



AMBITEC INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL, S.L.

C/ Goya 21, Bajo A

28220 (Majadahonda)

Tlf: 91 602 81 58

Fax: 91 602 88 19

PROYECTO DE MEJORA DE LA CRTA.

VILLANUEVA DEL PARDILLO-LAS CUESTAS

VILLANUEVA DEL PARDILLO

ANEJO 2.- Informe geotécnico

INFORME: IG-321121



**INFORME GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE MEJORA DE LA CTRA.
DE VILLANUEVA DEL PARDILLO A LA URBANIZACIÓN LAS CUESTAS (GALAPAGAR)**

PETICIONARIO: TRAGSA

Fecha:24/11/2021

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS..... | 2 |
| 2.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA. | 3 |
| 2.1.- GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL..... | 3 |
| 2.2.- HIDROGEOLOGÍA. | 6 |
| 2.3.- RIESGOS GEOLÓGICOS. | 8 |
| 3.- SISMICIDAD. | 9 |
| 4.- CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO DEL TERRENO. METODOLOGÍA DE TRABAJO..... | 10 |
| 4.1.- TRABAJO DE CAMPO. | 11 |
| 4.1.1.- SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN..... | 11 |
| 4.1.2.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA..... | 13 |
| 4.2.- TRABAJO DE LABORATORIO..... | 15 |
| 4.2.1.- ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO. | 15 |
| 4.2.4.- COMPONENTES SECUNDARIOS. | 16 |
| 5.- CARACTERÍSTICAS LITOGEO TÉCNICAS DEL TERRENO – UNIDADES DEFINIDAS. | 17 |
| 6.- CONCLUSIONES..... | 20 |
| 6.1.- TRAMO 1 PK (0.00 – 0.440) | 20 |
| 6.1.1.- RECOMENDACIONES TRAMO I. | 26 |
| 6.2.- TRAMO 2 (PK 0.440 -PK 2.000)..... | 27 |
| 6.2.1.- RECOMENDACIONES TRAMO 2. | 32 |
| 6.3.- COMPORTAMIENTO GEOMECÁNICO DE EXPLANADA. TRAMO I y II. | 32 |
| 6.4.- ESTABILIZACIÓN. | 34 |

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

El presente estudio geológico-geotécnico se ha realizado bajo la petición de TRAGSA, en la ctra. de Villanueva del Pardillo a la Urb. Las Cuestas de Galapagar.



Figura 1. Ctra. Las Villanueva del Pardillo-Urb. Las Cuestas. Fuente. IDEM CAM

El estudio tiene unos objetivos fundamentales:

- Definir un modelo geológico-geotécnico representativo del terreno en el ámbito del proyecto, evaluando las características geotécnicas del trazado de la ctra. actual.
- Determinar si existen riesgos geológico-geotécnicos de la zona que puedan incidir sobre el proyecto.
- Definir, analizar y clasificar la explanada existente y valorar el estado general del firme.
- Plantear las recomendaciones constructivas para el proyecto de mejora de la ctra.

2.- CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA.

2.1.- GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL.

La zona de estudio se ubica, desde el punto de vista geológico, dentro del conjunto de materiales terciarios que rellenan la cuenca de Madrid. La cuenca de Madrid forma parte del área centroseptentrional de la cuenca del Tajo, separada del Sistema Central por medio de una gran zona de fractura.

La individualización dentro del borde oriental del Macizo Hespérico del Sistema Central como bloque levantado, área fuente de los sedimentos detríticos, y de la cuenca del Tajo como zona de hundimiento, receptora de éstos y de los suministrados por la erosión de los demás relieves circundantes, se produjo a partir del Terciario Inferior como consecuencia de la reactivación alpina de los desgarres producidos durante las últimas etapas hercínicas en dicho macizo.

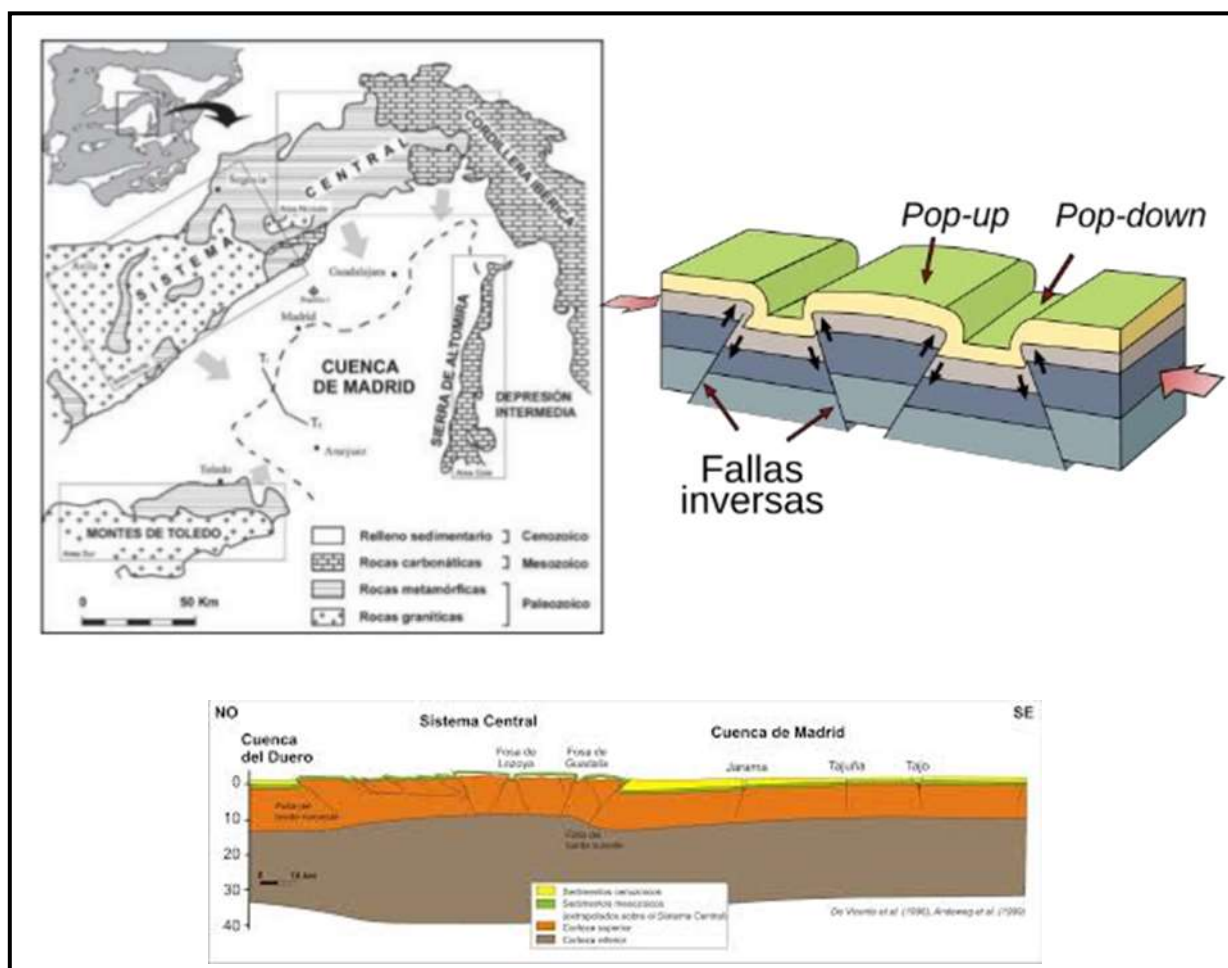


Figura 2. Cuenca de Madrid. Fuente varios.

El relleno de la cubeta está formado por depósitos continentales clásticos inmaduros arcosas, arcillas y carbonatos con sílex y sepiolita, yesos y margas yesíferas con niveles salinos, que afloran según bandas groseramente concéntricas hacia el interior de la cubeta, de acuerdo con el esquema clásico de distribución horizontal en una cuenca continental endorreica árida.

Este esquema se complica en la vertical debido a la existencia de episodios separados por discontinuidades internas.

Como consecuencia de la reactivación tectónica de los macizos montañosos adyacentes y los cambios climáticos a lo largo del terciario, en el subsuelo de Madrid aparecen tres episodios tectonosedimentarios, representados por tres unidades litoestratigráficas, genéticamente interrelacionadas y depositadas durante un mismo lapso de tiempo, bajo unas condiciones macroclimáticas comunes y separadas por discontinuidades.

Sobre los terrenos terciarios se instala la red hidrográfica actual, que se encaja progresivamente en sucesivos episodios de incisión, ensanche y relleno, dando lugar a un conjunto de terrazas escalonadas y glaciares, en los cursos principales de agua. Los arroyos tributarios, y los cursos intermitentes de agua desarrollados sobre las arcosas, dan lugar a amplias vaguadas, que son posteriormente rellenadas con depósitos aluviales y coluviales poco evolucionados y escasamente consolidados, procedentes de los materiales circundantes (arcosas), lo que implica una similitud en cuanto a su naturaleza textural.

En las zonas donde la expansión urbanística en las últimas décadas ha sido importante, es frecuente encontrar espesores considerables de rellenos antrópicos procedentes de la expansión urbanística del entorno.

El terreno investigado está constituido por los sedimentos detríticos neógenos comúnmente conocidos como “Facies Madrid” o Unidad Madrid, depósitos de borde de cuenca constituidos principalmente por arenas cuarzo-feldespáticas, tratándose de una monótona serie de arcosas con porcentajes variables de matriz principalmente arcillosa.

Existen dudas en cuanto a la posición estratigráfica de las capas más altas de esta serie pues algunos autores la atribuyen al Plioceno, basándose en criterios morfológicos.

Es una serie detrítica procedente del arrasamiento de la Sierra, la deposición es por arroyada (sheet flow) durante precipitaciones muy intensas e irregulares en un clima general árido.

La Unidad Madrid, queda geográficamente ubicada en la zona noroccidental de la provincia. Litológicamente incluye tres formaciones fundamentales. La primera de ellas se trata de una facies proximal a la Sierra con arenas gruesas y cantos más o menos alterados. La segunda formada fundamentalmente por arenas arcóscas con una matriz arcillosa en general poco abundante, y la tercera

de las formaciones corresponde a arenas arcillosas y limos arcillo-arenosos de tonalidades marrón claras a ocre en las zonas con mayor contenido en arenas, y tonalidades algo más oscuras en las áreas donde la presencia de arena es muy escasa (arenas tosquizas y toscos arenosos).

Hacia el SE de Madrid, el límite inferior de esta Unidad queda netamente definido, donde las arcillas con mayor o menor presencia de niveles de carbonatos reposan directamente sobre los niveles yesíferos.

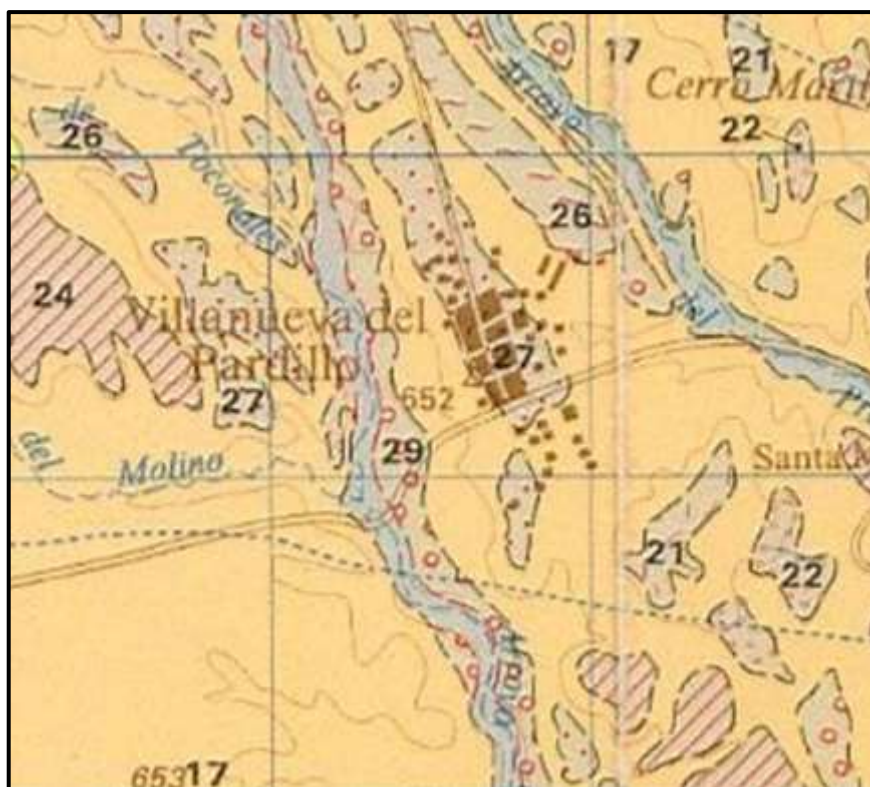


Figura 3. Hoja 558. MAGNA. Madrid. Fuente IGME.

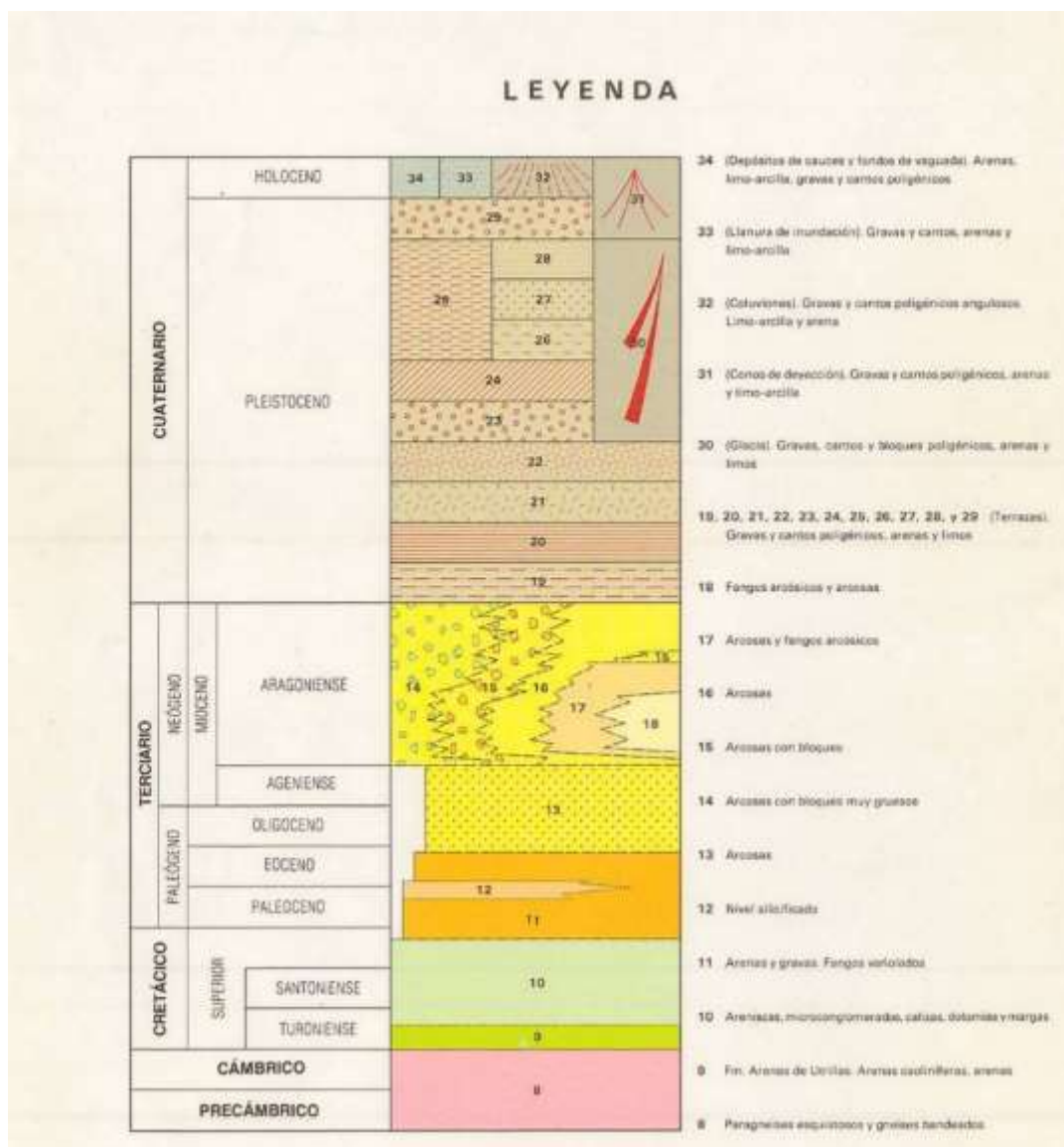


Figura 4. Leyenda. Hoja 559. MAGNA. Madrid. Fuente IGME.

2.2.- HIDROGEOLOGÍA.

La zona de estudio se encuentra en Unidad UH-3-05 (acuífero terciario).

La Unidad UH-3-05, se trata del acuífero más relevante de la Comunidad de Madrid, con una extensión que rebasa los 2600 km². Las formaciones que los forman están constituidas por arenas y arenas arcillosas con matriz limo-arcillosa. Su espesor puede alcanzar los 3000 m.



Figura 5. Unidades hidrogeológicas. Fuente. Atlas "El medio ambiente en la Comunidad de Madrid" CAM.

La zona de estudio se encuentra en Unidad UH-3-05 (acuífero terciario).

La Unidad UH-3-05, se trata del acuífero más relevante de la Comunidad de Madrid, con una extensión que rebasa los 2600 km². Las formaciones que los forman están constituidas por arenas y arenas arcillosas con matriz limo-arcillosa. Su espesor puede alcanzar los 3000 m.

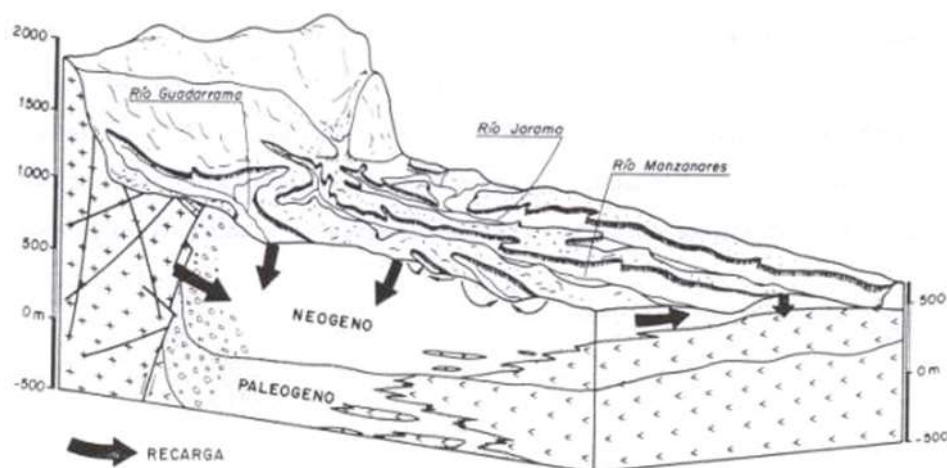


Figura 6. Esquema general del acuífero indicando las zonas de recarga. Fuente: López-Vera, F. (1994).

| Parámetro | Rango valores |
|--|-------------------------------------|
| Transmisividad (T) | 5-50 (m ² /d) |
| Permeabilidad | 0.1-0.3 m/día |
| Coefficiente de almacenamiento (S) | 10 ⁻⁵ – 10 ⁻¹ |
| Conductividad vertical (K _v) | 0,089 – 0,31 (m/d) |
| Conductividad horizontal (K _h) | 10 ⁻⁵ – 0,9 (m/d) |
| Cociente de anisotropía (K _v / K _h) | 10 – 1000 |
| Porosidad (m) | 1-20 % |

Tabla 1. Parámetros hidráulicos. Acuífero Terciario. Fuente CAM.

2.3.- RIESGOS GEOLÓGICOS.

A continuación, se detallan algunos aspectos generales de los riesgos geológicos que pueden tener una especial incidencia a los fines del estudio.

Riesgo por hundimiento: No existe riesgo de hundimiento en el ámbito del proyecto.

Riesgo por expansividad: El peligro que conlleva la expansividad afecta exclusivamente a suelos cohesivos de naturaleza arcillosa, cuando su textura se ve alterada por diferencias en la concentración de humedad. Para el actual proyecto el riesgo de expansividad de los suelos detectados se considera nulo dado el alto porcentaje de la fracción granular de los suelos.

Riesgo por Agresividad del suelo: En base a los datos obtenidos se debe considerar un ambiente no agresivo para los suelos, y por tanto, no es necesario la utilización de hormigones sulforresistentes.

| SUELO | GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE 83.962 | > 200 | (*) | (*) |
|-------|---|-------------|--------------|---------|
| | IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco), según UNE 83.963 | 2000 - 3000 | 3000 - 12000 | > 12000 |

Tabla 2 Clasificación de la agresividad química suelos. Fuente EHE 98.

Excavabilidad: Los terrenos afectados por el presente estudio, son fácilmente excavables mediante medios convencionales.

3.- SISMICIDAD.

En el presente apartado se considera la influencia de los fenómenos sísmicos en el proyecto.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica de la figura adjunta. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad g , la aceleración sísmica básica a_b , -un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno- y el coeficiente de contribución K , que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto. La parcela se localiza en una zona de bajo riesgo sísmico.



Figura 7. Mapa de peligrosidad sísmica. Fuente IGME.

4.- CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO DEL TERRENO. METODOLOGÍA DE TRABAJO.

Previamente a dimensionar la campaña de investigación se procedió a recopilar la información o documentación existente sobre la zona a investigar. Los documentos consultados fueron los siguientes:

- Mapa Geológico de España (MAGNA) del IGME, escala 1/50.000 correspondiente a Majadahonda, hoja 558
- Mapa Geotécnico de España, a escala 1/200.000.
- Mapa Hidrogeológico de España, a escala 1/200.000, correspondiente a Madrid, hoja nº 45.
- Síntesis Geotécnica de los Suelos de Madrid y su Alfoz. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones. Dirección General de Infraestructura del Transporte. Madrid 1985.
- J.P. Calvo Sorando, S. Ordóñez, M. Hoyos y M.A. García del Cura (1984) Caracterización sedimentológica de la unidad intermedia del Mioceno en Madrid.
- Sobre los sistemas y parámetros geotécnicos de diseño en la ampliación del metro de Madrid. Carlos Oteo Mazo, José M^a Rodríguez Ortiz y Felipe Mendaña Saavedra.

En el dimensionamiento de la campaña se ha tenido en cuenta el objetivo del estudio y el presupuesto disponible.

Teniendo en cuenta todos los condicionantes, se han realizado un total de 4 sondeos mecánicos a rotación y 3 ensayos de penetración dinámica continua (tabla 3 y 4).

| SONDEO | PROFUNDIDAD |
|--------|-------------|
| SR-1 | 0,95 |
| SR-2 | 1,00 |
| SR-3 | 1,20 |
| SR-4 | 1,45 |

Tabla 3. Profundidad sondeos

| PENETRÓMETRO | PROFUNDIDAD |
|--------------|-------------|
| PD-1 | 3,00 |
| PD-2 | 1,60 |
| PD-3 | 3,00 |

Tabla 4. Profundidad penetrómetros

4.1.- TRABAJO DE CAMPO.

4.1.1.- SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN.

SONDA: CEFRE D-106



Fotografía 1. Sonda empleada.

La perforación se realiza con batería sencilla tipo B y corona de widia, con un diámetro de 86 mm y 101 mm.

Durante la perforación y en el interior de los sondeos se efectúan ensayos de penetración estándar (SPT)

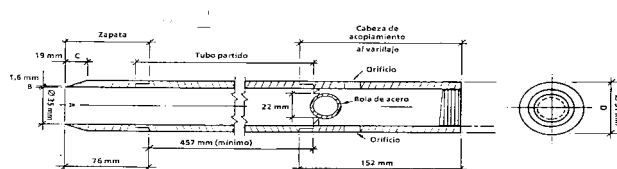


Figura 8 SPT (estándar penetración test). Fuente AENOR. UNE 103.800:92.

Testificación de Sondeos.

Durante la realización de los sondeos se lleva a cabo la testificación del testigo obtenido. Se han seguido los criterios del Sistema Unificado de Clasificación de suelos.

En las descripciones se indica el tipo de suelo en función del tamaño de sus partículas.

| | | | | | | | |
|----------------------|-------|------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 0,002 | 0,074 | 0,42 | 2 | 4,75 | 19,1 | 100 | BOLOS |
| | | FINA | MEDIA | GRUESA | FINA | GRUESA | |
| ARCILLA | LIMO | ARENA | | | GRAVA | | |
| SUELOS DE GRANO FINO | | SUELOS DE GRANO GRUESO | | | | | |

Tabla 5. Clasificación de las partículas de suelo por su tamaño (mm). Fuente elaboración propia.

Las fracciones secundarias, lo que se conoce como matriz, se indica con los siguientes términos:

| DESCRIPCIÓN | PROPORCIÓN % EN PESO |
|----------------|----------------------|
| Indicios | 5 a 10 |
| Algo | 10 a 20 |
| Bastante | 20 a 35 |
| sufijo oso/osa | 35 a 50 |

Tabla 6. Fracciones secundarias. Fuente elaboración propia.

Así mismo, se aportan datos del color y la densidad relativa, utilizando para esta ultima los datos de del SPT.

| DENSIDAD | GOLPEO SPT (N_{30}) |
|--------------------|-------------------------|
| Muy flojo | < 4 |
| Flojo | 5 a 10 |
| Medianamente denso | 11 a 30 |
| Denso | 31 a 50 |
| Muy denso | < 50 |

Tabla 7. Densidad relativa en función del ensayo SPT. Fuente elaboración propia.

Los registros de estos sondeos se adjuntan en el apartado anexos de este documento.

4.1.2.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA.

Los ensayos de penetración dinámica continua se han realizado con un equipo automático tipo DPSH. La mecánica del ensayo de penetración dinámica consiste en la hincada de un tren de varillas mediante el golpeo de una maza, contabilizando el número de golpes necesarios para atravesar 20 cm del terreno.

Con estos datos (N_{20}) se pueden cuantificar las tensiones admisibles de los suelos para diferentes profundidades. El ensayo se da por finalizado cuando se obtiene el rechazo a la penetración ($N_{20} > 75$) o bien las resistencias obtenidas son suficientes para los requerimientos del proyecto.

Este tipo de prospección tiene como objetivo evaluar la compacidad del suelo, investigar la homogeneidad o anomalías del subsuelo y comprobar la situación en profundidad del estrato competente de cimentación.

Peso de la maza 63.5 Kg

- Altura de caída 0.75 m
- Diámetro del varillaje 32 mm
- Peso del varillaje 6.3 Kg/mli
- Puntaza cuadrada 4*4 cm - cónica
- Gato extractor 10 t
- Peso 700 kg
- Dimensiones 2.90 m x 0.90 m



Fotografía 2. Equipo DPSH.

Con este tipo de prospección, sólo pueden obtenerse datos de resistencia in situ del terreno, no pudiéndose identificar la naturaleza real del terreno, ya que no se obtiene testigo alguno durante la ejecución del ensayo, sin embargo, cuando se tiene conocimiento de la litoestratigrafía del subsuelo y los condicionantes del proyecto lo permiten, es un método factible y rápido, para la definición de las tensiones admisibles.

Para calcular la carga de hundimiento de los terrenos del subsuelo, a partir de los resultados de la hincada existen diferentes fórmulas. Las más utilizadas son las teorías de Caquot – L'Herminier.

La expresión viene dada por:

$$R_p = P_m^2 * h / (P_m + P_v) * S * d \quad (1)$$

- R_p = Resistencia dinámica de punta en kg/cm².

- P_m = Peso de la maza (63,5 kg).
- P_v = Peso que carga sobre la puntaza.
- h = altura de caída (75 cm).
- S = superficie de la puntaza (16 cm²).
- d = avance de penetración por cada golpe 20 cm/ N_{20} .
- N_{20} = golpes cada 20 cm de penetración.

A partir del resultado de múltiples experiencias, se deduce, que para obtener la carga de hundimiento (resistencia correspondiente a una carga estática en punta) se divide por 20 la resistencia dinámica obtenida mediante la expresión (1) y se aplica un coeficiente de seguridad en función de la naturaleza del terreno.

Los datos de resistencia del terreno quedan reflejados en los diagramas que se adjuntan en los anexos.

4.2.- TRABAJO DE LABORATORIO.

El trabajo de laboratorio ha consistido en una serie de ensayos, que pueden agruparse en:

4.2.1.- ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y ESTADO.

Los ensayos de identificación nos definen la granulometría, tamaño y estudio de forma del suelo. La granulometría o estudio de los distintos tamaños que componen un suelo se realizan en base a clasificaciones de tamaños normalizados.

El análisis granulométrico por tamizado (UNE –103.101/95) se realiza tamizando o cribando una determinada cantidad de suelo, en peso, a través de una serie de tamices, pesándose el porcentaje retenido en cada uno de ellos. Conocido lo retenido en cada tamiz, se puede obtener el tanto por ciento de partículas de diámetro inferior al considerado en cada caso.

Los Límites de Atterberg, (UNE 103.103/94 - 103.104/94) determinan las humedades características de las partículas finas, definiéndose al Límite Líquido como la humedad necesaria para que el suelo pase de un estado plástico a un estado fluido, y al Límite Plástico a la humedad necesaria para que el suelo pase de un estado semisólido a un estado plástico. El Índice de Plasticidad se define como la diferencia entre el L.Líquido y el L.Plástico.

Con los datos obtenidos se clasifican los suelos, según la clasificación unificada U.S.C.S, la clasificación H.R.B revisada y adoptada por la AASHTO como norma M-145, y la clasificación del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3/75, actualmente en revisión.

Clasificación HRB

La evaluación de los suelos dentro de cada grupo se realiza por medio de un índice de grupo, que es un valor calculado a partir de una ecuación empírica. El comportamiento geotécnico de un suelo varía inversamente con su índice de grupo, es decir que un suelo con índice de grupo igual a cero indica que es material “bueno” para la construcción de carreteras, y un índice de grupo igual a 20 o mayor, indica un material “muy malo” para la construcción de carreteras.

Los suelos clasificados dentro los grupos A-1, A-2 y A-3 son materiales granulares de los cuales 35% o menos de las partículas pasan a través del tamiz Nº 200. Los suelos que tienen más del 35% de partículas que pasan a través del tamiz Nº 200 se clasifican dentro de los grupos de material fino A-4, A-5, A-6 y A-7. Estos suelos son principalmente limo y materiales de tipo arcilla.

El estado natural del suelo viene definido por el contenido de **humedad natural** (UNE-103.300/93), que se obtiene mediante el secado en estufa de una fracción de la muestra, calculando la pérdida de peso en agua.

4.2.4.- COMPONENTES SECUNDARIOS.

Contenido en Materia orgánica. (UNE-103-204/93). Para la determinación del contenido en materia orgánica oxidable de un suelo, se ha utilizado el método del permanganato potásico.

Determinación del contenido en sales solubles, según norma NLT-114/99. La determinación del contenido de las sales de los suelos se determina pesando el residuo, obtenido por evaporación, de una cantidad proporcional del extracto acuoso del mismo.

5.- CARACTERÍSTICAS LITOGEOTÉCNICAS DEL TERRENO – UNIDADES DEFINIDAS.

Los terrenos que constituyen el substrato natural y por tanto la explanada natural de la vía, están representados por formaciones identificadas como “facies Madrid”. Se trata de potentes series de arenas arcósicas con una génesis asociada a abanicos aluviales mesozoicos.

En general, de forma tradicional, utilizando una terminología geotécnica estos depósitos arcósicos se diferencian en cuatro grupos atendiendo al porcentaje de finos que pasan por el tamiz nº 200. Estas unidades engloban formaciones bajo criterios básicamente geotécnicos, dado que coexisten en un mismo grupo formaciones con claras diferencias cronoestratigráficas y de diferente significado litoestratigráfico, pero desde un punto de vista práctico resulta adecuado su uso:

| Material | Pases tamiz 200 |
|----------------|-----------------|
| Arena de miga | < 25 % |
| Arena tosquiza | 25 – 40 % |
| Tosco arenoso | 40 – 60 % |
| Tosco | > 60 % |

Tabla 8. Clasificación geotécnica de las Facies Madrid. Fuente varios.

Las muestras analizadas que constituyen la explanada que soporta el firme presentan las siguientes características

En la siguiente figura se ha representado el porcentaje de finos de las muestras ensayadas, se puede apreciar como el rango de finos predominante en el conjunto de los suelos es el comprendido entre el 15% -25%. En las curvas granulométricas representadas en la figura 10 se aprecia una gran similitud entre las tres muestras.

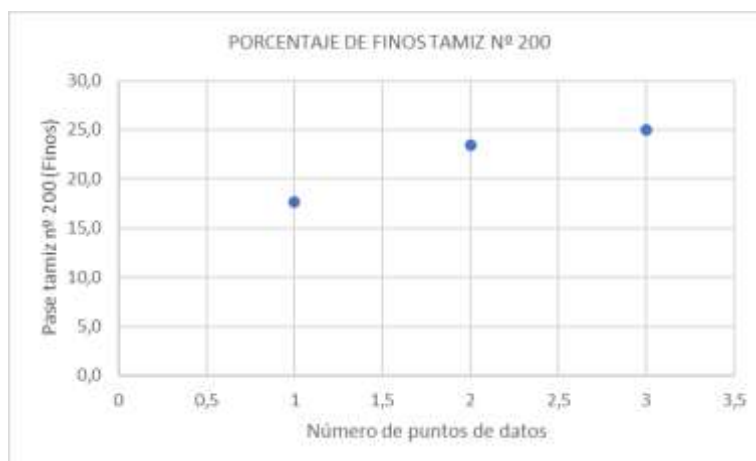


Figura 9. Porcentaje de finos de las muestras ensayadas.

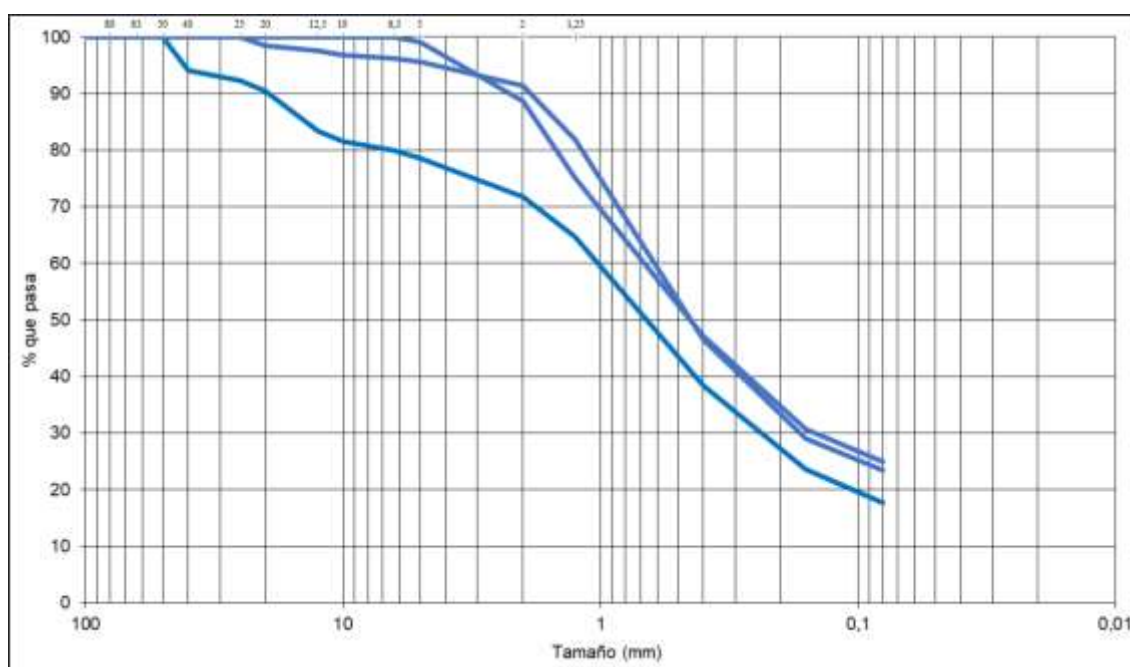


Figura 10. Curvas granulométricas. Fuente elaboración propia.

la plasticidad es baja en dos de las muestras y algo alta en la tercera, esta última se asocia a un mal drenaje y acumulación de agua, produce que los feldespatos, que junto a al cuarzo constituyen los componentes mayoritarios de estas arenas, se alteren y como consecuencia aumente la plasticidad del suelo.

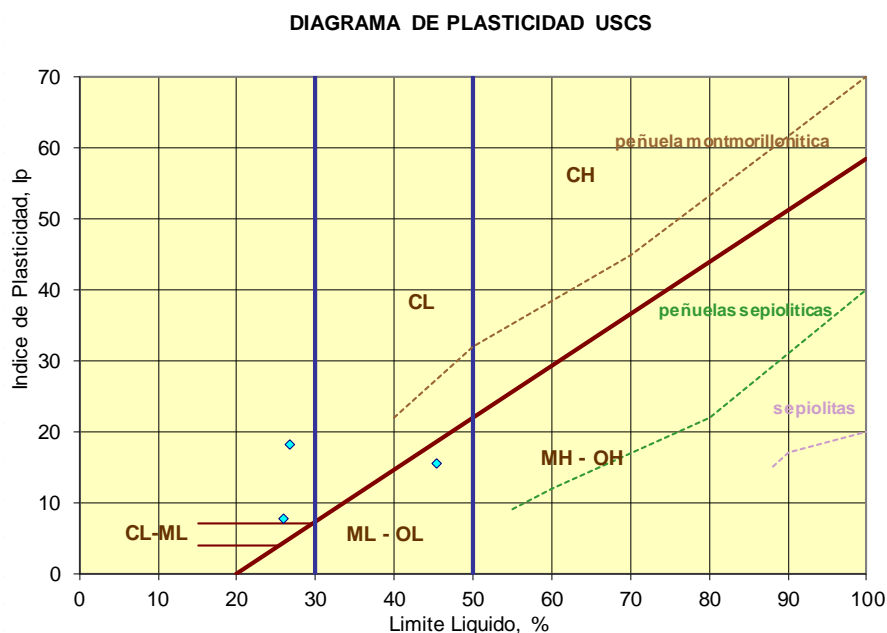


Figura 11. Diagrama de Plasticidad del USCS. Fuente elaboración propia.

Clasificación según U.S.C.S. y AAHSTO (HRB).

Las muestras analizadas se clasifican en su totalidad como SM y SC (Arenas con matriz de arcilla y limo) según la U.S.C.S.

La clasificación AAHSTO, le atribuye un índice de grupo a estos suelos de 1 y grupos A-2-7 y A-2-4.

Clasificación según PG3

Según criterios de plasticidad se trata de suelos adecuados y tolerables.

Parámetros de estado.

Se puede estimar una densidad seca y aparente del orden 1.85 g/cm^3 y 1.95 g/cm^3 respectivamente. Con una humedad natural (w) que varía del 10 % al 15% según los resultados obtenidos.

Parámetros efectivos.

En base a los ensayos realizados y a la naturaleza del terreno, Los parametros de cohesión y ángulo de rozamiento interno que podemos asignar a estos suelos son:

Ángulo de rozamiento $\phi=36^\circ$ $c = 0.00 \text{ kg/cm}^2 - 0.05 \text{ kg/cm}^2$.

6.- CONCLUSIONES

Actualmente la carretera presenta un firme muy deteriorado, en el que se han acometido actuaciones de mejora puntuales mediante un parcheados de hormigón y aglomerado.

Desde el inicio de la carreta, tomando como PK 0.000 la calle río Miño, el firme denota un claro deterioro y numerosos parcheados, correspondientes a las diferentes actuaciones que se han ido llevando a cabo en esta vía a lo largo del tiempo. Según las observaciones realizadas estas diferentes actuaciones tienen distintas respuestas en firme. Por un lado por el factor tiempo, es decir, según la antigüedad del parche, y por otro, si dicho parcheado se acometió de forma acertada compactando o no previamente a la colocación del hormigón, o si esta compactación fue deficiente. Así mismo otros factores como el mal drenaje pueden contribuir a que en unas zonas estas soluciones no sean tan efectivas como en otras etc.

A partir de los puntos investigados y el estado del firme y el número de parcheados existentes, y sobre todo de su estado, se ha realizado una zonificación dentro del vial. Diferenciando dos tramos.

Antes de analizar cada tramo, comentar que, de forma generalizada a toda la vía, la capa asfáltica presenta, por un lado, una heterogeneidad en cuanto a espesores y una mala calidad en origen, y por otro, un claro deterioro por uno de los fenómenos que contribuyen en mayor medida al deterioro de las mezclas asfálticas, “el envejecimiento”, el cual se caracteriza principalmente por un endurecimiento del betún. Los mecanismos del deterioro son tanto físicos o mecánicos con fracturación por fatiga, como químicos (volatilización y la oxidación) sin dejar de lado los factores ambientales.

Con respecto a los espesores del aglomerado, aunque variable, podemos establecer una horquilla entre 4-8 cm.

6.1.- TRAMO 1 PK (0.00 – 0.440)

En este tramo se incluye el trazado que de forma más continua muestra un estado más desfavorable.

Tiene una longitud aproximada de 440 m.

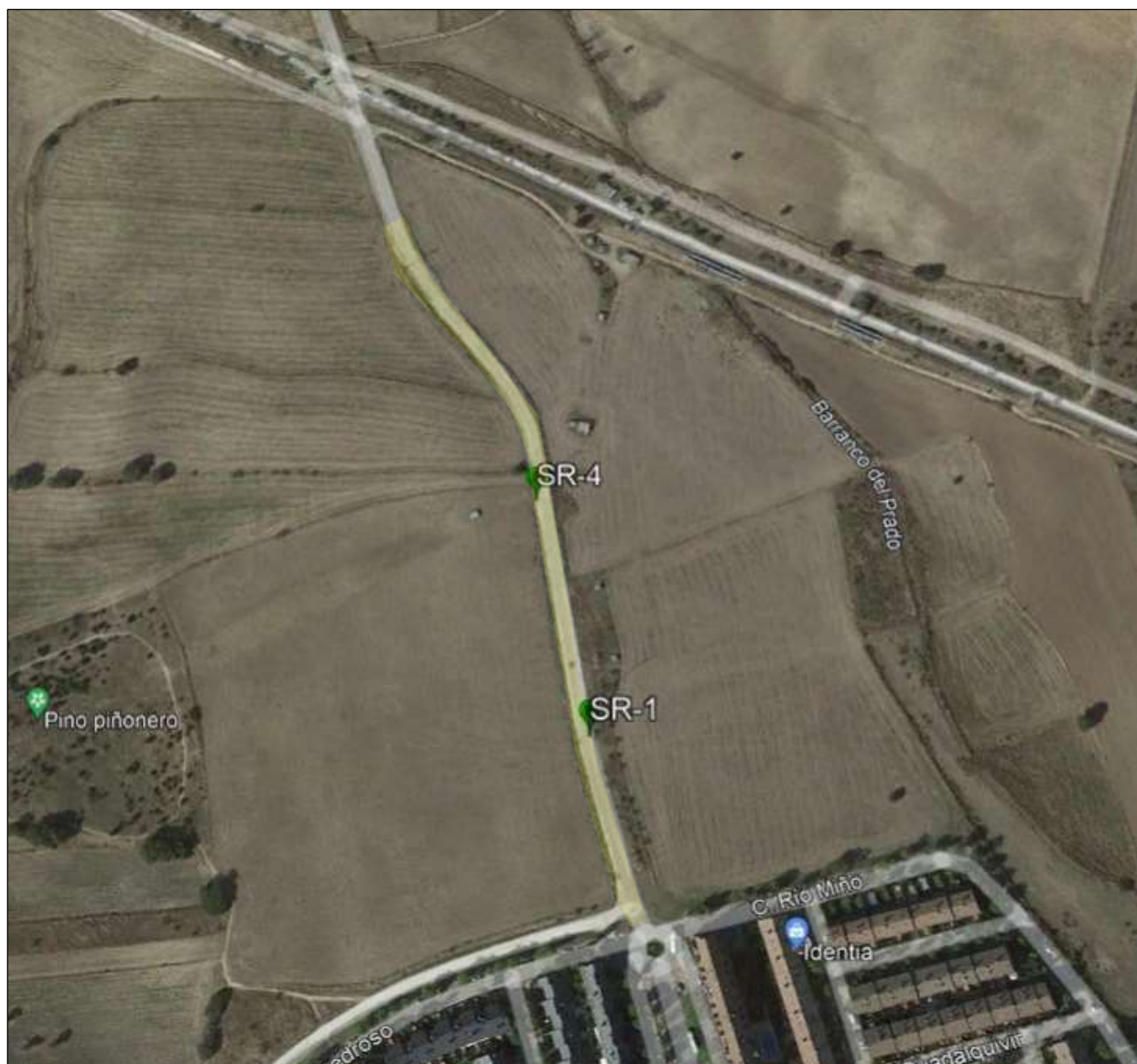


Figura 12. Ubicación sondeos SR-1 y SR-4.

En las siguientes fotografías (1-9) ubicadas en el plano que se adjunta a continuación, se puede observar un acentuado deterioro del firme, así como un gran número de parcheados en mal estado (siendo más relevante esto último), lo que evidencia que esta zona ha experimentado una mayor degradación. En general, este tramo presenta en muchas zonas unas cunetas pronunciadas que ante una ausencia de drenaje, que unido a la topografía, ha provocado que se acumule el agua de escorrentía filtrándose bajo el firme, unido probablemente a un deficiente estado del camino primitivo sobre el que no se actuó previamente, y en general a una mala ejecución del firme.

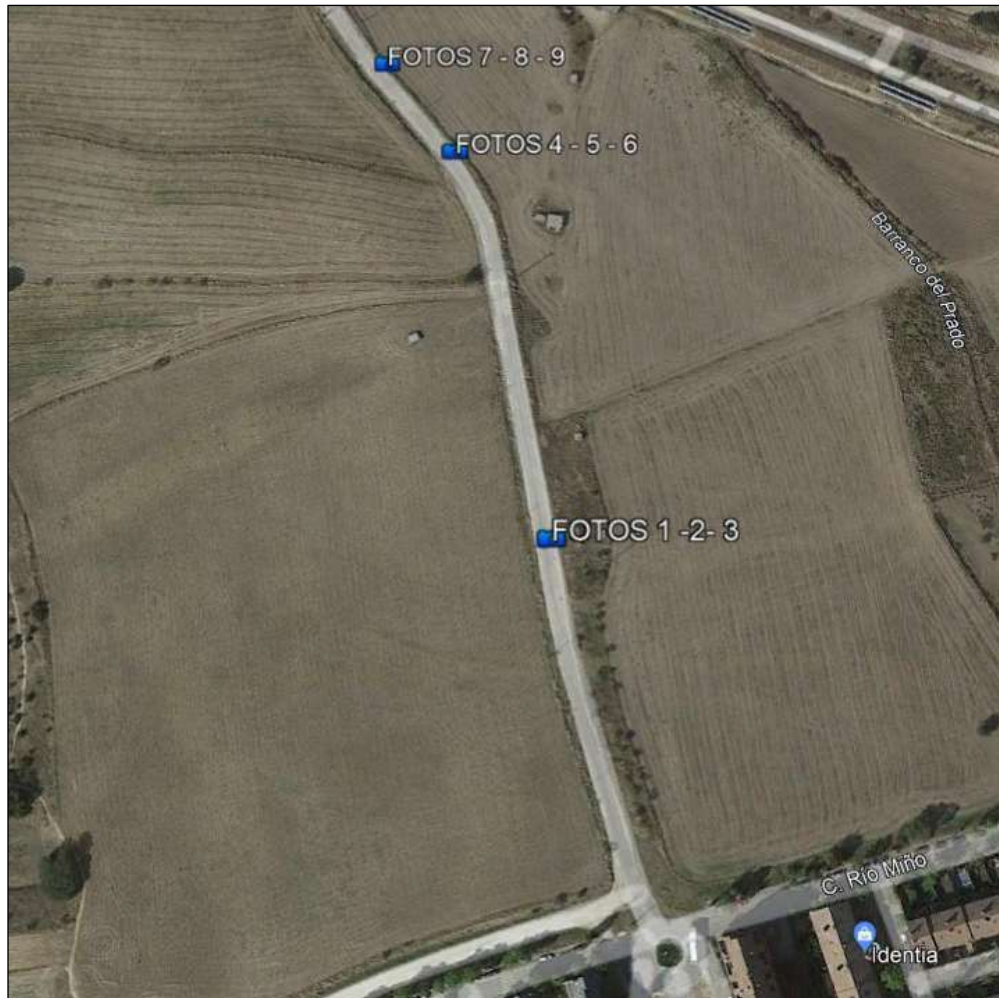


Figura 13. Ubicación fotografías.



Fotografía 1.



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5



Fotografía 6



Fotografía 7



Fotografía 8



Fotografía 9

En este tramo se han llevado a cabo dos sondeos, en los que se han obtenido resultados muy dispares.

SR-1

Este sondeo se ha realizado sobre un parche de hormigón, que por su estado, parece corresponder a una actuación más o menos reciente.

El hormigón en superficie no muestra evidencias de deterioro superficial y tiene un espesor de 0.20 m. Esta colocado sobre una explanada constituida por una arena con algo a bastante de arcilla, con fragmentos de roca en los primeros 20 cm, que por el golpeo obtenido en el ensayo del SPT, (7-9-10-13), y a partir de una correlación (figura adjunta), se puede estimar un CBR de 8, por lo que se alcanzaría una explanada E-1 en lo referente a la capacidad portante. Con respecto al material que constituye la explanada, a falta del resultado de laboratorio, se trata de una arena con matriz arcillosa (arenas arcósicas).

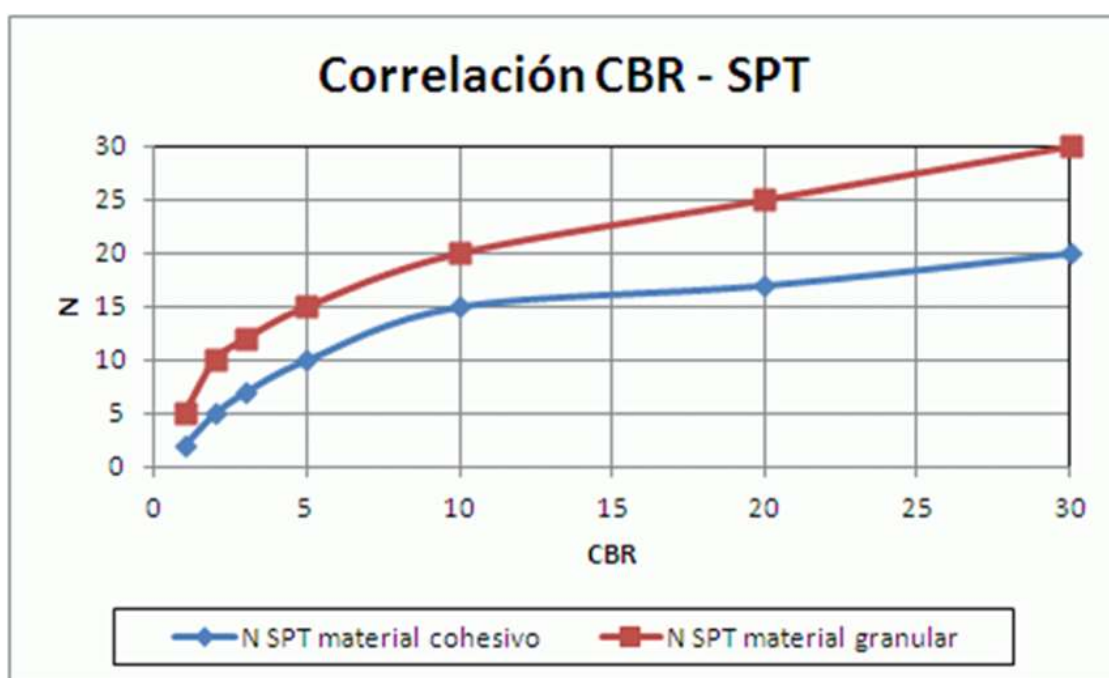


Figura 14. Correlación CRB-SPT. Fuente Instrucción para el diseño de firmes de la red de carreteras de Andalucía. Junta de Andalucía, Consejería de obras públicas y transporte. 2007.

SR4

Este sondeo dista mucho del anterior, en lo referente a la compacidad de la explanada. En este punto el golpeo del SPT (2-3-4-4) es muy bajo. Aunque se trata de una arena similar, esta presenta una elevada humedad. El espesor del hormigón es similar, lo que lleva a considerar que los parcheados tienen un espesor de hormigón del orden de 20 cm. A diferencia del anterior sondeo el hormigón si muestra pérdidas de cemento en superficie y algunas coqueras en profundidad, indicando más antigüedad y una probable peor ejecución y menor calidad en del hormigón.

6.1.1.- RECOMENDACIONES TRAMO I.

Aunque se trata de ensayos puntuales no resulta aventurado considerar que este tramo puede presentar zonas blandas que pueden generar asentamientos de las capas de firme si no se adoptan mejoras en la explanada. Así mismo, es importante una cuneta revestida y que las aguas sean canalizadas fuera de la explanada.

Como recomendación, antes de colocar la capa mejorada por estabilización, sería necesario compactar la explanada existente al menos en dos tongadas de 25 cm o una tongada de 45 cm, compactada al 98% del proctor modificado de referencia.

Los terrenos existentes, tanto bajo el aglomerado primitivo como bajo los diferentes parcheados, no son de mala calidad. Una vez se realicen los ensayos se podrá indicar una clasificación más exacta, pero es probable que en muchos aspectos se comporten como un suelo adecuado.

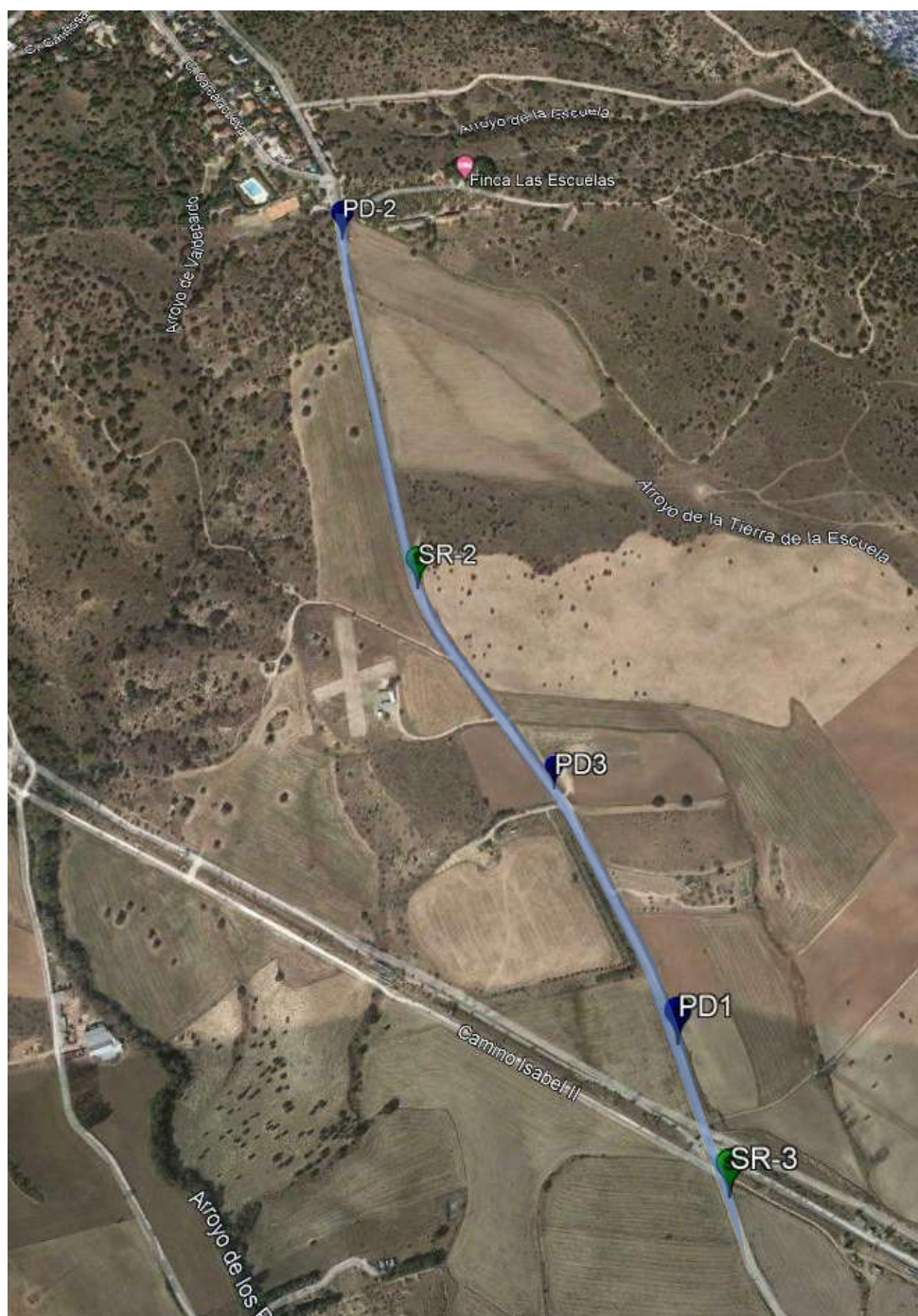
Como se ha comentado todo el terreno existente es favorable y no es necesario aporte externos de préstamos. Hay que considerar que en las zonas desfavorables la baja compactación alcanza 1,20 m. Es cierto que se ha generalizado a partir de un ensayo pero se reitera en el hecho de que hay evidencias en el estado de la vía que indican que estas zonas blandas no sean puntuales, como sí lo son en el tramo 2, como apuntaremos a continuación

Si no se actúa en las zonas más blandas hay un riesgo de asentamientos en las capas mejoradas por estabilización.

Así mismo, se reitera la importancia de un drenaje adecuado de las aguas y un correcto funcionamiento de las cunetas.

6.2.- TRAMO 2 (PK 0.440 -PK 2.000).

Este tramo se corresponde con el resto del trazado de la vía (en torno a 1560 m.).



A diferencia del primero aunque, muestra claras evidencias de deterioro en el firme asfáltico, y existencia de parcheado, el estado general, tal como muestran las fotografías (15-16-17), es más homogéneo.



Figura 15. Ubicación fotografías.



Fotografía 15



Fotografía 16



Fotografía 17

Existen zonas que muestran un aspecto más desfavorable como se aprecia en las siguientes fotografías, ubicadas en el plano adjunto. Si bien, representan una menor superficie, en torno a 50 m. para la zona mostrada en la fotografía 14, y en torno a 70-100 m. para las demás zonas indicadas en las fotografías 10-11-12-13-14.



Figura 16. Ubicación fotografías.



Fotografía 10



Fotografía 11



Fotografía 12



Fotografía 13



Fotografía 14

Desde un punto de vista geológico hay cierta variación en las facies que encontramos a lo largo del trazado, en el tramo 1 hay una mayor influencia de los arroyos que flanquean el vial y hay formaciones miocenas constituidas por depósitos arcóscicos (Facies Madrid), conforme se avanza en el vial, ya dentro del que hemos denominado tramo 2, se pasa a formaciones con numerosos cantos de cuarzo y granito, más asociadas a “facies de borde” o al menos con rasgos que denotan su proximidad, dado que en la urbanización se han descrito la presencia de bloques, siendo estas formaciones más groseras de transición al substrato granítico.

Estas diferencias litológicas del substrato tienen reflejo en la expanda y por tanto, este factor litogeológico influye en sus características y comportamiento.

La naturaleza del terreno es similar al tramo anterior pero con una mayor presencia de cantos y fragmentos de roca.

En este tramo se han realizado tres ensayos de penetración dinámica continua y dos sondeos, que se analizarán en el apartado 6.3 del presente informe.

6.2.1.- RECOMENDACIONES TRAMO 2.

En este tramo en principio no es necesaria una actuación previa, aunque hay que tener en cuenta que se han hecho ensayos puntales, si bien, tal y como se comenta en el tramo 1, pero en sentido contrario, en este tramo 2 hay evidencias de un mejor comportamiento de la explanada. Únicamente en las zonas señaladas se tendrá que reforzar la explanada mediante una compactación previa o al menos garantizar el drenaje de las aguas de escorrentía.

6.3.- COMPORTAMIENTO GEOMECÁNICO DE EXPLANADA. TRAMO I y II.

La capa sobre la que asienta la capa asfáltica está formada por suelos de la zona, arenas con mayor o menor porcentaje de arcilla y mayor densidad de cantos, que puede responder, como se ha mencionado anteriormente, a un factor geológico.

En muchos casos esa primera capa está bien compactada o bien al tratarse de antiguo camino ya estaría compactada por el paso del tiempo antes de poner el firme actual.

Ensayos de penetración dinámica continua.

En la siguiente figura se han representado los tres ensayos (que se localizan en el tramo I).

En el penetrómetro 2 y 3 la explanada y el substrato natural presentan una elevada compacidad y por tanto una capacidad portante adecuada, que si atendemos a la correlación SPT-CBR, considerado la equivalencia entre el N_{20} y N_{30} del penetrometro y SPT respectivamente, se puede hablar en algunas zonas, considerando la capacidad portante, incluso de una explanada E-2.

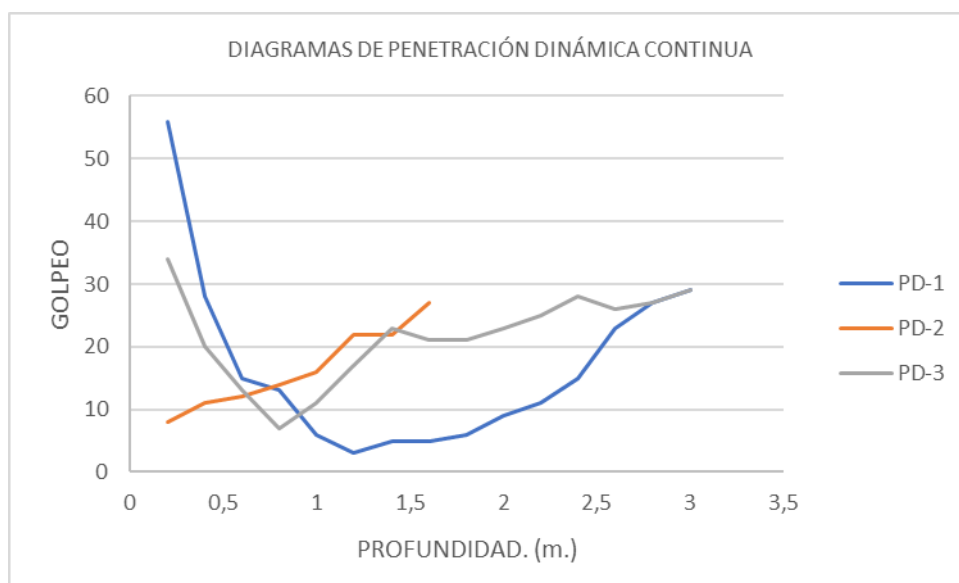


Figura 17. Golpeos. Ensayos de penetración dinámica continua.

El Penetrometro 1 es algo más desfavorable, dado que presenta una pérdida de resistencia en profundidad, si bien, no es tan significativa como en el sondeo 4 del tramo 1, y por el resto de los puntos investigados y las características más homogéneas, puede tratarse de zonas puntuales.

Otro dato significativo es el golpeo obtenido al atravesar el aglomerado asfáltico. En la tabla adjunta, se puede comprobar como el golpeo en los primeros 20 cm es variable, lo que es un indicativo de la heterogeneidad en el estado de la capa asfáltica. Así mismo los espesores como se señalaba anteriormente, son también variables, estando en alguno caso por debajo de 4 cm.

| PENETRO 1 | |
|-------------|-----------------|
| profundidad | N ₂₀ |
| 0,2 | 56 |

| PENETRO 2 | |
|-------------|-----------------|
| profundidad | N ₂₀ |
| 0,2 | 8 |

| PENETRO 3 | |
|-------------|-----------------|
| Profundidad | N ₂₀ |
| 0,2 | 34 |

Tabla 9, Golpeo de la capa asfáltica.

Con respecto a los sondeos, en los ensayos de SPT realizados se obtienen unos golpesos que reflejan una compacidad adecuada en la explanada.

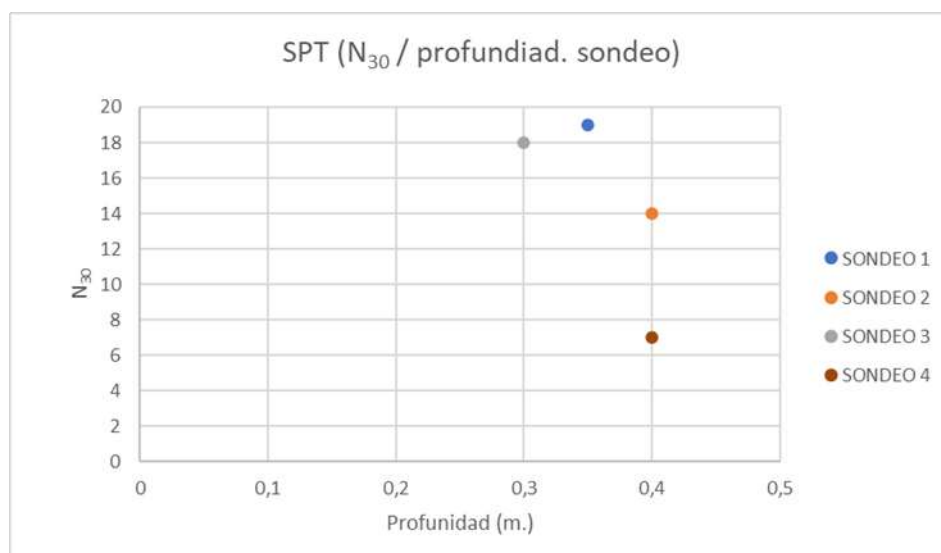


Figura 18. SPT. Sondeos.

Hay que señalar que en un sondeo, bajo el firme, se detectó una capa con restos cerámicos. Aunque no es descartable que pudieran aparecer en algún otro punto, Puede tratarse de un caso puntual y deberse a una zona del antiguo camino que estuviera reforzada con escombros, como práctica habitual en zonas rurales.



Fotografía 3. SPT. Ensayo de resistencia in situ realizado en el SR-2.

6.4.- ESTABILIZACIÓN.

En lo referente a la idoneidad de los materiales existentes para su estabilización, la naturaleza textural de los suelos que forman la explanada y los parámetros químicos obtenidos (materia orgánica y sales solubles) clasifican estos suelos arenosos como aptos para su estabilización. La respuesta a la estabilización del aglomerado asfáltico una vez se mezcle este con la explanada existente no ha sido objeto de este estudio.

En cualquier caso, será el autor del proyecto el que deberá tomar todas las medidas y soluciones que crea más oportunas en base a lo expuesto en el presente informe geotécnico.

BIOTOPO CONSULTORES S.L. tiene establecida la política de mantener una estricta confidencialidad sobre la información y datos de los clientes a los que tenga acceso en la prestación de sus servicios, la aplicación de esta política obliga a todo el personal de BIOTOPO CONSULTORES S.L., a mantener una absoluta confidencialidad sobre toda la información obtenida en el desempeño de sus tareas, acerca de las actividades de sus clientes y organismos relacionados con los trabajos realizados.

El presente informe no puede reproducirse parcial, ni totalmente, sin la aprobación de BIOTOPO CONSULTORES S.L. y del cliente.

El presente informe consta de 35 páginas, numeradas de la 1 a la 35 correlativamente.

Madrid, 26 de noviembre de 2021.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'E' followed by a horizontal line.

Juan Manuel Sanchez -Casas Padilla.

Eva María Fernández Mellado.

Director Técnico.

Lda. C.C. Geológicas.

Ldo. C.C. Geológicas. Col nº 7436.

Col nº 7667.

INDICE ANEXOS

| | |
|--|----------|
| ANEXO 1. REGISTROS SONDEOS. | 1 |
| ANEXO 2. REGISTROS ENSAYOS DPSH. | 2 |
| ANEXO 3. ENSAYOS LABORATORIO. | 3 |

ANEXO 1. REGISTROS SONDEOS.



FICHA DE SONDEOS

OBRA: PROYECTO DE MEJORA DE LA CTRA.
VILLANUEVA DEL PARDILLO-CUESTAS
PETICIONARIO: TRAGSA

S-1 S-2 S-3 S-4

INCLINACION: 90°

INICIO: 10-11-21

FINAL: 10-11-21

SUPERVISOR:

SONDEO N° 1

| PROFUNDIDAD METROS | ESPESOR ESTRATO | COLUMNA LITOLOGICA | Ø (mm) | TOMA DE MUESTRAS TIPO | COTAS (m) | N ₃₀ S.P.T. | NATURALEZA DEL TERRENO | PASE # 200 | LIMITE LIQUIDO | INDICE PLAST. | CLASIFIC. U.S.C.S. | C.SIMPLE (MPa) | HUME. NATUR. | ρ (t/m ³) | NIVEL FREAT. |
|--------------------|-----------------|--------------------|--------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------|----------------|---------------|--------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 0.25 | 0.25 | | | | | | HORMIGÓN. PARCHE | | | | | | | | |
| 0.40 | 0.15 | | 86 | | | | ARENA MEDIA | | | | | | | | |
| | >0.55 | | | SPT | 0.35-0.95 (7-9-10-13) | 19 | ARENA MEDIA A GRUESA | | | | | | | | |
| 0.95 | | | | | | | FIN DE SONDEO A 0.95 m. | | | | | | | | |

SONDEO N° 2

| PROFUNDIDAD METROS | ESPESOR ESTRATO | COLUMNA LITOLOGICA | Ø (mm) | TOMA DE MUESTRAS TIPO | COTAS (m) | N ₃₀ S.P.T. | NATURALEZA DEL TERRENO | PASE # 200 | LIMITE LIQUIDO | INDICE PLAST. | CLASIFIC. U.S.C.S. | C.SIMPLE (MPa) | HUME. NATUR. | ρ (t/m ³) | NIVEL FREAT. |
|--------------------|-----------------|--------------------|--------|-----------------------|----------------------|------------------------|---|------------|----------------|---------------|--------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 0.10 | 0.10 | | | | | | AGLOMERADO ASFÁLTICO | | | | | | | | |
| 0.40 | 0.20 | | | MA | 0.14-0.40 | | ARENA MEDIA CON ALGO DE ARCILLA | 17.7 | 25.9 | 7.8 | SC | | | | |
| | >0.60 | | 86 | SPT | 0.40-1.00 (7-5-9-12) | 14 | ARENA MEDIA A GRUESA CON INDICIOS DE ARCILLA Y CANTOS | | | | | | | | |
| 1.00 | | | | | | | FIN DE SONDEO A 1.00 m. | | | | | | | | |

SONDEO N° 3

| PROFUNDIDAD METROS | ESPESOR ESTRATO | COLUMNA LITOLOGICA | Ø (mm) | TOMA DE MUESTRAS TIPO | COTAS (m) | N ₃₀ S.P.T. | NATURALEZA DEL TERRENO | PASE # 200 | LIMITE LIQUIDO | INDICE PLAST. | CLASIFIC. U.S.C.S. | C.SIMPLE (MPa) | HUME. NATUR. | ρ (t/m ³) | NIVEL FREAT. |
|--------------------|-----------------|--------------------|--------|-----------------------|-----------------------|------------------------|---|------------|----------------|---------------|--------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 0.04 | 0.04 | | | | | | AGLOMERADO ASFÁLTICO POBRE | | | | | | | | |
| 0.20 | 0.16 | | | | | | ARENA MEDIA CON ALGO DE ARCILLA | | | | | | | | |
| 0.30 | 0.10 | | | | | | RELLENO CON CANTOS CERÁMICOS | | | | | | | | |
| | >0.70 | | 86 | SPT | 0.30-0.90 (13-11-7-8) | 18 | ARENA MEDIA A GRUESA CON INDICIOS DE ARCILLA Y CANTOS | 23.4 | 26.8 | 8.7 | SM | | | | |
| | | | | | | | FIN DE SONDEO A 1.00 m. | | | | | | | | |

SONDEO N° 4

| PROFUNDIDAD METROS | ESPESOR ESTRATO | COLUMNA LITOLOGICA | Ø (mm) | TOMA DE MUESTRAS TIPO | COTAS (m) | N ₃₀ S.P.T. | NATURALEZA DEL TERRENO | PASE # 200 | LIMITE LIQUIDO | INDICE PLAST. | CLASIFIC. U.S.C.S. | C.SIMPLE (MPa) | HUME. NATUR. | ρ (t/m ³) | NIVEL FREAT. |
|--------------------|-----------------|--------------------|--------|-----------------------|---------------------|------------------------|---|------------|----------------|---------------|--------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|
| 0.30 | 0.30 | | | | | | HORMIGÓN. PARCHE | | | | | | | | |
| | >1.15 | | 86 | SPT | 0.40-1.00 (2-3-4-4) | 7 | ARENA MEDIA A GRUESA CON ARCILLA PLÁSTICA Y MUY HUMEDAD | 25.0 | 45.3 | 15.5 | SM | | | | |
| | | | | SPT | 1.20-1.45 (1-30) | | | | | | | | | | |
| 1.45 | | | | | | | FIN DE SONDEO A 1.45 m. | | | | | | | | |



OBRA: PROYECTO DE MEJORA DE LA CTRA.
VILLANUEVA DEL PARDILLO-CUESTAS
PETICIONARIO: TRAGSA

INCLINACION: 90°

INICIO: 10-11-21

FINAL: 10-11-21

SUPERVISOR:



SONDEO N° 1



SONDEO N° 2



SONDEO N° 3



CAJA SONDEO N° 1-2 Y 3.



SONDEO N° 4



CAJA SONDEO N° 4

ANEXO 2. REGISTROS ENSAYOS DPSH.

| | | |
|--|--------------|----------------|
| OBRA: PROYECTO DE MEJORA DE CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO-URB. LAS CUESTAS (GALAPAGAR) Fecha: 10/11/2021 | ENSAYO Nº 1 | |
| | Coordenadas: | X: Y: Z: |

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DINAMICA CONTINUA UNE-103.801/94

| Profundidad (mts) | Nº de golpes | Carga dinámica | Qadm (kp/cm²) | Qadm MPa |
|-------------------|--------------|----------------|---------------|----------|
| 0,20 | 56 | 768,3 | 12,81 | 1,28 |
| 0,40 | 28 | 384,2 | 6,40 | 0,64 |
| 0,60 | 15 | 205,8 | 3,43 | 0,34 |
| 0,80 | 13 | 178,4 | 2,97 | 0,30 |
| 1,00 | 6 | 82,3 | 1,37 | 0,14 |
| 1,20 | 3 | 37,8 | 0,63 | 0,06 |
| 1,40 | 5 | 62,9 | 1,05 | 0,10 |
| 1,60 | 5 | 62,9 | 1,05 | 0,10 |
| 1,80 | 6 | 75,5 | 1,26 | 0,13 |
| 2,00 | 9 | 113,3 | 1,89 | 0,19 |
| 2,20 | 11 | 127,8 | 2,13 | 0,21 |
| 2,40 | 15 | 174,3 | 2,91 | 0,29 |
| 2,60 | 23 | 267,3 | 4,46 | 0,45 |
| 2,80 | 28 | 325,4 | 5,42 | 0,54 |
| 3,00 | 34 | 395,2 | 6,59 | 0,66 |



Peso de la maza 63.5 Kg
Diámetro del varillaje 32 mm
Puntaza cuadrada 4*4 cm
Peso del varillaje 6.3 Kg/ml
Altura de caída 0.76 m

| | | |
|--|--------------|----|
| OBRA: PROYECTO DE MEJORA DE CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO- URB. LAS CUESTAS (GALAPAGAR) | ENSAYO Nº 1 | |
| | Coordenadas: | X: |
| | | Y: |
| Fecha: 10/11/2021 | | Z: |

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DINAMICA CONTINUA UNE-103.801/94

GRÁFICO DE GOLPEO (N20) / Prof (m)

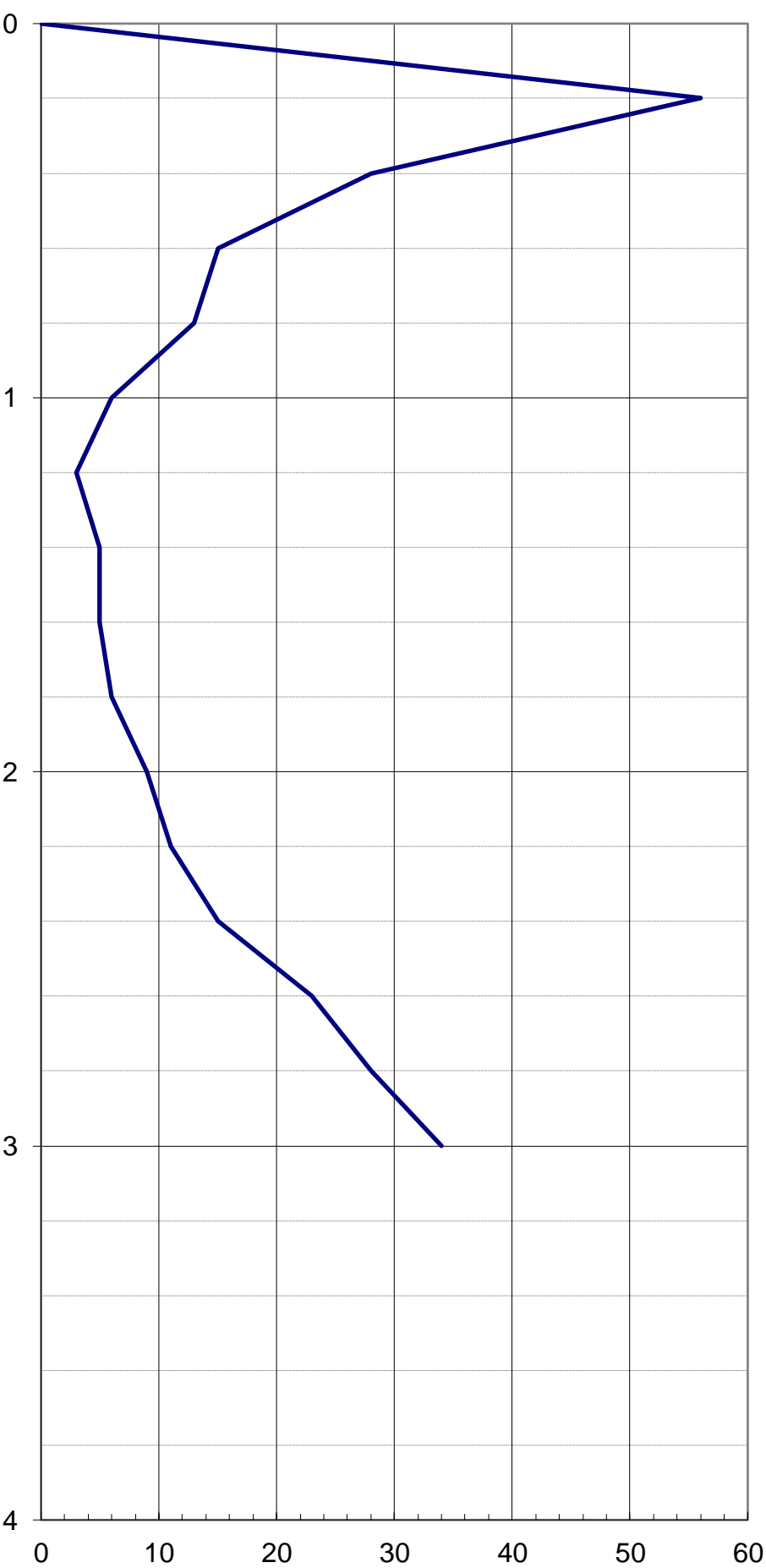
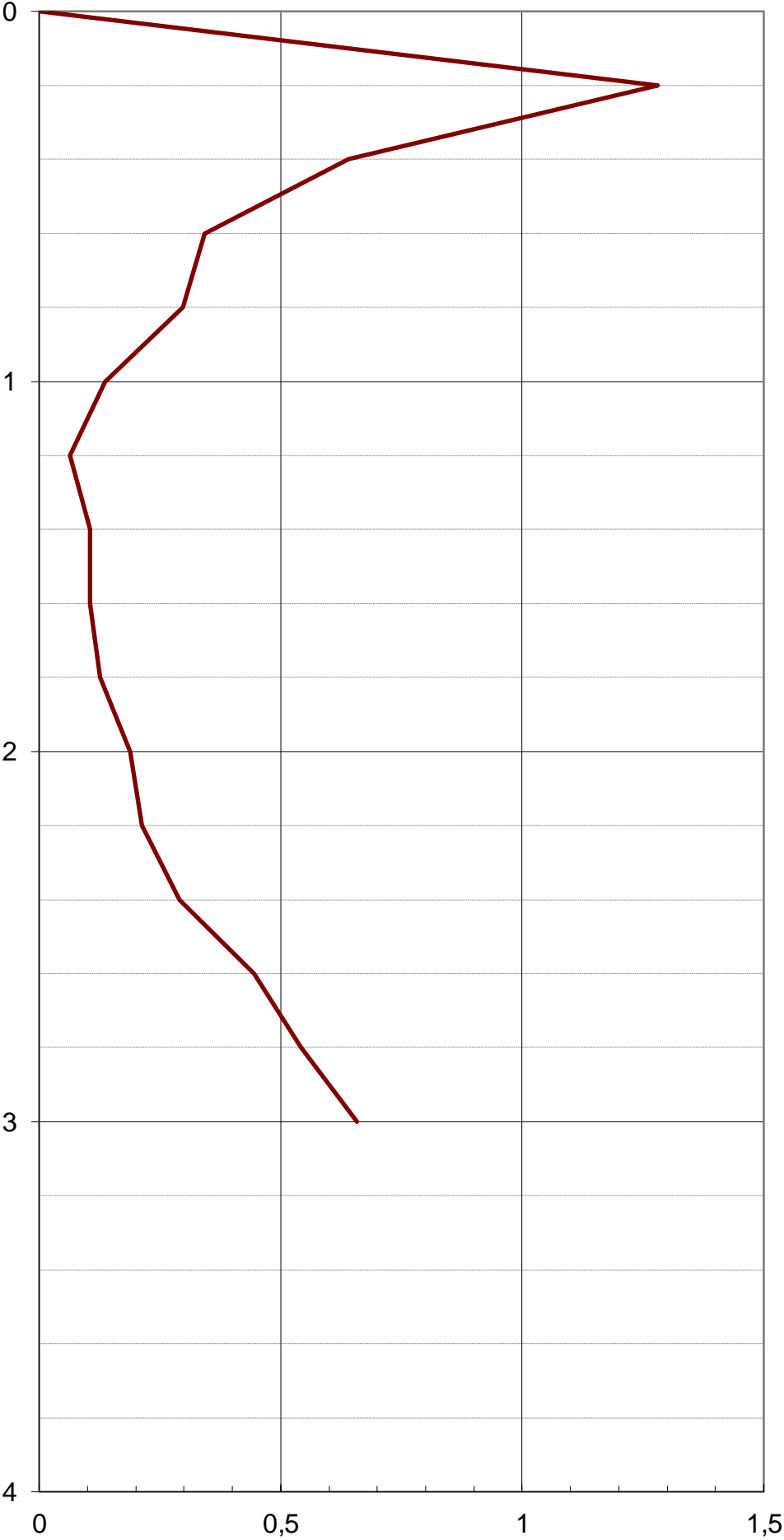


GRÁFICO DE Qadm (MPa)/ Prof (m)



| | | |
|--|--------------|----------------|
| OBRA: PROYECTO DE MEJORA DE CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO-URB. LAS CUESTAS (GALAPAGAR) Fecha: 10/11/2021 | ENSAYO Nº 2 | |
| | Coordenadas: | X: Y: Z: |

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DINAMICA CONTINUA UNE-103.801/94

| Profundidad (mts) | Nº de golpes | Carga dinámica | Qadm (kp/cm²) | Qadm MPa |
|-------------------|--------------|----------------|---------------|----------|
| 0,20 | 8 | 109,8 | 1,83 | 0,18 |
| 0,40 | 11 | 150,9 | 2,52 | 0,25 |
| 0,60 | 12 | 164,6 | 2,74 | 0,27 |
| 0,80 | 14 | 192,1 | 3,20 | 0,32 |
| 1,00 | 16 | 219,5 | 3,66 | 0,37 |
| 1,20 | 22 | 276,9 | 4,61 | 0,46 |
| 1,40 | 22 | 276,9 | 4,61 | 0,46 |
| 1,60 | 27 | 339,8 | 5,66 | 0,57 |



Peso de la maza 63.5 Kg
Diámetro del varillaje 32 mm
Puntaza cuadrada 4*4 cm
Peso del varillaje 6.3 Kg/ml
Altura de caída 0.76 m

| | | |
|--|--------------|----|
| OBRA: PROYECTO DE MEJORA DE CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO- URB. LAS CUESTAS (GALAPAGAR) | ENSAYO Nº 2 | |
| | Coordenadas: | X: |
| | | Y: |
| Fecha: 10/11/2021 | | Z: |

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DINAMICA CONTINUA UNE-103.801/94

GRÁFICO DE GOLPEO (N20) / Prof (m)

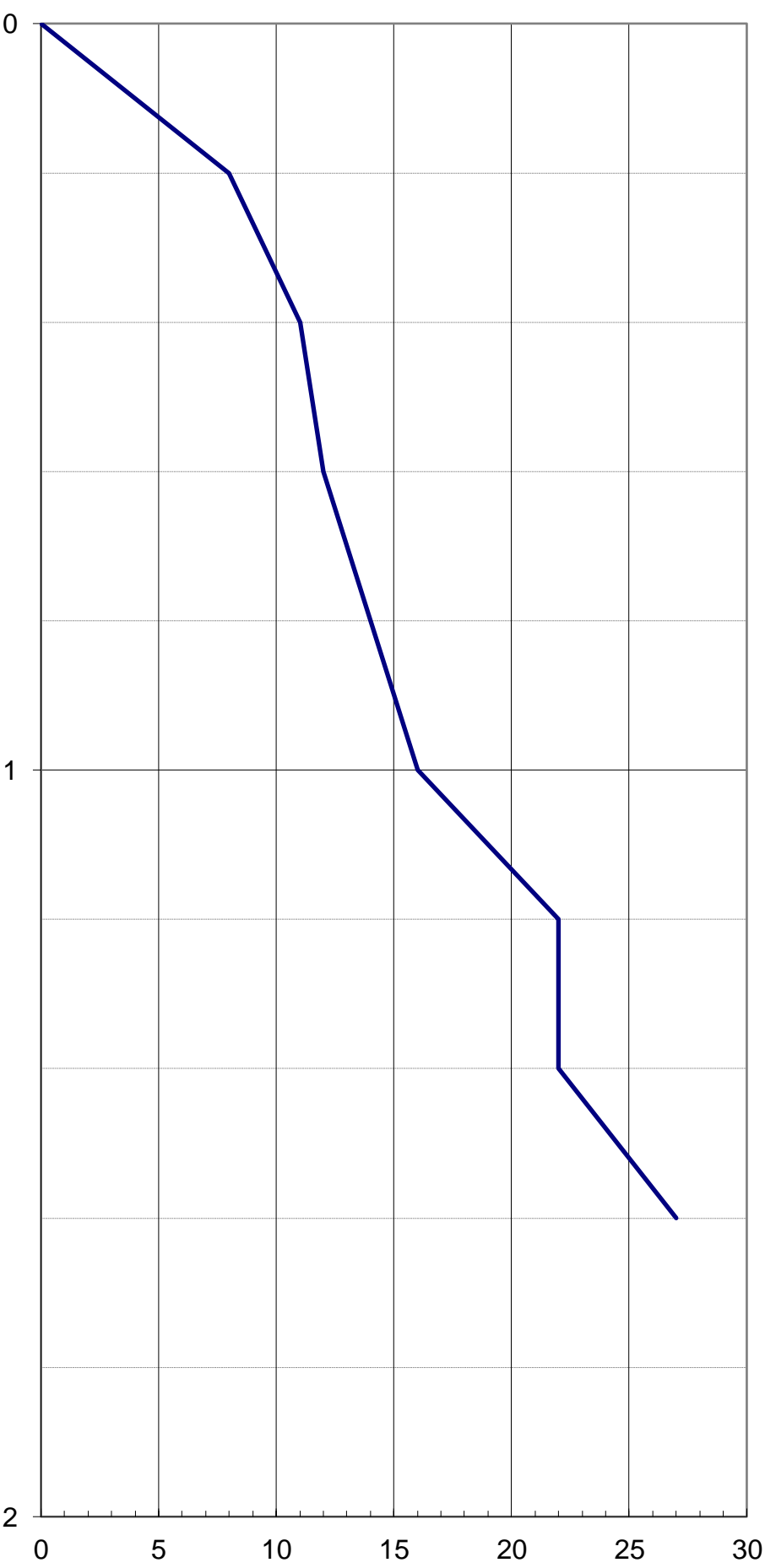
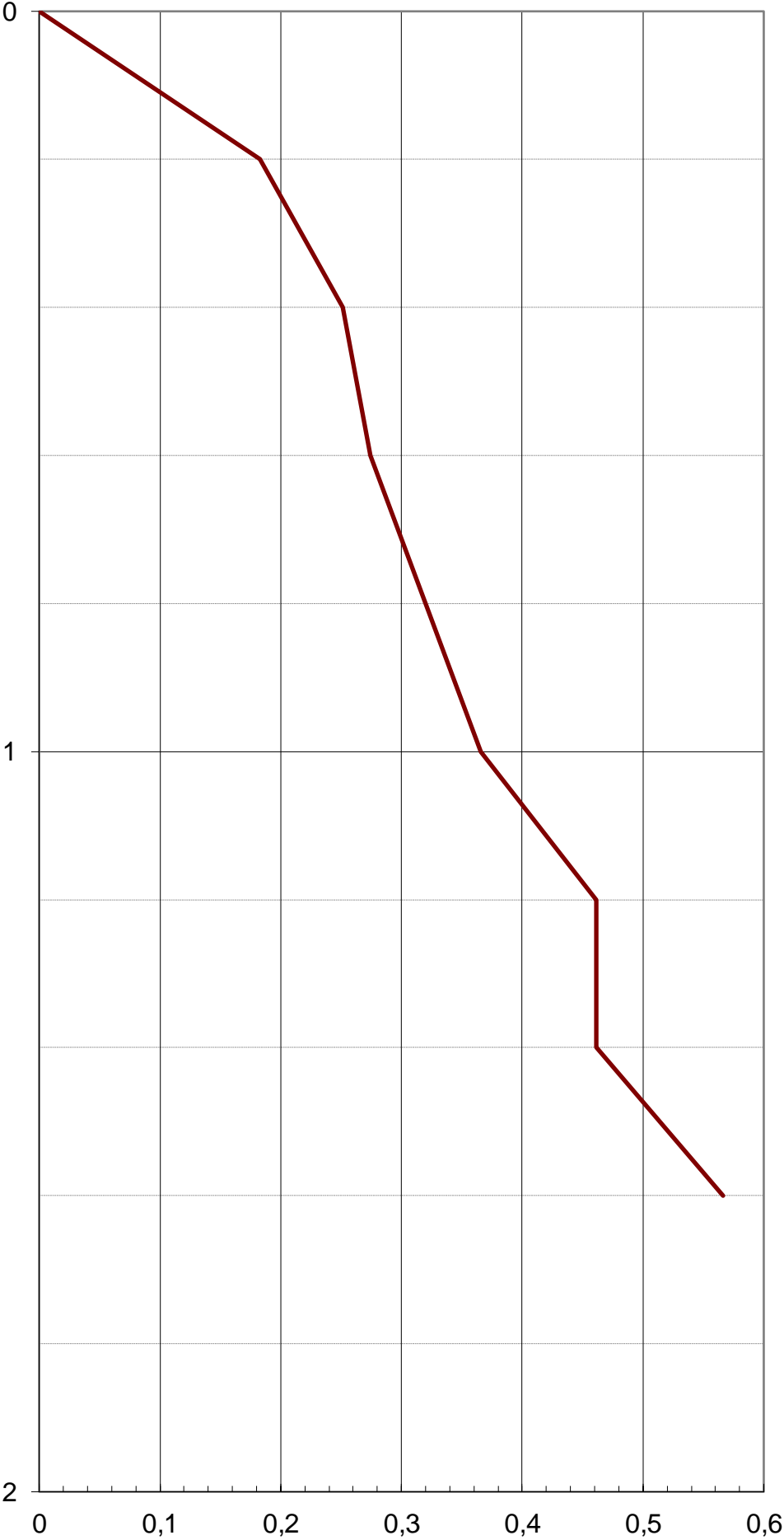


GRÁFICO DE Qadm (MPa)/ Prof (m)



| | | |
|--|--------------|----------------|
| OBRA: PROYECTO DE MEJORA DE CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO-URB. LAS CUESTAS (GALAPAGAR) Fecha: 10/11/2021 | ENSAYO Nº 3 | |
| | Coordenadas: | X: Y: Z: |

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DINAMICA CONTINUA UNE-103.801/94

| Profundidad (mts) | Nº de golpes | Carga dinámica | Qadm (kp/cm²) | Qadm MPa |
|-------------------|--------------|----------------|---------------|----------|
| 0,20 | 34 | 466,5 | 7,77 | 0,78 |
| 0,40 | 20 | 274,4 | 4,57 | 0,46 |
| 0,60 | 13 | 178,4 | 2,97 | 0,30 |
| 0,80 | 7 | 96,0 | 1,60 | 0,16 |
| 1,00 | 11 | 150,9 | 2,52 | 0,25 |
| 1,20 | 17 | 213,9 | 3,57 | 0,36 |
| 1,40 | 23 | 289,4 | 4,82 | 0,48 |
| 1,60 | 21 | 264,3 | 4,40 | 0,44 |
| 1,80 | 21 | 264,3 | 4,40 | 0,44 |
| 2,00 | 23 | 289,4 | 4,82 | 0,48 |
| 2,20 | 25 | 290,6 | 4,84 | 0,48 |
| 2,40 | 28 | 325,4 | 5,42 | 0,54 |
| 2,60 | 26 | 302,2 | 5,04 | 0,50 |
| 2,80 | 27 | 313,8 | 5,23 | 0,52 |
| 3,00 | 29 | 337,0 | 5,62 | 0,56 |



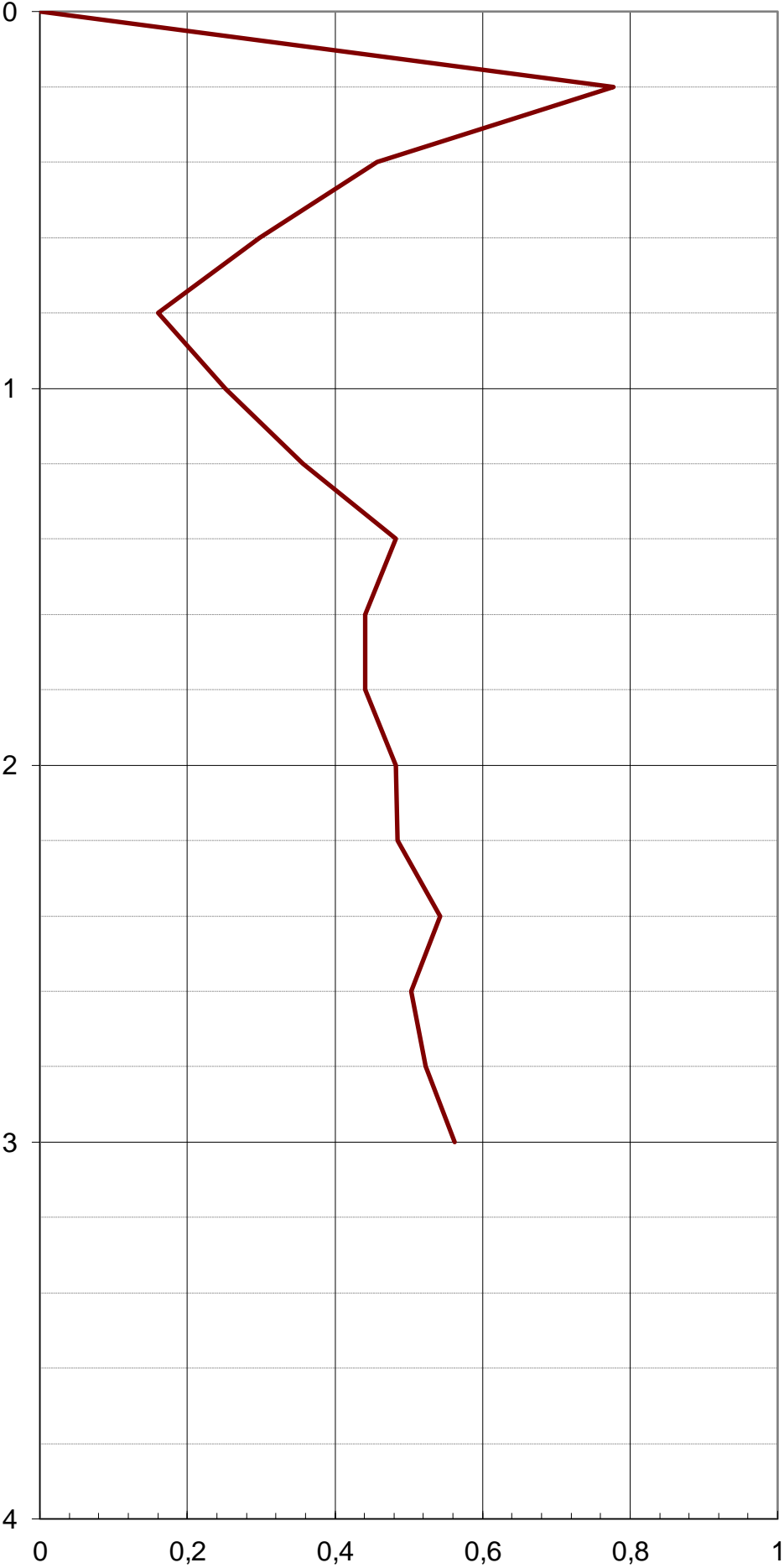
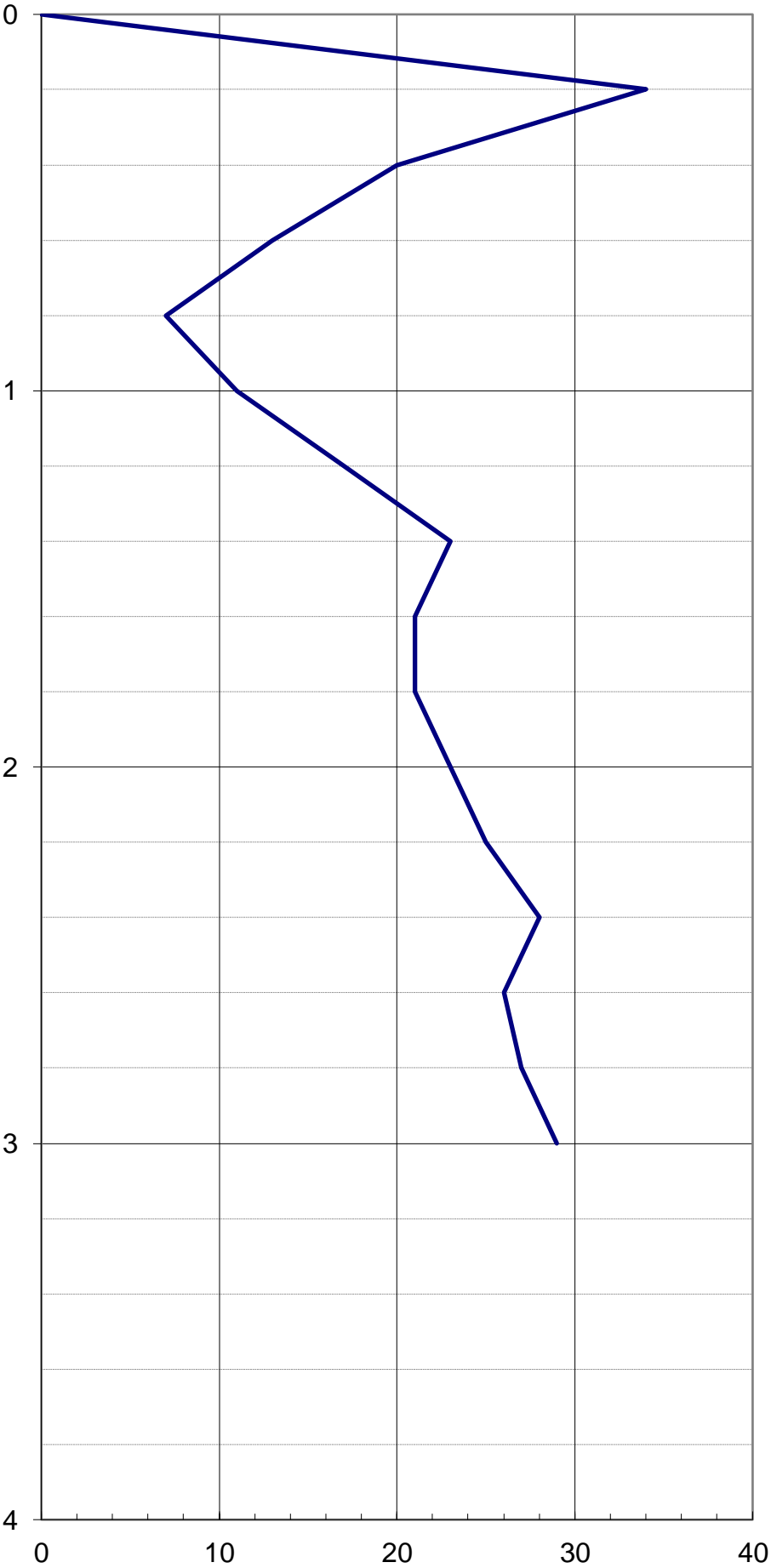
Peso de la maza 63.5 Kg
Diámetro del varillaje 32 mm
Puntaza cuadrada 4*4 cm
Peso del varillaje 6.3 Kg/ml
Altura de caída 0.76 m

| | | |
|--|--------------|----|
| OBRA: PROYECTO DE MEJORA DE CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO- URB. LAS CUESTAS (GALAPAGAR) | ENSAYO Nº 3 | |
| | Coordenadas: | X: |
| | | Y: |
| Fecha: 10/11/2021 | | Z: |

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DINAMICA CONTINUA UNE-103.801/94

GRÁFICO DE GOLPEO (N20) / Prof (m)

GRÁFICO DE Qadm (MPa)/ Prof (m)



ANEXO 3. ENSAYOS LABORATORIO.



RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

CLIENTE: **BIOTOPO CONSULTORES, S.L.**

OBRA: **PROYECTO MEJORA FIRME CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO - URB LAS CUESTAS (GALAPAGAR)**

Nº OBRA: **2021702**

FECHA INFORME: 16 de noviembre de 2021

LABORATORIO ACREDITADO POR LA COMUNIDAD DE MADRID PARA EL CONTROL DE CALIDAD EN EDIFICACIÓN Y OBRA CIVIL

Área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08:

- C.2. Ensayos básicos (GTL.b)
 - Identificación y estado de suelos.*
 - Resistencia y deformación de suelos.*
 - Agresividad de aguas y suelos.*
- C.3.1. Ensayos complementarios primero (GTL.c1)
 - Resistencia y deformación de rocas.*
 - Compactaciones.*
- C.3.2. Ensayos complementarios segundo (GTL.c2)
 - Determinación del módulo de elasticidad (Young) y del coeficiente de Poisson*
 - Resistencia a la carga puntual*
- C.3.3. Ensayos complementarios tercero (GTL.c3)
 - Parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo Triaxial.*

*Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo establecidos en la norma de calidad
UNE-EN ISO/IEC 17025:2017*

*Inscrito en el registro general de laboratorios de ensayo del Ministerio de Fomento (Lecce) con el número **MAD-L-031***



BIOTOPO CONSULTORES, S.L.

Nº OBRA: 2021702

OBRA: PROYECTO MEJORA FIRME CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO - URB LAS CUESTAS
(GALAPAGAR)

1. ANTECEDENTES

El día 10 de noviembre de 2021 se recibe en el laboratorio Tecnología del suelo y materiales, S.L. la petición de ensayos de la citada obra, que se compone de una muestra alterada de suelo en bolsa y dos muestras SPT de suelo en bolsa.

La denominación de las muestras y los ensayos realizados vienen indicados por el peticionario.

2. ENSAYOS REALIZADOS

- 2.1. Determinación de la humedad de un suelo, según norma UNE 103-300:93
- 2.2. Análisis granulométrico de suelos por tamizado, según norma UNE 103-101:95
- 2.3. Determinación de los límites de Atterberg, según normas UNE 103-103:94 y UNE 103-104:93
- 2.4. Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico, según normas UNE 103204: 93 y UNE 103204:93
- 2.5. Determinación del contenido en sales solubles en suelos, según norma UNE 103205:2006





C/ Oporto, nº 11
Polígono Európolis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375 881
www.laboratoriotsm.es

Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

Nº Obra: **2021702**Cliente: **BIOTOPO CONSULTORES, S.L.**Obra: PROYECTO MEJORA FIRME CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO -
URB LAS CUESTAS (GALAPAGAR)

Muestra: S-2 0.14-0.40 MA

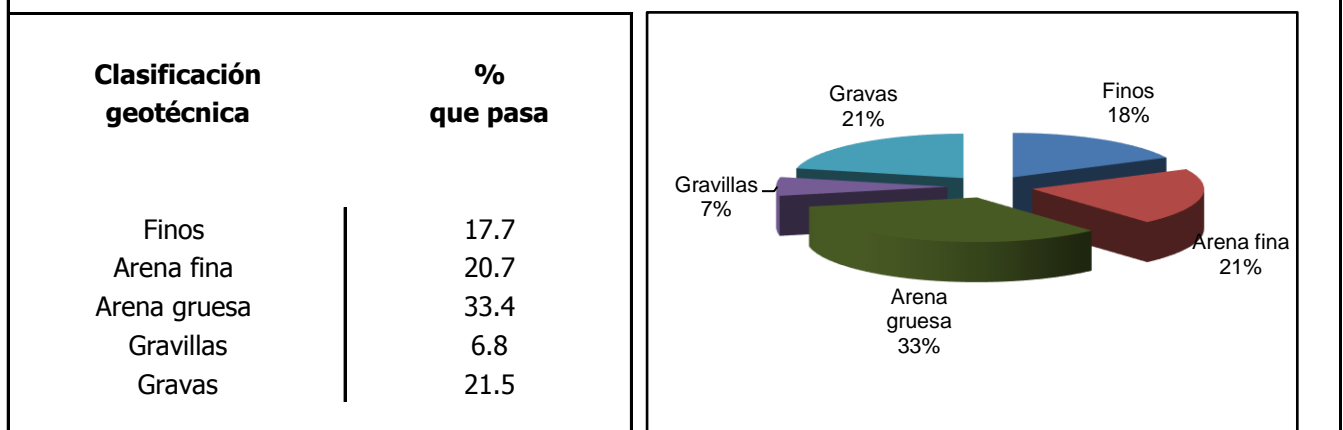
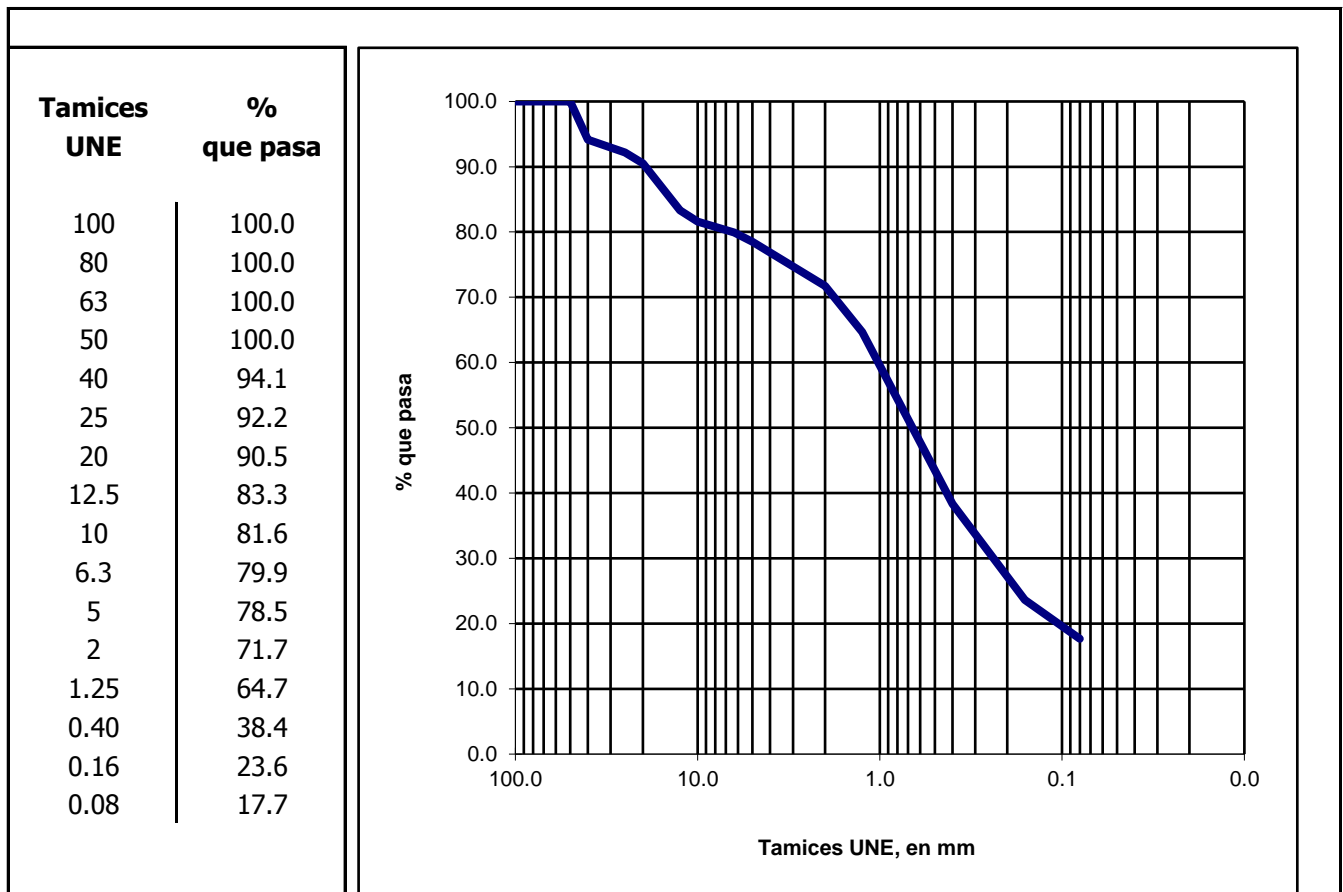
Fecha: 12 de noviembre de 2021



C/ Oporto, nº 11
Polígono Európolis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es

Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.

El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo
y materiales, S. L.**

Página 6 de 14

Laboratorio acreditado en
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2021702**Cliente: **BIOTOPO CONSULTORES, S.L.**Obra: PROYECTO MEJORA FIRME CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO -
URB LAS CUESTAS (GALAPAGAR)

Muestra: S-3 0.30-0.90 SPT

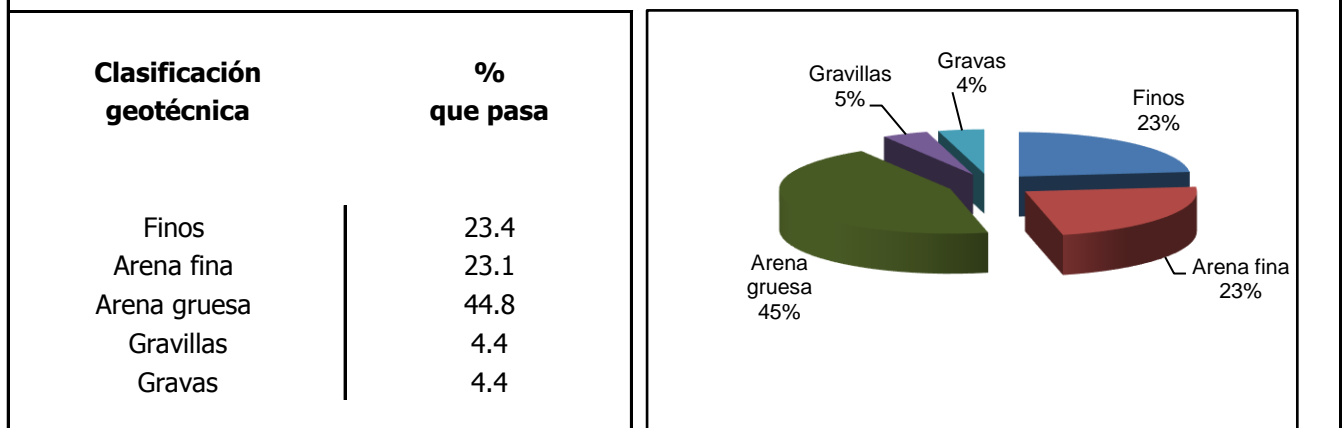
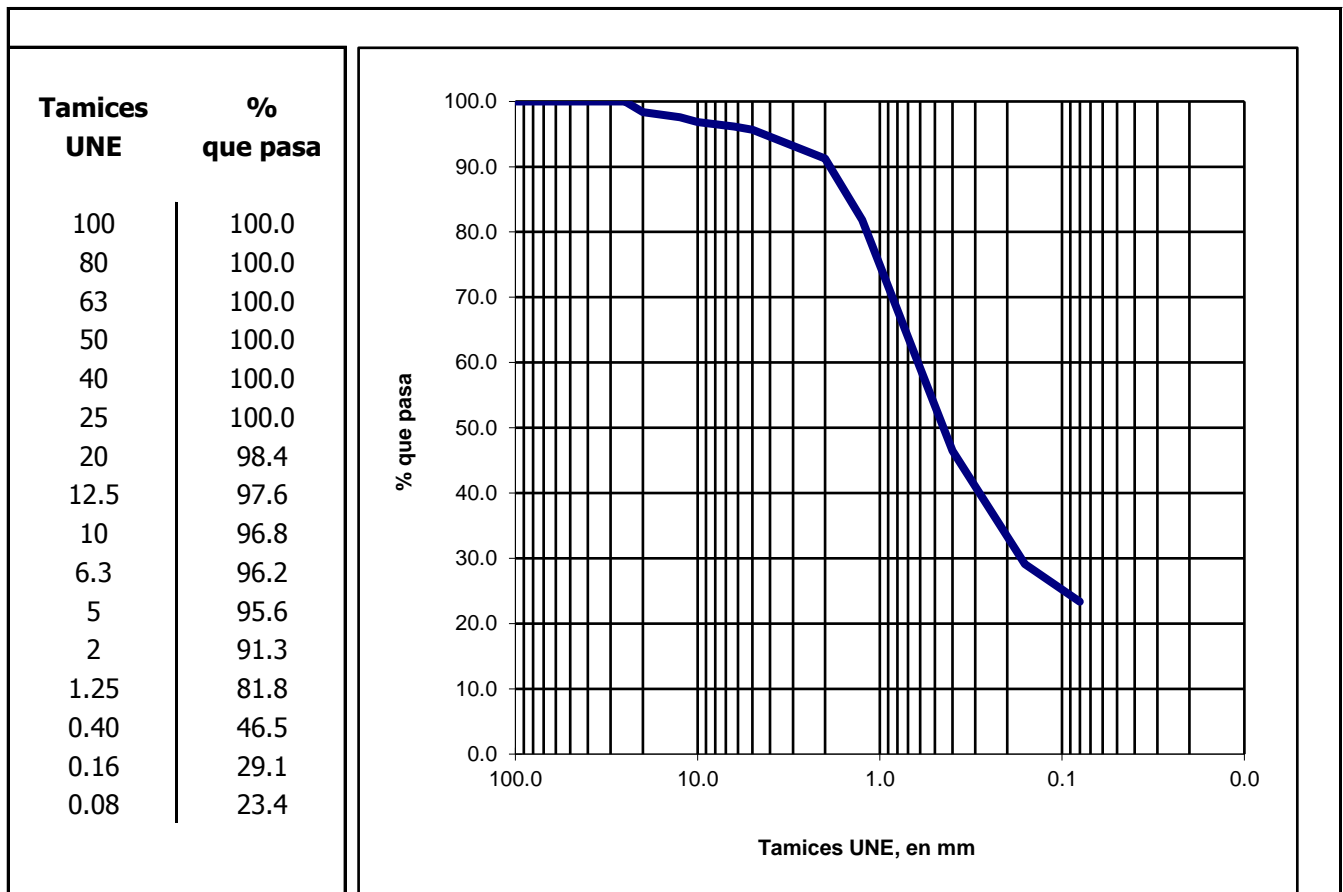
Fecha: 12 de noviembre de 2021



C/ Oporto, nº 11
Polígono Európolis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es

Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.

El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo
y materiales, S. L.**

Página 7 de 14

Laboratorio acreditado en
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2021702**Cliente: **BIOTOPO CONSULTORES, S.L.**Obra: PROYECTO MEJORA FIRME CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO -
URB LAS CUESTAS (GALAPAGAR)

Muestra: S-4 0.40-1.00 SPT

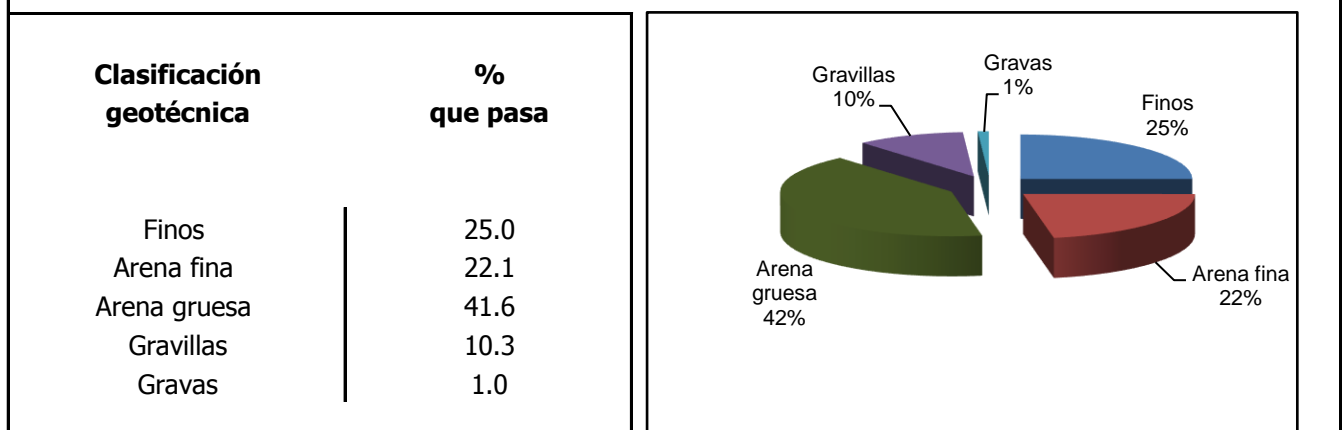
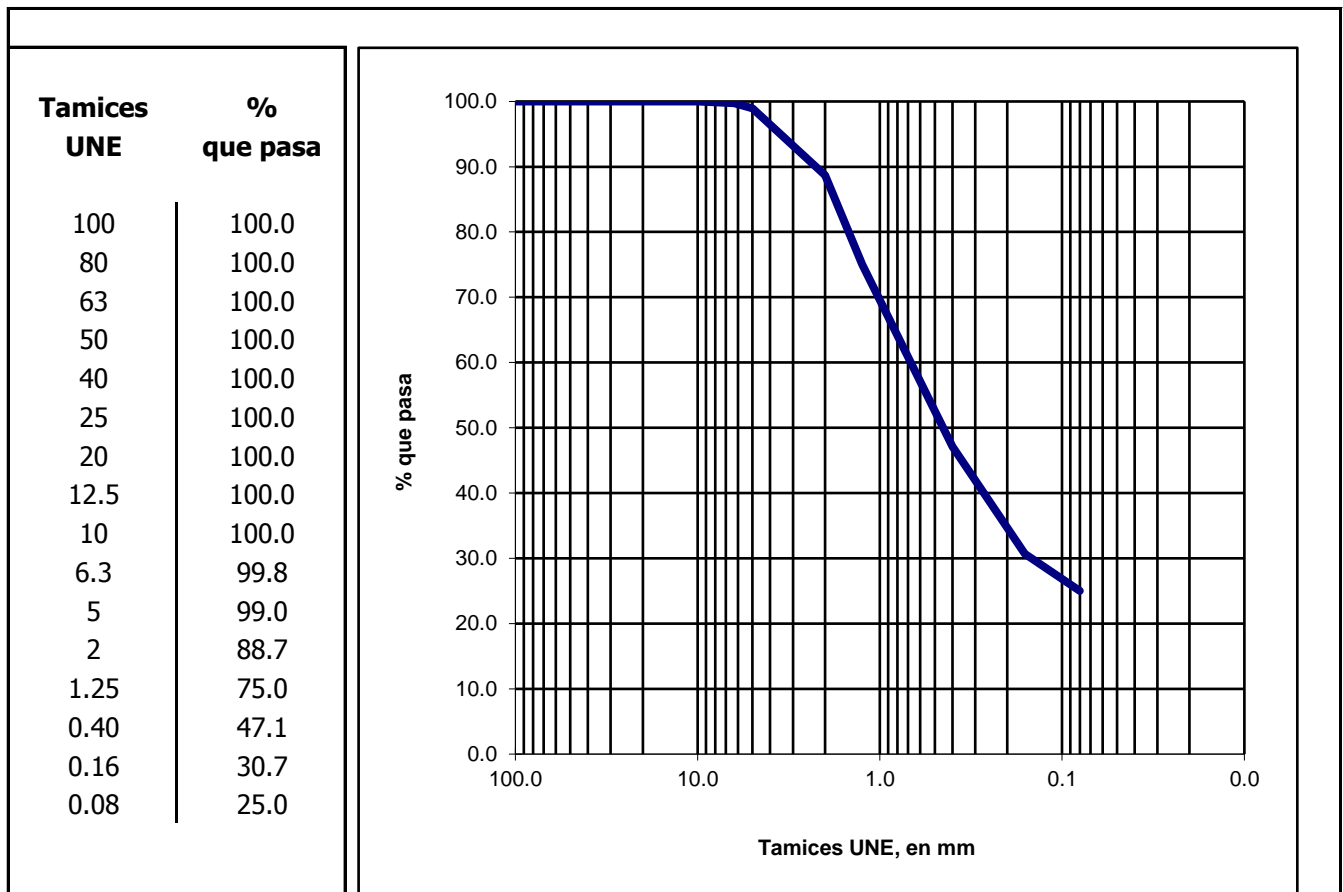
Fecha: 12 de noviembre de 2021



C/ Oporto, nº 11
Polígono Európolis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es

Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Observaciones: -

Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GGT-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.

El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo
y materiales, S. L.**

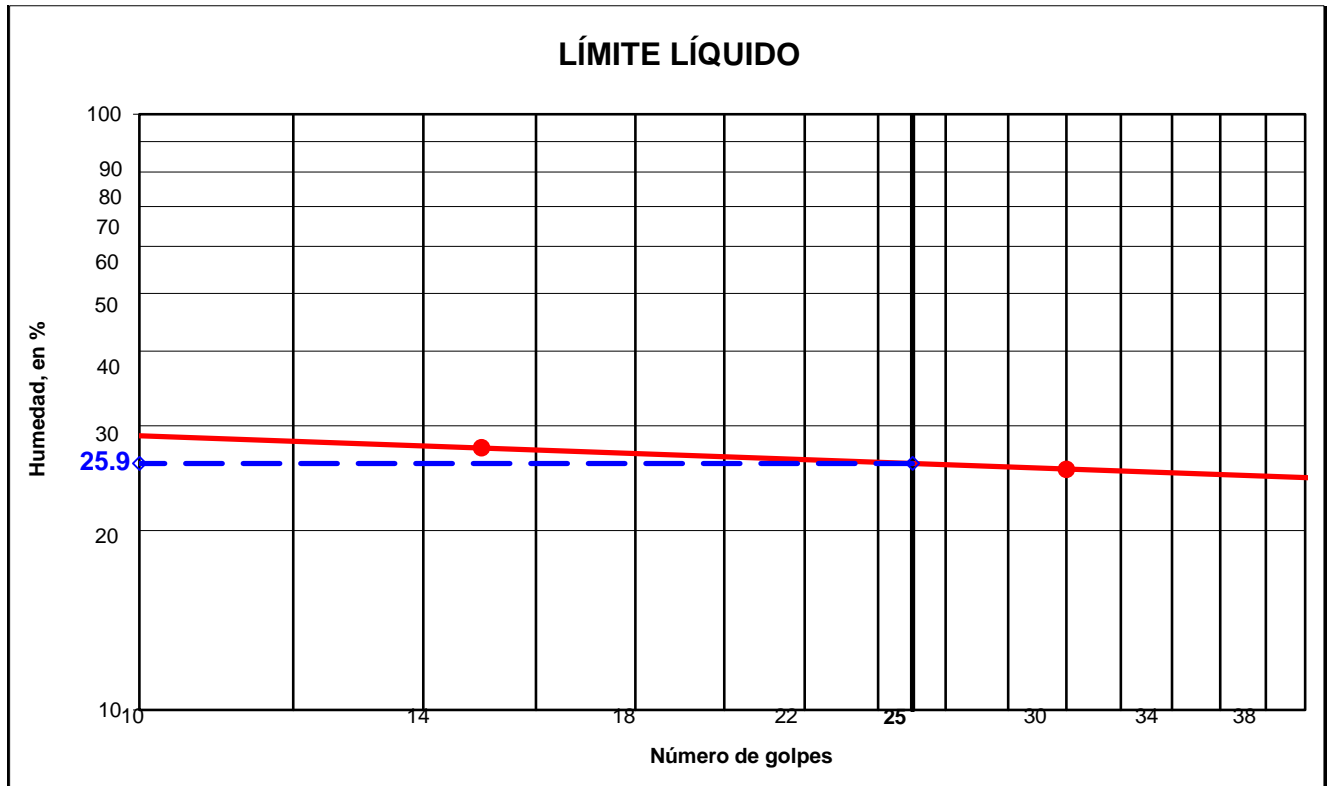
Página 8 de 14

Laboratorio acreditado en
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2021702**Cliente: **BIOTOPO CONSULTORES, S.L.**Obra: PROYECTO MEJORA FIRME CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO - URB
LAS CUESTAS (GALAPAGAR)

Muestra: S-2 0.14-0.40 MA

Fecha: 15 de noviembre de 2021

C/ Oporto, nº 11
Polígono Európolis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**
LABORATORIO GEOTÉCNICO**LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93****Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94**

| | | |
|-------------------|-----------|-----------|
| Número de golpes: | 15 | 30 |
| Humedad, en %: | 27.5 | 25.4 |

Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93

| | |
|----------------|------|
| Humedad, en %: | 18.1 |
|----------------|------|

RESULTADOS:**Límite líquido: 25.9****Límite plástico: 18.1****Índice de plasticidad: 7.8****Observaciones:** -Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GLA-02/02

Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

**Tecnología del suelo
y materiales, S. L.**

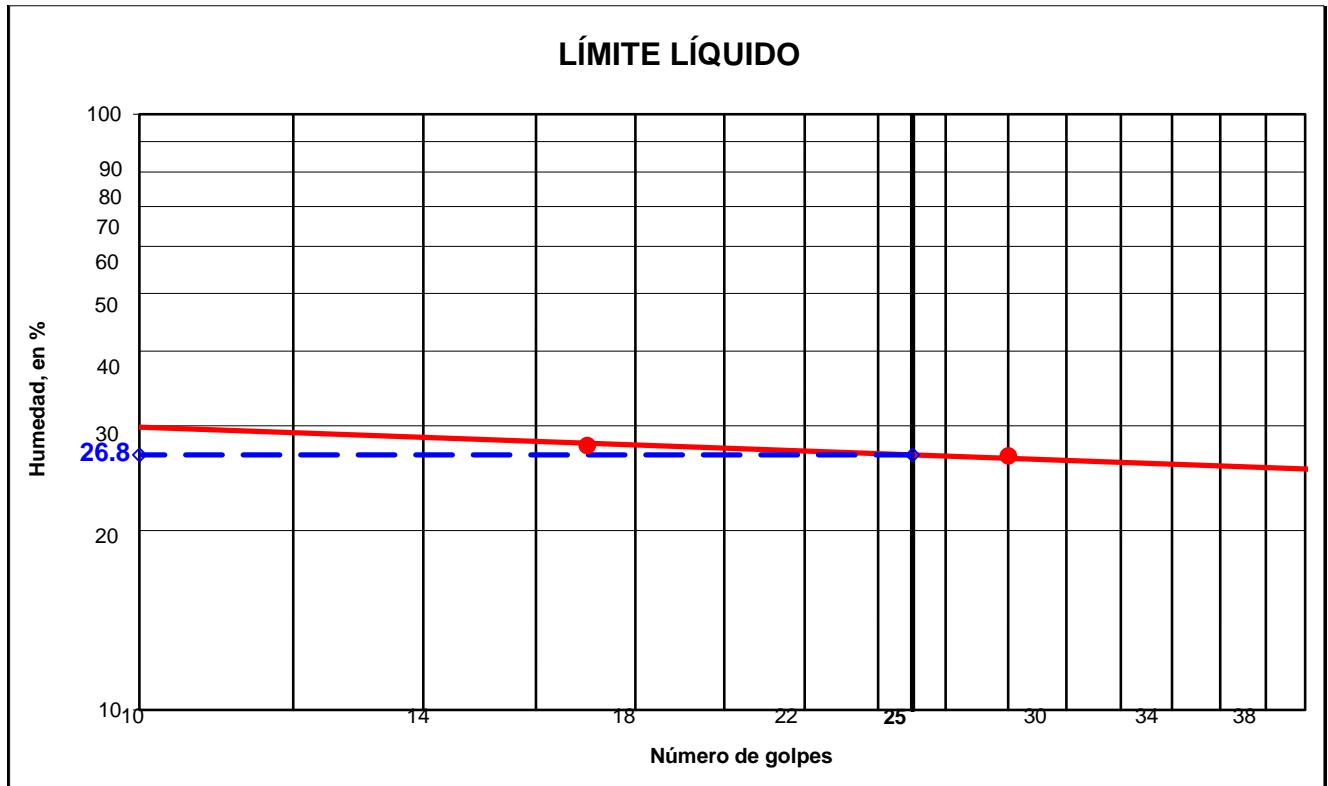
Página 9 de 14

Laboratorio acreditado en
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2021702**Cliente: **BIOTOPO CONSULTORES, S.L.**Obra: PROYECTO MEJORA FIRME CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO - URB
LAS CUESTAS (GALAPAGAR)

Muestra: S-3 0.30-0.90 SPT

Fecha: 15 de noviembre de 2021

C/ Oporto, nº 11
Polígono Európolis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**
LABORATORIO GEOTÉCNICO**LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93****Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94**

| | | |
|-------------------|-----------|-----------|
| Número de golpes: | 17 | 28 |
| Humedad, en %: | 27.8 | 26.7 |

Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93

| | |
|----------------|------|
| Humedad, en %: | 18.1 |
|----------------|------|

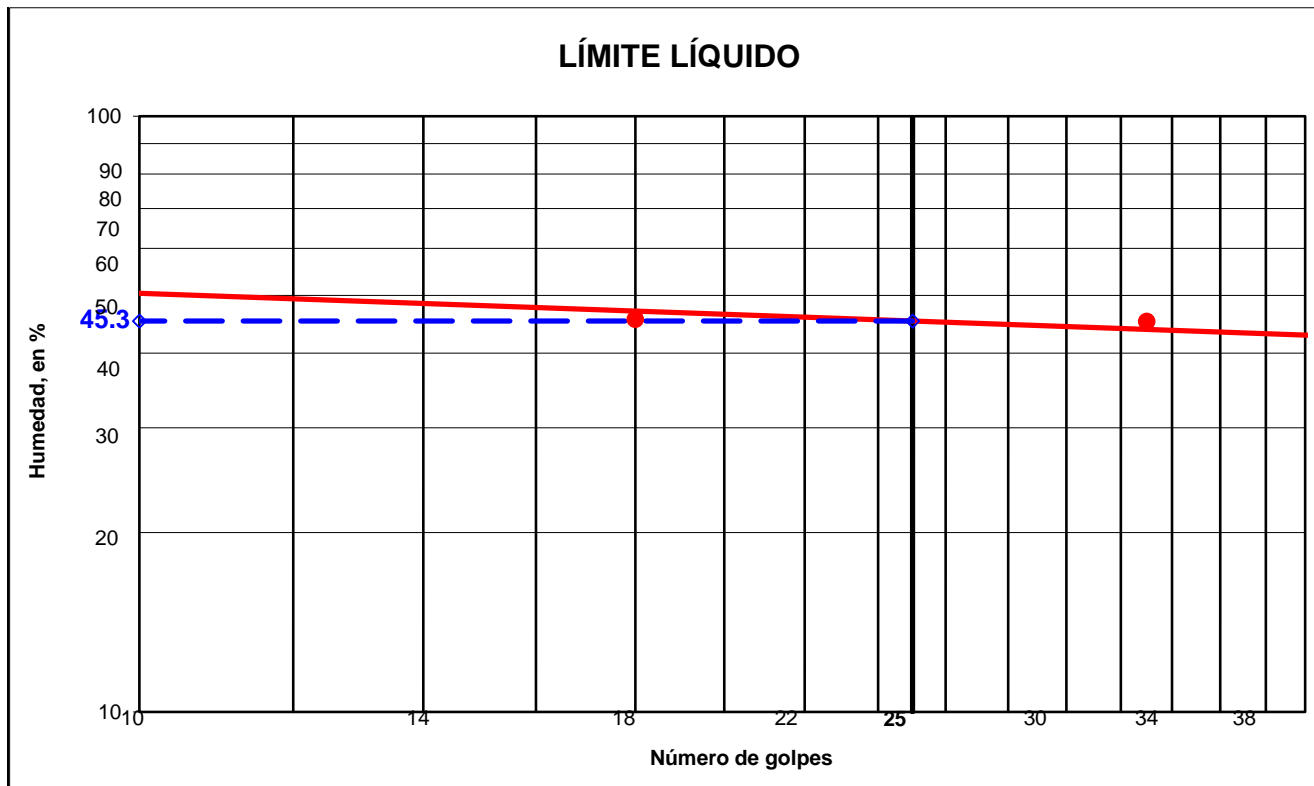
RESULTADOS:**Límite líquido: 26.8****Límite plástico: 18.1****Índice de plasticidad: 8.7****Observaciones:** -Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GLA-02/02

Nº Obra: **2021702**Cliente: **BIOTOPO CONSULTORES, S.L.**Obra: PROYECTO MEJORA FIRME CTRA. VILLANUEVA DEL PARDILLO - URB
LAS CUESTAS (GALAPAGAR)

Muestra: S-4 0.40-1.00 SPT

Fecha: 15 de noviembre de 2021

C/ Oporto, nº 11
Polígono Európolis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375881
www.laboratoriotsm.es**Tecnología del suelo y materiales, S. L.**
LABORATORIO GEOTÉCNICO**LÍMITES DE ATTERBERG: UNE 103-103: 94 Y UNE 103-104: 93****Determinación del límite líquido, según norma UNE 103-103:94**

| | | |
|-------------------|-----------|-----------|
| Número de golpes: | 18 | 33 |
| Humedad, en %: | 45.6 | 45.3 |

Determinación del límite plástico, según norma UNE 103-104:93

| | |
|----------------|------|
| Humedad, en %: | 29.8 |
|----------------|------|

RESULTADOS:

| | |
|-------------------------------|-------------|
| Límite líquido: | 45.3 |
| Límite plástico: | 29.8 |
| Índice de plasticidad: | 15.5 |

Observaciones: -Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) **Nº 03267GTL08**

Formato GLA-02/02



C/ Oporto, nº 11
Polígono Európolis
28232-Las Rozas (Madrid)
Teléfono: 916 375 881
www.laboratoriotsm.es

Tecnología del suelo y materiales, S. L.
LABORATORIO GEOTÉCNICO

El presente informe consta de catorce hojas numeradas y selladas.

Madrid, 16 de noviembre de 2021

SANDRA PÉREZ GARCÍA-LAJARA
Responsable de Área GTL

TECNOLOGÍA DEL SUELO Y MATERIALES, S.L.
P.P.

CÉSAR ZAPICO MARTÍN
Director Técnico