspondientes a las hojas 1542, 1543, 1544, 1642 (VII) de la Base de Datos Puntos de Agua V2.0 del IGME. En la siguiente tabla se resumen los correspondientes a las citadas hojas:

Id	Hoja	Octante	Punto	Naturaleza	Cota (m)	Prof. (m)	Provincia	Municipio	Demarcación	Utilización	X (UTM ETRS89)	Y (UTM ETRS89)	Huso
1542-8-0043	1542	8	0043	Pozo	450	4,35	Málaga	Campillos	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	333640	4100213	30
1542-8-0055	1542	8	0055	Pozo con galería o taladro horizontal	530	5,87	Málaga	Campillos	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	333609	4098672	30
1543-2-0003	1543	2	0003	Sondeo	640	100	Málaga	Cañete la Real	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento a núcleos urbanos	318814	4095777	30
1543-2-0004	1543	2	0004	Sondeo	640	100	Málaga	Cañete la Real	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento a núcleos urbanos	319013	4095701	30
1543-2-0007	1543	2	0007	Manantial	670		Málaga	Cañete la Real	GUADALQUIVIR	Agricultura	313976	4089558	30
1543-2-0008	1543	2	0008	Sondeo	485	59,5	Málaga	Almargen	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	319518	4096443	30
1543-2-0010	1543	2	0010	Sondeo	515	201	Málaga	Almargen	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	319658	4095998	30
1543-2-0011	1543	2	0011	Manantial	680		Málaga	Cañete la Real	GUADALQUIVIR	Agricultura	314380	4090155	30
1543-2-0016	1543	2	0016	Manantial	500		Málaga	Cañete la Real	GUADALQUIVIR	Agricultura	313875	4089292	30
1543-2-0018	1543	2	0018	Manantial	700		Málaga	Cañete la Real	GUADALQUIVIR	No se utiliza	314171	4088641	30
1543-4-0003	1543	4	0003	Sondeo	410		Málaga	Teba	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	328530	4094866	30
1543-5-0055	1543	5	0055	Pozo	780	3,85	Cádiz	Setenil de las Bodegas	GUADALETE Y BARBATE	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	310440	4081897	30
1543-5-0089	1543	5	0089	Pozo	800	14,79	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	311013	4079843	30
1544-1-0005	1544	1	0005	Pozo	760	8,1	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Agricultura	310804	4077606	30
1544-1-0017	1544	1	0017	Pozo	640	6,54	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	309647	4076536	30
1544-1-0063	1544	1	0063	Sondeo	775	100	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Agricultura	311720	4072255	30
1544-1-0083	1544	1	0083	Pozo	770	19	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Ganadería	311713	4071205	30
1544-1-0101	1544	1	0101	Sondeo	750	28	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	309735	4070562	30
1544-1-0102	1544	1	0102	Sondeo	755	35	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	310260	4070560	30
1544-1-0105	1544	1	0105	Sondeo	780	38	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	310759	4070434	30
1544-1-0108	1544	1	0108	Pozo	155	14,68	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento y agricultura	310008	4070161	30
1544-1-0114	1544	1	0114	Sondeo	750	50	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	309632	4069963	30
1544-1-0119	1544	1	0119	Sondeo	740	50	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	308106	4069843	30
1544-1-0159	1544	1	0159	Sondeo	770		Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	311614	4071355	30
1544-1-0174	1544	1	0174	Sondeo	750	30	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Ganadería	310557	4070184	30
1544-2-0003	1544	2	0003	Manantial	760		Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento y agricultura	312529	4073870	30
1544-2-0010	1544	2	0010	Sondeo	790	110	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	312729	4073919	30
1544-2-0011	1544	2	0011	Sondeo	785		Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	312317	4071803	30
1544-2-0014	1544	2	0014	Sondeo de pequeño diámetro, piezómetro	790	50	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	312780	4073975	30
1544-2-0016	1544	2	0016	Sondeo de pequeño diámetro, piezómetro	790	50	Málaga	Ronda	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	312728	4073751	30
1642-5-0023	1642	5	0023	Pozo	460	5,17	Málaga	Campillos	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	337112	4099524	30
1642-5-0027	1642	5	0027	Pozo	465	6,83	Málaga	Campillos	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	335363	4098567	30
1642-5-0032	1642	5	0032	Pozo	390	8	Málaga	Antequera	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento y agricultura	342332	4099898	30

Id	Hoja	Octante	Punto	Naturaleza	Cota (m)	Prof. (m)	Provincia	Municipio	Demarcación	Utilización	X (UTM ETRS89)	Y (UTM ETRS89)	Huso
1642-6-0064	1642	6	0064	Pozo	420	17,6	Málaga	Antequera	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	344914	4100310	30
1642-6-0068	1642	6	0068	Pozo	390		Málaga	Antequera	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Agricultura	346077	4100445	30
1642-6-0090	1642	6	0090	Pozo	380	16,2	Málaga	Antequera	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	No se utiliza	344894	4099262	30
1642-6-0095	1642	6	0095	Pozo	410	3,78	Málaga	Antequera	CUENCAS MEDITERRANEAS ANDALUZAS	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	342680	4098496	30

Tabla 3: Puntos de agua próximos al trazado, tomados Datos Puntos de Agua V2.0 del IGME

4.4.5.2. Base cartográfica nacional a escala 1:25.000

En la Base Cartográfica Nacional a escala 1:25.000, se recogen los puntos de interés hidrográfico, que representan elementos tales como cataratas, fuentes, es decir, puntos donde existe variación del flujo del agua. Se ha realizado a partir de la integración de datos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y de fuentes procedentes de la Administración General del Estado (Dirección General del Agua DGA; Instituto Hidrográfico de la Marina IHM, etc.).

El centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), permite la descarga de esta información para su análisis en un sistema de información geográfico. De este modo se analizan los puntos más próximos al trazado, hojas 1022 (Campillos), 1023 (Antequera), 1037 (Teba), 1038 (Ardales) y 1051 (Ronda).

De la información disponible, se ha diferenciado los puntos de surgencias y los pozos. En primer lugar, se expones las surgencias más próximas al trazado:

X	Y	Z	GID	FECHA	ID _DEMARC	ID SURG	NOMBRE
-5,18588569	36,81801161	827,8	1360597	27/02/2019	ES063	17611	
-5,17991205	36,82951356	823,2	1359321	27/02/2019	ES063	17288	
-5,18698795	36,80435490	843,9	1359315	27/02/2019	ES063	17282	
-5,16813101	36,90179570	618,0	1358596	27/02/2019	ES063	17142	Fuente Grande
-5,17196313	36,93288241	800,0	1351887	27/02/2019	ES063	15827	Fuente de la Arena
-5,04588656	36,97588922	672,0	1351889	27/02/2019	ES060	15829	Fuente Grande
-5,16188175	36,76846411	557,6	1359320	27/02/2019	ES060	17287	
-4,86639477	36,99502183	440,0	1368761	27/02/2019	ES060	20099	Fuente del Cañuelo
-5,10411118	36,78933438	739,2	1357991	27/02/2019	ES060	17075	Manantial de la Ventilla
-4,94465860	36,97125100	522,0	1368760	27/02/2019	ES060	20098	Fuente del Pilarejo
-4,90622852	36,98072605	461,0	1369834	27/02/2019	ES060	20436	
-5,12609130	36,79775265	659,8	1359322	27/02/2019	ES060	17289	Fuente de la Tejilla
-4,96398452	36,97027311	542,0	1368759	27/02/2019	ES060	20097	Fuente del Álamo
-5,00315967	36,98282423	625,0	1369801	27/02/2019	ES060	20435	Fuente del Rey

X	Y	Z	GID	FECHA	ID _DEMARC	ID SURG	NOMBRE
-5,15245714	36,78197425	563,1	1359319	27/02/2019	ES060	17286	Fuente de los Baños de la Hedionda
-5,04642165	36,97393053	685,0	1351890	27/02/2019	ES060	15830	Fuente de la Saucedilla
-5,01622084	37,00051176	491,0	1364815	27/02/2019	ES060	18728	
-5,08987553	36,93411235	668,0	1351903	27/02/2019	ES050	15832	Fuente del Pleito
-5,09339905	36,93293634	655,0	1351888	27/02/2019	ES050	15828	
-5,08798445	36,94430210	670,0	1351876	27/02/2019	ES050	15825	Ojo de la Laguna
-5,10775145	36,89797897	798,0	1358597	27/02/2019	ES050	17143	Fuente de la Gitana
-5,07194895	36,98657333	573,0	1354615	27/02/2019	ES050	16566	
-5,09370236	36,87459540	792,0	1358592	27/02/2019	ES050	17138	
-5,10026330	36,89213241	761,0	1358591	27/02/2019	ES050	17137	Fuente de Zurita

Tabla 4: Puntos de surgencia de agua próximos al trazado, tomados del Centro de descargas IGN, información geográfica de referencia, Hidrografía.

A continuación, se muestran los pozos más próximos detectados:

X	Y	Z	GID	FECHA	ID DEMARC	ID POZO	NOMBRE	INSPIREID_
-5,10691899	36,84888224	783,0	1358161	27/02/2019	ES063	31864		ES063GEACWP00 00001358161
-5,10546568	36,85571008	785,0	1358159	27/02/2019	ES063	31862		ES063GEACWP00 00001358159
-5,10709506	36,85913050	787,0	1358158	27/02/2019	ES063	31861		ES063GEACWP00 00001358158
-5,12944074	36,85670096	775,0	1358812	27/02/2019	ES063	32435		ES063GEACWP00 00001358812
-5,12874345	36,86257096	775,0	1357989	27/02/2019	ES063	31717	Pozo de Salomé	ES063GEACWP00 00001357989
-5,12823966	36,85690722	779,0	1357990	27/02/2019	ES063	31718		ES063GEACWP00 00001357990
-5,12540981	36,86115246	783,0	1357987	27/02/2019	ES063	31715		ES063GEACWP00 00001357987
-5,10417314	36,83990702	830,0	1354633	27/02/2019	ES063	28866		ES063GEACWP00 00001354633
-5,11320546	36,85981702	787,0	1354617	27/02/2019	ES063	28853		ES063GEACWP00 00001354617
-5,12079377	36,87512385	801,0	1358792	27/02/2019	ES063	32416		ES063GEACWP00 00001358792
-5,12379489	36,75800942	754,5	1359313	27/02/2019	ES060	32834		ES060GEACWP00 00001359313
-5,12447388	36,76719057	755,7	1358666	27/02/2019	ES060	32300		ES060GEACWP00 00001358666
-5,12207354	36,77033390	757,6	1358665	27/02/2019	ES060	32299		ES060GEACWP00 00001358665

X	Y	Z	GID	FECHA	ID DEMARC	ID POZO	NOMBRE	INSPIREID_
-5,03821026	37,00428196	507,0	1351209	27/02/2019	ES060	26349		ES060GEACWP00 00001351209
-4,76274285	37,03366816	390,4	1368539	27/02/2019	ES060	39291		ES060GEACWP00 00001368539
-4,76160879	37,03421678	387,8	1368538	27/02/2019	ES060	39290		ES060GEACWP00 00001368538
-4,78500215	37,03987885	413,7	1368537	27/02/2019	ES060	39289		ES060GEACWP00 00001368537
-4,78227982	37,04174044	448,5	1368536	27/02/2019	ES060	39288		ES060GEACWP00 00001368536
-4,77979221	37,04306668	447,7	1368535	27/02/2019	ES060	39287		ES060GEACWP00 00001368535
-5,00400368	37,00016354	478,0	1364803	27/02/2019	ES060	36880		ES060GEACWP00 00001364803
-5,11331414	36,81846696	749,4	1358006	27/02/2019	ES060	31733		ES060GEACWP00 00001358006
-4,85552729	37,02682810	453.5	1364802	27/02/2019	ES060	36879		ES060GEACWP00 00001364802
-5,13300260	36,77499638	756,3	1358005	27/02/2019	ES060	31732		ES060GEACWP00 00001358005
-5,13831237	36,77819165	663,6	1358004	27/02/2019	ES060	31731		ES060GEACWP00 00001358004
-5,10497297	36,80984534	780,7	1358003	27/02/2019	ES060	31730		ES060GEACWP00 00001358003
-5,10376978	36,81052459	785,8	1358002	27/02/2019	ES060	31729		ES060GEACWP00 00001358002
-5,12129519	36,76607562	757,5	1358664	27/02/2019	ES060	32298		ES060GEACWP00 00001358664
-5,12047561	36,76885723	757,8	1358663	27/02/2019	ES060	32297		ES060GEACWP00 00001358663
-5,11404949	36,76040926	784,5	1358020	27/02/2019	ES060	31747		ES060GEACWP00 00001358020
-4,92154298	37,00439918	437,2	1364417	27/02/2019	ES060	36593		ES060GEACWP00 00001364417
-5,14692730	36,76047825	667,3	1358019	27/02/2019	ES060	31746		ES060GEACWP00 00001358019
-5,15599012	36,76290192	634,2	1358018	27/02/2019	ES060	31745		ES060GEACWP00 00001358018
-4,85136239	37,03909687	461,0	1368521	27/02/2019	ES060	39273		ES060GEACWP00 00001368521
-5,09863132	36,81199440	767,8	1358017	27/02/2019	ES060	31744		ES060GEACWP00 00001358017
-4,81482684	37,02843026	449,6	1368520	27/02/2019	ES060	39272		ES060GEACWP00 00001368520
-4,85287645	37,02830261	452,8	1368519	27/02/2019	ES060	39271		ES060GEACWP00 00001368519
-4,78048820	37,04205577	444,7	1368534	27/02/2019	ES060	39286		ES060GEACWP00 00001368534
-4,77776703	37,04252922	439,2	1368533	27/02/2019	ES060	39285		ES060GEACWP00 00001368533
-4,84935751	37,03338682	452,7	1368532	27/02/2019	ES060	39284		ES060GEACWP00 00001368532
-4,84889104	37,03223141	452,9	1368531	27/02/2019	ES060	39283		ES060GEACWP00 00001368531
-4,87334056	37,02116733	454,2	1364801	27/02/2019	ES060	36878		ES060GEACWP00 00001364801
-4,87655683	37,02492902	458,2	1364800	27/02/2019	ES060	36877		ES060GEACWP00 00001364800
-4,92685360	37,00643111	452,3	1364799	27/02/2019	ES060	36876		ES060GEACWP00 00001364799
-4,86099604	37,02521021	453,1	1364757	27/02/2019	ES060	36843		ES060GEACWP00 00001364757
-5,10175152	36,81009161	769,2	1358001	27/02/2019	ES060	31728		ES060GEACWP00 00001358001

X	Y	Z	GID	FECHA	ID DEMARC	ID POZO	NOMBRE	INSPIREID_
-5,10958095	36,79885794	756,0	1358000	27/02/2019	ES060	31727		ES060GEACWP00 00001358000
-5,11126293	36,80786810	746,5	1357999	27/02/2019	ES060	31726		ES060GEACWP00 00001357999
-4,80284930	37,03439032	441,5	1369339	27/02/2019	ES060	39851	Pozo de los Meleros	ES060GEACWP00 00001369339
-5,03602565	37,00579757	507,6	1351875	27/02/2019	ES060	26853		ES060GEACWP00 00001351875
-4,92034098	36,99395152	420,0	1369822	27/02/2019	ES060	40189		ES060GEACWP00 00001369822
-5,01802522	36,99907493	491,0	1364271	27/02/2019	ES060	36484		ES060GEACWP00 00001364271
-5,03555645	37,00211036	504,3	1351874	27/02/2019	ES060	26852		ES060GEACWP00 00001351874
-4,92033610	36,99393628	420,0	1369821	27/02/2019	ES060	40188		ES060GEACWP00 00001369821
-4,84848484	37,02243150	453,4	1368518	27/02/2019	ES060	39270		ES060GEACWP00 00001368518
-5,01237873	#########	485,0	1364270	27/02/2019	ES060	36483		ES060GEACWP00 00001364270
-5,04791797	37,00882849	516,1	1351873	27/02/2019	ES060	26851		ES060GEACWP00 00001351873
-4,85124201	37,01607934	471,4	1368517	27/02/2019	ES060	39269		ES060GEACWP00 00001368517
-5,00967751	36,99699043	482,0	1364269	27/02/2019	ES060	36482		ES060GEACWP00 00001364269
-4,82576896	37,01779902	473,0	1368515	27/02/2019	ES060	39267		ES060GEACWP00 00001368515
-4,82476224	37,02176226	459,8	1368514	27/02/2019	ES060	39266	Pozo Morisco	ES060GEACWP00 00001368514
-4,82004657	37,02198792	462,7	1368513	27/02/2019	ES060	39265	Pozo Pelito	ES060GEACWP00 00001368513
-4,73194520	37,04336849	389,7	1369329	27/02/2019	ES060	39841		ES060GEACWP00 00001369329
-4,74241821	37,03768099	419,8	1369328	27/02/2019	ES060	39840		ES060GEACWP00 00001369328
-5,02969581	37,00349059	502,3	1351940	27/02/2019	ES060	26908		ES060GEACWP00 00001351940
-5,02343069	36,99654942	496,0	1351883	27/02/2019	ES060	26859		ES060GEACWP00 00001351883
-5,02567727	36,99770890	499,0	1351879	27/02/2019	ES060	26855		ES060GEACWP00 00001351879
-5,02565925	36,99762268	499,0	1351878	27/02/2019	ES060	26854		ES060GEACWP00 00001351878
-4,72399482	37,03786005	373,2	1369336	27/02/2019	ES060	39848		ES060GEACWP00 00001369336
-4,86746627	37,03970967	460,9	1363839	27/02/2019	ES060	36110		ES060GEACWP00 00001363839
-4,91839707	37,00487370	436,6	1363835	27/02/2019	ES060	36106		ES060GEACWP00 00001363835
-4,87519137	37,04025476	464,7	1363834	27/02/2019	ES060	36105		ES060GEACWP00 00001363834
-4,85733860	37,04119362	456,5	1363833	27/02/2019	ES060	36104		ES060GEACWP00 00001363833
-4,73034771	37,04580735	396,5	1369331	27/02/2019	ES060	39843		ES060GEACWP00 00001369331
-4,94090120	36,99916638	472,0	1364260	27/02/2019	ES060	36475		ES060GEACWP00 00001364260
-4,99574673	36,99666225	472,0	1364259	27/02/2019	ES060	36474		ES060GEACWP00 00001364259
-4,86551604	37,04179534	460,1	1363824	27/02/2019	ES060	36095		ES060GEACWP00 00001363824
-4,86681666	37,04072936	461,0	1363823	27/02/2019	ES060	36094		ES060GEACWP00 00001363823

X	Y	Z	GID	FECHA	ID DEMARC	ID POZO	NOMBRE	INSPIREID_
-4,86629770	37,04157574	460,7	1363822	27/02/2019	ES060	36093		ES060GEACWP00 00001363822
-4,86494676	37,03461188	457,9	1363700	27/02/2019	ES060	35992		ES060GEACWP00 00001363700
-4,87094685	37,02989369	458,4	1363699	27/02/2019	ES060	35991		ES060GEACWP00 00001363699
-4,85967873	37,02788972	453,5	1363698	27/02/2019	ES060	35990		ES060GEACWP00 00001363698
-4,87014823	37,01841464	451,2	1363696	27/02/2019	ES060	35989		ES060GEACWP00 00001363696
-4,85825619	37,02348659	452,3	1363695	27/02/2019	ES060	35988	Pozo de los Llanos	ES060GEACWP00 00001363695
-4,85497501	37,03462403	454,4	1363832	27/02/2019	ES060	36103		ES060GEACWP00 00001363832
-5,01329090	37,00450014	490,6	1363831	27/02/2019	ES060	36102		ES060GEACWP00 00001363831
-5,00402008	37,00023176	479,2	1363830	27/02/2019	ES060	36101		ES060GEACWP00 00001363830
-5,01769506	37,00101846	492,0	1363829	27/02/2019	ES060	36100		ES060GEACWP00 00001363829
-4,86566800	37,03606065	458,8	1363828	27/02/2019	ES060	36099		ES060GEACWP00 00001363828
-4,86416051	37,03831959	458,8	1363827	27/02/2019	ES060	36098		ES060GEACWP00 00001363827
-4,86336672	37,04126130	459,0	1363826	27/02/2019	ES060	36097		ES060GEACWP00 00001363826
-4,86451971	37,03967491	459,0	1363825	27/02/2019	ES060	36096		ES060GEACWP00 00001363825
-5,16194519	36,07387643	661,1	1360618	27/02/2019	ES060	33798		ES060GEACWP00 00001360618
-4,85888726	37,02539649	453,3	1363694	27/02/2019	ES060	35987		ES060GEACWP00 00001363694
-5,10801566	36,86707805	809,0	1358810	27/02/2019	ES050	32433		ES050GEACWP00 00001358810
-5,10762540	36,86691823	809,0	1358794	27/02/2019	ES050	32418		ES050GEACWP00 00001358794
-5,11165276	36,88562169	781,0	1358789	27/02/2019	ES050	32413		ES050GEACWP00 00001358789
-5,05972405	37,00488380	512,5	1351218	27/02/2019	ES050	26358	Pozo del Albero	ES050GEACWP00 00001351218
-5,04644714	37,00049898	505,3	1351210	27/02/2019	ES050	26350		ES050GEACWP00 00001351210

Tabla 5: Pozos de agua próximos al trazado, tomados del Centro de descargas IGN, información geográfica de referencia, Hidrografía.

De la información disponible se detectan números puntos de agua en la zona del trazado, debiendo adoptar las medidas necesarias en caso de afectar alguno de ellos. A continuación, se muestra la ubicación de los puntos más cercanos:

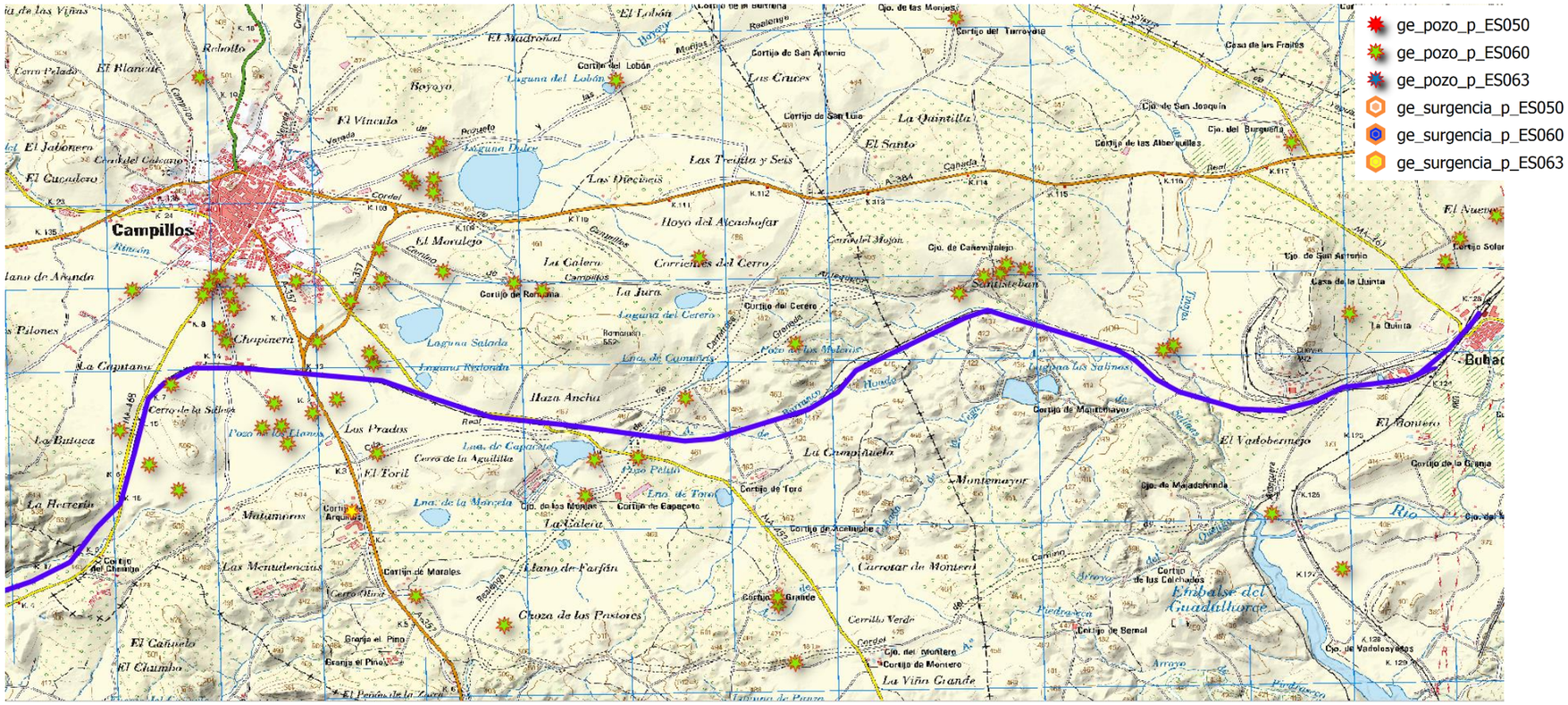


Gráfico 19. Situación de los puntos de agua más próximos al trazado. Zona inicial Estación Bobadilla-Campillos.

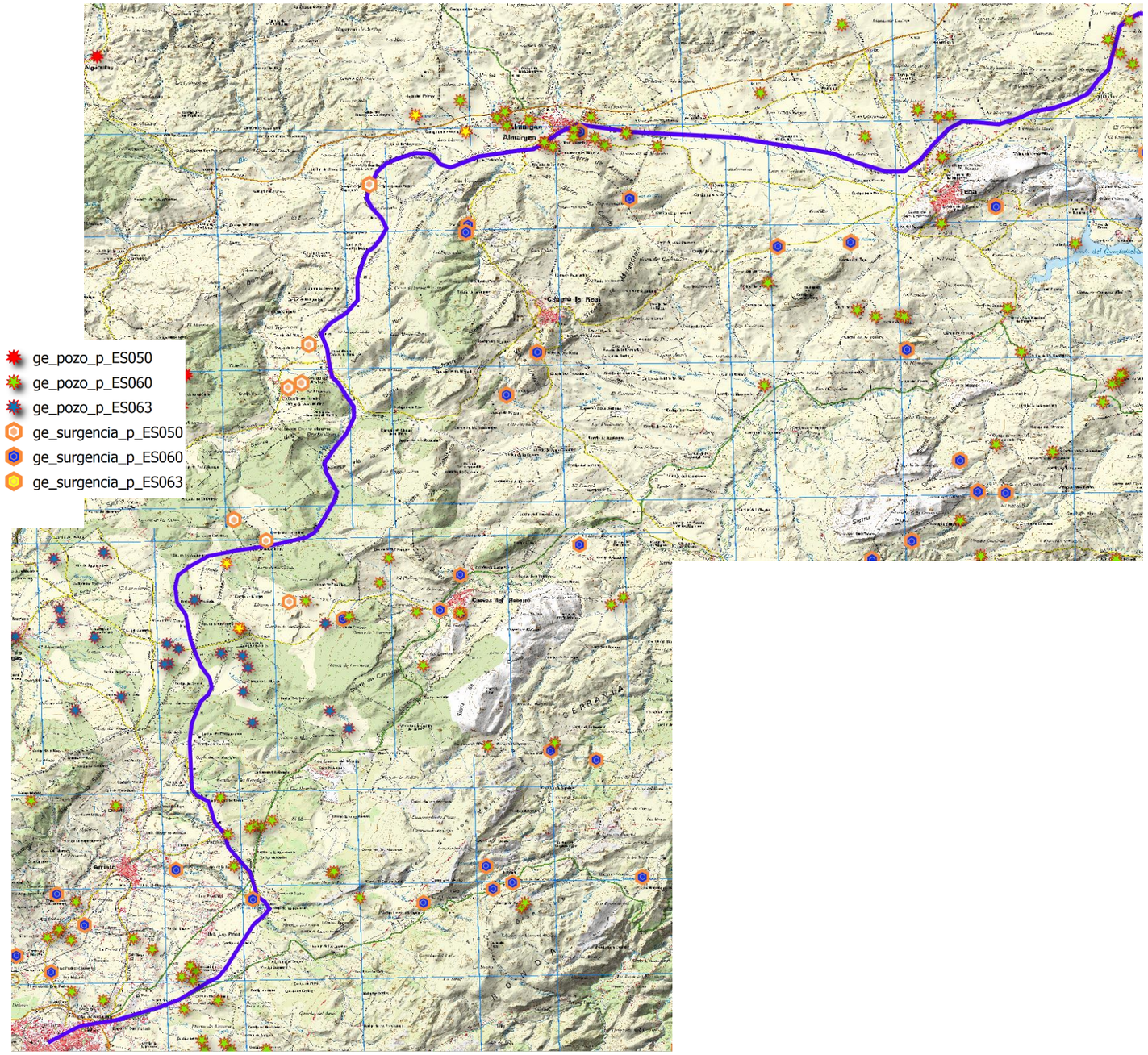


Gráfico 20. Situación de los puntos de agua más próximos al trazado. Zona Campillos – Ronda.

4.5. Puntos de Interés Geológico (PIG)

Un Punto de Interés Geológico es un área que muestra características consideradas de importancia dentro de la historia geológica de una región natural. Estos puntos se subdividen en función de su contenido como: estratigráfico, paleontológico, tectónico, hidrogeológico, petrológico, geotécnico, minero, mineralógico, geomorfológico, etc. Partiendo de esta idea básica, el Instituto Geológico y Minero de España comenzó en 1978 a realizar una serie de estudios encaminados a obtener una amplia red de localidades susceptibles de ser utilizadas con fines científicos y educativos.

El título V de la ley 9/1999, de 26 de mayo, de Conservación de la Naturaleza, establece y regula la figura de elemento geomorfológico de protección especial. Estos corresponden con elementos geológicos o geomorfológicos que presentan un interés especial, ya sea por ser representativos de procesos geomorfológicos singulares, contener estratigrafías modélicas o facies raras, representar un notable testimonio de climas o ecosistemas pretéritos, sustentar comunidades biológicas valiosas, caracterizar paisajes notables, o poseer un especial interés científico o didáctico.

La Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Ley 42/2007) incluyó importantes novedades con respecto a la protección del patrimonio geológico y la geodiversidad. Aun siendo mejorable, esta nueva legislación representa un paso adelante muy significativo, pues aumentó notablemente la presencia del patrimonio geológico en la legislación nacional.

El Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad es uno de los instrumentos para el conocimiento y la planificación del patrimonio natural y de la biodiversidad, junto con el Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y la Biodiversidad y los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, de acuerdo con la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. El 12 de mayo de 2011 entró en vigor el Real Decreto 556/2011 de 20 de abril para su desarrollo.

Desde entonces, las CCAA han trabajado en la definición de los Lugares de Interés Geológico de sus territorios, así como lo desarrollos normativos para su protección y adecuada gestión, quedando éstos englobados dentro del inventario de Patrimonio Natural.

Así, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), ha elaborado un catálogo en el que recoge todos aquellos puntos que, a partir de los desarrollos normativos de las CCAA, complementa el catálogo que ya venía desarrollando de puntos de interés. En la zona de estudio encontramos dos espacios catalogados por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) como Puntos de Interés Geológico. Existen además otros lugares en tramitación tal y como se desprende de la información remitida por el Área de Patrimonio Geológico y Minero, del Departamento de Investigación en Recursos Geológicos del IGME.

A continuación, se acompañan las tablas con el inventario de los puntos de interés geológico dentro de la zona de estudio, incluyendo la denominación y el término municipal al que pertenecen.

Código	Nombre	Municipio	Interés principal	Coordenadas (ETR89)	
				X (UTM)	Y (UTM)
AND503	Tajo de Ronda	Ronda	Sedimentológico.	306154	4068123
AND507	Areniscas calcáreas de Ronda	Ronda	Sedimentológico.	312324	4074161
AND521	Laguna de Campillos	Campillos	Geomorfológico	337485	4100098

Tabla 6: Puntos de interés geológico en el área de estudio.

A continuación, se describen de manera sucinta los puntos más relevantes.

4.5.1. Tajo de Ronda.

Tajo (hoz, foz o garganta) formado por el río Guadalevín, sobre sedimentos miocenos. El Tajo presenta una profundidad de 120 metros y una anchura de unos 70 metros. Los sedimentos que forman el Tajo de Ronda ("Formación Tajo") corresponden a una facies conglomerática (de edad Tortoniense-Messiniense, Mioceno superior), de carácter fundamentalmente calcárea. En la parte inferior, se observan cantos que contactan entre sí, de varios centímetros a medio metro de diámetro, con los huecos rellenos de arenisca, formando bancos masivos y de aspecto compacto. Ascendiendo en el corte de la pared del Tajo, los conglomerados se presentan estratificados, con menos cantidad de cantos en contacto y de menor tamaño y una matriz amarillenta formada por fragmentos de fósiles marinos. En la parte superior, cerca de las cimentaciones de los edificios, los cantos ya no contactan entre ellos, están bien redondeados y son más uniformes y pequeños de tamaño, mientras que la matriz se ha ido haciendo cada vez más abundante, con laminaciones horizontales a ligeramente inclinadas (lo que indica que el fondo del mar en que se depositó estaba movido por olas y corrientes). En la parte más alta, se pasa a areniscas calcáreas bioclásticas ("Formación Setenil").

Esta serie estratigráfica muestra un excelente ejemplo de cuerpo conglomerático de morfología deltaica, con una secuencia de estratos decreciente en tamaño de grano y espesor hacia la parte alta y de Sur hacia Norte, dirección principal de la creación del delta.

El interés principal de este LIG es sedimentológico, aunque también destaca su interés geomorfológico, puesto que es un buen ejemplo de un cañón fluvial.

Gráfico 21. Tajo de Ronda.

- **Origen LIG:** ENRESA
- **Fecha de creación de la ficha:** 31/12/2004
- **Confidencialidad:** Público.
- **Interés Geológico principal:** Sedimentológico. Esta ordenación vertical y horizontal de los estratos indica que el mar fue ganando importancia frente a los ríos que desembocaban en él y que según ascendía el nivel del mar, perdieron capacidad de erosionar los relieves de los que procedían.
- **Interés Geológico secundario:** Geomorfológico. Estratigráfico. Buen ejemplo de cañón fluvial.
- **Interés no geológico:** Arqueológico. Arquitectónico. Etnológico. Paisajístico. Histórico o cultural. Naturalístico (botánico-faunístico).
- **Protección Inventario/catálogo:** Inventario Andaluz de Georrecursos.

La localización del LIG en el entorno de la ciudad de Ronda, implica que el interés se encuentre estrechamente vinculado a la historia de la ciudad.

4.5.2. Areniscas calcáreas de Ronda

Afloramiento representativo de areniscas calcáreas del Mioceno de la Cuenca de Ronda, asociadas a sedimentos marinos de menos de 23 millones de años.

Facies de arenas cementadas marinas costeras, con una gran profusión de estructuras sedimentarias: estratificaciones bimodales ("herring bones", en espina de pez), "slumpings", cicatrices de playa tapizadas de conchas, estratificaciones cruzadas de gran tamaño, etc. En este afloramiento se puede constatar la evolución en el tiempo de un medio supramareal (cicatrices de playa) a un medio inframareal (grandes barras y canales de marea), con episodios intermareales (estratificaciones cruzadas reactivadas). La edad de las areniscas calcáreas es Tortoniense superior - Messiniense.

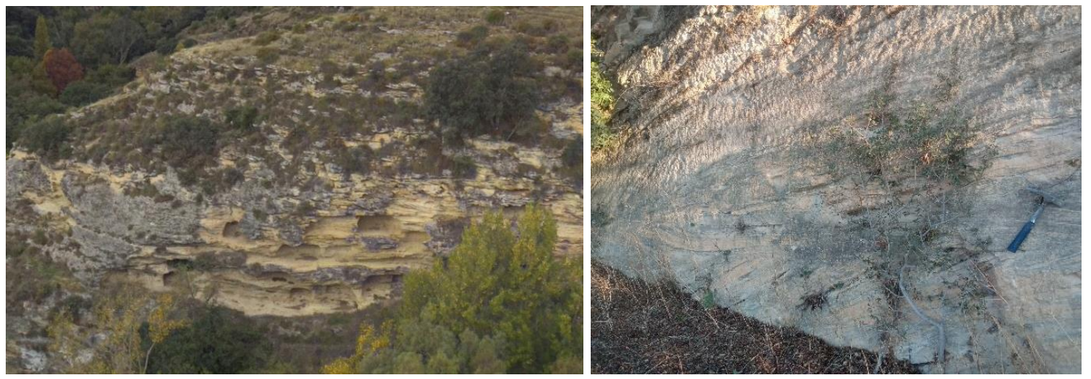


Gráfico 22. Areniscas calcáreas de Ronda.

- **Origen LIG:** Andalucía
- **Fecha de creación de la ficha:** 31/12/2004
- **Confidencialidad:** Público.
- **Interés Geológico principal:** Sedimentológico.
- **Interés no geológico: Paisajístico.** Naturalístico (botánico-faunístico).
- **Protección Inventario/catálogo:** Inventario Andaluz de Georrecursos.

4.5.3. Laguna de Campillos

Conjunto de lagunas instaladas sobre el sustrato del Trías subbético (arcillas, yesos y sales), sustrato recubierto parcialmente por margas y areniscas calcáreas bioclásticas (Paleógeno) y, sobre todo, por materiales post-orogénicos: areniscas calcáreas (Mioceno) y formaciones superficiales (depósitos aluviales y de terraza, glacis arcillo-arenosos, encostramientos carbonatados, coluviones, etc., todas ellas del Cuaternario).

Las lagunas presentan un origen kárstico, por disolución y subsidencia de los materiales evaporíticos triásicos. El área endorreica incluye las lagunas Dulce, Salada, Cerero, Camuñas, Capacete (todas estas forman parte de la Reserva Natural Lagunas de Campillos), así como Redonda, Lobón, la Marcela y las del Cortijo del Toro y del Llano de Farján. Las aguas de las lagunas son sulfatadas cálcicas, aunque con distinto grado de salinidad.

Gráfico 23. Laguna de Campillos

- **Origen LIG:** Andalucía
- **Fecha de creación de la ficha:** 31/12/2004
- **Confidencialidad:** Público.
- **Interés Geológico principal:** Geomorfológico.
- **Protección Inventario/catálogo:** Inventario Andaluz de Georrecursos.

5. Caracterización de unidades geotécnicas

En primer lugar, se caracterizará las unidades geotécnicas afectadas por la línea ferroviaria, el objetivo de identificar unidades geotécnicas es la agrupación de las distintas unidades geológicas, con representación cartográfica en la zona estudiada, cuyo comportamiento se considera similar. Este agrupamiento puede suponer en ocasiones una simplificación que implica la inclusión en un mismo grupo de materiales no siempre homogéneos, todo ello con el fin de mostrar de forma global el comportamiento geotécnico de las distintas unidades, así como de facilitar el manejo de los datos disponibles.

La agrupación se ha realizado con base en las principales características de los materiales que componen dichas unidades, teniendo en cuenta, además, su susceptibilidad ante los riesgos geológicos descritos en el siguiente apartado.

5.2. Unidades geotécnicas diferenciadas

En la zona del trazado de la infraestructura ferroviaria Bobadilla – Ronda se distinguen 6 unidades:

- Unidad 1: Caliza y dolomía. Subbético.
- Unidad 2: Alternancia de calizas y formaciones margosas. Subbético.
- Unidad 3: Arcillas con bloques y arcillas y margas versicolores. (Unidad Campo de Gibraltar).
- Unidad 4: Arcillas con yeso. (Unidad Olistostrómica).
- Unidad 5 Areniscas y calcarenitas (Cuencas Postorogénicas).
- Unidad 6: Detrítico cuaternario.

5.2.1. Unidad 1: Depósitos calizo-dolomíticos

Compuesta por calizas y dolomía, dan lugar a los núcleos de todas las sierras y serranías, y algunas montañas solitarias. Afloran principalmente en el sector central del corredor generando en ocasiones relieves importantes con fuertes pendientes.

La morfología, como cabe esperar de su litología estructura y resistencia a la erosión, es abrupta y muy montañosa. La Serranía de Ronda constituida por calizas Jurásicas, rodeadas de materiales Cretácicos de menor competencia; presentan una fuerte resistencia a la erosión y una buena estabilidad bajo condiciones humanas.

Por su topografía, no existen problemas de drenaje, que se efectúa principalmente por escorrentía superficial. El agua, filtrando por las fisuraciones, puede formar grandes depósitos de tipo kárstico a profundidades variables.

No existen problemas de carga ni de asientos, verificando siempre que las zonas de apoyo no están afectadas por procesos de karstificación.

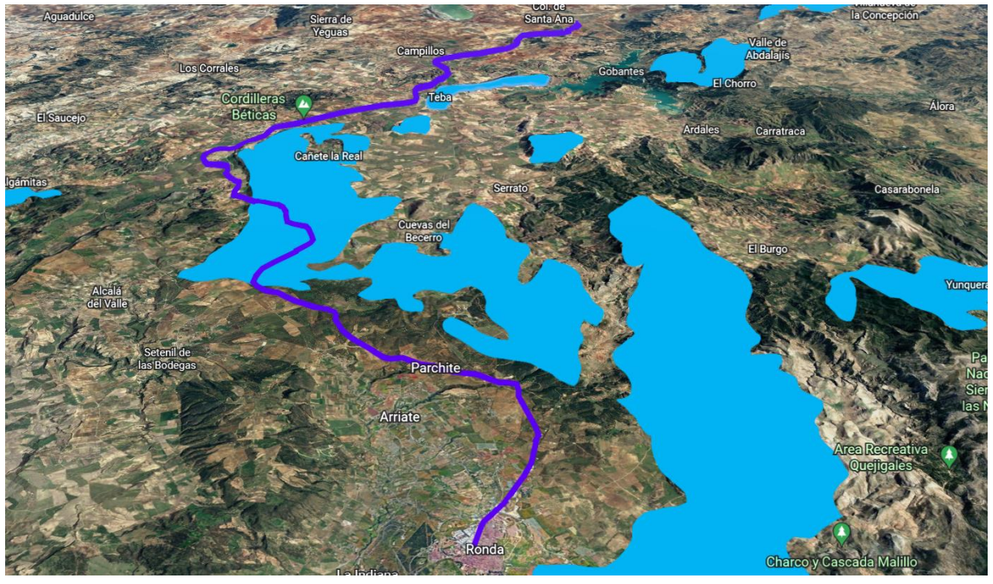


Gráfico 24. Afloramientos de la unidad geotécnica 1.

5.2.2. Unidad 2: Alternancia calizo margosas

Se engloban en esta unidad a aquellas rocas carbonatadas (calizas, dolomías y margocalizas) con alternancia de niveles margosos y arcillosos. Se localiza de manera puntual en la zona norte, al este de la localidad de Campillos.

Se trata de margas, margocalizas, arcillas y capas delgadas de caliza y dolomía, muy plegados y fracturados por lo que se erosionan con cierta facilidad.

La morfología, en este caso, está asociada a un área erosionable, con suave pendiente. Dado su grado de alteración pueden aparecer en ellas pequeños abarrancamientos.

El drenaje general se puede considerar como favorable produciéndose principalmente por escorrentía superficial.

La capacidad de carga es muy variable, dependiendo de la litología, considerándola en términos generales como media.

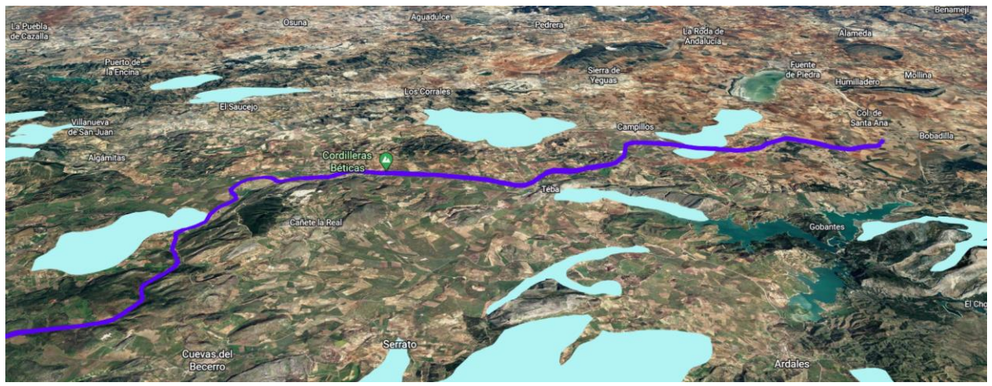


Gráfico 25. Afloramientos de la unidad geotécnica 2.

5.2.3. Unidad 3: Arcillas. Campo de Gibraltar.

Comprende los materiales de campo de Gibraltar, constituidos mayoritariamente por arcillas, detectando margas, areniscas, conglomerados y capas delgadas de caliza. Considerando a estos materiales como coherentes.

La topografía y estabilidad varía según el desarrollo de la red de drenaje, de este modo en zonas llanas no se evidencian problemas de inestabilidad, mientras que en zonas de ligera pendiente se detectan inestabilidades, deslizamientos y abarrancamientos.

Los materiales son predominantemente impermeables. El drenaje es en función de la topografía produciéndose zonas encharcadas después de las lluvias en las llanuras; y zonas con drenaje favorable por escorrentía superficial allí donde existen pendientes. Existen algunos acuíferos entre contactos permeables e impermeables.

La competencia mecánica se considera de tipo medio, pudiéndose formar asientos, también de magnitud media. Los materiales arcillosos pueden presentar procesos expansivos moderados a altos.

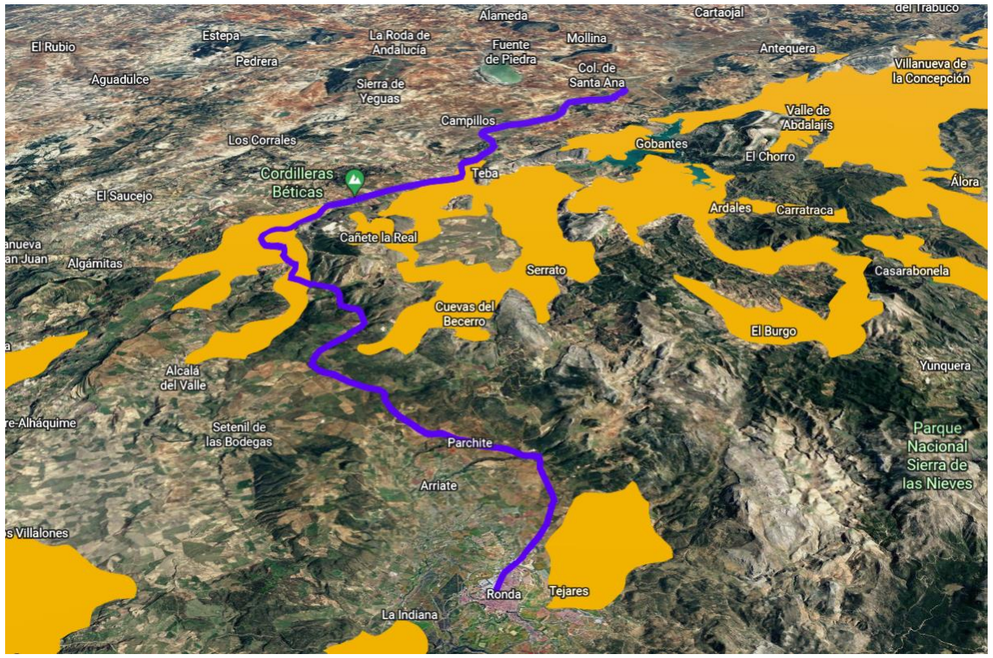


Gráfico 26. Afloramientos de la unidad geotécnica 3.

5.2.4. Unidad 4: Arcillas y yesos. Unidad olitostrómica

Los afloramientos se sitúan en la zona norte disponiéndose diagonalmente en una dirección SO-NE. Esencialmente compuestos por margas y arcillas, con yesos en capas macizas con pocos metros de espesor y también diseminados, también aparecen capas de arenisca. Los colores son típicamente abigarrados. Las arcillas y areniscas son de color rojizo y verde, mientras que los yesos tienen, en general un aspecto granular o cristalino.

Se erosiona con mucha facilitada cuando existen asociado a una red de drenaje.

Las arcillas son fundamentalmente del Keuper y su permeabilidad es baja a muy baja.

En cuanto al drenaje, los terrenos de esta unidad en general presentan pendientes bajas. Por lo tanto, en las zonas de muy baja permeabilidad la probabilidad de encharcamientos es alta, y en las zonas de permeabilidad media es esperable una mayor infiltración. Cuando las pendientes son algo mayores, el drenaje es bueno y se produce principalmente por escorrentía.

Las características geotécnicas pueden variar ligeramente en función de diversos factores como la pendiente, el contenido en yesos, la presencia de calizas y la permeabilidad. En general, las condiciones constructivas son desfavorables en las arcillas del Keuper con problemas de inestabilidad de laderas, drenaje deficiente y problemas geotécnicos relacionados con la presencia de yesos, asientos y capacidad de carga. Puede presentar riesgo de expansividad moderado.

Gráfico 27. Afloramientos de la unidad geotécnica 4.

5.2.5. Unidad 5: Areniscas y calcarenitas

Está compuesta por una litología variada indiferenciada, de areniscas calcáreas, calcarenitas, margas arenosas y en menor medida conglomerados, teniendo en conjunto diferentes grados de compactación y cementación.

Su topografía es variable, ofreciendo desde las llanuras hasta pendientes de un 30%. Localmente existen escarpes profundos. No suelen presentarse problemas de estabilidad.

En conjunto estos materiales se consideran como semipermeables. Su drenaje es aceptable por porosidad intergranular, cuando la topografía es llana, y favorable por escorrentía superficial cuando existen pendientes. Pueden existir acuíferos entre contactos de materiales permeables e impermeables.

La competencia mecánica es buena, dependiendo localmente de la litología, que puede dar lugar a una capacidad de carga media o baja, según el grado de cementación de los materiales y su grado de alteración.

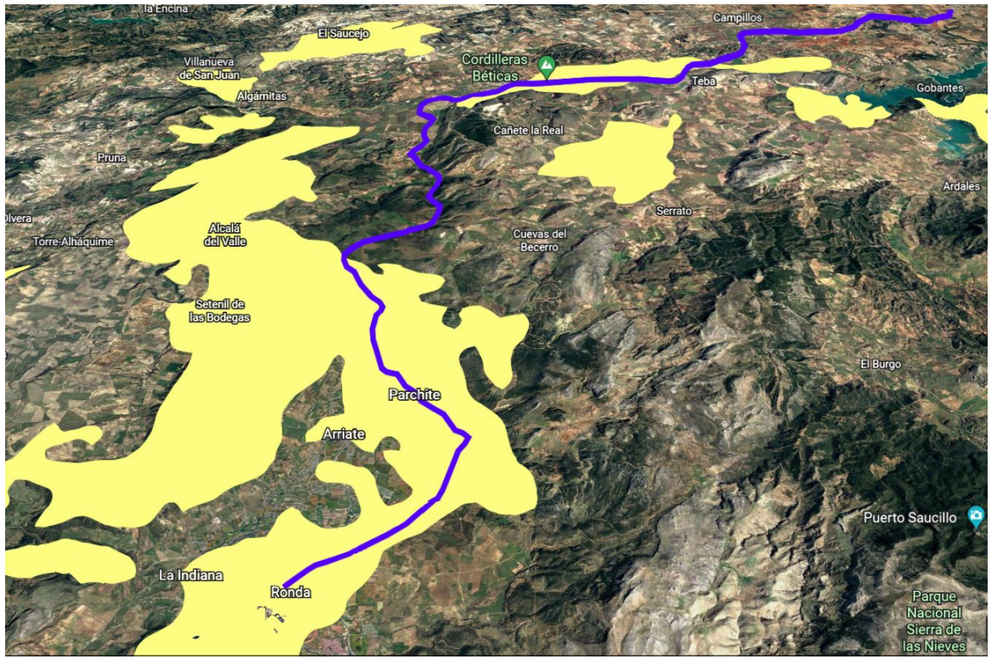


Gráfico 28. Afloramientos de la unidad geotécnica 5.

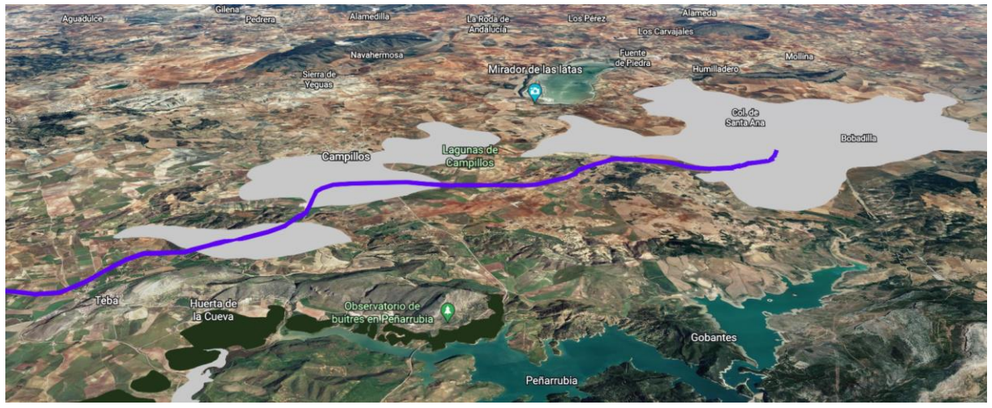


Gráfico 29. Afloramientos de la unidad geotécnica 6, asociados a los cauces de la zona de estudio.

5.2.6. Unidad 6: Detrítico fino.

Se trata de material detrítico donde predominan los de grano fino (arcilla, margas limosas, limos arenosos, y terra rossa) presentes en depósitos aluviales, aluviales-coluviales y cubetas de descalcificación. Estas acumulaciones son del Cuaternario y se han identificado en la zona norte del trazado.

Dichas acumulaciones se encuentran a altitudes medias, son prácticamente horizontales y presentan una permeabilidad baja-muy alta. El drenaje se produce principalmente por infiltración.

Respecto a las características geotécnicas, la capacidad de carga es baja-media, la compresibilidad es media y la expansividad apreciable.

6. Evaluación de zonas de riesgo geológico

Según la definición recogida en el libro "Riesgos Geológicos" de F. J. Ayala et al. (IGME, 1987), un riesgo geológico es todo proceso, situación o suceso en el medio geológico, natural, inducido o mixto, que puede generar un daño económico o social a alguna comunidad y en cuya predicción, prevención o corrección han de emplearse criterios geológicos.

Pueden dividirse en riesgos de origen interno (volcanes, terremotos y diapiros) y de origen externo (movimientos de ladera, subsidencias naturales, expansividad, erosión e inundaciones). En este apartado de analizarán únicamente aquellos con incidencia en la zona de estudio.

6.2. Riesgos ligados a procesos geomorfológicos

6.2.1. Inestabilidad gravitacional

Las principales inestabilidades naturales de las laderas de la zona de estudio que se pueden presentar son de tres tipos:

- Deslizamientos rotacionales en formaciones arcillosas y margosas
- Deslizamientos planares en algunas formaciones rocosas por disposición paralela de algún plano de discontinuidad estructural con la orientación de la ladera.
- Desprendimientos en las formaciones rocosas con un fuerte relieve. Este fenómeno puede verse incrementado en aquellas formaciones conformadas por una alternancia de capas competentes e incompetentes (calizas y margas).

De las seis unidades geotécnicas diferenciadas, se descartan de ser susceptibles de sufrir deslizamientos de ladera en estado natural, las unidades geotécnica 2 y 6, margas-calizas y materiales cuaternarios, ya que se encuentran en zonas prácticamente planas ubicadas en la zona norte entre Bobadilla y Campillos.

Unidad geotécnica 1 (UG-1). Calizas y dolomías. Esta unidad va a normalmente asociadas a zonas con una orografía acentuada y escarpada. Son frecuentes los fenómenos de desprendimientos a favor de superficies de rotura y favorecidos por el fuerte relieve Es factible la existencia tanto de deslizamientos en masa o bien por coincidencia de la estratificación o algún otro plano de debilidad estructural con la orientación de la ladera.

Gráfico 30. Desprendimientos a favor de los planos de estratificación y fracturación.

Unidad geotécnica 3 (UG-3). Arcillas Campo Gibraltar. Aquellas zonas en las que aflore esta unidad y presenten pendientes superiores a 10-20º son susceptibles de sufrir fenómenos de deslizamiento, tanto a pequeña escala como a gran escala. A ello se le suma la facilidad de erosionarse formando pequeñas cárcavas en los materiales cohesivos. En el momento de la visita numerosos taludes donde afloraba este material presentaban un muro de escollera al pie.

Gráfico 31. Deslizamientos y cárcavas en materiales cohesivos.

En la hoja geológica nº 1.037, Teba, se han cartografiado procesos de deslizamiento por coladas de solifluxión en estos materiales.

Unidad geotécnica 4 (UG-4). Marga y arcilla versicolor con yeso. Esta litología aparece en la zona norte estudio, como en el caso anterior, son susceptibles de sufrir procesos de erosión, generando cárcavas en esto materiales, y deslizamientos. En el momento de la visita la mayor parte de los taludes donde afloraba este material presentaban un muro de escollera al pie.

Gráfico 32. Cárcavas y deslizamientos en materiales de UG 4.

Unidad geotécnica 5 (UG-5). Calcarenitas y areniscas. Dependiendo del grado de cementación van a predominar los desprendimientos, a favor de planos de estratificación (en general horizontales) por erosión diferencial de los tramos menos cementados.

Gráfico 33. Chineos por erosión diferencial.

A continuación, se presenta un extracto del mapa Movimientos del Terreno de España a escala 1:1.000.000, extraído del Visor Cartográfico IGME-CSIC, y en el que se muestran los diferentes tipos de movimientos horizontales y verticales ligados a los movimientos gravitacionales, kársticos, expansivos y halocinéticos existentes en el trazado de la línea ferroviaria.

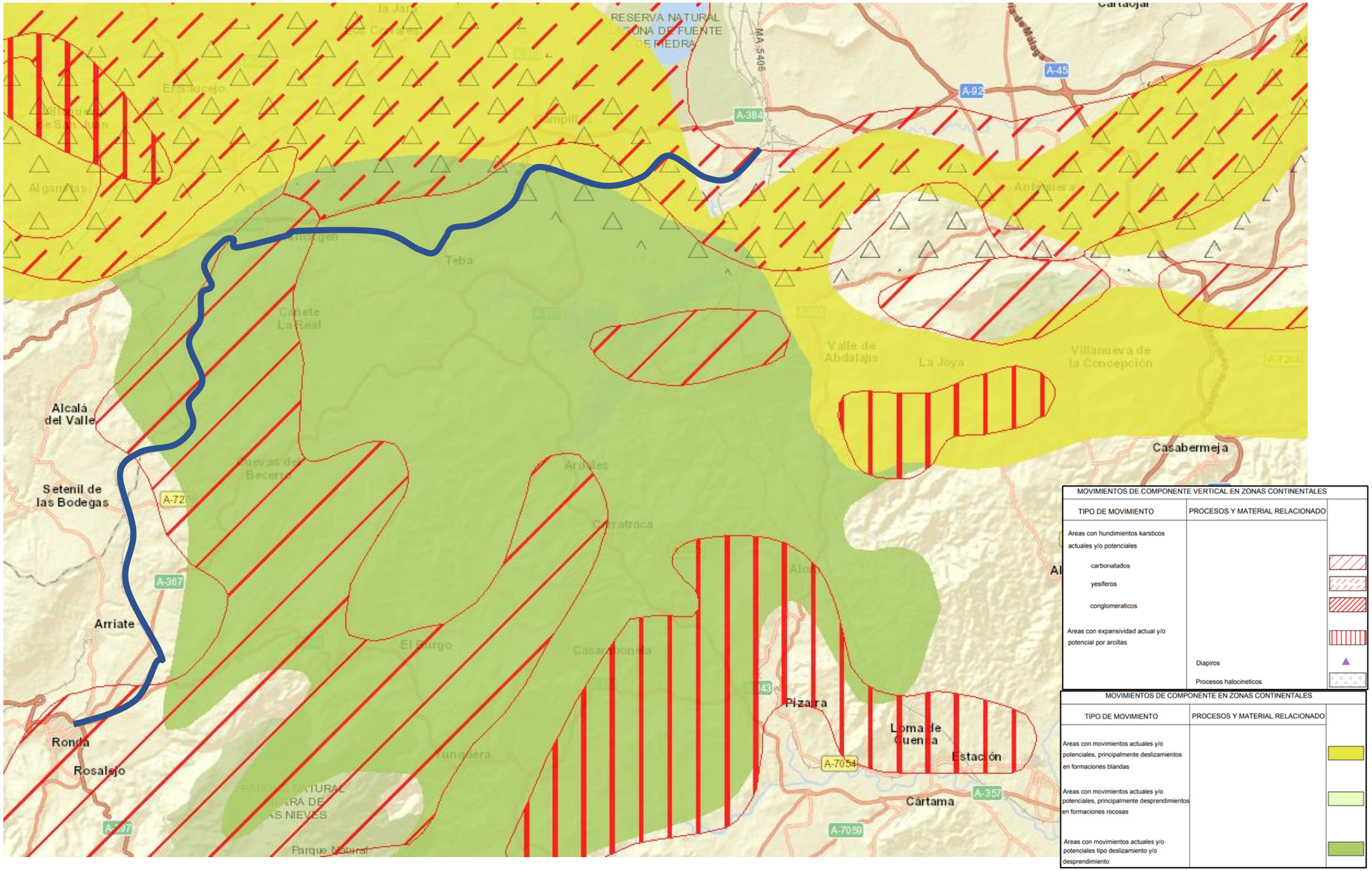


Gráfico 34. Mapa de movimientos del terreno de España. Modificado del visor IGME-CSIC.

6.3. Riesgos ligados a procesos de dinámica fluvial

6.3.1. Inundaciones y encharcamientos

Se denomina inundación la sumersión temporal de terrenos normalmente secos, como consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que es habitual en una zona determinada. En el ámbito de estudio pueden considerarse:

- Inundaciones por precipitaciones "in situ". En la zona de estudio se da en aquellas zonas donde la presencia de caliza porosa formada por precipitación de carbonato cálcico sobre restos vegetales, pueden presentar problemas de encharcamiento. Además, en la zona de turbera conformada por turba y fracción limosa.

- Inundaciones por escorrentía, avenida o desbordamiento de cauces. En la zona de estudio se han registrado algunas situaciones de desbordamiento y fenómenos de erosión activa, ya que se atraviesan importantes cauces fluviales.

Por otro lado, destaca en la zona de Campillos, la presencia de zonas encharcables, que se originan en zonas de escasa topografía donde afloran materiales arcillosos, donde se combina la falta de escorrentía superficial con la impermeabilidad del terreno. Estos encharcamientos se ven potenciados por la obstrucción ejercida por la acción antrópica sobre el medio, como son las infraestructuras hidráulicas (canales, encauzamientos, muros) y de comunicación existentes en la zona.

Gráfico 35. Zona encharcable Lagunas de Campillos, foto sita margen dcho. ctra. A-7286 Km 13.

6.3.2. Erosión

Los procesos de erosión son fenómenos ligados a la dinámica geológica y climática de una zona particular. Estos fenómenos de erosionabilidad están relacionados con las características de los sistemas morfogenéticos y morfoclimáticos en que se encuentran. El clima define la erosividad, mientras que el tipo de terreno condiciona la erosionabilidad.

Las causas principales que favorecen la erosión son la pendiente (y el relieve) del terreno, el tipo de terreno y la cobertera vegetal.

Relieve

Es el factor que más influye en los procesos erosivos, de manera que serán más fácilmente erosionables las áreas de pendientes longitudinales altas que las que presenten un perfil suave.

La erosión crece cuanto mayor es la pendiente y la longitud de la ladera o talud, como consecuencia del incremento de la velocidad y de volumen de la escorrentía superficial. Sus efectos se hacen sentir más en los puntos bajos, ya que aquí se acumula un mayor volumen de escorrentía.

En la siguiente figura se puede observar la influencia que tiene el ángulo de las laderas en la erosión:

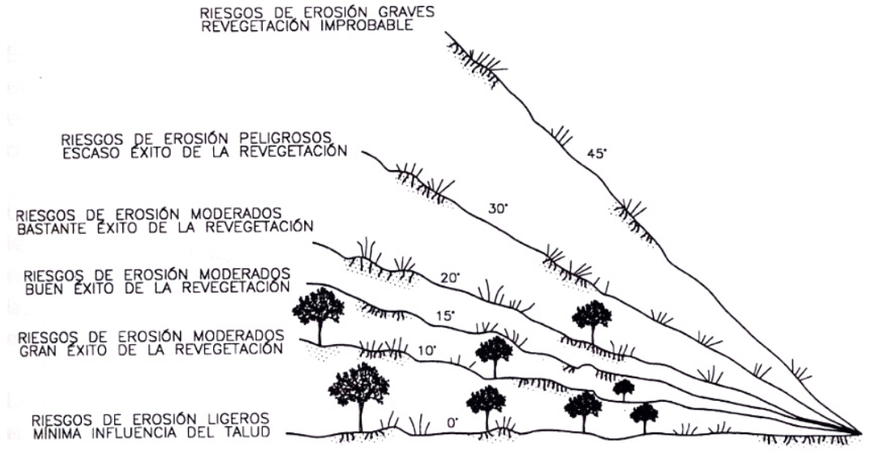


Gráfico 36. Influencia del ángulo del talud en la erosión (Departamento de Minerales y Energía de Western Australia, 1996).

Tipo de terreno

La erosión ataca con más fuerza los materiales sueltos, no consolidados (arcillas, arenas, limos) que los suelos consolidados, cementados o los materiales rocosos. En el caso de formaciones tipo suelo, como las que nos ocupan en este proyecto, la erosionabilidad depende de su textura y estructura, resistencia al corte (los terrenos más blandos y los que contienen mayor porcentaje de humedad son más fácilmente erosionables), la capacidad de infiltración (que condiciona la escorrentía), los componentes orgánicos y minerales del suelo y la proporción de arcilla dispersiva, que hace que el suelo sea muy erosionable.

Por ejemplo, a partir de la textura se puede establecer la siguiente clasificación:

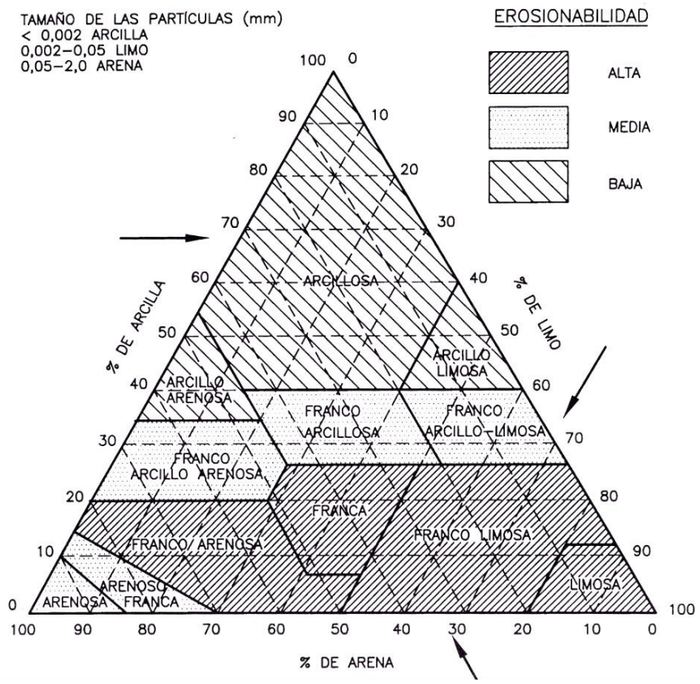


Gráfico 37. Erosionabilidad del suelo en función de la textura (Sociedad Americana de Ciencia del Suelo).

Cobertera vegetal

La vegetación actúa como una capa protectora o amortiguadora entre la atmósfera y el suelo. Sus componentes aéreos, como hojas y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento y del viento, disminuyendo su efecto erosivo.

Evaluación de la erosión en la zona de estudio

La erosión se puede cuantificar por la Ecuación Universal de Pérdidas del Suelo (USLE), que está basada en el análisis estadístico de la erosión medida en el campo, sobre parcelas experimentales sometidas a ensayos en condiciones de lluvia natural y artificial. Esta ecuación ofrece una idea del grado de variación de cada uno de los factures que intervienen en la erosión y su importancia relativa en la medida que pueden ser controlados o modificados para limitar las pérdidas del suelo.

Ecuación Universal de Pérdidas del Suelo (USLE):

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

siendo

A: Pérdidas debido a la erosión hídrica (T/ha y año)

R: Índice de erosión pluvial o factor de lluvia (J·cm/m²·h): suma de la precipitación de cada mes elevada al cuadrado dividida por la precipitación anual

K: Factor de erosionabilidad del suelo (t·m²·h/ha·J·cm). Para los cálculos de erosión, la permeabilidad puede ser calculada de un modo indirecto (si no se tienen los valores de infiltración, en cm/h) a partir de los datos del análisis granulométrico.

L y S: Factores de pendiente y longitud del talud.

C: Factor de cultivo o de vegetación

P: Factor de prácticas de conservación. Lo usual en un suelo es que no hayan tomado medidas para protección de la erosión, adaptándose entonces el valor máximo de 1.

(Todos los datos se refieren al horizonte superficial, ya que este es el que se erosiona).

No obstante, el uso de la fórmula anterior para el cálculo cuantitativo de la erosión resulta demasiado específico para los objetivos marcados en esta fase, resultando más práctico la estimación basada en la clasificación USCS que se muestra en la siguiente tabla:

Símbolo	Descripción del suelo	Erosionabilidad
GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.	
GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos	Menos erosionables
SW	Arenas bien graduadas, arenas con gravas, con pocos finos o sin finos.	
GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo	
CH	Arcillas inorgánicas muy plásticas, arcillas grasas.	↓
CL	Arcillas inorgánicas poco plásticas o de plasticidad media, Arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	↓
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas poco plásticas	↓
MH	Limos inorgánicos, con mica o arena fina de diatomeas o suelos limosos.	
SC	Arenas arcillosas, mezcla de arena-arcilla	
SM	Arenas limosas, mezclas de arena-limo	Más erosionables
ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas. Polvo de roca, arenas limosas o arcillosas, Limos arcillosos poco plásticos.	

Tabla 7: Estimación de erosionabilidad basada en clasificación USCS.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, y considerando la climatología y la vegetación existente, los procesos erosivos del área donde se encuadra la zona de estudio son los propios de un clima mediterráneo y de los litotipos descritos en el apartado de estratigrafía.

- Por un lado, se produce una erosión física producto del agua de escorrentía que provoca el arranque y trasporte de material desde las zonas elevadas a las deprimidas. Este tipo de erosión se hace más patente en aquellas unidades geotécnicas con un comportamiento geotécnico tipo suelo.

- De otro lado, mencionar la meteorización química, por disolución, adquiriendo bastante importancia en las rocas evaporíticas (yesos) y rocas de precipitación química o carbonáticas.

Además de los dos fenómenos erosivos anteriores hay que considerar la existencia de otros tipos de erosión:

- Erosión remontante. Se trata de la erosión activa existente en los regueros erosivos y cárcavas existentes en las laderas dispuestas sobre los materiales de baja permeabilidad (arcillas y limos) que implica una red de drenaje bien jerarquizada. En las zonas en las que están sometidas a erosión remontante se produce un arrastre de materiales que son depositados al pie de las laderas y en las márgenes de los arroyos formando conos de deyección.

- Socavación. Se trata del riesgo de socavación de elementos de infraestructuras o del terreno sobre en el que estas se encuentran. Está originado por las corrientes tractivas asociadas a los cursos de agua existentes en la zona de estudio.

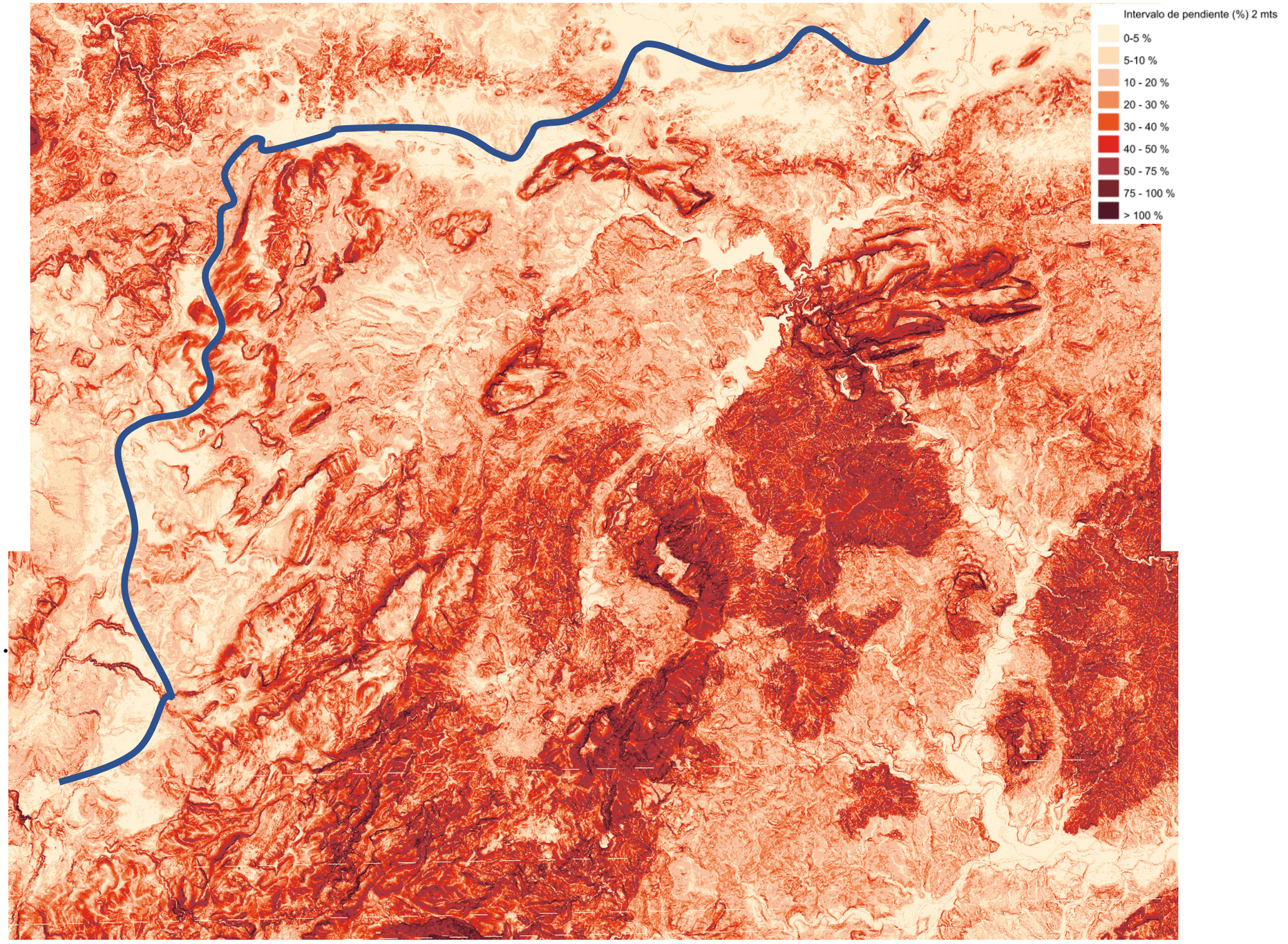


Gráfico 38. Laderas de la zona de estudio con una pendiente superior a 20º, es decir, con riesgo de erosión moderado a grave.

6.4. Riesgos ligados a la interceptación de la lámina de agua

En este caso se trata el riesgo de interceptación de las masas de aguas superficiales y subterráneas.

En al caso de masas de agua superficiales se atraviesan numerosos cursos de agua tanto de carácter estacionario como permanente. Consultando el Mapa de Inundabilidad de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía existen zonas de afección a la población para un periodo de retorno de 100 años, que afectan al trazo ferroviario:

- Río de Guadlahorce, afectando a la estación de Bobadilla.
- Subsidiarios del Guadalhorcde, arroyos de las Tinajas y de Salinas, afectando a la actual línea, alternativa 1, entorno del PK 3 al PK 7. Y en la alternativa de trazado 2 en el primer 1.5 km de desarrollo.
- Arroyo del Rincón, situado junto la población de Campillos, afectando a la infraestructura en el entorno del PK 13.
- Río de Almargen, zona situada al pie de la localidad de Teba, afectando la infraestructura en el entorno de los PPKK 21-22.
- Río Guadalcobacín, situado al norte de Ronda, afectando a la infraestructura en el entorno del PK 57.

En el caso de masas de agua subterráneas las unidades geotécnicas que pueden caracterizarse como tales son:

- Unidad geotécnica 1. Masas de agua con un origen en la red de fracturas y grietas, así como por la disolución.
- Unidad geotécnica 5. Masas de agua con un origen en la porosidad intergranular, en función del grado de alteración de las areniscas.
- Unidad geotécnica 6. Masas de agua con un origen en la porosidad intergranular.

6.5. Riesgos ligados a la litología de los materiales

6.5.1. Terrenos compresibles

Estos terrenos están organizados por capas de baja densidad y resistencia que se presentan frecuentemente saturadas, viéndose incrementada su compresibilidad por la presencia de materia orgánica. Los problemas que pueden causar estos tipos de terrenos están relacionados con la elevada deformabilidad que los caracteriza, dado que podrían dar lugar a importantes asientos de parte de los rellenos que se les sobreponen.

En relación con las características litológicas de las unidades y formaciones geológicas presentes en el área de estudio, desde el punto de vista de la compresibilidad de los materiales podemos considerar dos grandes categorías: formaciones tipo roca y formaciones tipo suelo.

- Tipo roca: se trata de calizas karstificadas que presentan un suelo eluvial de alteración llamado “terra rossa” o arcillas de descalcificación.
- Tipo suelo: deben tenerse en cuenta los depósitos arcillosos con contenido en yeso, que pueden ser afectados por procesos de disolución.

6.5.2. Terrenos expansivos

El riesgo de los terrenos expansivos es el movimiento que se produce como consecuencia de los hinchamientos y retracciones derivados de los cambios de humedad en materiales arcillosos.

Los materiales arcillosos que son susceptibles de sufrir hinchamientos o procesos de expansividad son principalmente los pertenecientes al grupo de las esmectitas.

En la zona de estudio los litotipos predominantes que puede estar relacionado con este tipo de riesgo son:

- Las unidades geotécnicas con un contenido en arcillas predominante, unidades geotécnicas3, arcillas y margas, y 4, arcillas yesíferas triásicas, situadas en la zona norte de la línea ferroviaria, con un Riesgo de expansividad bajo a moderado

Localmente también son susceptibles de presentar expansividad aquellas unidades geotécnicas que dispongan de materiales arcillosos.

A continuación, se presenta un extracto del Mapa previsor de riesgo por Expansividad de Arcillas de España a escala 1:1.000.0000, extraído del Visor Cartográfico IGME-CSIC, en el que se muestran con sombreados de diferente color el potencial expansivo en el área de estudio.

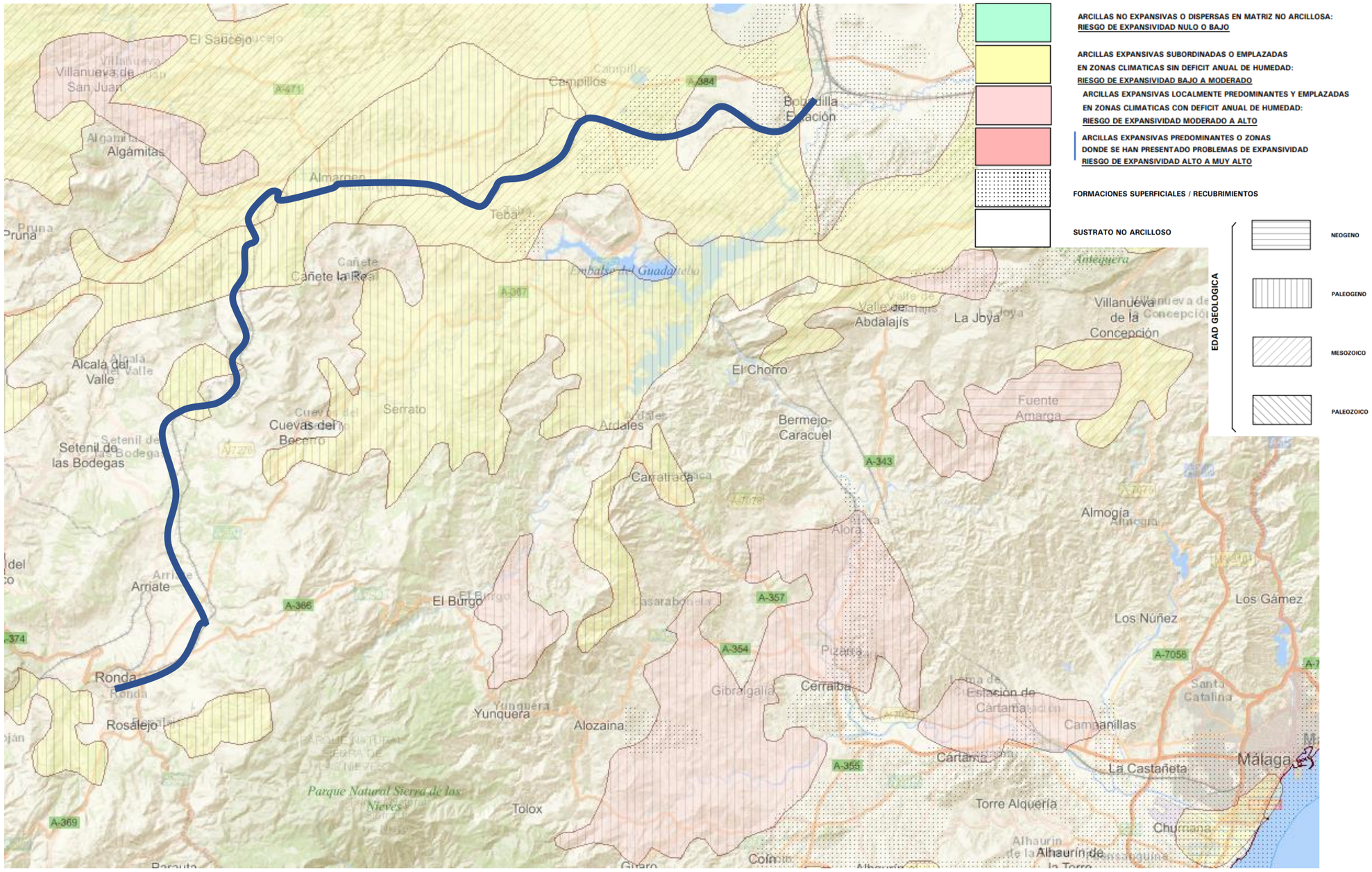


Gráfico 39. Mapa previsor de riesgo por expansividad de arcillas. Tomado del IGME.

6.5.3. Agresividad

Se trata de la presencia de sustancias agresivas que puedan atacar los materiales con los que se realiza la infraestructura. En una primera aproximación se ha considerado el riesgo de ataque químico por presencia de sulfatos en las arcillas versicolores triásicos que se encuentran conformando la unidad geotécnica 4, y los materiales cuaternarios que la rodean, unidad geotécnica 6.

6.5.4. Karstificación

La dinámica y morfología kársticas conllevan una serie de procesos activos que pueden conducir a riesgos naturales o inducidos por las actividades antrópicas.

En la zona de estudio, el predominio de los materiales calizos-dolomíticos y yesíferos formados durante los periodos Triásico, Jurásico y Cretácico provoca la existencia de abundantes riesgos asociados a los fenómenos karstificación. El proceso de karstificación o disolución de la roca caliza / yesífera no sólo afecta al substrato a partir de grietas y conductos subterráneos, sino que también puede afectar a los afloramientos calizos superficiales existentes en amplias zonas. Cuando la topografía es bastante plana y la infiltración escasa, el agua tiende a circular y a divagar en la superficie, produciendo en este caso la disolución o corrosión de las calizas en la propia superficie.

En la zona de estudio las formaciones karstificables de mayor importancia (muy karstificadas en su conjunto) las constituyen:

- El Trías y Jurásico de la Serranía de Ronda (Sierra de las Nieves); se trata de un macizo carbonatado donde se desarrolla un sistema kárstico activo, localizándose en él la Sima GESM, con una profundidad de 1.098 m

- Las facies germano-andaluzas, Triásico, localizadas en las inmediaciones de Campillos y Bobadilla, presentan series estratigráficas ricas en evaporitas asociadas a arcillas y margas, con un alto grado de karstificación deducido por una alta densidad de dolinas y de la envergadura de las redes subterráneas, se localizan en el Karst de Anterquera-Gobantes

También se dan fenómenos de karstificación, (medianamente karstificados, a veces karst importantes), aunque de menor relevancia en las formaciones calcáreas de la zona que abarcan edades Jurásicas-Terciarias.

Para evitar estos riesgos es necesario utilizar métodos de investigación apropiados, como pueden ser la geofísica (sísmica de refracción, tomografía eléctrica, sondeos eléctricos verticales, georadar, etc.), a través de la cual se pueden localizar cavidades y fracturas existentes en el subsuelo.

En la imagen adjunta tomada del Mapa del Karst de España a escala 1:1.000.000, extraído del Visor Cartográfico IGME-CSIC, donde se localizan los fenómenos de karstificación y la litología sobre la que se producen en la zona de estudio.

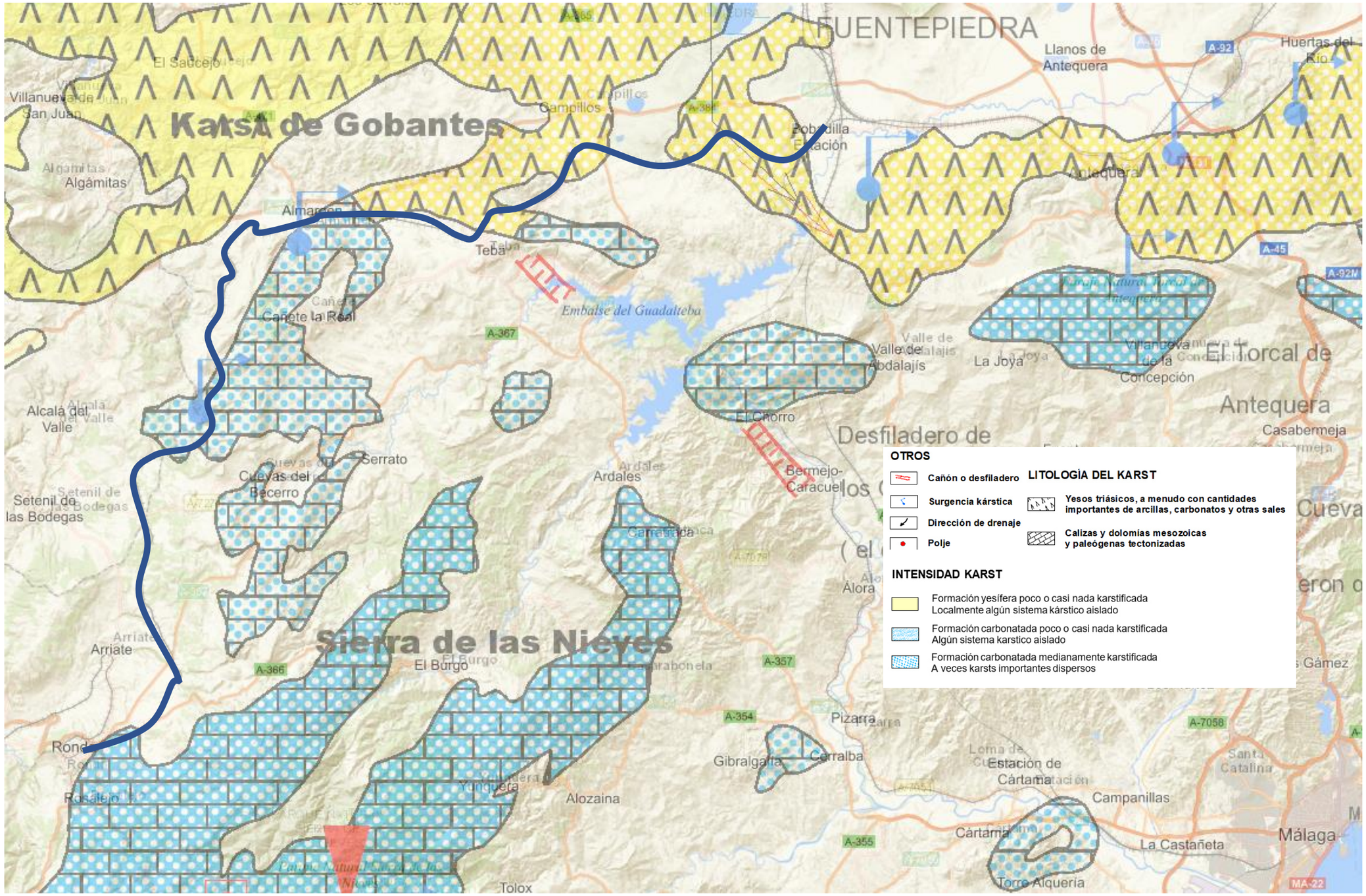


Gráfico 40. Mapa del Karst del corredor Málaga Ronda Campillo (Modificada del IGME).

6.6. Riesgos ligados a los procesos geodinámicos internos.

6.6.1. Sismicidad

6.6.1.1. Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02),

Mediante el mapa de peligrosidad sísmica y según la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Construcción (NCSE-02) y de la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07), se define la peligrosidad sísmica del territorio nacional. De estos últimos se extrae, para cada punto del país, la aceleración sísmica básica ab, un valor característico de la aceleración horiontal de la superficie del terreno correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.

La zona de estudio se encuentra afectada por actividad sísmica.

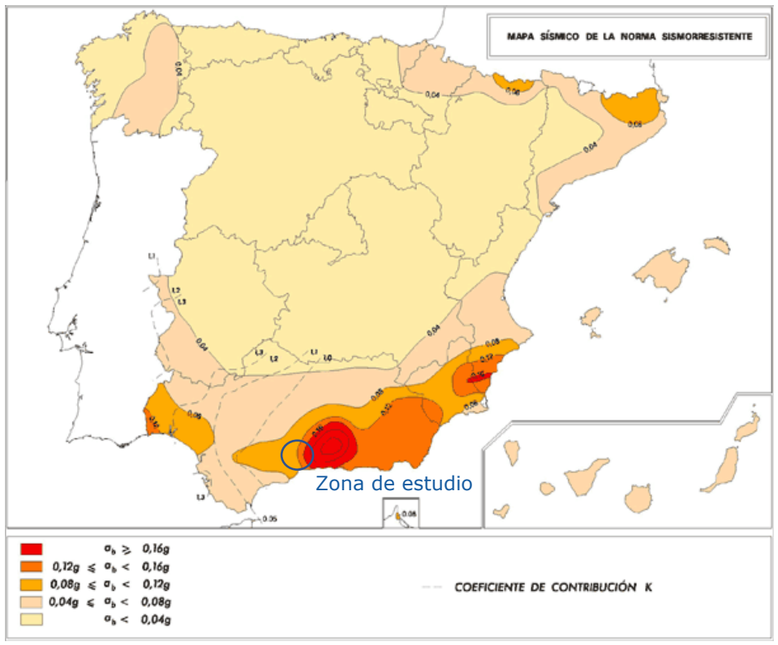


Gráfico 41. Mapa nacional de peligrosidad sísmica. Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02).

Aplicado a la región de estudio, la aceleración sísmica básica ab sería superior a 0,04g por lo que es de obligada aplicación la Normativa Sismorresistente.

Consultando el Anejo I de la NCSE-02, los municipios de la zona de estudio; Ronda, Campillos, Humilladero (localidad más cercana a Bobadilla), presentan valores de ab de 0,08g y un valor de coeficiente de contribución (k) de 1,0.

La zona se encuentra definida por valores de ab/g de intensidad moderada.

ac = S ρ ab, donde:

ab: aceleración sísmica básica

ρ: coeficiente adimensional de riesgo:

Construcciones de normal importancia: ρ= 1.0

Construcciones de especial importancia: ρ= 1.3

S: coeficiente de amplificación del terreno.

Para ρ ab ≤ 0,1g, S= C/1,25

Para 0,1g < ρ ab < 0,4g, S= C/1,25 + 3,33 [(ρ ab /g)- 0,1](1-C / 1,25)

Para 0,4g ≤ ρ ab , S= 1,0

En la fórmula anterior, C es el coeficiente de terreno: $C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$

Clasificación	Tipo de Material	V. de Propagación	Coef. C
Terreno Tipo I	Roca compacta Suelo cementado Suelo granular muy denso	Vs > 750 m/s	1,0
Terreno Tipo II	Roca muy fracturada Suelo cohesivo duro Suelo granular	750 m/s > Vs > 400 m/s	1,3
Terreno Tipo III	Suelo cohesivo firme a muy firme Suelo granular compacidad media	400 m/s > Vs > 200 m/s	1,6
Terreno Tipo IV	Suelo granular suelto Suelo cohesivo blando	Vs < 200 m/s	2,0

Tabla 8: Tipología del terreno, de acuerdo coeficiente de amplificación del terreno.

A lo largo de la zona de estudio se suceden diferentes tipos de terrenos con diferentes grados de compacidad – cohesión, habiéndose optado por establecer dos perfiles de terreno el área donde se reflejen de manera apropiada las características de la zona, siempre del lado de la

seguridad. Así, definimos el siguiente perfil del terreno, para la zona inicial del trazado donde se ha detectado un importante espesor de suelos aluviales:

- De 0 a 10 m de profundidad: arcillas fangosas aluviales. Terreno tipo IV ⇒ C= 2,0
- De 10 a 30 m de profundidad: arcilla-limo, unidad olistostrómica Terreno tipo III ⇒ C= 1,6

Por tanto,

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30} = \frac{(2 \cdot 10) + (1{,}6 \cdot 20)}{30} = 1{,}73$$

ρ = 1,3

ab = 0.08g

S = C/1,25 = 1,38

⇒ ac = S ρ ab = 1,19*1,3*0.08g

ac = 0.143g

Para el resto del trazado definimos el siguiente perfil del terreno:

- De 0 a 30 m de profundidad: arcilla-limo, unidad olistostrómica. Terreno tipo III ⇒ C= 1,6

Por tanto,

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30} = \frac{(1{,}6 \cdot 30)}{30} = 1.60$$

ρ = 1,3

ab = 0.08g

S = C/1,25 = 1,28

⇒ ac = S ρ ab = 1,28*1,3*0.08g

ac = 0.133g

6.6.1.2. EC-8: Proyectos de estructuras sismorresistentes, Parte 1: (UNE-EN 1998-1:2018)

Las acciones sísmicas que es necesario considerar en el proyecto de acuerdo con el Eurocódigo 8: Proyectos de estructuras sismorresistentes, Parte 1: Reglas generales, acciones sísmicas y reglas para edificación (UNE-EN 1998-1:2018)

Según se indica en dicho documento, la peligrosidad sísmica se define por medio de los siguientes parámetros:

- La aceleración horizontal en terreno tipo A, agR.
- El coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la distinta contribución de la sismicidad de la península

1. El valor de agR y K en un punto P del territorio, se define a partir de las coordenadas geodésicas del emplazamiento. Así, para la zona de longitud comprendida entre -5,2 a -4,7º y latitud 36,8 a 37,0 º, el valor de agR y K se toman los más desfavorables, 0,180 y 1,0 respectivamente.
2. De acuerdo a la norma UNE-EN 1998-2:2018, Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras Sismorresistentes, Parte 2: Puentes; el futuro los viaductos proyectados pueden considerarse como un puente de Clase de importancia III: Puentes de importancia especial A los puentes de Clase III le corresponde un coeficiente de importancia, YI, igual a 1.3. Por tanto, el valor de la aceleración de cálculo en un terreno de referencia tipo A será igual a:

ag = YI agR = 1,3·0,180g = 0,234g

3. Por otro lado, para tener en cuenta la influencia de las condiciones locales del terreno sobre la acción sísmica se utilizan los tipos de terreno A, B, C, D y E descritos mediante los perfiles estratigráficos indicados en la tabla a continuación:

Tipo de terreno medio	$v_{s,30}$ (m/s)	Descripción
A	> 800	Roca compacta o suelo cementado aflorante o con una capa de suelo superficial de espesor menor de 5 m.
B	360 – 800	En las decenas de metros más superficiales, predominio de suelos granulares densos o suelos cohesivos duros o presencia de capas delgadas de suelos granulares sueltos o cohesivos blandos.
C	180 – 360	En las decenas de metros más superficiales, predominio de suelos granulares de compacidad media o suelos cohesivos de consistencia firme o muy firme o presencia de capas de bastante espesor de suelos granulares sueltos o cohesivos blandos.
D	< 180	En las decenas de metros más superficiales, predominio de capas de gran espesor de suelos granulares sueltos o cohesivos blandos.
S1	< 100	Suelos consistiendo, o conteniendo, una capa de al menos 10 m de espesor, de arcillas o limos blandos, de alta plasticidad (IP > 40) y con alto contenido de humedad.
S2		Suelos formados por arenas licuables o arcillas susceptibles, u otro perfil de suelos no contenido en los tipos A-D o S_1.

Tabla 9: Tipos de terrenos según Anejo Nacional del Eurocódigo 8.

En la norma UNE-EN 1998-1:2018, la determinación del tipo de terreno equivalente se realiza una media ponderada de los parámetros del terreno en 30 m más superficiales del perfil del suelo. Para este análisis, se puede considerar un valor medio de la velocidad de propagación de las ondas S en los 30 m superiores del perfil del suelo igual a; 270 m/s para la unidad olistostrómica, y 150 m/s para los suelos aluviales.

La velocidad media de las ondas de corte vs,30 puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$v_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{v_i}}$$

Donde hi y vi representan el espesor (en metros) y la velocidad de la onda de corte de la i-ésima capa de un total de N existentes en los 30m superiores

Así, a partir del modelo de terreno mostrado en la página anterior, se obtiene un valor equivalente a un terreno tipo C, de manera conservadora se opta por un valor Vs,30 de 210 m/s para el primer tramo y de 270 m/s para el resto del trazado.

4. La forma del espectro de respuesta elástico para las componentes horizontales se define en el apartado 3.2.2.2 de UNE-EN 1998-1. El Anejo Nacional establece en las cláusulas 3.2.2.1(4) y 3.2.2.2(2)P los parámetros S, TB, TC y TD que definen la forma del espectro de respuesta elástico horizontal a nivel nacional. La tabla siguiente, que reproduce la Tabla AN/2 de AN/UNE-EN 1998-1, recoge estos valores.

Suelo tipo	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1	$\frac{T_c}{5}$	$\frac{K}{4}$	2,0
B C	$a_g \le 0{,}1\ g$: $S = C$ $0{,}1\ g < a_g \le 0{,}4\ g$: $S = C + 3{,}33\left(\frac{a_g}{g} - 0{,}1\right)(1{,}0 - C)$ $a_g > 0{,}4\ g$: $S = 1$	$\frac{T_c}{5}$	$\frac{KC}{4}$	2,0
D	$a_g \le 0{,}1\ g$: $S = 2$ $0{,}1\ g < a_g \le 0{,}4\ g$: $S = 2{,}33 - 3{,}33\frac{a_g}{g}$ $a_g > 0{,}4\ g$: $S = 1$	$\frac{T_c}{5}$	$\frac{K}{2}$	2,0

Tabla 10: Parámetros S, TB, TC y TD (espectro de respuesta elástico horizontal a nivel nacional).

Donde C = $(800/vs,30)^{0,465}$= $(800/210)^{0.465}$=1.863 / $(800/270)^{0.465}$= 1.657

Por tanto, para un terreno tipo C con valor de ag= 0.234 el valor de S será

S= C + 3,33 [(ag /g)- 0,1](1-C) = 1.80 / S= 1.61

5. De acuerdo con la Parte 5 Cimentaciones, estructuras de contención y aspectos geotécnicos del Eurocódigo 8 (UNE-EN 1998-5:2018), apartado 4.1.3 Estabilidad de taludes, las fuerzas que actúan sobre la masa del terreno, en las direcciones horizontal y vertical respectivamente, deben tomarse para el análisis pseudo estático como

$$F_H = 0{,}5\,\alpha \cdot S \cdot W$$

$$F_V = \pm 0{,}5\,F_H$$

Donde

α: cociente entre el valor de cálculo de la aceleración para un terreno tipo A (ag) y la aceleración de la gravedad (g)

W: peso de la masa deslizada (valor definido por el software utilizado en el cálculo de estabilidad)

Por tanto,

- α= 0.234
- S=1.80 para el primer tramo, S=1.61 para el resto del trazado

7. Estudio geotécnico variantes Lagunas de Campillos

7.1. Introducción

A continuación, se detallan los reconocimientos geotécnicos realizados para caracterizar los terrenos de las Variantes de trazado en las Lagunas de Campillos. Diferenciando los trabajos realizados para la Alternativa 2 de 12,9 km y la Alternativa 3 de 8,0 km.

A partir de la información obtenida y de la información geológica, se caracterizan las unidades geotécnicas afectadas por las alternativas de trazado.

Como documentación gráfica, se adjunta el plano n.º 1, de situación de los reconocimientos geotécnicos, elaborado sobre la planta geológica, a escala 1:5.000. Los registros de las investigaciones de campo realizados en las distintas campañas de campo.

7.2. Trabajos realizados

7.2.1. Calicatas

Constituyen un elemento de reconocimiento de utilidad fundamental para el reconocimiento de los suelos superficiales, así como de accidentes geológicos, facilitando la accesibilidad necesaria para la identificación, y la toma de muestras alterada.

En la fase actual del proyecto se han realizado un total de nueve (9) calicatas, cuyo objetivo principal ha sido:

- Delimitar las unidades geológico-geotécnicas definidas en el estudio geológico: litología, extensión, contactos, potencia, etc.
- Identificar y caracterizar los diferentes materiales que afectan a los desmontes.
- Caracterizar los materiales excavados para su uso en los rellenos.
- Definir la explanada natural.
- Identificar el substrato (cimiento) sobre el que apoyan los rellenos.
- Detectar la presencia de niveles freáticos

Con las muestras obtenidas se han realizado ensayos de identificación y aptitud, para su posible utilización en la obra.

La máxima profundidad alcanzada ha sido de 3,30 metros, siendo lo frecuente excavar entre dos y tres metros y medio. En todas las calicatas se han tomado muestras en bolsas pequeñas para ensayos de identificación y sacos grandes en las calicatas de préstamos para los ensayos de compactación. En caso de que el sustrato rocoso se encuentre de manera superficial las profundidades de excavación no superan los 1,50 m.

A continuación, se resumen las investigaciones realizadas, ubicación en coordenadas UTM y máxima profundidad alcanzada.

ALTERNATIVA	PROFUNDIDAD (m)	ALTERNATIVA	PROF. N.F. (m)	SITUACIÓN	
				X (UTM)	Y (UTM)
C-1	2.30	2	No detectado	343.405	4.099.546
C-2	3.20	2	No detectado	340.651	4.097.685
C-3	3.30	2	No detectado	339.873	4.097.054
C-4	2.70	2	No detectado	339.155	4.097.023
C-5	2.60	2	No detectado	335.864	4.097.469
C-6	2.70	2 – 3	No detectado	333.956	4.097.785
C-7	1.70	3	No detectado	338.457	4.098.780
C-8	3.00	3	No detectado	337.843	4.098.016
C-9	3.30	3	No detectado	337.304	4.097.608

Tabla 11: Calicatas realizadas.

La campaña realizada para la actual fase de proyecto se ha realizado con una retroexcavadora mixta modelo JCB/3CX y ha sido supervisada por técnicos de AYESA.

Gráfico 42. Ejecución de calicata.

En el Apéndice 1 se reproducen los registros de las calicatas de reconocimiento, donde se recoge el resultado de la inspección realizada por personal técnico y las fotografías correspondientes.

La situación de los mismos se muestra en planos.

7.2.2. Sondeos

Se ha efectuado un total de 3 sondeos mecánicos a rotación con recuperación de testigo continuo en la campaña.

Los sondeos de la actual campaña se han realizado a rotación con obtención continua de testigo, con herramientas de rotación convencional, utilizando dos sondas montadas sobre oruga, un tipo TP-50 sobre orugas. La perforación a rotación se efectuó con batería simple tipo “B” (pared sencilla) de 101 mm de diámetro para los tramos de suelo o de roca blanda y batería doble tipo “T” de 86 mm de diámetro para los tramos en roca.

Todos los sondeos se han perforado de forma vertical. Debido a la diferente competencia en los materiales encontrados, la recuperación de los sondeos ha sido variable, pero con una media por encima del 90%.

La longitud de los sondeos se ha elegido generalmente para reconocer los materiales hasta una profundidad mínima de 5 a 10 m bajo la rasante y hasta la profundidad afectada por las posibles cimentaciones de las estructuras.

En los sondeos se han realizado sistemáticamente ensayos SPT (en los tramos en suelo), y se han tomado muestras inalteradas a hinca y rotación. Las cantidades de cada uno de ellos, así como otros datos de interés se indica en el apartado correspondiente

En el Apéndice 2 “Registro de sondeos” se presenta la descripción completa de los sondeos perforados. En dicha descripción se incluye la siguiente información:

a) El sistema de perforación, el tipo de herramienta y uso de agua en la perforación.

b) El diámetro de la perforación

c) Diámetro y longitud de los tramos revestidos.

d) Las posiciones de inicio y final de cada maniobra.

e) El porcentaje de recuperación y, en el caso de perforación en roca, el RQD, que representa la proporción de testigo que se obtiene en trozos de longitud igual o mayor de 10 cm por cada maniobra.

f) Posición del nivel piezométrico.

g) Unidad geotécnica y Litológica.

h) Espesor y profundidad de las diferentes unidades geotécnicas.

i) Descripción del testigo.

j) Tipo de muestra obtenida y en su caso el golpeo necesario.

k) En suelos, medidas de resistencia con el penetrómetro de bolsillo o bien con el Torvane.

l) Resultado de ensayos de laboratorio

En los suelos granulares se ha atendido a las siguientes cuestiones:

1) Nombre geológico local.

2) Nombre típico: Bolos (>63 mm), Gravas (63-5 mm), Arena (5 a 0,08 mm)

3) Fracción granulométrica accesoria: Se ha estimado su porcentaje en peso y se ha denominado con arreglo a los siguientes criterios:

Denominación	% en peso
Indicios	<5
Algo	5-15
Bastante	15-35
Sufijo "oso"	35-50

4) Tamaño máximo de partículas y % de bolos.

5) Estimación del contenido y de la plasticidad de los finos.

6) Graduación: bien graduada -mal graduada. Estimación de distribución de tamaños; porcentajes de bolos, gravas, arenas y finos.

7) Forma de grano: anguloso -subanguloso -subredondeado – redondeado.

8) Mineralogía: roca típica de la grava. Minerales predominantes en la arena; en especial, láminas de mica, partículas pizarrosas o materia orgánica.

9) Color: Presencia de motas o bandas de distinto color.

10) Olor: ninguno -olor a tierra -olor orgánico.

11) Contenido en humedad: seco -húmedo -muy húmedo – saturado.

12) Compacidad (según la siguiente equivalencia)

Denominación	N60 equivalente
Muy suelto	Menos de 4
Suelto	4-10
Medianamente denso	11-30
Denso	31-50
Muy denso	Más de 50

En los suelos cohesivos se han utilizado los siguientes criterios:

1) Nombre geológico local.

2) Nombre típico: limo -limo arenoso -limo arcilloso arcilla -arcilla arenosa -arcilla limosa limo orgánico -arcilla orgánica

3) Tamaño máximo de partículas.

4) Distribución de tamaños: porcentajes de bolos, grava, arena y finos.

5) Resistencia en seco: nula -muy baja -baja -media -alta -muy alta.

6) Plasticidad: nula -baja -media – alta.

7) Color. Presencia de motas o bandas de distinto color

8) Olor: nulo -olor a tierra -olor orgánico.

9) Contenido en humedad: seco -húmedo -muy húmedo – saturado.

10) Consistencia:

Denominación	Identificación in situ	q_u equivalente (kp/cm²)
Muy blanda	El puño penetra fácilmente varios centimetros.	Menos de 0,25
Blanda	El pulgar penetra fácilmente varios centimetros.	0,25 a 0,5
Media	El pulgar penetra varios centimetros con un esfuerzo moderado.	0,5 a 1
Firme	El pulgar deja marca inmediata, penetrando sólo con gran esfuerzo.	1 a 2,0
Muy firme	La uña deja marca fácilmente.	2,0 a 4,0
Dura	La uña deja marca difícilmente.	Más de 4,0

11) Estructura: estratificada -laminada -fisurada -inclinada -en forma de bloques lenticular -homogénea.

12) Cementación: nula -débil -fuerte. La clasificación de suelos utilizada es básicamente la USCS, cuyos elementos principales se indican a continuación.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS U.S.C.S.

GRUPOS PRINCIPALES			Símbolos del grupo	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
SUELOS DE GRANO GRUESO (MÁS DEL 50% DEL MATERIAL QUEDA RETENIDO POR EL TAMIZ 0,08 mm)	GRAVA (MÁS DEL 50% DE LA FRACCIÓN GRUESA QUEDA RETENIDA POR EL TAMIZ 5,0 mm)	GRAVA LIMPIA (MENOS DEL 5% DE FINOS)	GW	GRAVAS BIEN GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS
			GP	GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS
		GRAVA CON FINOS (MÁS DEL 12% DE FINOS)	GM	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS DE GRAVA-ARENA-LIMO
			GC	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE GRAVA-ARENA-ARCILLA
	ARENA (MÁS DEL 50% DE LA FRACCIÓN GRESA PASA POR EL TAMIZ 5,0 mm)	ARENA LIMPIA (MENOS DEL 5% DE FINOS)	SW	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS
			SP	ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN FINOS
		ARENA CON FINOS (MÁS DEL 12% DE FINOS)	SM	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA-LIMO
			SC	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS DE ARENA-ARCILLA
SUELOS DE GRANO FINO (MÁS DEL 50% DEL MATERIAL PASA POR EL TAMIZ 0,08 mm)	LIMO Y ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (LÍMITE LÍQUIDO MENOR DE 50)		ML	LIMOS INORGÁNICOS Y ARNAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLOSAS, LIMOS ARCILLOSOS POCO PLÁSTICOS
			CL	ARCILLAS INORGÁNICAS POCO PLÁSTICAS O DE PLASTICIDAD MEDIANA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS
			OL	LIMOS ORGÁNICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGÁNICAS POCO PLÁSTICAS
	LIMO Y ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (LÍMITE LÍQUIDO MAYOR DE 50)		MH	LIMOS INORGÁNICOS CON MICA O ARENA FINA DE DIATOMEAS O SUELOS LIMOSOS
			CH	ARCILLAS INORGÁNICAS MUY PLÁSTICAS, ARCILLAS GRASAS
			OH	ARCILLAS ORGÁNICAS DE PLASTICIDAD MEDIANA O MUY PLÁSTICAS, LIMOS ORGÁNICOS
SUELOS MUY ORGÁNICOS			PT	TURBA, HUMUS, SUELOS DE PANTANOS CON MUCHA MATERIA ORGÁNICA

En la tabla siguiente se indica la profundidad reconocida en cada uno de ellos, así como su situación en coordenadas UTM y a la campaña de campo donde se han realizado.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	ALTERNATIVA	OBJETO	SITUACIÓN	
				X (UTM)	Y (UTM)
S-1	16.60	2	Viaducto	342.212	4.099.555
S-2	15.00	2 - 3	Estación Campillos	335.434	4.097.349
S-3	15.00	2 - 3	Desmonte	332.676	4.097.550

Tabla 12: Sondeos realizados

7.2.2.1. Ensayos SPT

El ensayo SPT consiste en la hinca de un tomamuestras (cuchara partida) de 51 mm de diámetro exterior, con una maza de 63,5 kg cayendo desde una altura de 75 cm, con un sistema de accionamiento automático de alta eficiencia energética.

Se cuentan los golpes necesarios para introducir al menos tres tramos de 15 cm. En este Estudio se han planificado cuatro tramos de 15 cm en todos los ensayos.

El ensayo se da por terminado cuando el tomamuestras se ha introducido 60 cm (cuatro tandas de golpes) o bien cuando para cualquiera de los tramos de 15 cm se han requerido más de 50 golpes para ser hincado, lo que se considera rechazo (R).

Se obtiene el N (SPT) sumando los golpes necesarios para introducir los tramos segundo y tercero, prescindiendo del primero y, en su caso, del cuarto.

Los golpeos en el SPT resultan muy influenciados por ciertos detalles del procedimiento operativo, en especial por la energía realmente transmitida por la maza a la cabeza de impacto y la que recibe el tomamuestras para hincarse en el terreno.

Muchas correlaciones tradicionales utilizan el golpeo N en el SPT para deducir resistencia o deformabilidad del terreno. Se entiende que corresponden a una eficiencia energética del 55-60%, lo habitual en las épocas en que se prepararon-n esas correlaciones. Sin embargo, la eficiencia energética de los equipos automáticos puede superar el 80% y, teniendo en cuenta además que los tomamuestras antiguos se equipaban con una funda interior de zinc y a los modernos no se les coloca funda interior, es fácil que los golpeos N55-60 equivalentes a los N actuales sean más del 50% mayores que éstos.

En este Estudio se ha efectuado una corrección del golpeo N (SPT) para obtener el N_{60}.

Se describe la formulación empleada para la corrección del valor N_{30} obtenido en los ensayos efectuados y, posteriormente, se desarrollan las distintas correlaciones existentes de este valor N corregido -(N1)60- con otros parámetros geotécnicos.

- Corrección por la presión efectiva de sobrecarga (σv'): $N_1 = C_N \cdot N$

  N1 es el valor de golpeo SPT corregido según la sobrecarga de tierras.

  $C_N = [0.77 \cdot \log (40/\sigma'_v]$ y CN < 2,0 (σ'v : carga efectiva vertical (ksf)

N es el valor de golpeo SPT sin corregir.

- Corrección por la efectividad del golpeo del martillo: $N_{60} = (ER/60\%)\cdot N$

  N_{60} el valor de golpeo SPT corregido según la eficiencia del martillo.

  ER la eficiencia del martillo expresada en un porcentaje sobre la energía teórica del martillo en caída libre, en función del método empleado en el ensayo (ensayo manual corresponde a un ER=60% o automático, que corresponde a un ER=80%).

Para obtener el valor de golpeo corregido según la eficiencia del martillo y el efecto de la sobrecarga, se sigue la siguiente expresión:

$$(N1)_{60} = N_{60}^{*}\cdot N1$$

Una vez se ha obtenido el $(N1)_{60}$ de los ensayos SPT, a continuación, se exponen las distintas correlaciones obtenidas con otros parámetros geotécnicos:

Resistencia al corte sin drenaje: La cohesión no drenada puede obtenerse a partir del golpeo resultante en ensayos SPT a partir de la expresión de Stroud:

cu (kN/m2) = k • N_{30},

donde k es una constante de valor medio 4,4

También resulta habitual el uso de la correlación de Hunt entre el SPT y la resistencia a compresión uniaxial:

Consistencia	NSPT	Identificación in situ	γ sat (t/m³)	RCS (kp/cm²)
Muy blanda	< 2	Se deshace entre los dedos	1,44-1,60	0,0-0,25
Blanda	2-4	Moldeable bajo presiones débiles	1,60-1,76	0,25-0,5
Media (firme)	4-8	Moldeable bajo presiones fuertes	1,76-1,92	0,5-1,0
Rígida	8-15	Se marca con el pulgar	1,92-2,08	1,0-2,0
Muy rígida	15-30	Se marca con la uña del pulgar	2,08-2,24	2,0-4,0
Dura	> 30	Se marca difícilmente	> 2,0	> 4,0

Tabla 13: Consistencia de un suelo arcilloso a partir del valor de golpeo del SPT (Hunt, 1984)

Asimismo, empleando también el golpeo SPT es posible obtener la cohesión sin drenaje, cu, a partir de la propuesta de Terzaghi y Peck, la cual se muestra en la siguiente figura.

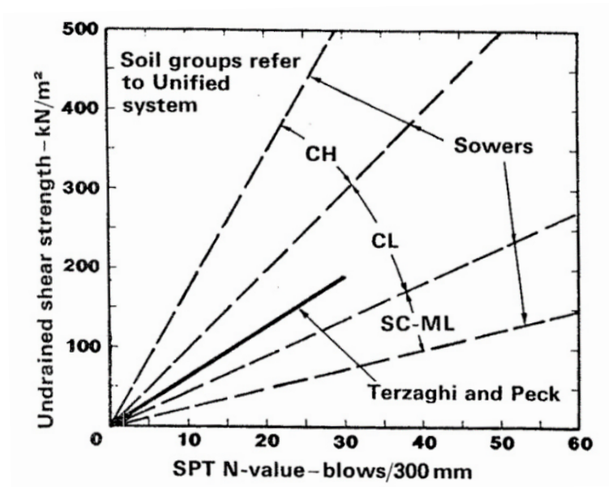
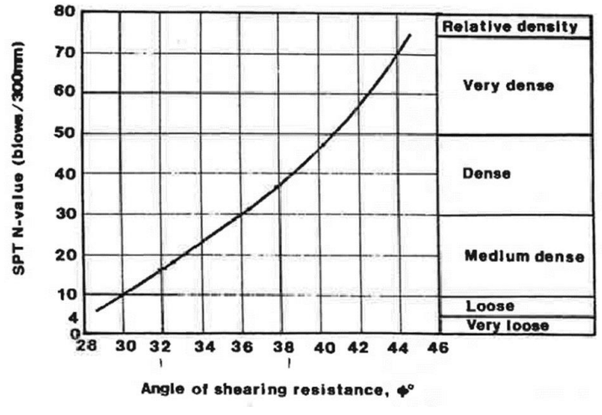


Gráfico 43. Correlación entre la resistencia al corte no drenado y el golpeo NSPT (Terzaghi y Peck).

Angulo de fricción: Para el caso de suelos granulares también es posible deducir el ángulo de fricción a partir del golpeo SPT corregido (N1) según la expresión siguiente de Peck, Hanson y Thornburn (1974):



$$\phi\,(^{o}) = 27{,}1 + 3{,}0\cdot\ N1 - 0{,}00054\cdot N12$$

Gráfico 44. Estimación del ángulo de fricción en suelos granulares a partir del valor de N_{30} (Peck et al. 1974).

De Mello (1971) propone el siguiente gráfico:

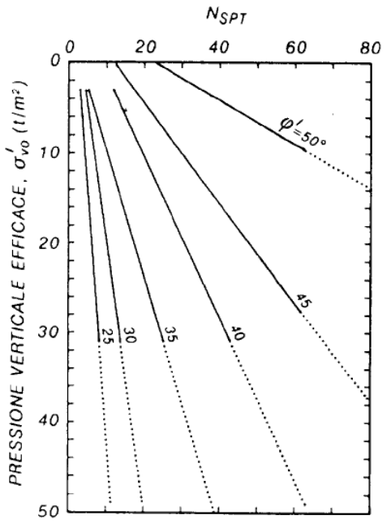


Gráfico 45. Estimación del ángulo de fricción en suelos granulares a partir del valor de N30 (De Mello, 1971)

- Muromachi (1974): $\phi = 20 + 3{,}5 \cdot \sqrt{N}$

- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications ofrece una correlación similar:

$N1_{60}$	ϕ_f
<4	25-30
4	27-32
10	30-35
30	35-40
50	38-43

Tabla 14: Correlación N160 - ángulo de rozamiento para suelos granulares (Mod. Bowles, 1977)

Módulo de deformación

CIRIA (1995). REP R 143 The standard penetration test (SPT): methods and use

- Suelo granular: E'=1 x N_{60}

- Suelo cohesivo: E'=0,9 x N_{60}

BEGUEMANN (1974)

- Gravas y arenas SPT>15: $E(kp/cm^2) = 40 + 12(N_{SPT} - 6)$

- Gravas y arenas SPT<15: $E(kp/cm^2) = 12(N_{SPT} + 6)$

WEBB (1974)

- Arenas finas por encima del freático: $E(kp/cm^2) = 5\,(N_{SPT} + 15)$

- Arenas arcillosas: $E(kp/cm^2) = 3{,}3\,(N_{SPT} + 15)$

En total, se han realizado 21 ensayos SPT, cuyas muestras se conservan en doble bolsa de plástico y en las que se hace referencia al número de sondeo, las profundidades y golpeos obtenidos. En la siguiente tabla adjunta se resumen dichas características. Cuando N era de rechazo o N resultaba mayor de 100, se ha anotado N_{60} = Rechazo.

SONDEO	PROFUNDIDAD INICIAL (m)	PROFUNDIDAD FINAL (m)	GOLPEO	N	N_{60}
S-1	2.60	3.05	1-2-1	3	5
	4.00	4.60	2-3-4-7	7	9
	8.00	8.60	1-1-2-6	3	3
	10.00	10.60	1-1-3-3	4	4
	12.00	12.60	1-1-2-5	3	3
	14.00	14.60	15-8-13-20	21	17
	16.00	16.60	9-14-19-21	33	26
S-2	2.00	2.60	7-8-12-16	20	31
	4.60	5.05	7-11-14	25	27
	6.00	6.60	6-12-14-17	26	24
	8.60	9.05	5-9-13	22	19
	10.00	10.60	6-8-11-14	19	15
	12.60	13.05	6-9-11	20	15
	14.00	14.60	12-21-30-42	51	37
S-3	2.00	2.44	42-44-50R	R	R
	4.00	4.10	50R	R	R
	6.00	6.08	50R	R	R
	8.00	8.25	41-50R	R	R
	10.00	10.19	44-50R	R	R
	12.00	12.07	50R	R	R
	14.00	14.21	42-50R	R	R

Tabla 15: Ensayos SPT realizados

7.2.2.2. Muestras inalteradas

El aparato para obtener muestras inalteradas está formado por un tubo metálico vacío, dentro del cual hay otro tubo de PVC. El tubo se introduce en el interior del sondeo, hasta la profundidad deseada, y mediante el mismo sistema para realizar el ensayo SPT, se dan cuatro tandas de golpes hasta clavar todo el tubo en el terreno, un total de 60 cm. Se cuentan los golpes cada 15 cm de penetración.

Una vez extraído el tubo del sondeo, se obtiene el tubo de PVC con la muestra del terreno en su interior. Es importante sellar los dos extremos del tubo, con plástico o cinta para evitar el movimiento del sedimento del interior y la pérdida de humedad de la muestra. Con la muestra tapada por los extremos y rotulada con las referencias de la obra, será llevada con bastante cuidado para evitar golpes a un laboratorio para realizar los ensayos de mecánica de suelos.

Los dispositivos utilizados, la ejecución de los ensayos en campo, y la interpretación de los resultados, se han realizado de acuerdo con la norma XP P94-202.En este Estudio se ha efectuado una conversión idéntica a la efectuada para los ensayos SPT.

En la siguiente tabla se recogen las muestras inalteradas recogidas, en total 5 ensayos, indicando el sondeo en el que se han efectuado, la profundidad del registro y el valor del golpeo en el ensayo.

SONDEO	PROFUNDIDAD INICIAL (m)	PROFUNDIDAD FINAL (m)	GOLPEO	NMI	NMI/2	N_{60}
S-1	2.00	2.60	3-3-4-4	7	3	5
	6.00	6.60	1-2-1-2	3	2	2
S-2	4.00	4.60	17-24-30-34	54	27	31
	8.00	8.60	10-13-16-22	29	15	13
	12.00	12.60	7-10-12-17	22	11	18

Tabla 16: Toma de muestra inalterada realizadas

7.2.2.3. Testigos parafinados.

Además, se han tomado en la actual campaña 5 testigos parafinados (TP) para su posterior ensayo en laboratorio. A continuación, se detallan los testigos parafinados recogidos.

SONDEO	PROFUNDIDAD INICIAL (m)	PROFUNDIDAD FINAL (m)
S-1	15.70	16.00
S-2	0.80	1.05
S-3	7.55	7.80
	12.60	12.85
	14.40	14.72

Tabla 17: Toma de muestra parafinadas realizadas

7.2.2.4. Mediciones del nivel piezométrico

De forma sistemática, se ha realizado un seguimiento de los niveles piezométricos, tanto durante la ejecución del propio sondeo, como una vez finalizado.

Durante la ejecución de las calicatas no se ha detectado la presencia de agua durante su excavación.

A continuación, se incluye una tabla resumen con las lecturas del nivel piezométrico realizadas

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)
S-1	2.00
S-2	6.70
S-3	2.00

Tabla 18: Profundidad N.F. registrada en los sondeos

Se han efectuado análisis químicos del agua para investigar su eventual agresividad a los hormigones. Se puede concluir que las aguas freáticas de la zona son agresivas a los hormigones.

7.2.3. Ensayos de penetración dinámica

El ensayo de penetración tipo DPSH, consiste en hincar en el terreno una puntaza de forma troncocónica, cuya base tiene una superficie de 20 cm2 y un ángulo en la punta de 90º. La energía de hinca, se obtiene por golpeo continuado de una masa de 63,5 Kg que cae libremente, desde una altura de 76 cm, sobre un yunque que transmite la energía a la punta por medio de un varillaje normalizado. Durante la realización del ensayo se mide el número de golpes necesarios para hincar la puntaza 20 cm en el terreno (N20).

La prueba se da por finalizada al alcanzar el rechazo, situación que se produce cuando N20 >100 golpes o cuando se suceden tres andanadas seguidas N20 >75 golpes.

De los 8 ensayos planteados a lo largo de las variantes, se han ejecutado 7, dado que el penetrómetro P-3 no se pudo realizar por no obtener permiso para acceder al punto. Se han utilizado fundamentalmente para el reconocimiento de suelos blandos en zonas de apoyo de estructuras y rellenos.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los ensayos de penetración dinámica realizados, la profundidad a la cual se alcanzó el rechazo (fin del ensayo) y su ubicación.

ENSAYO DE PENETRACION DINÁMICA	ALTERNATIVA	PROFUNDIDAD (m)	SITUACIÓN	
			X (UTM)	Y (UTM)
P-1	2	4.0	343.383	4.099.562
P-2	2	15.0	339.901	4.097.060
P-4	2 – 3	-6.8	335.897	4.097.479
P-5	2 - 3	14.2	333.923	4.097.804
P-6	3	2.4	338.467	4.098.776
P-7	3	13.6	337.838	4.098.025
P-8	3	9.6	337.301	4.097.615

Tabla 19: Ensayos de penetración dinámica realizados en la traza.

El resultado de los ensayos está recogido en el Apéndice 3, Ensayos de penetración dinámica.

7.2.4. Ensayos de laboratorio

Las muestras de testigos obtenidas de los sondeos y calicatas han sido objeto de los ensayos más adecuados y representativos para cada problema o unidad de obra. Las muestras tomadas en los distintos reconocimientos se preparan según norma UNE 130100 y se envían a laboratorio acreditado donde se realizan los ensayos designados para cada unidad de obra.

En general, con las muestras de las calicatas, se realizan ensayos de identificación, compactación, resistencia y análisis químicos. Su objetivo es clasificar el material según el Pliego de Prescripciones Técnicas para los proyectos de plataforma, PPT 9-0-1.0+M1 y de esta manera definir condiciones de idoneidad de los materiales para usarse en los rellenos y caracterización del sustrato donde se apoyarán éstos.

Con las muestras procedentes de los sondeos se realizarán ensayos de identificación, estado, y resistencia.

Para la realización de los ensayos de laboratorio en esta fase de proyecto se cuenta con la empresa Elabora, especializada en ensayos geotécnicos, estando su laboratorio acreditado para la realización de los mismos.

A continuación, se presentan unas tablas resumen con los ensayos realizados, tanto de las muestras tomadas en las calicatas como las tomadas en los sondeos:

Muestras calicatas

CALICATA	MUESTRA		IDENTIFICACIÓN												ESTADO			COMPACTABILIDAD							
			GRANULOMETRIA									L. ATTERBERG			P. QUÍMICOS			PROCTOR		CBR				HINCHAMIENTO LIBRE	COLAPSO EN EDÓMETRO
	PROF DE	PROF A	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08	LL	LP	IP	SULFATOS	MAT. ORG	SALES SOLUBLES	DENSIDAD OPTIMA	HUMEDAD OPTIMA	CBR 95	CBR 100	ABSOR	EXP	
	m	m	%	%	%	%	%	%	%	%	%				mg/kg	%	%	g/cm3	%			%	%	%	%
C-1	1,30	1,40	100.0%	100.0%	100,00%	100,00%	98,00%	93,00%	88,00%	78,00%	72,50%	23,9	14,5	9,5		0,23%	0,420%	2,080	10,5%	10,3	14,3	5,15%	1,15%		
C-2	1,20	1,40	100.0%	100.0%	100,00%	100,00%	98,00%	96,00%	94,00%	85,00%	78,00%	24,6	13,8	10,8	567,180	0,24%	0,660%	2,070	8,6%	7,7	14,3	5,64%	2,10%	7,300%	0,000%
C-3	1,70	1,80	100.0%	100.0%	100,00%	100,00%	100,00%	98,00%	94,00%	86,00%	79,00%	43,7	23,2	20,4	2276,970	0,20%	0,300%	1,830	15,5%	3,8	5,4	11,51%	4,69%	8,050%	0,000%
C-4	1,90	2,00	100.0%	100.0%	97,00%	96,00%	94,00%	89,00%	83,00%	68,00%	58,00%	26,4	15,8	10,6		0,17%	0,450%	2,030	9,7%	10,6	12,7	4,86%	1,73%		0,000%
C-5	1,10	1,30	100.0%	100.0%	100,00%	98,00%	94,00%	87,00%	83,00%	69,00%	57,00%	22,0	13,8	8,2		0,13%	0,230%	2,050	9,8%	6,5	9,1	5,37%	1,82%		
C-6	1,20	1,20	100.0%	100.0%	98,00%	97,00%	92,00%	81,00%	73,00%	56,00%	47,80%	30,4	16,4	14,0		0,10%	0,390%	2,040	9,9%	14,8	17,2	3,26%	0,96%		
C-7	0,60	0,80	100.0%	100.0%	97,00%	96,00%	89,00%	77,00%	70,00%	49,00%	36,00%	32,8	18,8	13,3	79,030	0,18%	0,280%	1,920	12,7%	14,2	23,6	6,12%	1,42%		
C-8	1,70	1,80	100.0%	100.0%	100,00%	100,00%	98,00%	94,00%	91,00%	80,00%	72,00%	NP	NP	NP		0,23%	0,610%	1,780	13,9%	29,7	36,7	6,63%	0,00%		
C-9	1,40	1,60	100.0%	100.0%	100,00%	99,00%	97,00%	92,00%	89,00%	85,00%	82,00%	33,0	18,2	14,8		0,15%	0,310%	1,840	9,6%	14,4	22,7	8,13%	1,66%	3,45%	0,000%

Tabla 20: Ensayos sobre muestras de calicatas

Muestras Sondeos

SONDEO	MUESTRA		IDENTIFICACIÓN												ESTADO							DEFORMABILIDAD					RESISITENCIA		
			GRANULOMETRÍA									L. ATTERBERG			DESIDAD SECA	DENSIDAD APAREMTE	HUMEDAD NATURAL	P. QUÍMICOS				HINCHAMIENTO LIBRE	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	CONSOLIDACIÓN EDÓMETRO			CORTE DIRECTO CD		COMPRESIÓN UNIAXIAL
	PROF DE	PROF A	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08	LL	LP	IP				SULFATOS	CARBONATOS	MAT. ORG	ACIDEZ BAUMANN-GULLY			ÍNDICE DE POROS INICIAL	ÍNDICE DE DESACARGA	ÍNDICE DE COMPRESIÓN	C	f	
	m	m	%	%	%	%	%	%	%	%	%				g/cm3	g/cm3	%	mg/kg	%	%	ml/kg	%	Kg/cm2				kPa	º	Kg/cm2
S1	2,00	2,60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,0	83,0	26,5	13,8	12,6		2.19	19.8							0,49	0,011	0,091			
S1	6,00	6,60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	90,0	33,8	16,9	16,9				656,090			0								
S1	10,0	10,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	96,0	34,1	16,7	17,4				452,760			20								
S1	15,7	16,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	91,0	85,0	68,0	53,0	23,4	13,4	10,0	1.97	2.02	12.01	373,730	31,700		20						37,00	22,13º	1,32
S2	0,80	1,05	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	87,0	63,0	34,8	17,7	17,1	1.71	2.07	21.41	79,030			0		0,15						0,60
S2	2,00	2,60	100,0	100,0	100,0	99,0	97,0	96,0	93,0	78,0	61,0	37,7	18,3	19,4															
S2	4,00	4,60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	92,0	76,0	29,9	15,3	14,6	2.01	2.29	13.80	274,950			0		0,25				17,00	25,30º	1,41
S2	8,00	8,60	100,0	100,0	100,0	97,0	97,0	95,0	91,0	79,0	67,0	31,5	17,0	14,5	1.84	2.20	19.45	388,550			20	0,100%							0,93
S2	12,0	12,6	100,0	100,0	100,0	99,0	99,0	98,0	96,0	86,0	74,0	31,9	16,9	15,0	1.82	2.18	19.93		26,100										0,58
S3	2,00	2,44	100,0	100,0	100,0	99,0	97,0	94,0	90,0	72,0	37,0	NP	NP	NP				102,080	24,700	0,23%	20								
S3	7,55	7,80	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,0	92,0	80,0	42,0	NP	NP	NP	1.61	1.95	21.19												0,53
S3	8,00	8,25	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,0	94,0	79,0	35,0	NP	NP	NP															
S3	12,6	12,8	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	98,0	95,0	82,0	40,0	NP	NP	NP															

Tabla 21: Ensayos sobre muestras de suelo tomadas en sondeos

SONDEO	AGRESIVIDAD QUÍMICA EN AGUAS PARA HORMIGONES						
	VALOR pH	RESIDUO SECO	IÓN SULFATO	IÓN MAGNESIO	CO_2 AGRESIVO	IÓN AMONIO	ATAQUE
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	
S1	7,37	27842	1594,5	55,0	0,0	0,2	MEDIO AX2
S2	7,38	27761	3298,0	44,3	0,0	0,2	FUERTE AX3
Valor referencia Tabla 27.1.b del Código Estructural							
	6,5-5,5	75-150	200-600	300-1000	15-40	15-30	Débil XA1
	5,5-4,5	50-75	600-3000	1000-3000	40-100	30-60	Medio XA2
	<4,5	<50	>3000	>3000	>100	>60	Fuerte XA3

Tabla 22: Ensayos sobre muestras de suelo tomadas en sondeos

7.3. Caracterización geotécnica

A lo largo de las dos alternativas de trazado se han diferenciado tres unidades geotécnicas cuya caracterización es objeto de este apartado, de muro a techo la serie litoestratigráfica es:

Unidad olistostrómica (U4), en general arcillas de color rojizo a verde. En los ensayos DPSH se relaciona con índices de golpeo comprendidos entre 20-40 golpes, relacionando los picos y bajadas con la presencia de lentes de areniscas y arcillas.

Unidad areniscas y calcarenitas (U5), en el sondeo se recupera como limo arenoso beige amarillento con carbonatos, donde los ensayos SPT realiza sistemáticamente rechazo.

Unidad depósitos cuaternarios detríticos finos (U6), tanto aluviales como glacis. En los ensayos DPSH realizados se relacionan con índices de golpeo $N_{20} \leq 15$.

Por otro lado, cabe mencionar que en prácticamente todos los trabajos se ha identificado de manera superficial suelos de alta compresibilidad y baja resistencia relacionándolo con la presencia de la presencia de suelo vegetal y material vertido, recomendando su eliminación para el apoyo de cualquier estructura.

El horizonte de suelos vegetal se detecta en la mayor parte de los trabajos realizados con desarrollos que varían entre 0.10 a 0.40 m, obteniendo un valor medio de 0.27 m. A continuación, se muestra mediante cuadro resumen el espesor de suelo vegetal detectado en los trabajos realizados:

TRABAJO	ESPESOR
C2	0.10
C3	0.40
C4	0.20
C5	0.20
C6	0.30

TRABAJO	ESPESOR
C7	0.30
C8	0.30
C9	0.30
S1	0.30
S3	0.30

Los materiales vertidos, presentan una menor distribución, identificándose únicamente en los caminos donde se han realizado los trabajos, los espesores varían entre 0.30 a 0.20 m, obteniendo un valor medio de 0.25 m. A continuación, se expone un cuadro resumen con los espesores detectados donde se han encontrado:

TRABAJO	ESPESOR
C1	0.30

TRABAJO	ESPESOR
S2	0.20

A continuación, se caracterizan las unidades geotécnicas anteriormente definidas.

7.3.1. UG-4 Unidad olistostrómica, arcillas y yesos.

Esta unidad está constituida por materiales cohesivos fundamentalmente del Keuper, compuestos por arcillas con yesos en capas de poco espesor, y en menor medida areniscas. Aparece en todos los trabajos realizados, excepto en la zona final, donde se ha ejecutado en el sondeo S-3.

En general, aparece bajo el horizonte vegetal, y en menor medida bajo los materiales cuaternarios detectados.

De acuerdo con las investigaciones y ensayos de laboratorio realizados, están formados principalmente por arenas, con una proporción similar en grava y limo-arcilla. Presentan tonalidades ocres y marrones.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los ensayos realizados en este grupo de materiales

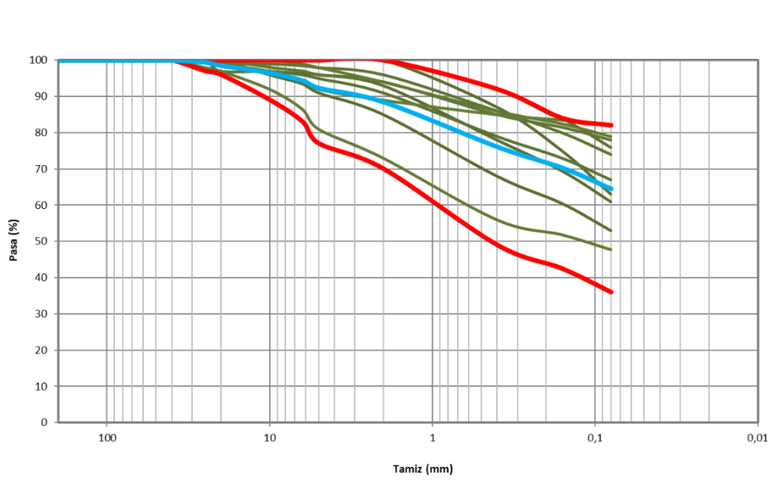
SONDEO	MUESTRA		IDENTIFICACIÓN											ESTADO									DEFORMABILIDAD			RESISITENCIA		
			GRANULOMETRÍA								L. ATTERBERG			ESTADO NATURAL			P. QUÍMICOS									CORTE DIRECTO CD		
	PROF DE	PROF A	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08	LL	LP	IP	DENSIDAD SECA	DENSIDAD APARENTE	HUMEDAD	SULFATOS	CARBONATOS	MAT. ORG	SALES SOLUBLES	ACIDEZ BAUMANN-GULLY	HINCHAMIENTO LIBRE	PRESIÓN DE HINCHAMIENTO	COLAPSO EDÓMETRO	C	f	COMPRESIÓN UNIAXIAL
	m	m	%	%	%	%	%	%	%	%				g/cm³	g/cm³	%	mg/kg	%	%	%	ml/kg	%	Kg/cm2	%	kPa	º	Kg/cm²
S1	15,70	16,00	100,0	100,0	100,0	96,0	91,0	85,0	68,0	53,0	23,4	13,4	10,0	1.97	2.02	12.01	373,73	31,700			20				37,0	22,13º	1,32
S2	0,80	1,05	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	87,0	63,0	34,8	17,7	17,1	1.71	2.07	21.41	79,03				0		0,15				0,60
S2	2,00	2,60	100,0	100,0	99,0	97,0	96,0	93,0	78,0	61,0	37,7	18,3	19,4														
S2	4,00	4,60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	92,0	76,0	29,9	15,3	14,6	2.01	2.29	13.80	274,95				0		0,25		17,0	25,30º	1,41
S2	8,00	8,60	100,0	100,0	97,0	97,0	95,0	91,0	79,0	67,0	31,5	17,0	14,5	1.84	2.20	19.45	388,55				20	0,100%					0,93
S2	12,00	12,60	100,0	100,0	99,0	99,0	98,0	96,0	86,0	74,0	31,9	16,9	15,0	1.82	2.18	19.93		26,100									0,58
C1	1,30	1,40	100,0	100,0	100,0	98,0	93,0	88,0	78,0	72,5	23,9	14,5	9,5						0,23%	0,420%							
C2	1,20	1,40	100,0	100,0	100,0	98,0	96,0	94,0	85,0	78,0	24,6	13,8	10,8				567,18		0,24%	0,660%		7,300%		0,000			
C3	1,70	1,80	100,0	100,0	100,0	100,0	98,0	94,0	86,0	79,0	43,7	23,2	20,4				2276,97		0,20%	0,300%		8,050%		0,000			
C4	1,90	2,00	100,0	97,0	96,0	94,0	89,0	83,0	68,0	58,0	26,4	15,8	10,6						0,17%	0,450%				0,000			
C5	1,10	1,30	100,0	100,0	98,0	94,0	87,0	83,0	69,0	57,0	22,0	13,8	8,2						0,13%	0,230%							
C6	1,20	1,20	100,0	98,0	97,0	92,0	81,0	73,0	56,0	47,8	30,4	16,4	14,0						0,10%	0,390%							
C7	0,60	0,80	100,0	97,0	96,0	89,0	77,0	70,0	49,0	36,0	32,8	18,8	13,3				79,030		0,18%	0,280%							
C9	1,40	1,60	100,0	100,0	99,0	97,0	92,0	89,0	85,0	82,0	33,0	18,2	14,8						0,15%	0,310%		3,45%		0,000			
Nº ENSAYOS	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	5	5	5	7	2	8	8	4	4	2	4	2	2	5
MÁXIMO	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	92,0	82,0	43,7	23,2	20,4	2.01	2.29	12.01	2276,97	31,70	0,24	0,66	20,0	8,05%	0,2452	0,000	37,00	25,30	1,41		
MÍNIMO	100,0	97,0	96,0	89,0	77,0	70,0	49,0	36,0	22,0	13,4	8,2	1.71	2.02	21.41	79,03	26,10	0,10	0,23	0,0	0,10%	0,1471	0,000	17,00	22,13	0,58		
MEDIA	100,0	99,4	98,6	96,5	92,4	88,5	76,1	64,6	30,4	16,7	13,7	1.87	2.15	17.3	577,06	28,90	0,18	0,38	10,0	4,73%	0,20	0,000	27,00	23,72			
DESV.	0,00	1,16	1,55	3,25	6,91	9,04	12,59	13,4	6,1	2,6	3,7	0.12	0.11	4.14	769,63	3,96	0,048	0,14	11,547	4%	0,07	0,000	14,14	2,24			
MEDIANA	100,0	100,0	99,0	97,0	94,0	90,0	78,5	65,0	31,0	16,7	14,3	1.84	2.18	19.45	373,73	28,90	0,175	0,35	10,0	5,38%	0,19615	0,000	27,00	23,72			
CV	0,00	0,01	0,02	0,03	0,07	0,10	0,17	0,21	0,20	0,16	0,27	0.06	0.05	0.24	1,33	0,14	0,275	0,36	1,155	0,78	0,35	--	0,52	0,09			

Identificación y estado

En base a los ensayos de identificación realizados las muestras se clasifican mayoritariamente como suelos cohesivos con contenidos variables en arena y poca grava. De esta manera, la mayor parte de las muestras, el 86%, se clasifican como arcillas de plasticidad media, CL, con contenidos en gruesos muy variables, pero en general comprendidos entre el 65-80%. De manera minoritaria, se identifican arenas arcillosas, SC, con contenidos en finos comprendidos entre el 40-50%.

Como se comentó con anterioridad, el contenido en finos, en general, varía entre el 65-80%, excepto tres de las muestras con contenidos situados en torno al 50%.

A continuación, se representan de modo gráfico las curvas granulométricas obtenidas, representando en rojo las curvas con un mayor y menor contenido en finos y en azul el valor medio.



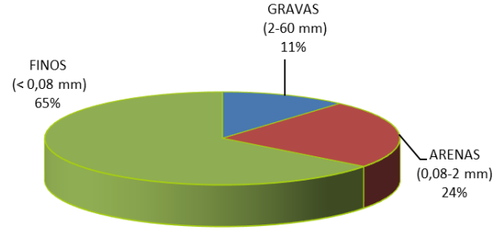


Gráfico 46. Granulometrías y porcentajes de finos, arenas y gravas unidad 4.

En base a las plasticidades de la fracción fina ensayada los suelos analizados presentan plasticidades medias, formando una alineación sobre la denominada Línea A, presentan LL comprendidos entre 25-40% e IP entre el 10 y el 20%, se concentran en una región de la carta de plasticidad de Casagrande, CL.

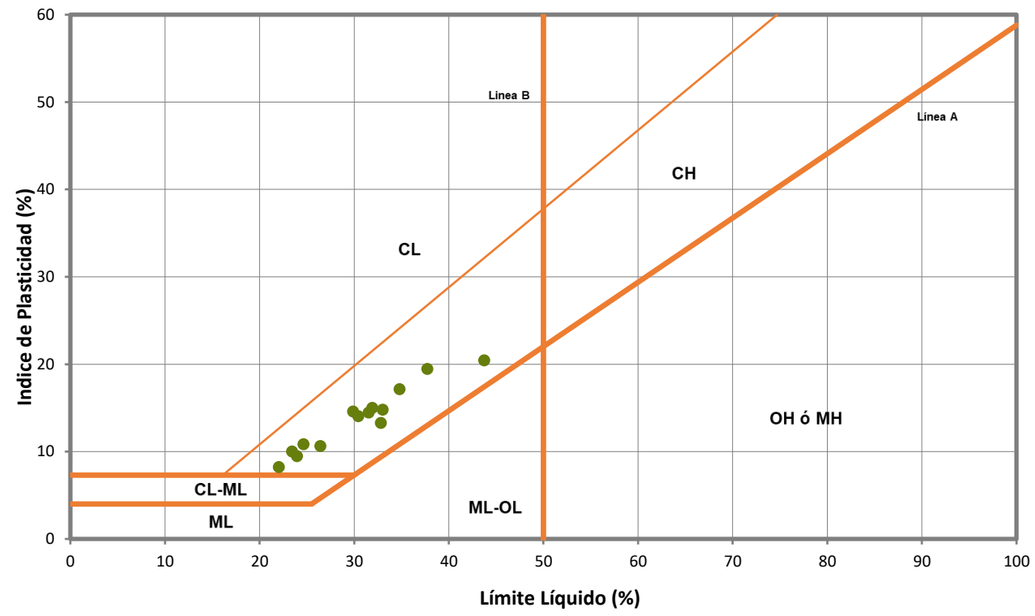


Gráfico 47. Representación de las plasticidades de la unidad 4

Los valores de humedad presentan valores comprendidos entre el 10-20% en profundidad, obteniendo un valor medio de 17,3%. Cabe señalar que en el sondeo S-2, donde se dispone de un mayor registro en profundidad se observa que los valores se estabilizan en torno al 20%.

Los valores de densidad aparente oscilan entre 20,2 a 22,9 kN/m3, con un valor medio de 21,5 kN/m3.

Quimismo

Para conocer la agresividad química del terreno se ha realizado ensayos de contenido en ion sulfato, con contenidos comprendidos entre 2276,97 a 79,03 mgSO_4^2/kg, con un valor medio de 577,06 mgSO_4^2/kg y determinaciones del grado de acidez Baumann-Gully, con contenidos siempre inferiores 20 ml/kg. Con estos valores el terreno presenta una agresividad en general nula, siendo débil en la muestra tomada en la calicata C-4.

Presentan contenidos en materia orgánica, bajos, comprendidos entre 0,24 a 0,10%, con un valor medio de 0,18%; un contenido en sales solubles que varía entre el 0,66 y el 0,23% con un valor medio de 0,38%, y un contenido en carbonatos situado entre el 31,7 a 23,1%, obteniendo un valor medio de 28,9%.

Colapso y expansividad

Dadas las plasticidades detectadas, a priori no son materiales con peligro de cambios en su volumen.

Los ensayos realizados lo confirman, presentan presiones de hinchamiento bajas, comprendidas entre 0,15 a 0,25 kg/cm2, e hinchamientos libres del 0,1%.

Resistencia y módulo de deformación

Se han realizado dos ensayos de corte directo consolidado drenado, obteniendo valores de ángulo de rozamiento comprendidos entre 22-25 º y una cohesión efectiva entre 17-37 kPa.

Para la caracterización de la unidad se adoptan los valores medios de los ensayos obtenidos:

- Cohesión: 27 kPa
- Ángulo de rozamiento: 24º

Por otro lado, se ha realizado ensayos de compresión simple obteniendo valores comprendidos entre 58 - 141 kPa, con un valor medio de 97 kPa, obteniendo un valor de cohesión sin drenaje a partir del valor medio de (cu) de 45 kPa.

Estos valores son sensiblemente inferiores a lo esperado en base a los ensayos SPT realizados, para un valor medio de 24 golpes, obtendríamos, según la correlación de Hunt valores de RCS en torno los 250 kPa, y valores de cu, según la expresión de Stroud, cercanos a los 100 kPa.

A continuación, se muestra los valores de los ensayos SPT realizados para esta unidad en profundidad:

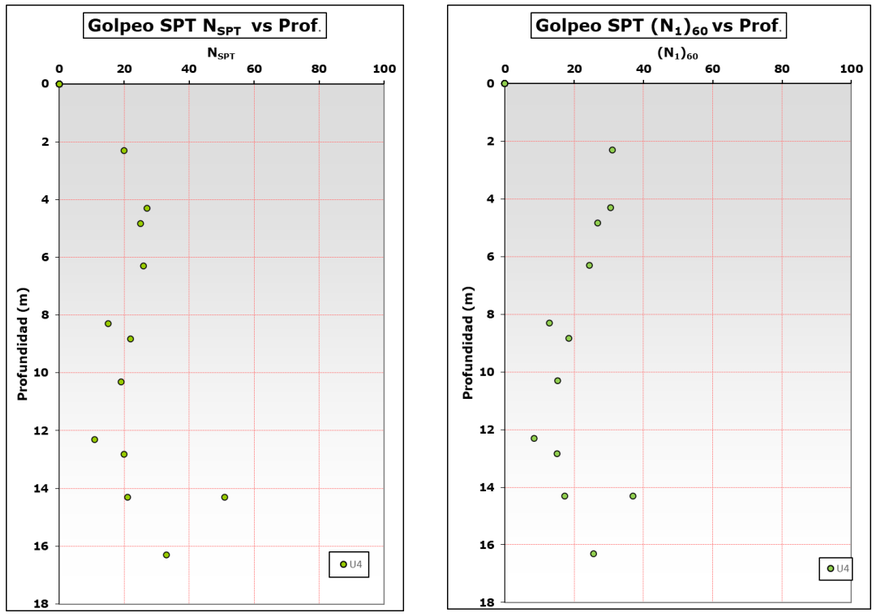


Gráfico 48. Variación de los índices de golpeo de los ensayos SPT con la profundidad de la unidad 6.

De la gráfica podemos apreciar:

Que los valores NSPT se mantienen valores en torno a 20 en profundidad, obteniendo un valor medio de 24.

Que una vez aplicado la corrección los valores de golpeo disminuyen en profundidad, con valores en torno a 30 hasta los 6 m, disminuyendo a 20 hasta los 15 m, se obtiene un valor medio de 22.

Para la obtención del módulo de deformación, se ha considerado la correlación propuesta por Stroud (1974), que relaciona el índice de plasticidad con el cociente E (kPa) / NSPT. El rango de la correlación puede aproximarse en las siguientes ecuaciones:

Límite superior: E (kPa) = NSPT·(-0.008·IP3 + 1.732·IP2 – 127.2·IP + 3703)

Límite inferior: E (kPa) = NSPT·(-0.003·IP3 + 0.859·IP2 – 72.04·IP + 2410)

Con las siguientes expresiones se obtiene un límite superior de 54 MPa y uno inferior de 38 MPa, adoptando este último valor más conservador.

Clasificación y uso

Para caracterizar los materiales que componen la unidad se empleará el Pliego de referencia para proyectos de Plataforma PPTP9-0-1.0+M1, Instrucción IF-3 y Pliego PG-3.

Antes de clasificar los materiales que componen la unidad, se muestra un cuadro resumen con los ensayos de compactibilidad realizados, ya que junto los de identificación limitaran su uso.

CALICATA	MUESTRA		COMPACTABILIDAD							
			PROCTOR		CBR				HINCHAMIENTO LIBRE	COLAPSO EN EDÓMETRO
	PROF DE	PROF A	DENSIDAD OPTIMA	HUMEDAD OPTIMA	CBR 95	CBR 100	ABSOR	EXP		
	m	m	g/cm3	%			%	%	%	%
C-1	1,30	1,40	2,080	10,5%	10,3	14,3	5,15%	1,15%		
C-2	1,20	1,40	2,070	8,6%	7,7	14,3	5,64%	2,10%	7,300%	0,000%
C-3	1,70	1,80	1,830	15,5%	3,8	5,4	11,51%	4,69%	8,050%	0,000%
C-4	1,90	2,00	2,030	9,7%	10,6	12,7	4,86%	1,73%		0,000%
C-5	1,10	1,30	2,050	9,8%	6,5	9,1	5,37%	1,82%		
C-6	1,20	1,20	2,040	9,9%	14,8	17,2	3,26%	0,96%		
C-7	0,60	0,80	1,920	12,7%	14,2	23,6	6,12%	1,42%		
C-9	1,40	1,60	1,840	9,6%	14,4	22,7	8,13%	1,66%	3,45%	0,000%

En base a los ensayos realizados para caracterizar la unidad según el PPTP 9 0-1+M1, se clasifican como suelos “No Utilizables”, dado que presentan hinchamientos libres para las muestras remoldeadas según el ensayo Proctor superiores a 2.5%. Se podrán usar si son tratadas con cal.

Las arcillas clasificadas como CL, según la instrucción IF corresponde con suelos de calidad QS0, ya que presentan evidencias de hinchamiento una vez remoldeadas.

Según el PG-3, se clasifica como suelos inadecuados, dado que el hinchamiento libre es mayor al 5% en las muestras remoldeadas según el ensayo proctor.

7.3.2. UG-5 Areniscas y calcarenitas.

Está compuesta por areniscas calcáreas, calcarenitas, teniendo en conjunto diferentes grados de compactación y cementación.

Estos materiales se identifican en la zona final de las alternativas, detectándose en únicamente en el sondeo S-3, en todo su desarrollo, con un alto grado de alteración, llegando a detectar calcarenitas en el tramo final del sondeo.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los ensayos realizados en este grupo de materiales:

SONDEO	MUESTRA		IDENTIFICACIÓN												ESTADO								DEFORMABILIDAD			RESISITENCIA
			GRANULOMETRÍA									L. ATTERBERG			DESIDAD SECA	DENSIDAD APAREMTE	HUMEDAD NATURAL	P. QUÍMICOS				CONSOLIDACIÓN EDÓMETRO			COMPRESIÓN UNIAXIAL
	PROF DE	PROF A	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08	LL	LP	IP				SULFATOS	CARBONATOS	MAT. ORG	ACIDEZ BAUMANN-GULLY	ÍNDICE DE POROS	ÍNDICE DE DESACARGA	ÍNDICE DE COMPRESIÓN	
	m	m	%	%	%	%	%	%	%	%	%				g/cm3	g/cm3	%	mg/kg	%	%	ml/kg				Kg/cm2
S3	2,00	2,44	100,0	100,0	100,0	99,0	97,0	94,0	90,0	72,0	37,0	NP	NP	NP				102,080	24,700	0,23%	20				
S3	7,55	7,80	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,0	92,0	80,0	42,0	NP	NP	NP	1.61	1.95	21.19								0,53
S3	8,00	8,25	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,0	94,0	79,0	35,0	NP	NP	NP											
S3	12,6	12,85	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	98,0	95,0	82,0	40,0	NP	NP	NP											

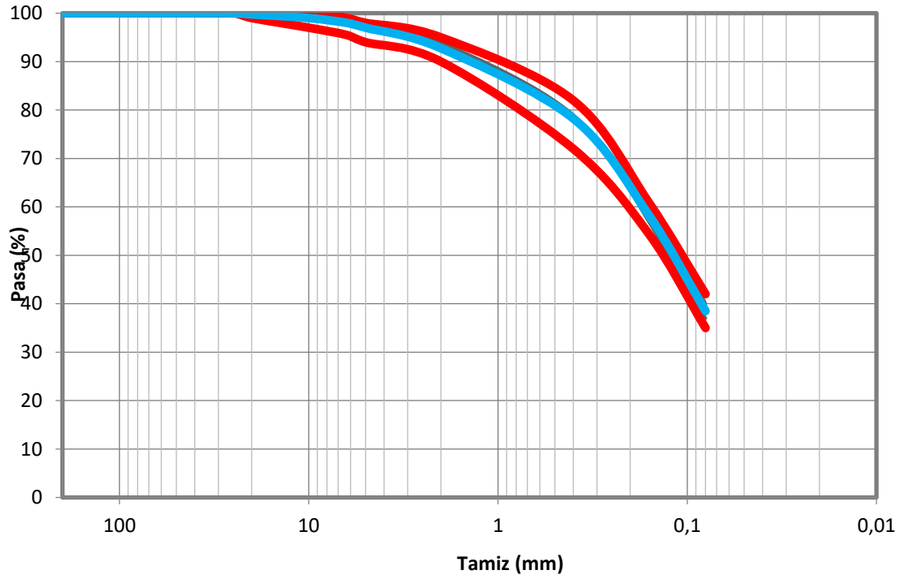
Nº ENSAYOS	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MÁXIMO	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,0	95,0	82,0	42,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÍNIMO	100,0	100,0	100,0	99,00	97,0	94,0	90,0	72,0	35,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEDIA	100,0	100,0	100,0	99,75	99,0	97,0	92,75	78,25	38,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESV.	0,00	0,00	0,00	0,50	1,41	2,00	2,22	4,35	3,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEDIANA	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	98,0	93,0	79,5	38,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV	0,00	0,00	0,00	0,50	1,43	2,06	2,39	5,56	8,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Identificación y estado

A partir de los ensayos de laboratorio estos depósitos están constituidos mayoritariamente por arena con limo.

Las muestras analizadas se clasifican como SM (arenas limosas), con un contenido en finos que varía entre el 35-40%, que carecen de plasticidad.

A continuación, se representan de modo gráfico las curvas granulométricas obtenidas, representando en rojo las curvas con un mayor y menor contenido en finos y en azul el valor medio.



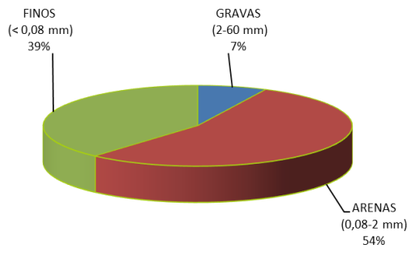


Gráfico 49. Granulometrías y porcentajes de finos, arenas y gravas unidad 5.

Se establece un valor de densidad aparente de 19.5 kN/m3, y un valor de humedad cercano al 20 %.

Quimismo

Para conocer la agresividad química del terreno se ha realizado un ensayo de contenido en ion sulfato, con un valor de 102,8 mgSO_4^2/kg y una determinación del grado de acidez Baumann-Gully, con contenidos de 20 ml/kg. Con estos valores el terreno presenta una agresividad nula.

Presentan un contenido en materia orgánica bajos, del 0,23%, y un contenido en carbonatos del 24,7%.

Colapso y expansividad

Dadas las plasticidades detectadas y su composición mayoritariamente granular, indican que no son materiales con peligro de cambios en su volumen.

Resistencia y módulo de deformación

Todos los ensayos SPT realizado en la unidad han alcanzado rechazo, lo que implica compacidades densas.

Se ha realizado un ensayo de resistencia a compresión simple con un valor de 53 kPa, dado el contenido en gruesos la resistencia no se considera representativa de la unidad.

En base a las correlaciones establecidas en el punto 7.2.2.1 del documento y considerando un valor conservador de golpeo SPT 50, podemos considerar valores de ángulo de rozamiento de 40 º y un módulo de deformación de 230 kg/cm2.

Dado que el nivel presenta cierto grado de cementación se considera una cohesión efectiva de manera conservadora de 10 kPa.

Clasificación y uso

Para caracterizar los materiales que componen la unidad se empleará el Pliego de referencia para proyectos de Plataforma PPTP9-0-1.0+M1, Instrucción IF-3 y Pliego PG-3.

En base a los ensayos realizados para caracterizar la unidad, identificación y químicos, según el PPTP 9 0-1+M1, se podrían clasificar como suelos “Aptos”.

Dado que el contenido en finos detectado se sitúa próximo al 40%, según la instrucción IF corresponde con suelos de calidad QS1.

Según el PG-3, se clasifica como suelos tolerables.

7.3.3. UG-6 Detríticos finos, materiales cuaternarios.

Se trata de material detrítico donde predominan los de grano fino. Aparecen en la zona inicial de las alternativas planteadas, correspondiendo a depósitos aluviales, aluviales-coluviales y glacis, que pueden presentar costras calcáreas de manera superficial.

En los trabajos realizados se ha detectado con desarrollos importantes en el sondeo S-1, relacionado con depósitos aluviales, detectando un espesor cercano a los 14 m, y en la calicata C-3 y C-8, relacionado con depósitos de glacis, con desarrollos en torno a 1.0 m, para la calicata C-3 y en todo el desarrollo de la calicata C-8, 2,2 m.

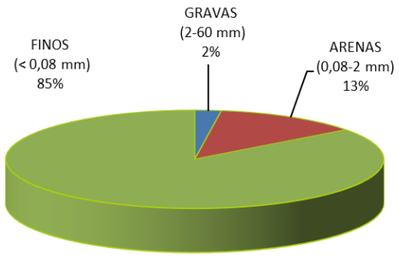
A continuación, se muestra una tabla resumen con los ensayos realizados en este grupo de materiales:

SONDEO	MUESTRA		IDENTIFICACIÓN												ESTADO								DEFORMABILIDAD			COMPACTABILIDAD					
			GRANULOMETRÍA									L. ATTERBERG						P. QUÍMICOS					CONSOLIDACIÓN EDÓMETRO			PROCTOR		CBR			
	PROF DE	PROF A	50	40	2º5	20	10	5	2	0.4	0.08	LL	LP	IP	DESIDAD SECA	DENSIDAD APAREMTE	HUMEDAD NATURAL	SULFATOS	SALES SOLUBLES	MAT. ORG	ACIDEZ BAUMANN-GULLY	ÍNDICE DE POROS	ÍNDICE DE DESACARGA	ÍNDICE DE COMPRESIÓN	DENSIDAD OPTIMA	HUMEDAD OPTIMA	CBR 95	CBR 100	ABSOR	EXP
	m	m	%	%	%	%	%	%	%	%	%				g/cm3	g/cm3	%	mg/kg	%	%	ml/kg				g/cm3	%			%	%
S1	2,00	2,60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,0	83,0	26,5	13,8	12,6		2.19	19.8					0,49	0,011	0,091						
S1	6,00	6,60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	90,0	33,8	16,9	16,9				656,090			0									
S1	10,00	10,60	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	96,0	34,1	16,7	17,4				452,760			20									
C-8	1,70	1,80	100.0	100.0	100,0	100,0	98,0	94,0	91,0	80,0	72,0	NP	NP	NP					0,61%	0,23%					1,780	13,9%	29,7	36,7	6,63%	0,00%
Nº ENSAYOS			4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3		1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MÁXIMO			100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	96,0	34,1	16,9	17,4		-	-	656,09	-	-	20,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÍNIMO			100,0	100,0	100,0	100,0	98,0	94,0	91,0	80,0	72,0	26,5	13,8	12,6		-	-	452,76	-	-	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEDIA			100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	98,5	97,75	92,75	85,25	31,4	15,8	15,6		-	-	554,43	-	-	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESV.			0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	3,0	4,50	8,66	10,31	4,30	1,70	2,61		-	-	143,78	-	-	14,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEDIANA			100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	86,50	33,75	16,65	16,85		-	-	554,43	-	-	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV			0,0	0,0	0,0	0,0	1,01	3,05	4,60	9,33	12,09	0,14	0,11	0,17		-	-	0,26	-	-	1,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Identificación y estado

En base a los ensayos de identificación realizados, las muestras tomadas en el sondeo S-1, se clasifican como arcillas de plasticidad media, CL, con contenidos en gruesos comprendidos entre el 10-15%. En la muestra tomada en la calicata C-8, se detecta una mayor cantidad de gruesos próximos al 30%, clasificándose como limo arenoso, ya que la fracción fina carece de plasticidad.

A continuación, se representan de modo gráfico, los porcentajes de finos arenas y gravas, y las curvas granulométricas obtenidas, representando en rojo las curvas con un mayor y menor contenido en finos y en azul el valor medio.



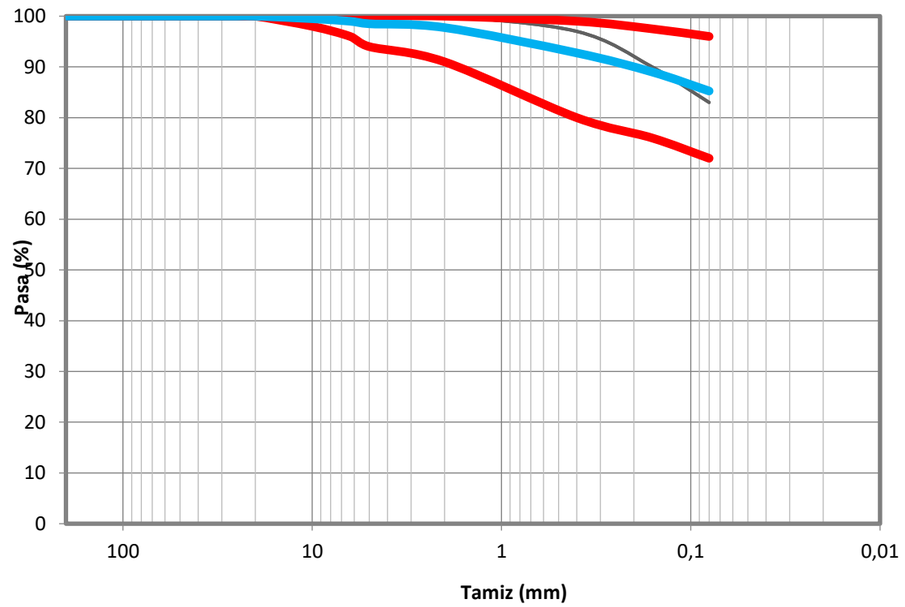


Gráfico 50. Granulometrías y porcentajes de finos, arenas y gravas unidad 6.

Las plasticidades de las muestras tomadas del sondeo son medias, con límites líquidos comprendidos entre el 25-35% e índices de plasticidad cercanos al 15%. A continuación, se muestra su ubicación en carta de plasticidad de Casagrande, situándose en una región cercana.

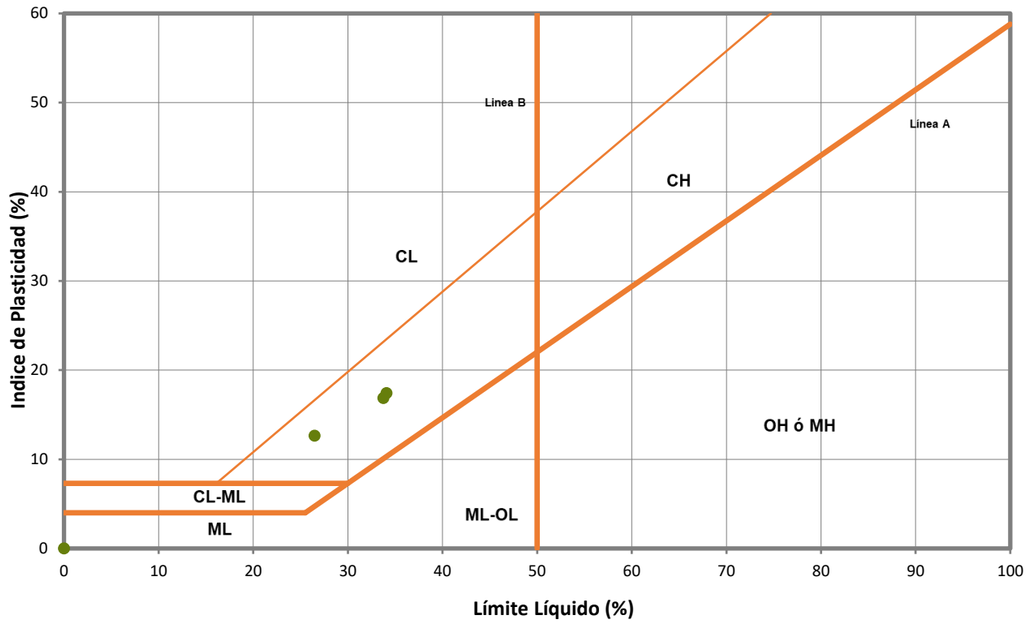


Gráfico 51. Representación de las plasticidades de la unidad 6.

Quimismo

Para conocer la agresividad química del terreno se han realizado dos ensayos de contenido en ion sulfato, con un valor comprendido entre 656,09 a 452,76 mgSO_4^2/kg, obteniendo un valor medio de 554,43 mgSO_4^2/kg y una determinación del grado de acidez Baumann-Gully, con contenidos comprendidos entre 0 a 20 ml/kg. Con estos valores el terreno presenta una agresividad a los hormigones nula.

Presentan un contenido en materia orgánica bajos, del 0,23%, y un contenido en sales solubles del 0,61%.

Colapso y expansividad

Dadas las plasticidades detectadas, así como del ensayo edométrico realizado, a priori estos materiales con son susceptibles de sufrir cambios de importancia en su volumen.

Resistencia y módulo de deformación

Los valores de golpeo N_{30} detectados en el sondeo S-1, son bajos con valores por debajo de 5. A continuación, se muestra los valores de los ensayos SPT realizados para esta unidad en profundidad:

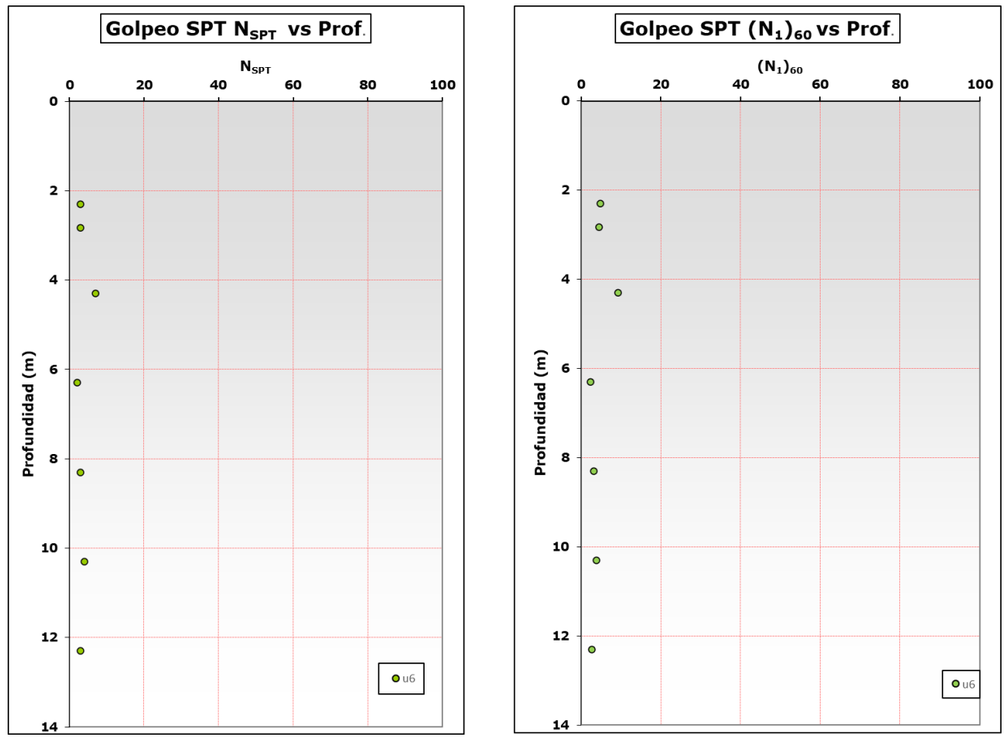


Gráfico 52. Variación de los índices de golpeo de los ensayos SPT con la profundidad de la unidad 6.

De las gráficas podemos apreciar un valores de golpeo N_{60} ligeramente superior en los ensayos superficiales. En ambos casos se mantienen constantes en profundidad. Estableciendo un valor medio N_{30} de 4 y (N1)60 5.

En base a las correlaciones establecidas en el punto 7.2.2.1 del documento, se estable un valor de cu de 17,6 kPa.

Para la obtención del módulo de deformación, se ha considerado la correlación propuesta por Stroud (1974), que relaciona el índice de plasticidad con el cociente E (kPa) / NSPT, de este

modo se obtiene un límite superior de 8 MPa y uno inferior de 6 MPa, adoptando este último valor más conservador.

***Clasificación y uso**

Estos materiales no son afectados por las excavaciones a realizar. Pero dada la consistencia que presentan, según la instrucción IF, corresponde con suelos de calidad QS0.

7.4. Desmontes

La rasante en las Alternativas 2 y 3 discurre por encima del terreno natural (bien en terraplén, bien como viaducto), y para mantener las pendientes en tramos en desmonte.

A continuación, mostramos mediante cuadro resumen los tramos que discurren en desmonte en las alternativas contempladas:

Alternativa 2				
Id. Desmonte	**PK Inicio**	**PK Final**	**Longitud (m)**	**Altura (m)**
Desmonte 1	1+750	1+950	200	9,62
Desmonte 2	2+200	2+500	300	2,77
Desmonte 3	2+800	3+100	300	5,87
Desmonte 4	3+250	4+500	1250	15,57
Desmonte 5	10+400	11+000	600	4,4
Desmonte 6	11+100	11+350	250	11,87
Desmonte 7	11+650	12+500	850	17,11
Alternativa 3				
Id. Desmonte	**PK Inicio**	**PK Final**	**Longitud (m)**	**Altura (m)**
Desmonte 1	0+650	1+800	1150	12,12
Desmonte 2	5+400	6+000	600	7,42
Desmonte 3	6+200	6+450	250	13,34
Desmonte 4	6+750	7+600	850	16,6

Tabla 23: Desmontes considerados en las alternativas.

Como se observa en la tabla anterior, las excavaciones máximas consideradas varían entre los 3 a los 17 m. El terreno es similar en todas las excavaciones, unidad geotécnica 4, de comportamiento arcilloso, por lo que el cálculo de estabilidad se realizará en la sección de máxima altura.

7.4.1. Metodología

El análisis de la estabilidad se llevará a cabo por los métodos habituales de equilibrio límite para suelos. El cálculo de estabilidad se ha se ha realizado con ayuda del programa SLIDE, (versión 7.0), desarrollado por Rocscience Inc.

- FS en situación casi permanente: FS >= 1,5
- FS en situación provisional: FS = 1,3 (no se aplican en el caso del desmonte analizado)
- FS en situaciones accidentales o de sismo: FS = 1,1

En las figuras que acompañan a este apartado se muestra el FS obtenido con el método de Bishop simplificado, que proporciona resultados con errores menores del 7% y se adapta bien a suelos heterogéneos (E. Alonso Pérez de Ágreda, 2005)

7.4.1.1. Procedimiento de cálculo de estabilidad de acuerdo con el EC-7

El marco teórico que utiliza el EC-7 con el que se aborda el proyecto geotécnico mediante cálculos está basado en tres aspectos fundamentales:

- Definición de los Estados Límite Últimos (ELU) enfocados a garantizar la seguridad frente a la rotura y Estados Límite de Servicio (ELS) que garantizan la funcionalidad proyectada. El EC-7 clasifica los diferentes estados límite en cinco tipos, incluido el GEO.
- Adopción del método de cálculo basado en coeficientes parciales (γ) que afectan a
  - Acciones o efectos de las acciones (mayoración)
  - Materiales, referidos a los parámetros geotécnicos (minoración)
  - Resistencias del terreno (minoración)

- Determinación de diferentes “Enfoques de Proyecto” (Design Approach).

En el caso concreto del cálculo de la estabilidad global y de taludes en el Anejo Nacional Español se ha elegido el Enfoque de Proyecto 3 (Mayoración de acciones y Minoración de parámetros geotécnicos). Así, el método es intrínsecamente idéntico a la forma de abordar estos problemas en la práctica geotécnica habitual española. En ella se utilizan los métodos del equilibrio límite, en los que se determina el factor de seguridad reduciendo la resistencia al corte del terreno mediante la minoración simultánea de los valores de cohesión y ángulo de rozamiento de los materiales implicados en el deslizamiento en estudio.

La tabla siguiente recoge los valores de los coeficientes parciales de minoración de parámetros geotécnicos propuestos en el Anejo Nacional para el caso de los cálculos de estabilidad global y de taludes, en función del caso en estudio y de la situación de proyecto que se esté considerando en el cálculo.

Comprobación	Situación de proyecto	γ_M			
		c'	tgϕ'	c_u	γ
(1) Caso general	Persistente	1,40	1,40	1,40	1,0
	Transitoria	1,25	1,25	1,25	1,0
	Accidental	1,10	1,10	1,10	1,0

(1): Incluye, entre otros, los casos de talud de desmonte de nueva ejecución (sin estructura en coronación o talud), los rellenos compactados, tipo terraplén, pedraplén y todo-uno e infraestructuras hidráulicas de menor importancia, tipo balsas.

Tabla 24: Valores de los coeficientes parciales de minoración de parámetros geotécnicos (γM) a utilizar en el análisis de la estabilidad global y de taludes (EC-7).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que se obtiene el mismo resultado minorando los parámetros geotécnicos por un determinado valor (por ejemplo: 1,5) y obligando a que el factor de seguridad mínimo sea superior a la unidad que no minorando los parámetros geotécnicos y obligando a que el factor de seguridad obtenido sea superior a ese mismo determinado valor (por ejemplo: 1,5).

Este hecho hace que los cálculos de estabilidad global de estructuras y de estabilidad de taludes y terraplenes se puedan seguir haciendo por el mismo procedimiento que habitualmente, es decir, sin minorar los parámetros resistentes y obligando a que el factor de seguridad que se obtiene de los cálculos de equilibrio límite realizados con un cualquier programa informático sea superior al valor del coeficiente parcial correspondiente.

a.- Los coeficientes parciales para todas las acciones permanentes, tanto favorables como desfavorables, estructurales o geotécnicas, incluyendo las cargas gravitacionales debidas al peso del terreno o al agua toman valor 1.

b.- El coeficiente parcial para las acciones variables desfavorables (por ejemplo, las cargas de tráfico o las cargas sobre una estructura) toma un valor de 1,3.

c.- Se realiza el cálculo de estabilidad mediante el método de equilibrio límite, con la ayuda de cualquier programa informático, del que se obtiene un factor de seguridad.

d.- El criterio para considerar que el diseño es apropiado es que el factor de seguridad obtenido sea igual o superior al valor del coeficiente parcial de minoración de los parámetros geotécnicos correspondiente a la situación de cálculo, valores recogidos en la anterior.

7.4.2. Secciones analizadas

7.4.2.1. PP.KK. 3+250 _ 4+500. Alternativa 2

Esta excavación afecta en todo su desarrollo a los materiales cohesivos de la unidad olistostrómica, UG4, tiene una altura máxima de 16 m en 1250 m de longitud. Se ha simulado con presencia de agua a una profundidad en torno los 11 m, respecto cabeza de talud.

Gráfico 53. Planta de desmonte proyectado para la alternativa 2 PP.KK. 3+250 – 4+500.

Se plantea un talud 3H:2V, para el que se adoptan los parámetros resistentes en el Apartado 7.3.

Análisis de estabilidad del talud en situación permanente (largo plazo)

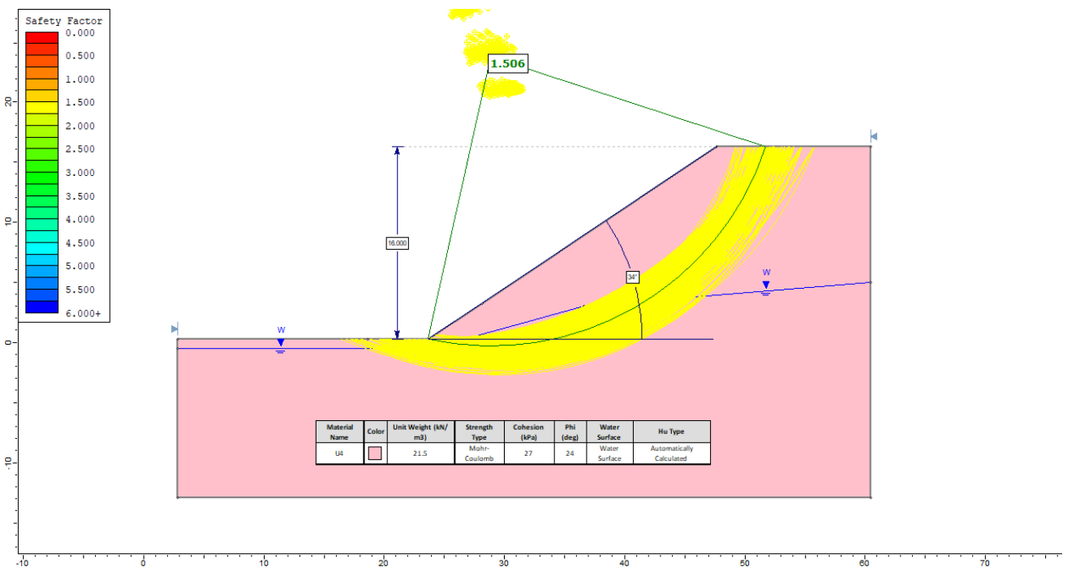


Gráfico 54. Factores de seguridad en condiciones estáticas del desmonte en unidad U4.

Análisis de estabilidad del talud en situación de sismo: dado que la aceleración sísmica de cálculo estimada para esta zona del territorio es de 0.008g (ver punto 6.5.1.1. del documento), se generan nuevos cálculos de estabilidad para cada sección que tienen en cuenta las acciones sísmicas. A partir de este dato se obtienen los valores de las componentes horizontal y vertical de esta aceleración. El factor de seguridad requerido es de 1.1

Combinación de acciones en caso de sismo (NCSE)

- Predominantemente verticales

$$a_h = a_c \cdot 0{,}3 = 0{,}0399 \qquad a_v = 0{,}7 \cdot a_c = 0{,}0931$$

- Predominantemente horizontales

$$a_h = a_c = 0{,}133 \qquad a_v = 0{,}7 \cdot a_c \cdot 0{,}3 = 0{,}0279$$

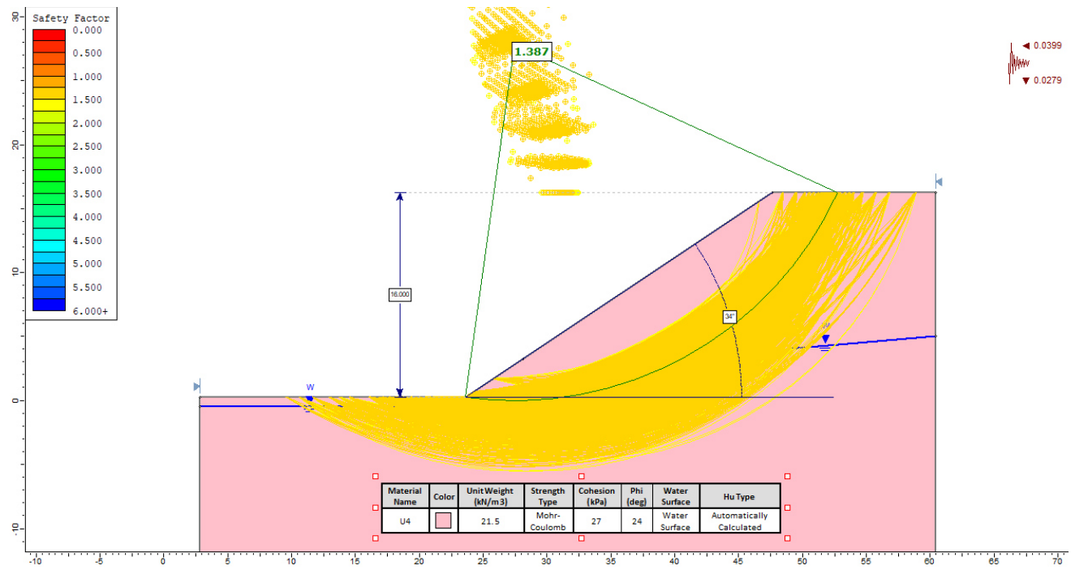


Gráfico 55. Factores de seguridad en condiciones pseudoestáticas (sismo) del desmonte para la unidad U4.

Los factores de seguridad obtenidos, tanto en condiciones estáticas como pseudoestática (en situación de sismo) son válidos y aseguran la estabilidad del talud propuesto

7.4.2.2. PP.KK. 11+650 _ 12+500. Alternativa 2 / PP.KK. 6+750 a 7+600Alternativa 3

Esta excavación afecta a los materiales de la unidad areniscas y calcarenitas, UG5, tiene una altura máxima de 18 m en 850 m de longitud. En base al sondeo realizado en estos materiales, S-3, se sitúa la presencia de agua a una profundidad somera, en torno a 2.5 m respecto la cabeza del talud.

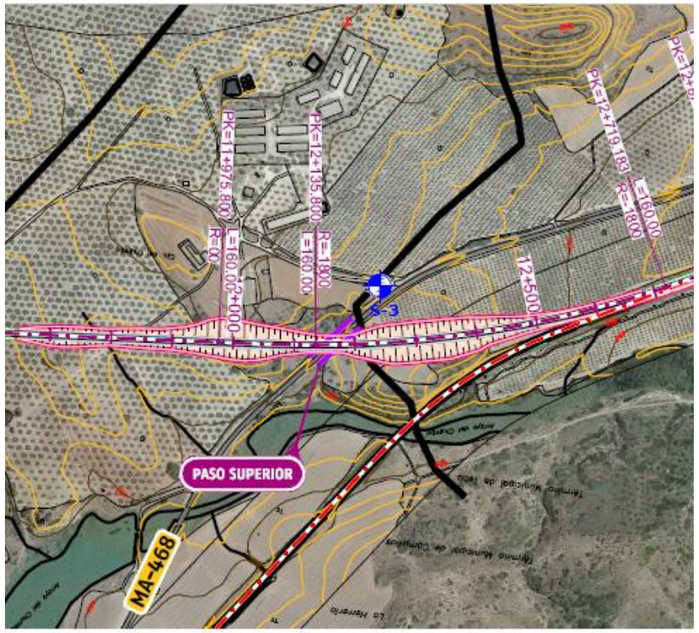


Gráfico 56. Desmonte proyectado en la zona final del trazado.

Como en el caso anterior se plantea un talud 3H:2V.

Análisis de estabilidad del talud en situación permanente (largo plazo)

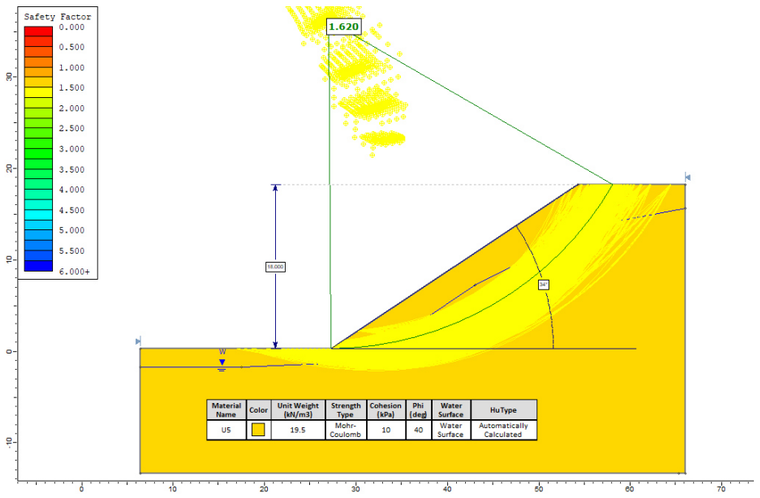


Gráfico 57. Factores de seguridad en condiciones estáticas del desmonte para la unidad u5.

Análisis de estabilidad del talud en situación de sismo:

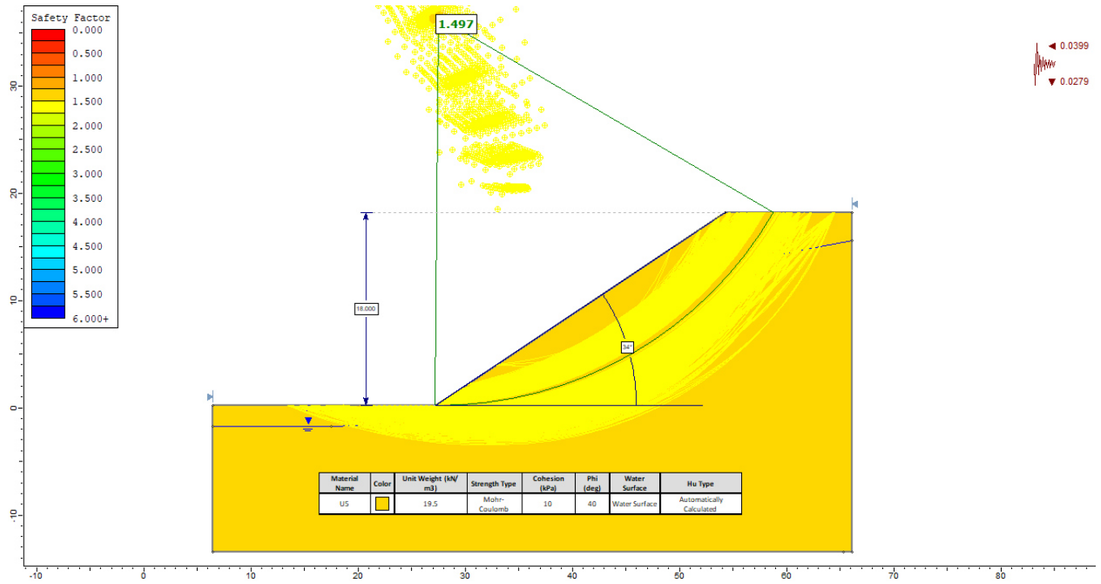


Gráfico 58. Factores de seguridad en condiciones pseudoestáticas (sismo) del desmonte para la unidad U5.

Los factores de seguridad obtenidos, tanto en condiciones estáticas como pseudoestática (en situación de sismo) son válidos y aseguran la estabilidad del talud propuesto

7.4.3. Métodos de excavación

Las unidades geotécnicas reconocidas en las variantes de trazado se podrán excavar con medios mecánicos convencionales, puntualmente para la unidad U5, dada la presencia de capas con un alto grado de cementación se debería recurrir al empleo de martillo de fondo para eliminarlas.

7.5. Rellenos

A continuación, mostramos mediante cuadro resumen los tramos que discurren en terraplén en las alternativas contempladas:

Alternativa 2				
Id. Relleno	PK Inicio	PK Final	Longitud (m)	Altura (m)
Relleno 1	0+450	1+100	650	7,00
Relleno 2	1+200	1+750	550	14,43
Relleno 3	1+950	2+200	250	6,70
Relleno 4	2+500	2+800	300	8,08
Relleno 5	3+100	3+250	150	2,86
Relleno 6	4+500	10+400	5900	9,94
Relleno 7	11+000	11+100	100	0,51
Relleno 8	11+350	11+650	300	6,02
Alternativa 3				
Id. Relleno	PK Inicio	PK Final	Longitud (m)	Altura (m)
Relleno 1	0+400	0+650	250	3,61
Relleno 2	2+900	4+100	1200	6,60
Relleno 3	6+000	6+200	200	1,49
Relleno 4	6+425	6+750	325	7,03

Tabla 25: Desmontes considerados en las alternativas 2 y 3.

Como se observa de la anterior tabla los mayores desarrollos de rellenos se producen en la alternativa 2, concretamente en la salida del viaducto situado aproximadamente en el P.K. 1+300.

Una vez eliminada la capa de tierra vegetal cuyo espesor deducido de las medidas en calicatas se tramifica en el punto 7.3 del documento, resultando un promedio de 30 cm a lo largo del trazado, el terreno de apoyo estará formado, en la mayor parte del trazado, por suelos arcillosos, unidad u4, que reúnen suficiente capacidad portante para el apoyo de los rellenos y una deformabilidad aceptable.

De manera puntual, puede aparecen terrenos de baja compacidad y alta compresibilidad que pueden dar lugar a asientos no deseados recomendando su eliminación.

Cabe señalar que la campaña de reconocimiento geotécnico realizada para el estudio informativo ha puesto de manifiesto la existencia de capas de suelos blandos, con unos espesores de hasta 14 m, al comienzo del tramo de la Alternativa 2, coincidiendo con la zona de máxima altura de terraplén a la salida del viaducto situado en el PK 1+300. Las características resistentes y deformacionales de estos suelos hace que sea necesario diseñar un tratamiento de mejora del subsuelo antes de proceder a la ejecución de los terraplenes, que tienen una altura máxima en torno a 14,5 m.

Se cruzan algunas vaguadas, en general difusas, sin un cauce definido. Además del encauzamiento de las aguas superficiales mediante las correspondientes obras de drenaje transversal, se recomienda controlar las aguas subsuperficiales.

En caso de que los rellenos que apoyen a media ladera, en zonas con pendiente transversal mayor o igual al 20%, se deberá proceder al cajeo del terreno con un escalonado que tenga una altura máxima de contrahuella de 1 m y un ancho de huella siempre que sea posible, mayor de 3 m. Una vez realizada la excavación del cajeo, se deberá compactar la superficie resultante, para proceder después a subir el relleno.

La formación de los rellenos; se construirán principalmente por materiales externos a la traza. En fases posteriores se evaluará la opción de emplear los materiales de la unidad 5.

A modo orientativo se proponen pendientes de 2H:1V para todos los terraplenes del proyecto, en fases posteriores se analizarán en detalle la estabilidad de las secciones más desfavorables en función de su altura como el tipo de terreno de apoyo.

7.6. Avance de la cimentación de las estructuras

A lo largo de los itinerarios en estudio se han proyectado varias estructuras.

ALTERNATIVA 1							
Nomenclatura	Estructura	Pk	Tipo	Base	Altura	Altura estribo aprox	Observaciones
				m	m	m	
PS-04-A1 Est-Campillos	Paso Superior	12+800					Ctra. A-357 2 carriles de 3,5m y arcén de 1,5 m

Tabla 26: Estructuras consideradas en la alternativa 1.

ALTERNATIVA 2								
Nomenclatura	Estructura	Pk	Tipo	Diámetro	Base	Altura	Altura estribo aprox	Observaciones
				m	m	m	m	
ODT-A2-0.52	ODT	0+522	Marco		2,0	2,0		
Viaducto del Arroyo de Salinas	Viaducto	1+361	Viaducto		30,0			
PI-A2-1.5	Paso Inferior	1+465	Marco		7,0	5,5		Camino
AR-A2-4.85	Acequia de Riego	4+856	Marco		1,2	1,5	1,5	Acequia
ODT-A2-4.87	ODT	4+876	Marco		2,5	2,0		
PI-A2-5.0 ctra. A-7286	Paso Inferior	4+945	Marco		9,0	5,5		Ctra. A-7286 5 m sin arcén Asfaltada
AR-A2-5.10	Acequia de Riego	5+100	Marco		1,2	1,5	1,5	Acequia
AR-A2-5.26	Acequia de Riego	5+260	Marco		1,2	1,5	1,5	Acequia
ODT-A2-5.30	ODT	5+300	Tubo	1,8				
ODT-A2-5.49	ODT	5+494	Tubo	1,8				
PI-A2-5.7	Paso Inferior	5+685	Marco		7,0	5,5		Camino
ODT-A2-6.09	ODT	6+092	Tubo	1,8				
ODT-A2-6.44	ODT	6+440	Marco		2,0	2,0		
ODT-A2-7.08	ODT	7+083	Tubo	1,8				
ODT-A2-7.30	ODT	7+309	Tubo	1,8				
ODT-A2-7.46	ODT	7+461	Tubo	1,8				
ODT-A2-7.62	ODT	7+620	Tubo	2,0				
ODT-A2-8.19	ODT	8+197	Marco		4,0	2,5	2,0	
ODT-A2-8.45	ODT	8+457	Tubo	1,8				
ODT-A2-8.68	ODT	8+683	Tubo	1,8				
PS-A2-9.3	Paso Superior	9+320					12,0	Ctra. A-357 2 carriles de 3,5m y arcén de 1,5 m
ODT-A2-9.33	ODT	9+335	Tubo	1,8				
ODT-A2-9.75	ODT	9+759	Tubo	1,8				
ODT-A2-10.02	ODT	10+023	Tubo	1,8				
PS-A2-11.0	Paso Superior	10+950					9,0	Camino 1 vano
ODT-A2-11.50	ODT-14	11+506	Tubo	1,8				
PS-A2-12.1	Paso Superior	12+150					5,0	Ctra. MA-468 2 carriles de 3,5m y arcén de 1,0 m

Tabla 27: Estructuras consideradas en las alternativas 2.

ALTERNATIVA 3							
Nomenclatura	Estructura	Pk	Tipo	Base	Altura	Altura estribo aprox	Observaciones
				m	m	m	
PS-A3-0.9	Paso Superior	0+965				8,0	Ctra. A-7286 5 m sin arcén Asfaltada
PS-A3-1.9	Paso Superior	1+945				8,5	Camino
PS-A3-4.4	Paso Superior	4+406				12,0	Ctra. A-357 2 carriles de 3,5m y arcén de 1,5 m
PS-A3-6.0	Paso Superior	6+040				9,0	Camino 1 vano
PS-A3-7.3	Paso Superior	7+255				5,0	Ctra. MA-468 2 carriles de 3,5m y arcén de 1,0 m

Tabla 28: Estructuras consideradas en las alternativas 3.

A continuación, se describen sus condiciones de cimentación, en base a los reconocimientos recopilados. Los criterios son preliminares y se deberán confirmar o modificar con los reconocimientos geotécnicos específicos para las estructuras.

Estructura Alternativa 1

PS-04-A1. Est-Campillos

La estructura salva la carretera A-357, cerca de la actual estación de Campillos.

En base al “Proyecto para la ampliación de la longitud a 750 m de los apartaderos de Campillos y Setenil en el tramo Bobadilla-Ronda” de julio 2020, próximo a la estructura se han realizado los ensayos de penetración PODT-4 y PODT-5, y las calicatas CODT4 y CODT-5.

Se detecta en primer lugar materiales cuaternarios aluviales, unidad 6 detrítico fino, constituidos mayoritariamente por materiales cohesivos de color marrón y consistencia blanda, llegando a detectar valores de golpeo N_{20} en los ensayos DPSH realizados menores 10, alcanzan unas profundidades comprendidas entre los 10 a 12 m, aproximadamente. Se ha detectado la presencia de agua en las calicatas a una profundidad de 2.70 m.

Dado el desarrollo de los materiales de consistencia blanda la opción óptima de cimentación sería una profunda mediante pilotes.

Es previsible la presencia de sulfatos, por lo que los hormigones deberán emplear cementos sulforresistentes.

Estructuras Alternativa 2

Viaducto P.K. 1+361

La estructura salva el Arroyo de Salinas, situándose las Lagunas de Salinas al norte del sondeo ejecutado, S-1. Se detecta en primer lugar materiales cuaternarios aluviales, unidad 6 detrítico fino, constituidos mayoritariamente por materiales cohesivos de color marrón-grisáceo y consistencia muy blanda, llegando a detectar valores de golpeo SPT de 3. Estos materiales de muy baja consistencia se desarrollan hasta una profundidad de 13.60 m, donde aparecen arcillas de color marrón y consistencia firme, perteneciente a la unidad 4, unidad olistostrómica.

Dado el desarrollo de los materiales de consistencia blanda la opción óptima de cimentación sería una profunda mediante pilotes.

Es previsible la presencia de sulfatos, por lo que los hormigones deberán emplear cementos sulforresistentes.

Paso inferior P.K. 1+465

La estructura da paso a un camino rural. Como el caso anterior la estructura se encuentra sobre la unidad 6, detríticos finos de consistencia muy baja.

Dado la consistencia que presenta la unidad la solución óptima de cimentación sería una profunda mediante pilotes.

Dada la presencia de yeso, los hormigones a usar deberán emplear cementos sulforresistentes.

Paso inferior P.K. 4+945

La estructura salva la carretera A-7286. Se detecta arcilla de color marrón rojizo, con presencia de cristales de yeso, unidad 4, arcillas olistostrómicas. En base al ensayo penetrométrico P-2, superficialmente aparecen materiales de consistencia blanda a medianamente firme, con valores de golpeo N_{20} inferiores a 10 hasta una profundidad de 4-5 m.

Dado la consistencia que presenta la unidad es previsible una cimentación semi-profunda a profunda.

Dada la presencia de yeso, los hormigones a usar deberán emplear cementos sulforresistentes.

Paso inferior P.K. 5+685

La estructura salva un camino rural. Se detecta arcilla de color marrón rojizo, con presencia de cristales de yeso, unidad 4, arcillas olistostrómicas. En base a la calicata C-4, aparecen materiales de consistencia blanda a medianamente firme.

Dado la consistencia que presenta la unidad es previsible una cimentación directa a semi-profunda.

Dada la presencia de yeso, los hormigones deberán emplear cementos sulforresistentes.

Obras de drenaje y acequias de riego

La mayor parte de estas estructuras se apoyarán sobre arcillas de color marrón rojizo, con presencia de cristales de yeso, unidad 4, arcillas olistostrómicas, que, dada a presencia de yeso, los hormigones en contacto con esta unidad deberán emplear cementos sulforresistentes.

Dado la consistencia detectada que presenta esta unidad es previsible una cimentación superficial para estas estructuras. Por otro lado, se deberá prever una sustitución de terreno, en el caso de la aparición de suelos de menor consistencia, unidad 6, cuaternario aluvial, como en el caso de la ODT situada en el P.K. 0+522. O zonas de vertido de materiales no controlados no detectados durante la campaña realizada. El proceso pasa por excavar y retirar el terreno original que presenta una capacidad portante baja (unidad 6 y/o relleno antrópico no controlado), y sustituirlo por la aportación de otro de mayor calidad (al menos suelo adecuado según PG3) que deberá ser compactado. Se esperan espesores de sustitución menores a los 2 -3 m.

Estructuras Alternativa 3

Paso superior P.K. 0+965

La estructura da continuidad a la carretera A-7286. Se detecta arcilla de color marrón rojizo, con cantos angulosos y heterométricos, más frecuentes en profundidad, unidad 4, arcillas olistostrómicas. En base al ensayo penetrométrico P-6, se tratan de materiales muy firmes a duros, los valores de golpeo N_{20} aumentan rápida y progresivamente hasta alcanzar rechazo a una profundidad de 2.4 m.

Dado la consistencia que presenta la unidad es previsible una cimentación superficial.

Habrá que considerar el empleo de cementos sulforresistentes dada la posible presencia de sulfatos.

Paso superior P.K. 1+945

La estructura da continuidad a un vial agrario. Se detecta limo- arcilla de color marrón claro-amarillentos con nódulos y venas de precipitación de carbonatos, unidad 4, arcillas olistostrómicas. En base al ensayo penetrométrico P-8, superficialmente aparecen materiales de consistencia blanda a medianamente firme, con valores de golpeo N_{20} inferiores a 10 hasta una profundidad de 1.6 m, a continuación, el terreno presenta oscilaciones en los índices de golpeo comprendidos entre 20-40 golpes.

Dado la consistencia que presenta la unidad es previsible una cimentación semi-profunda.

Habrá que considerar el empleo de cementos sulforresistentes dada la posible presencia de sulfatos.

Estructuras compartidas Alternativas 2 y 3

Paso superior Alt. 2 P.K. 9+320 / Alt. 3 P.K. 4+406

La estructura da continuidad a la carretera A-357. Se detecta arcilla de color marrón rojizo, con presencia de cristales de yeso, unidad 4, arcillas olistostrómicas. En base al ensayo sondeo S-2, presenta una consistencia firme con valores de golpeo SPT constantes en torno a los 20 golpes.

Dado la consistencia que presenta la unidad es previsible una cimentación directa.

Dada la presencia de yeso, los hormigones a emplear deberán emplear cementos sulforresistentes.

Paso superior Alt. 2 P.K. 10+950 / Alt. 3 P.K. 6+040

La estructura da continuidad a un camino rural. En base a la calicata C-6, se detecta arcilla areno-limosa de color marrón, con abundantes nódulos por precipitación de carbonatos, unidad 4, arcillas olistostrómicas. El ensayo penetrométrico P-5, presentan índices de golpeo N_{20} comprendidos entre 20 -30 en todo su desarrollo, detectando picos por concentraciones de sales y/o carbonatos

Dado la consistencia que presenta la unidad es previsible una cimentación directa.

Habrá que considerar el empleo de cementos sulforresistentes dada la posible presencia de sulfatos.

Paso superior Alt. 2 P.K. 12+150 / Alt. 3 P.K. 7+255

La estructura da continuidad a la carretera MA-468. En base al sondeo S-3, se detectan suelos cementados relacionándolos con la unidad U5, areniscas y calcarenitas, donde todos los ensayos SPT realizados alcanzan rechazo.

Dado la consistencia que presenta la unidad es previsible una cimentación superficial.

Estación Campillos A2 P.K. 8+906 / A3 P.K.4+247

En base a los trabajos realizados en la zona de la futura estación, cabe esperar la presencia de arcillas rojizas de consistencia firme perteneciente a la unidad 4.

Dado la consistencia que presenta la unidad es previsible una cimentación directa.

Habrá que considerar el empleo de cementos sulforresistentes dada la posible presencia de sulfatos.

Los reconocimientos a realizar en las siguientes fases del proyecto permitirán concretar la cimentación más adecuada para todos los casos.

7.7. Comparativa de las nuevas Alternativas

La alternativa 2 presenta una longitud de 12.916 m.

En el primer tramo, ente los PP.KK. 0+000 a 1+600 existen un viaducto que salva el arroyo de Salinas, en los trabajos realizados se detectan materiales cuaternarios de grano fino, unidad u6, de muy baja consistencia hasta profundidades próximas a los 14 m, por lo que la cimentación de las estructuras sería profunda mediante pilotes. Dada la baja consistencia de estos materiales el terreno de apoyo de los terraplenes de acceso a los viaductos sería necesario diseñar un tratamiento de mejora del subsuelo antes de proceder a la ejecución de los terraplenes.

A partir de del PK 1+600 hasta el PK 8+500, donde coincide con la Alternativa 3, el trazado discurre fundamentalmente sobre la unidad 4, arcillas y yesos. Los materiales procedentes de las excavaciones, en base a los ensayos realizados se clasifican como no utilizables. Para los taludes de excavación se recomiendan pendientes de 3H:2V. En el caso de apoyo de los terraplenes en la unidad u4 no sería necesario tratamientos de mejora salvo la eliminación del suelo vegetal y zonas puntuales de baja consistencia. Para la cimentación de las estructuras en base a los ensayos realizados se esperan que sean semi-profundas a profundas. Dada la presencia de sulfatos se considera necesario el empleo de cementos sulforresistentes.

El tramo final entre los PPKK 8+500 a 12+916, coincidente con la alternativa 3, se desarrolla sobre la unidad u4, arcillas y yesos, hasta aproximadamente el PK 11+650. A partir de este punto aflora la unidad u5, areniscas y calcarenitas, que presentan diferentes grados de alteración (representa aproximadamente el 10% de la longitud del trazado), en base a los ensayos realizados esta unidad se clasifica como apta pudiéndose emplear para la formación de terraplenes. Se recomiendan taludes de excavación 3H:2V, se consideran excavables, pero dado que se han detectado tramos cementados no se descarta el empleo de martillo para su retirada.

La alternativa 3 presenta una longitud de 8.005 m.

En el primer tramo, ente los PP.KK. 0+000 a 3+500, el trazado discurre fundamentalmente sobre la unidad 4, arcillas y yesos. Los materiales procedentes de las excavaciones se clasifican como no utilizables. Para los taludes de excavación se recomiendan pendientes de 3H:2V. En el caso de apoyo de los terraplenes en la unidad u6 no sería necesario tratamientos de mejora salvo la eliminación del suelo vegetal y zonas puntuales de baja consistencia. Para la cimentación de las estructuras en base a los ensayos realizados se esperan que sean superficiales a semi-profundas. Dada la presencia de sulfatos se considera necesario el empleo de cementos sulforresistentes.

El tramo final entre los PPKK 3+500 a 8+005, coincidente con la alternativa 2, se desarrolla sobre la unidad u4, arcillas y yesos, hasta aproximadamente el PK 6+700. A partir de este punto aflora la unidad u5, areniscas y calcarenitas, con diferentes grados de alteración (representando aproximadamente el 55% del trazado), en base a los ensayos realizados esta unidad se clasifica como apta pudiéndose emplear para la formación de terraplenes. Se recomiendan taludes de excavación 3H:2V, se consideran excavables, pero dado que se han detectado tramos cementados no se descarta el empleo de martillo para su retirada.

8. Conclusiones

A lo largo de las dos alternativas al trazado se han diferenciado tres unidades geotécnicas. De muro a techo la serie litoestratigráfica es:

- Unidad olistostrómica (U4), en general arcillas de color rojizo a verde. En los ensayos DPSH se relaciona con índices de golpeo comprendidos entre 20-40 golpes, relacionando los picos y bajadas con la presencia de lentes de areniscas y arcillas.

- Unidad areniscas y calcarenitas (U5), en el sondeo se recupera como limo arenoso beige amarillento con carbonatos, donde los ensayos SPT realiza sistemáticamente rechazo.

- Unidad depósitos cuaternarios detríticos finos (U6), tanto aluviales como glacis. En los ensayos DPSH realizados se relacionan con índices de golpeo $N_{20} \leq 15$.

En prácticamente todos los trabajos se ha identificado de manera superficial suelos de alta compresibilidad y baja resistencia relacionándolo con la presencia de suelo vegetal y material vertido, recomendando su eliminación. El suelo vegetal se detecta en la mayor parte de los trabajos con desarrollos que varían entre 0.10 a 0.40 m, obteniendo un valor medio de 0.27 m. Los materiales vertidos presentan una menor distribución, identificándose únicamente en los caminos donde se han realizado los trabajos, variando los espesores entre 0.30 a 0.20 m, obteniendo un valor medio de 0.25 m.

Las unidades geotécnicas reconocidas en las alternativas de trazado se podrán excavar con medios mecánicos convencionales, puntualmente para la unidad U5, dada la presencia de capas con un alto grado de cementación se debería recurrir al empleo de martillo de fondo para eliminarlas.

Cabe señalar que la campaña de reconocimiento ha puesto de manifiesto la existencia de capas de suelos blandos cuaternarios, unidad 6, con unos espesores de hasta 14 m, al comienzo del tramo de la Alternativa 2, coincidiendo con la zona de máxima altura de terraplén a la salida del viaducto situado en el PK 1+300. Las características resistentes y deformacionales de estos suelos hace que sea necesario diseñar un tratamiento de mejora del subsuelo antes de proceder a la ejecución de los terraplenes, para la cimentación de los viaductos es recomendable la ejecución de cimentaciones profundas.

Habrá que considerar el empleo de cementos sulforresistentes dada la posible presencia de sulfatos, en la unidad 4.

Respecto a la aprovechabilidad de los materiales de excavación, la unidad 4 con mayor representación, se clasifican como suelos “No Utilizables”, pudiéndose plantear su uso en el caso de tratarlas con cal. La unidad 5 afloran en la zona final de las dos alternativas de trazado, en base a los ensayos realizados, se podrían clasificar como suelos “Aptos”.

En base a la instrucción IF3, para la determinación de la capacidad portante de la plataforma, la mínima clase de calidad de suelo para explanada es QS1. Por ello en las unidades 4 y 6, clasificadas como calidad de suelo QS0, se recomienda la sustitución del primer metro y posterior aportación de terreno con clasificación al menos QS1.

APÉNDICE 1. CALICATAS DE RECONOCIMIENTO

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-1

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 11/11/2022 Fecha Final: 11/11/2022

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0		0,30m	De 0,00 a 0,3m: Relleno antropico:Limo arenoso marrón con indicios de raíces y restos cerámicos.			
0,5			De 0,30 a 1,3m: Arcilla limosa marrón con indicios a algo de nódulos de carbonatos			
1		1,00m		1,30	MA-1	
1,5			De 1,30 a 3,6m: Limo arcilloso marrón claro a blanquecino con algo de nódulos y vetas de carbonatos. Vetas marrones más arcillosas.	1,40		
2						
2,5						
3						
3,5		2,30m				
4			3,60m. FONDO DE LA CALICATA			
4,5						
5						

Observaciones:

MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 343405, Y: 4099546
MODELO EXCAVADORA: JCB 3CX
SUPERVISOR: J.Rafael Parajon
EXCAVABILIDAD: Fácil
ESTABILIDAD: Estables

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

[UNE 7371:1975]

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-1

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 11/11/2022 Fecha Final: 11/11/2022

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-2

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 11/11/2022 Fecha Final: 11/11/2022

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0		0,10m	De 0,00 a 0,1m: Terreno vegetal: Limo arcilloso marrón con indicios de raíces y nódulos de carbonatos.			
			De 0,10 a 0,9m: Limo arcilloso blanquecino con vetas y nódulos de carbonatos			
0,5		0,80m				
1			De 0,90 a 3,2m: Arcilla versículos predominantemente beige verdosa, con veteado ocre,morado y amarillento. Indicios de nódulos de carbonatos			
				1,20	MA-1	
1,5				1,40		
2						
2,5						
3		2,30m				
			3,20m. FONDO DE LA CALICATA			
3,5						
4						
4,5						
5						

elabora

Observaciones:

MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 340651, Y: 4097685
MODELO EXCAVADORA: JCB 3CX
SUPERVISOR: J.Rafael Parajon
EXCAVABILIDAD:
ESTABILIDAD: Estables

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

[UNE 7371:1975]

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-2

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 11/11/2022 Fecha Final: 11/11/2022

elabora

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-3

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 18/11/2022 Fecha Final: 18/11/2022

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0		0,40m	De 0,00 a 0,4m: T.V: Arcilla arenosa marrón con presencia de restos vegetales.			
0,5			De 0,40 a 1,2m: Limo arcilloso marrón-amarillento. - Presenta algo a bastantes nódulos de carbonatos duros y pulverulentos.	0,90 1,00	MA-1	
1		0,80m				
1,5			De 1,20 a 3,3m: Arcilla marrón rojiza con presencia de cristales de yeso y veteado grisáceo.	1,70 1,80	MA-2	
2						
2,5		2,10m				
3						
3,5			3,30m. FONDO DE LA CALICATA			
4						
4,5						
5						

elabora

Observaciones:

MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 339949, Y: 4096956
MODELO EXCAVADORA: JCB
SUPERVISOR: Juan Pedro del Águila Ramos
EXCAVABILIDAD: Fácil
ESTABILIDAD: Estables

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

[UNE 7371:1975]

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

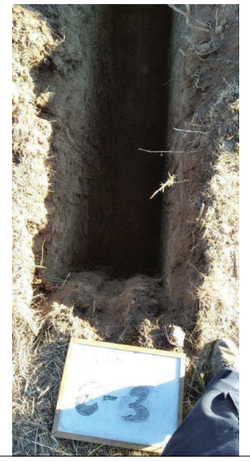
Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-3

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 18/11/2022 Fecha Final: 18/11/2022

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



elabora

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-4

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 18/11/2022 Fecha Final: 18/11/2022

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0		0,20m	De 0,00 a 0,2m: T.V: Arcilla arenosa marrón con presencia de restos vegetales e indicios de cantos calizos.			
0,5			De 0,20 a 2,7m: Arcilla areno-lmosa marrón rojiza con bastantes nódulos de carbonatos duros y pulverulentos. - A partir de 1.60 m pasa a limo arcilloso marrón amarillento con vetas rojas arcillosa y vetas de carbonatos duros. - Veteado ocre.			
1						
1,5						
2				1,90 2,00	MA-1	
2,5		2,50m				
3			2,70m. FONDO DE LA CALICATA			
3,5						
4						
4,5						
5						

elabora

Observaciones:

MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 339163, Y:4097060
MODELO EXCAVADORA: JCB
SUPERVISOR: Juan Pedro del Águila Ramos
EXCAVABILIDAD: Fácil
ESTABILIDAD: Estables

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

[UNE 7371:1975]

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

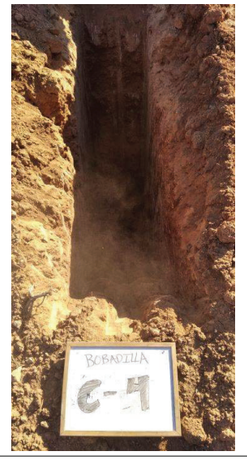
Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-4

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 18/11/2022 Fecha Final: 18/11/2022

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



elabora

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-5

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 18/11/2022 Fecha Final: 18/11/2022

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0		0,20m	De 0,00 a 0,2m: T.V: Arena arcillosa marrón oscuro con restos de raíces.			
0,5			De 0,20 a 2,6m: Arcilla areno-limosa marrón claro con bastantes nódulos de carbonatos pulverulentos y duros a techo. - Con la profundidad aparece vetado arcilloso rojizo y veteado limo-arenoso amarillento y ocre. - Moteado negruzco. - Vetas ligeramente cementadas.			
1				1,10 1,30	MA-1	
1,5						
2						
2,5		2,40m				
			2,60m. FONDO DE LA CALICATA			
3						
3,5						
4						
4,5						
5						

elabora

Observaciones:

MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 335898, Y: 4097474
MODELO EXCAVADORA: JCB
SUPERVISOR: Juan Pedro del Águila Ramos
EXCAVABILIDAD: Fácil
ESTABILIDAD: Estables

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

[UNE 7371:1975]

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

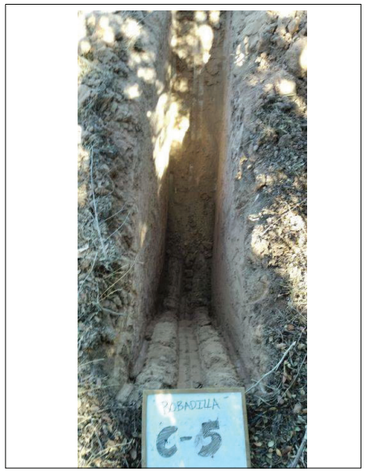
Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-5

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 18/11/2022 Fecha Final: 18/11/2022

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



elabora

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-6

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 18/11/2022 Fecha Final: 18/11/2022

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0		0,30m	De 0,00 a 0,3m: T.V: Arcilla arenosa marrón oscuro con presencia de restos vegetales.			
0,5			De 0,30 a 2,7m: Arcilla areno-limosa marrón con bastantes nódulos de carboantos pulverulentos y duros. - Presenta vetas ligeramente cementadas que aumentan con la profundidad, cm y dm. - Indicios de vetas y moteado negruzco. - Veteado arcilloso gris verdoso, ocre y rojizo.			
1				1,10 1,20	MA-1	
1,5						
2						
2,5		2,40m				
3			2,70m. FONDO DE LA CALICATA			
3,5						
4						
4,5						
5						

elabora

Observaciones:

MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 333952, Y: 4097777
MODELO EXCAVADORA: JCB
SUPERVISOR: Juan Pedro del Águila Ramos
EXCAVABILIDAD: Fácil
ESTABILIDAD: Estables

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

[UNE 7371:1975]

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

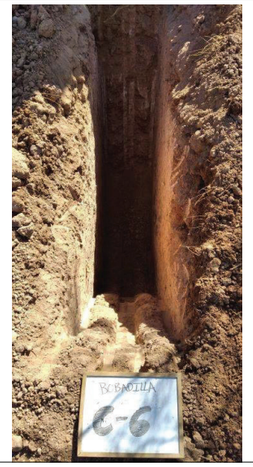
Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-6

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 18/11/2022 Fecha Final: 18/11/2022

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



elabora

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-7

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 18/11/2022 Fecha Final: 18/11/2022

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0		0,30m	De 0,00 a 0,3m: T.V: Arena arcillosa marrón con presencia de restos de raíces.			
0,5		1,10m	De 0,30 a 1,4m: Arcilla arenosa marrón rojizo con algo de cantos poligénicos, angulosos y heterométricos.	0,60	MA-1	
1				0,80		
1,5		0,30m	De 1,40 a 1,7m: Grava y arcilla arenosa marrón con presencia de vetas limoarcillosa amarillentas. - Presenta vetas cementadas y yesos. - Grava poligénica, angulosa y heterométrica.			
2			1,70m. FONDO DE LA CALICATA			
2,5						
3						
3,5						
4						
4,5						
5						

elabora

Observaciones:

MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 338446, Y: 4098798
MODELO EXCAVADORA: JCB
SUPERVISOR: Juan Pedro del Águila Ramos
EXCAVABILIDAD: Difícil a partir de 1.40 m.
ESTABILIDAD: Estables

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

[UNE 7371:1975]

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

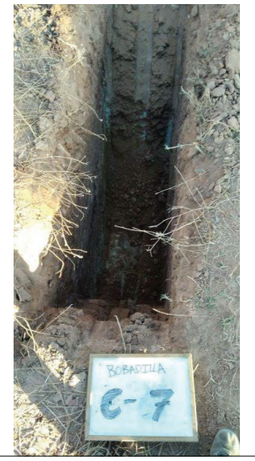
Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-7

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 18/11/2022 Fecha Final: 18/11/2022

REPORTAJE FOTOGRÁFICO



elabora

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-8

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 11/11/2022 Fecha Final: 11/11/2022

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0		0,30m	De 0,00 a 0,3m: Terreno vegetal: Arena limosa marrón rojiza con indicios de cantos calizos y raíces			
0,5			De 0,30 a 0,9m: Costra carbonatadas blanquecina			
1		0,60m	De 0,90 a 3m: Limo marrón claro a blanquecino con nódulos y vetas de carbonatos blanquecinos. Vetas marrones más arcillosas. Veteado ocre y verdoso. Hacia muro pasa a más arcilloso con vetas y tramos de carbonatos blanquecinos pulverulentos. A muro aparecen indicios a algo de arena fina.	1,70 1,80	MA-1	
1,5						
2						
2,5						
3		2,10m	3,00m. FONDO DE LA CALICATA			
3,5						
4						
4,5						
5						

Observaciones:

MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 337840, Y: 4098024
MODELO EXCAVADORA: JCB 3CX
SUPERVISOR: J.Rafael Parajon
EXCAVABILIDAD: Fácil
ESTABILIDAD: Estables

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

[UNE 7371:1975]

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-8

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 11/11/2022 Fecha Final: 11/11/2022

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-9

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 11/11/2022 Fecha Final: 11/11/2022

Profundidad (m)	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0		0,30m	De 0,00 a 0,3m: Terreno vegetal: Limo arcilloso marrón rojizo con indicios de nódulos y cantos calizos, e indicios de raíces			
0,5			De 0,30 a 3,3m: Limo arcilloso marrón claro a amarillenta con algo de nódulos y vetas carbonatos. Indicios de arena fina intercaladas.			
1						
1,5				1,40 1,60	MA-1	
2						
2,5						
3		3,00m				
3,5			3,30m. FONDO DE LA CALICATA			
4						
4,5						
5						

Observaciones:

MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 337298, Y: 4097615
MODELO EXCAVADORA: JCB
SUPERVISOR: J.Rafael Parajon
EXCAVABILIDAD: Fácil
ESTABILIDAD: Estables

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

[UNE 7371:1975]

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

CALICATA C-9

Localidad: MALAGA

Fecha Inicio: 11/11/2022 Fecha Final: 11/11/2022

APÉNDICE 2. REGISTRO DE SONDEOS

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U. SONDEO

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS S-1

Localidad: MALAGA Nº Acta: 19767

Fecha Inicio: 14/11/2022 Fecha Final: 15/11/2022

Profundidad (m)	Revestimiento	Batería	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Ensayo S.P.T. Cota	Ensayo S.P.T. Nº de golpes	Ensayo S.P.T. N	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0				0,30m	De 0,00 a 0,3m: TV: Limo arenoso marrón con indicios de raíces y de carbonatos.						
0,5											
1				0,70m	De 0,30 a 1m: Limo areno arcilloso marrón con algo de nódulos de carbonatos duros y pulverulentos.						
1,5					De 1,00 a 2m: Limo arcilloso marrón con vetas arenosas grisáceas y marrón amarillentas.						
2				1,00m					2,00	MI-1	N.F. 2,00
2,5					De 2,00 a 13,6m: Arcilla limosa fangosa marrón y grisácea muy blanda. - Presenta tramos areno limosos gris oscuro y marrón a: (7,20 metros - 7,60 metros), (8,00 metros - 8,30 metros) (9,20 metros - 10,00 metros) (12,60 metros - 12,90 metros)	2,60	1-2-1	3	2,60		
3						3,05					
3,5											
4						4,00	2-3-4-7	7			
4,5	R 98					4,60					
5		B 86									
5,5											
6									6,00	MI-2	
6,5									6,60		
7											
7,5											
8						8,00	1-1-2-6	3			
8,5						8,60					
9											
9,5											
10											

elabora

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 342212, Y: 4099555
TUBERÍA PIEZOMÉTRICA: Sí
MUESTRA DE AGUA: Sí
SONDISTA: Fernando Cotán Benitez
SONDA: TP-50/400
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL FREÁTICO: 15/11/22
SUPERVISOR: Juan Pedro del Águila Ramos ,Geólogo

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

UNE-EN ISO 22476-3:2006

UNE-EN ISO 22476-3:2006/A1:2014

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U. SONDEO

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS S-1

Localidad: MALAGA Nº Acta: 19767

Fecha Inicio: 14/11/2022 Fecha Final: 15/11/2022

Profundidad (m)	Revestimiento	Batería	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Ensayo S.P.T. Cota	Ensayo S.P.T. Nº de golpes	Ensayo S.P.T. N	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
10					De 2,00 a 13,6m: Arcilla limosa fangosa marrón y grisácea muy blanda. - Presenta tramos areno limosos gris oscuro y marrón a: (7,20 metros - 7,60 metros), (8,00 metros - 8,30 metros) (9,20 metros - 10,00 metros) (12,60 metros - 12,90 metros)	10,00	1-1-3-3	4			
10,5						10,60					
11	R 98										
11,5											
12						12,00	1-1-2-5	3			
12,5						12,60					
13		B 86									
13,5				11,60m							
14					De 13,60 a 16,6m: Arcilla marrón con algo de nódulos de carbonatos duros. - Presenta un nivel limoso amarillento de 14,75 metros - 15,00 metros.	14,00	15-8-13-20	21			
14,5						14,60					
15											
15,5									15,70	TP-1	
16						16,00	9-14-19-21	33	16,00		
16,5				3,00m		16,60					
17					16,60m. FONDO DEL SONDEO						
17,5											
18											
18,5											
19											
19,5											
20											

elabora

Observaciones:
MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

Camión sondeo

Caja 1 (0.00-3.00)

Caja 2 (3.00-6.00)

Caja 3 (6.00-9.00)

Caja 4 (9.00-12.00)

Caja 5 (12.00-15.00)

elabora

Caja 6 (15.00-16.60)

Arqueta

elabora

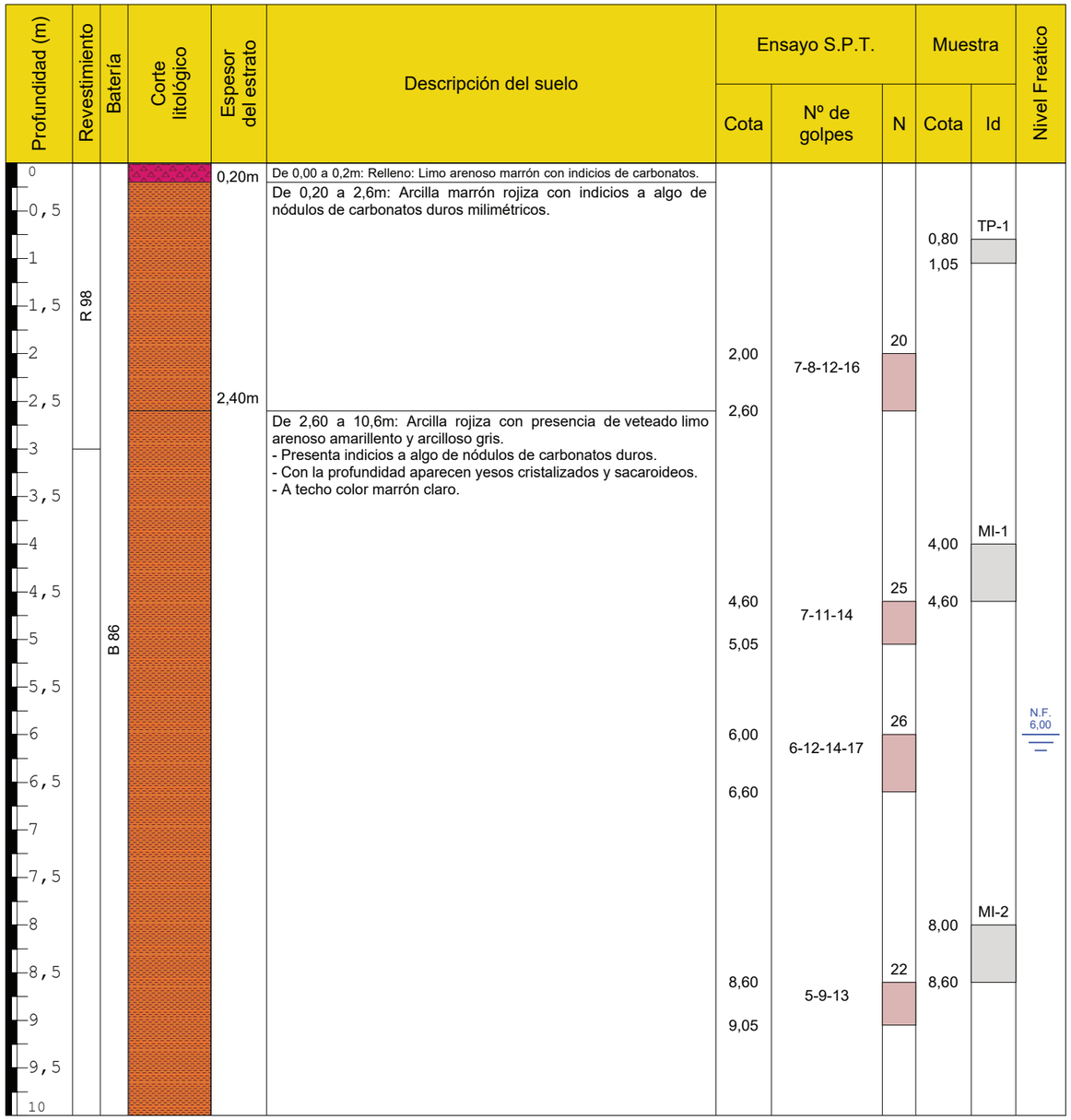
elabora

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U. SONDEO

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS S-2

Localidad: MALAGA Nº Acta: 19777

Fecha Inicio: 10/11/2022 Fecha Final: 10/11/2022



elabora

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 335434, Y: 4097349
TUBERÍA PIEZOMÉTRICA: Sí
MUESTRA DE AGUA: Sí
SONDISTA: Fernando Cotán Benitez
SONDA: TP-50/400
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL FREÁTICO: 15/11/22
SUPERVISOR: Juan Pedro del Águila Ramos ,Geólogo

DIRECTOR TÉCNICO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

UNE-EN ISO 22476-3:2006

UNE-EN ISO 22476-3:2006/A1:2014

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

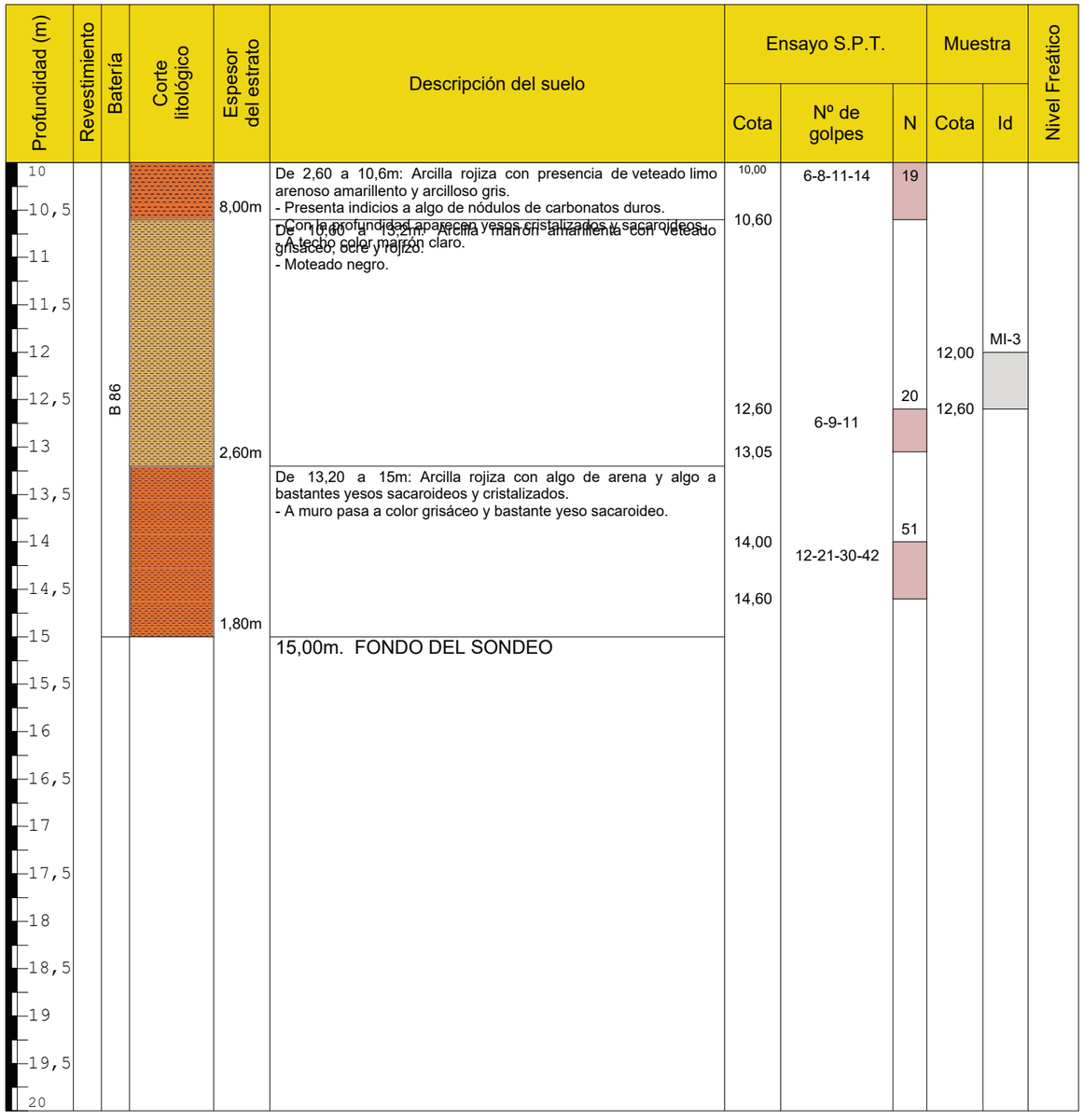
elabora

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U. SONDEO

Obra: 23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS S-2

Localidad: MALAGA Nº Acta: 19777

Fecha Inicio: 10/11/2022 Fecha Final: 10/11/2022



elabora

Observaciones:
MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

Camión sondeo

Caja 1 (0.00-3.00)

Caja 2 (3.00-6.00)

Caja 3 (6.00-9.00)

Caja 4 (9.00-12.00)

Caja 5 (12.00-15.00)

elabora

Arqueta

elabora

Cliente:	AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.		SONDEO
Obra:	23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS		S-3
Localidad:	MALAGA		Nº Acta: 19780
Fecha Inicio:	15/11/2022	Fecha Final: 15/11/2022	Página 1 de 4

Profundidad (m)	Revestimiento	Batería	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Ensayo S.P.T. Cota	Ensayo S.P.T. Nº de golpes	Ensayo S.P.T. N	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
0				0,30m	De 0,00 a 0,3m: TV: Limo arenoso marrón con restos de raíces.						
0,5				0,40m	De 0,30 a 0,7m: Limo arenoso marrón con indicios de nódulos de carbonatos.						
1					De 0,70 a 15m: Limo arcillo arenoso beige amarillento con algo a bastantes carbonatos. - Presenta algo a bastantes niveles cementados de calcarenita. - Niveles de calcarenita a (13,05 metros - 13,40 metros) (13,65 metros - 13,80 metros)						
1,5	R 98										
2						2,00	42-44-50	50R			N.F. 2,00
2,5						2,44					
3											
3,5											
4						4,00		50R			
4,5						4,10	50				
5		B 86									
5,5											
6						6,00		50R			
6,5						6,08	50				
7											
7,5									7,55	TP-1	
8						8,00		50R	7,80		
8,5						8,25	41-50				
9											
9,5											
10											

elabora

OBSERVACIONES:
POSICIÓN GPS: X: 332676, Y: 4097550
TUBERÍA PIEZOMÉTRICA: Sí
MUESTRA DE AGUA: No
SONDISTA: Fernando Cotán Benitez
SONDA: TP-50/400
FECHA DE MEDICIÓN DE NIVEL FREÁTICO: 15/11/22
SUPERVISOR: Juan Pedro del Águila Ramos ,Geólogo

DIRECTOR TÉCNICO

Fernando Fernández Díaz
Químico

Ensayos realizados según las normas:

UNE-EN ISO 22476-3:2006

UNE-EN ISO 22476-3:2006/A1:2014

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía
Inscripción AND-L-155

Cliente:	AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.		SONDEO
Obra:	23889 ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS		S-3
Localidad:	MALAGA		Nº Acta: 19780
Fecha Inicio:	15/11/2022	Fecha Final: 15/11/2022	Página 2 de 4

Profundidad (m)	Revestimiento	Batería	Corte litológico	Espesor del estrato	Descripción del suelo	Ensayo S.P.T. Cota	Ensayo S.P.T. Nº de golpes	Ensayo S.P.T. N	Muestra Cota	Muestra Id	Nivel Freático
10					De 0,70 a 15m: Limo arcillo arenoso beige amarillento con algo a bastantes carbonatos. - Presenta algo a bastantes niveles cementados de calcarenita. - Niveles de calcarenita a (13,05 metros - 13,40 metros) (13,65 metros - 13,80 metros)	10,00 10,19	44-50	50R			
10,5											
11											
11,5											
12						12,00 12,07	50	50R			
12,5		B 86							12,60 12,85	TP-2	
13											
13,5											
14						14,00 14,21	42-50	50R	14,40 14,72	TP-3	
14,5				14,30m	15,00m. FONDO DEL SONDEO						
15											
15,5											
16											
16,5											
17											
17,5											
18											
18,5											
19											
19,5											
20											

elabora

Observaciones:
MI: Muestra inalterada, MIS: Muestra inalterada Shelby
TP: Testigo parafinado;
B: Batería Simple; T: Batería doble; TT: Batería triple
W: Corona de widia; D: Corona de diamante

Camión sondeo

Caja 1 (0.00-3.00)

Caja 2 (3.00-6.00)

Caja 3 (6.00-9.00)

Caja 4 (9.00-12.00)

Caja 5 (12.00-15.00)

elabora

Arqueta

elabora

APÉNDICE 3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2313
Albarán:
Fecha de toma: 23/11/2022
Número Acta: 20454
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-1
Descripción:

Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 2: Ensayo de penetración dinámica. UNE-EN ISO 22476-2:2008
Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 2: Ensayo de penetración dinámica. Modificación 1. UNE-EN ISO 22476-2:2008/A1:2014

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D • Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T • 954 51 55 58/59 F • 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

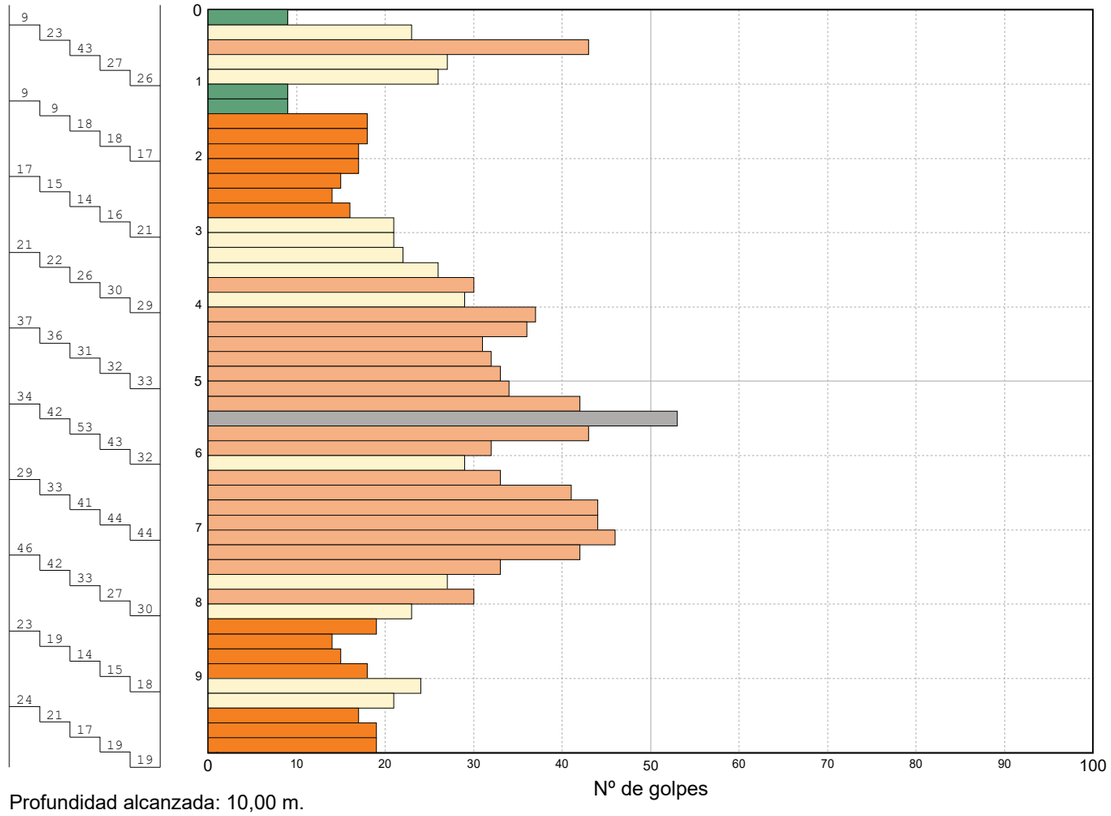
Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2313
Albarán:
Fecha de toma: 23/11/2022
Número Acta: 20454
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-1
Descripción:

Tipo: **DPSH-B** Ref.Ensayo: **P-1** Fecha ejecución: **23/11/2022**
Cota aprox.: Coordenadas GPS: **X: 343383, Y: 4099562**



Profundidad alcanzada: 10,00 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D • Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T • 954 51 55 58/59 F • 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

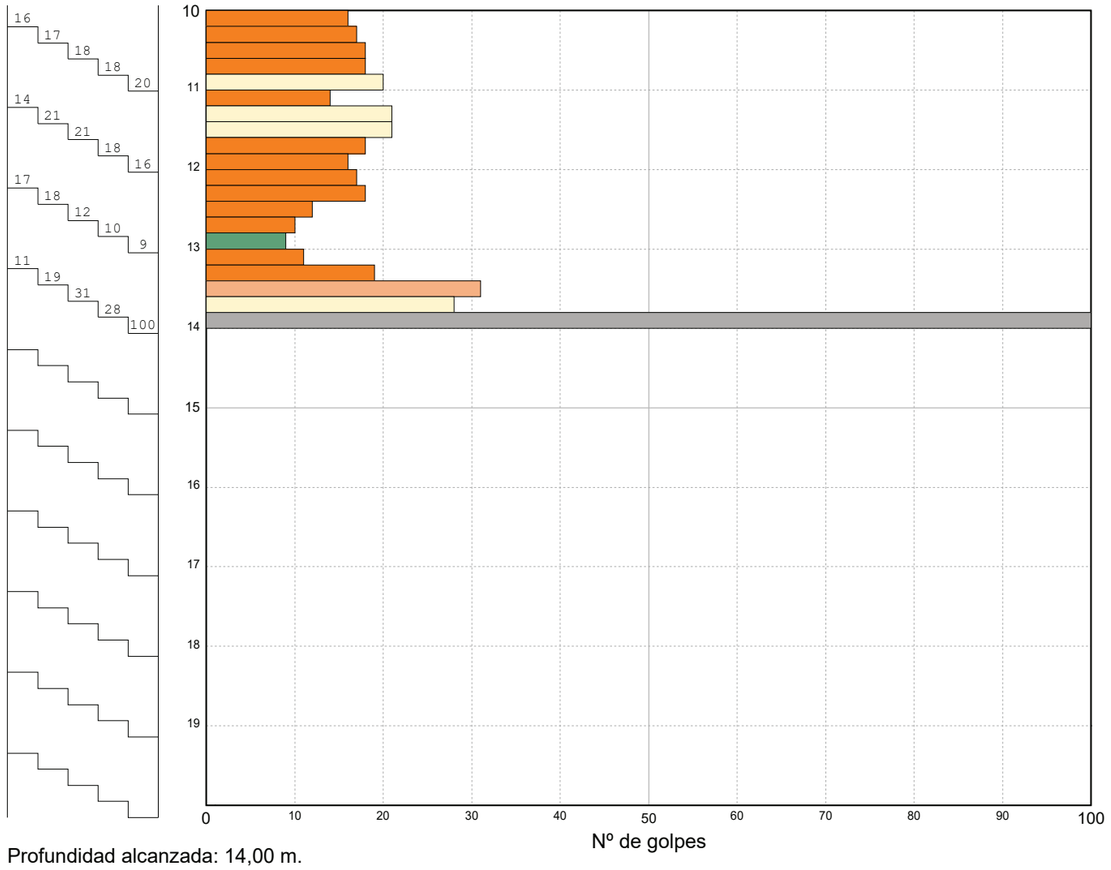
Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2313
Albarán:
Fecha de toma: 23/11/2022
Número Acta: 20454
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-1
Descripción:



Profundidad alcanzada: 14,00 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2313
Albarán:
Fecha de toma: 23/11/2022
Número Acta: 20454
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-1
Descripción:

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

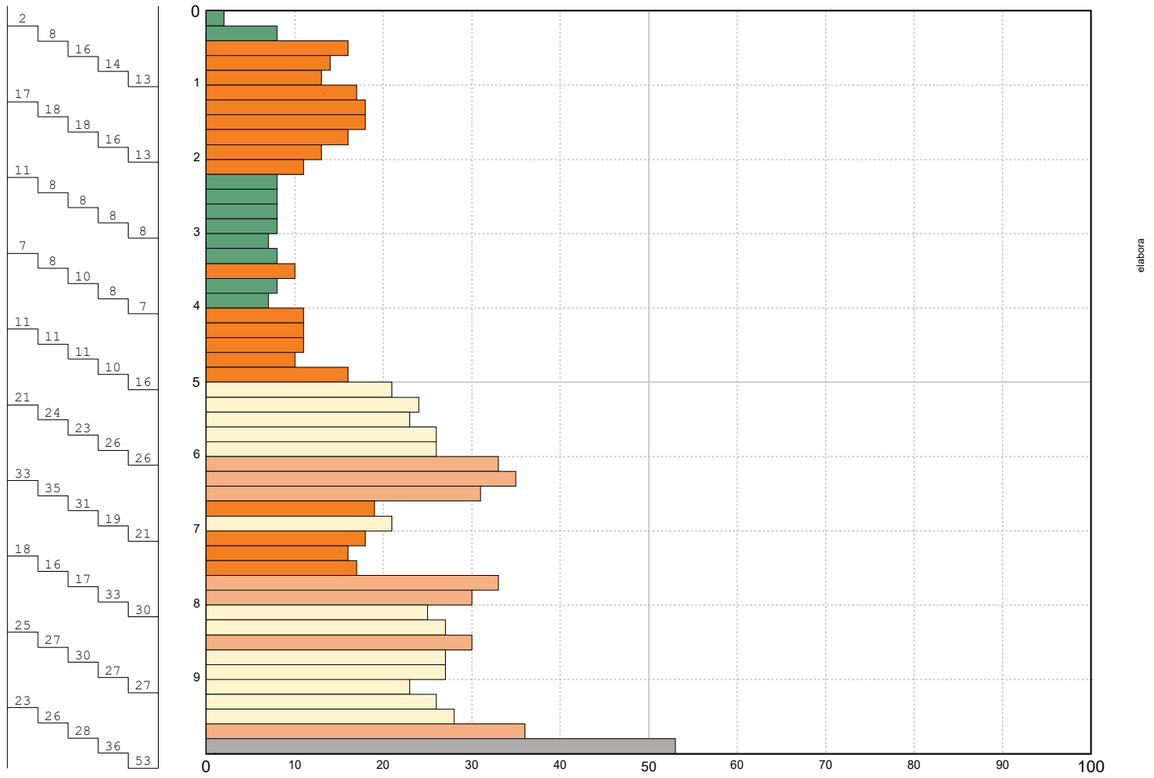
Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2310
Albarán:
Fecha de toma: 22/11/2022
Número Acta: 20451
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-2
Descripción:

Tipo: **DPSH-B** Ref.Ensayo: **P-2** Fecha ejecución: **22/11/2022**
Cota aprox.: Coordenadas GPS: **X: 339901, Y: 4097060**



Profundidad alcanzada: 10,00 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

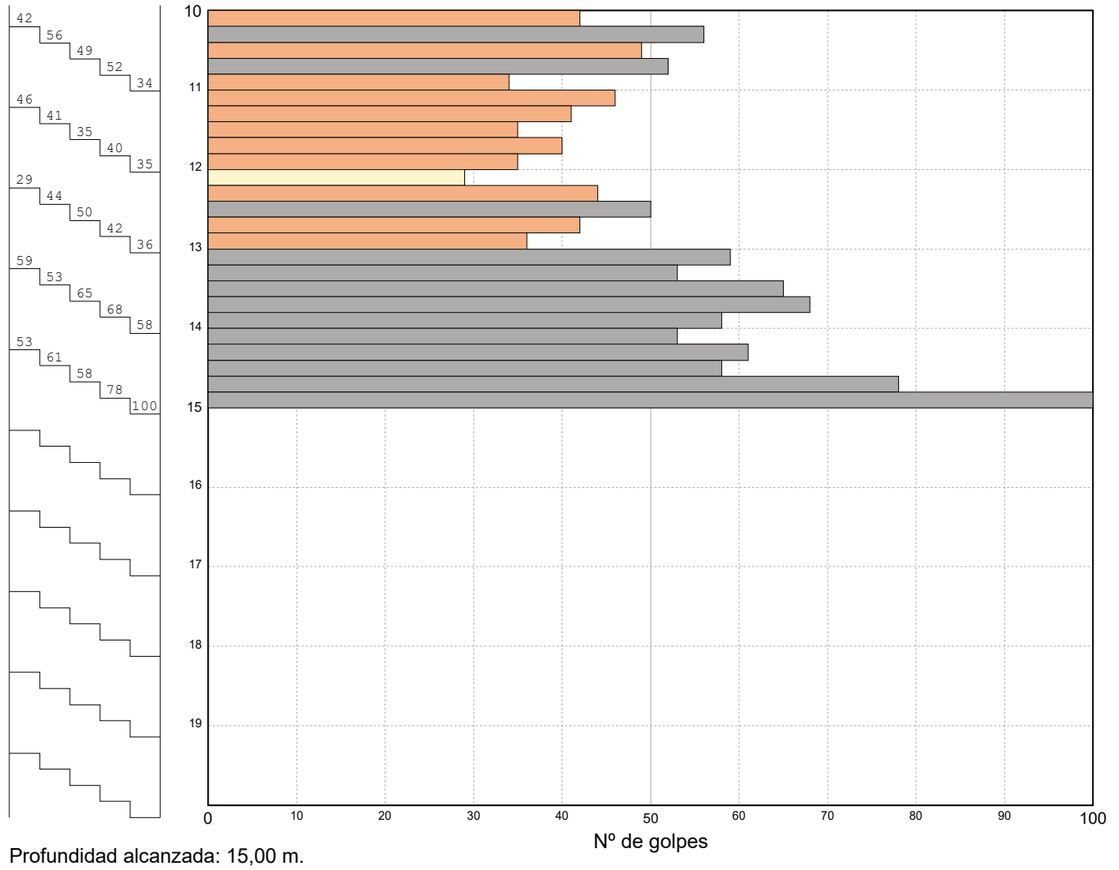
Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2310
Albarán:
Fecha de toma: 22/11/2022
Número Acta: 20451
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-2
Descripción:



Profundidad alcanzada: 15,00 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2310
Albarán:
Fecha de toma: 22/11/2022
Número Acta: 20451
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-2
Descripción:

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

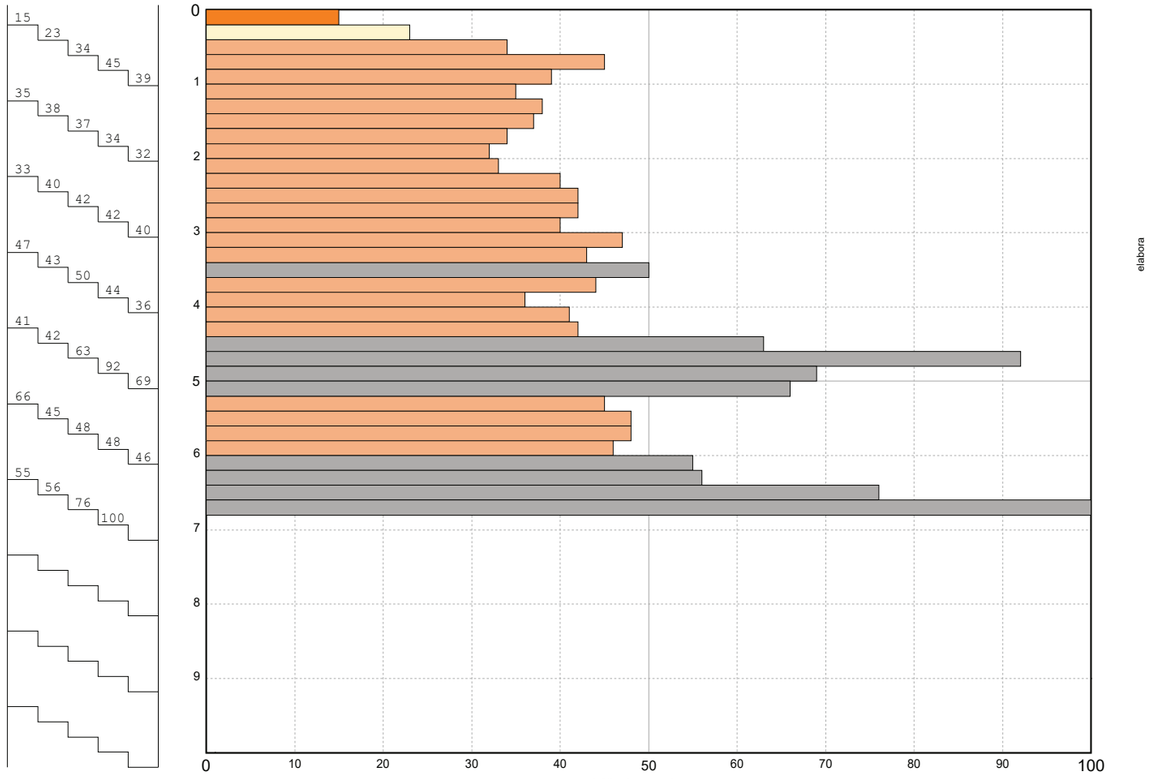
Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2312
Albarán:
Fecha de toma: 23/11/2022
Número Acta: 20453
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-4
Descripción:

Tipo: **DPSH-B** Ref.Ensayo: **P-4** Fecha ejecución: **23/11/2022**
Cota aprox.: Coordenadas GPS: **X: 339158, Y: 4097053**



Profundidad alcanzada: 6,80 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2312
Albarán:
Fecha de toma: 23/11/2022
Número Acta: 20453
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-4
Descripción:

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2312
Albarán:
Fecha de toma: 23/11/2022
Número Acta: 20453
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-4
Descripción:

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

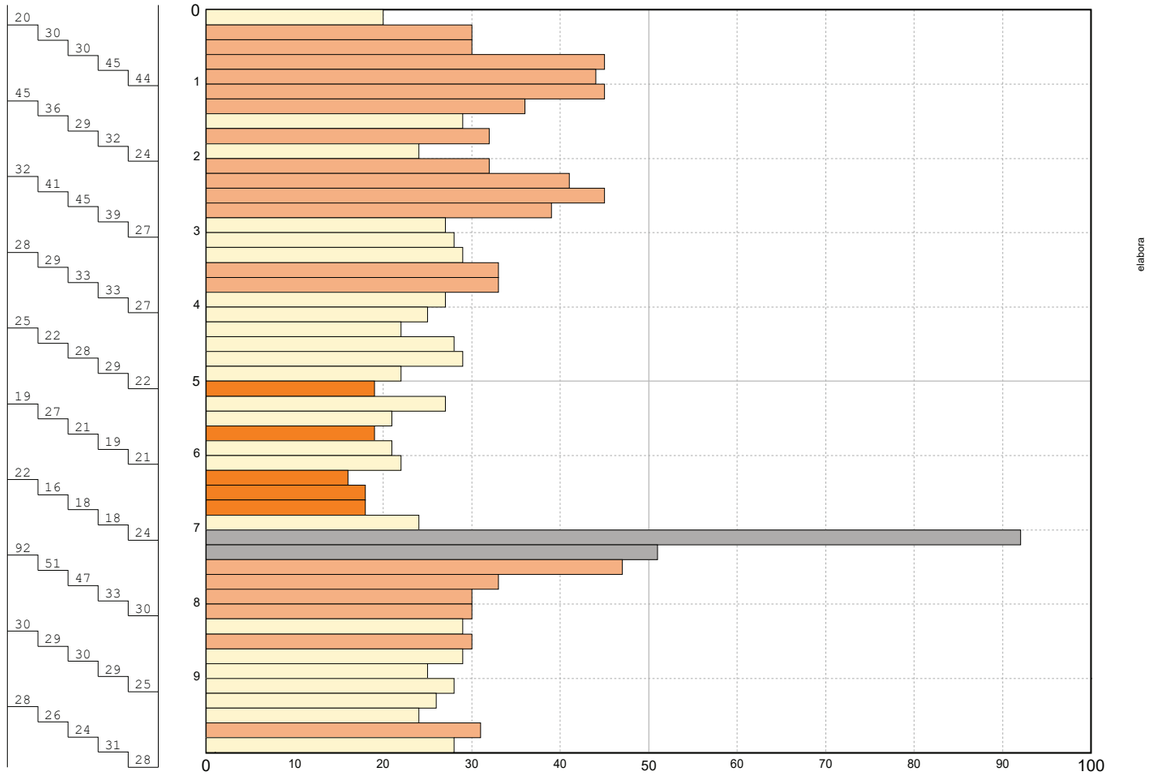
Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2311
Albarán:
Fecha de toma: 23/11/2022
Número Acta: 20452
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-5
Descripción:

Tipo: **DPSH-B** Ref.Ensayo: **P-5** Fecha ejecución: **23/11/2022**
Cota aprox.: Coordenadas GPS: **X: 333923, Y: 4097804**



Profundidad alcanzada: 10,00 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

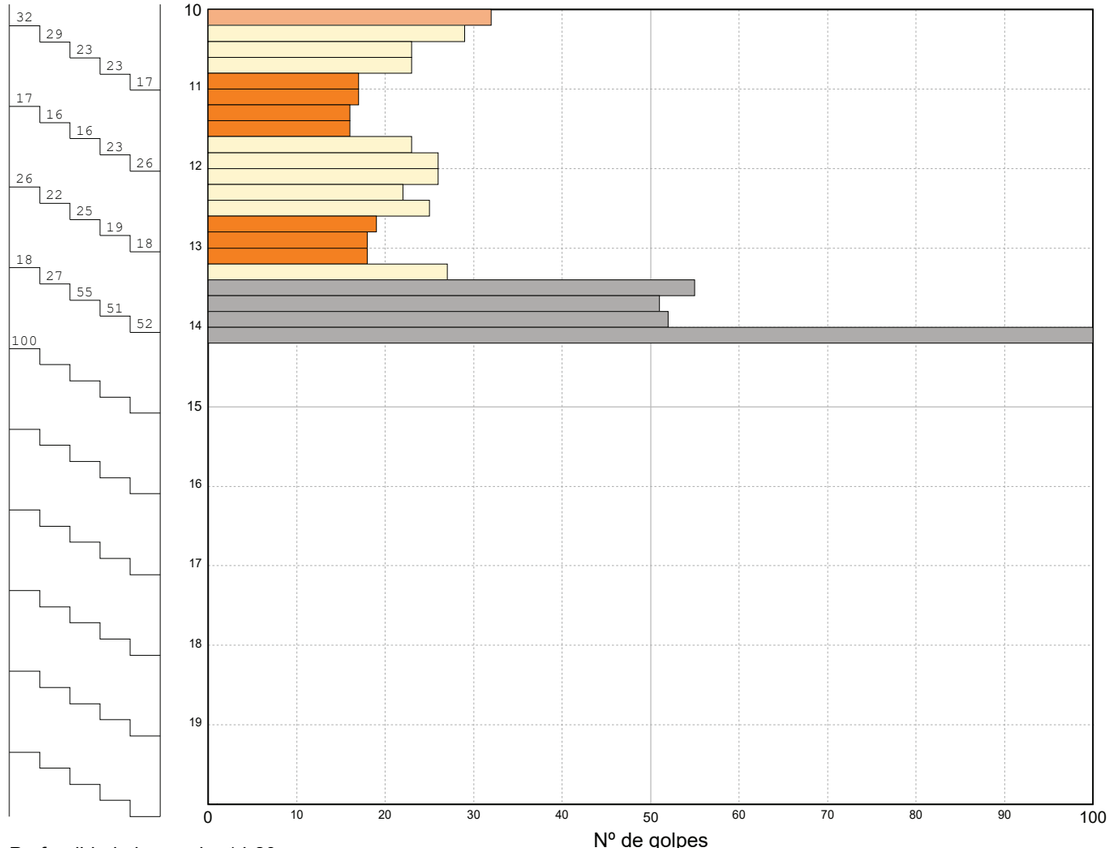
Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2311
Albarán:
Fecha de toma: 23/11/2022
Número Acta: 20452
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-5
Descripción:



Profundidad alcanzada: 14,20 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2311
Albarán:
Fecha de toma: 23/11/2022
Número Acta: 20452
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-5
Descripción:

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

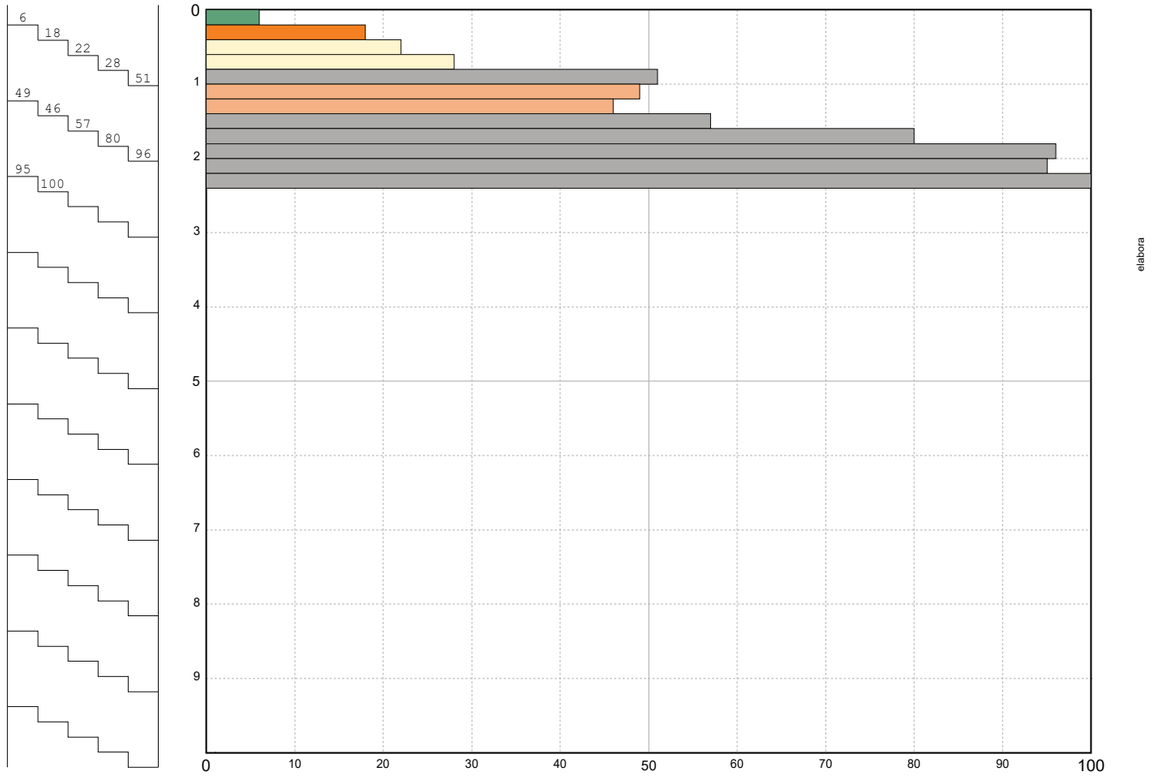
Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2309
Albarán:
Fecha de toma: 22/11/2022
Número Acta: 20450
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-6
Descripción:

Tipo: **DPSH-B** Ref.Ensayo: **P-6** Fecha ejecución: **22/11/2022**
Cota aprox.: Coordenadas GPS: **X: 338467, Y: 4098776**



Profundidad alcanzada: 2,40 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2309
Albarán:
Fecha de toma: 22/11/2022
Número Acta: 20450
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-6
Descripción:

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

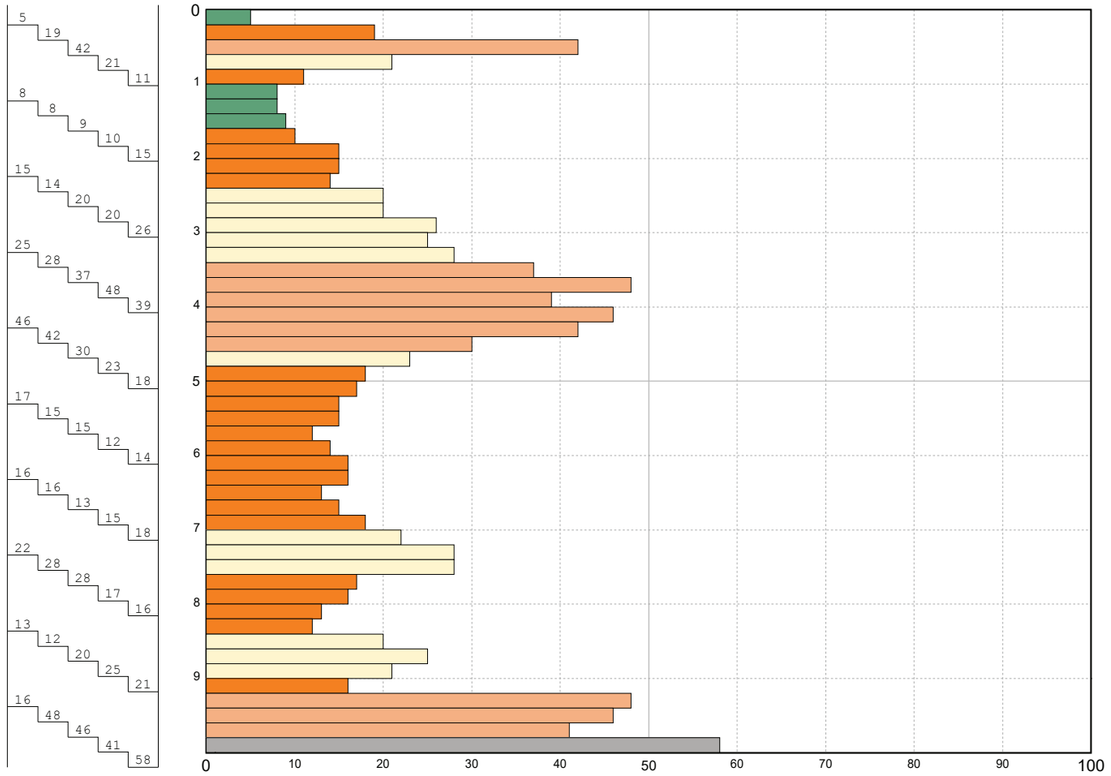
Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2307
Albarán:
Fecha de toma: 22/11/2022
Número Acta: 20448
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-7
Descripción:

Tipo: **DPSH-B** Ref.Ensayo: **P-7** Fecha ejecución: **22/11/2022**
Cota aprox.: Coordenadas GPS: **X: 337838, Y: 4098025**



Profundidad alcanzada: 10,00 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

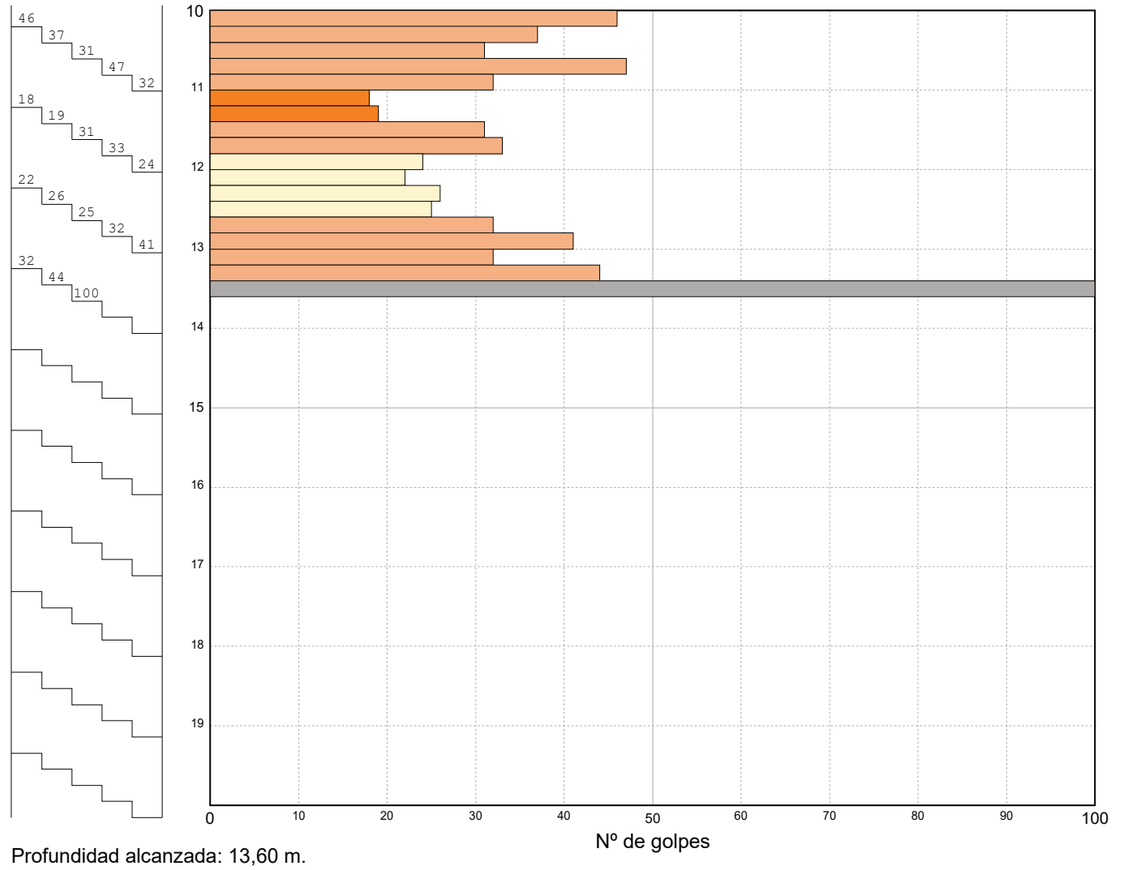
Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2307
Albarán:
Fecha de toma: 22/11/2022
Número Acta: 20448
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-7
Descripción:



Profundidad alcanzada: 13,60 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2307
Albarán:
Fecha de toma: 22/11/2022
Número Acta: 20448
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-7
Descripción:

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

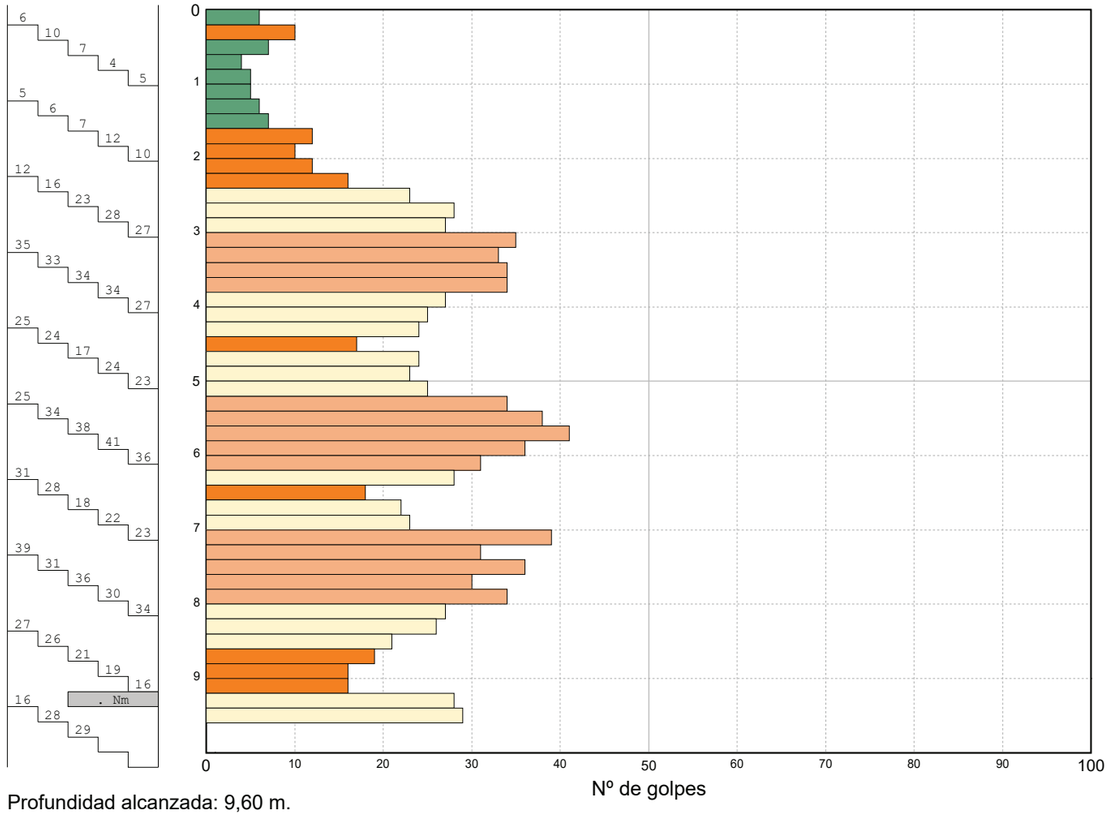
Muestra: 2308
Albarán:
Fecha de toma: 22/11/2022
Número Acta: 20449
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-8
Descripción:

Tipo: **DPSH-B** Ref.Ensayo: **P-8** Fecha ejecución: **22/11/2022**
Cota aprox.: Coordenadas GPS: **X: 337301, Y: 4097615**



Profundidad alcanzada: 9,60 m.

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 2308
Albarán:
Fecha de toma: 22/11/2022
Número Acta: 20449
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: P-8
Descripción:

Sevilla 28 de noviembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

Mod. 001

ELABORA AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433988 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

APÉNDICE 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5385
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21181
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

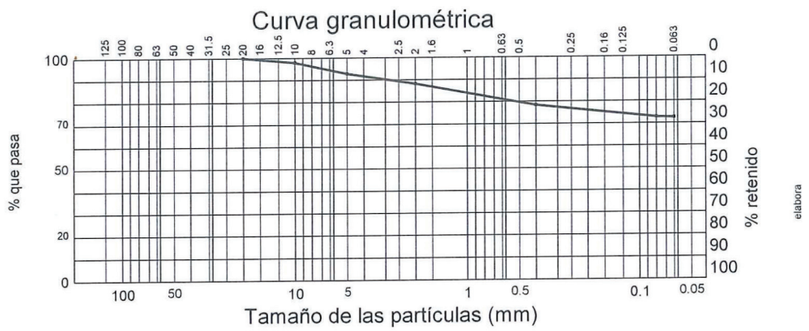
Localidad: MALAGA

Procedencia: C-1 (1,30-1,40m) MA

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
20	100
10	98
5	93
2	88
0,4	78
0,08	73
0,063	72,5
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	23,94
Límite plástico	14,46
Índice de plasticidad	9,48

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con algo de arena e indicios de grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103204:2019)	%	0,23

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5385
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21159
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

Localidad: MALAGA

Procedencia: C-1 (1,30-1,40m) MA

Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en sales solubles (NLT 114:1999)	%	0,42

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

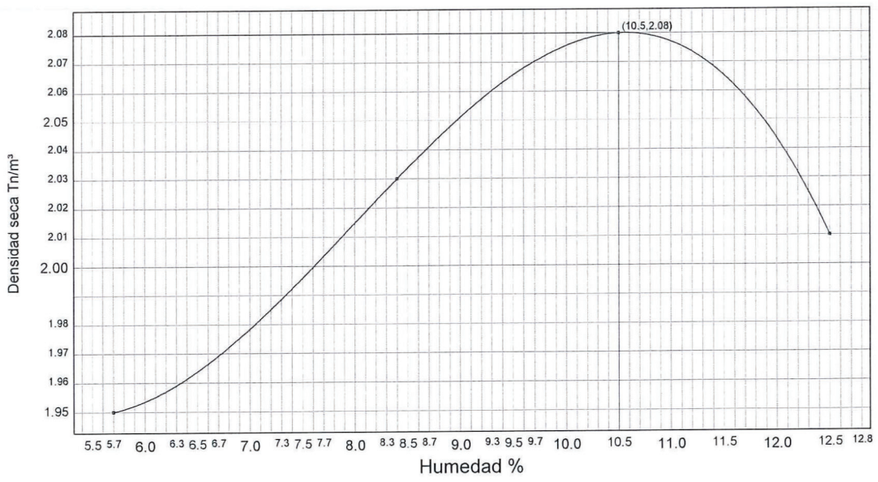
Muestra: 5385
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20850
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-1 (1,30-1,40m) MA
Descripción:

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501:1994)

Densidad máxima 2,08 Tn/m³ Humedad óptima 10,5 %



elabora

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

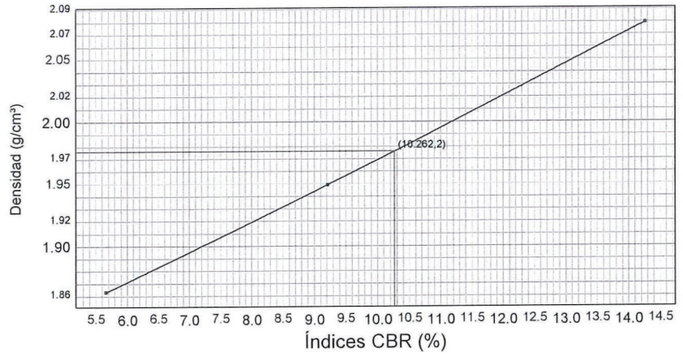
Muestra: 5385
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21141
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-1 (1,30-1,40m) MA
Descripción:

ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502:1995)

Gráfica Índice CBR/Densidad



elabora

Proctor de referencia:

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	2,080 g/cm³
Humedad óptima	10,5 %
Compactación (95 %)	1,976 g/cm³

Índice de C.B.R.:

Índice CBR (95 %)	**10,3**
Hinchamiento (95 %)	**1,15 %**
Absorción (95 %)	5,15 %
Humedad (95 %)	10,3 %

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,863 g/cm³	1,949 g/cm³	2,079 g/cm³
Humedad	10,3 %	10,3 %	10,3 %
Absorción	6,71 %	5,40 %	4,44 %
Hinchamiento	1,20 %	1,17 %	1,11 %
Índice C.B.R.	5,7	9,2	14,3

Condiciones de ensayo:

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5386
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21183
Código: 23889

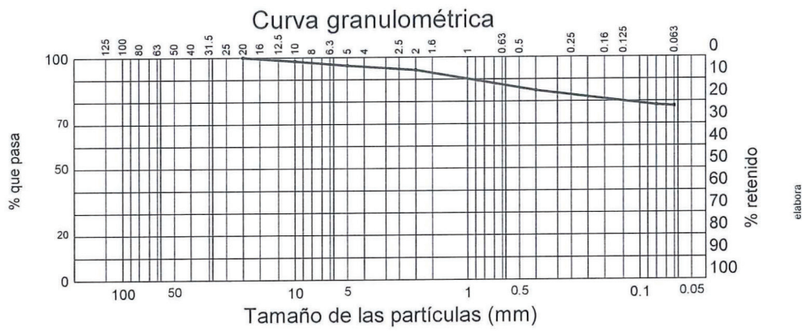
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-2 (1,20-1,40m) MA
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
20	100
10	98
5	96
2	94
0,4	85
0,08	78
0,063	77,7
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	24,64
Límite plástico	13,82
Índice de plasticidad	10,82

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con algo de arena e indicios de grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103204:2019)	%	0,24

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5386
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21160
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-2 (1,20-1,40m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en sales solubles (NLT 114:1999)	%	0,66

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5386
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20851
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-2 (1,20-1,40m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido Ión Sulfato (UNE 83963)	mg SO_4/kg de suelo seco	567,18

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

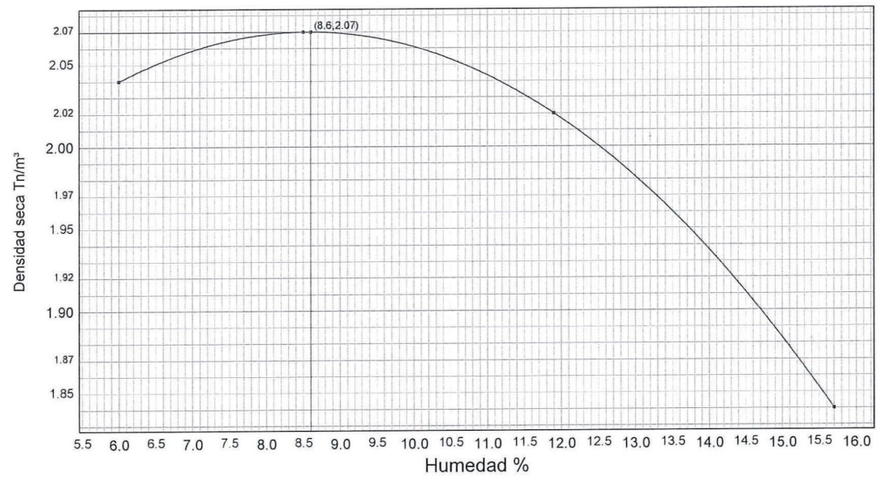
Muestra: 5386
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20852
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-2 (1,20-1,40m) MA
Descripción:

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501:1994)

Densidad máxima 2,07 Tn/m³ Humedad óptima 8,6 %



Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

elabora

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

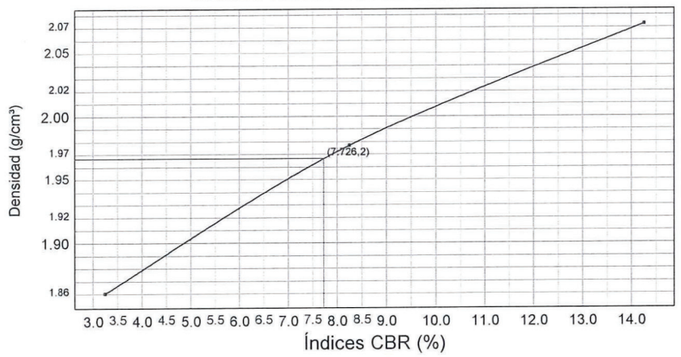
Muestra: 5386
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21147
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-2 (1,20-1,40m) MA
Descripción:

ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502:1995)

Gráfica Índice CBR/Densidad



Proctor de referencia:

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	2,070 g/cm³
Humedad óptima	8,6 %
Compactación (95 %)	1,966 g/cm³

Índice de C.B.R.:

Índice CBR (95 %)	**7,7**
Hinchamiento (95 %)	**2,10 %**
Absorción (95 %)	5,64 %
Humedad (95 %)	8,9 %

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,860 g/cm³	1,977 g/cm³	2,073 g/cm³
Humedad	8,9 %	8,9 %	8,9 %
Absorción	6,79 %	5,49 %	3,72 %
Hinchamiento	2,34 %	2,06 %	1,23 %
Índice C.B.R.	3,2	8,3	14,3

Condiciones de ensayo:

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5386
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21184
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-2 (1,20-1,40m) MA
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601:1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	8,83	16,36	2,04	REMOLDEADA

Hinchamiento Libre (%)	**7,30**
Compactación	**100% PM**

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5386
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21182
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-2 (1,20-1,40m) MA
Descripción:

Ensayo de colapso en suelos
UNE 103406:2006

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
2.0	9,35	14,43	2,03	REMOLDEADA

Índice de colapso (%)	**0,00**
Potencial porcentual de colapso (%)	**0,00**
Compactación	**100% PM**

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

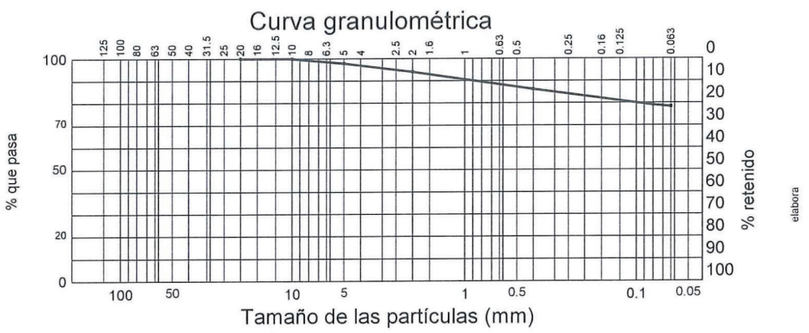
Muestra: 5387
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21186
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-3 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
20	100
10	100
5	98
2	94
0,4	86
0,08	79
0,063	78,3
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	43,74
Límite plástico	23,30
Índice de plasticidad	20,44

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con algo de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103204:2019)	%	0,20

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5387
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20853
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-3 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido Ión Sulfato (UNE 83963)	mg SO_4/kg de suelo seco	2276,97

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5387
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21161
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-3 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en sales solubles (NLT 114:1999)	%	0,30

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

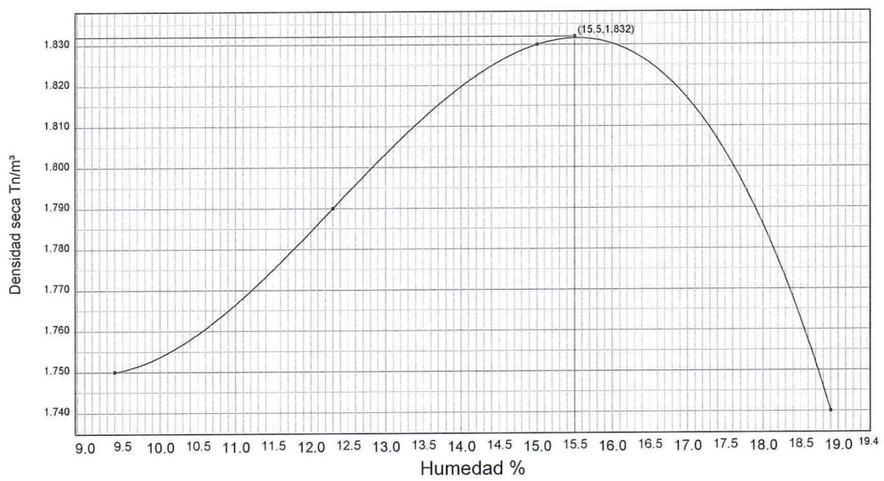
Muestra: 5387
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20854
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-3 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501:1994)

Densidad máxima 1,83 Tn/m³ Humedad óptima 15,5 %



elabora

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

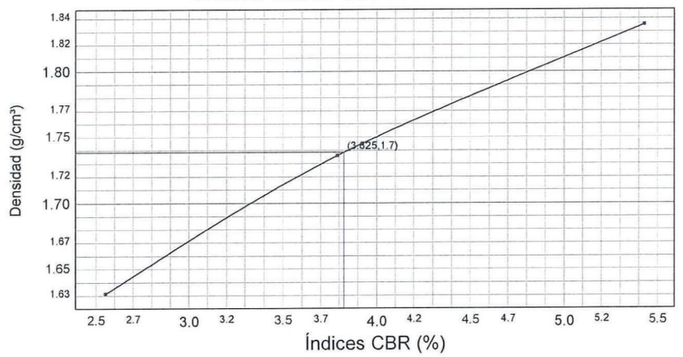
Muestra: 5387
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21179
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-3 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502:1995)

Gráfica Índice CBR/Densidad



Proctor de referencia:

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,830 g/cm³
Humedad óptima	15,5 %
Compactación (95 %)	1,739 g/cm³

Índice de C.B.R.:

Índice CBR (95 %)	**3,8**
Hinchamiento (95 %)	**4,69 %**
Absorción (95 %)	11,51 %
Humedad (95 %)	15,4 %

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,632 g/cm³	1,736 g/cm³	1,835 g/cm³
Humedad	15,4 %	15,4 %	15,4 %
Absorción	13,29 %	11,55 %	10,57 %
Hinchamiento	4,72 %	4,69 %	4,31 %
Índice C.B.R.	2,5	3,8	5,4

Condiciones de ensayo:

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

elabora

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5387
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21187
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-3 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601:1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	15,03	25,26	1,82	REMOLDEADA

Hinchamiento Libre (%)	**8,05**
Compactación	**100% PM**

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 001

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5387
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21185
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-3 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

Ensayo de colapso en suelos UNE 103406:2006

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
2.0	15,47	22,50	1,82	REMOLDEADA

Índice de colapso (%)	**0,00**
Potencial porcentual de colapso (%)	**0,00**
Compactación	**100% PM**

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 001

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5388
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21189
Código: 23889

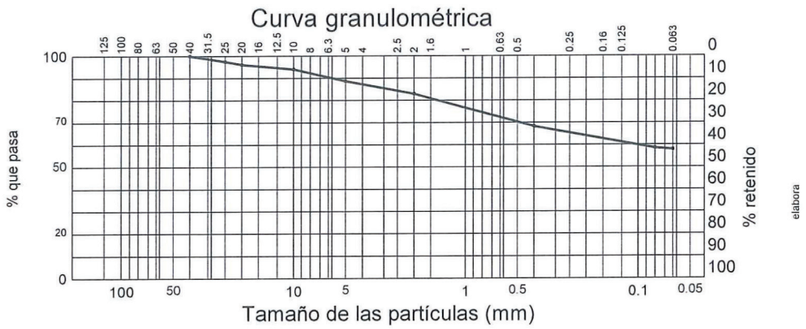
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-4 (1,90-2,00m) MA
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	97
20	96
10	94
5	89
2	83
0,4	68
0,08	58
0,063	57,7
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	26,42
Límite plástico	15,81
Índice de plasticidad	10,61

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con bastante arena e indicios de grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103204:2019)	%	0,17

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5388
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21167
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-4 (1,90-2,00m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en sales solubles (NLT 114:1999)	%	0,45

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

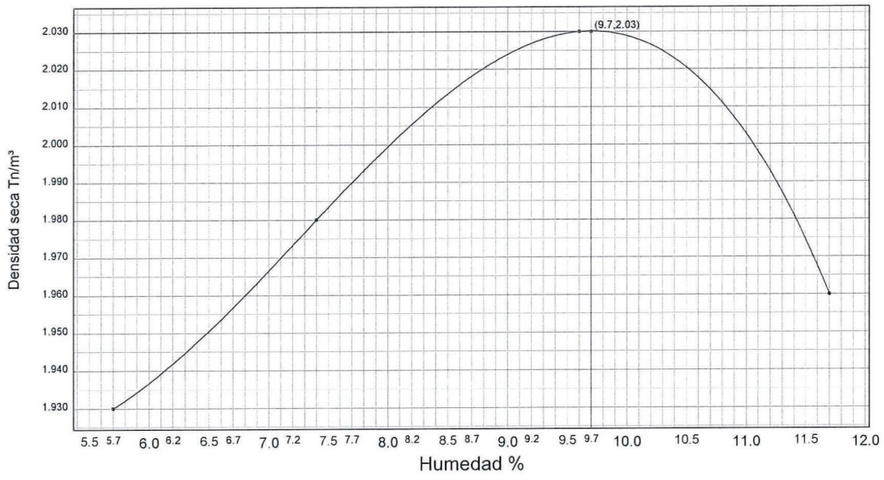
Muestra: 5388
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20855
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-4 (1,90-2,00m) MA
Descripción:

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501:1994)

Densidad máxima 2,03 Tn/m³ Humedad óptima 9,7 %



Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

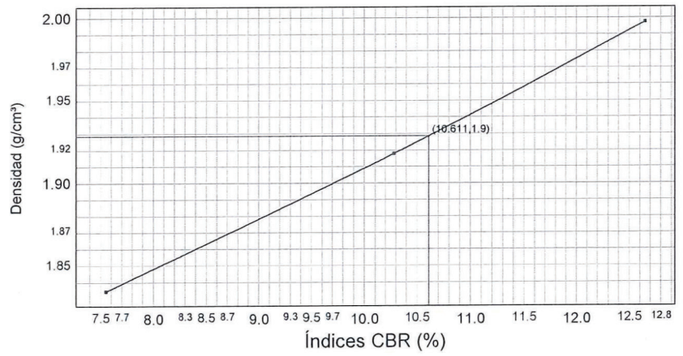
Muestra: 5388
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21146
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-4 (1,90-2,00m) MA
Descripción:

ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502:1995)

Gráfica Índice CBR/Densidad



Proctor de referencia:

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	2,030 g/cm³
Humedad óptima	9,7 %
Compactación (95 %)	1,928 g/cm³

Índice de C.B.R.:

Índice CBR (95 %)	**10,6**
Hinchamiento (95 %)	**1,73 %**
Absorción (95 %)	4,86 %
Humedad (95 %)	9,8 %

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,835 g/cm³	1,918 g/cm³	1,997 g/cm³
Humedad	9,8 %	9,8 %	9,8 %
Absorción	5,26 %	4,99 %	3,60 %
Hinchamiento	1,91 %	1,74 %	1,70 %
Índice C.B.R.	7,6	10,3	12,7

Condiciones de ensayo:

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5388
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21188
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-4 (1,90-2,00m) MA
Descripción:

Ensayo de colapso en suelos
UNE 103406:2006

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
2.0	10,13	14,53	1,97	REMOLDEADA

Índice de colapso (%)	**0,00**
Potencial porcentual de colapso (%)	**0,00**
Compactación	**100% PM**

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5389
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21190
Código: 23889

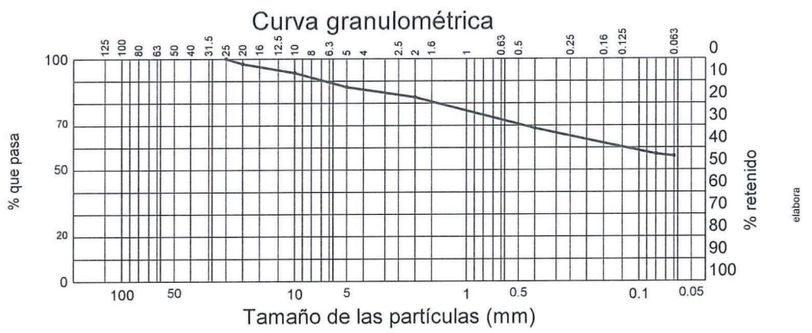
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-5 (1,10-1,30m) MA
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
25	100
20	98
10	94
5	87
2	83
0,4	69
0,08	57
0,063	56,1
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	22,04
Límite plástico	13,81
Índice de plasticidad	8,23

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con bastante arena y algo de grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103204:2019)	%	0,13

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5389
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21164
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-5 (1,10-1,30m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en sales solubles (NLT 114:1999)	%	0,23

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

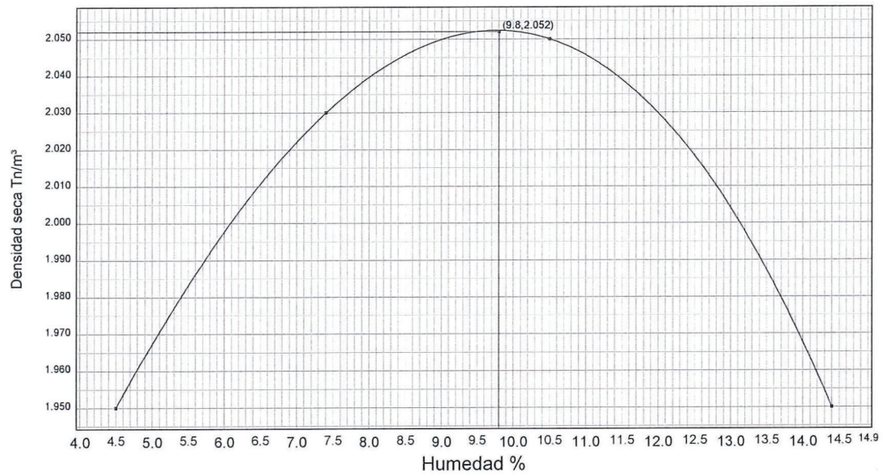
Muestra: 5389
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20856
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-5 (1,10-1,30m) MA
Descripción:

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501:1994)

Densidad máxima 2,05 Tn/m³ Humedad óptima 9,8 %



Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. · C.I.F. B-91433888 · Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

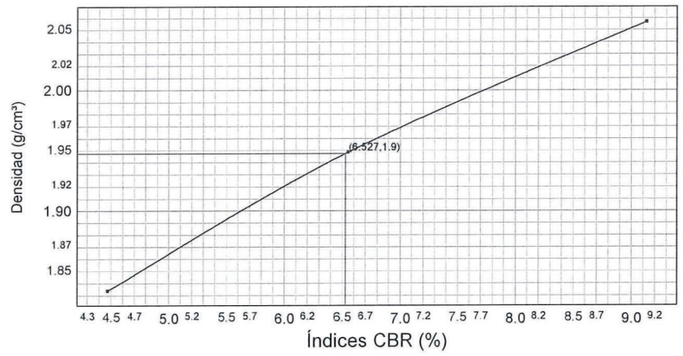
Muestra: 5389
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21142
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-5 (1,10-1,30m) MA
Descripción:

ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502:1995)

Gráfica Índice CBR/Densidad



Proctor de referencia:

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	2,050 g/cm³
Humedad óptima	9,8 %
Compactación (95 %)	1,947 g/cm³

Índice de C.B.R.:

Índice CBR (95 %)	**6,5**
Hinchamiento (95 %)	**1,82 %**
Absorción (95 %)	5,37 %
Humedad (95 %)	9,6 %

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,834 g/cm³	1,949 g/cm³	2,057 g/cm³
Humedad	9,6 %	9,6 %	9,6 %
Absorción	6,18 %	5,35 %	3,52 %
Hinchamiento	1,93 %	1,82 %	1,54 %
Índice C.B.R.	4,5	6,6	9,1

Condiciones de ensayo:

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. · C.I.F. B-91433888 · Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5390
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21191
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

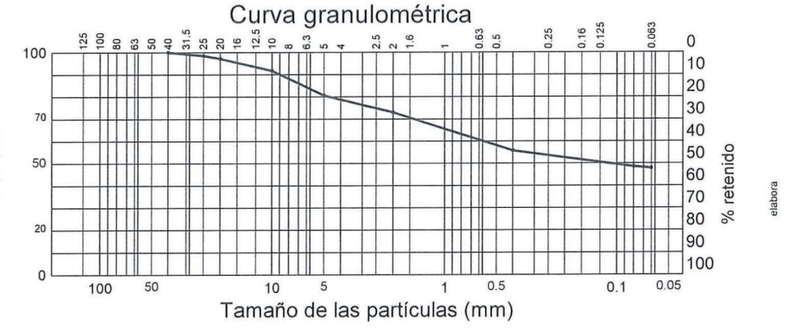
Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-6 (1,10-1,20m) MA
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	98
20	97
10	92
5	81
2	73
0,4	56
0,08	48
0,063	47,8
------	------

Curva granulométrica



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	30,41
Límite plástico	16,38
Índice de plasticidad	14,03

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL: Arcilla con bastante arena y algo de grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103204:2019)	%	0,10

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5390
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21165
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-6 (1,10-1,20m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en sales solubles (NLT 114:1999)	%	0,39

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

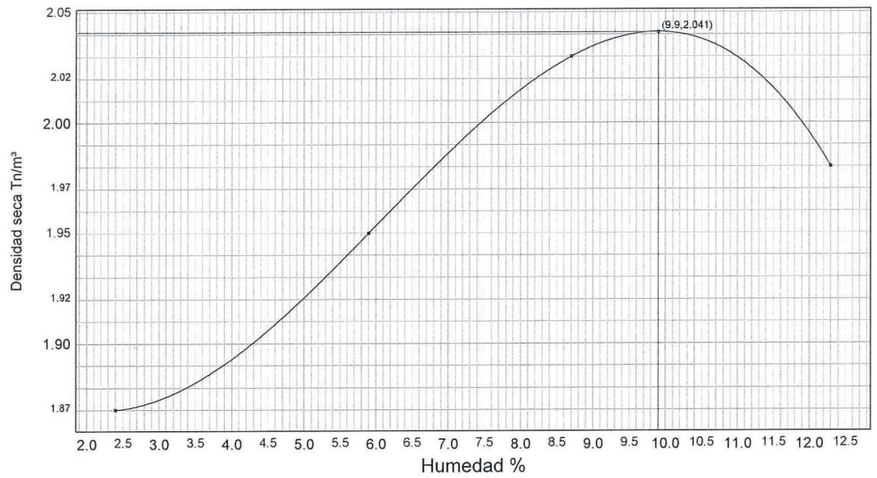
Muestra: 5390
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20857
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-6 (1,10-1,20m) MA
Descripción:

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501:1994)

Densidad máxima 2,04 Tn/m³ Humedad óptima 9,9 %



Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

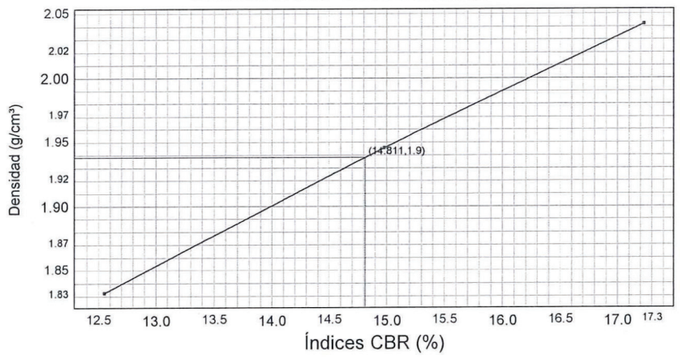
Muestra: 5390
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21143
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-6 (1,10-1,20m) MA
Descripción:

ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502:1995)

Gráfica Índice CBR/Densidad



Proctor de referencia:

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	2,040 g/cm³
Humedad óptima	9,9 %
Compactación (95 %)	1,938 g/cm³

Índice de C.B.R.:

Índice CBR (95 %)	14,8
Hinchamiento (95 %)	0,96 %
Absorción (95 %)	3,27 %
Humedad (95 %)	10,2 %

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,833 g/cm³	1,946 g/cm³	2,042 g/cm³
Humedad	10,2 %	10,2 %	10,2 %
Absorción	4,09 %	3,21 %	2,66 %
Hinchamiento	1,13 %	0,95 %	0,92 %
Índice C.B.R.	12,6	15,0	17,2

Condiciones de ensayo:

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5391
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21192
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

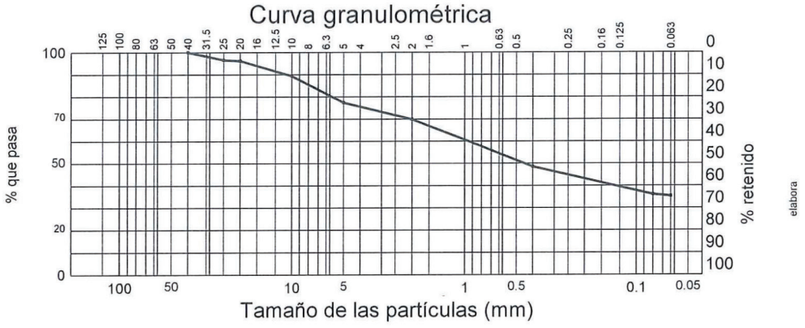
Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-7 (0,60-0,80m) MA
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	97
20	96
10	89
5	77
2	70
0,4	49
0,08	36
0,063	35,3
------	------

Curva granulométrica



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	32,03
Límite plástico	18,77
Índice de plasticidad	13,26

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

SC : Arena arcillosa con bastante grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103204:2019)	%	0,18

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5391
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21166
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-7 (0,60-0,80m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en sales solubles (NLT 114:1999)	%	0,28

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5391
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20859
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-7 (0,60-0,80m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido Ión Sulfato (UNE 83963)	mg SO_4/kg de suelo seco	79,03

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

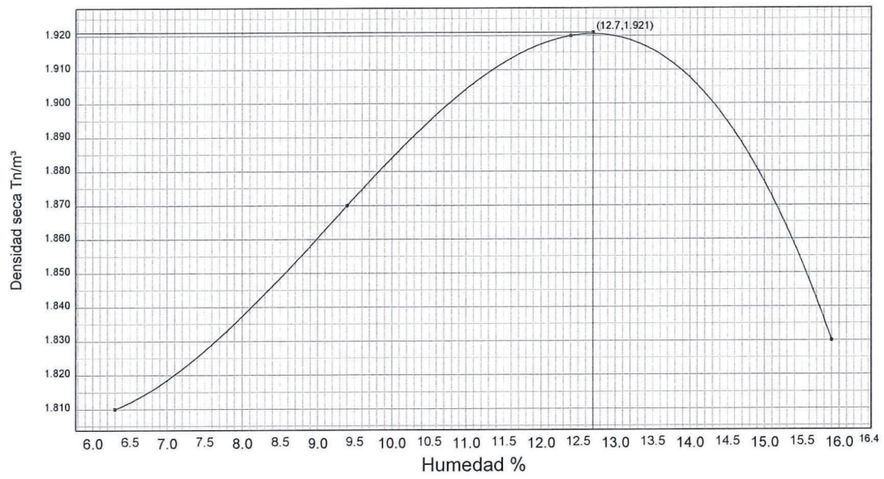
Muestra: 5391
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20858
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-7 (0,60-0,80m) MA
Descripción:

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501:1994)

Densidad máxima 1,92 Tn/m³ Humedad óptima 12,7 %



Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

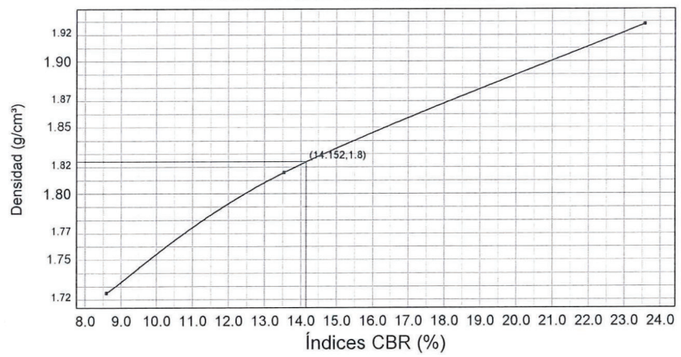
Muestra: 5391
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21144
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-7 (0,60-0,80m) MA
Descripción:

ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502:1995)

Gráfica Índice CBR/Densidad



Proctor de referencia:

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,920 g/cm³
Humedad óptima	12,7 %
Compactación (95 %)	1,824 g/cm³

Índice de C.B.R.:

Índice CBR (95 %)	**14,2**
Hinchamiento (95 %)	**1,42 %**
Absorción (95 %)	6,12 %
Humedad (95 %)	12,7 %

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,725 g/cm³	1,816 g/cm³	1,928 g/cm³
Humedad	12,7 %	12,7 %	12,7 %
Absorción	9,22 %	6,27 %	5,12 %
Hinchamiento	1,45 %	1,43 %	1,39 %
Índice C.B.R.	8,6	13,5	23,6

Condiciones de ensayo:

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5392
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21193
Código: 23889

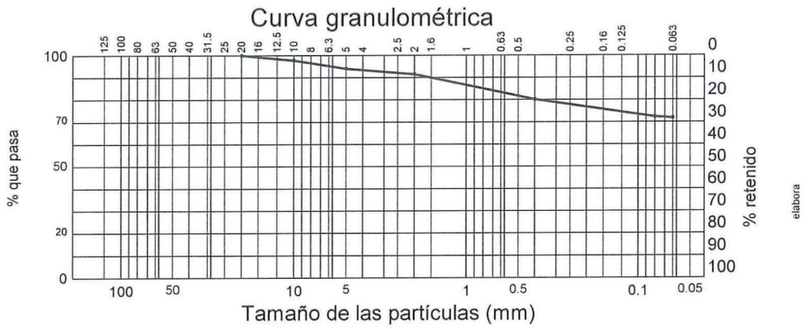
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-8 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
20	100
10	98
5	94
2	91
0,4	80
0,08	72
0,063	71,8
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

ML : Limo con bastante arena e indicios de grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103204:2019)	%	0,23

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5392
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21169
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-8 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en sales solubles (NLT 114:1999)	%	0,61

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

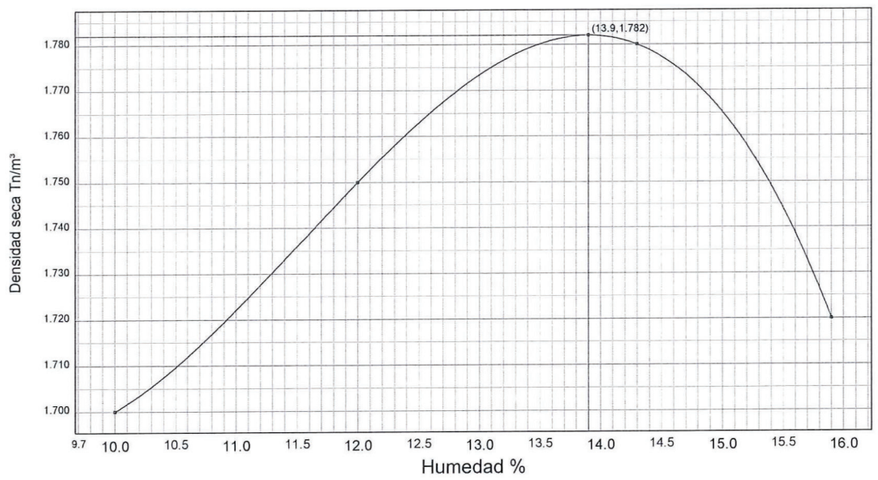
Muestra: 5392
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20899
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-8 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501:1994)

Densidad máxima 1,78 Tn/m³ Humedad óptima 13,9 %



Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

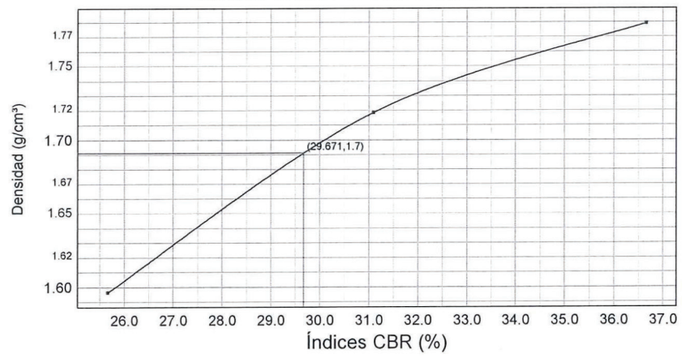
Muestra: 5392
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21145
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-8 (1,70-1,80m) MA
Descripción:

ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502:1995)

Gráfica Índice CBR/Densidad



Proctor de referencia:

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,780 g/cm³
Humedad óptima	13,9 %
Compactación (95 %)	1,691 g/cm³

Índice de C.B.R.:

Índice CBR (95 %)	**29,7**
Hinchamiento (95 %)	**0,00 %**
Absorción (95 %)	6,63 %
Humedad (95 %)	13,7 %

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,596 g/cm³	1,718 g/cm³	1,779 g/cm³
Humedad	13,7 %	13,7 %	13,7 %
Absorción	7,37 %	6,27 %	4,17 %
Hinchamiento	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Índice C.B.R.	25,7	31,1	36,7

Condiciones de ensayo:

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5393
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21195
Código: 23889

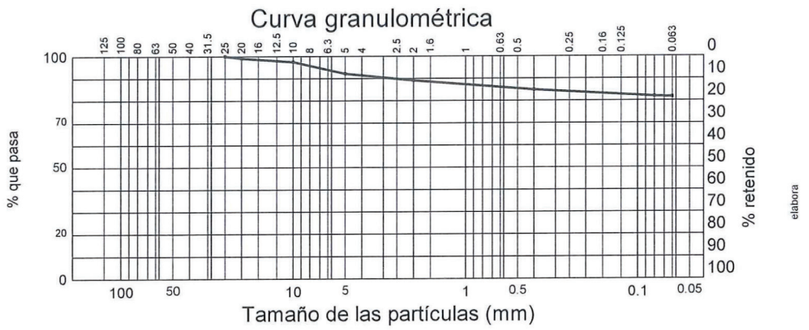
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-9 (1,40-1,60m) MA
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
25	100
20	99
10	97
5	92
2	89
0,4	85
0,08	82
0,063	81,7
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	33,00
Límite plástico	18,23
Índice de plasticidad	14,78

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con algo de arena e indicios de grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103204:2019)	%	0,15

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5393
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21171
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-9 (1,40-1,60m) MA
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en sales solubles (NLT 114:1999)	%	0,31

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

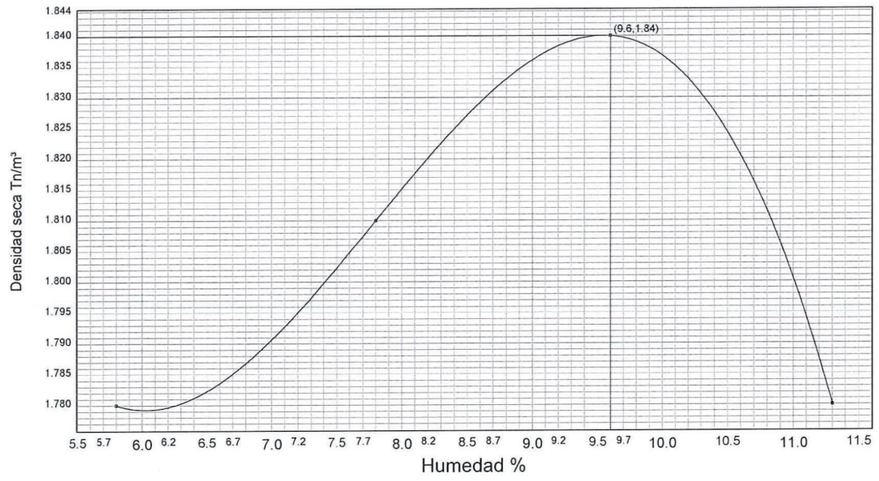
Muestra: 5393
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20860
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-9 (1,40-1,60m) MA
Descripción:

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501:1994)

Densidad máxima 1,84 Tn/m³ Humedad óptima 9,6 %



Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 107

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

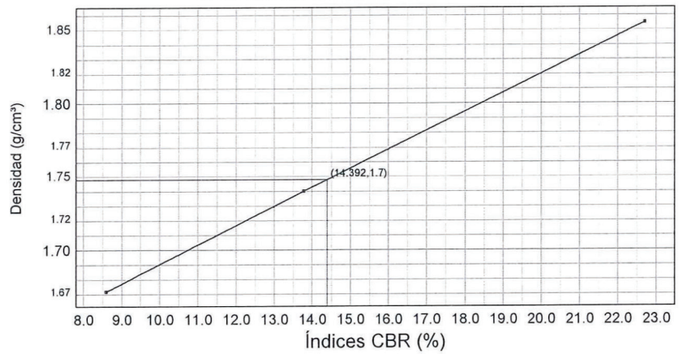
Muestra: 5393
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21148
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-9 (1,40-1,60m) MA
Descripción:

ÍNDICE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103502:1995)

Gráfica Índice CBR/Densidad



Proctor de referencia:

PROCTOR MODIFICADO	
Densidad máxima	1,840 g/cm³
Humedad óptima	9,6 %
Compactación (95 %)	1,748 g/cm³

Índice de C.B.R.:

Índice CBR (95 %)	**14,4**
Hinchamiento (95 %)	**1,66 %**
Absorción (95 %)	8,13 %
Humedad (95 %)	9,8 %

	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Energía compactación	25% (15 golpes)	50% (30 golpes)	100% (60 golpes)
Densidad	1,672 g/cm³	1,740 g/cm³	1,855 g/cm³
Humedad	9,8 %	9,8 %	9,8 %
Absorción	9,54 %	8,25 %	6,81 %
Hinchamiento	1,89 %	1,68 %	1,55 %
Índice C.B.R.	8,6	13,8	22,7

Condiciones de ensayo:

Norma: UNE 103,502-1995	Material retenido tamiz 20 mm.: 0,00 %	Sobrecarga utilizada: 4,5 kg.	Se ha efectuado sustitución de material: No

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 103

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5393
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21196
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-9 (1,40-1,60m) MA
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601:1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	10,85	20,95	1,79	REMOLDEADA

Hinchamiento Libre (%)	**3,45**
Compactación	**100% PM**

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 001

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5393
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21194
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: C-9 (1,40-1,60m) MA
Descripción:

Ensayo de colapso en suelos UNE 103406:2006

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
2.0	10,79	18,57	1,82	REMOLDEADA

Índice de colapso (%)	**0,00**
Potencial porcentual de colapso (%)	**0,00**
Compactación	**100% PM**

Sevilla 7 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 001

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5395
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20987
Código: 23889

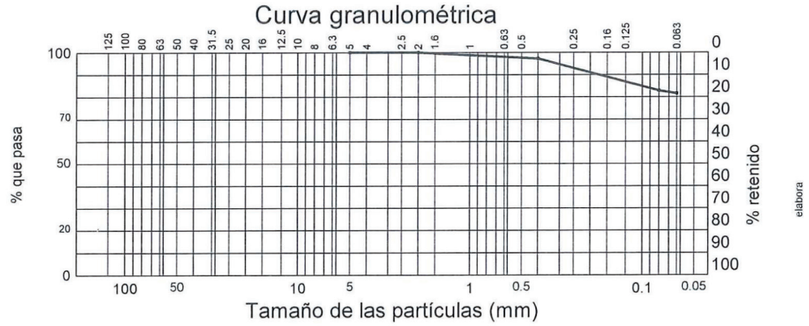
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (2,00-2,60m) MI-1
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	97
0,08	83
0,063	81,5
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	26,47
Límite plástico	13,84
Índice de plasticidad	12,63

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con algo de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Humedad (UNE-EN ISO 17892-1:2015)	%	19,8
Densidad aparente (UNE 103301:1994)	t/m^3	2,19

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 118

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de ensayos. Junta de Andalucía Nº de inscripción Sevilla

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5395
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21197
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U. - C/ Marie Curie, nº2 - Parque Tecnológico de la Cartuja - 41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

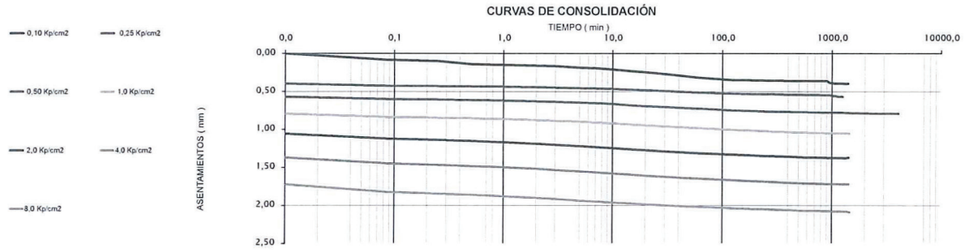
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (2.00-2.60m) MI
Descripción:

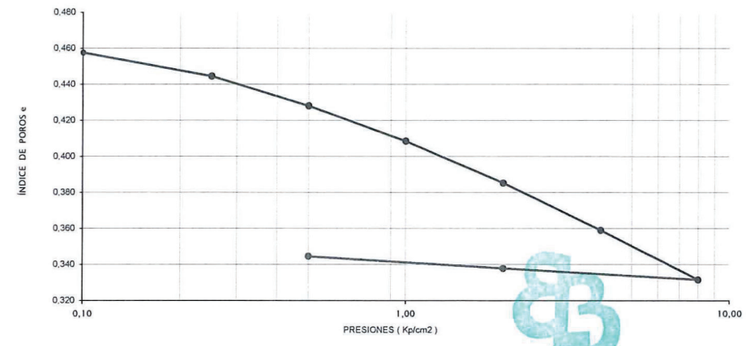
ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL (UNE 103405:1994)

DATOS DE LA CÉLULA	Diámetro (mm)	50	Sección (cm^2)	19,64
	Altura (mm)	20	Volumen (cm^3)	39,27

TIPO DE MUESTRA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (g/cm^3)	Densidad Seca (g/cm^3)
INALTERADA	17,62	14,88	2,19	1,86

ÍNDICE DE POROS INICIAL	ÍNDICE DE DESCARGA (Cs)	ÍNDICE DE COMPRESIÓN (Cc)
0,487	0,011	0,091





diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5396
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20980
Código: 23889

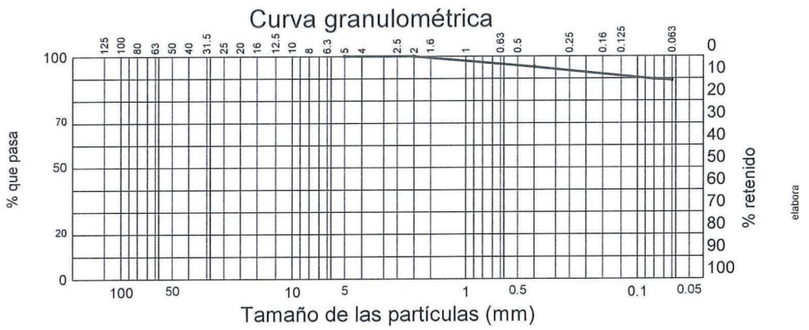
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (6,00-6,60m) MI-2
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	95
0,08	90
0,063	89,2
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	33,75
Límite plástico	16,90
Índice de plasticidad	16,85

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla de media plasticidad

OTRAS DETERMINACIONES

Humedad (UNE-EN ISO 17892-1:2015)	%	24,2

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5396
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20865
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (6,00-6,60m) MI-2
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido Ión Sulfato (UNE 83963)	mg SO_4/kg de suelo seco	656,09

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5396
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20866
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (6,00-6,60m) MI-2
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	ml/kg	0

elabora

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 118

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5397
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20981
Código: 23889

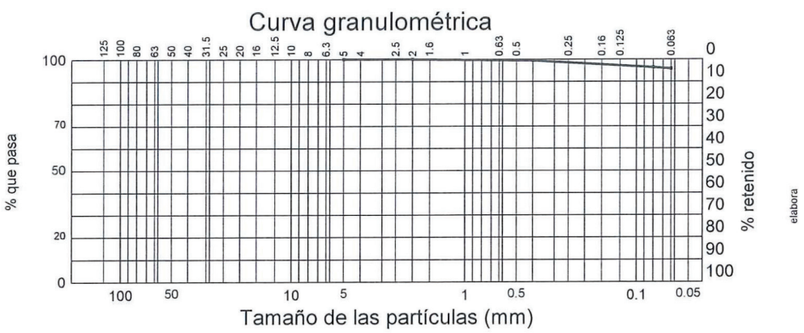
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (10,00-10,60m) SPT
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	96
0,063	95,8
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	34,06
Límite plástico	16,65
Índice de plasticidad	17,41

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla de media plasticidad

OTRAS DETERMINACIONES

elabora

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 118

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5397
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20844
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (10,00-10,60m) SPT
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido Ión Sulfato (UNE 83963)	mg SO_4/kg de suelo seco	452,76

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5397
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20845
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (10,00-10,60m) SPT
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	ml/kg	20

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5398
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20984
Código: 23889

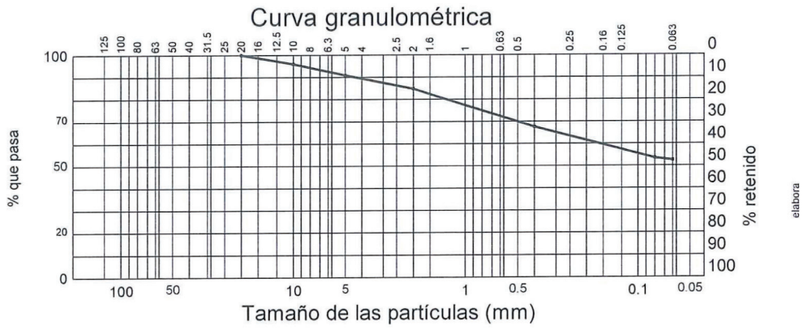
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (15,70-16,00m) TP-1
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
20	100
10	96
5	91
2	85
0,4	68
0,08	53
0,063	52,6
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	23,44
Límite plástico	13,43
Índice de plasticidad	10,01

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla arenosa

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5398
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20846
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (15,70-16,00m) TP-1
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido Ión Sulfato (UNE 83963)	mg SO_4/kg de suelo seco	373,73

Contenido en carbonatos (UNE 103200:1993)	%	31,7

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5398
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20847
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (15,70-16,00m) TP-1
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	ml/kg	20

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5398
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20982
Código: 23889

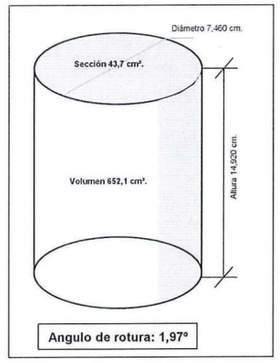
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

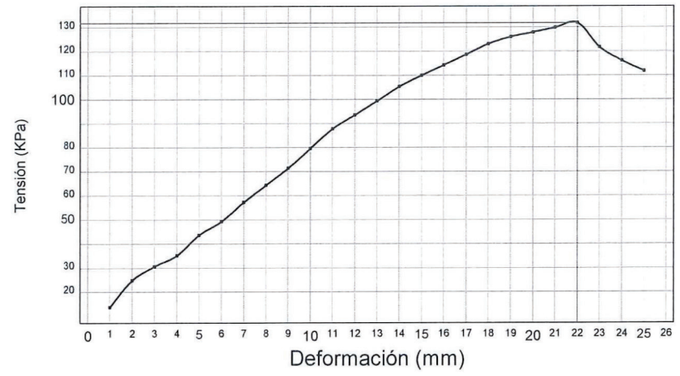
Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (15,70-16,00m) TP-1
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103400:1993)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	14,920
Diámetro	cm	7,460
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	12,01
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,20
Densidad Seca	gr/cm³	1,97
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	676
Resistencia	kPa	131,77
Deformación	mm	22,00





Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de ensayos. Junta de Andalucía Nº de inscripción Sevilla

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5398
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20983
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U. - C/ Marie Curie, nº2 - Parque Tecnológico de la Cartuja - 41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

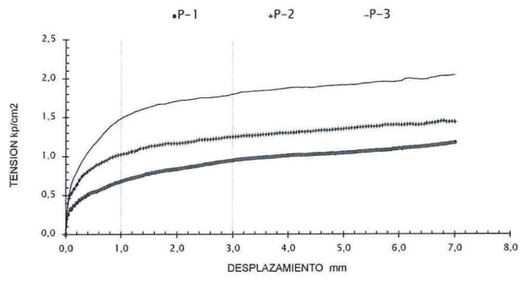
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (15.70-16.00m) TP-1
Descripción:

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103401:1998)

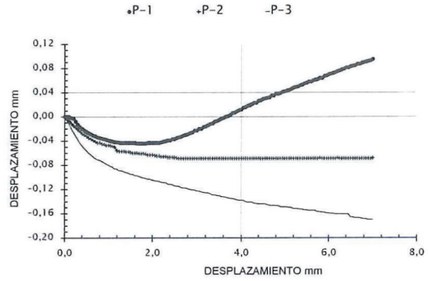
DATOS DE LA CÉLULA	Diámetro (mm)	50	Sección (cm^2)	19,64
	Altura (mm)	20	Velocidad (mm/min)	0,05

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (g/cm^3)	Densidad Seca (g/cm^3)
P-1	14,25	15,08	2,30	2,01
P-2	14,47	14,93	2,30	2,01
P-3	14,85	15,28	2,28	1,99

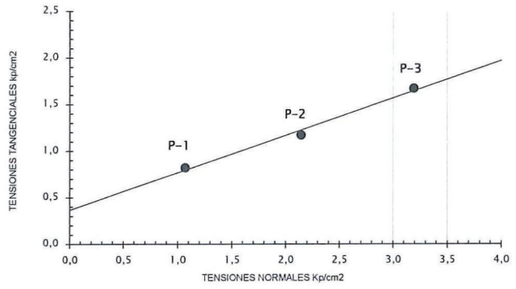
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO

COHESIÓN (Kp/cm^2)	ÁNGULO Φ (º)
0,37	22,13

COHESIÓN (kPa)
36,28

2 de diciembre de 2022
DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5400
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20991
Código: 23889

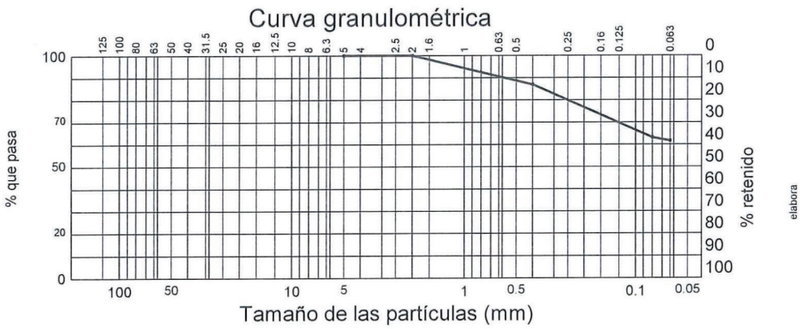
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (0,80-1,05m) TP-1
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	87
0,08	63
0,063	61,6
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	34,79
Límite plástico	17,66
Índice de plasticidad	17,13

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con bastante arena

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 118

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5400
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20848
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (0,80-1,05m) TP-1
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido Ión Sulfato (UNE 83963)	mg SO_4/kg de suelo seco	79,03

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 105

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

elabora

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Muestra: 5400
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20849
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (0,80-1,05m) TP-1
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	ml/kg	0

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 118

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

elabora

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

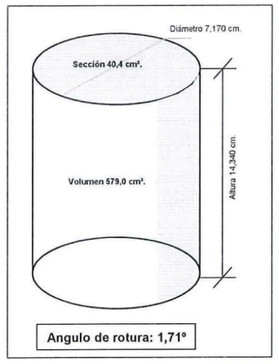
Muestra: 5400
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20992
Código: 23889

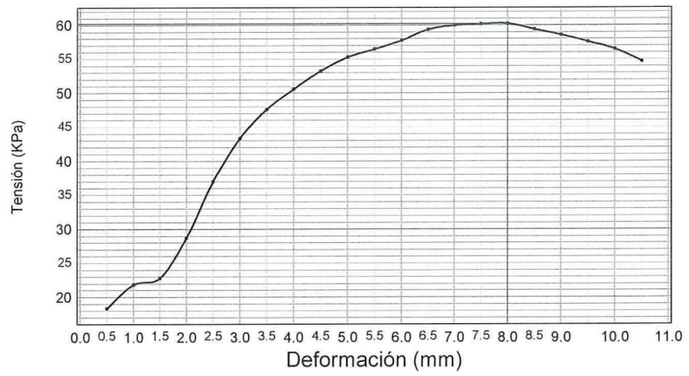
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (0,80-1,05m) TP-1
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103400:1993)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	14,340
Diámetro	cm	7,170
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	21,41
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,07
Densidad Seca	gr/cm³	1,71
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	257
Resistencia	kPa	60,21
Deformación	mm	8,00





Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5400
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21198
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (0,80-1,05m) TP-1
Descripción:

ENSAYO DE PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (UNE 103602:1996)

Presión de Hinchamiento (KPa)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (g/cm³)	Tipo de muestra
14,71	18,85	19,95	1,69	INALTERADA

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5401
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20995
Código: 23889

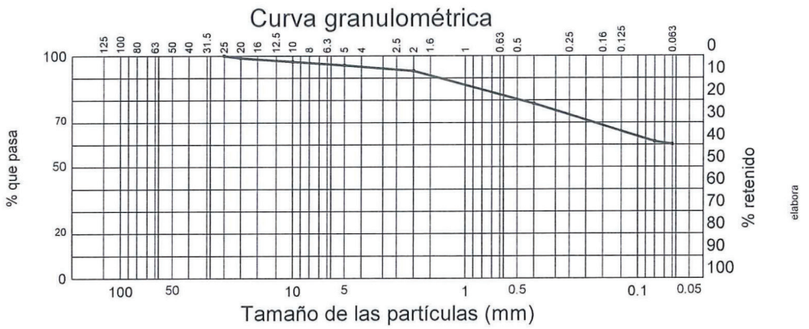
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (2,00-2,60m) SPT
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
25	100
20	99
10	97
5	96
2	93
0,4	78
0,08	61
0,063	60,0
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	37,73
Límite plástico	18,30
Índice de plasticidad	19,44

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con algo de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5402
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20989
Código: 23889

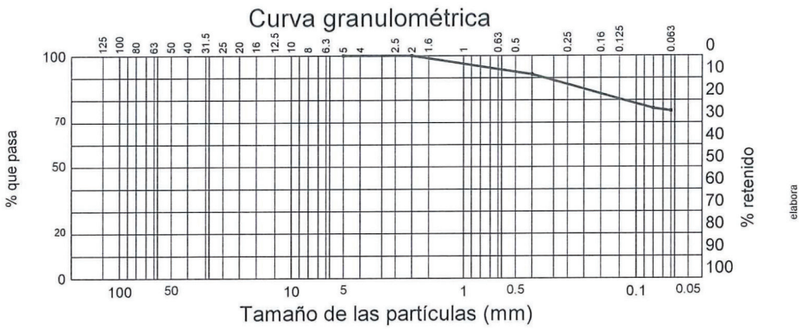
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (4,00-4,60m) MI-1
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	92
0,08	76
0,063	75,1
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	29,87
Límite plástico	15,28
Índice de plasticidad	14,59

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con algo de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5402
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20873
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (4,00-4,60m) MI-1
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido Ión Sulfato (UNE 83963)	mg SO_4/kg de suelo seco	274,95

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 105

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5402
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20874
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (4,00-4,60m) MI-1
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	ml/kg	0

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 118

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

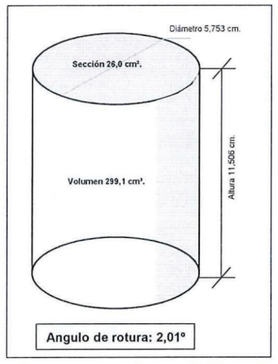
Muestra: 5402
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20990
Código: 23889

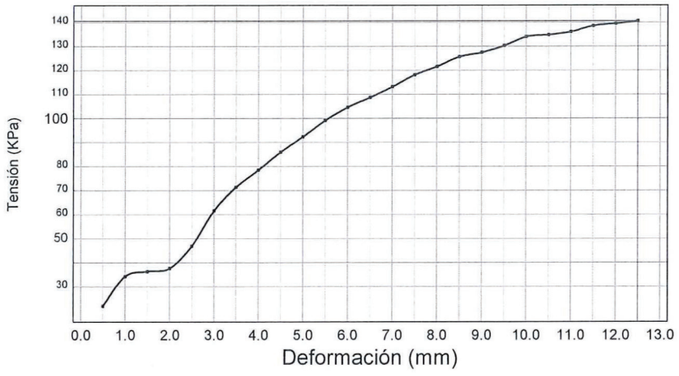
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (4,00-4,60m) MI-1
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103400:1993)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11,506
Diámetro	cm	5,753
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	13,80
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,29
Densidad Seca	gr/cm³	2,01
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	410
Resistencia	kPa	140,55
Deformación	mm	12,50





Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 124

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de ensayos. Junta de Andalucía Nº de inscripción Sevilla

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5402
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21200
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U. - C/ Marie Curie, nº2 - Parque Tecnológico de la Cartuja - 41092-SEVILLA

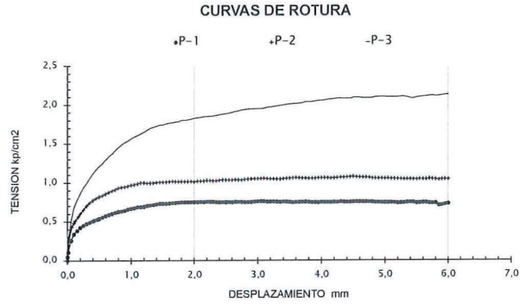
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (4.00-4.60m) MI-1
Descripción:

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103401:1998)

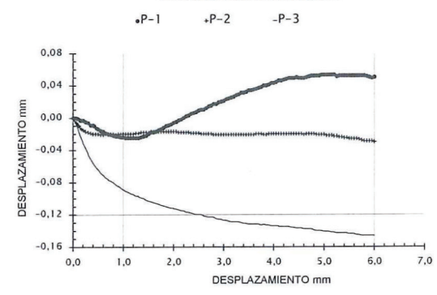
DATOS DE LA CÉLULA	Diámetro (mm)	50	Sección (cm²)	19,64
	Altura (mm)	20	Velocidad (mm/min)	0,05

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (g/cm³)	Densidad Seca (g/cm³)
P-1	11,79	14,41	2,26	2,02
P-2	14,52	16,40	2,25	1,97
P-3	14,31	15,13	2,27	1,99

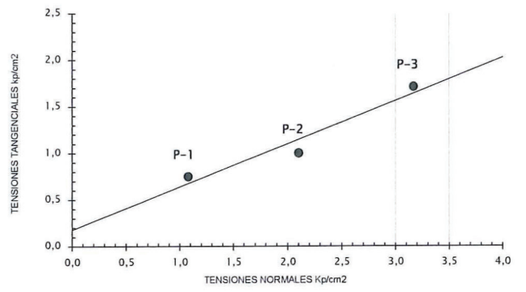
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO

COHESIÓN (Kp/cm²)	ÁNGULO Φ (º)
0,17	25,30

COHESIÓN (kPa)
16,67

9 de diciembre de 2022
DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5402
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21199
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (4,00-4,60m) MI-1
Descripción:

ENSAYO DE PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (UNE 103602:1996)

Presión de Hinchamiento (KPa)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (g/cm³)	Tipo de muestra
24,52	13,37	14,28	1,89	INALTERADA

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5403
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20988
Código: 23889

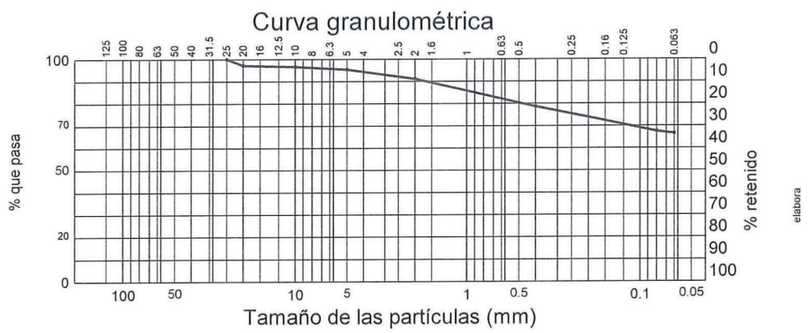
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (8,00-8,60m) MI-2
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
25	100
20	97
10	97
5	95
2	91
0,4	79
0,08	67
0,063	66,5
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	31,51
Límite plástico	17,04
Índice de plasticidad	14,47

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con algo de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5403
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20871
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (8,00-8,60m) MI-2
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido Ión Sulfato (UNE 83963)	mg SO_4/kg de suelo seco	388,55

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Pág. 1 de 1

Mod. 105

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5403
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20872
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (8,00-8,60m) MI-2
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	ml/kg	20

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Pág. 1 de 1

Mod. 118

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

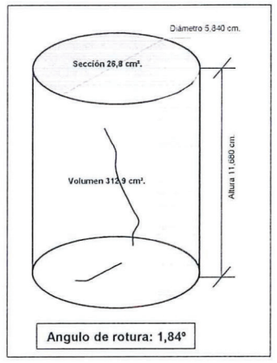
Muestra: 5403
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21326
Código: 23889

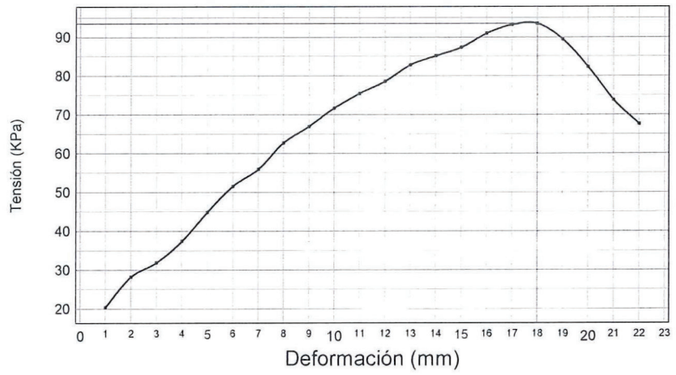
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (8,00-8,60m) MI-2
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103400:1993)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11,680
Diámetro	cm	5,840
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	19,45
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,20
Densidad Seca	gr/cm³	1,84
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	296
Resistencia	kPa	93,47
Deformación	mm	18,00





Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5403
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21202
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (8,00-8,60m) MI-2
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601:1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (g/cm³)	Tipo de muestra
0.1	15,86	18,44	1,89	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%)	0,10

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5404
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20993
Código: 23889

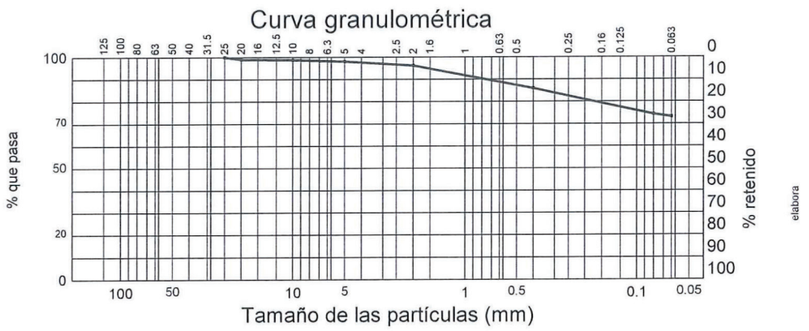
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (12,00-12,60m) MI-3
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
25	100
20	99
10	99
5	98
2	96
0,4	86
0,08	74
0,063	73,0
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	31,90
Límite plástico	16,92
Índice de plasticidad	14,98

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

CL : Arcilla con algo de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5404
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20868
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (12,00-12,60m) MI-3
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido en carbonatos (UNE 103200:1993)	%	26,1

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

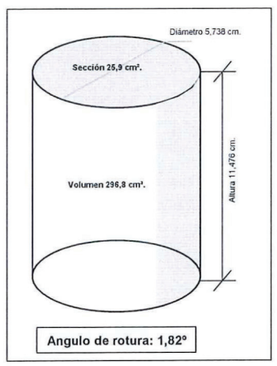
Muestra: 5404
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20994
Código: 23889

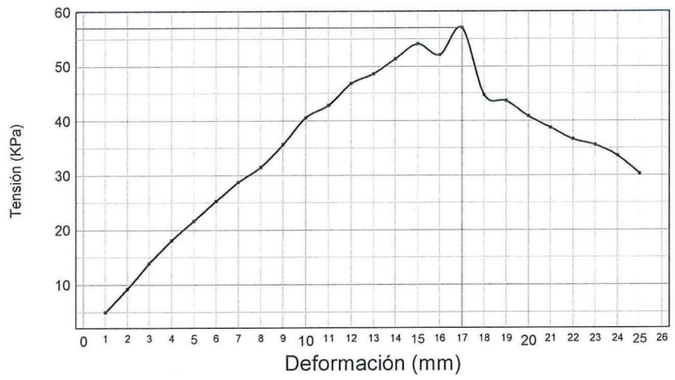
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (12,00-12,60m) MI-3
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103400:1993)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11,476
Diámetro	cm	5,738
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	19,93
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,18
Densidad Seca	gr/cm³	1,82
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	173
Resistencia	kPa	57,06
Deformación	mm	17,00





Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5406
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21180
Código: 23889

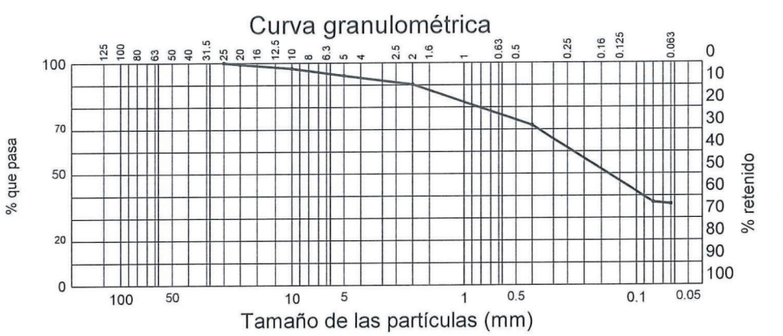
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-3 (2,00-2,44m) SPT
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
25	100
20	99
10	97
5	94
2	90
0,4	72
0,08	37
0,063	36,3
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

SM : Arena con bastante limo

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103204:2019)	%	0,23

Sevilla 9 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5406
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20869
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-3 (2,00-2,44m) SPT
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS

Contenido Ión Sulfato (UNE 83963)	mg SO_4/kg de suelo seco	102,08

Contenido en carbonatos (UNE 103200:1993)	%	24,7

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5406
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20870
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-3 (2,00-2,44m) SPT
Descripción:

OTRAS DETERMINACIONES

Acidez Baumann-Gully (UNE 83962:2008)	ml/kg	20

Sevilla 1 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª
elabora

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5407
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20998
Código: 23889

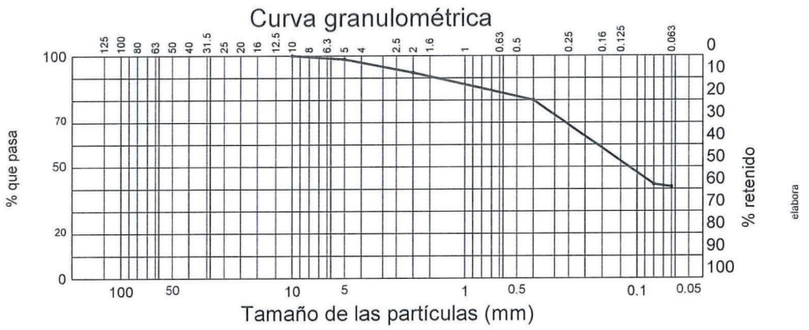
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-3 (7,55-7,80m) TP-1
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	98
2	92
0,4	80
0,08	42
0,063	40,9
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

SM : Arena limosa

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5407
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20997
Código: 23889

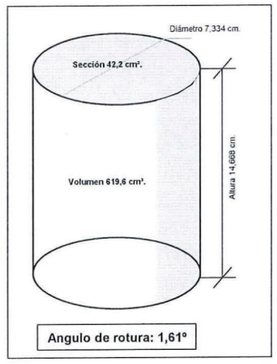
AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

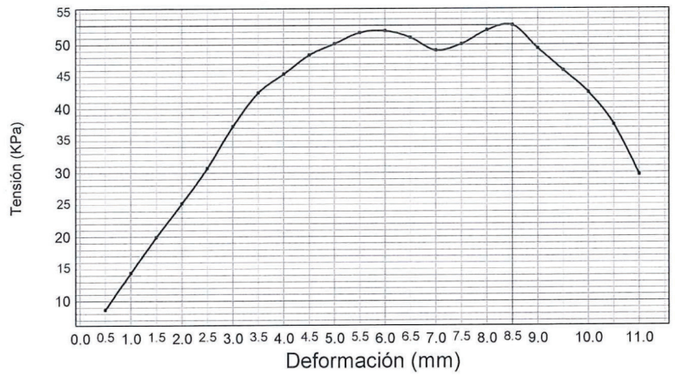
Consulte sus actas en www.elabora.es

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-3 (7,55-7,80m) TP-1
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103400:1993)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	14,668
Diámetro	cm	7,334
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	21,19
Densidad Húmeda	gr/cm³	1,95
Densidad Seca	gr/cm³	1,61
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	238
Resistencia	kPa	52,99
Deformación	mm	8,50





Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5408
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 21000
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

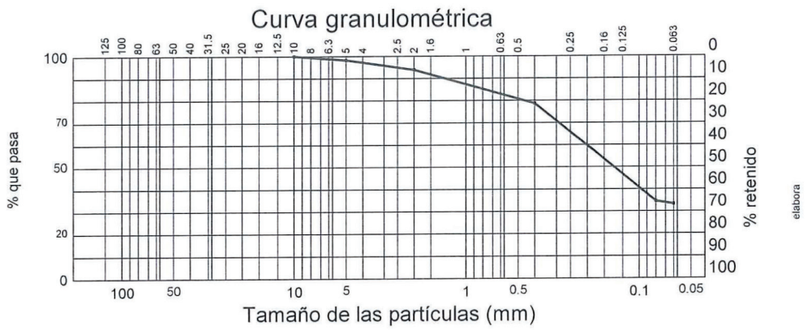
Localidad: MALAGA

Procedencia: S-3 (8,00-8,25m) SPT

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	98
2	94
0,4	79
0,08	35
0,063	33,2
------	------
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

SM : Arena limosa

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 118

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Muestra: 5409
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20999
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA

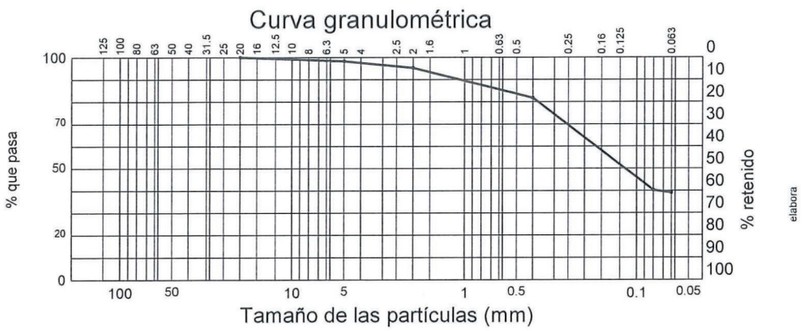
Localidad: MALAGA

Procedencia: S-3 (12,60-12,85m) TP-2

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103101:1995)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
20	100
10	99
5	98
2	95
0,4	82
0,08	40
0,063	39,1
------	------
------	------
------	------
------	------



LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993)

Límite líquido	No obtenible
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO (ASTM D2487:2010)

SM : Arena limosa

OTRAS DETERMINACIONES

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

Mod. 118

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE UN AGUA

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5399
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20985
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-1 (2,00m) AGUA
Descripción:

ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL AGUA A LOS HORMIGONES
(UNE-83951:08, UNE-83952:08, UNE-83954:08, UNE-83955:08, UNE-83956:08, UNE-83957:08, UNE-83958:14, UNE-83959:14, UNE-83960:14)

Agresividad química en aguas para hormigones. Tabla 27,1.b del Código Estructural		
Valor del pH		7,37
Residuo seco	mg/l	27842
Ión sulfato (SO_4^{2})	mg/l	1594,5
Ión magnesio (Mg^{2+})	mg/l	55,0
CO_2 agresivo	mg/l	0,0
Ión amonio (NH_4^{+})	mg/l	0,2
Ataque		Medio
EVALUACIÓN		**XA2**

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

ELABORA, AGENCIA PARA LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, S.L. C.I.F. B-91433888 Registro Mercantil de Sevilla · Folio 121 · Tomo 4.105 · Hoja SE 61.121 · Inscripción 1ª

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE UN AGUA

Registro de Laboratorios de Ensayos. Junta de Andalucia. Nº de inscripción AND-L-155

Consulte sus actas en www.elabora.es

Cliente: AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.

Muestra: 5405
Albarán:
Fecha de toma: 21/11/2022
Número Acta: 20986
Código: 23889

AYESA INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, S.A.U.
C/ Marie Curie, nº2
Parque Tecnológico de la Cartuja
41092-SEVILLA

Obra: ESTUDIO INFORMATIVO DE ELECTRIFICACIÓN DE VÍAS ENTRE BOBADILLA Y RONDA
Localidad: MALAGA
Procedencia: S-2 (6,00m) AGUA
Descripción:

ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL AGUA A LOS HORMIGONES
(UNE-83951:08, UNE-83952:08, UNE-83954:08, UNE-83955:08, UNE-83956:08, UNE-83957:08, UNE-83958:14, UNE-83959:14, UNE-83960:14)

Agresividad química en aguas para hormigones. Tabla 27,1.b del Código Estructural		
Valor del pH		7,38
Residuo seco	mg/l	27761
Ión sulfato (SO_4^{2})	mg/l	3298,0
Ión magnesio (Mg^{2+})	mg/l	44,3
CO_2 agresivo	mg/l	0,0
Ión amonio (NH_4^{+})	mg/l	0,2
Ataque		Alto
EVALUACIÓN		**XA3**

Sevilla 2 de diciembre de 2022

DIRECTOR DEL LABORATORIO
Fernando Fernández Díaz
Químico

D · Polígono Industrial "El Pino". C/ Pino Central, 44. 41016 SEVILLA T · 954 51 55 58/59 F · 954 51 38 21

APÉNDICE 5. PLANOS.

ÍNDICE.

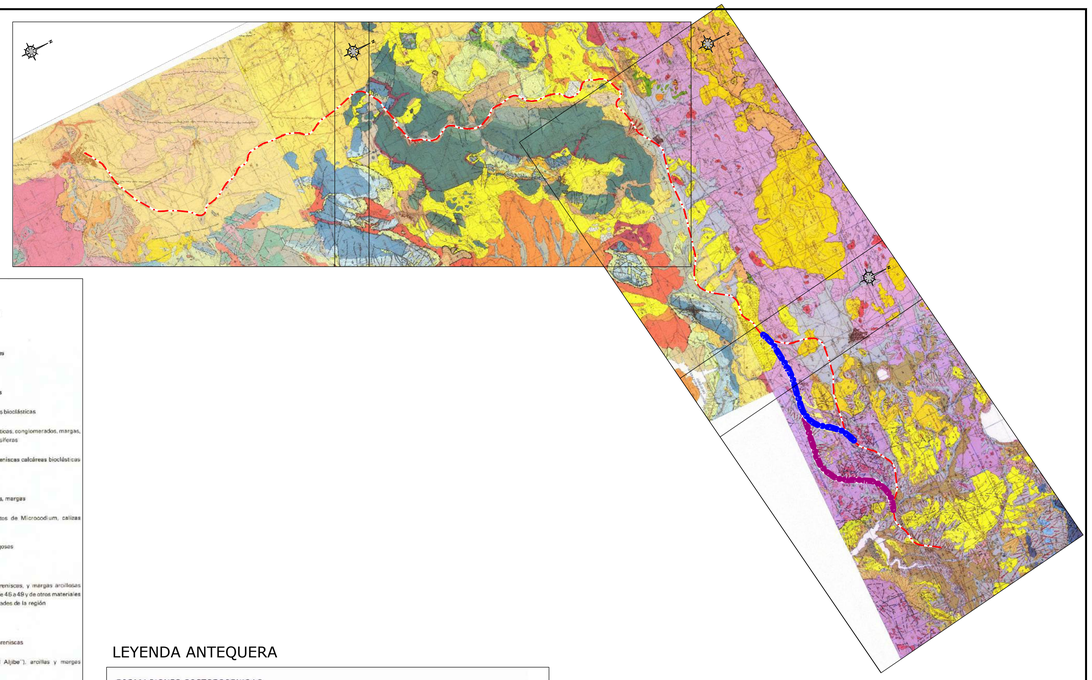
Plano nº1. Mapa Geológico. 1:50.000. IGME

Plano nº2.Mapa Geotécnico General. 1:200.000. IGME

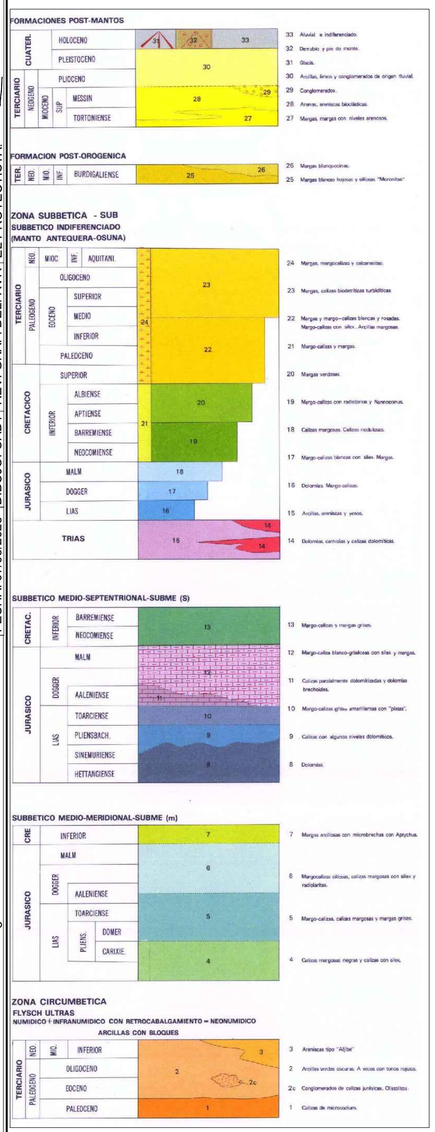
Plano nº3. Mapa Hidrológico. 1:200.000. IGME.

Plano nº4. Planta Geológica. 1:5.000.

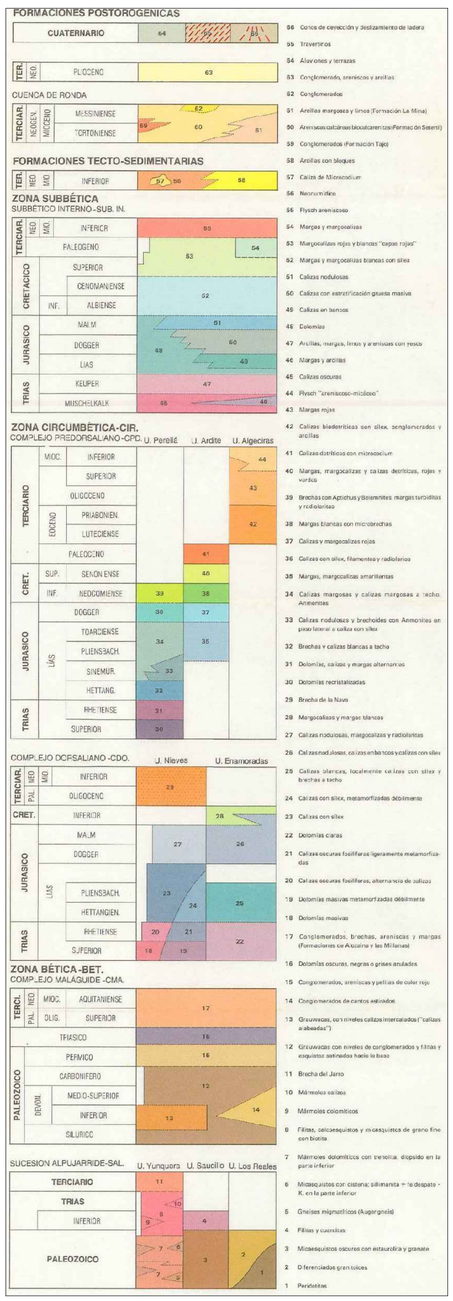
Plano nº5.Perfil Geológico – Geotécnico. 1:5.000



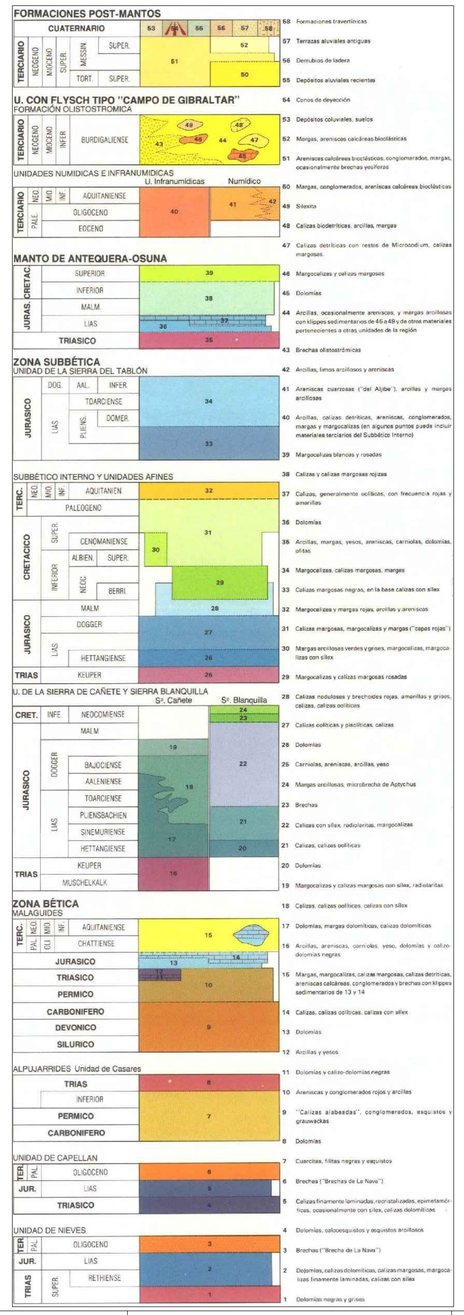
LEYENDA CAMPILLOS



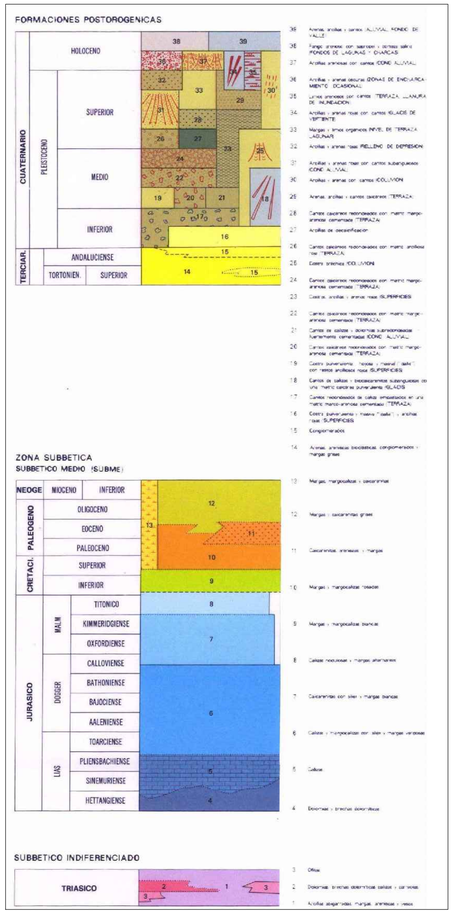
LEYENDA RONDA



LEYENDA TEBA



LEYENDA ANTEQUERA



LEYENDA

- ALTERNATIVA 1 TRAZADO ACTUAL
- ALTERNATIVA 2
- ALTERNATIVA 3

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:25000
0 250 500m
Numérica Gráfica Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.1
Hoja 0 de 4

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
MAPA GEOLÓGICO
LEYENDA GENERAL

FECHA: 07/03/2023 | DIBUJÓ: OADT | REV. GRAF. DEL. RVR | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM 30N

ARCHIVO: A.3.1_MAPA GEOLÓGICO 1.50.000.IGME.dwg

MAPA 1.051 RONDA

MAPA 1.037 TEBA

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:25000
0 250 500m
Numérica
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.1
Hoja 1 de 4

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
MAPA GEOLÓGICO

ARCHIVO: A.3.1_MAPA GEOLÓGICO 1.50.000.IGME.dwg | FECHA: 07/03/2023 | DIBUJÓ: OADT | REV. GRAF. DEL. RVR | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 Proyección: UTM 30N

MAPA 1.037 TEBA

MAPA 1.022 CAMPILLOS

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:25000
0 250 500m
Numérica
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.1
Hoja 2 de 4

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
MAPA GEOLÓGICO

Datum: ETRS89 Proyección: UTM 30N

EL PROYECTISTA:

REV. GRAF. DEL. RVR

DIBUJÓ: OADT

FECHA: 07/03/2023

ARCHIVO: A.3.1_MAPA GEOLÓGICO 1.50.000.IGME.dwg

MAPA 1.022 CAMPILLOS

MAPA 1.037 TEBA

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:25000
Numérica
0 250 500m
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.1
Hoja 3 de 4

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
MAPA GEOLÓGICO

Datum: ETRS89 Proyección: UTM 30N

EL PROYECTISTA:

REV. GRAF. DEL. RVR

DIBUJÓ: OADT

FECHA: 07/03/2023

ARCHIVO: A.3.1_MAPA GEOLÓGICO 1.50.000.IGME.dwg

N

MAPA 1.022 CAMPILLOS

MAPA 1.023 ANTEQUERA

MAPA 1.037 TEBA

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

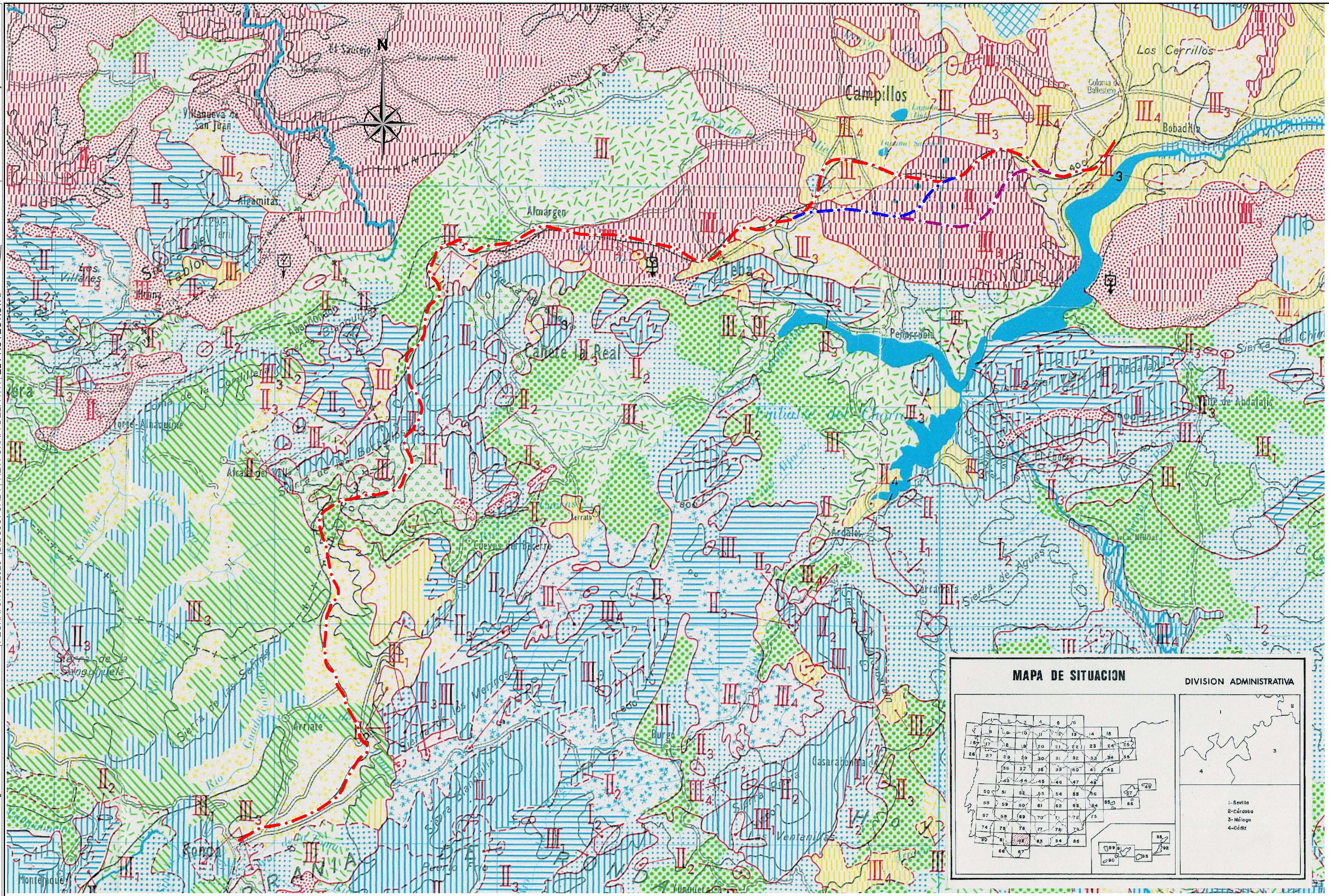
ESCALA
E 1:25000
Numérica
0 250 500m
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.1
Hoja 4 de 4

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
MAPA GEOLÓGICO

ARCHIVO: A.3.2_MAPA GEOTÉCNICO GENERAL 1.200.000.IGME.dwg | FECHA: 07/03/2023 | DIBUJÓ: OADT | REV. GRAF. DEL. RVR | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 Proyección: UTM 30N



CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES

REGION		AREA		CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
I	DOMINIO BETICO	I1	FORMAS DE RELIEVE INTERMEDIAS A MONTAÑOSAS	Se localiza al SE. de la Hoja y está constituida por mármoles, calizas y dolomías. Su morfología va de intermedia a montañosa. Materiales semipermeables por su grado de tectonización, lo cual unido a sus características morfológicas hace que no se esperen problemas de drenaje, con aparición de acuíferos a profundidad variable. Por su buena competencia mecánica no deben existir problemas de capacidad de carga ni de asientos.
		I2	FORMAS DE RELIEVE INTERMEDIAS A MONTAÑOSAS	Está compuesta por pizarras, cuarcitas, grauwacas, conglomerados, micasquistos, gneises, calizas alabeadas, flysch, y en general por rocas no carbonatadas de la cobertura alpujárride. Existen muy localizadas al SE. de la hoja intrusiones peridotíticas. La morfología oscila entre intermedia y montañosa, y su drenaje es en general bastante favorable por escorrentía superficial, con una posibilidad casi nula de existencia de acuíferos ligados a estas formaciones. Los problemas de capacidad de carga se supeditan al grado local de tectonización.
II	DOMINIO SUB-BETICO	II1	FORMAS DE RELIEVE PLANAS A INTERMEDIAS	Se incluyen en este apartado los materiales del Trias Keuper, que ocupa casi la cuarta parte de la Hoja, extendiendose diagonalmente en dirección SW.-NE. Está compuesto por margas, yesos, arcillas y calizas, mostrando una morfología variable según el desarrollo de la red de drenaje. Por la impermeabilidad de los materiales no hay posibilidad de acuíferos, produciéndose una viva escorrentía superficial en las pendientes acusadas, y zonas pantanosas en las llanuras. Problemas muy acusados de capacidad de carga, sobre todo por la presencia de yesos que ante fenómenos de disolucion y agresividad de los sulfatos, darán lugar a asientos de magnitud media a elevada.
		II2	FORMAS DE RELIEVE ABRUPTAS A MONTAÑOSAS	Constituida por calizas y dolomías dando lugar a una morfología abrupta y montañosa que destaca en un paisaje de llanuras y forma los picos mas altos en toda la serranía. Los materiales son en general permeables por fisuración y no existen problemas de drenaje. Por consiguiente cabe esperar la existencia de agua subterranea ligado a fenomenos de tipo carstico. Geotécnicamente no posee problemas de capacidad de carga ni asientos.
		II3	FORMAS DE RELIEVE INTERMEDIAS A ABRUPTAS	Esta constituida por margas, margocalizas, calizas, dolomías y arcillas. La morfología varía entre intermedia y abrupta. Los materiales según su litologia son permeables o impermeables, con un aceptable drenaje por escorrentia superficial. La elevada tectonización ha dado lugar a un terreno algo inestable con posibilidades de deslizamientos a favor de las pendientes, teniendo el conjunto una capacidad de carga mecánica media con la posible aparición de asientos de mediana magnitud.
III	TERRENOS ALOCTONOS AL CAMPO DE GIBRALTAR Y TERRENOS POSTOROGENICOS	III1	FORMAS DE RELIEVE SUAVES A ABRUPTAS	Constituida por margas, arcillas, areniscas y capas delgadas de caliza. La morfología es muy variable, suave en su mayoria, pudiendo ser abrupta en lugares en los que está muy desarrollada la red de drenaje, apareciendo abarrancamientos y deslizamientos en potencia por la erosion. La permeabilidad está localmente impuesta por el grupo litologico predominante. El drenaje es deficiente en la mayoría del area, y aceptable por escorrentía superficial en las zonas abruptas. En general existe agua a poca profundidad por falta de drenaje en las zonas llanas. La capacidad de carga es media con posibles apariciones de asientos de tipo medio o diferenciales.
		III2	FORMAS DE RELIEVE ALOMADOS E INTERMEDIAS	Constituida por areniscas de grano medio, poco cementadas en superficie. La morfología es alomada hacia intermedia, lo que condiciona un drenaje entre aceptable y favorable. Se pueden detectar niveles acuíferos a diferentes profundidades por porosidad intergranular (porosidad en pequeño). Geotécnicamente existe una capacidad de carga media con posible aparición de asientos en las primeras fases de carga.
		III3	FORMAS DE RELIEVE LLANAS A MONTAÑOSAS	Esta constituida esencialmente por areniscas calcáreas, margas arenosas y conglomerados poligénicos, estos ultimos bien cementados y alcanzando en la zona de Ronda potencias superiores a los 120 m. La morfología es variada, desde suave a intermedia, hasta presentar escarpes muy profundos. En conjunto, estos materiales tienen una permeabilidad media, con un drenaje mixto condicionado a la morfología local, pero en general bastante aceptable. El comportamiento mecánico está ligado a la litología, variando entre aceptable y muy favorable.
		III4	FORMAS DE RELIEVE LLANAS	Depósitos cuaternarios, predominando en general los conglomerados, limos, margas, areniscas, con existencia de conos de deyección muy desarrollados y cementados al NE. de la Hoja. Generalmente son depósitos de poco espesor dando lugar a una morfología de extensas llanuras con areas de inestabilidad mecánica en las terrazas fluviales. Por su variada litología el drenaje es función de la permeabilidad local, oscilando entre aceptable y favorable, con existencia de agua a poca profundidad ligada a la porosidad intergranular. Globalmente la capacidad de carga está considerada como media, pudiendo aparecer asentamientos diferenciales y totales de tipo medio.

CRITERIOS DE CLASIFICACION

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"		CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"	PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
Muy favorables	Litológicos	Litológicos y Geomorfológicos.	Geomorfológicos e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	De Capacidad de carga	Yesos Y
Favorables	Geomorfológicos	Litológicos e Hidrológicos.	Geomorfológicos y Geotécnicos.	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos(p.d.)		De Asientos	
Aceptables	Hidrológicos	Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)		Geotécnicos Varios	
Desfavorables	Geotécnicos (p.d.)			Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)			
Muy Desfavorables							

LEYENDA

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
Problemas de tipo litológicos	Problemas de tipo litológicos	Problemas de tipo geomorfológicos	Problemas de tipo litológicos, hidrológicos y geotécnicos
Problemas de tipo geomorfológicos	Problemas de tipo geotécnicos	Problemas de tipo litologicos y geotécnico.	Problemas de tipo litológicos, geomorfológicos, hidrológicos y geotécnicos
Problemas de tipo hidrológicos y geotécnicos	Problemas de tipo litológico y geomorfológicos	Problemas de tipo geomorfologicos y geotécnicos	
Problemas de tipo litológicos y geotécnicos		Problemas de tipo litologicos, geomorfologicos y geotécnicos	
Problemas de tipo litológicos, hidrológicos y geotécnicos		Problemas de tipo litológicos, hidrológicos y geotécnicos	

LEYENDA

ALTERNATIVA 1 TRAZADO ACTUAL

ALTERNATIVA 2

ALTERNATIVA 3

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO: ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO: ayesa — FERNANDO GARCÍA VALERO

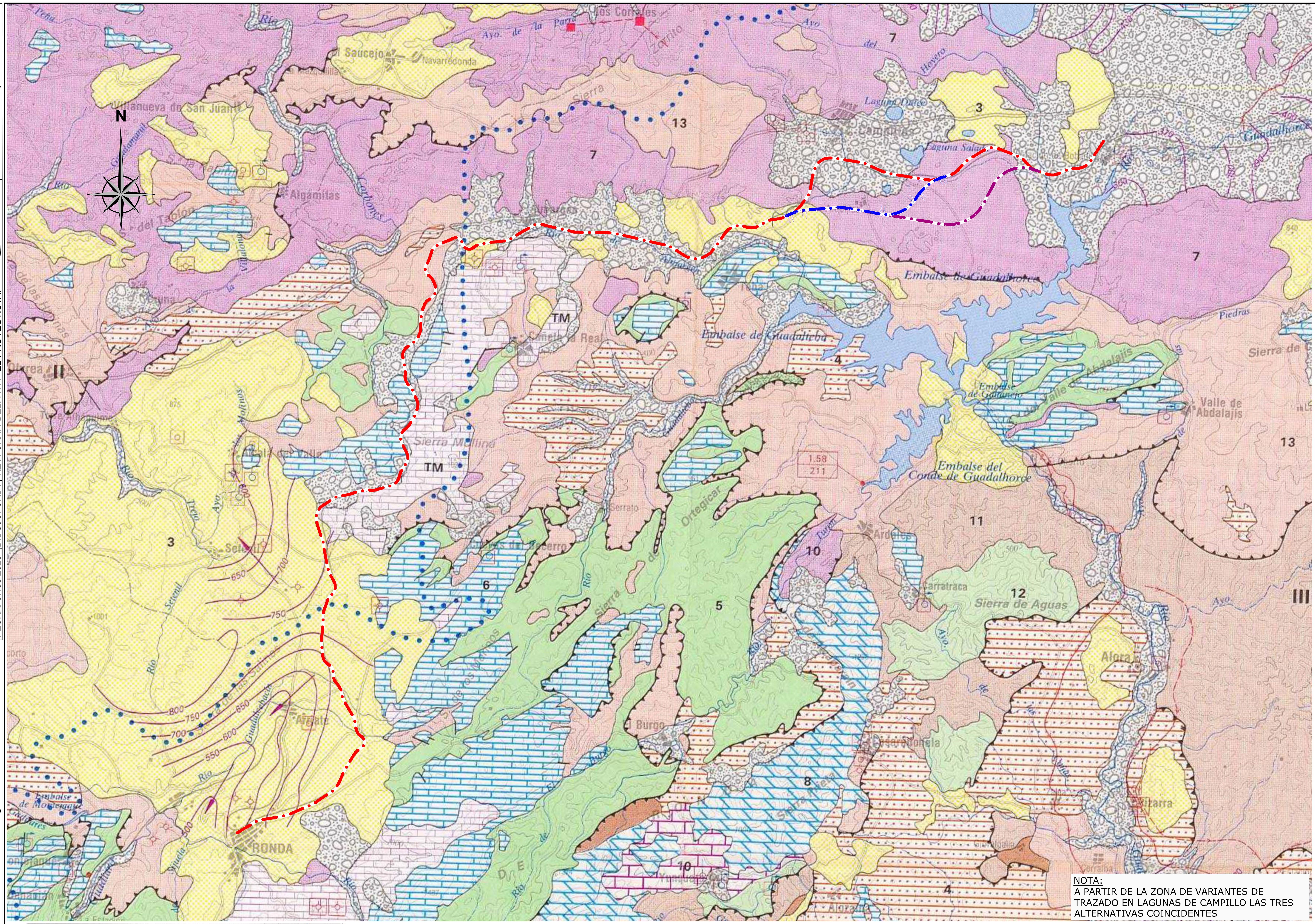
ESCALA: E 1:100000 (Numérica) — 0 1000 2000m (Gráfica) — Original UNE A1

FECHA: MARZO 2023

Nº DE PLANO: A.3.2 — Hoja 1 de 1

TÍTULO DEL PLANO: ANEJO 3 MAPA GEOTÉCNICO GENERAL

Datum: ETRS89 Proyección: UTM 30N | EL PROYECTISTA: | REV. GRAF. DEL. RVR | DIBUJÓ: OADT | FECHA: 07/03/2023 | ARCHIVO: A.3.3_MAPA HIDROGEOLÓGICO 1.200.000.IGME.dwg



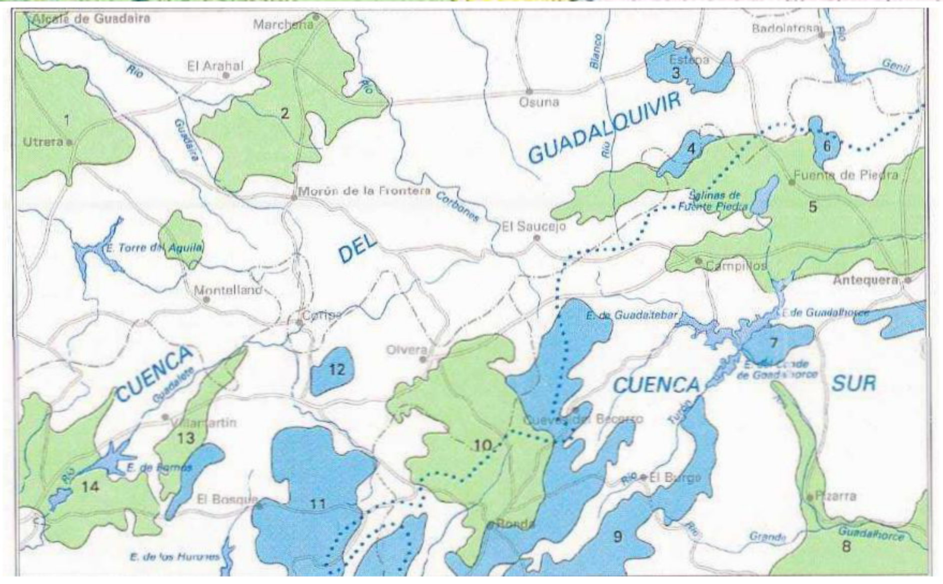
LEYENDA LITOLOGICA

FORMACIONES PERMEABLES — SEMIPERMEABLES — FORMACIONES IMPERMEABLES

	LITOLOGIA	EDAD
TERRENOS POSTOROGENICOS		
1	Arcillas, gravas, arenas y cantos. Aluviales, terrazas, conos de deyección, coluviones, glacis y traventinos	CUATERNARIO
2	Limos y arenas de marismas	CUATERNARIO
3	Arenas, areniscas y conglomerados	PLIOCENO-MIOCENO
TERRENOS PREOROGENICOS Unidades alóctonas del Campo de Gibraltar		
4	Areniscas del Aljibe	MIOCENO INFERIOR
SUBBETICO		
5	Margas, margocalizas y calizas margosas. Facies «capas rojas»	CRETACICO SUPERIOR
6	Dolomías, calizas y mármoles	JURASICO
7	Arcillas y margas versicolores con yesos, bloques de areniscas, calizas y ofitas	TRIAS
TM	Calizas y dolomias masivas	MUSCHELKALK
BETICO		
8	Calizas, dolomías y brechas, parcialmente metamorfizadas (U. de las Nieves)	JURASICO-TRIASICO
9	Calizas tableadas, areniscas y conglomerados (Maláguides)	PALEOZOICO
10	Mármoles, calizas y dolomías (Alpujárrides)	CAMBRICO-PERMOTRIAS
11	Micaesquistos, gneises, pizarras y filitas (Alpujárrides-Maláguides)	PRECAMBRICO-TRIAS
12	Peridotitas (Rocas ultrabásicas)	
Materiales impermeables indiferenciados		
13	Margas, arcillas, facies flysch.	CRETACICO-MIOCENO

SIMBOLOS HIDROGEOLOGICOS UTILIZADOS EN EL MAPA BASE

- Contacto entre distintas formaciones
- Cabalgamiento
- Curso de agua perenne
- Curso de agua estacional
- Embalse en servicio
- Embalse en construcción
- Embalse en estudio
- Divisoria de aguas superficiales
- Estación de aforos (1,57 / 51): Caudal medio anual expresado en m³/seg. Superficie de la cuenca de drenaje en km²
- Manantial, pozo, sondeo y pozo con drenes horizontales
- Manantial, pozo, sondeo y pozo con drenes horizontales, aprovechado/captado para abastecimiento
- Isopiezas, con cotas en metros sobre el nivel del mar (1984) (120)
- Dirección y sentido del flujo subterráneo
- Conducción de abastecimiento
- Depósito regulador
- Canal de riego

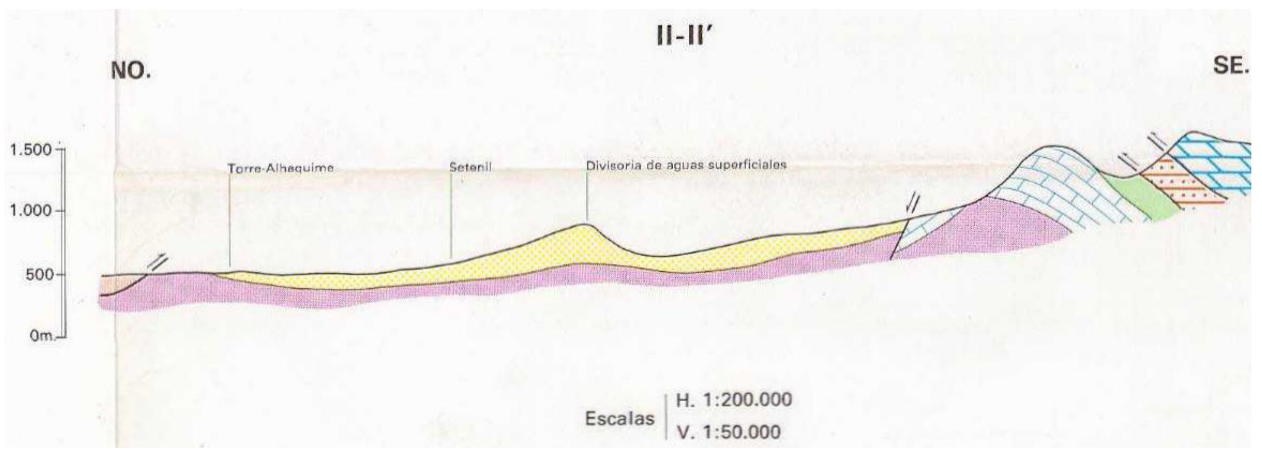


1 Unidad Sevilla-Carmona (S.A. nº 28)
2 Arahal-Coril-Marchena-Puebla de Cazalla
3 Macizo calizo-dolomítico de la Sa. de Estepa
4 Macizo calizo-dolomítico de la Sa. de los Caballos
5 Detrítico de Antequera (S.A. nº 39)
6 Unidad de Sierra Molina-Humilladero
7 Mesozoico calizo-dolomítico de las Sierra del Torcal (S.A. nº 40 Oeste)
8 Detrítico de Málaga (S.A. nº 37)
9 Serranía de Ronda (S.A. nº 36)
10 Detrítico de Ronda (S.A. nº 35)
11 Sierra de Grazalema
12 Sierra de Líjar
13 Llanos de Villamartín y Prado del Rey
14 Arcos-Bornos-Espera

Acuíferos detríticos — Acuíferos carbonatados — Divisoria aguas superficiales

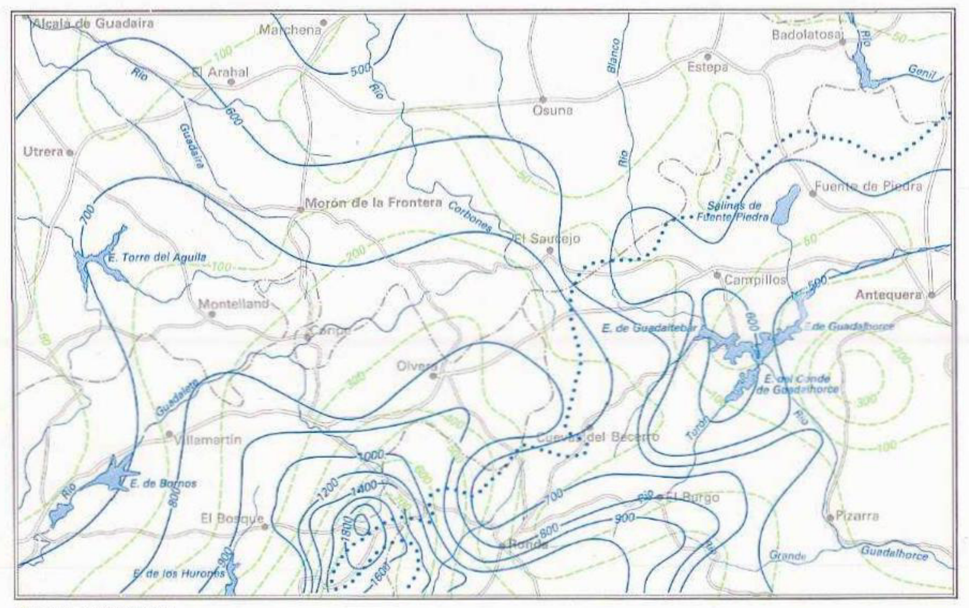
LEYENDA

- ALTERNATIVA 1 TRAZADO ACTUAL
- ALTERNATIVA 2
- ALTERNATIVA 3



CORTES HIDROGEOLOGICOS

PRECIPITACION ANUAL Y LLUVIA UTIL



Escala 1:800.000

- Divisoria de aguas superficiales
- Isoyeta media anual en mm.
- Isolínea de lluvia útil en mm.

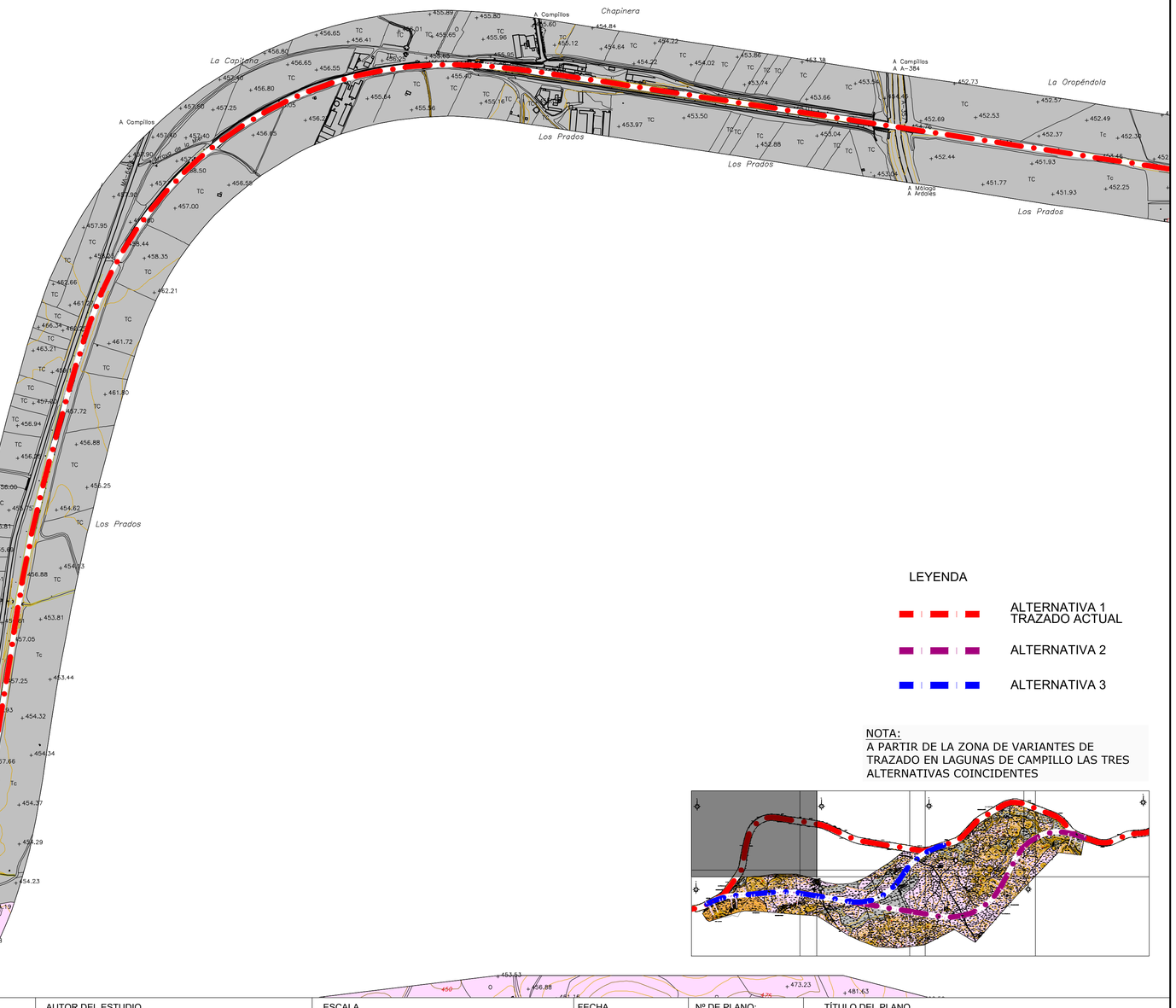
GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA	TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"	AUTOR DEL ESTUDIO ayesa FERNANDO GARCÍA VALERO	ESCALA E 1:100000 (Numérica) 0 1000 2000m (Gráfica) Original UNE A1	FECHA MARZO 2023	Nº DE PLANO: A.3.3 Hoja 1 de 1

TÍTULO DEL PLANO

ANEJO 3
MAPA HIDROGEOLÓGICO

ARCHIVO: A.3.4_PLANTA GEOLÓGICA 1.5.000.dwg | FECHA: 07/03/2023 | DIBUJÓ: OADT | REV. GRAF. DEL. RVR | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 Proyección: UTM 30N

N



LEYENDA

- ALTERNATIVA 1 TRAZADO ACTUAL
- ALTERNATIVA 2
- ALTERNATIVA 3

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:5000
Numérica
0 50 100m
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

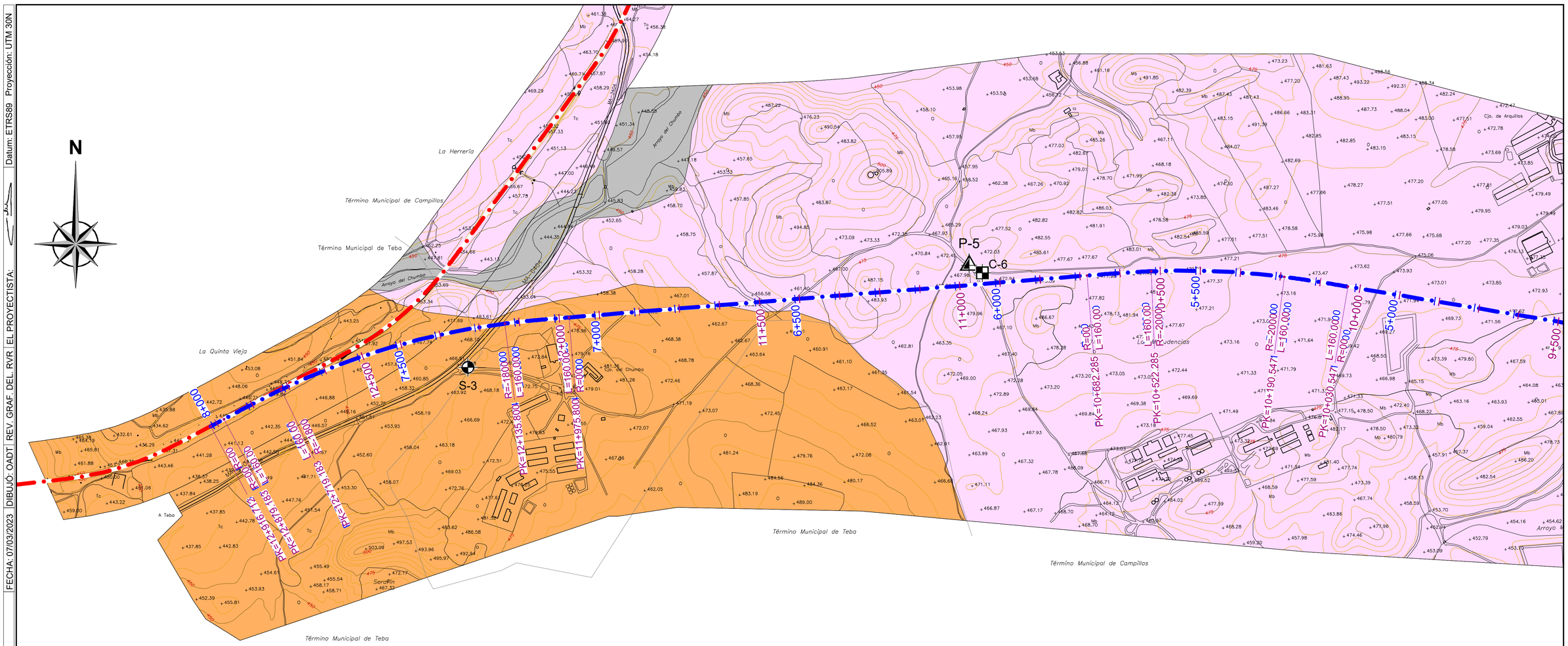
Nº DE PLANO:
A.3.4
Hoja 1 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PLANTA GEOLÓGICA

Datum: ETRS89 | Proyección: UTM 30N

FECHA: 07/03/2023 | DIBUJÓ: OADT | REV. GRAF. DEL. RVR | EL PROYECTISTA:

ARCHIVO: A.3.4_PLANTA GEOLÓGICA 1.5.000.dwg



LEYENDA

CAMPAÑA PROYECTO INFORMATIVO 2022

- S-XX SONDEO
- C-XX CALICATA
- P-XX PENETRÓMETRO DINÁMICO

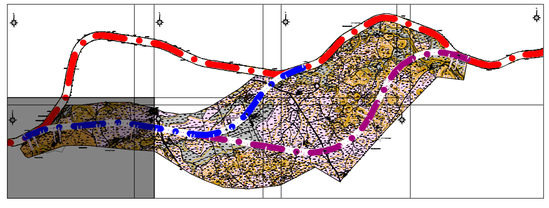
LEYENDA GEOTÉCNICA

- UNIDAD GEOTÉCNICA 6, DISPOSITIVOS CUATERNARIO, DETRITICOS FINOS
- UNIDAD GEOTÉCNICA 5, ARENISCAS Y CALCARENITAS
- UNIDAD GEOTÉCNICA 4, ARCILLAS Y YESOS, UNIDAD OLITOSTRÓMICA

LEYENDA

- ALTERNATIVA 1 TRAZADO ACTUAL
- ALTERNATIVA 2
- ALTERNATIVA 3

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

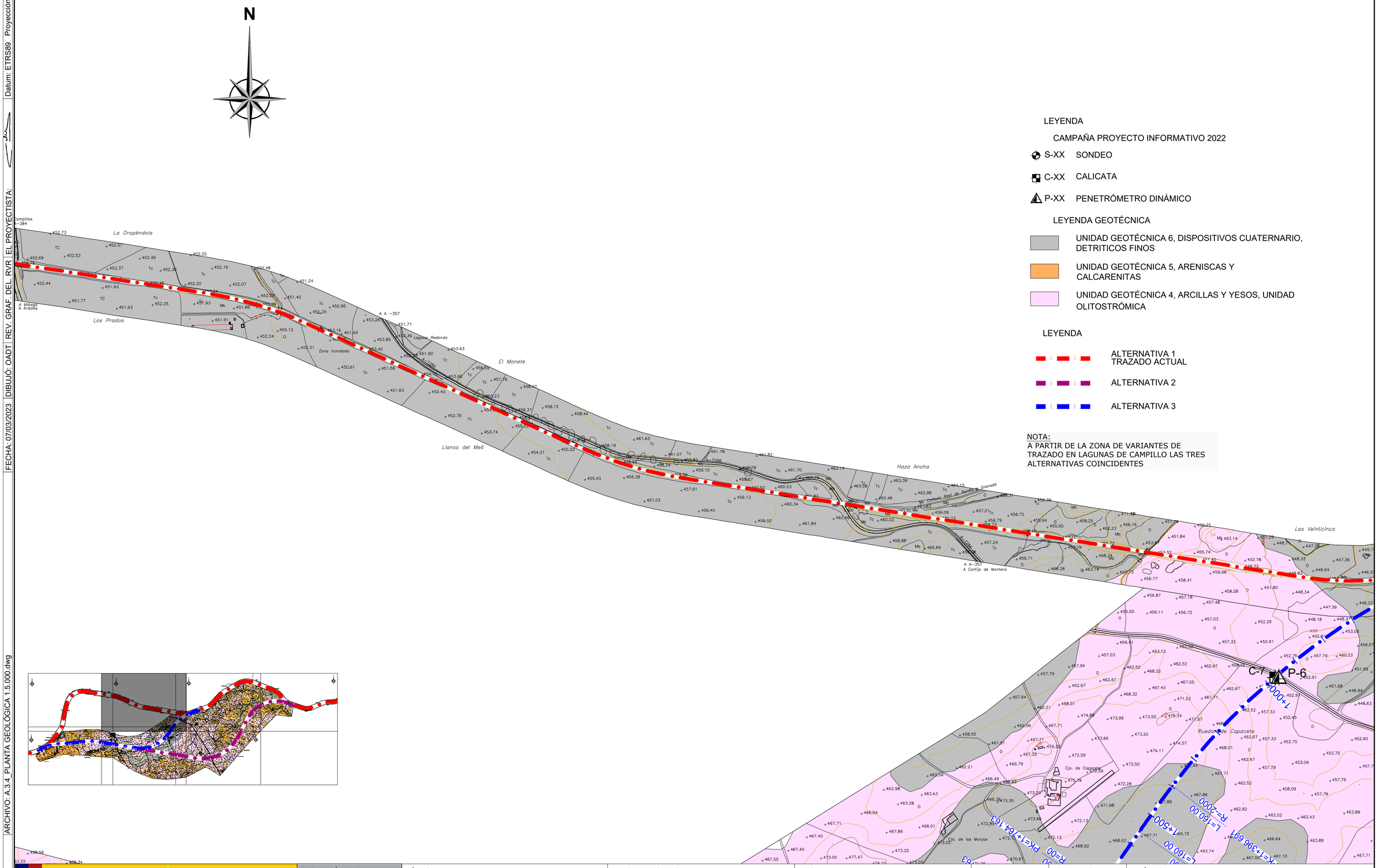
ESCALA
E 1:5000
Numérica
0 50 100m
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.4
Hoja 2 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PLANTA GEOLÓGICA

Datum: ETRS89 Proyección: UTM 30N | EL PROYECTISTA: | REV. GRAF. DEL. RVR | DIBUJÓ: OADT | FECHA: 07/03/2023 | ARCHIVO: A.3.4_PLANTA GEOLÓGICA 1.5.000.dwg



LEYENDA

CAMPAÑA PROYECTO INFORMATIVO 2022

S-XX SONDEO

C-XX CALICATA

P-XX PENETRÓMETRO DINÁMICO

LEYENDA GEOTÉCNICA

UNIDAD GEOTÉCNICA 6, DISPOSITIVOS CUATERNARIO, DETRITICOS FINOS

UNIDAD GEOTÉCNICA 5, ARENISCAS Y CALCARENITAS

UNIDAD GEOTÉCNICA 4, ARCILLAS Y YESOS, UNIDAD OLITOSTRÓMICA

LEYENDA

ALTERNATIVA 1 TRAZADO ACTUAL

ALTERNATIVA 2

ALTERNATIVA 3

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:5000
0 50 100m
Numérica Gráfica Original UNE A1

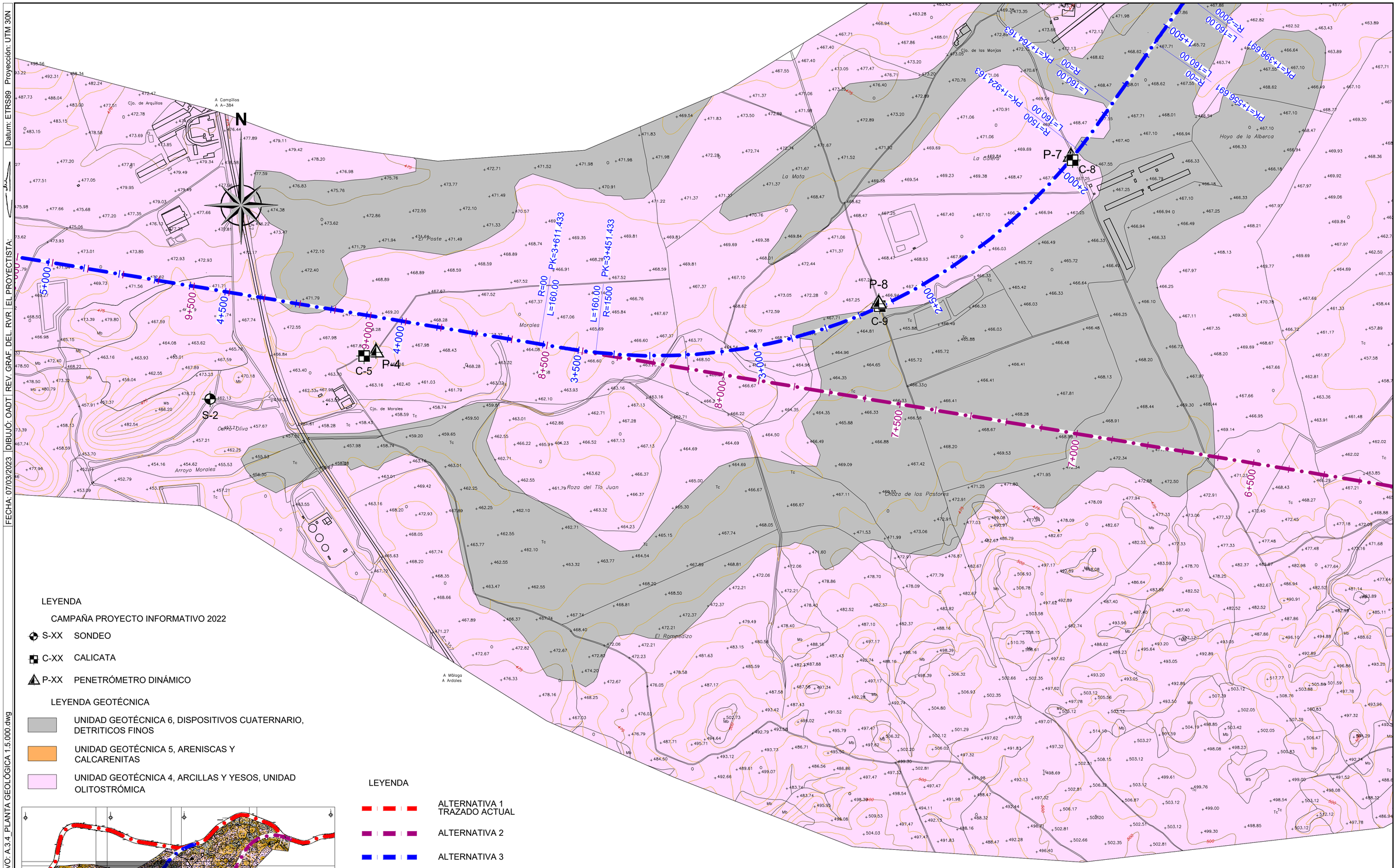
FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.4
Hoja 3 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PLANTA GEOLÓGICA

FECHA: 07/03/2023 | DIBUJÓ: OADT | REV. GRAF. DEL. RVR | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM 30N

ARCHIVO: A.3.4_PLANTA GEOLÓGICA 1.5.000.dwg



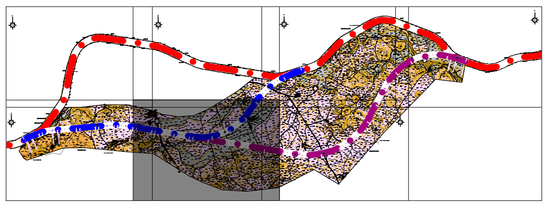
LEYENDA

CAMPAÑA PROYECTO INFORMATIVO 2022

- S-XX SONDEO
- C-XX CALICATA
- P-XX PENETRÓMETRO DINÁMICO

LEYENDA GEOTÉCNICA

- UNIDAD GEOTÉCNICA 6, DISPOSITIVOS CUATERNARIO, DETRITICOS FINOS
- UNIDAD GEOTÉCNICA 5, ARENISCAS Y CALCARENITAS
- UNIDAD GEOTÉCNICA 4, ARCILLAS Y YESOS, UNIDAD OLITOSTRÓMICA



LEYENDA

- ALTERNATIVA 1 TRAZADO ACTUAL
- ALTERNATIVA 2
- ALTERNATIVA 3

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:5000
Numérica
0 50 100m
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.4
Hoja 4 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PLANTA GEOLÓGICA

Datum: ETRS89 Proyección: UTM 30N | EL PROYECTISTA: | REV. GRAF. DEL. RVR | DIBUJÓ: OADT | FECHA: 07/03/2023 | ARCHIVO: A.3.4_PLANTA GEOLÓGICA 1.5.000.dwg

LEYENDA

CAMPAÑA PROYECTO INFORMATIVO 2022

- S-XX SONDEO
- C-XX CALICATA
- P-XX PENETRÓMETRO DINÁMICO

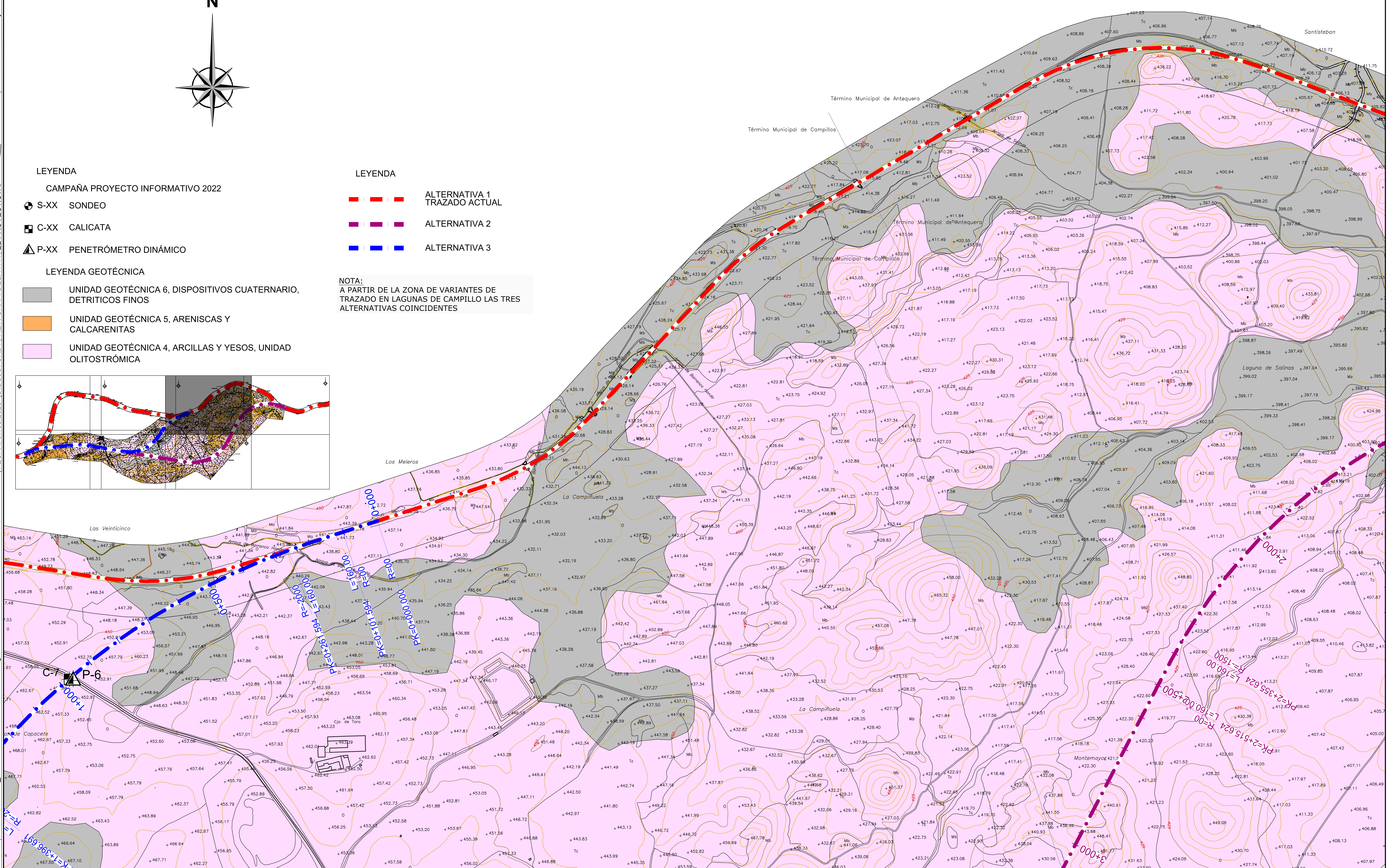
LEYENDA GEOTÉCNICA

- UNIDAD GEOTÉCNICA 6, DISPOSITIVOS CUATERNARIO, DETRITICOS FINOS
- UNIDAD GEOTÉCNICA 5, ARENISCAS Y CALCARENITAS
- UNIDAD GEOTÉCNICA 4, ARCILLAS Y YESOS, UNIDAD OLITOSTRÓMICA

LEYENDA

- ALTERNATIVA 1 TRAZADO ACTUAL
- ALTERNATIVA 2
- ALTERNATIVA 3

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES



GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:5000
Numérica | Gráfica 0 50 100m | Original UNE A1

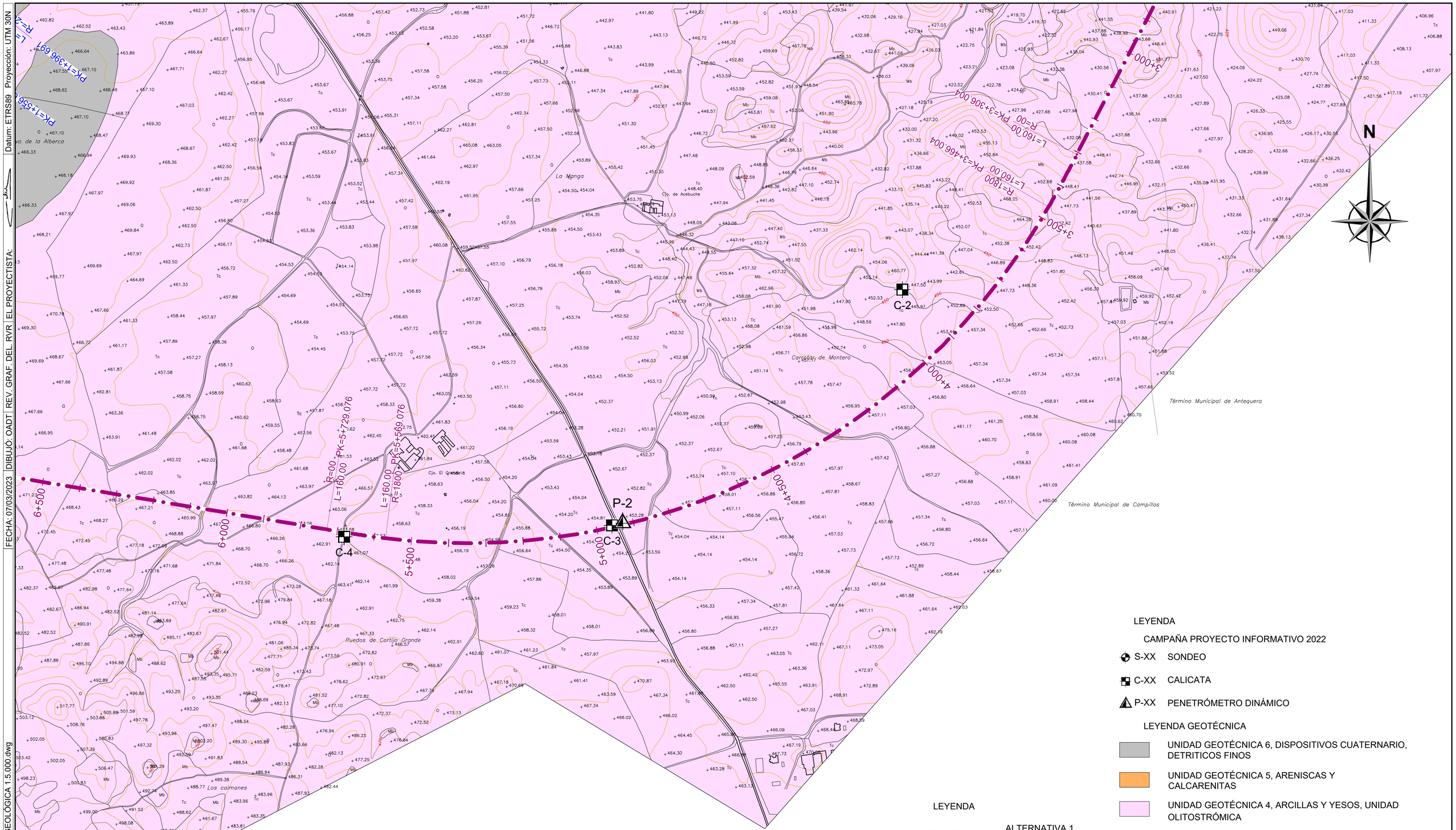
FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.4
Hoja 5 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PLANTA GEOLOGICA

FECHA: 07/03/2023 | DIBUJÓ: OADT | REV. GRAF. DEL. RVR | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM 30N

ARCHIVO: A.3.4_PLANTA GEOLÓGICA 1.5.000.dwg



LEYENDA

CAMPAÑA PROYECTO INFORMATIVO 2022

S-XX SONDEO

C-XX CALICATA

P-XX PENETRÓMETRO DINÁMICO

LEYENDA GEOTÉCNICA

UNIDAD GEOTÉCNICA 6, DISPOSITIVOS CUATERNARIO, DETRITICOS FINOS

UNIDAD GEOTÉCNICA 5, ARENISCAS Y CALCARENITAS

UNIDAD GEOTÉCNICA 4, ARCILLAS Y YESOS, UNIDAD OLITOSTRÓMICA

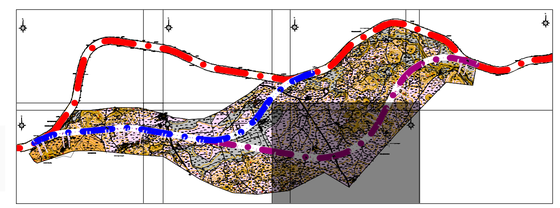
LEYENDA

ALTERNATIVA 1 TRAZADO ACTUAL

ALTERNATIVA 2

ALTERNATIVA 3

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

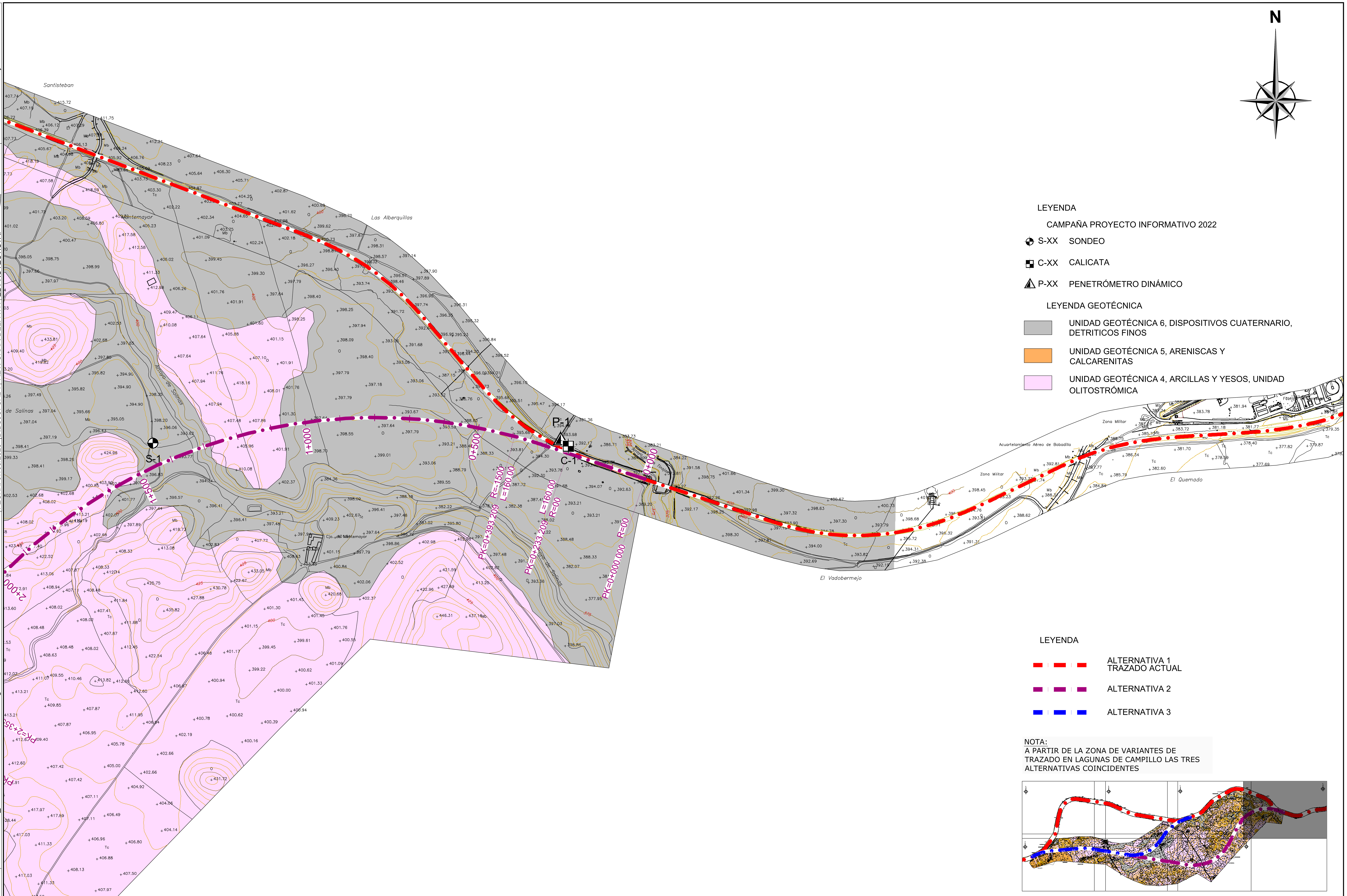
AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:5000
0 50 100m
Numérica
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.4
Hoja 6 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PLANTA GEOLÓGICA



LEYENDA

CAMPAÑA PROYECTO INFORMATIVO 2022

- S-XX SONDEO
- C-XX CALICATA
- P-XX PENETRÓMETRO DINÁMICO

LEYENDA GEOTÉCNICA

- UNIDAD GEOTÉCNICA 6, DISPOSITIVOS CUATERNARIO, DETRITICOS FINOS
- UNIDAD GEOTÉCNICA 5, ARENISCAS Y CALCARENITAS
- UNIDAD GEOTÉCNICA 4, ARCILLAS Y YESOS, UNIDAD OLITOSTRÓMICA

LEYENDA

- ALTERNATIVA 1 TRAZADO ACTUAL
- ALTERNATIVA 2
- ALTERNATIVA 3

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

Datum: ETRS89 Proyección: UTM 30N

EL PROYECTISTA:

REV. GRAF. DEL RVR

DIBUJÓ: OADT

FECHA: 07/03/2023

ARCHIVO: A.3.4_PLANTA GEOLÓGICA 1.5.000.dwg

GOBIERNO DE ESPAÑA / MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA	TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"	AUTOR DEL ESTUDIO ayesa FERNANDO GARCÍA VALERO	ESCALA E 1:5000 0 50 100m Numérica Gráfica Original UNE A1	FECHA MARZO 2023	Nº DE PLANO: A.3.4 Hoja 7 de 7	TÍTULO DEL PLANO ANEJO 3 PLANTA GEOLÓGICA

Datum: ETRS89 Proyección: UTM 30N

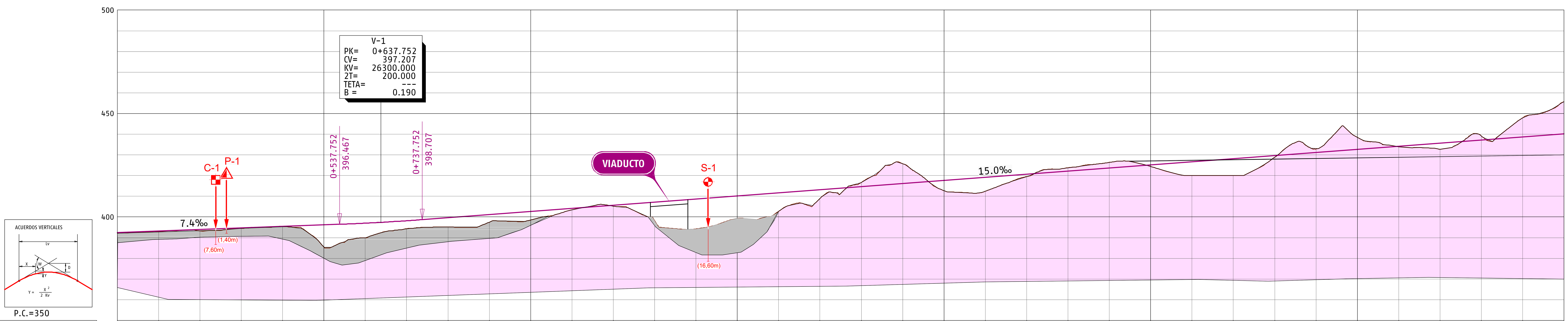
EL PROYECTISTA:

REV. GRAF. DEL. RVR

DIBUJÓ: OADT

FECHA: 07/03/2023

ARCHIVO: A.3.5_PERFIL GEOLÓGICO ALTERNATIVA 2 y 3.dwg



PROGRESIVA	RASANTE	TERRENO	COTA ROJA
0+000	392.49	392.19	0.30
	393.23	392.97	0.26
	393.97	393.20	0.77
	394.71	394.47	0.24
	395.45	395.43	0.02
0+500	396.19	385.40	10.79
	397.00	390.00	7.00
	398.17	394.32	3.85
	399.64	395.19	4.45
	401.14	397.49	3.65
1+000	402.64	398.53	4.11
	404.14	403.45	0.69
	405.64	405.25	0.39
	407.14	398.17	8.97
	408.64	394.21	14.43
1+500	410.14	399.13	11.01
	411.64	402.72	8.92
	413.14	408.99	4.15
	414.64	416.73	2.09
	416.14	425.76	9.62
2+000	417.64	412.73	4.91
	419.14	412.44	6.70
	420.64	419.49	1.15
	422.14	423.79	1.65
	423.64	426.41	2.77
2+500	425.14	424.41	0.73
	426.64	419.98	6.66
	428.14	420.06	8.08
	429.64	428.80	0.84
	431.14	432.89	1.75
3+000	432.64	438.51	5.87
	434.14	433.94	0.20
	435.64	432.78	2.86
	437.14	439.12	1.98
	438.64	447.95	9.31
3+500	440.14	455.71	15.57

	ID RELLENO DESMONTE	RASANTE 1	RELLENO 1	RASANTE 2	RELLENO 2	DESMONTE 1	RELLENO 3	DESMONTE 2	RELLENO 4	DESMONTE 3	RELLENO 5	DESMONTE 3
	UNIDAD GEOTÉCNICA	M6	M6 / M4	M4	M6 / M4	M4	M4	M4	M4	M4	M4	M4
	S.V EN m.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1
DESMONTE	APROVECHAMIENTO	- -	- -	- -	- -	VERTEDERO	- -	VERTEDERO	- -	VERTEDERO	- -	VERTEDERO
DESMONTE	EXCAVABILIDAD	- -	- -	- -	- -	EXCAVABLE	- -	EXCAVABLE	- -	EXCAVABLE	- -	EXCAVABLE
DESMONTE	TALUD	- -	- -	- -	- -	3H : 2V	- -	3H : 2V	- -	3H : 2V	- -	3H : 2V
TERRAPLEN	SANEOS	0,5	0,5	0,5	0,5	- -	0,5	- -	0,5	- -	0,5	- -
TERRAPLEN	TALUD	- -	2H : 1V	- -	2H : 1V	- -	2H : 1V	- -	2H : 1V	- -	2H : 1V	- -

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO

ayesa

FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA

E 1:5000

0 50 100m

Numérica Gráfica Original UNE A1

FECHA

MARZO 2023

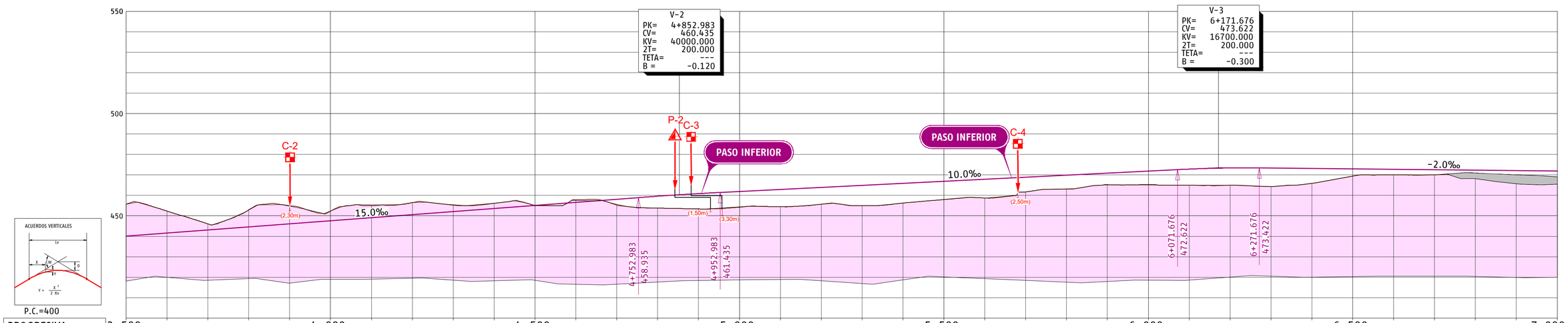
Nº DE PLANO:

A.3.5

Hoja 1 de 7

TÍTULO DEL PLANO

ANEJO 3
PERFIL GEOLÓGICO
ALTERNATIVA 2



PROGRESIVA	3+500	4+000	4+500	5+000	5+500	6+000	6+500	7+000
RASANTE	440.14	441.64	443.14	444.64	446.14	447.64	449.14	450.64
TERRENO	455.71	452.32	446.06	452.93	454.96	452.28	455.00	456.49
COTA ROJA	15.57	10.68	2.92	8.29	8.82	4.64	5.86	5.85

PROGRESIVA	452.14	453.64	455.14	456.64	458.14	459.61	460.87	461.91	462.91	463.91	464.91	465.91	466.91	467.91	468.91	469.91	470.91	471.91	472.88	473.41	473.37	473.17	472.97	472.77	472.57	472.37	472.17	471.97
RASANTE	455.19	456.11	455.08	457.90	455.25	453.79	453.39	454.23	454.45	455.72	454.97	456.28	457.96	458.74	461.69	463.05	465.29	465.29	465.00	465.02	464.36	465.89	469.43	470.01	470.00	470.91	470.06	469.10
TERRENO	3.05	2.47	0.06	1.26	2.89	5.82	7.48	7.68	8.46	8.19	9.94	9.63	8.95	9.17	7.22	6.86	5.62	6.62	7.88	8.39	9.01	7.28	3.54	2.76	2.57	1.46	2.11	2.87
COTA ROJA																												

	ID RELLENO DESMONTE	DESMONTE 4	RELLENO 6
	UNIDAD GEOTÉCNICA	M4	M4
	S.V EN m.	0,1	0,4
DESMONTE	APROVECHAMIENTO	VERTEDERO	- -
DESMONTE	EXCAVABILIDAD	EXCAVABLE	- -
DESMONTE	TALUD	3H : 2V	- -
TERRAPLEN	SANEOS	- -	0,5
TERRAPLEN	TALUD	- -	2H : 1V

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:5000
Numérica
0 50 100m
Gráfica
Original UNE A1

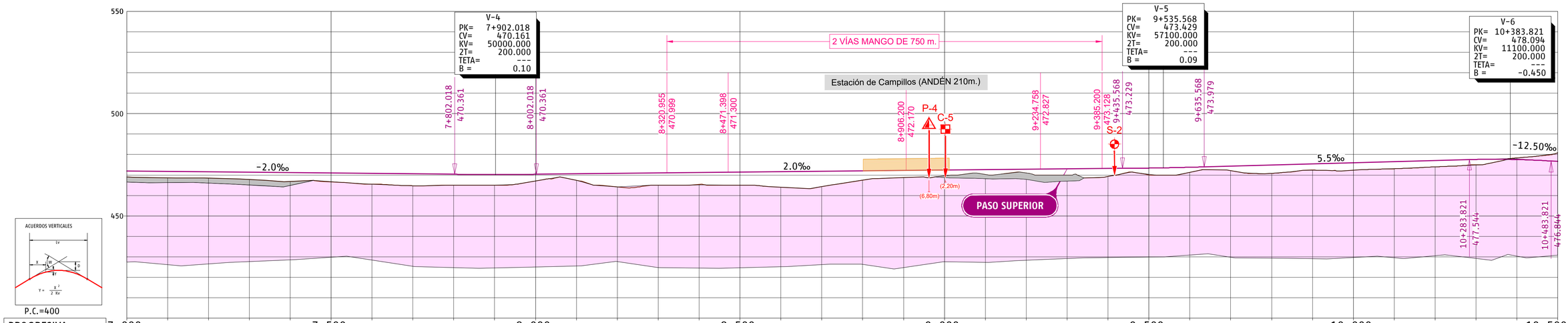
FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.5
Hoja 2 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PERFIL GEOLÓGICO
ALTERNATIVA 2

FECHA: 07/03/2023 | DIBUJÓ: OADT | REV. GRAF. DEL. RVR | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM 30N

ARCHIVO: A.3.5_PERFIL GEOLÓGICO ALTERNATIVA 2 y 3.dwg



PROGRESIVA	7+000	7+500	8+000	8+500	9+000	9+500	10+000	10+500
RASANTE	471.97	471.77	471.57	471.37	471.17	470.97	470.77	470.57
	470.37	470.26	470.36	470.56	470.76	470.96	471.16	471.36
	471.56	471.76	471.96	472.16	472.36	472.56	472.76	472.96
	473.16	473.39	473.79	474.33	474.88	475.43	475.98	476.53
	477.08	477.62	477.58	476.64				
TERRENO	469.10	468.67	468.47	467.79	466.87	466.62	465.55	464.76
	464.99	464.95	467.09	467.44	464.18	465.03	465.40	465.00
	464.05	464.28	467.55	468.74	469.60	470.30	471.03	470.00
	469.31	470.06	471.35	472.06	470.78	472.39	472.35	473.04
	474.02	475.00	478.40	480.87				
COTA ROJA	2.87	3.10	3.10	3.58	4.30	4.35	5.22	5.81
	5.38	5.31	3.27	3.12	6.58	5.93	5.76	6.36
	7.51	7.48	4.41	3.42	2.76	2.26	1.73	2.96
	3.85	3.33	2.44	2.27	4.10	3.04	3.63	3.49
	3.06	2.62	0.82	4.23				

	ID RELLENO DESMONTE	RELLENO 6		
	UNIDAD GEOTÉCNICA	M4	M6	M4
	S.V EN m.	0,4		0,2
DESMONTE	APROVECHAMIENTO	- -		
DESMONTE	EXCAVABILIDAD	- -		
DESMONTE	TALUD	- -		
TERRAPLEN	SANEOS	0,5		
TERRAPLEN	TALUD	2H : 1V		

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

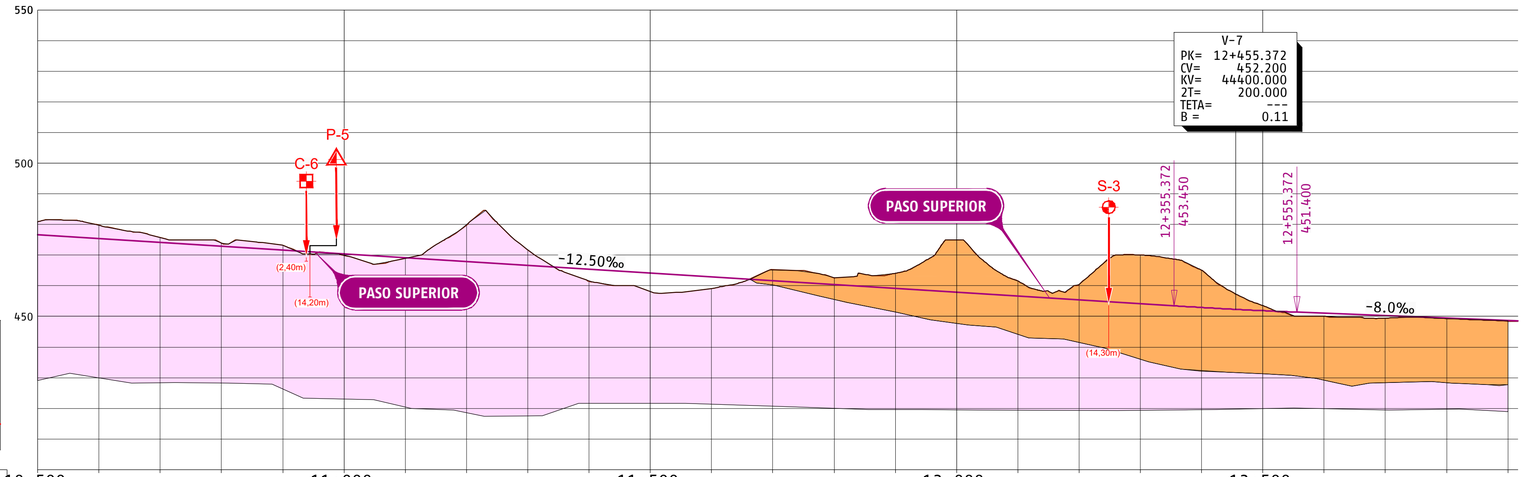
ESCALA
E 1:5000
Numérica
0 50 100m
Gráfica
Original UNE A1

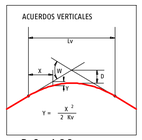
FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.5
Hoja 3 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PERFIL GEOLÓGICO
ALTERNATIVA 2

FECHA: 07/03/2023 | DIBUJÓ: OADT | REV. GRAF. DEL. RVR | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM 30N
ARCHIVO: A.3.5_PERFIL GEOLÓGICO ALTERNATIVA 2 y 3.dwg





P.C.=400

PROGRESIVA	10+500							11+000							11+500							12+000							12+500						
RASANTE	476.64	475.39	474.14	472.89	471.64	470.39	469.14	467.89	466.64	465.39	464.14	462.89	461.64	460.39	459.14	457.89	456.64	455.39	454.14	452.91	451.88	451.04	450.24	449.44	448.64									
TERRENO	480.87	479.79	475.81	474.02	473.18	469.88	468.91	479.76	471.75	461.51	458.12	459.06	465.29	462.56	464.07	475.00	461.54	460.42	470.07	465.12	453.54	450.00	449.46	449.30	448.47									
COTA ROJA	4.23	4.40	1.67	1.13	1.54	0.51	0.23	11.87	5.11	3.88	6.02	3.83	3.65	2.17	4.93	17.11	4.90	5.03	15.93	12.21	1.66	1.04	0.78	0.14	0.17									

	ID RELLENO DESMONTE	DESMONTE 3	RELLENO 3	DESMONTE 6	RELLENO 8	DESMONTE 7	RASANTE 3
	UNIDAD GEOTÉCNICA	M4	M4	M4	M4	M5	M5
	S.V EN m.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
DESMONTE	APROVECHAMIENTO	VERTEDERO	- -	VERTEDERO	- -	TERRAPLEN	- -
DESMONTE	EXCAVABILIDAD	EXCAVABLE	- -	EXCAVABLE	- -	EXCAVABLE	- -
DESMONTE	TALUD	- -	- -	- -	- -	- -	- -
TERRAPLEN	SANEOS	- -	0,5	- -	0,5	- -	- -
TERRAPLEN	TALUD	- -	2H : 1V	- -	2H : 1V	- -	- -

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

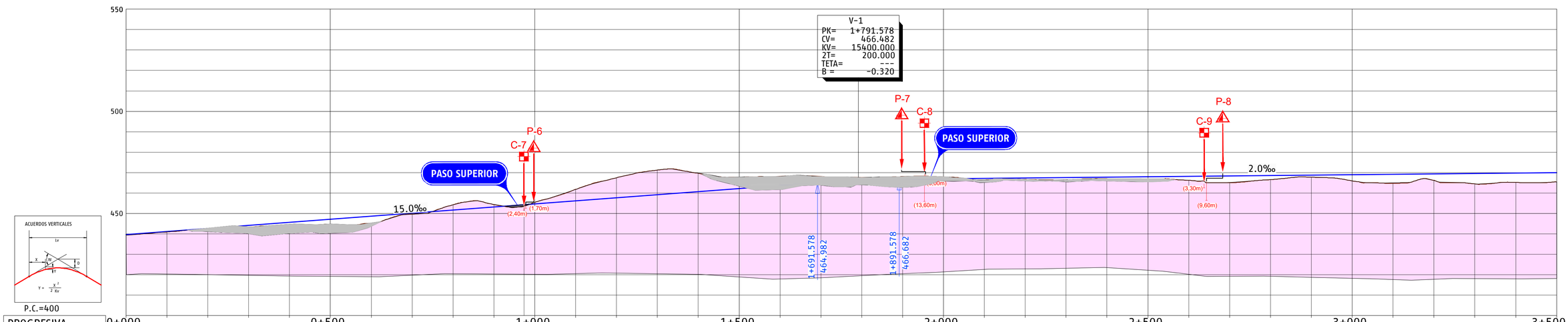
AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:5000
Numérica
0 50 100m
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.5
Hoja 4 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PERFIL GEOLÓGICO
ALTERNATIVA 2



PROGRESIVA	0+000					0+500						1+000						1+500						2+000						2+500						3+000						3+500
RASANTE	439.61	441.11	442.61	444.11	445.61	447.11	448.61	450.11	451.61	453.11	454.61	456.11	457.61	459.11	460.61	462.11	463.61	465.11	466.23	466.70	466.90	467.10	467.30	467.50	467.70	467.90	468.10	468.30	468.50	468.70	468.90	469.10	469.30	469.50	469.70	469.90					
TERRENO	439.42	440.93	442.61	443.21	444.41	444.54	445.00	449.68	454.25	454.39	455.43	461.79	467.50	471.23	469.63	467.79	468.14	468.08	467.65	468.06	467.89	466.29	466.68	466.39	467.00	466.83	466.22	464.99	466.55	467.75	465.91	464.65	466.22	464.44	465.26	465.33					
COTA ROJA	0.19	0.18		0.90	1.20	2.57	3.61	0.43	2.64	1.28	0.82	5.68	9.89	12.12	9.02	5.68	4.53	2.97	1.42	1.36	0.99	0.81	0.62	1.11	0.70	1.07	1.88	3.31	1.95	0.95	2.99	4.45	3.08	5.06	4.44	4.57					

	ID RELLENO DESMONTE	RASANTE 1	RELLENO 1	DESMONTE 1	RASANTE 2	RELLENO 2
	UNIDAD GEOTÉCNICA	M4 / M6	M4 / M6	M4 / M6	M4 / M6	M4
	S.V EN m.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
DESMONTE	APROVECHAMIENTO	- -	- -	VERTEDERO	- -	- -
DESMONTE	EXCAVABILIDAD	- -	- -	EXCAVABLE	- -	- -
DESMONTE	TALUD	- -	- -	3H : 2V	- -	- -
RELLENO	SANEOS	0,5	0,5	- -	0,5	0,5
RELLENO	TALUD	- -	2H : 1V	- -	- -	2H : 1V

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

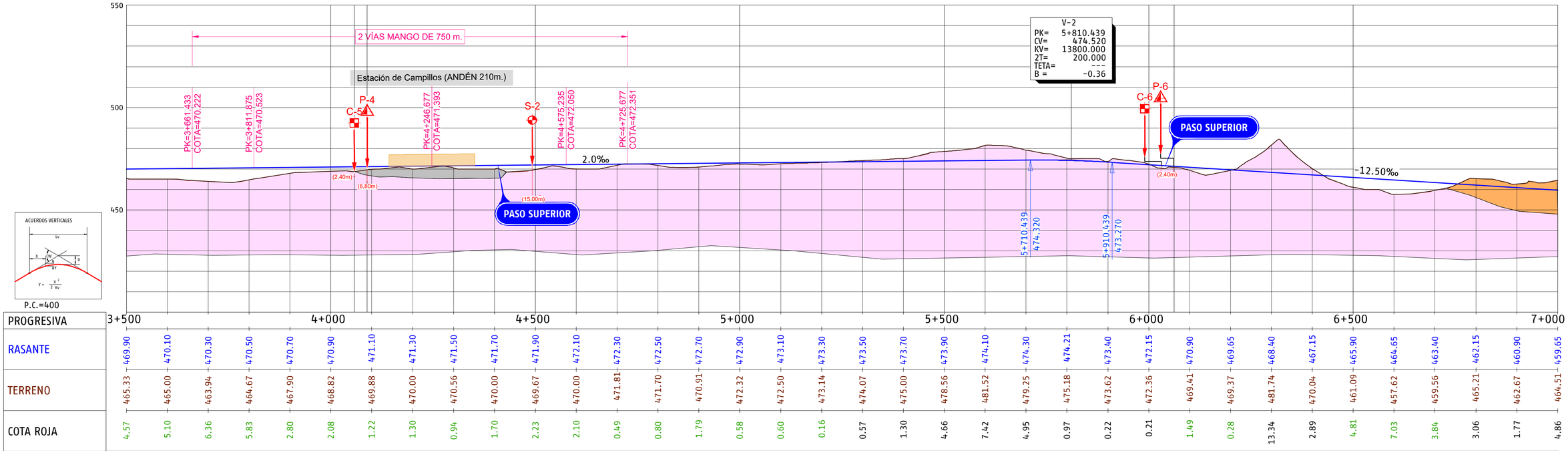
ESCALA
E 1:5000
Numérica
0 50 100m
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.5
Hoja 5 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PERFIL GEOLÓGICO
ALTERNATIVA 3

ARCHIVO: A.3.5_PERFIL GEOLÓGICO ALTERNATIVA 2 y 3.dwg



PROGRESIVA	3+500			4+000				4+500				5+000				5+500				6+000				6+500				7+000
RASANTE	469.90	470.10	470.30	470.50	470.70	470.90	471.10	471.30	471.50	471.70	471.90	472.10	472.30	472.50	472.70	472.90	473.10	473.30	473.50	473.70	473.90	474.10	474.30	474.21	473.40	472.15	470.90	469.65	468.40	467.15	465.90	464.65	463.40	462.15	460.90	459.65
TERRENO	465.33	465.00	463.94	464.67	467.90	468.82	469.88	470.00	470.56	470.00	469.67	470.00	471.81	471.70	470.91	472.32	472.50	473.14	474.07	475.00	478.56	481.52	479.25	475.18	473.62	472.36	469.41	469.37	481.74	470.04	461.09	457.62	459.56	465.21	462.67	464.51
COTA ROJA	4.57	5.10	6.36	5.83	2.80	2.08	1.22	1.30	0.94	1.70	2.23	2.10	0.49	0.80	1.79	0.58	0.60	0.16	0.57	1.30	4.66	7.42	4.95	0.97	0.22	0.21	1.49	0.28	13.34	2.89	4.81	7.03	3.84	3.06	1.77	4.86

	ID RELLENO DESMONTE	RELLENO 2	RASANTE 3	DESMONTE 2	RELLENO 3	DESMONTE 3	RELLENO 4	DESMONTE 4
	UNIDAD GEOTÉCNICA	M4	M6 / M4	M4	M4	M4	M4	M5
	S.V EN m.	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
DESMONTE	APROVECHAMIENTO	- -	- -	VERTEDERO	- -	VERTEDERO	- -	TERRAPLEN
DESMONTE	EXCAVABILIDAD	- -	- -	EXCAVABLE	- -	EXCAVABLE	- -	EXCAVABLE
DESMONTE	TALUD	- -	3H : 2V	- -	- -	3H : 2V	- -	3H : 2V
RELLENO	SANEOS	0,5	0,5	- -	0,5	- -	0,5	- -
RELLENO	TALUD	2H : 1V	- -	- -	2H : 1V	- -	2H : 1V	- -

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:5000
0 50 100m
Numérica
Gráfica
Original UNE A1

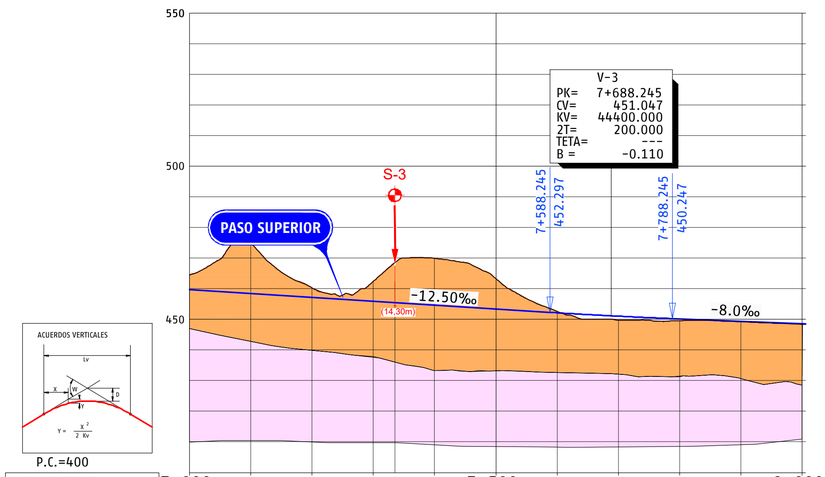
FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.5
Hoja 6 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PERFIL GEOLÓGICO
ALTERNATIVA 3

FECHA: 07/03/2023 | DIBUJÓ: OADT | REV. GRAF. DEL. RVR | EL PROYECTISTA: | Datum: ETRS89 | Proyección: UTM 30N

ARCHIVO: A.3.5_PERFIL GEOLÓGICO ALTERNATIVA 2 y 3.dwg



PROGRESIVA	7+000					7+500					8+000
RASANTE	459.65	458.40	457.15	455.90	454.65	453.40	452.15	451.04	450.15	449.35	448.55
TERRENO	464.51	475.00	460.29	462.35	469.89	463.29	452.64	449.68	449.55	449.22	448.39
COTA ROJA	4.86	16.60	3.14	6.45	15.24	9.89	0.49	1.36	0.60	0.13	0.16

	ID RELLENO DESMONTE	DESMONTE 4	RASANTE 4
	UNIDAD GEOTÉCNICA	M5	M5
	S.V EN m.	0,3	0,3
DESMONTE	APROVECHAMIENTO	TERRAPLEN	- -
DESMONTE	EXCAVABILIDAD	EXCAVABLE	- -
DESMONTE	TALUD	3H : 2V	- -
RELLENO	SANEOS	- -	0,5
RELLENO	TALUD	- -	- -

NOTA:
A PARTIR DE LA ZONA DE VARIANTES DE TRAZADO EN LAGUNAS DE CAMPILLO LAS TRES ALTERNATIVAS COINCIDENTES

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN FERROVIARIA

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA"

AUTOR DEL ESTUDIO
ayesa
FERNANDO GARCÍA VALERO

ESCALA
E 1:5000
Numérica
0 50 100m
Gráfica
Original UNE A1

FECHA
MARZO 2023

Nº DE PLANO:
A.3.5
Hoja 7 de 7

TÍTULO DEL PLANO
ANEJO 3
PERFIL GEOLÓGICO
ALTERNATIVA 3