

## ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE VIALES EN LA URBANIZACIÓN CANTO REDONDO DE SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID.

AUTOR	CLIENTE
 <b>Geotecnia, Hidrogeología y Medioambiente Consultores S.L.</b>	 <b>Touza Arquitectos</b>
Paseo de la Castellana 135, planta 7ª 28046, Madrid Teléfono: +34 91 359 17 24;	C/ Basílica, 17 – 4º 28020, Madrid Teléfono: +34 91 555 90 55

GHM CONSULTORES SL.		REVISADO	FECHA
PREPARADO POR:	LNP	R01	05-09-2022
PREPARADO POR:	AHG	R01	05-09-2022
REVISADO POR:	RAC	R01	06-09-2022
APROBADO:	GGM	R01	06-09-2022

052/22

Madrid, 06 de septiembre de 2022

## Contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION Y OBJETO .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>ENCUADRE GENERAL Y ANTECEDENTES .....</b>	<b>7</b>
2.1	DOCUMENTACION DISPONIBLE Y BIBLIOGRAFIA.....	7
2.2	DESCRIPCION DEL PROYECTO Y LOCALIZACIÓN.....	8
2.3	NORMATIVA DE REFERENCIA.....	10
2.3.1	General.....	10
<b>3</b>	<b>TRABAJOS REALIZADOS.....</b>	<b>11</b>
3.1	VISITA DE RECONOCIMIENTO .....	11
3.2	CALICATAS.....	12
3.3	GEOFISICA.....	17
3.3.1	Ensayos de Sísmica de Refracción .....	17
3.4	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	24
<b>4</b>	<b>GEOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
4.1	GEOLOGIA GENERAL.....	26
4.1.1	Estratigrafía general .....	26
4.1.1.1	Rocas graníticas hercínicas.....	26
4.1.1.2	Rocas filonianas .....	27
4.1.1.3	Cuaternario.....	27
4.2	HIDROGEOLOGÍA .....	28
<b>5</b>	<b>DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>31</b>
5.1	UNIDAD GEOTÉCNICA UG-0, TIERRA VEGETAL – RELLENOS TIPO TERRAPLÉN 32	
5.2	UNIDAD UG-1. GRANITOS FUERTEMENTE ALTERADOS A SUELO.....	32
5.2.1	Identificación de los suelos.....	33
5.2.2	Estado natural .....	34
5.2.3	Propiedades químicas - agresividad .....	34
5.2.4	Calidad de los materiales PG/3.....	34
5.3	UNIDAD UG-2. GRANITOS SANOS O POCO ALTERADOS - ROCA.....	36
5.3.1	Identificación.....	36

5.3.2	Propiedades químicas - agresividad .....	36
5.3.3	Calidad de los materiales PG/3.....	36
<b>6</b>	<b>ANALISIS DE INGENIERIA .....</b>	<b>37</b>
6.1	Caracterización geotécnica.....	37
6.2	Excavabilidad .....	38
6.3	Aprovechamiento de los materiales .....	39
6.4	Explanada natural.....	41
6.4.1	Explanada en relleno .....	42
6.4.1	Explanada en fondo de desmonte .....	43
6.5	Estabilidad de taludes.....	44
6.5.1	Desmontes .....	44
6.5.2	Terraplenes .....	47
6.6	Hidrogeología. Parámetros hidráulicos. Drenajes sostenibles. ....	48
6.7	Agresividad.....	50
6.8	Riesgos geológico - geotécnicos .....	51
<b>7</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>52</b>

Tabla 1. Coordenadas y profundidades alcanzadas en las calicatas excavadas para la Urbanización Canto Redondo de San Martín de Valdeiglesias, Madrid. ....	14
Tabla 2. Coordenadas de inicio y fin de los ensayos de sísmica de refracción realizados para la Urbanización Canto Redondo en San Martín de Valdeiglesias, Madrid. ....	20
Tabla 3. Espesores de terreno excavable / ripable en los diferentes perfiles sísmica de refracción realizados para la Urbanización Canto Redondo en San Martín de Valdeiglesias, Madrid.....	23
Tabla 4. Tabla resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en las muestras tomadas para la caracterización geotécnica de los materiales en la Urbanización Canto Redondo San Martín de Valdeiglesias, Madrid. ....	25
Tabla 5. Categorías de explanada según unidades geotécnicas. ....	41
Tabla 6. Resumen de resultados de análisis de estabilidad de taludes en cortes. ....	47
Tabla 7. Parámetros de cálculo de la UG-1 en rellenos. ....	48
Tabla 8. Tabla de permeabilidades (Custodio y Llamas 1984). ....	48
Tabla 9. Coordenadas y profundidades alcanzadas en las calicatas excavadas para la Urbanización Canto Redondo en la zona de los drenajes sostenibles de San Martín de Valdeiglesias, Madrid. ....	49
Tabla 10. Clasificación de la agresividad química de suelos, rocas y aguas (Código Estructural). ....	51



Figura 1. Emplazamiento general de La Urbanización Canto Redondo, al Norte de la localidad de San Martín de Valdeiglesias, Madrid.....	8
Figura 2. Localización de los viales objeto de estudio.....	9
Figura 3. Retroexcavadora empleada para la realización de las calicatas de la Urbanización Canto Redondo en San Martín de Valdeiglesias, Madrid. ....	12
Figura 4. Ubicación de las calicatas realizadas para el estudio geológico-geotécnico de viales en la Urbanización Canto Redondo de San Martín de Valdeiglesias, Madrid.....	13
Figura 5. Perfil tipo de meteorización de un substrato rocoso. ....	16
Figura 6. Detalle de los abundantes afloramientos rocosos existentes. ....	16
Figura 7. Equipo empleado para la realización de los ensayos de sísmica de refracción.....	18
Figura 8. Ubicación de los ensayos MASW realizados para el estudio geológico-geotécnico de viales en la Urbanización Canto Redondo de San Martín de Valdeiglesias, Madrid.....	19
Figura 9. Clasificación de Caterpillar de las ripabilidades según la velocidad de la onda P y el tipo de roca o suelo, para un tractor con potencia D8. ....	20
Figura 10. Rangos de excavabilidad establecidos por Caterpillar para un tractor con potencia D8 en función de las velocidades de las ondas P y el tipo de roca o suelo (en este caso granitos). ....	21
Figura 11. Perfiles de sísmica de refracción realizados en la Urbanización Canto Redondo en San Martín de Valdeiglesias, Madrid.....	22
Figura 12. Extracto de la leyenda del mapa geológico MAGNA 1:50.000 Hoja 557 SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS.....	29
Figura 13. Extracto del mapa geológico MAGNA 1:50.000 Hoja 557 SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS.....	30
Figura 14. Distribución granulométrica de la UG-1.....	33
Figura 15. Clasificación AASHTO. Diseño de pavimento método AASHTO 96. ....	40
Figura 16. Resumen de tipos y capas para la formación de explanada. ....	42
Figura 17. Ábaco en función de la situación de la línea de saturación. ....	46
Figura 18: Ábaco número 1 de Hoek & Bray. Condición de talud seco, para una altura de hasta 3 m y un Factor de Seguridad de 1,5. UG1 en color azul.....	47
Figura 19: Curvas de Breddin tipo de los materiales granulares de la zona de estudio.....	50

## PLANOS

PLANO 1. LOCALIZACION GENERAL Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIONES

PLANO 2. GEOLOGIA GENERAL

## APENDICES

APENDICE 1. CALICATAS

APENDICE 2. GEOFÍSICA. ENSAYOS DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN

APENDICE 3. ENSAYOS DE LABORATORIO

APENDICE 4. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

## 1 INTRODUCCION Y OBJETO

Touza Arquitectos (en adelante Touza) adjudica la redacción del estudio Geológico – Geotécnico para el diseño de viales en la Urbanización Canto Redondo de San Martín de Valdeiglesias, Madrid a GHM Consultores, S.L.

La zona objeto de estudio se localiza al Norte del término municipal de San Martín de Valdeiglesias, al Oeste de la provincia de Madrid (España), muy próxima a los límites de provincia de Ávila y Toledo. Los trabajos de geotécnicos de investigación en campo se han realizado en una única fase a finales de julio de 2022. La totalidad de los trabajos se realiza bajo la supervisión directa de técnicos de GHM Consultores desplazados a terreno a tal efecto.

El objetivo de los trabajos ha sido el reconocimiento geológico-geotécnico en terreno, así como los ensayos geofísicos y de laboratorio necesarios para la redacción del Estudio Geológico - Geotécnico correspondiente al diseño de los viales de la Urbanización Canto Redondo de San Martín de Valdeiglesias, Madrid.

Específicamente, el trabajo se enfoca en:

- Describir las características geológicas y geotécnicas del suelo: litologías, espesor de cada unidad geotécnica, características físicas, químicas y mecánicas de los materiales presentes en la zona de estudio.
- Determinar la capacidad portante del terreno a través de ensayos in situ y en laboratorio.
- Incidencia de aguas freáticas, detección del nivel freático y determinación de la permeabilidad del terreno.
- Estudio del aprovechamiento de materiales para su reutilización en obra.
- Definición del grado de excavabilidad del terreno.
- Investigación y evaluación de los riesgos asociados a:

Parámetros geotécnicos y propiedades mecánicas del terreno, de acuerdo con la estructura del proyecto.

Procesos geológicos y geomorfológicos. Canales de drenaje, procesos de erosión rápida o depósito, áreas superficiales con acumulación de sales, escarpes o áreas inestables, riesgos por sismos, actividad volcánica, etc.).

- Condiciones de excavabilidad.
- Estabilidad de taludes y excavaciones.

## 2 ENCUADRE GENERAL Y ANTECEDENTES

### 2.1 DOCUMENTACION DISPONIBLE Y BIBLIOGRAFIA

Entre la documentación técnica disponible sobre el Proyecto se cuenta con la siguiente información previa facilitada por Touza:

- Plan Parcial de reforma interior del ámbito SU-RA-1 "Canto Redondo – Pantano de San Juan", redactado por TPF Getinsa - Euroestudios, S.L en febrero de 2018.
- Archivo "2382\_MANZANAS.dwg". Planos realizados por Touza en junio de 2022, donde figuran la distribución de viales en la urbanización y la denominación, uso, y superficies de las manzanas resultantes de ese encaje de diseño.
- Archivo "ejes.dwg" plano con la representación de los ejes de los viales proyectados
- Archivo "L01.dwg", donde se muestran las secciones de los perfiles longitudinales de los viales.
- Archivo "T01.dwg" donde se muestran las secciones de los perfiles transversales de los viales.
- Archivo "TOPOGRAFICO\_2D.dwg". Levantamiento topográfico realizado para el Proyecto y facilitado por Touza.

La bibliografía consultada para la elaboración de este informe ha sido la siguiente:

- Mapa Geológico Nacional MAGNA E/1:50.00, Hoja 557 – San Martín de Valdeiglesias.
- Pliego de Prescripciones Generales Para Obras de Carretera. PG3. Ministerio de Fomento.
- CTE Código Técnico de Edificación. 2009. Documento Básico, Seguridad Estructural. España.
- JIMÉNEZ SALAS J.A; JUSTO ALPAÑES J.L. 1975 Geotecnia y Cimientos. Volumen 3.
- CUSTODIO E.; LLAMAS M.R. 1983. Hidrogeología subterránea Volumen I. Edición Omega.

## 2.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO Y LOCALIZACIÓN

Touza Arquitectos está desarrollando el Proyecto de Plan Parcial de reforma interior del ámbito SU-RA-1 "Canto Redondo - Pantano de San Juan" en el Término Municipal de San Martín de San Martín de Valdeiglesias. El citado proyecto está en fase de redacción y se trabaja sobre la información previa disponible.

A la zona de estudio se accede directamente desde la Ctra. M-957, entre los pp.kk. 3 y 4. Actualmente se encuentra restringido el acceso con vehículo por el vial principal.

En lo referente a la topografía del terreno, la zona presenta un relieve bastante marcado definido por los cerros Calderona, Cabrillas y San Millán, que marcan los puntos más elevados de este sector. Destacar que el límite Norte de este sector limita con el Embalse de San Juan.

A continuación, se muestra la localización de la zona de Proyecto.

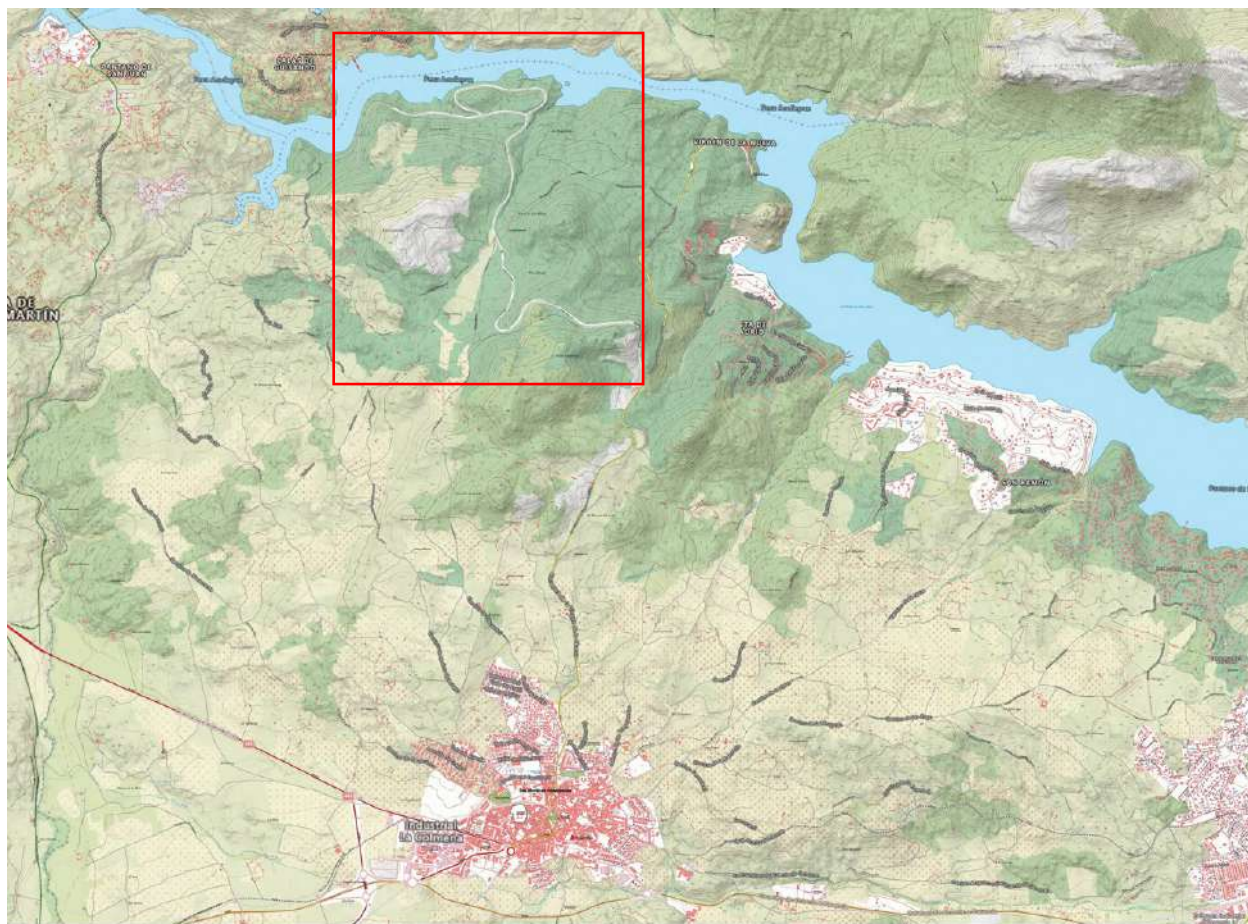


Figura 1. Emplazamiento general de La Urbanización Canto Redondo, al Norte de la localidad de San Martín de Valdeiglesias, Madrid.



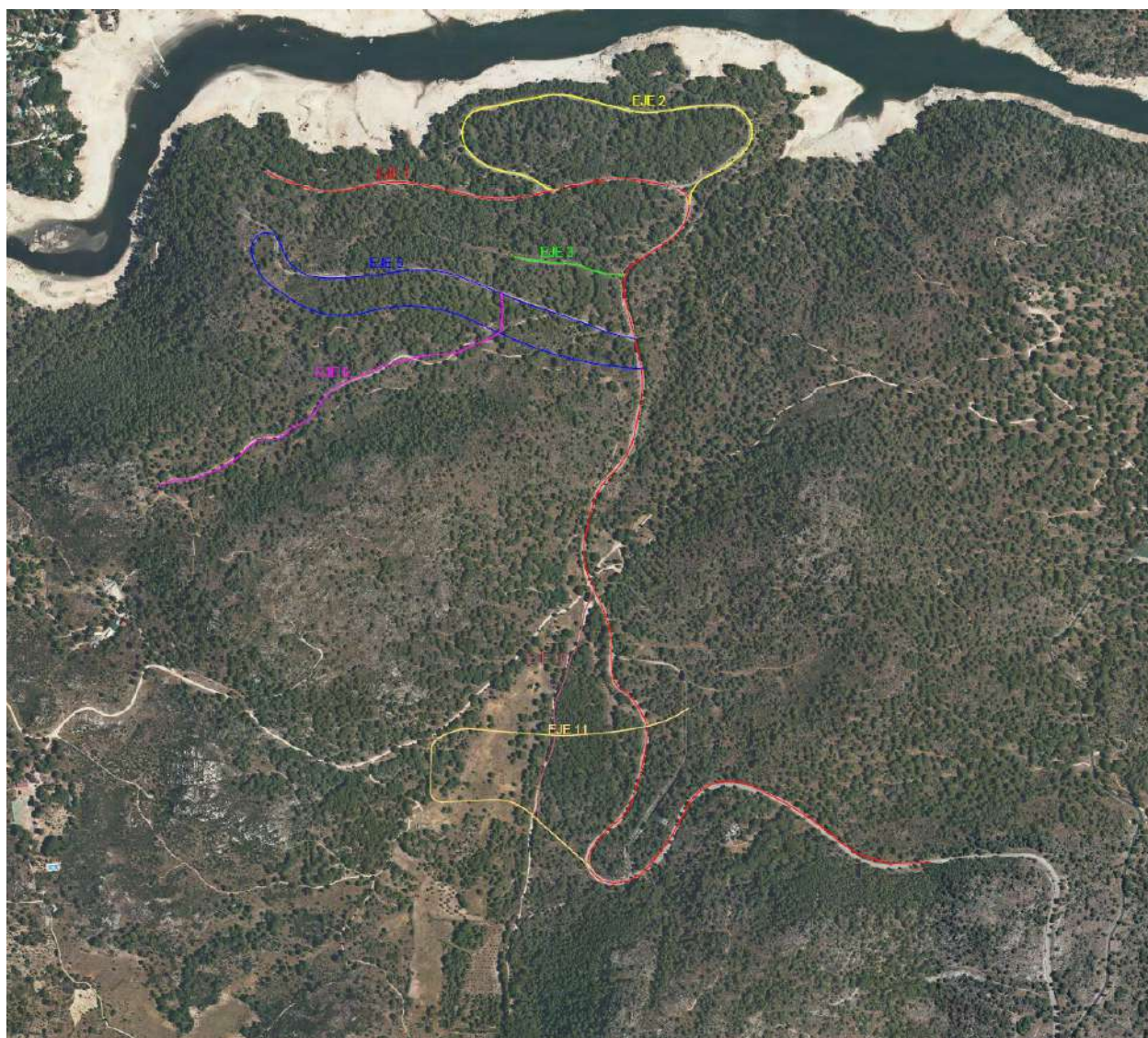


Figura 2. Localización de los viales objeto de estudio.

Analizando la documentación previa disponible, se han proyectado un total de 12 ejes de viales, numerados del 1 al 12 correlativamente.

Los viales presentan longitudes variables que oscilan desde 3.560 m el vial principal o Vial 1 a escasos 31 m los viales 4 y 7; en este sentido llama la atención la diferenciación como “vial” los denominados con los números 4, 7, 8 y 12 que presentan longitudes entre 31 m y 73 m y que se corresponden con pequeños tramos de conexión entre viales.

Entre los viales proyectados existen viales que actualmente se encuentran en forma de caminos en tierras, sin asfaltar otros serán viarios de nueva ejecución sobre terreno natural sin modificar en este sentido, los Ejes 1 y 2 del Proyecto son viales existentes actualmente, que se encuentran asfaltados y con servicios.

La rasante en el eje de los viales se ajusta en la mayor parte de los casos, a la topografía actual del terreno proyectándose desmontes y terraplenes mayoritariamente inferiores a 0,5 m. Puntualmente se localizan alturas máximas de desmontes de hasta 2,3 m y rellenos de hasta 3,9 m de altura máxima, si bien tienen escaso desarrollo longitudinal, afectando a tramos de viales de orden de los 40-80 m longitudinales.

## **2.3 NORMATIVA DE REFERENCIA**

### **2.3.1 General**

- Pliego de Prescripciones Generales Para Obras de Carretera. PG3. Ministerio de Fomento.
- Normas UNE para estudios geotécnicos:
  - UNE-ENV 1997-1:1999. Eurocódigo 7: Proyecto Geotécnico. Parte 1: Reglas Generales.
  - UNE-ENV 1997-2:2001. Eurocódigo 7: Proyecto Geotécnico. Parte 2: Proyectos Asistido por ensayos de Laboratorio.
  - UNE-ENV 1997-3:2002. Eurocódigo 7: Proyecto Geotécnico. Parte 3: Proyecto Asistido por Ensayos de Campo.

### 3 TRABAJOS REALIZADOS

Para la realización del presente estudio, GHM Consultores ha propuesto a Touza un diseño de campaña de investigación, encaminados a la obtención de las características geológico-geotécnicas del sustrato basada en la ejecución de ensayos in situ y recogida de material para su análisis en laboratorio.

Previamente a la definición de la campaña propuesta y finalmente ejecutada, en primer lugar, se ha realizado una inspección técnica del terreno por geólogos de GHM Consultores caracterizando en detalle las condiciones del terreno y la idoneidad de los ensayos a realizar. Posteriormente se han llevado a cabo diferentes trabajos para completar este estudio, todos ellos centrados en establecer las principales características del sustrato geológico-geotécnico.

Una vez que todos los ensayos de campo y los datos muestreados estuvieron disponibles se ha realizado su interpretación y análisis de conjunto.

#### 3.1 VISITA DE RECONOCIMIENTO

Previamente, antes del inicio de los trabajos de investigación se ha realizado un análisis de toda aquella documentación disponible sobre la zona de estudio (mapas geológicos, mapas topográficos, memorias, tesis, artículos científicos). Esto permite un encuadre previo del emplazamiento geológico del proyecto y una identificación previa de los materiales existentes en la zona.

Posteriormente, técnicos cualificados de GHM Consultores realizaron una visita de reconocimiento de la zona de estudio para verificar la información obtenida en base al análisis previo de la documentación existente. En este sentido se observa que la zona de estudio se localiza sobre la gran masa de rocas ígneas de composición granítica que con dirección NE-SO se extienden al N y O de la provincia de Madrid. Se observan numerosos afloramientos rocosos tanto en superficie como en las contadas excavaciones existentes, asociadas a pequeños desmontes excavados en el terreno realizados para el encaje del vial principal de acceso a este sector.

Por último, se ha realizado un reconocimiento con el fin de evaluar las posibles restricciones de accesibilidad debido a límites de propiedades, vallados, pendientes acusadas, arbolado, vegetación, orografía, suelos blandos, cursos de agua etc.

La cartografía geológica se puede consultar en el PLANO 2. GEOLOGÍA GENERAL.



### 3.2 CALICATAS

Se han realizado un total de veintiuna (21) calicatas con máquina retroexcavadora mixta en la zona de estudio de tal forma que se cubriera la totalidad del área a investigar. Las calicatas se han realizado para la caracterización del fondo de excavación – caracterización de la explanada de los viales proyectados por lo que su situación se circunscribe al ámbito de desarrollo de los viales.

Las calicatas se han numerado con la letra “C-”, seguida de una numeración correlativa (1, 2...20). La calicata C-4 se ha dividido en 2 calicatas para caracterizar diferentes zonas de uno de los viales y se han denominado como C-4-1 y C-4-2.

Las profundidades máximas alcanzadas en cada una de ellas son mayoritariamente inferiores a 1,50 m lo que arroja una información importante acerca del grado de excavabilidad del terreno donde se va a desarrollar el Proyecto.

A continuación, se muestra la máquina utilizada para la realización de las calicatas, retroexcavadora mixta Fiat – Hitachi FB 110 de 110 CV.



Figura 3. Retroexcavadora empleada para la realización de las calicatas de la Urbanización Canto Redondo en San Martín de Valdeiglesias, Madrid.

En la siguiente figura se muestra la ubicación en planta de las diferentes calicatas realizadas.



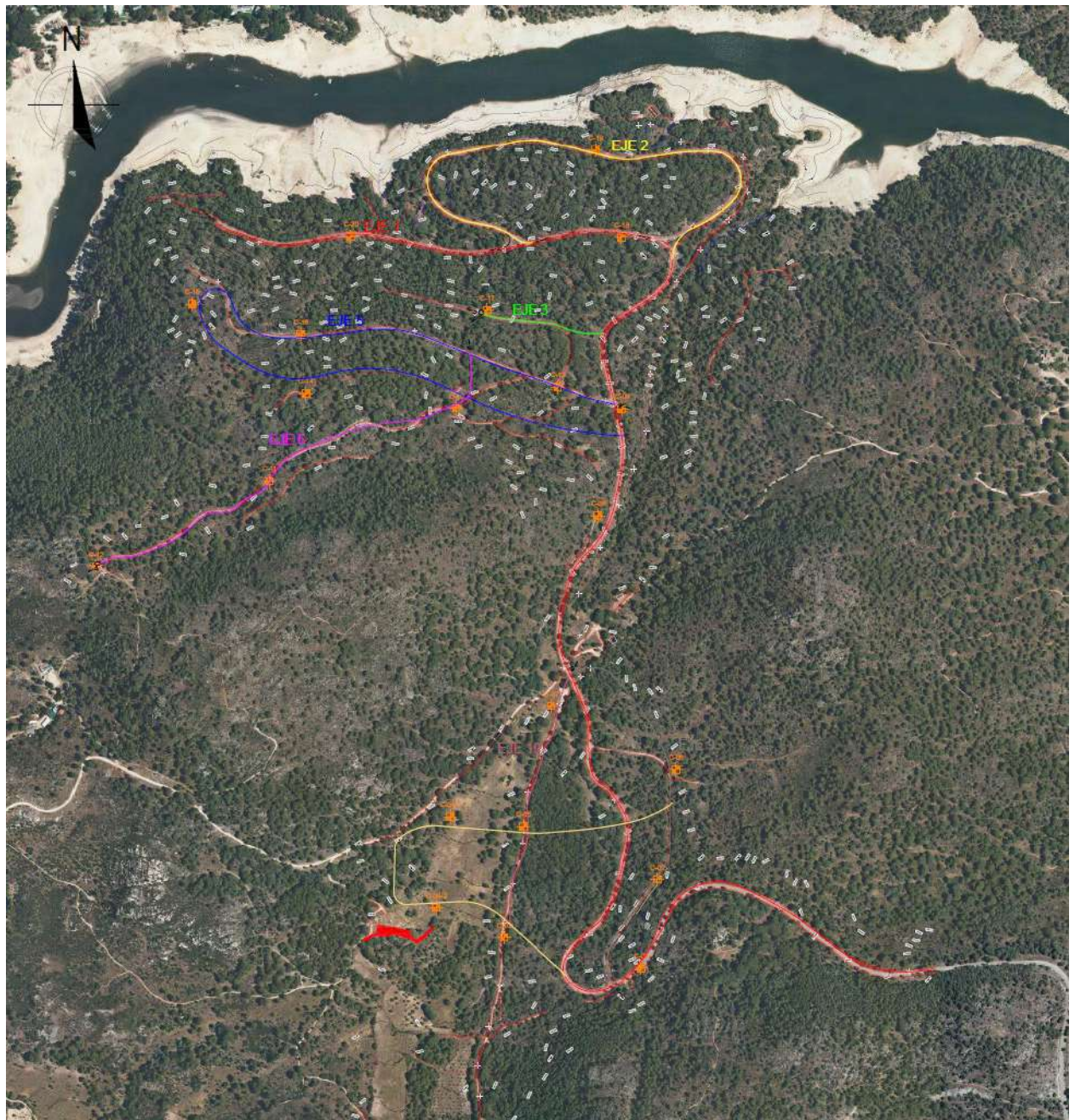


Figura 4. Ubicación de las calicatas realizadas para el estudio geológico-geotécnico de viales en la Urbanización Canto Redondo de San Martín de Valdeiglesias, Madrid.

Las calicatas son un método de reconocimiento del terreno que nos permite obtener información bastante completa en cuanto al tipo de material presente en la zona, la profundidad de aparición de suelo firme, presencia o no de agua, excavabilidad de los materiales atravesados, estabilidad de los mismos frente a la excavación y sobre todo, permite obtener muestras in situ lo suficientemente representativas como para llevar a cabo los ensayos de laboratorio necesarios para realizar la caracterización geotécnica de los materiales presentes.

A pesar de la limitación que presentan este tipo de investigaciones en cuanto a que la profundidad de reconocimiento (3-4 m) viene condicionada por las características de la máquina retroexcavadora (con medios excepcionales pueden alcanzar profundidades mayores), son un método de investigación bastante adecuado, sobre todo en cimentaciones superficiales como es el caso que nos ocupa, ya que permiten tomar contacto con un punto real sobre el que se asentará la obra.

En el caso concreto de los materiales presentes en la zona, la ejecución de las calicatas nos ha permitido determinar los espesores de los diferentes materiales atravesados y obtener datos acerca de su excavabilidad.

En la siguiente tabla se reflejan las coordenadas de cada una de las calicatas realizadas, así como la profundidad máxima alcanzada.

Calicata	Coordenadas UTM			Profundidad máxima alcanzada (m)	Objeto	Excavabilidad
	X	Y	Z			
C-1	380.985,0	4.472.464,0	754,0	1,20	EJE 1	No excavable
C-2	381.018,0	4.472.645,0	738,0	1,50	EJE 9	No excavable
C-3	380.704,0	4.472.527,0	727,0	1,20	EJE 11 - EJE 10	No excavable
C-4-1	380.594,0	4.472.775,0	713,0	2,00	EJE 11	No excavable
C-4-2	380.565,0	4.472.587,0	725,5	0,55	EJE 11	No excavable
C-5	380.743,0	4.472.755,0	713,5	0,60	EJE 11 - EJE 10	No excavable
C-6	381.058,0	4.472.871,0	723,0	1,15	EJE 9	No excavable
C-7	380.802,0	4.473.002,0	700,0	1,50	EJE 10	No excavable
C-8	380.897,0	4.473.393,0	683,5	0,70	EJE 1	No excavable
C-9	380.946,0	4.473.613,0	657,5	1,00	EJE 1 - EJE 5	No excavable
C-10	380.606,0	4.473.615,0	674,5	1,40	EJE 5 - EJE-6	No excavable
C-11	380.217,0	4.473.453,0	704,5	0,55	EJE-6	No excavable
C-12	379.865,0	4.473.291,0	735,5	1,56	EJE-6	No excavable
C-13	380.815,0	4.473.658,0	661,5	1,50	EJE 5	No excavable
C-14	380.298,0	4.473.646,0	679,5	1,60	EJE 5	No excavable
C-15	380.063,0	4.473.827,0	661,0	0,85	EJE 5	No excavable
C-16	380.287,0	4.473.767,0	656,0	0,65	EJE 5	No excavable
C-17	380.669,0	4.473.815,0	641,0	0,00	EJE 3	No excavable
C-18	380.945,0	4.473.966,0	621,0	0,40	EJE 1	No excavable
C-19	380.896,0	4.474.146,0	587,5	0,90	EJE 2	No excavable
C-20	380.389,0	4.473.967,0	594,0	0,20	EJE 1	No excavable

Tabla 1. Coordenadas y profundidades alcanzadas en las calicatas excavadas para la Urbanización Canto Redondo de San Martín de Valdeiglesias, Madrid.



A excepción de las calicatas C-1 y C-2 realizadas en las inmediaciones de los viales existentes correspondientes a los Ejes 1 y 9, donde se han localizado rellenos granulares de tipo terraplén asociados a la construcción de los viales existentes, en el resto de calicatas se describe el terreno natural existente.

A partir de la descripción litológica de las calicatas, en la zona de estudio se diferencian:

- Inicialmente en superficie, desde la cota de inicio de las calicatas y con un espesor variable que oscila entre 0,10 m y 0,30 m, se diferencia el nivel más superficial del terreno correspondiente a la capa de suelo vegetal descrita mayoritariamente como arenas algo limosas con cantos de grava de naturaleza granítica dispersos y abundantes restos de raíces. Puntualmente en la zona de la calicata C-17, aflora roca en superficie no habiéndose desarrollado este nivel superficial.

- Inmediatamente por debajo de la capa de suelo vegetal se localiza el substrato base de naturaleza granítica. Se describen como granitos que presentan diferente grado de alteración que va desde prácticamente sanos, lo que les confiere un carácter marcadamente rocoso, a grados de alteración V-IV donde la estructura del granito original ha sido alterada y descompuesta formándose depósitos de arenas con fragmentos de roca menos alterados.

En resumen, la zona objeto de estudio se caracteriza por localizarse sobre una serie de materiales de naturaleza rocosa definidos como granitos, pertenecientes al macizo de rocas graníticas hercínicas, ampliamente representados en esta zona de la localidad de San Martín de Valdeiglesias en Madrid. Estos materiales rocosos son susceptibles de presentar un manto de alteración superficial producto de una intensa meteorización “in situ” (sin transporte) del substrato rocoso original que transforma la roca original en “suelo”; esta meteorización se produce y se ve favorecida por la presencia de fracturas, fisuras o diaclasas que están presentes en la roca, por lo que este manto de alteración tiene un mayor desarrollo en aquellas zonas donde la densidad de discontinuidades sea mayor lo que justifica que no se desarrolle por igual a lo largo de la zona de estudio. De esta manera se explica que haya numerosos afloramientos de roca en superficie entre las que se localizan otras con desarrollos superficiales de niveles de arenas con fragmentos de roca menos alterados; en cualquier caso, en base a la información obtenida de las calicatas realizadas, este manto de alteración superficial presenta en general escaso desarrollo.

El siguiente cuadro es bastante explicativo de los que se ha venido observando en la zona de estudio.

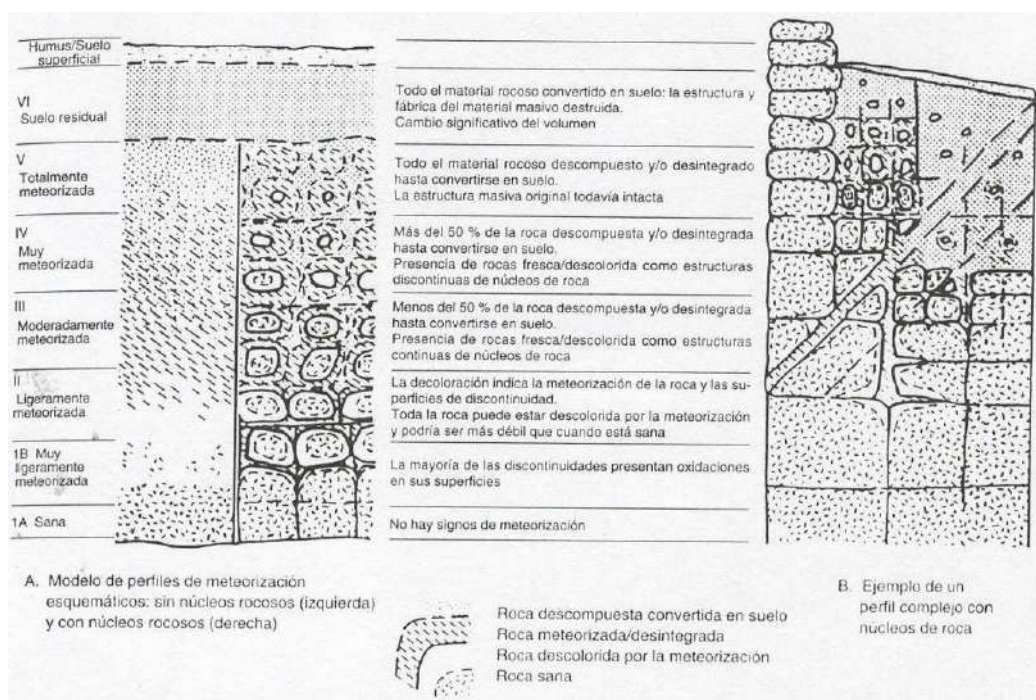


Figura 5. Perfil tipo de meteorización de un sustrato rocoso.

Los granitos sanos o poco alterados presentan una alta dificultad a ser excavados con medios convencionales por lo que serán necesarios medios neumáticos excepcionales para su excavación (martillo neumático o voladura dependiendo de la profundidad de excavación a alcanzar), sin embargo, los niveles superficiales de alteración son excavables con cierta dificultad (suelo vegetal + parte superficial de los granitos GM V-IV). Las profundidades de excavación se estiman en general inferiores a 1,5 m, dependiendo de la potencia de la máquina empleada.

A continuación, se muestran ejemplos de los abundantes afloramientos rocosos en superficie existentes en la zona de estudio.



Figura 6. Detalle de los abundantes afloramientos rocosos existentes.

Las calicatas quedaron abiertas durante un lapso de tiempo suficiente para observar su evolución en lo referente a desplomes, caída de detritus, afloramientos de agua y deslizamientos y se procedió a la toma de una muestra tipo alterada (M.A.) para su posterior ensayo en laboratorio. En todas las calicatas se ha tomado una muestra de los materiales existentes para la caracterización de las diferentes litologías.

En este sentido se puede afirmar que las paredes de las calicatas permanecieron estables durante el periodo de tiempo que permanecieron abiertas, no registrándose fenómenos de inestabilidad.

En ninguna de las calicatas abierta se ha detectado la presencia de agua superficialmente.

La ubicación detallada de las calicatas está disponible en la PLANO 1. LOCALIZACIÓN GENERAL Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIONES.

Los registros de las calicatas se pueden consultar en el APÉNDICE 1 CALICATAS.

### **3.3 GEOFISICA**

Los trabajos correspondientes a la investigación geofísica han consistido en la realización de:

- Ensayos de sísmica de refracción.

El alcance y metodología de los ensayos se desarrolla a continuación.

#### **3.3.1 Ensayos de Sísmica de Refracción**

Para la determinación del grado de excavabilidad/ripabilidad del terreno existente en la zona de estudio, se han realizado un total de cuatro (4) ensayos de Sísmica de Refracción, con un alcance de 15 m de profundidad, a partir del cual se obtiene la medición del parámetro "Vp" (velocidades de ondas de corte). Los ensayos han sido distribuidos longitudinalmente a lo largo de los viales proyectados en la Urbanización Canto Redondo.

La nomenclatura utilizada para la denominación de los ensayos geofísicos ha sido con las letras PS, numerados del 1 al 4 correlativamente.

Los ensayos de Sísmica de Refracción permiten obtener un modelo de distribución de velocidades de propagación de ondas P (Vp) de grandes volúmenes de terreno.

Esta técnica consiste en medir los tiempos invertidos por una onda P en llegar a través del terreno a una serie de receptores (geófonos) alineados en la superficie del mismo. La onda compresiva se genera por medios mecánicos y los geófonos registran el tiempo que tarda la perturbación en llegar a cada uno de ellos después de refractarse en los límites geológicos existentes en el subsuelo.



Para la toma de datos se disponen un total de 24 geófonos en un tendido lineal, los cuales han sido conectados a dos cables que mediante un derivador en “Y” se conectan a un sismógrafo, que a su vez será alimentado para su correcto funcionamiento por una batería de 12 V. El espaciado entre geófonos ha sido de 2,5 m y se han realizado 7 puntos de disparo para cada perfil, lo que ha permitido alcanzar una profundidad máxima de reconocimiento de 15 m.

En la siguiente imagen se muestra el equipo utilizado:



Figura 7. Equipo empleado para la realización de los ensayos de sísmica de refracción.

El ensayo de sísmica de refracción utiliza las propiedades de las ondas de volumen que se dividen atendiendo a la manera de propagarse a través del medio. Por ejemplo, una onda sísmica de volumen que viaja a través del medio con una velocidad  $V_1$ , en un momento dado se encuentra con el límite de otra capa con velocidad  $V_2$  (asumiremos que  $V_1 < V_2$ ). En el límite entre estas capas de distinta velocidad parte de la energía se transmite a la segunda capa y el resto es reflejada de vuelta a la primera capa. En este momento se dividen las ondas siguiendo la Ley de Snell), reflectándose en el límite entre ambas capas de tal forma que una parte del frente de ondas incidente se refleja en la superficie de contacto entre ambos medios y viaja por el primer medio, y la otra se refracta, viajando a través del segundo medio.

Conociendo el tiempo de viaje y las distancias recorridas, se calculan la  $V_p$  y se interpretan modelos de su distribución en profundidad que se relaciona con la compacidad del terreno. El análisis de esa información obtenida sirve para diferenciar las diferentes litologías (en este caso, la diferencia entre niveles de “suelo” y “roca” y determinar por correlación con tablas de ripabilidad estandarizadas, el grado de excavabilidad del terreno, pudiendo así evaluar la excavabilidad o ripabilidad del mismo y localizar la profundidad a la que se encuentra del substrato rocoso existente bajo el nivel de meteorización o de recubrimiento.



En la siguiente imagen se muestra la ubicación de los ensayos de sísmica de refracción.

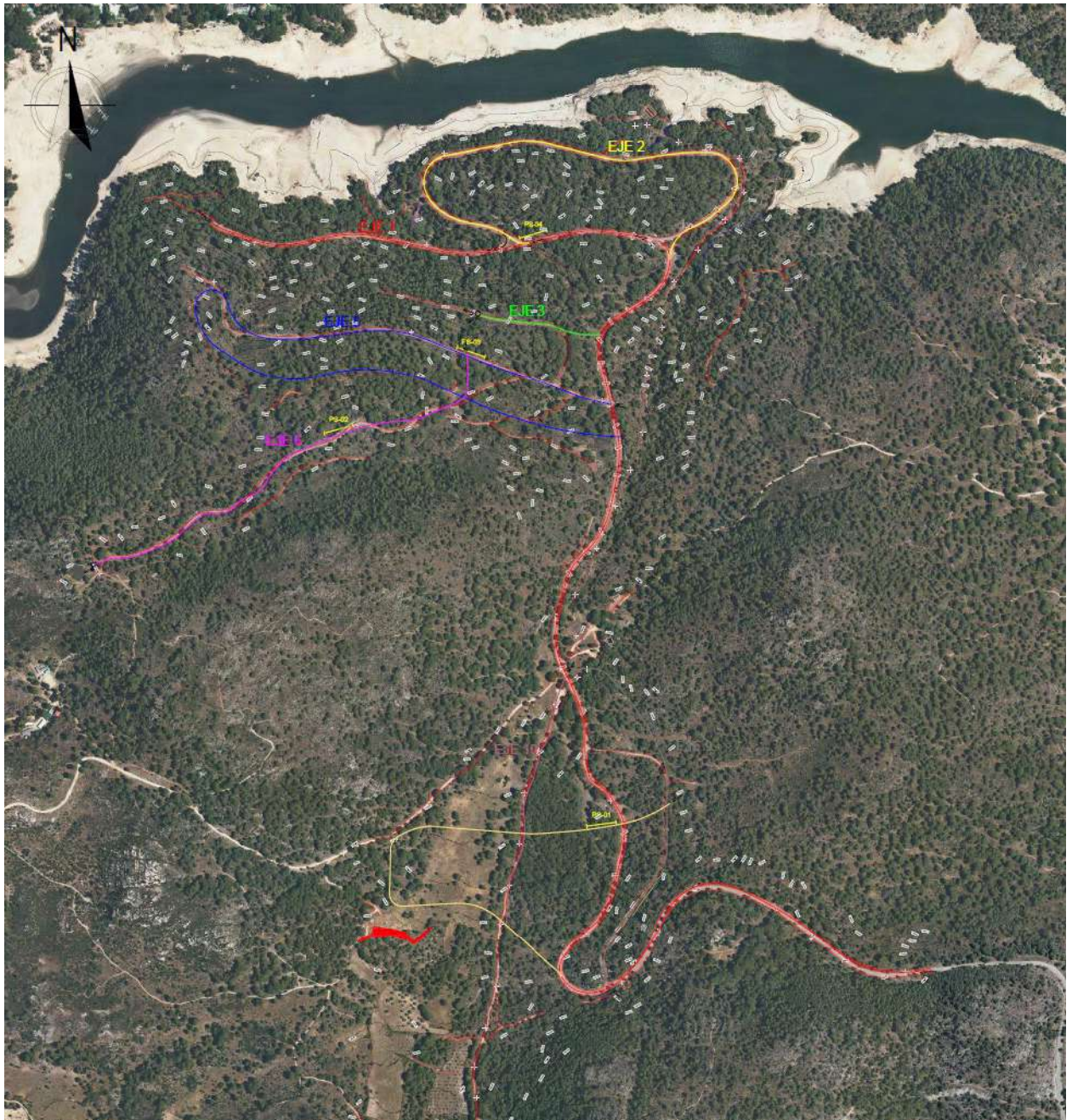


Figura 8. Ubicación de los ensayos MASW realizados para el estudio geológico-geotécnico de viales en la Urbanización Canto Redondo de San Martín de Valdeiglesias, Madrid.

Los ensayos se han realizado en las coordenadas previstas, no sufriendo variación alguna por motivos de accesibilidad, permisos, etc.



Perfil sísmico	Coordenadas UTM				OBJETO
	Inicio		Fin		
	X	Y	X	Y	
PS-01	380.890	4.472.748	380.932	4.472.794	EJE 11
PS-02	380.356	4.473.551	380.401	4.473.585	EJE-6
PS-03	380.599	4.473.742	380.648	4.473.727	EJE 5
PS-04	380.760	4.473.961	380.816	4.473.972	EJE 1

Tabla 2. Coordenadas de inicio y fin de los ensayos de sísmica de refracción realizados para la Urbanización Canto Redondo en San Martín de Valdeiglesias, Madrid.

A efectos de analizar los datos obtenidos en los ensayos de sísmica de refracción, se ha utilizado la tabla de Caterpillar, que es la que se utiliza en un amplio rango de países, para correlacionar la excavabilidad de los terrenos según la velocidad de las ondas P, con la excavadora de menor potencia de Caterpillar, D8. Dependiendo de la potencia de la máquina empleada estos rangos de velocidad que definen el grado de excavabilidad / ripabilidad de los terrenos, variará.

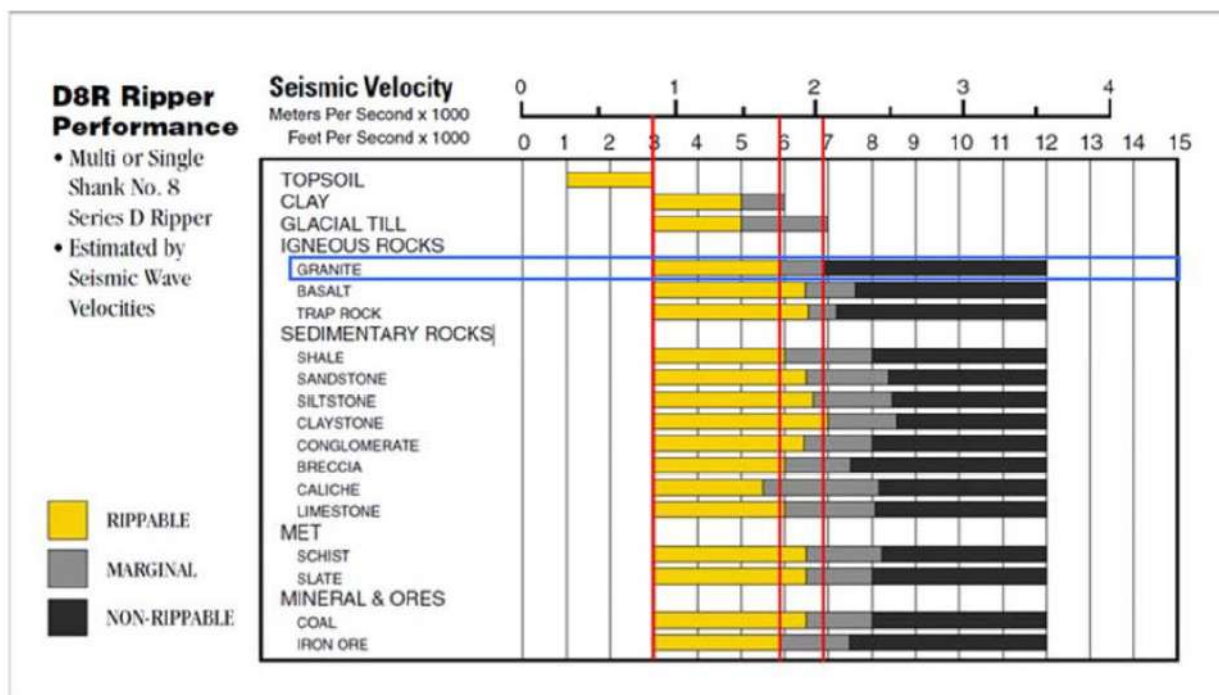


Figura 9. Clasificación de Caterpillar de las ripabilidades según la velocidad de la onda P y el tipo de roca o suelo, para un tractor con potencia D8.

Según esta tabla, para el tipo de roca presente en la zona de estudio (granitos) la clasificación de las excavabilidad/ripabilidad frente a las velocidades de onda  $V_p$  se clasifica:

- $V_p < 850$  m/s: no se clasifica como granito, ya que son velocidades demasiado bajas para este tipo de litología. Se clasifica como suelo edáfico. Terreno excavable.
- $V_p$  entre 850 – 1750 m/s: terreno clasificado en esta tabla como ripable con un tractor con potencia D8.
- $V_p$  entre 1750 – 2000 m/s: terreno clasificado en esta tabla como marginal para un tractor tipo D8.
- $V_p > 2000$  m/s: terreno clasificado como no ripable en la tabla de Caterpillar para un tractor tipo D8.

En este proyecto, se ha utilizado el siguiente código de colores para definir los tramos de excavabilidad/ripabilidad según la tabla de Caterpillar y un tractor tipo D8.

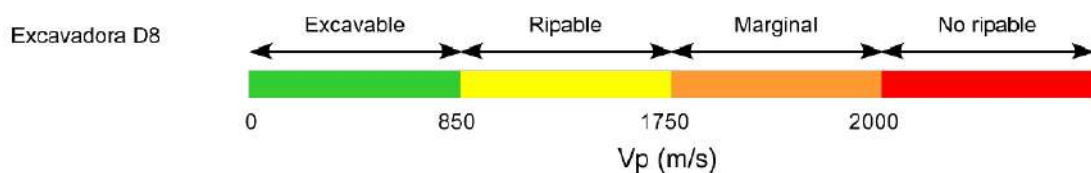


Figura 10. Rangos de excavabilidad establecidos por Caterpillar para un tractor con potencia D8 en función de las velocidades de las ondas P y el tipo de roca o suelo (en este caso granitos).

Analizando los datos obtenidos en los perfiles sísmicos realizados, de los cuatro perfiles de tomografía sísmica de refracción realizados, únicamente el perfil PS-01 presenta una primera capa de 1,3 m de espesor en la que se registran velocidades  $V_p < 850$  m/s - excavable ( $V_p < 850$  m/s). En el resto de los perfiles no se registran velocidades  $V_p < 850$  m/s.

Inmediatamente por debajo del nivel anterior en la zona del perfil PS-01 y directamente en superficie en el resto de los perfiles (es decir, superficialmente) se registran velocidades de onda  $V_p$  entre 850 – 1750 m/s lo que clasifica ese terreno como ripable según la tabla de Caterpillar para un tractor tipo D8. Los espesores de este nivel ripable oscilan entre 2,6 m y 9,1 m.

La capa de terreno clasificado como marginal en general no supera 1 m de espesor ( $V_p$  entre 1750 – 2000 m/s).

Estos datos son coherentes con lo observado en las calicatas realizadas.

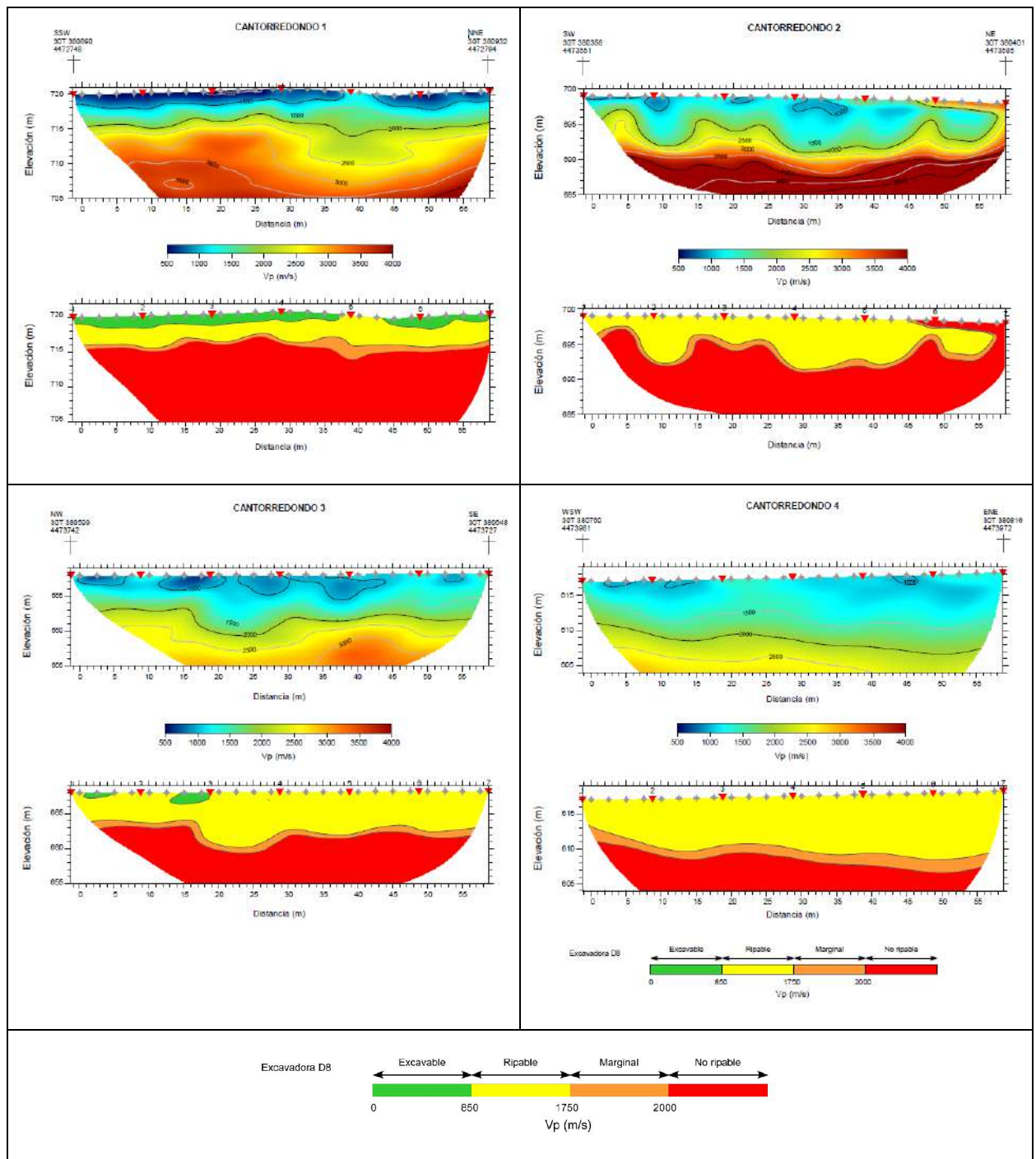


Figura 11. Perfiles de sísmica de refracción realizados en la Urbanización Canto Redondo en San Martín de Valdeiglesias, Madrid.

Los espesores de terreno excavable y ripable (para un tractor tipo D8) en cada uno de los perfiles realizados, se resumen a continuación:

Perfil sísmico	Espesor terreno excavable ( $V_p < 850$ m/s)	Espesor terreno ripable ( $V_p$ entre 850 - 1750 m/s)
PS-01	1,3 m	3,5 m
PS-02	0,0 m	2,6-6,5 m
PS-03	0,0 m	4,2-8,0 m
PS-04	0,0 m	4,1-9,1 m

Tabla 3. Espesores de terreno excavable / ripable en los diferentes perfiles sísmica de refracción realizados para la Urbanización Canto Redondo en San Martín de Valdeiglesias, Madrid.

La ubicación detallada de los ensayos de Sísmica de refracción está disponible en la PLANO 1. LOCALIZACIÓN GENERAL Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIONES.

Los registros de los ensayos de geofísica tipo Geofísica de Refracción se pueden consultar en el APÉNDICE 2. GEOFÍSICA: ENSAYOS GEOFÍSICA DE REFRACCIÓN.

### 3.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se han planteado sobre las muestras de suelo obtenidas de las calicatas.

Dadas las características propias del terreno existente y la tipología de las investigaciones realizadas, se han obtenido muestras alteradas en saco y bolsas estancas para conservar la humedad.

Todos los ensayos se han realizado en un laboratorio acreditado y mediante procedimientos normalizados de acuerdo con la normativa correspondiente.

En el APENDICE 3. ENSAYOS DE LABORATORIO se encuentran todas las actas con los resultados de los ensayos de laboratorio realizados.

Muestra ensayada	Profund. (m)	Tipo de muestra	Unidad	Granulometría en % que pasa						%Fracción			CLASIFICACIÓN		Límites de Atterberg			Humedad natural (%)	Hinchamiento libre (%)	Índice de colapso I (%)	Ensayo Próctor			Ensayo C.B.R.		Ensayos Químicos					PG-3	
				63 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm	Grava (%)	Arena (%)	Arcilla(%)	U.S.C.S.	AAHSTO	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)				Tipo de Próctor	Humedad óptima (%)	Densidad máxima, en g/cm³	Índice C.B.R. (100%)	Hinchamiento (%)	Sulfatos Cuantitativos (SO₄²⁻), (mg/kg)	Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	Materia orgánica (%)	Sales Solubles (%)	Yesos (%)		
C-2 (PTO-1)	1,20-1,40	MS	UG-0	100,0	98,1	94,5	86,8	39,9	18,3	5,5	76,2	18,3	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.		0,02	0,07	Mod.	6,7	2,09	36,2	-0,03	100		1,720	0,255		TOLERABLE	
C-3	0,90	MS	UG-1	100,0	98,9	82,0	66,5	18,8	10,0	18,0	72,0	10,0	SP-SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.		0,00	0,60	Mod.	5,1	2,10	69,9	0,17	0	106	0,890	0,208	0,41	TOLERABLE	
C-4-1	1,00	MS	UG-1	100,0	92,1	84,1	74,6	40,3	21,6	15,9	62,5	21,6	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.	4,70	0,02	0,04	Mod.	7,6	2,09	95,3	0,01	125		1,620	0,347		TOLERABLE	
C-4-2	0,40	MS	UG-1	100,0	86,7	70,6	62,9	23,6	14,3	29,4	56,3	14,3	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.	2,06								575		2,080	0,351		MARGINAL	
C-5	0,60	MS	UG-1	100,0	100,0	99,3	90,6	32,1	15,3	0,7	84,0	15,3	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.		0,01	0,03	Mod.	7,1	2,10	114,3	1,02	300		1,770	0,208		TOLERABLE	
C-6	0,70	MS	UG-1	100,0	97,8	94,4	87,6	50,4	24,0	5,6	70,4	24,0	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.		-0,01	0,00	Mod.	7,1	2,11	77,4	-0,01	325	211	1,460	0,151	0,30	TOLERABLE	
C-7 (PTO-2)	0,60	MS	UG-1	100,0	84,8	65,3	55,3	24,4	10,2	34,7	55,1	10,2	SP-SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.		0,06	0,01	Mod.	5,4	2,14	59,0	-0,17	375		1,350	0,127		TOLERABLE	
C-8	0,40	MS	UG-1	100,0	100,0	85,7	66,8	34,7	17,2	14,3	68,5	17,2	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.	3,18								200		1,040	0,143		TOLERABLE	
C-9	0,30	MS	UG-1	100,0	98,9	91,1	78,8	47,3	24,6	8,9	66,5	24,6	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.	1,63								1550		4,920	0,544		MARGINAL	
C-10	1,00	MS	UG-1	100,0	100,0	93,2	74,2	32,0	14,2	6,8	79,0	14,2	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.	2,47								75		1,510	0,178		TOLERABLE	
C-11	0,40	MS	UG-1	100,0	92,0	83,6	74,5	45,9	27,8	16,4	55,8	27,8	SM	A-2-4	N.P.	N.P.	N.P.	2,29								50		4,190	0,204		MARGINAL	
C-12	0,70	MS	UG-1	100,0	100,0	98,7	82,6	26,6	10,4	1,3	88,3	10,4	SP-SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.		0,11	0,01	Mod.	8,2	2,05	41,6	-0,02	50	90	1,300	0,100	0,25	TOLERABLE	
C-12	1,50	MS	UG-1	100,0	100,0	95,8	79,7	37,7	20,5	4,2	75,3	20,5	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.	4,11								0		1,620	0,108		TOLERABLE	
C-13	1,00	MS	UG-1	100,0	100,0	98,5	84,2	31,0	14,5	1,5	84,0	14,5	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.		0,17	0,06	Mod.	7,8	2,10	28,8	1,22	75		1,620	0,146		TOLERABLE	
C-14	0,85	MS	UG-1	100,0	100,0	98,7	83,6	32,1	13,3	1,3	85,4	13,3	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.	3,07								50		1,410	0,190		TOLERABLE	
C-15	0,50	MS	UG-1	100,0	100,0	95,8	83,2	31,8	10,7	4,2	85,1	10,7	SP-SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.		-0,02	0,01	Mod.	7,6	2,05	78,4	-0,10	25	91	1,560	0,284	0,04	TOLERABLE	
C-16	0,40	MS	UG-1	100,0	94,2	80,1	63,5	19,1	8,4	19,9	71,7	8,4	SW-SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.		0,01	0,24	Mod.	7,4	2,09	91,6	0,04	0		1,820	0,141		TOLERABLE	
C-18	0,20	MS	UG-1	100,0	100,0	92,1	72,0	32,3	13,5	7,9	78,6	13,5	SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.	0,53								125		2,080	0,423		MARGINAL	
C-19	0,50	MS	UG-1	100,0	100,0	91,2	70,3	19,0	7,9	8,8	83,3	7,9	SW-SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.		0,02	0,24	Mod.	6,8	2,09	43,5	0,02	250	83	1,930	0,260	0,71	TOLERABLE	
C-20	0,15	MS	UG-1	100,0	98,5	82,2	57,9	24,4	7,8	17,8	74,4	7,8	SW-SM	A-1-b	N.P.	N.P.	N.P.	0,76								575		1,720	0,325		TOLERABLE	
Número				20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	11	11	11	11	11	11	11	20	5	20	20	5		
Máximo				100,0	100,0	99,3	90,6	50,4	27,8	34,7	88,3	27,8				0,0	0,0	0,0	4,7	0,2	0,60		8,2	2,14	114,3	1,2	1550	211,0	4,9	0,544	0,709	
Mínimo				100,0	84,8	65,3	55,3	18,8	7,8	0,7	55,1	7,8				0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,00		5,1	2,05	28,8	-0,2	0	83,0	0,9	0,100	0,044	
Desv. Típc				0,0	4,7	9,5	10,2	9,4	5,9	9,5	10,4	5,9							1,3	0,1	0,18		1,0	0,02	27,5	0,5	355	53,7	1,0	0,116	0,244	
Promedio				100,0	97,1	88,8	74,8	32,2	15,2	11,2	73,6	15,2							2,5	0,0	0,12		7,0	2,09	66,9	0,2	241	116,2	1,9	0,235	0,344	

Tabla 4. Tabla resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en las muestras tomadas para la caracterización geotécnica de los materiales en la Urbanización Canto Redondo San Martín de Valdeiglesias, Madrid.



## 4 GEOLOGIA

### 4.1 GEOLOGIA GENERAL

La localidad de San Martín de Valdeiglesias se localiza al SO de la provincia de Madrid.

El relieve es irregular y accidentado donde destaca la zona deprimida asociada al valle del río Alberche.

Desde el punto de vista hidrográfico la zona pertenece a la Cuenca del Tajo, siendo el río Alberche el afluente más importante de este entorno.

Desde el punto de vista geológico nos encontramos dentro de la gran masa de rocas granitoides hercínicos tardi y postcinemáticos que intruyen en los materiales metamórficos de los afloramientos de Aldeavieja – La Cañada – Cebreros – El Tiemblo y El Escorial – Villa del Prado.

Dentro de la división geotectónica nos encontramos en la zona Galaico – Castellana o zona Centro – Ibérica. Esta zona incluye áreas con metamorfismo de alto grado e importantes intrusiones graníticas y otras áreas de metamorfismo regional de grado muy bajo. Los materiales graníticos ocupan grandes extensiones de afloramiento; el tipo litológico más importante corresponde a las adamellitas. También es frecuente la actividad filoniana formada por pórfidos graníticos.

Dentro de los materiales existentes en la zona de estudio, se distinguen las siguientes unidades.

#### 4.1.1 Estratigrafía general

La localidad de San Martín de Valdeiglesias se localiza sobre la gran masa de roca graníticas hercínicas pertenecientes al Sistema Central.

Los materiales aflorantes en la zona de estudio son:

##### 4.1.1.1 Rocas graníticas hercínicas

En este punto se describen las rocas originadas por fusión, ampliamente representadas en la zona de estudio. Dentro de la gran masa de rocas graníticas hercínicas, se diferencian:

- *Granitoides microporfídicos, San Martín de Valdeiglesias – Las Cabrerías (8)*. Se incluyen una serie de enclaves de dimensiones variadas que se concentran al N y al S del pantano de San Juan. Se encuentran enclavados en las adamellitas porfídico-cordieritas de Hoyo de Pinares, las adamellitas con megacrístales de las Navas del Marqués – San Martín de Valdeiglesias, los leucogranitos biotíticos tipo Turril – Sarnosa, los leucogranitos de grano medio – grueso tipo Leonor y los granitos aplopegmatíticos. Los afloramientos de estas rocas graníticas son bastante apreciables y continuos, dando lugar a resaltes topográficos importantes. La morfología de los afloramientos suele estar muy condicionada por fracturas, y en otras ocasiones, aparecen dando lugar a superficies irregulares y bloques heterogéneos, en general de pequeño tamaño y

relativamente angulosos. Composicionalmente, estas rocas, varían entre adamellitas, monzogranitos y granitos biotíticos – moscovíticos, aunque pueden aparecer ciertos términos granodioríticos. Sus minerales principales son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita.

- *Adamellitas con megacristales biotítico – anfibólicas de las Navas del Marqués – San Martín de Valdeiglesias (12)*. Constituyen el Plutón más extenso del sector. Son rocas intrusivas en las adamellitas porfíricas biotítico – cordierítica de Hoyo de Pinares y las adamellitas – granodioritas biotíticas foliadas, y en los materiales metamórficos orto y paraderivados del afloramiento de El Escorial – Villa de Prado. La morfología de los afloramientos de esta unidad es variable y depende principalmente del grado de meteorización y fracturación; existen zonas de relieve suave y con ondulaciones, otras donde aparecen zonas de “lehm” granítico donde con frecuencia aparecen viñedos y pinares, en contraste con otras de relieves topográficos más acusados, con buenos afloramientos de roca fresca, que dan a morfologías de lanchares de amplia curvatura. Se trata de adamellitas de grano medio a grueso, biotíticas con megacristales de feldespato potásico, aunque en realidad se trata de una unidad plutónica muy heterogénea con variaciones importantes en el tamaño de grano.

- *Leucogranitos aplopegmatíticos heterogéneos (14)*. Afloran a ambos lados del embalse de San Juan. Están constituidos por un entramado de diques y masas tabulares irregulares, de direcciones E-O y escaso buzamiento. Morfológicamente dan resaltes topográficos importantes, donde se encuentran gran cantidad de bloques paralelepípedicos de pequeño tamaño debido al intenso diaclasado, aunque en otras zonas dan lugar a relieves muy llanos y suaves con gran cantidad de “lehm” granítico de color amarillento o rosado entre el que aparece gran cantidad de canturreal y algunos bloques de gran tamaño. Son rocas muy heterogéneas, con gran variación en el tamaño de grano, desde fino a grueso, y cambios en la textura; son bastante pobres en biotita, lo que se manifiesta en un color balneario de la roca que a veces se torna en amarillento o rosado debido a la alteración.

#### 4.1.1.2 Rocas filonianas

Las rocas graníticas anteriormente descritas se encuentran profusamente atravesadas por diques de diversa naturaleza con dos direcciones predominantes, desde N90°E a N130°E para los pórfidos graníticos, aplitas y diques de cuarzo y N20°E a N20°O para los diques de camptonita y cuarzo.

#### 4.1.1.3 Cuaternario

Son depósitos recientes asociados fundamentalmente a la dinámica fluvial y gravitacional. Dentro de ellos, se distinguen:

- *Gravas y arenas – Glacis (24)*. Son depósitos gravitacionales o de arroyada que articulan las vertientes montañosas con los fondos de valle. Están formados por gravas y arenas poco organizadas con abundante matriz. Su génesis está relacionada con el encajamiento de la red fluvial.



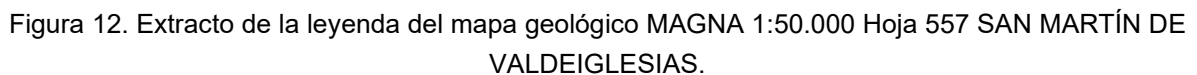
- *Cantos y gravas (Conos de deyección) (25)*. Están situados en los márgenes de cursos fluviales, relacionados con salidas de barrancos. Son de reducidas dimensiones. Son cantos y gravas con matriz arenosa. Su litología depende de los materiales existentes en las cuencas de recepción, pero en general son cantos de rocas graníticas, neísicas y cuarzo, y la matriz arcósica.

- *Cantos, gravas y arenas (Aluviales y Fondos de Valle) (29)*. Son sedimentos ligados a los cursos fluviales (estacionales o no) y constituidos por cantos, gravas y arenas de litologías variadas (granitos, neises, cuarzo, etc.) y granulometría muy heterogénea. Pueden presentar, ocasionalmente, un alto contenido en materia orgánica. Los depósitos ligados a los cursos fluviales instalados en los sedimentos terciarios, suelen tener una granulometría más fina y homogénea que los instalados sobre los materiales del zócalo hercínico.

#### 4.2 HIDROGEOLOGÍA

La localidad de San Martín de Valdeiglesias se encuentra dentro de la unidad hidrogeológica denominada “Sustrato granítico – Paleozoico”. El sustrato granítico – paleozoico hidrogeológicamente se considera impermeable, si bien pueden existir pequeños acuíferos localizados en fracturas que mantienen pequeños caudales de agua. Sus recursos únicamente pueden ser utilizables para cubrir demandas muy pequeñas (aproximadamente 100 m<sup>3</sup>/día como máximo), en condiciones hidrogeológicas favorables y con problemas de persistencia de caudal en estiajes prolongados; la calidad de las aguas es buena y los posibles focos de contaminación (vertido de residuos o aguas residuales) sólo afectan en la práctica a las aguas superficiales.

A continuación, se muestra la cartografía geológica de la zona de estudio obtenida de la Hoja MAGNA 1:50.000 nº 557 San Martín de Valdeiglesias.



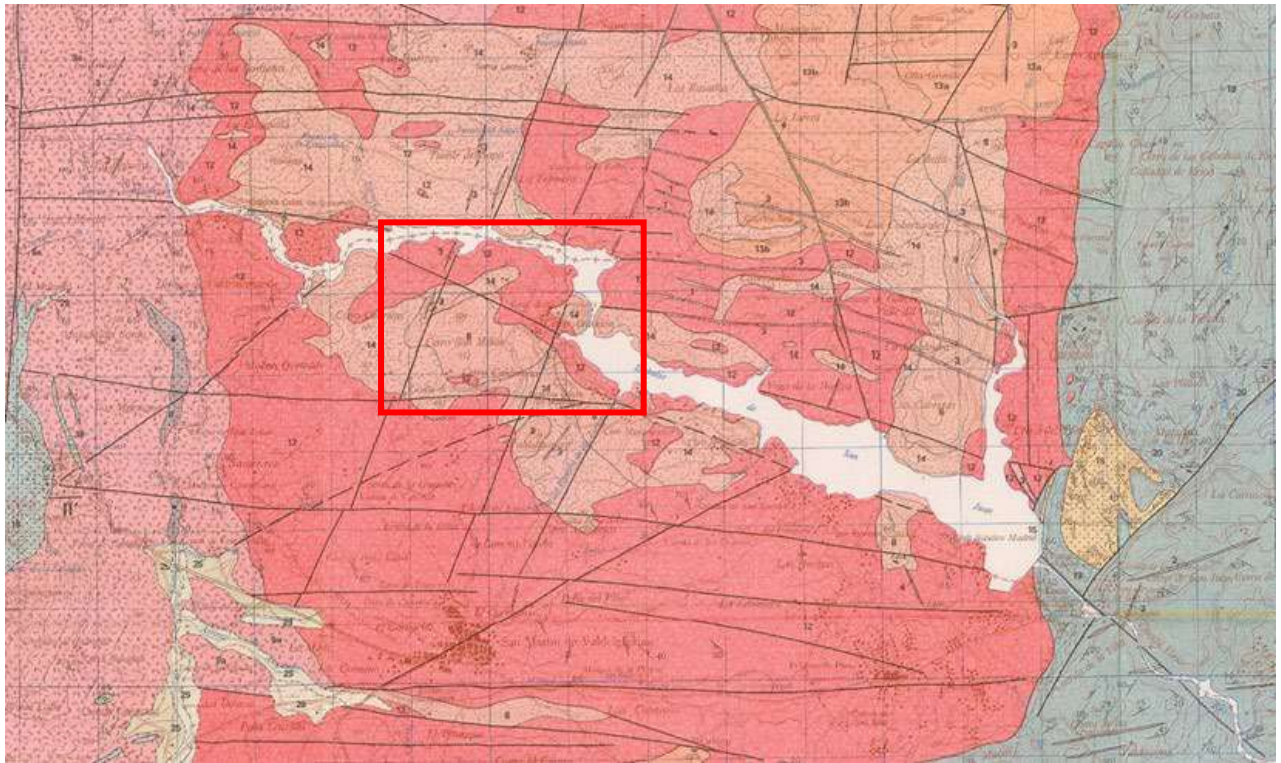


Figura 13. Extracto del mapa geológico MAGNA 1:50.000 Hoja 557 SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS.

## 5 DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

La Urbanización Canto Redondo se localiza al Norte del término Municipal de San Martín de San Martín de Valdeiglesias, sobre la gran masa de rocas graníticas hercínicas pertenecientes al Sistema Central.

En lo referente a la topografía del terreno, el relieve de esta zona se muestra irregular y accidentado definido por los cerros Calderona, Cabrillas y San Millán, que marcan los puntos más elevados de este sector. Son mayoritarios los afloramientos rocosos en superficie que definen las irregularidades más fuertes del terreno y que contrastan con otras zonas menos abundantes en las que un mayor espesor en el manto de alteración que se ha formado sobre el substrato rocoso granítico unido a los fenómenos de erosión, dando como resultado, zonas de pendientes menos fuertes o más suaves.

La zona objeto de estudio donde se va a desarrollar el proyecto de construcción de la Urbanización Canto Redondo de San Martín de Valdeiglesias se localiza sobre un substrato rocoso formado por granitos; estos materiales son susceptibles de desarrollar un manto de alteración superficial, resultado de la meteorización de la roca original que, en sus grados máximos, da como resultado la formación suelos procedentes de la meteorización in situ (no han sufrido transporte), de la roca original de la que proceden.

A efectos del presente estudio geotécnico, dentro de esas unidades geológicas se han diferenciado 3 unidades geotécnicas que de techo a base son:

- **Unidad Geotécnica 0:** Suelo vegetal y rellenos de viales existentes (no se han detectado rellenos de origen antrópicos en s.s.). En adelante **UG-0**.
- **Unidad Geotécnica 1:** "Suelos", granitos alterados (roca meteorizada) que se descompone en terrenos tipo suelo. En adelante **UG-1**.
- **Unidad Geotécnica 2:** "Roca", granitos sanos o poco alterados. En adelante **UG-2**.

La división geotécnica de estas unidades se ha realizado en base diferencias litológicas de los materiales (suelo / roca) y a las propiedades mecánicas de los mismos. Para la obtención de la clasificación de los materiales y sus parámetros resistentes, se ha realizado un análisis, interpretación y valoración de todos los diferentes ensayos realizados, tanto in situ (calicatas, geofísica) como de laboratorio.

A continuación, se procede a describir las características geotécnicas de cada una de las unidades diferenciadas.

### **5.1 UNIDAD GEOTÉCNICA UG-0, TIERRA VEGETAL – RELLENOS TIPO TERRAPLÉN**

Capa superficial del terreno relacionada con la evolución del suelo edáfico. Se encuentra recubriendo el resto de las unidades geotécnicas.

En general presenta poco desarrollo debido la actividad de uso de estos terrenos. En las diferentes investigaciones realizadas se definen unos espesores variables que oscilan entre 0,10 m y 0,30 m con un espesor medio de 0,20 m. Es importante destacar que existen amplias zonas en las que aflora substrato rocoso en superficie sobre el que no se ha desarrollado capa de suelo vegetal. Los materiales de esta unidad geotécnica se describen como arenas gruesas limosas con cantos dispersos.

No se ha detectado la presencia de rellenos antrópicos en sentido estricto en ninguna de las investigaciones realizadas. Tan sólo, en dos de las calicatas, en concreto en la C-1 y en la C-2, se ha detectado la existencia de rellenos tipo terraplén asociados a la construcción de los viales existentes. Se encuentran formados por un material tipo granular grueso por bloques de granito empastados en matriz arenosa, probablemente procedentes de excavaciones de un entorno próximo. Se circunscribe la existencia de estos rellenos tipo terraplén única y exclusivamente a la zona de los viales existentes.

### **5.2 UNIDAD UG-1. GRANITOS FUERTEMENTE ALTERADOS A SUELO**

Como se ha comentado anteriormente, las rocas graníticas son susceptibles de presentar un manto de alteración superficial producto de la meteorización del substrato rocoso original. Esta alteración no es homogénea en todo el sector, desarrollándose de manera desigual en unos puntos o en otros, coexistiendo zonas, las más abundantes, en las que no existe desarrollo de este nivel de alteración (aflora substrato rocoso directamente en superficie), con otras en las que se define unos espesores de este nivel del orden del metro (en cualquier caso, no se han superado los 2 m de espesor en ninguna de las investigaciones realizadas).

Se describen como arenas medias y gruesas entre las que se encuentran inmersos, fragmentos de roca granítica algo menos alterados. Presentan en general un grado de compactación denso y se encuentran prácticamente secas, con un grado de humedad muy bajo. En profundidad, el grado de meteorización de la roca va disminuyendo, siendo frecuente el aumento en la proporción y en el tamaño de los fragmentos rocosos menos alterados dando paso de manera gradual o de forma brusca, a la aparición del substrato rocoso original del que proceden por meteorización, los materiales de esta unidad geotécnica.



### 5.2.1 Identificación de los suelos

Las muestras obtenidas en los materiales de este nivel geotécnico han sido sometidas a análisis granulométrico por tamizado y posteriormente se ha procedido a la determinación de los Límites de Atterberg de la fracción fina existente en estos materiales.

Siguiendo los criterios establecidos por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos se han obtenido las siguientes conclusiones:

La totalidad de las muestras ensayadas de los materiales existentes en la zona de estudio correspondientes a este nivel geotécnico, atendiendo al análisis granulométrico de laboratorio, se describe como arenas ( S ) ya que más de la mitad del material es retenida por el tamiz número #200 y más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz #4. Como se trata de un producto de alteración de rocas graníticas, dependiendo del grado de meteorización habra mayor o menor presencia de elementos gruesos (fragmentos de roca menos alterados), lo que pueden dar una clasificación como gravas.

El porcentaje de fracción fina dentro de estos materiales oscila entre 7,8% y 27,8% con un valor medio de 15,2%, con lo que se clasifica como arenas poco/algo arcillosas.

En la siguiente figura se muestra la distribución granulométrica de la UG-1

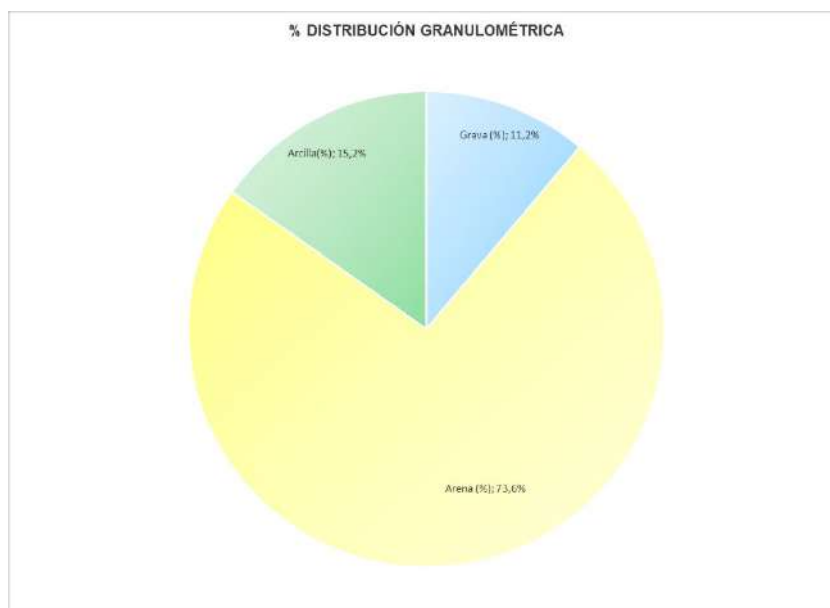


Figura 14. Distribución granulométrica de la UG-1.

La fracción fina de las muestras obtenidas se caracteriza por presentar una fracción fina No Plástica (N.P.).

Con los datos de los límites de Atterberg junto con las características granulométricas obtenidas en los ensayos de laboratorio podemos definir los materiales presentes según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, "U.S.C.S." como:

- SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
- SP Arenas mal graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin finos.
- SW Arenas bien graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin finos.

### 5.2.2 Estado natural

El estado natural de los suelos viene definido por los valores de la humedad natural y la densidad obtenidos de los ensayos correspondientes realizados en las distintas muestras extraídas.

En este sentido se han realizado 10 ensayos para la determinación de la humedad natural de estos materiales, obteniéndose unos valores en referencia a la humedad natural que oscilan entre 0,5% y 4,7%, con un valor medio de 2,5%, indicativo del bajo grado de humedad bajo de estos materiales. En general, por las observaciones de campo realizadas en las calicatas, se puede confirmar el bajo grado de humedad de estos materiales.

Dadas las características de las investigaciones realizadas para la caracterización de estos materiales, no se han podido obtener muestras para la determinación en laboratorio de la densidad natural de estos suelos. El valor se ha obtenido por correlación de uso común en geotecnia, pudiéndole asignar un valor de la densidad natural de 2,1 g/cm<sup>3</sup>.

### 5.2.3 Propiedades químicas - agresividad

Las muestras obtenidas han sido sometidas al ensayo de determinación del contenido en sulfatos solubles y Acidez Baumann Gully, obteniéndose valores que oscilan entre 0 mg/kg y 1.550 mg/kg en cuanto al contenido en sulfatos y entre 83 y 210 ml/kg de acidez Baumann Gully, es decir que se obtienen valores inferiores a los límites máximos permitidos.

### 5.2.4 Calidad de los materiales PG/3

El material ensayado se clasifica en general como un material detrítico grueso – arenas (S), con presencia de material tamaño arcilla/limo (inferior al 15% de media) y grava (inferior al 11% de media). La fracción fina se caracteriza por ser No Plástica.

Se han realizado 20 ensayos para determinar el contenido en materia orgánica de estos materiales, cuyos valores oscilan entre 0,9% y 4,9%, con un valor medio 1,9%. En este sentido es importante destacar que el bajo grado de excavabilidad que presentan estos materiales puede haber condicionado los valores registrados en el contenido en materia orgánica debido a que las muestras tomadas han sido superficiales y pueden haber sido contaminadas por el nivel superficial correspondiente a la capa de suelo vegetal con contenido en materia orgánica. Los valores esperables para estos materiales serían inferiores al 1%.

Del mismo modo, se han realizado 20 ensayos para determinar el contenido en sales solubles, obteniéndose unos valores que oscilan entre 0,1% y 5%, con un valor medio 0,2%. Es importante destacar que 12 de las 20 muestras ensayadas presentan valores iguales o inferiores a 0,2%.

Los valores de hinchamiento libre oscilan entre 0,0% y 0,2% con un valor medio de 0,0%.

Los índices de colapso obtenidos en estos materiales oscilan entre 0,0% y 0,6%, con un valor medio de 0,1%.

Según los resultados obtenidos, el material se clasifica para las especificaciones del Pliego de Prescripciones Generales para Obras de Carretera y Puentes (PG 3) como un material TOLERABLE, puntualmente MARGINAL por contenido en MO y SS. Como se ha comentado anteriormente, los valores de contenido en materia orgánica pueden haberse visto afectados por la superficialidad de las muestras (el grado de excavabilidad es bajo y las muestras han sido superficiales), por lo que se puede concluir que todas las muestras cumplirían como suelos TOLERABLES.

Se han realizado 11 ensayos de compactación Proctor Modificado y determinación del índice CBR. Los ensayos Proctor arrojan unos valores en referencia a la densidad de compactación que oscilan entre 2,05 g/cm<sup>3</sup> y 2,14 g/cm<sup>3</sup> con un valor medio de 2,1 g/cm<sup>3</sup>; los valores de la humedad óptima oscilan entre 5,1% y 8,2% con un valor medio de 7,0. Los índices CBR al 100% PM oscilan entre 28,8 y 114,3, con un valor medio de 66,9.



### **5.3 UNIDAD UG-2. GRANITOS SANOS O POCO ALTERADOS - ROCA**

Aflorando directamente en superficie o inmediatamente por debajo del nivel de alteración superficial de la unidad anterior, se localiza el substrato granítico rocoso.

#### **5.3.1 Identificación**

Se trata de un substrato rocoso, con lo que a efectos de clasificación geotécnica se definen como ROCA.

#### **5.3.2 Propiedades químicas - agresividad**

Dado la composición silíceo de las rocas graníticas se descarta la presencia de contenido en sulfatos en estos materiales.

#### **5.3.3 Calidad de los materiales PG/3**

A todos los efectos, estos materiales se definen como ROCA.

El producto procedente de la excavación de los granitos sanos o poco alterados podrá ser empleado como TODO UNO/PEDRAPLÉN.

## 6 ANALISIS DE INGENIERIA

Se ha realizado un análisis geotécnico del emplazamiento con el objeto de aportar unos primeros condicionantes de la parcela objeto de estudio.

Para ello se ha empleado los resultados de los ensayos geofísicos (sísmica de refracción), calicatas, y los ensayos de laboratorio realizados.

### 6.1 Caracterización geotécnica

La zona de estudio se va a emplazar sobre una gran masa de rocas graníticas, ampliamente representadas en San Martín de Valdeiglesias. Estas rocas graníticas son susceptibles de desarrollar un manto de alteración superficial producto de la meteorización in situ del substrato rocoso granítico original que transforma la roca original en un suelo. La meteorización de estas rocas no es homogénea y se ve favorecida por la presencia de zonas en la roca con mayor grado de fracturación, por lo que la existencia y desarrollo de este nivel superficial de alteración varía de unos puntos a otros desde inexistente, donde aflora directamente la roca en superficie, a espesores de orden métrico.

En cuanto a la capa de suelo vegetal relacionada con la evolución del suelo edáfico que se encuentra recubriendo las unidades geotécnicas superficiales, en general presenta poco desarrollo debido a que la actividad de uso del suelo en la zona de estudio es fundamentalmente monte/dehesa, no habiendo sido cultivado anteriormente. Se describe como arenas gruesas con cantos de dispersos. En las diferentes investigaciones realizadas se definen unos espesores variables que oscilan entre 0,10 m y 0,30 m con un espesor medio de 0,20 m. hay zonas en las que el substrato rocoso aflora directamente en superficie, no habiéndose desarrollado suelo vegetal.

En ninguna de las investigaciones realizadas se ha detectado la existencia de rellenos antrópicos en sentido estricto (vertidos). Los únicos rellenos asociados a la reciente actividad del hombre en esa zona, se circunscriben a los rellenos tipo terraplén relacionados con la construcción de los viales existentes dentro de la Urbanización.

Desde el punto de vista geotécnico se diferencian 3 Unidades Geotécnicas con características geotécnicas diferenciadoras, que por su posición de más superficial a más profundo son:

- **UG-0 – Capa de suelo vegetal / Rellenos tipo terraplén.** Se engloban dentro de esta unidad la capa más superficial asociada a la evolución edáfica del suelo y las zonas actualmente ocupadas por viales existentes que presentan rellenos de tipo terraplén en su construcción

- **UG-1 – Granitos fuertemente alterados a suelo.** Se describen como arenas medias y gruesas entre las que se encuentran inmersos, fragmentos de roca granítica algo menos alterados, procedentes de la alteración in situ por meteorización del substrato rocoso original. Presentan en general un grado de compacidad denso y se encuentran prácticamente secas, con un grado de humedad muy bajo. En profundidad, el grado de meteorización de la roca va

disminuyendo, siendo frecuente el aumento en la proporción y en el tamaño de los fragmentos rocosos menos alterados dando paso de manera gradual o de forma brusca, a la aparición del sustrato rocoso.

- **UG-2 – Granitos sanos o poco alterados, Roca.** Sustrato base rocoso de composición granítica.

En lo referente a la presencia de agua en el subsuelo, las investigaciones realizadas (calicatas) tienen un alcance limitado en cuanto a profundidad de investigación a lo que se suma el bajo grado de excavabilidad del terreno que ha condicionado su máximo alcance. En este sentido, no se ha detectado la existencia de agua dentro del ámbito de profundidades alcanzadas por las calicatas realizadas.

## 6.2 Excavabilidad

La excavabilidad de los materiales representa uno de los principales factores que condicionan la caracterización de los desmontes a realizar en una obra y depende directamente de las características litológicas y estructurales de los materiales afectados y de los medios de excavación disponibles.

A lo largo de los diferentes viales proyectados se van a excavar diversos tramos en desmonte de baja altura puesto que la rasante de los viales se ajusta a la superficie actual del terreno

Para la interpretación de las condiciones de excavabilidad del terreno se han considerado aspectos estimados o comprobados mediante los reconocimientos de campo.

Los reconocimientos de campo tales como las calicatas y los ensayos de geofísica de sísmica de refracción realizados permiten comprobar parámetros tales como la resistencia, consistencia y/o compacidad de las litologías a excavar, así como la presencia de nivel freático.

Como resultado final se ha llegado a la clasificación de los terrenos en una de las tres categorías siguientes:

- **Materiales excavables:** Terrenos excavables mediante retroexcavadora, zanjadora, etc. y que, en general, permiten el empleo de hélice en las perforaciones subterráneas.

- **Materiales ripables:** Terrenos que necesitan un ripado y terrenos excavables mediante retroexcavadora potente, previendo bajos rendimientos, e incluso, en ocasiones, el empleo de martillo rompedor.

- **Materiales excavables mediante voladura:** Terrenos excavables mediante la utilización de empleo sistemático de martillo rompedor, resinas expansivas y/o voladura de esponjamiento que permita el ripado o su carga directa.

Con la maquinaria empleada para la realización de las calicatas las profundidades máximas de excavación alcanzadas oscilan entre 0,00 m y 2,00 m, con un valor medio del orden de 1,00 m.

La velocidad  $V_p$  deducida de los ensayos de sísmica de refracción se sitúa mayoritariamente entre los 850 y 1.750 m/s. Puntualmente en la zona del perfil sísmico PS-1 se ha definido una zona de 1,30 m de espesor con velocidades inferiores a 850 m/s.

En base al reconocimiento del terreno realizado (calicatas y geofísica de refracción) se considera que la franja de terreno superficial definida como “Excavable” suele ser inferior a 1,5 m (los 1,5 m más superficiales) que se corresponde con el espesor medio del conjunto formado por las unidades geotécnicas UG-0 (suelo vegetal/rellenos/ y UG-1 (granitos fuertemente alterados). Por debajo de esas profundidades el terreno necesitará de un ripado previo para su excavación salvo en las zonas donde se encuentre roca sana correspondiente a la UG-2. Estas afirmaciones están condicionadas por la potencia de la maquinaria utilizada para las excavaciones.

### **6.3 Aprovechamiento de los materiales**

La mayor parte de las calicatas realizadas definen un nivel de alteración superficial del sustrato rocoso granítico englobado dentro de lo que se ha definido como UG-1. Este material, producto de la meteorización de la roca granítica original tiene un comportamiento de “suelo” frente a excavación. El material producto de la excavación de esta unidad geotécnica UG-1, se clasifica como TOLERABLE, pudiendo cumplir como Adecuado si el Director de Obra lo considera, asumiendo que el contenido en MO obtenido en laboratorio es alto debido a que debido a la superficialidad de las muestras (condicionado por la baja excavabilidad del terreno que no permite tomar muestras más profundas) puede estar afectado por mezclarse con restos de la capa de suelo vegetal. Estos materiales podrán ser utilizados como núcleo de los rellenos de regularización que se proyecten. El índice CBR obtenido para el producto de excavación es superior a 30. Basándonos en el sistema de clasificación de suelos AASHTO, la mayor parte de los suelos de la UG-1 se clasifican dentro de los grupos A-1-b y A-2-4 “materiales granulares”.

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO**

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
Grupo:	A-1		A-3					A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx				- - 36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad	- 6 máx		- NP (1)	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

(1): No plástico

(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30

El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

Clasificación ASSHTO	Descripción	Clasif. S. U.	Densidad Seca (kg/m3 )	CBR (%)	Valor K (psi/in)
Suelos granulares:					
A-1-a, bien graduada	Grava	GW, GP	125 - 140	60 - 80	300 – 450
A-1-a, mal graduada			120 - 130	35 - 60	300 – 400
A-1-b	Arena Gruesa	SW	110 – 130	20 - 40	200 – 400
A-3	Arena Fina	SP	105 – 120	15 -25	150 – 300
A-2 Material granular con alto contenido de finos					
A-2-4 gravoso	Grava Limosa	GM	130 - 145	40-80	300 – 500
A-2-5, gravoso	Grava Arena Limosa				
A-2-4, arenoso	Arena Limosa	SM	120 - 135	20 – 40	300 – 400
A-2-5, arenoso	Arena Gravo Limosa				
A-2-6, gravoso	Grava Arcillosa	GC	120 - 140	20 – 40	200 – 450
A-2-7, gravoso	Grava Arena Arcillosa				
A-2-6, arenoso	Arcilla Arenosa	SC	105 - 130	10 – 20	150 – 350
A-2-7, arenoso	Arcilla Grava Arenosa				
Suelos finos:					
A-4	Limo	ML, OL	90 - 105	4 - 8	25 – 165*
	Mezclas de Limo/Arena/ Grava		100 - 125	5 - 15	40 – 220 *
A – 5	Limo mal graduado	MH	80 - 100	4 - 8	25 – 190*
A - 6	Arcilla plástica	CL	100 - 125	5 - 15	25 – 255*
A-7-5	Arcilla Elástica moderadamente plástica	CL, OL	90 - 125	4 - 15	25 – 125 *
A-7-6	Arcilla muy plástica	CH, OH	80 - 110	3 – 5	40 – 220*

Figura 15. Clasificación AASHTO. Diseño de pavimento método AASHTO 96.

El producto de la excavación o extracción de los niveles rocosos existentes detectados en los numerosos afloramientos en superficie y por debajo de la unidad geotécnica anterior (UG-1) y que a efectos del presente informe se han definido como UG-2 se clasificarían como Pedraplén / Todo uno. La unidad geotécnica UG-2 es de naturaleza predominantemente rocosa por lo que su uso estaría limitado a pedraplén / todo uno de cuyo tratamiento podrán obtenerse las granulometrías más exigentes para su aprovechamiento en determinadas unidades de obra. Teniendo en cuenta la presencia de la UG2 roca en superficie o justo después de la tierra vegetal, se considera que en estas zonas el CBR de la base será de 80 o incluso superior.

#### 6.4 Explanada natural

Para la construcción de los viales proyectados se contempla que la categoría de explanada a construir sea una E2.

En la siguiente tabla se muestran las unidades geotécnicas y la clasificación de los materiales que constituyen el fondo de desmontes.

Unidad Geotécnica	Clasificación del terreno
UG-1	TOLERABLE (Adecuado si el Director de obra lo permite)
UG-2	ROCA

Tabla 5. Categorías de explanada según unidades geotécnicas.





La formación de la explanada en los rellenos se realizará sobre la coronación formada por materiales de calidad que provendrán de aportaciones externas.

#### 6.4.1 Explanada en relleno

Para conseguir la categoría de explanada E2 sobre suelos tolerables la instrucción de firmes propone varias posibles de combinaciones de capas:

- Opción 1

75 cm de Suelo Seleccionado tipo 2.

- Opción 2

50 cm de Suelo Adecuado y 40 cm de Suelo Seleccionado tipo 2 ( $\text{CBR} \geq 10$ ).

- Opción 3

25 cm de Suelo Estabilizado tipo 1 y 25 cm de Suelo Estabilizado tipo 2.

- Opción 4

25 cm de Suelo Estabilizado tipo 1 y 25 cm de Suelo Seleccionado tipo 3 ( $\text{CBR} \geq 20$ ).

Para el caso de considerar una clasificación de Suelo Adecuado (sujeto a Director de Obra) de la UG-1:

- Opción 1

35 cm de Suelo Seleccionado tipo 3 ( $\text{CBR} \geq 20$ ).

- Opción 2

25 cm de Suelo Estabilizado tipo 2.

- Opción 3

55 cm de Suelo Seleccionado tipo 2 ( $\text{CBR} \geq 10$ ).

#### **6.4.1 Explanada en fondo de desmonte**

Una vez eliminada la capa de suelo vegetal, en la mayor parte de las calicatas, se localizan los materiales tipo suelo de la UG-1 procedentes de la alteración de la roca granítica. La rasante de los trazados de los diferentes ejes proyectados se adapta a la superficie original del terreno, por lo que no se han definido grandes excavaciones en desmonte (mayoritariamente inferiores a 1 m), lo que significa que la mayor parte de la explanada natural se va a localizar sobre los materiales de la UG-1 que han sido clasificados como TOLERABLES según PG/3, pudiendo ser considerados como ADECUADOS si lo considera el Director de Obra.

Los tramos en los que por profundidad de excavación o por afloramiento en superficie del substrato rocoso, la explanada natural se clasificará como ROCA.

Para conseguir la categoría de explanada E2 sobre suelos tolerables la instrucción de firmes propone varias posibles de combinaciones de capas:

- Opción 1

75 cm de Suelo Seleccionado tipo 2.

- Opción 2

50 cm de Suelo Adecuado y 40 cm de Suelo Seleccionado tipo 2 ( $\text{CBR} \geq 10$ ).

- Opción 3

25 cm de Suelo Estabilizado tipo 1 y 25 cm de Suelo Estabilizado tipo 2.

- Opción 4

25 cm de Suelo Estabilizado tipo 1 y 25 cm de Suelo Seleccionado tipo 3 ( $\text{CBR} \geq 20$ ).

Para el caso de considerar una clasificación de Suelo Adecuado (sujeto a Director de Obra) de la UG-1:

- Opción 1

35 cm de Suelo Seleccionado tipo 3 ( $\text{CBR} \geq 20$ ).

- Opción 2

25 cm de Suelo Estabilizado tipo 2.

- Opción 3

55 cm de Suelo Seleccionado tipo 2 ( $\text{CBR} \geq 10$ ).

## 6.5 Estabilidad de taludes

Acorde con la información recogida por el cliente, se prevé un movimiento de tierras con cortes o desmontes puntuales de una altura máxima de 2,5 m y terraplenes de hasta 4,0 m.

Se recoge a continuación una descripción de los taludes de desmonte y terraplén estimados para el proyecto.

### 6.5.1 Desmontes

Durante la excavación de las calicatas se ha podido observar que presentan, en general, buena estabilidad, sin embargo, es importante tener en cuenta que puntualmente puedan producirse caídas gravitacionales de material arenoso o gravas. Se considera que el mayor volumen de excavación corresponderá a la que se realizará para la realización de los viales y preparación de las explanadas de pavimento. La altura máxima de desmonte se ha estimado en 2,5 m.

Los materiales a excavar serán fundamentalmente de la UG1 y UG2.

No se dispone de la geometría exacta de las excavaciones y como apoyo a las observaciones de terreno, se ha realizado un análisis de estabilidad mediante los ábacos de Hoek y Bray para taludes con alturas de hasta 3 m, considerando un terreno seco, con parámetros medios de suelo conservadores para la UG 1 de densidad saturada 2,1 t/m<sup>3</sup>, cohesión de 1 t/m<sup>2</sup> y ángulo de rozamiento interno de 35°.

A partir de estos datos, usando los criterios de estabilidad de Hoek y Bray (1977) para roturas circulares, se ha calculado el factor de seguridad (F.S.). El cálculo se ha realizado para un factor de seguridad FS: 1,5

La formulación empleada es la siguiente:

$$c'$$

Parámetro adimensional: -----

$$H \cdot \tan \phi' \cdot \lambda$$

Se calcula en primer lugar un parámetro adimensional, donde  $c'$  es la cohesión efectiva en condiciones drenadas,  $H$  es la altura del talud,  $\phi'$  es el ángulo de rozamiento interno efectivo, y  $\lambda$  es la densidad del terreno. Este valor nos da una recta radial en los ábacos, cuya intersección con la curva correspondiente al ángulo de talud, nos da un valor de  $\tan \phi' / FS$  y de  $c' / (H \times \lambda \times FS)$ . A partir de aquí se obtiene el Factor de Seguridad.

Estos ábacos proporcionan un límite inferior del factor de seguridad obtenido, asumiendo que las tensiones normales en la superficie de deslizamiento se concentran en un único punto.

Existen diferentes ábacos en función de la presencia y profundidad del nivel freático, que pudiera originar presiones intersticiales.

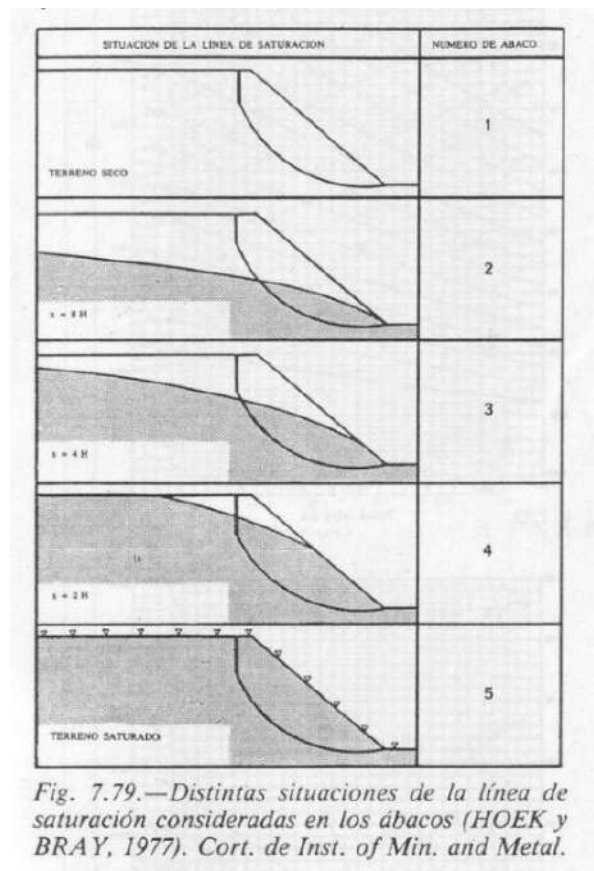


Figura 17. Ábaco en función de la situación de la línea de saturación.

En este caso, se ha empleado el ábaco 1, dado que el terreno se encuentra seco.

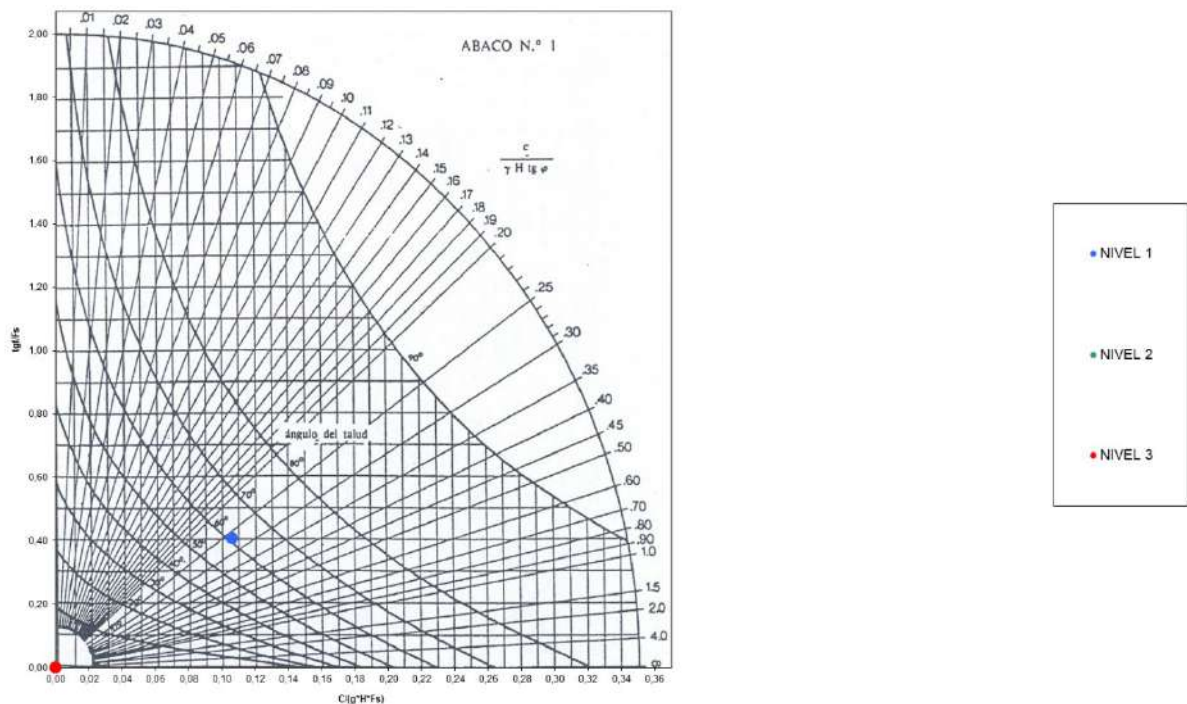


Figura 18: Ábaco número 1 de Hoek & Bray. Condición de talud seco, para una altura de hasta 3 m y un Factor de Seguridad de 1,5. UG1 en color azul.

Material	Altura de Talud	Geometría de talud y Condiciones de Talud	Factor de Seguridad
UG1	3	1H/2V. Seco	1,5
UG2		1H/5V. Seco	>1,5

Tabla 6. Resumen de resultados de análisis de estabilidad de taludes en cortes.

### 6.5.2 Terraplenes

Al igual que ocurre con los desmontes, no se dispone de información de detalle de terraplenes, aunque es previsible que en el diseño de los viales no surjan rellenos definitivos de altura importante.

Para los terraplenes se espera que sean estables para taludes al utilizar 3H/2V. El material de relleno se considera granular y puede tener las siguientes características geotécnicas. Como material de origen podría ser utilizado el material extraído de la UG1:



	Material de Relleno
Densidad aparente g (t/m <sup>3</sup> )	1,8-1,9
Cohesion, c (kp/cm <sup>2</sup> )	0,1-0,2
f (°)	32-35

Tabla 7. Parámetros de cálculo de la UG-1 en rellenos.

En todos los casos se deberá controlar la escorrentía por la cara del talud con la ejecución de una cuneta de coronación que capte y canalice las aguas superficiales del terreno.

### 6.6 Hidrogeología. Parámetros hidráulicos. Drenajes sostenibles.

La zona de estudio se localiza sobre una serie de materiales de naturaleza rocosa definidos como granitos. Estos materiales rocosos son susceptibles de presentar un manto de alteración superficial producto de una intensa meteorización “in situ” (sin transporte) del substrato rocoso original que transforma la roca original en “suelo” formado por arenas algo/bastante arcillolimosas entre las que se encuentran inmersos fragmentos de roca menos alterados. Esta meteorización se produce y se ve favorecida por la presencia de fracturas, fisuras o diaclasas que están presentes en la roca, por lo que este manto de alteración tiene un mayor desarrollo en aquellas zonas donde la densidad de discontinuidades sea mayor lo que justifica que no se desarrolle por igual a lo largo de la zona de estudio. De esta manera se explica que haya numerosos afloramientos de roca en superficie entre las que se localizan otras con desarrollos superficiales de niveles de arenas con fragmentos de roca menos alterados; en cualquier caso, en base a la información obtenida de las calicatas realizadas, este manto de alteración superficial presenta en general escaso desarrollo.

Los materiales del Nivel Geotécnico 1 son de naturaleza granular formados por arenas. La permeabilidad estimada para estos materiales según la clasificación de permeabilidad realizada por Custodio y Llamas (1984) queda definida entre 1 m/día y 10<sup>2</sup> m/día.

Permeabilidad m/día	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
Calificación	Impermeables		Poco permeable		Algo permeable		Permeable		Muy permeable		
Calificación del acuífero	Acuicludo		Acuitardo		Acuífero pobre		Acuífero de regu- lar a bueno		Acuífero excelente		
Tipo de materiales	Arcilla compacta Pizarra Granito		Limo arenoso Limo Arcilla limosa		Arena fina Arena limosa Caliza fractura- da		Arena limpia Grava y arena Arena fina		Grava limpia		

Tabla 8. Tabla de permeabilidades (Custodio y Llamas 1984).

Los materiales rocosos correspondientes a la roca sana o poco alterada presentan una baja permeabilidad asociada a la fracturación que presente la roca.

En los 3 puntos donde se ha proyectado el drenaje sostenible se han realizado las calicatas C-2, C-7 y C-17.

Calicata	Coordenadas UTM			Profundidad máxima alcanzada (m)	Excavabilidad
	X	Y	Z		
<b>C-2</b>	381.018,0	4.472.645,0	738,0	1,50	No excavable
<b>C-7</b>	380.802,0	4.473.002,0	700,0	1,50	No excavable
<b>C-17</b>	380.669,0	4.473.815,0	641,0	0,00	No excavable

Tabla 9. Coordenadas y profundidades alcanzadas en las calicatas excavadas para la Urbanización Canto Redondo en la zona de los drenajes sostenibles de San Martín de Valdeiglesias, Madrid.

La zona caracterizada por la calicata C-2 está asociada a la presencia del relleno tipo terraplén del vial existente.

La zona caracterizada por la calicata C-7 define la presencia de un terreno granular producto de la meteorización de la roca original.

En la calicata C-17 aflora el substrato rocoso directamente en superficie.

La permeabilidad (k) en la zona de las calicatas C-2 y C-7 (en la C-17 aparece roca), ha sido obtenida a partir de las curvas granulométricas (Apéndice 3), relacionando el contenido de arena (y grava) con el porcentaje de finos.

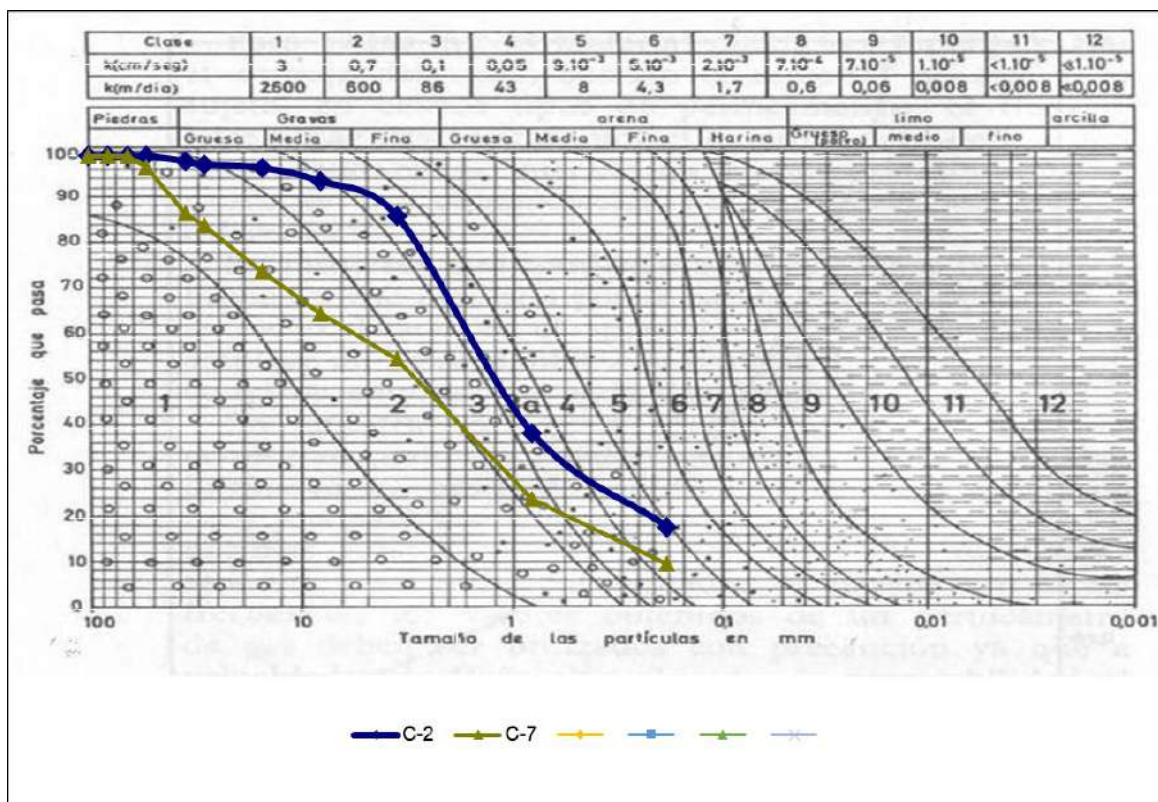


Figura 19: Curvas de Breddin tipo de los materiales granulares de la zona de estudio.

A partir de los datos granulométricos y ensayo de permeabilidad in situ, a estos materiales se les asigna una **permeabilidad de entre 1 y  $10^2$  m/d**, clasificándose como “Permeables”.

En las zonas donde aparece un mayor contenido en arena y los ensayos granulométricos presentan una utilización de un mayor número de tamices, se puede utilizar el método de las curvas de Breddin para obtener la permeabilidad de las muestras. Este método solo resulta aplicable a las muestras con un contenido en finos menor del 20-30%, ya que para contenidos superiores de material fino el descenso de la permeabilidad es exponencial.

## 6.7 Agresividad

Los resultados de los ensayos para la determinación del contenido en sulfatos solubles en suelo arrojan unos valores medios inferiores a 250 mg/kg.

Los ensayos para la determinación de la acidez Baumann-Gully, quedan definidos por valor de 116 mg/kg.

A continuación, se muestra la tabla de Clasificación de la agresividad química de suelos, rocas y aguas según la EHE/Código estructural.

Tipo de medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		XA1	XA2	XA3
		Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
AGUA.	VALOR DEL pH, según UNE 83952.	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO <sub>2</sub> AGRESIVO (mg CO <sub>2</sub> /l), según UNE-EN 13577.	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / l), según UNE 83954.	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg <sup>2+</sup> / l), según UNE 83955.	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / l), según UNE 83956.	200 - 600	600 - 3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83957.	75 - 150	50 - 75	< 50
SUELO.	GRADO DE ACIDEZ. BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE-EN 16502.	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / kg de suelo seco), según UNE 83963.	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000

(\*) Estas condiciones no se dan en la práctica.

Tabla 10. Clasificación de la agresividad química de suelos, rocas y aguas (Código Estructural).

De acuerdo con las especificaciones del Código Estructural, la agresividad expresada para los suelos y aguas localizados en el subsuelo de la parcela objeto de estudio, en función de los resultados de los parámetros obtenidos, se debe considerar como nula.

Con estos datos se caracteriza a los materiales como **No Agresivos**, no siendo necesario el empleo de cemento sulforresistente para la elaboración de los hormigones.

## 6.8 Riesgos geológico - geotécnicos

La parcela objeto de estudio presenta unas buenas condiciones geológico - geotécnicas para la construcción de la Urbanización Canto Redondo. No obstante, se destacan los siguientes riesgos geológico - geotécnicos.

- Excavabilidad: la excavabilidad del terreno tanto de desmontes para viales como para zanjas de los diferentes servicios de suministro, puede verse comprometida debido a la elevada resistencia del terreno frente a excavación sobre todo en los niveles rocosos o poco alterados.



## 7 RESUMEN

El presente informe se presenta como documento definitivo y refleja la totalidad de los trabajos geotécnicos de investigación de campo y ensayos de laboratorio realizados para la caracterización geotécnica de los terrenos para el Proyecto de Urbanización Canto Redondo en San Martín de Valdeiglesias.

Madrid a 06 de septiembre de 2022



Rubén Alonso Criado  
Geólogo



Guillermo Galán Martínez.  
M. Sc. Geólogo.



Alejandro Fernández Borrue  
M. Sc. Geólogo

## PLANOS

## PLANO 1. LOCALIZACION GENERAL Y SITUACIÓN DE INVESTIGACIONES







## PLANO 2. GEOLOGIA GENERAL













































## APENDICES

## APENDICE 1. CALICATAS

LEYENDA CALICATA

SUELOS					
	Grava		Arena gruesa		Arcilla
	Grava con arena fina		Arena media		Limo
	Grava con arena gruesa		Arena fina		
	Grava arcillosa		Arena arcillosa		
	Grava limosa		Arena limosa		
	Grava areno arcillosa				
	Grava areno limosa				

ROCAS			
	Granito		Conglomerado
	Jabre (granito alterado)		Brecha
	Pizarra		Sales
	Esquisto		Yeso
	Esquisto alterado		Arcilla yesifera
	Neis		Caliza
	Neis alterado		Margocaliza / Caliza margosa
	Cuarcita		Marga
	Basalto		Calcarenita
	Arenisca		Dolomia
	Lutita		

OTROS	
	Suelo vegetal
	Hormigón/Asfalto
	Rellenos antrópicos



3.0 NIVEL FREÁTICO (profundidad en metros)



EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-1

FECHA:

19-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

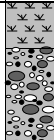
SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.985

Y =4.472.464

Z =754,0

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																				
				MATERIAL REMOVIDO PARA RELLENO	TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS							PROCTOR		C.B.R.		
							GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%
0	0,10			0,00 - 0,10 m. TV. TIERRA VEGETAL Arena media a gruesa con finos. Presencia de raíces. Marrón oscuro																							
				0,10 - 1,20 m. RELLENO TERRAPLÉN VIAL GP-GM: Relleno tipo terraplén vial actual, compuesto por gravas arenosas con bloques angulosos de hasta 1 metro de naturaleza granítica.																							
1				1,20 m. FIN DE LA CALICATA. RECHAZO POR PRESENCIA DE BLOQUE EXCAVABILIDAD DIRECTA HASTA RECHAZO ESTABILIDAD DE PAREDES BUENA NO PRESENCIA DE AGUA																							
2																											
3																											
4																											
5																											

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA



EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL

EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-2 PTO-1

FECHA:19-07-22

SUPERVISOR:LN

MÁQUINA :FIAT HITACHI

POTENCIA90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =381.018

Y =4.472.645

Z =738,0

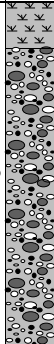
GHMC

CONSULTORES


GEOTECNIA    HIDROGEOLOGÍA    MEDIOAMBIENTE

CERTIFIED


ISO 9001

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																					
				SE REUBICA C-2 EN PUNTO-1	TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS								PROCTOR		C.B.R.		
							GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%	
0	0,10			0,00 - 0,10 m. TV. TIERRA VEGETAL Arena gruesa con finos. Color marrón oscuro. Presencia de raíces																								
				0,10 - 1,50 m. RELLENO TERRAPLÉN VIAL GP-GM: Relleno tipo terraplén vial actual, compuesto por gravas arenosas con bloques angulosos de hasta 50 cm de naturaleza granítica.		1,10																						
1						MS1	1,40																					
2				1,50 m. FIN DE CALICATA POR RECHAZO EXCAVABILIDAD DIRECTA HASTA RECHAZO ESTABILIDAD DE PAREDES BUENA NO PRESENCIA DE AGUA																								
3																												
4																												
5																												


FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA




EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL

EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-3

FECHA:

19-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.704

Y =4.472.527

Z =727,0

GHME

CONSULTORES

GEOTECNIAHIDROGEOLOGIAMEDIOAMBIENTE

CERTIFIED

ISO 9001

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																					
				TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS							PROCTOR		C.B.R.				
						GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%		
0			<div>NO</div>	0,00 - 0,30 m. TV. TIERRA VEGETAL SM: Arenas gruesas limosas sueltas. Color marrón oscuro.Presencia de abundantes raíces.																								
0,30	0,30 - 1,20 m. GM. GRANITO METEORIZADO GRADO IV GP-GM: Fragmentos de roca granítica en forma de bloques aislados de 20-25 cm, empastados en matriz arenosa. Densos. Secos.	0,90																										
1		Disminuye el grado de alteración en profundidad.		MS1 MS2																								
2				1,20 m. FIN DE LA CALICATA POR RECHAZO EXCAVABILIDAD DIRECTA HASTA RECHAZO ESTABILIDAD DE PAREDES BUENA SECO																								
3																												
4																												
5																												

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA



EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL

[illegible]



EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-4-2

FECHA:

19-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.565

Y =4.472.587

Z =725,5

GHME


CONSULTORES

GEOTECNIA    HIDROGEOLOGÍA    MEDIOAMBIENTE


CERTIFIED

ISO 9001


FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA




EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL





EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-6

FECHA:

19-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =381.058

Y =4.472.871

Z =723,0

GHME

CONSULTORES


GEOTECNIAHIDROGEOLOGIAMEDIOAMBIENTE

CERTIFIED


ISO 9001

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																					
				DESCRIPCIÓN	TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS								PROCTOR		C.B.R.		
							GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%	
0	0,20		<div><div>0,00 - 0,20 m. TV. TIERRA VEGETAL</div><div>0,20 - 1,15 m. GM. GRANITO METEORIZADO GRADO IV</div><div>GP-GM: Fragmentos de roca granítica menos alterados empastados en matriz arenosa.</div><div>Densas.</div><div>Secas.</div><div>Disminuye grado de alteración en profundidad.</div></div>			0,70																						
1					MS1	MS2																						
				1,15 m. FIN DE CALICATA POR RECHAZO RECHAZO AL CONTACTO CON GRANITO EXCAVABILIDAD DIRECTA HASTA RECHAZO ESTABILIDAD PAREDES BUENA SECO																								
2																												
3																												
4																												
5																												


FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA




EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL

EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-7 PTO-2

FECHA:18-07-22

SUPERVISOR:LN

MÁQUINA :FIAT HITACHI

POTENCIA90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.802

Y =4.473.002

Z =700,0

GHME

CONSULTORES


GEOTECNIAHIDROGEOLOGIAMEDIOAMBIENTE

CERTIFIED


ISO 9001

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																				
				TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS								PROCTOR		C.B.R.		
						GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%	
0	0,20		XXXXXX	0,00 - 0,20 m. TIERRA VEGETAL MARRÓN OSCURO. GM: Grava fina limosa color marrón con raíces.																							
			XXXXXX	0,20 - 1,00 m. GRANITO METEORIZADO GRADO V SC-SC-GC-GP: Arenas medias y gruesas algo arcillolimosas con algo de grava fina (fragmentos menos alterados de roca dispersos), de tonos marrones. Medianamente densas a densas. Secas.		0,60																					
					MS1																						
1	1,00		XXXXXX	1,00 - 1,50 m. GRANITO METEORIZADO GRADO IV. GP-GM-GC: Grava media - gruesa angulosa de litología granítica con matriz de arena tamaño media a gruesa y limo. Fragmentos rocosos tamaño máximo 10-15 cm y puntualmente de 1,50 m. Granito meteorizado grado IV disminuyendo en profundidad																							
2				1,50 m. FIN DE LA CALICATA POR RECHAZO EXCAVABILIDAD DIRECTA HASTA RECHAZO ESTABILIDAD DE PAREDES BUENA HUMEDAD MUY BAJA																							
3																											
4																											
5																											


FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA




EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL

EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-8

FECHA:

19-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.897

Y =4.473.393

Z =683,5

GHME

CONSULTORES

GEOTECNIAHIDROGEOLOGIAMEDIOAMBIENTE

CERTIFIED

ISO 9001

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA



EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL



EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-9

FECHA:

18-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.946

Y =4.473.613

Z =657,5

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																				
					TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS								PROCTOR		C.B.R.	
							GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%
0			<div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <div>+</div> <																								

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA



EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL



EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-10

FECHA:

18-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.606

Y =4.473.615

Z =674,5

GHME

CONSULTORES


GEOTECNIAHIDROGEOLOGIAMEDIOAMBIENTE

CERTIFIED


ISO 9001

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																						
				TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS								PROCTOR		C.B.R.				
						GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%			
0	0,30	NO	<div>0,00 - 0,30 m. TV. TIERRA VEGETAL SM: Arenas gruesas limosas sueltas con cantos de grava dispersos. Color marrón oscuro.Presencia de abundantes raíces.</div> <div>0,30 - 1,40 m. GM. GRANITO METEORIZADO GRADO IV GP-GM: Fragmentos de roca granítica menos alterados empastados en matriz arenosa. Densas. Secas</div> <div>Disminuye el grado de meteorización en profundidad a GM-IV-III.</div>																										
1					1,00																								
				MB1 MB2																									
2				1,40 m. FIN DE CALICATA POR RECHAZO RECHAZO EN GRANITO METEORIZADO GRADO III EXCAVABILIDAD DIRECTA HASTA RECHAZO ESTABILIDAD DE PAREDES BUENA HUMEDAD MUY BAJA																									
3																													
4																													
5																													


FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA




EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL



EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-12

FECHA:

19-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =379.865

Y =4.473.291

Z =735,5


GHME

CONSULTORES


GEOTECNIA    HIDROGEOLOGÍA    MEDIOAMBIENTE

CERTIFIED


ISO 9001

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
				DESCRIPCIÓN	TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS								PROCTOR		C.B.R.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
							GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
0	0,15			0,00 - 0,15 m. TV. TIERRA VEGETAL SM: Arenas gruesas limosas sueltas con cantos de grava dispersos.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												


FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA




EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL

EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-13

FECHA:

18-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.815

Y =4.473.658

Z =661,5

GHME

CONSULTORES


GEOTECNIA    HIDROGEOLOGÍA    MEDIOAMBIENTE

CERTIFIED


ISO 9001

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																					
				TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS								PROCTOR		C.B.R.			
						GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%		
0				0,00 - 0,30 m. TV. TIERRA VEGETAL SM: Arenas gruesas limosas sueltas con cantos de grava dispersos. Color marrón oscuro.Presencia de abundantes raíces.																								
0,30			0,30 - 1,50 m. GM. GRANITO METEORIZADO GRADO IV GP-GM-SM-SC: Fragmentos de roca granítica menos alterados empastados en matriz arenosa. Densas. Secas																									
1																												
				Disminuye el grado de meteorización en profundidad a GM-IV-III.																								
2				1,50 m. FIN DE CALICATA POR RECHAZO RECHAZO EN GRANITO METEORIZADO GRADO IV EXCAVABILIDAD DIRECTA HASTA RECHAZO ESTABILIDAD PAREDES BUENA HUMEDAD BAJA																								
3																												
4																												
5																												


FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA




EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL



EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-14

FECHA:

18-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN


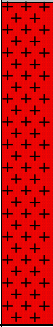
SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.298

Y =4.473.646

Z =679,5

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																						
				TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS								PROCTOR		C.B.R.				
						GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%			
0	0,20			0,00 - 0,20 m. TV. TIERRA VEGETAL SM: Arenas gruesas limosas sueltas con cantos de grava dispersos.																									
				0,20 - 1,60 m. GM. GRANITO METEORIZADO GRADO IV GP-GM-SM-SC: Fragmentos de roca granítica menos alterados empastados en matriz arenosa. Densas. Secas																									
1		NO																											
				Disminuye grado de meteorización en profundidad.																									
2				1,60 m. FIN DE CALICATA POR RECHAZO RECHAZO EN GRANITO METEORIZADO GRADO IV EXCAVABILIDAD DIRECTA HASTA RECHAZO ESTABILIDAD DE PAREDES BUENA HUMEDAD BAJA																									
3																													
4																													
5																													

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA



EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL

EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-15

FECHA:

18-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.063

Y =4.473.827

Z =661,0

GHME

CONSULTORES

GEOTECNIA    HIDROGEOLOGÍA    MEDIOAMBIENTE

CERTIFIED

ISO 9001

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA



EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL



EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-17 PTO-3

FECHA:19-07-22

SUPERVISOR:LN

MÁQUINA :FIAT HITACHI

POTENCIA90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.669

Y =4.473.815

Z =641,0

GHME

CONSULTORES

GEOTECNIAHIDROGEOLOGIAMEDIOAMBIENTE

CERTIFIED

ISO 9001

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
							GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS							PROCTOR		C.B.R.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)	SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)					MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
0			++	0,00 m. ROGA GRANÍTICA METEORIZACION GRADO II. AFLORAMIENTO ROCOSO EN SUPERFICIE.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA



FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3



EMPRESA:GHM CONSULTORES

PETICIONARIO:TOUZA

OBRA: VIALES URBANIZACIÓN CANTO REDONDO

CALICATA

C-18

FECHA:

19-07-22

SUPERVISOR:

LN

MÁQUINA :

FIAT HITACHI

POTENCIA

90 cv

LOCALIZACIÓN

SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

COORDENADAS (HUSO 30T)

X =380.945

Y =4.473.966

Z =621,0

PROF. (m)	CONTACTO (m)	AGUA	LITOLOGÍA	OBSERVACIONES:	MUESTRA		ENSAYOS DE LABORATORIO																				
				DESCRIPCIÓN	TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA			LÍMITES		USCS	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)	HINCHAMIENTO LIBRE (%)	QUÍMICOS								PROCTOR		C.B.R.	
							GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	L.L. (%)	I.P. (%)					SULFATOS (mg/kg)	ACIDEZ B.-G. (mg/kg)	CARBONATOS (mg/kg)	MAT. ORGANICA (%)	SULFUROS (mg/kg)	CLORUROS (%)	SALES SOLUBLES (%)	SALES NEUTRAS (mg/kg)	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (t/m³)	100%	95%
0		NO	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>																								

FOTOGRAFÍAS DE LA CALICATA



EMPLAZAMIENTO



FONDO



PARED



MATERIAL



[illegible]

## **APENDICE 2. GEOFÍSICA. ENSAYOS DE SÍSMICA DE REFRACCIÓN**



ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN  
PARA UBICACIÓN DEL LÍMITE SUELO – ROCA PARA  
DETERMINACIÓN DE LA EXCAVABILIDAD EN VIALES  
(URBANIZACIÓN CANTORRENDO, T.M. SAN MARTÍN DE  
VALDEIGLESIAS, MADRID)



CONSULTORA



PETICIONARIO



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	2
2.	TRABAJO DE CAMPO .....	3
2.1	Metodología.....	3
2.2	Datos de campo .....	3
3.	PROCESADO.....	4
4.	RESULTADOS E INTERPRETACIÓN .....	5
5.	CONCLUSIONES.....	7
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	8

ANEXO I. SITUACIÓN DE LOS PERFILES

ANEXO II. RESULTADOS

ANEXO III. TABLA RESUMEN DE RIPABILIDADES

ANEXO IV. FOTOGRAFÍAS

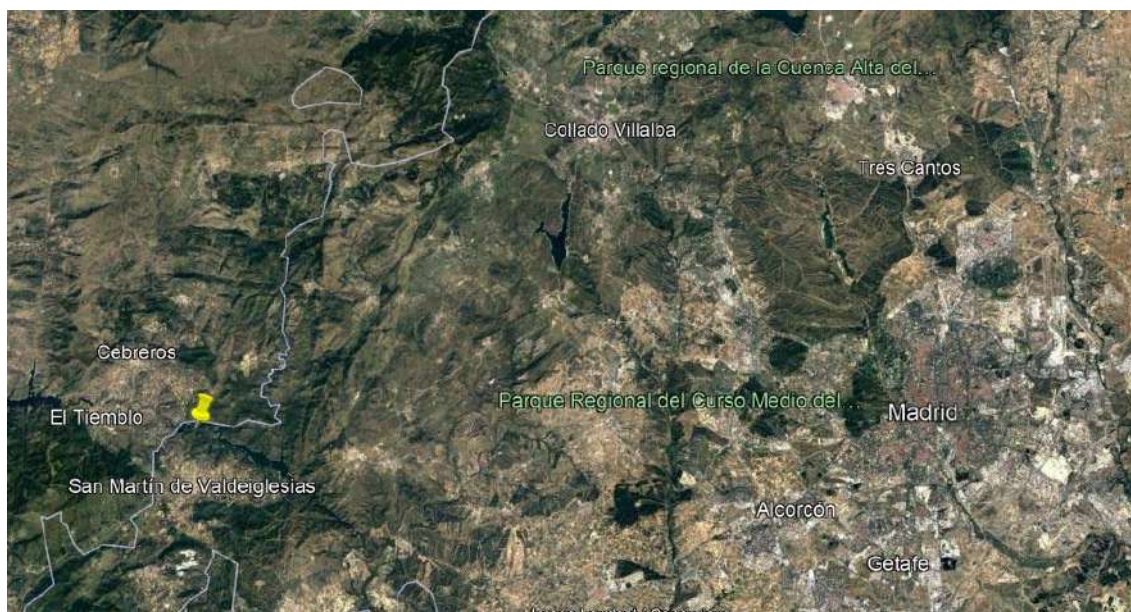
ANEXO V. MÉTODOS GEOFÍSICOS

ANEXO VI. EQUIPOS



## **1. INTRODUCCIÓN Y SITUACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

En julio de 2022, GHM Consultores solicita a SismoTerra S.L. un estudio geofísico para la ubicación del límite suelo – roca para determinación de la excavabilidad en viales (Urbanización Cantorredondo, T.M. San Martín de Valdeiglesias). Para ello se han realizado cuatro perfiles mediante la técnica de sísmica de refracción en las posiciones marcadas por el cliente (PS-01 a PS04 en la imagen de Google Earth).



*Situación en contexto general de la zona de estudio, pin amarillo (imagen Google Earth).*



*Situación en contexto local de la zona de estudio (imagen Google Earth).*

## 2. TRABAJO DE CAMPO

### 2.1 Metodología

Los trabajos de adquisición de los datos de campo se realizaron el día 1 de agosto de 2022.

De los cuatro perfiles realizados, únicamente el perfil TMS-01 se ha realizado en zona boscosa. Los perfiles TMS-02 y TMS-03 se realizaron sobre los viales no asfaltados, y TMS-04 se ha realizado adyacente al vial asfaltado.

La situación de los perfiles se ha realizado mediante un GPS Garmin ETREX con resolución de  $\pm 3$  m.

### 2.2 Datos de campo

Características geométricas de los perfiles realizados:

Perfil	Número geófonos	Separación geófonos (m)	Longitud total (m)	Número disparos	Tiempo Registro (ms)
TMS-01	24	2,5	57,5	7	400
TMS-02	24	2,5	57,5	7	400
TMS-03	24	2,5	57,5	7	400
TMS-04	24	2,5	57,5	7	400

Coordenadas de los perfiles, zona 30T:

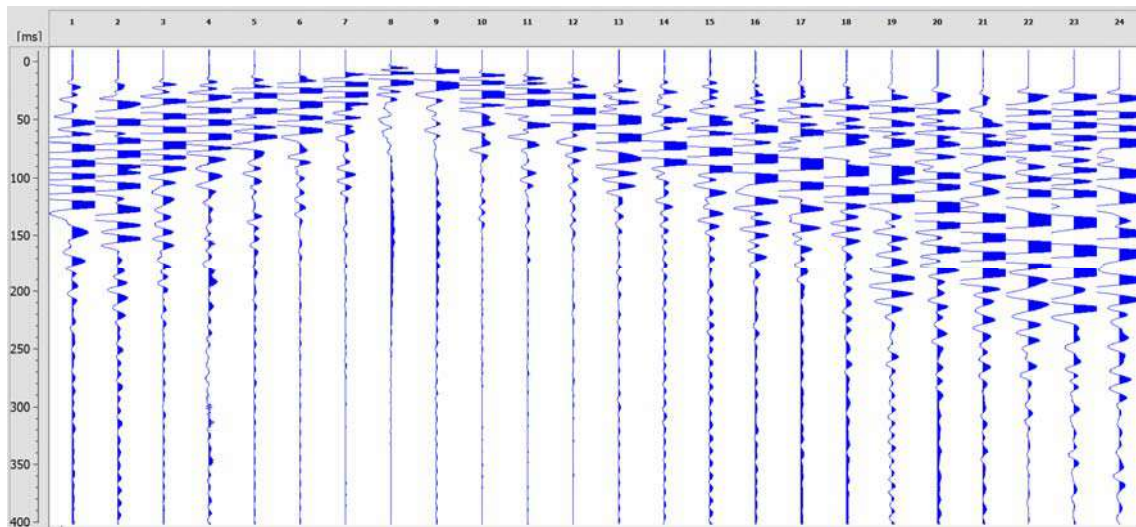
Perfil	Inicio		Final	
TMS-01	380890	4472748	380932	4472794
TMS-02	380356	4473551	380401	4473585
TMS-03	380599	4473742	380648	4473727
TMS-04	380760	4473961	380816	4473972



### 3. PROCESADO

El trabajo de gabinete ha requerido de un intenso trabajo con los datos de campo.

- En primer lugar, se han exportado los datos brutos de campo a una base de datos con la que poder utilizar programas de filtrado y procesado.
- Análisis y filtrado de datos. Se procede al picado de las primeras llegadas.
- Inserción de la topografía. Este parámetro es fundamental durante la inversión de los modelos y debe ser añadida previamente a la inversión de los datos.
- Inversión de los datos. Una vez filtrados los datos y con la información topográfica, se procede a la inversión.
- Representación gráfica y edición de los resultados.
- Elaboración del informe.



*Sismograma, tercer disparo, TMS-01.*

#### 4. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

En el Anexo I se encuentra la situación de los perfiles realizados y en el Anexo II los modelos obtenidos en A3.

Se ha utilizado la tabla de Caterpillar, que es la que se utiliza en un amplio rango de países, para correlacionar la excavabilidad de la roca según la velocidad de las ondas P, con la excavadora de menor potencia de Caterpillar, D8.

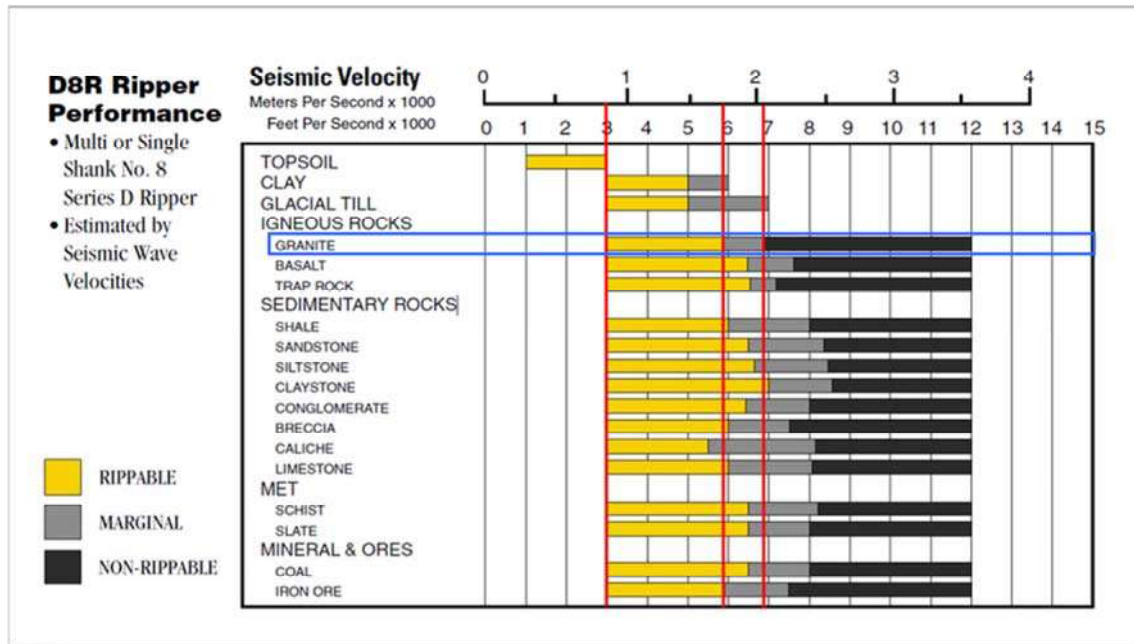


Tabla según Caterpillar con clasificación de las ripabilidades según la velocidad de la onda P y el tipo de roca o suelo, para un tractor con potencia D8.

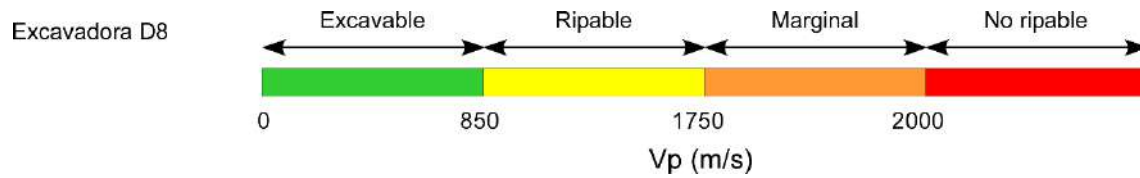
Según esta tabla para el tipo de roca de la zona de estudio (granitos) la clasificación de las ripabilidades frente a la Vp se clasifica:

- $V_p < 850$  m/s: no se clasifica como granito, ya que son velocidades demasiado bajas para este tipo de litología. Se clasifica como suelo edáfico. Terreno excavable.
- $V_p$  entre 850 – 1750 m/s: terreno clasificado en esta tabla como ripable con un tractor con potencia D8.
- $V_p$  entre 1750 – 2000 m/s: terreno clasificado en esta tabla como marginal para un tractor tipo D8.
- $V_p > 2000$  m/s: terreno clasificado como no ripable en la tabla de Caterpillar para un tractor tipo D8.

**ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN PARA UBICACIÓN DEL LÍMITE SUELO – ROCA PARA DETERMINACIÓN DE LA EXCAVABILIDAD EN VIALES (URBANIZACIÓN CANTORREDONDO, T.M. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS, MADRID)**

---

En este proyecto, según ha solicitado el cliente se ha utilizado el siguiente código de colores para definir los tramos de ripabilidad según la tabla de Caterpillar y un tractor tipo D8.



## 5. CONCLUSIONES

De los cuatro perfiles de tomografía sísmica de refracción realizados, únicamente el perfil TMS-01 se ha realizado en zona boscosa. Los perfiles TMS-02 y TMS-03 se realizaron sobre los viales no asfaltados, y TMS-04 se ha realizado adyacente al vial asfaltado.

De los cuatro perfiles realizados únicamente el perfil TMS-01 presenta una primera capa excavable ( $V_p < 850$  m/s), lo que concuerda con la zona boscosa donde se ha realizado.

Los cuatro perfiles presentan una capa de terreno clasificado como ripable ( $V_p$  entre 850 – 1750 m/s) según la tabla de Caterpillar para un tractor tipo D8, con espesores variables. La capa de terreno clasificado como marginal en general no supera 1 m de espesor ( $V_p$  entre 1750 – 2000 m/s).

Los espesores excavables y ripables (para un tractor tipo D8) se suman a continuación:

Perfil	Espesor terreno excavable ( $V_p < 850$ m/s)	Espesor terreno ripable ( $V_p$ entre 850 - 1750 m/s)
TMS-01	1.3 m	3.5 m
TMS-01	0 m	2.6-6.5 m
TMS-01	0 m	4.2-8.0 m
TMS-01	0 m	4.1-9.1 m

**Nota importante:** los modelos presentados son modelos numéricos realizados con programas especializados, con errores difíciles de ponderar. Para unos mismos datos de campo podrían obtenerse gran número de modelos numéricos dependiendo de la aproximación matemática utilizada.

En Valencia, 16 de agosto de 2022.



Raquel De Vicente Gil

Msc. Geofísica Aplicada/Licenciada en Geología

Colegiada en el ICOG, nº 7261



Ramiro Marina Sánchez

Licenciado en Geología

Colegiado en el ICOG nº 6086

Eurogeólogo nº 1306



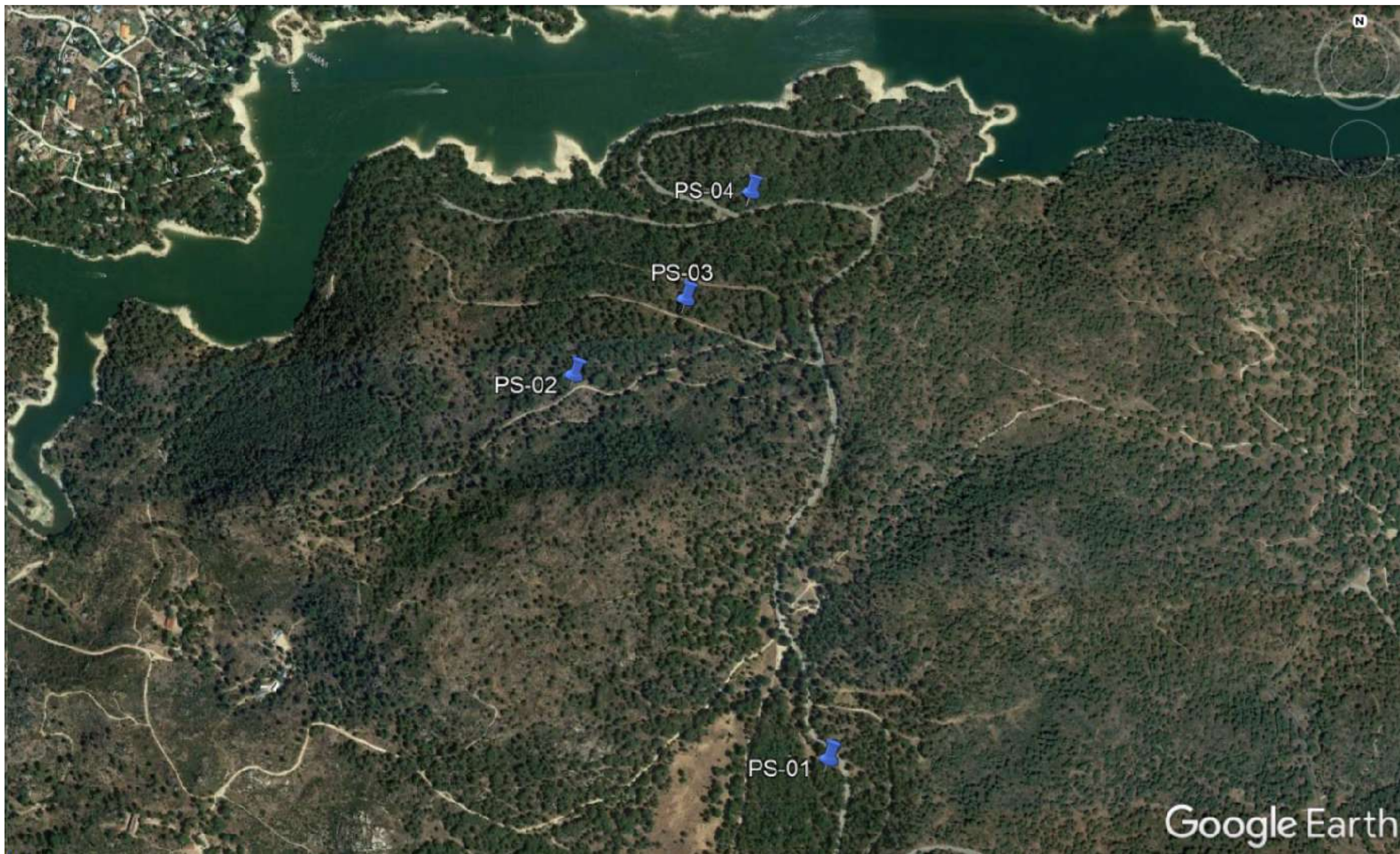
## 6. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ ASTM D6429-99 (2011)e1. "Standard Guide for Selecting Surface Geophysical Methods".
- ✓ Berckhemer, H. "Grundlagen der Geophysik". Universität Frankfurt am Main.
- ✓ Gary Mavko. "Conceptual Overview of Rock and Fluid Factors that Impact Seismic Velocity and Impedance.". Stanford Rock Physics Laboratory.
- ✓ Lowrie, W. "Fundamentals of Geophysics". Cambridge University Press.
- ✓ Paillet, F.L, Saunders W.R. "STP1101 Geophysical Applications for Geotechnical Investigations". Ed. ASTM International.
- ✓ Park, C. et al., "Multichannel analysis of surface waves". Geophysics, vol. 64, 1999, pp.800-808.
- ✓ Reynolds, J. "An introduction to Applied and Environmental Geophysics, 2nd Edition". Ed. Wiley.

## **ANEXO I**

### **SITUACIÓN DE LOS PERFILES**






PS (TMS) = situación del perfil sísmico de refracción

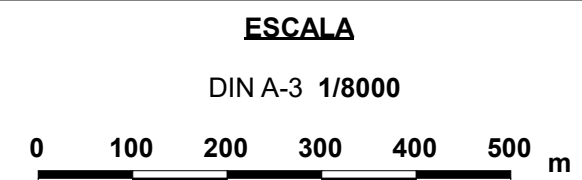





 PS (TMS) = dirección y sentido del perfil sísmico de refracción



**TÍTULO DEL PROYECTO**  
 ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE SÍSMICA DE REFRACCIÓN PARA UBICACIÓN  
 DEL LÍMITE SUELO - ROCA PARA DETERMINACIÓN DE LA EXCAVABILIDAD  
 EN VIALES (URBANIZACIÓN CANTORREDONDO, T.M. SAN MARTÍN  
 DE VALDEIGLESIAS, MADRID)

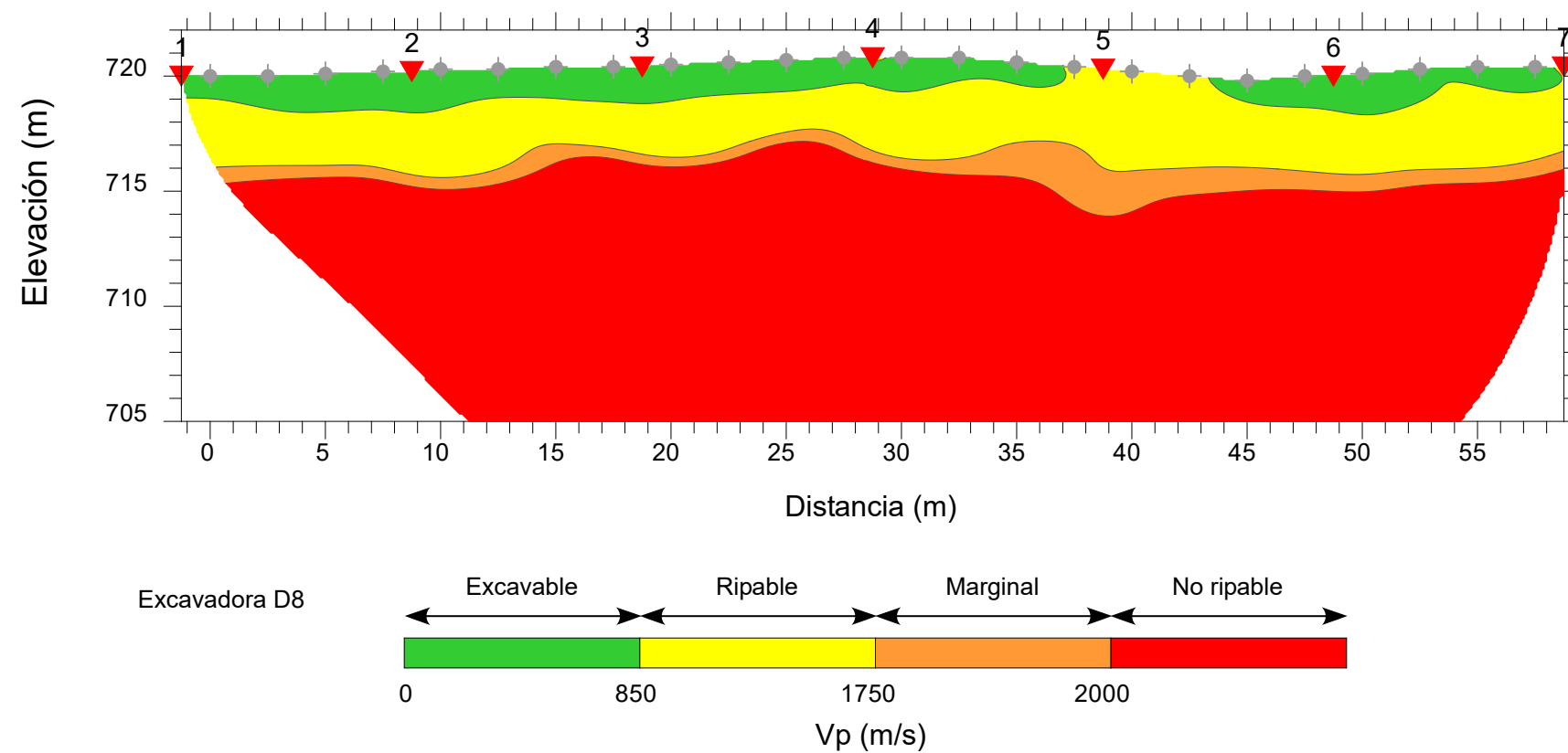
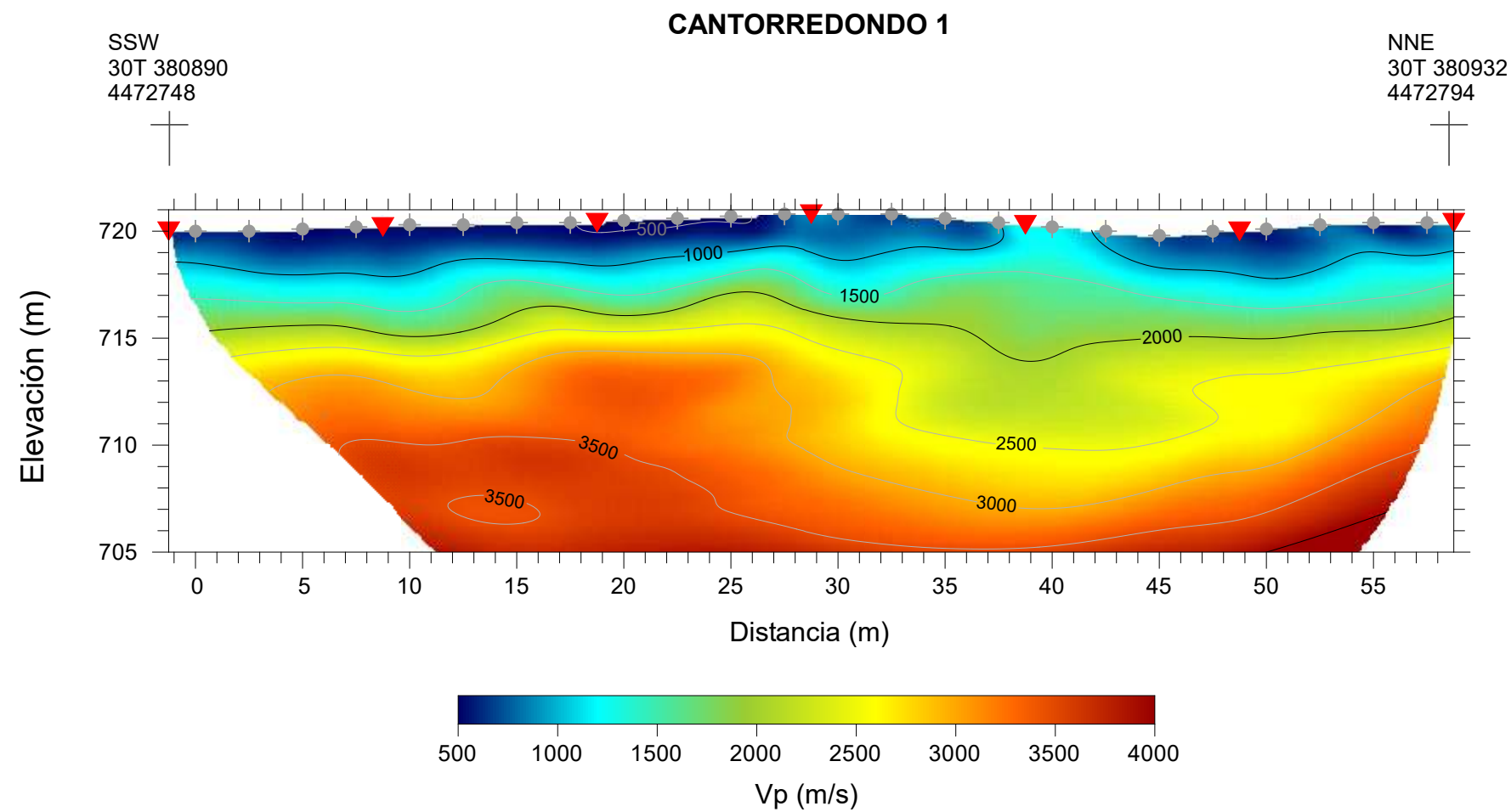


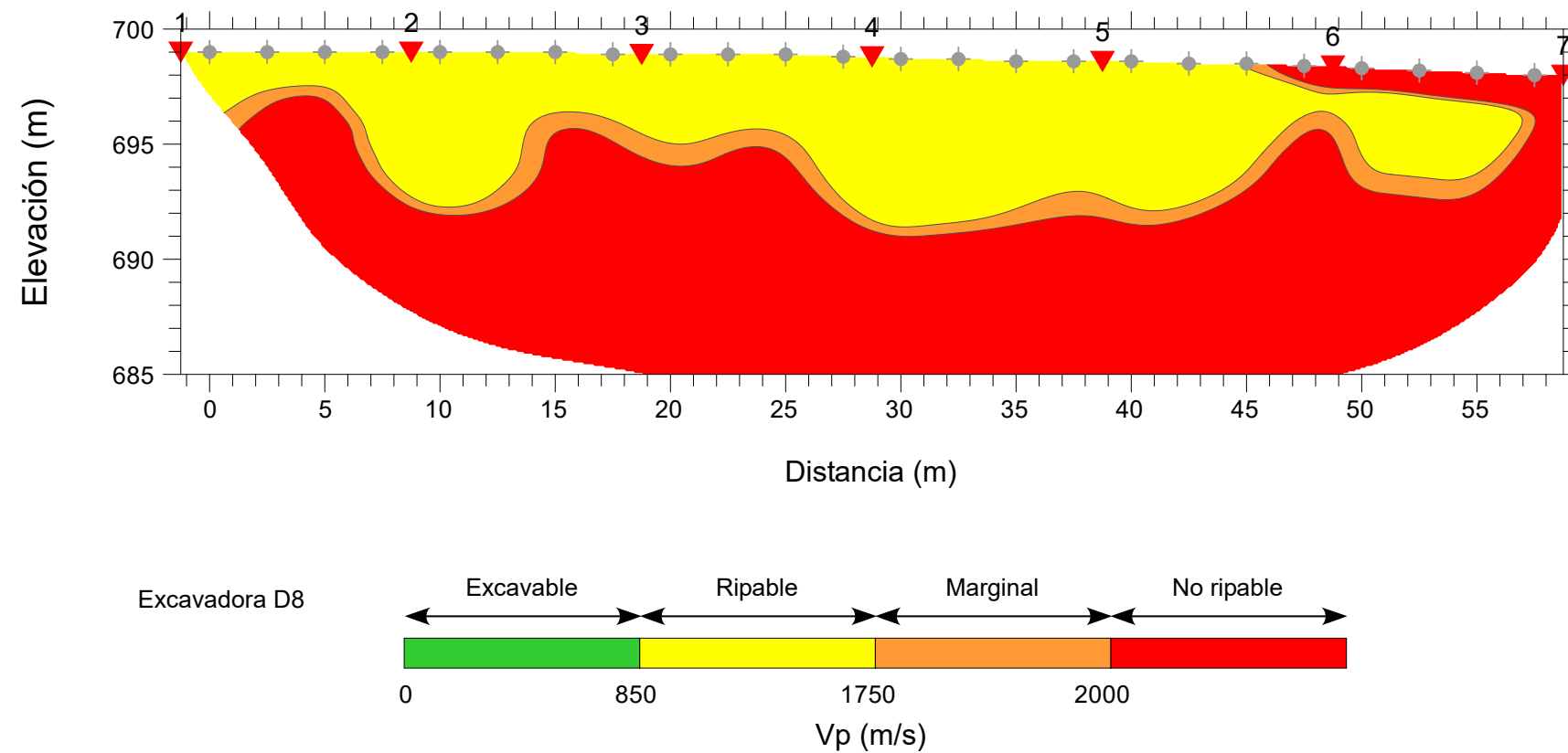
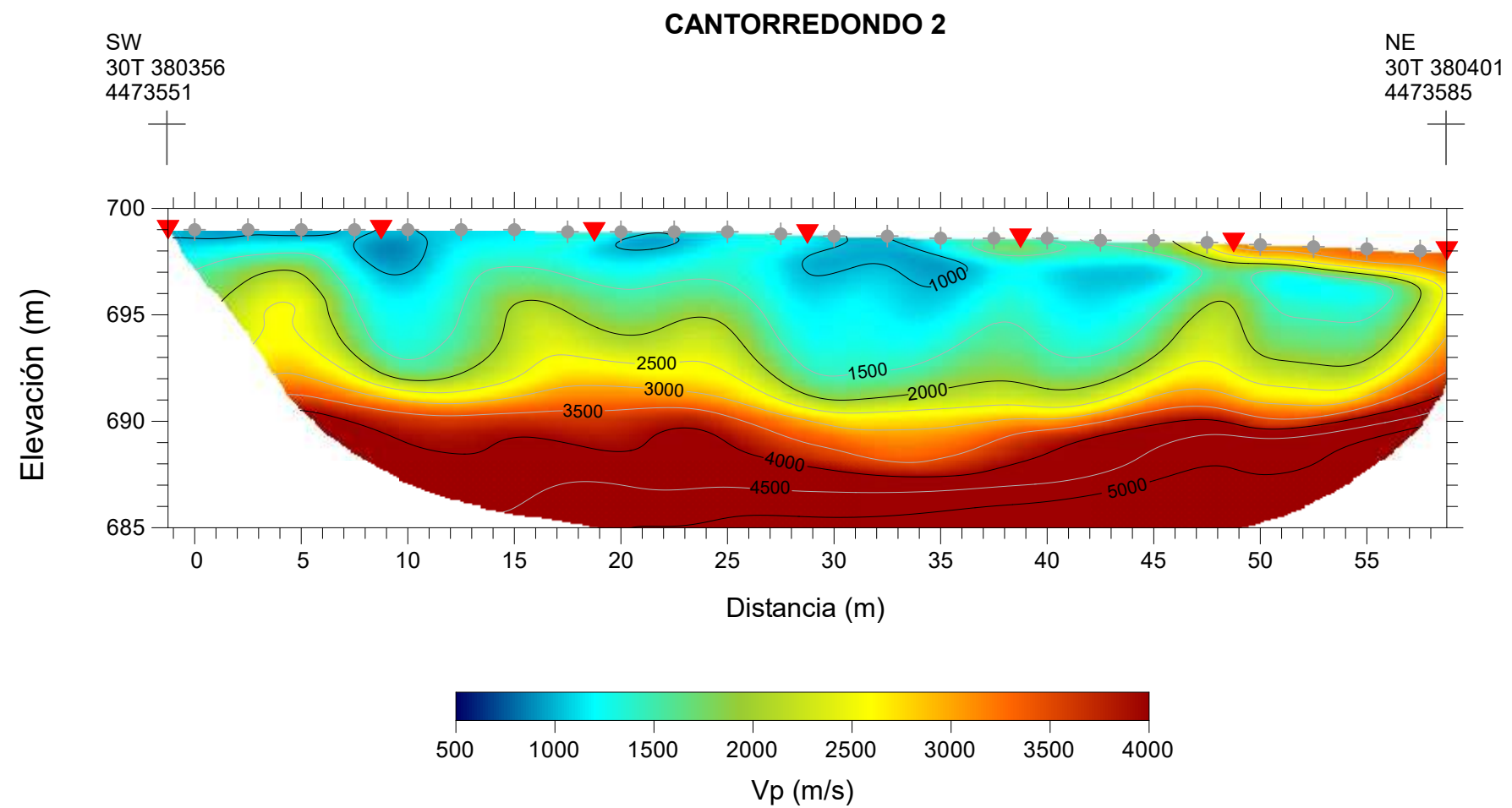
**TÍTULO DEL PLANO**  
 SITUACIÓN 02

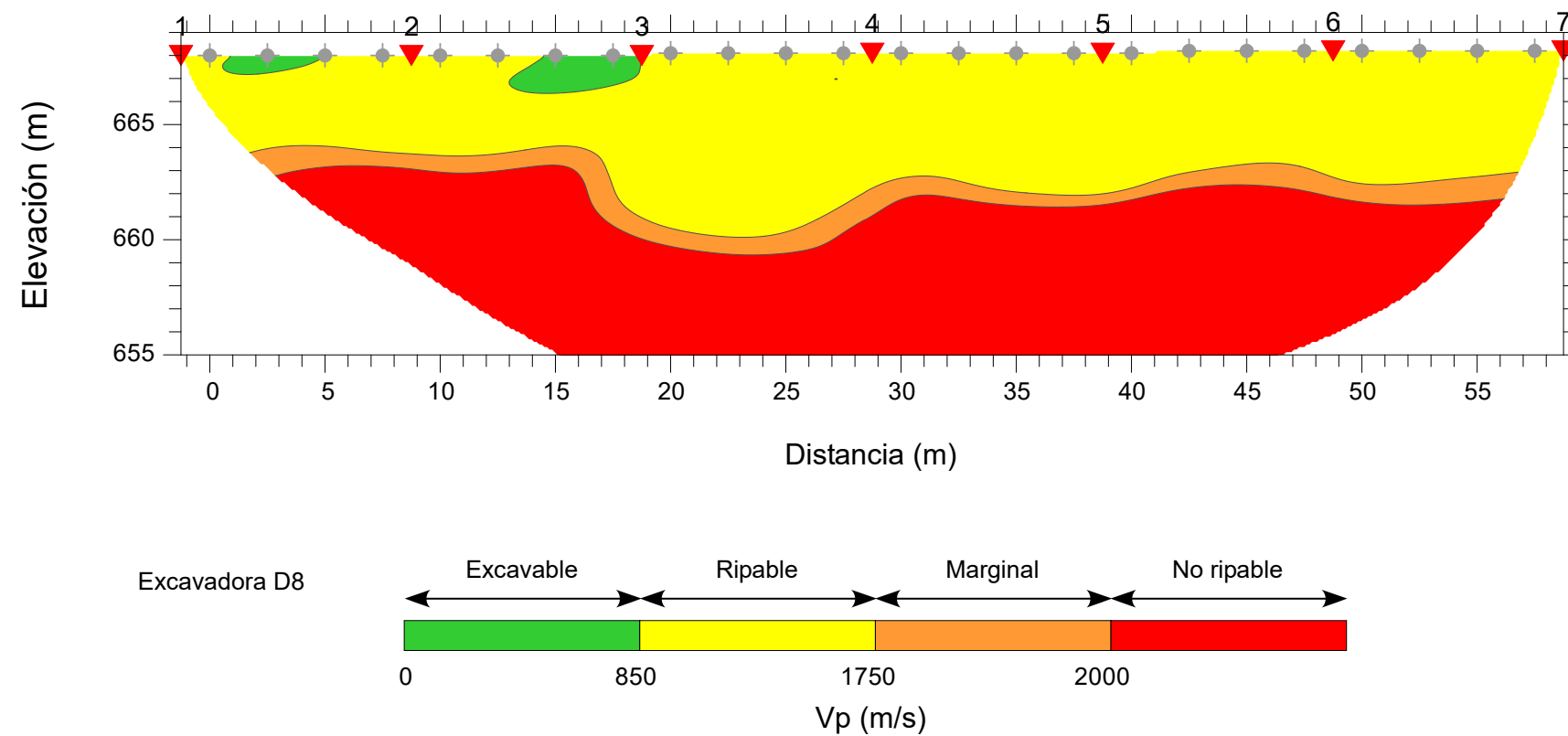
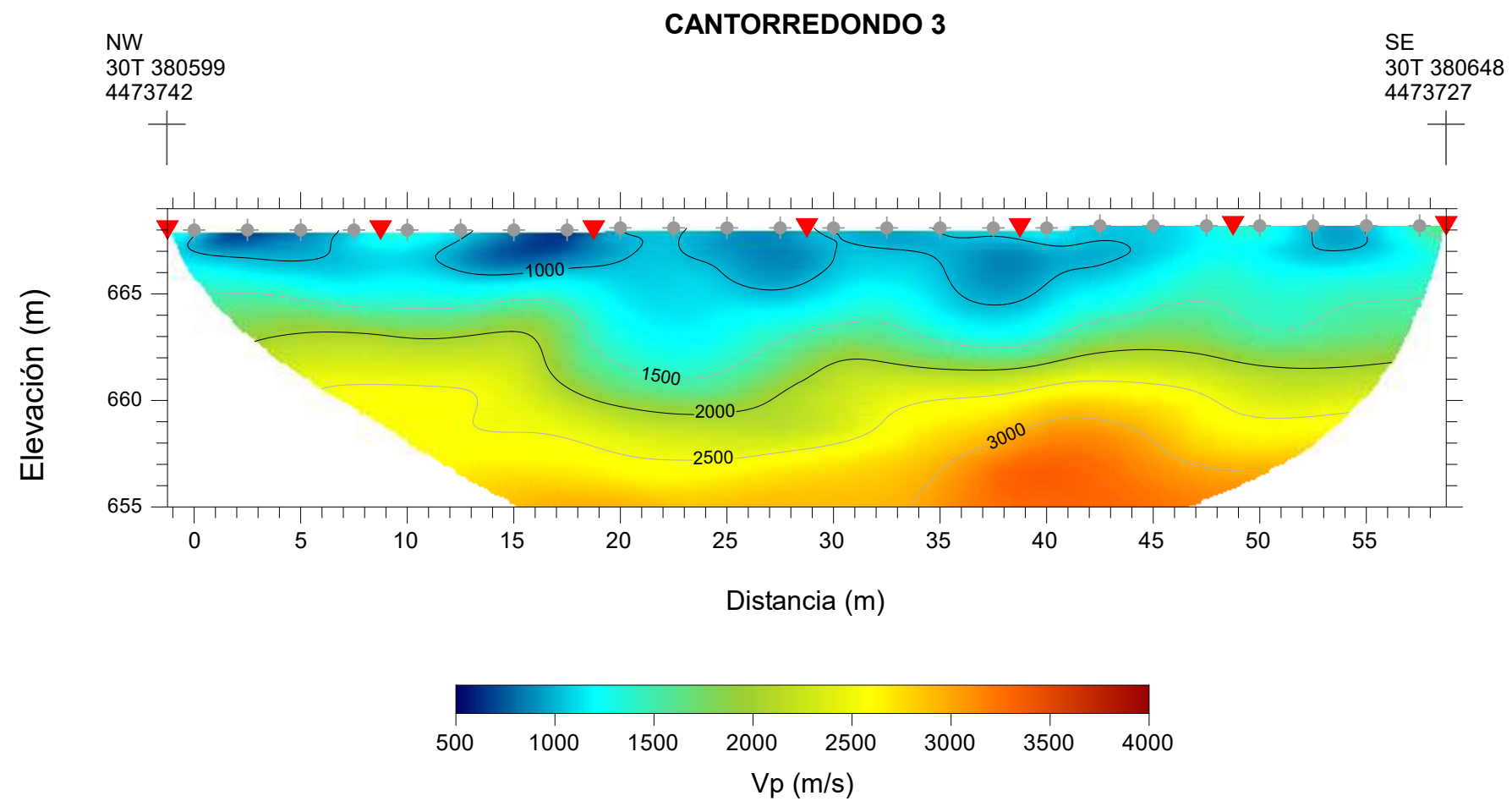


## **ANEXO II**

### **RESULTADOS**



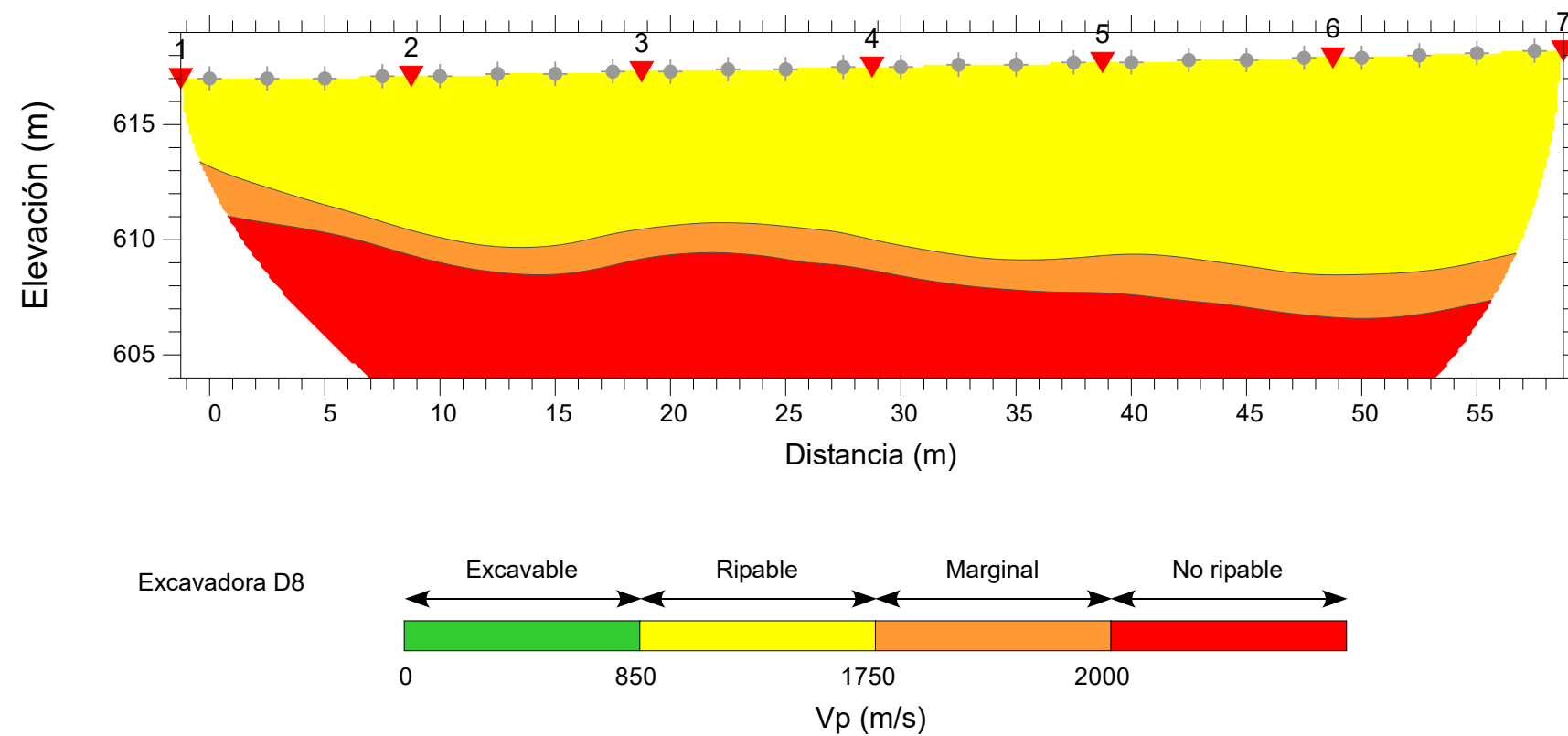
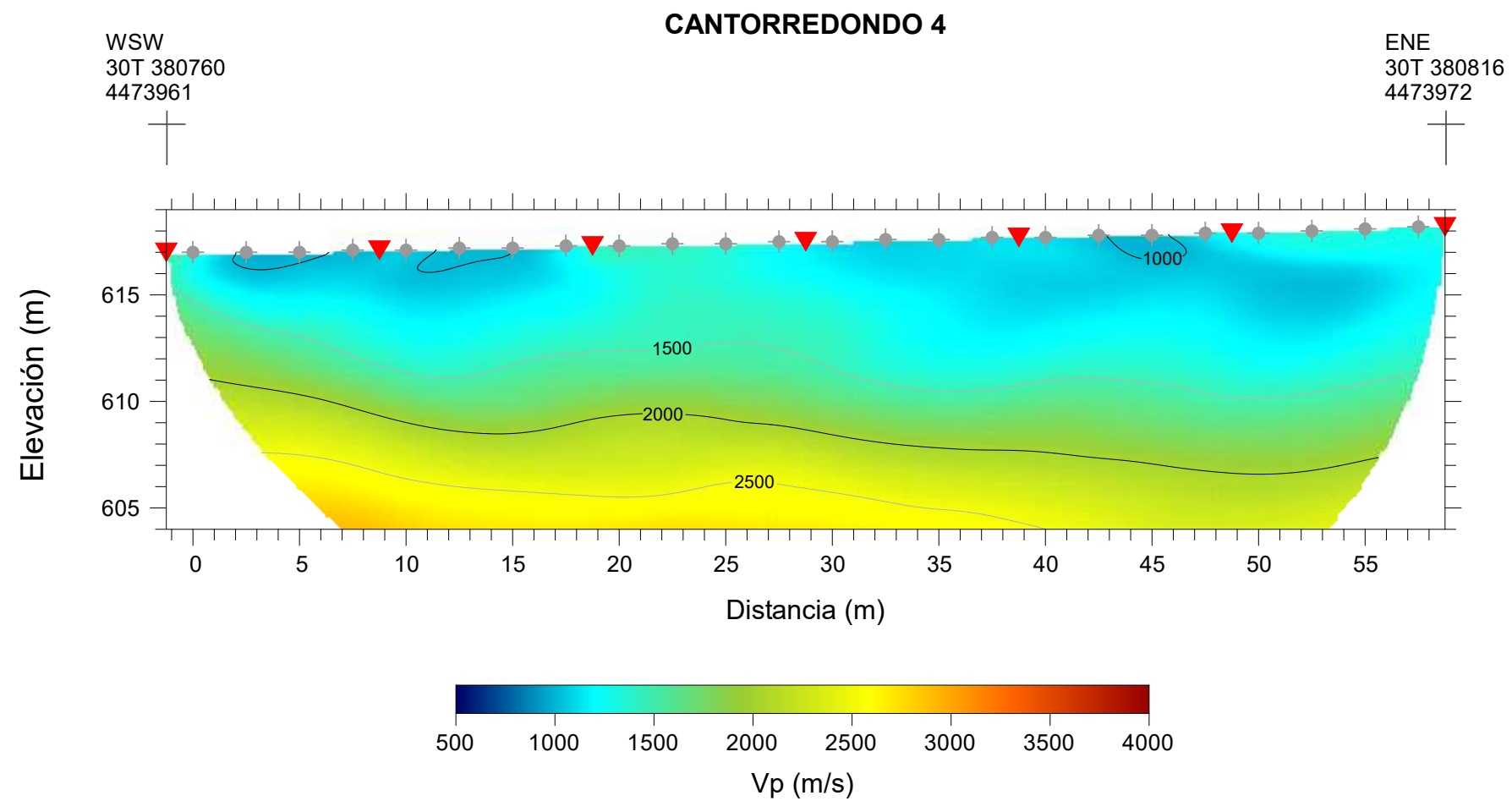




Geófonos

Disparos

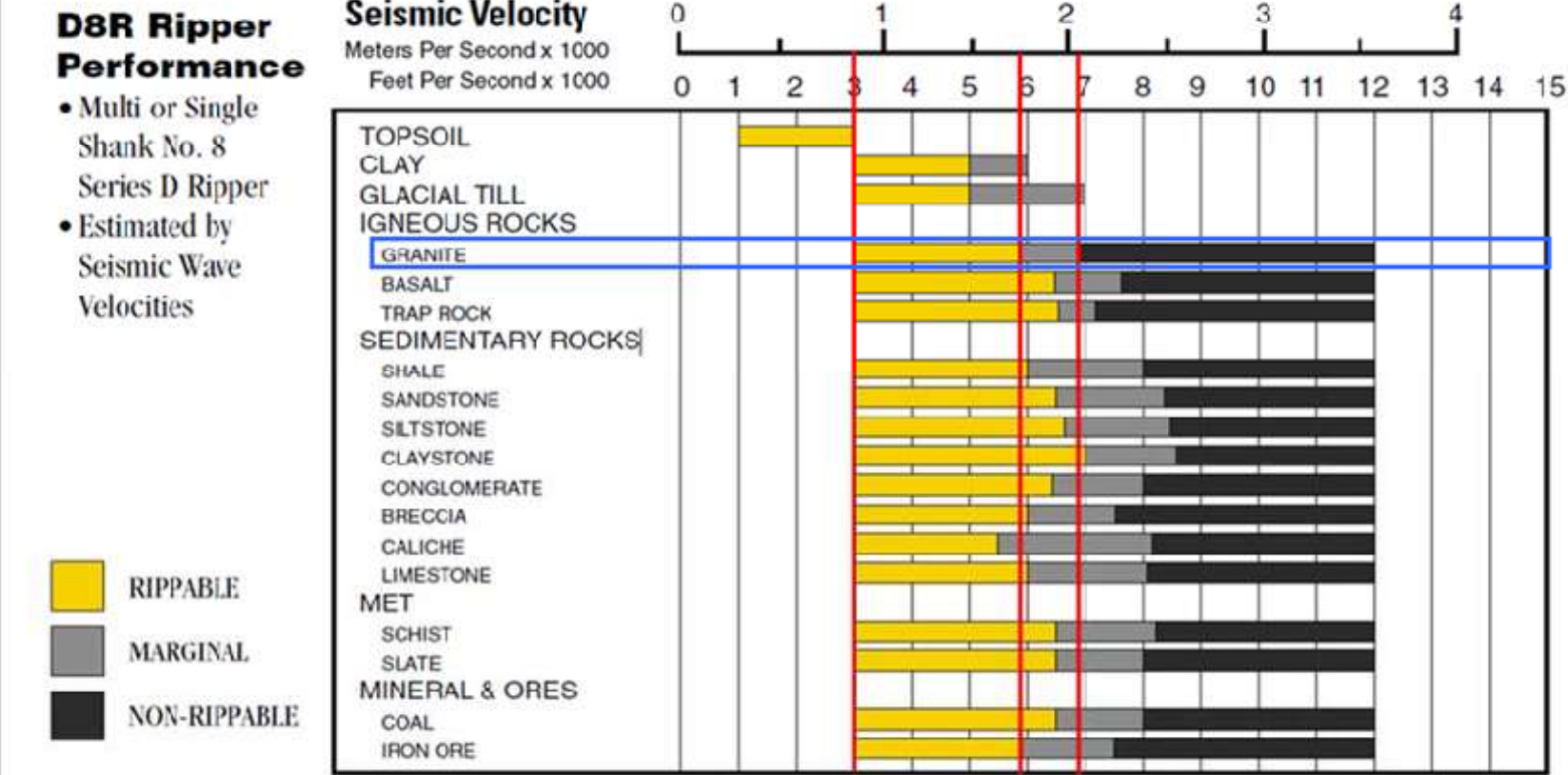




Geófonos  
Disparos

**ANEXO III**

**TABLA RESUMEN DE RIPABILIDADES**



Perfil	Espesor terreno excavable (Vp < 850 m/s)	Espesor terreno ripable (Vp entre 850 - 1750 m/s)
TMS-01	1.3 m	3.5 m
TMS-02	0 m	2.6 - 6.5 m
TMS-03	0 m	4.2 - 8.0 m
TMS-04	0 m	4.1 - 9.1 m

Resumen de los resultados obtenidos en los perfiles realizados en la Urbanización Cantorredondo (San Martín de Valdeiglesias).

Tabla de Caterpillar de ripabilidades según velocidades de onda P para tractor tipo D8 o con potencia similar. En recuadro azul se señala las velocidades correspondientes a tipo de roca granítica, que es la que se encuentra en la zona de estudio. Las líneas rojas separan los colores (amarillo ripable, gris marginal, negro no ripable) utilizado por Caterpillar.

Puede observarse que los granitos no presentan velocidades de onda P inferiores a aproximadamente 850 m/s, ya que se considera suelo edáfico. Este tipo de terreno se considera excavable.

El tramo de Vp comprendido entre 850 - 1750 m/s se considera en esta tabla como granito ripable.

El tramo de Vp comprendido entre 1750 - 2000 m/s se considera en esta tabla como terreno marginal.

El tramo de Vp con valores superiores a 2.000 m/s se considera no ripable.

Nota: estos tramos se aplican a un tractor D8 o con potencia similar.

## **ANEXO IV**

### **FOTOGRAFÍAS**



**TMS – 01**



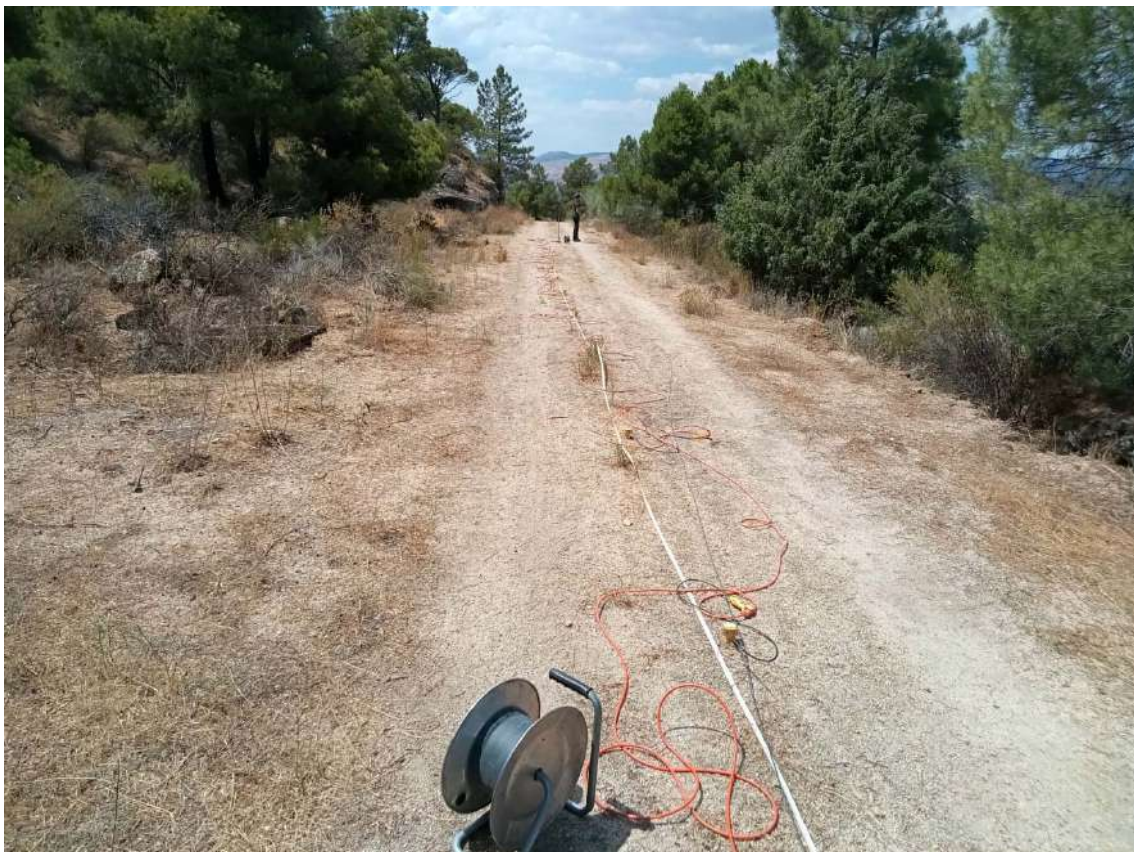


**TMS – 02**



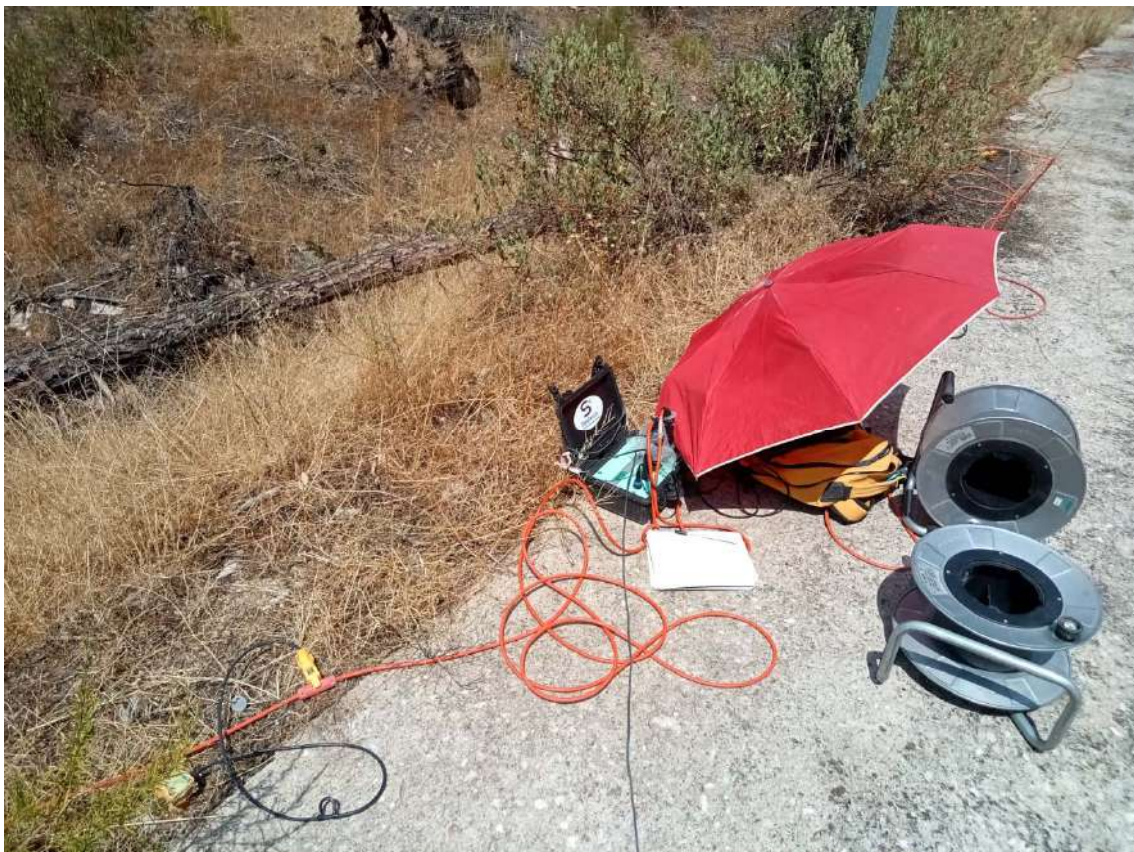


**TMS – 03**





TMS – 04







## **ANEXO V**

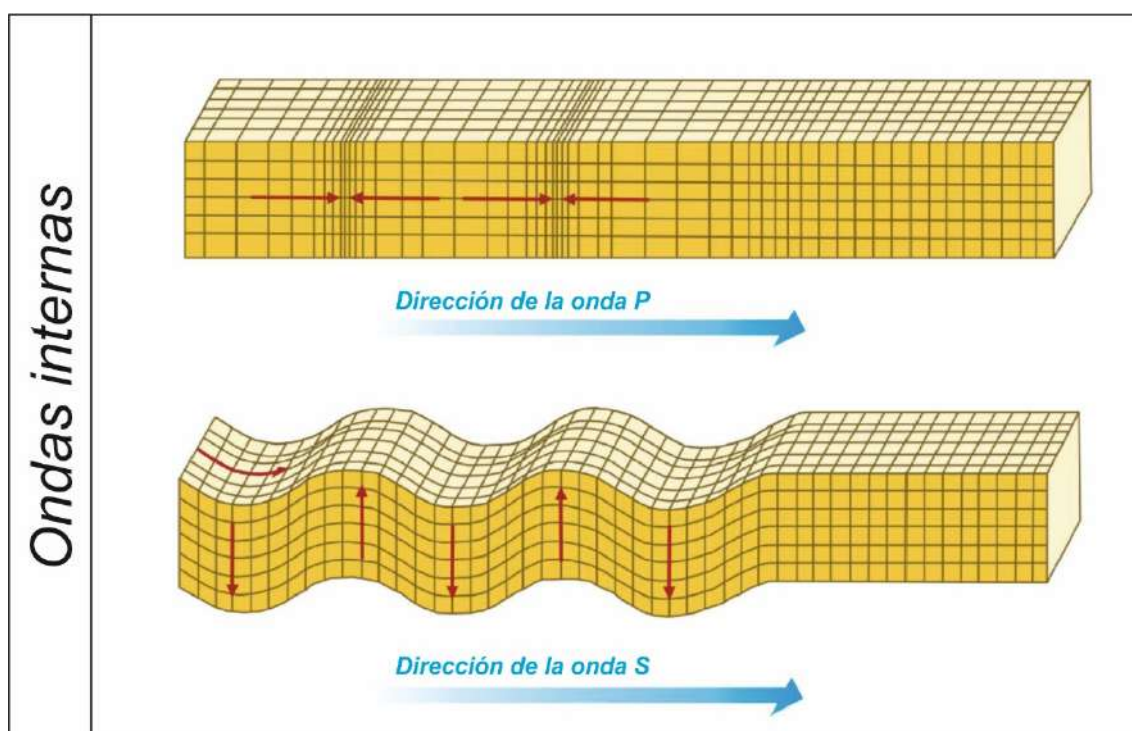
### **MÉTODOS GEOFÍSICOS**



## MÉTODO SÍSMICO

Las ondas sísmicas se clasifican en dos tipos principalmente: ondas internas o de volumen (P y S) y ondas superficiales (Rayleigh y Love).

Las ondas internas son aquellas que se propagan por el interior de la Tierra desde la fuente hasta la superficie. Existen dos tipos de ondas internas: ondas P (primarias o longitudinales) que comprimen y dilatan el medio a su paso y las ondas S (secundarias o transversales) que desplazan las partículas del medio en una dirección perpendicular a la dirección de propagación (por ello también se conocen como ondas de cizalla).

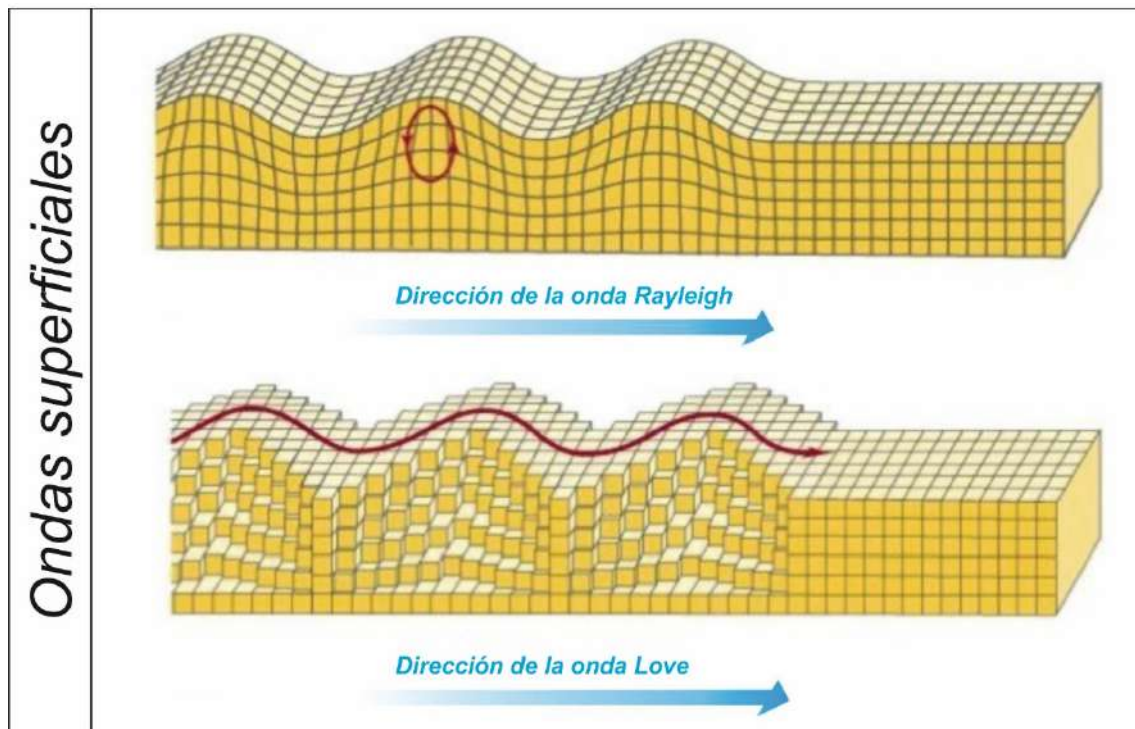


*Esquema del movimiento de las partículas de las ondas internas (compresivas o P, de cizalla o S).*

El otro tipo de ondas sísmicas es el de la familia de las ondas superficiales. Estas ondas existen cerca de la superficie libre (aire-terreno o agua-terreno). Hay dos tipos principales: ondas Rayleigh y ondas Love. Las primeras presentan un desplazamiento de las partículas del terreno que produce un movimiento elíptico complejo, que puede ser retrógrado o progrado, dentro del plano vertical de desplazamiento. Por el contrario, las ondas Love producen un movimiento elíptico del medio en un plano horizontal.



La amplitud de las ondas superficiales es máxima en la superficie y decrece rápidamente con la profundidad. Las ondas superficiales son generadas por interferencia de las ondas P y S en la superficie libre.

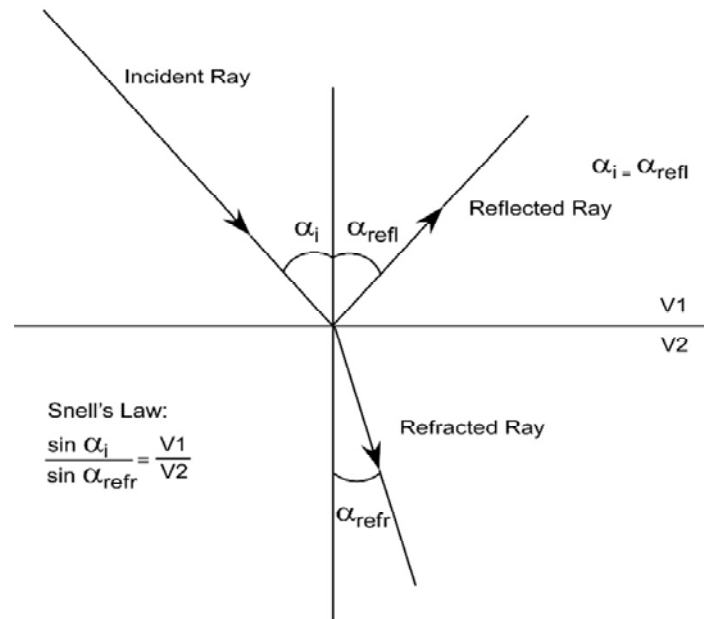


*Esquema del movimiento de las partículas de las ondas superficiales.*

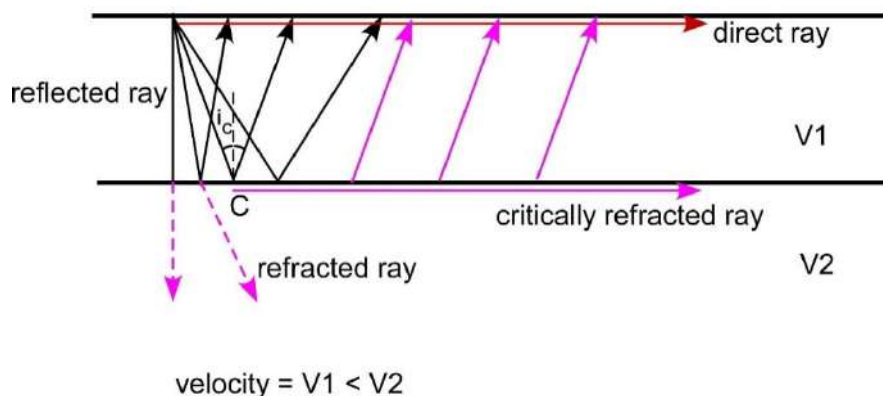
## SÍSMICA DE REFRACCIÓN

### Propagación de ondas sísmicas

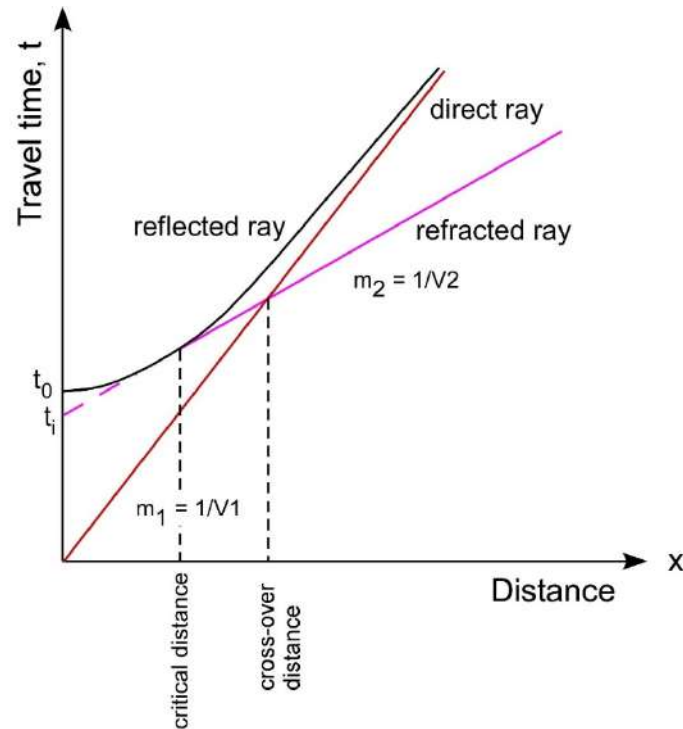
Las ondas de volumen se dividen atendiendo a la manera de propagarse a través del medio. Por ejemplo, una onda sísmica de volumen que viaja a través del medio con una velocidad  $V_1$ , en un momento dado se encuentra con el límite de otra capa con velocidad  $V_2$  (asumiremos que  $V_1 < V_2$ ). En el límite entre estas capas de distinta velocidad parte de la energía se transmite a la segunda capa y el resto es reflejada de vuelta a la primera capa. En este momento se dividen las ondas de la siguiente manera (Ley de Snell):



Una parte del frente de ondas incidente se refleja en la superficie de contacto entre ambos medios y viaja por el primer medio, y la otra se refracta, viajando a través del segundo medio.



Teniendo en cuenta el tiempo de viaje frente a la distancia recorrida, se indica la existencia de una tercera onda, la onda directa, la cual viaja directamente desde la fuente (martillo) al receptor (geófono). Al principio, la onda directa es la más rápida, pero sólo hasta que la onda (críticamente refractada) que viaja por el segundo medio (el cual se asume que tiene una velocidad superior) sobrepasa a una cierta distancia a la onda directa (denominada “distancia de cruce” o “cross-over distance” en inglés). La onda se refracta críticamente cuando alcanza el ángulo crítico, que es de  $90^\circ$ .



Curvas tiempo – distancia de las ondas de volumen (modificado de Lowrie, 1997).

Ecuaciones de onda:

- Ecuación de la onda directa:  $t = \frac{x}{V_1}$
- Ecuación de la onda refractada:  $\frac{t}{T_1} + \frac{x}{V_2}$

donde  $T_1$  es el tiempo en el origen de coordenadas de la primera capa.

- Ecuación de la onda reflejada, que es la última en llegar y presenta una forma de parábola,  $t^2 = t_0^2 + \frac{x^2}{V_1^2}$

donde  $t_0$  es la ordenada de la curva reflejada en el origen.

Como se observa las únicas variables que se tienen en cuenta en las ecuaciones de la velocidad son el espacio y el tiempo.

Las ondas refractadas se utilizan en el estudio de los parámetros físicos del terreno, así como su distribución espacial. La velocidad de propagación de las ondas sísmicas depende de las



propiedades elásticas y de la densidad del material. Las relaciones entre estos parámetros están definidas por las siguientes fórmulas:

$$\mu = \frac{E}{2(1+\nu)} = G : \text{módulo de corte}$$

$$k = \frac{E}{2(1-\nu)}$$

$$\nu = \frac{0,5 \left| \frac{V_L}{V_T} \right|^2 - 1}{\left( \frac{V_L}{V_T} \right)^2 - 1}$$

$$\left( \frac{V_L}{V_T} \right)^2 = \frac{\nu - 1}{\nu - 0,5} \quad 0 < \nu < \frac{1}{2}$$

Siendo  $\mu$  módulo de cizalla,  $k$  módulo de volumen,  $\nu$  el coeficiente de Poisson,  $V_L$  velocidad de ondas longitudinales,  $V_T$  velocidad de ondas transversales.

El coeficiente de Poisson varía entre 0 – 0,5. Para rocas muy rígidas se sitúa entre 0,10 – 0,30, en el caso de suelos o materiales plásticos (limos, arcillas), varía entre 0,35 – 0,50.

Además, estos parámetros elásticos pueden relacionarse de esta otra manera (para medio isótropo y homogéneo):

$$V_P = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}\mu}{\rho}}$$

Siendo  $V_P$  la velocidad de ondas P,  $K$  el módulo de volumen o compresibilidad,  $\mu$  el módulo de cizalla, y  $\rho$  la densidad del material.

Para las ondas S tenemos la siguiente relación:

$$V_S = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

Esta fórmula implica que en fluidos al ser  $\mu = 0$ , las ondas S no se propagan.

## **ANEXO VI**

### **EQUIPOS**

### Sísmica

- **Sismógrafo** modelo PASI GEA 24.
- Geófonos de componente vertical de 4,5 Hz. Se han utilizado 24 sensores de alta sensibilidad con punta metálica.
- Maza de 7Kg. La fuente sísmica empleada ha sido una maza de 7Kg con impacto sobre placa de aluminio de 2Kg. Junto a la placa se sitúa un geófono que actúa como “disparador”, el cual determina con precisión el momento del impacto de la maza sobre la placa y avisa al ordenador cuando debe iniciar el registro sísmico.
- Ordenador portátil de campo, de la casa Panasonic.



*Sismógrafo PASI, modelo GEA 24.*



*Maza, placa y geófono de trigger.*



## APENDICE 3. ENSAYOS DE LABORATORIO



## ***RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO***

CLIENTE: **GHM Consultores, S.L.P.**

OBRA: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**

Nº OBRA: **2022432**

FECHA INFORME: 29 de agosto de 2022

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***

Nº de Obra: 2022432



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

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

## **GHM Consultores, S.L.P.**

Paseo de la Castellana, nº 210 - 8º 2  
28046-MADRID

**Nº OBRA: 2022432**

**OBRA:** ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

## **1. ANTECEDENTES**

El día 22 de julio de 2022 se recibe en el laboratorio Tecnología del suelo y materiales, S.L. la petición de ensayos de la citada obra, que se compone de diez muestras alteradas de suelo en bolsa y diez muestras alteradas de suelo en saco.

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



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

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

## 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. Hinchamiento libre de un suelo en edómetro, según norma UNE 103601:96
- 2.5. Ensayo de colapsabilidad de un suelo en edómetro, según norma NLT 254:99
- 2.6. Ensayo de compactación. Próctor modificado, según normas UNE 103501:94
- 2.7. Determinación en laboratorio del Índice C.B.R. de un suelo, según norma UNE 103502:95
- 2.8. Determinación cuantitativa de sulfatos en suelos, según EHE 2008 y norma UNE 83963:2008
- 2.9. Determinación la Acidez Baumann – Gully en suelos, según EHE 2008 y norma UNE 83962:2008
- 2.10. 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 (erratum)
- 2.11. Determinación del contenido en sales solubles en suelos, según norma UNE 103205:2006
- 2.12. Determinación del contenido de yesos en suelos, según norma UNE 103206:2006





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

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

### 3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Fecha: **29 de agosto de 2022**

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

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

## HOJA RESUMEN DE ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

Muestra ensayada	Tipo de muestra	Humedad, en %	Densidad seca, en g/cm³	Densidad húmeda, en g/cm³	Peso específico, en g/cm³	Granulometría en % que pasa						Límites de Atterberg			Ensayo Próctor			Ensayo C.B.R.		Hinchamiento libre, en %	Índice de colapso I, en %	Triaxial o Corte Directo			Ensayos Químicos				
						63 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Tipo de Próctor	Humedad óptima, en %	Densidad máxima, en g/cm³	Índice C.B.R. al 100%	Hinchamiento, en %			Tipo de Triaxial o Corte	Ángulo de Rozamiento	Cohesión, en kg/cm²	Sulfatos Cuantitativos (SO₄²⁻), en mg/kg	Acidez Baumann-Gully, en mg/kg	Materia Orgánica, en %	Sales Solubles, en %	Yesos, en %
C-2 1.20-1.40	S					100.0	98.1	94.5	86.8	39.9	18.3	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	6.7	2.088	36.18	-0.03	0.02	0.07				100		1.72	0.2550	
C-3 0.90	S					100.0	98.9	82.0	66.5	18.8	10.0	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	5.1	2.097	69.86	0.17	0.00	0.60				0	106	0.89	0.2080	0.4134
C-4-1 1.00	S	4.7				100.0	92.1	84.1	74.6	40.3	21.6	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	7.6	2.090	95.28	0.01	0.02	0.04				125		1.62	0.3470	
C-4-2 0.40	MA	2.1				100.0	86.7	70.6	62.9	23.6	14.3	N.P.	N.P.	N.P.											575		2.08	0.3510	
C-5 0.60	S					100.0	100.0	99.3	90.6	32.1	15.3	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	7.1	2.098	114.34	1.02	0.01	0.03				300		1.77	0.2080	
C-6 0.70	S					100.0	97.8	94.4	87.6	50.4	24.0	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	7.1	2.105	77.38	-0.01	-0.01	0.00				325	211	1.46	0.1510	0.3026
C-7 0.60	S					100.0	84.8	65.3	55.3	24.4	10.2	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	5.4	2.137	59.02	-0.17	0.06	0.01				375		1.35	0.1270	
C-8 0.40	MA	3.2				100.0	100.0	85.7	66.8	34.7	17.2	N.P.	N.P.	N.P.											200		1.04	0.1430	
C-9 0.30	MA	1.6				100.0	98.9	91.1	78.8	47.3	24.6	N.P.	N.P.	N.P.											1550		4.92	0.5440	
C-10 1.00	MA	2.5				100.0	100.0	93.2	74.2	32.0	14.2	N.P.	N.P.	N.P.											75		1.51	0.1780	
C-11 0.40	MA	2.3				100.0	92.0	83.6	74.5	45.9	27.8	N.P.	N.P.	N.P.											50		4.19	0.2040	
C-12 0.70	S					100.0	100.0	98.7	82.6	26.6	10.4	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	8.2	2.054	41.58	-0.02	0.11	0.01				50	90	1.30	0.1000	0.2510
C-12 1.50	MA	4.1				100.0	100.0	95.8	79.7	37.7	20.5	N.P.	N.P.	N.P.											0		1.62	0.1080	
C-13 1.00	S					100.0	100.0	98.5	84.2	31.0	14.5	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	7.8	2.104	28.77	1.22	0.17	0.06				75		1.62	0.1460	
C-14 0.85	MA	3.1				100.0	100.0	98.7	83.6	32.1	13.3	N.P.	N.P.	N.P.											50		1.41	0.1900	
C-15 0.50	S					100.0	100.0	95.8	83.2	31.8	10.7	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	7.6	2.046	78.43	-0.10	-0.02	0.01				25	91	1.56	0.2840	0.0442
C-16 0.40	S					100.0	94.2	80.1	63.5	19.1	8.4	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	7.4	2.088	91.64	0.04	0.01	0.24				0		1.82	0.1410	
C-18 0.20	MA	0.5				100.0	100.0	92.1	72.0	32.3	13.5	N.P.	N.P.	N.P.											125		2.08	0.4230	
C-19 0.50	S					100.0	100.0	91.2	70.3	19.0	7.9	N.P.	N.P.	N.P.	Mod.	6.8	2.091	43.54	0.02	0.02	0.24				250	83	1.93	0.2600	0.7087
C-20 0.15	MA	0.8				100.0	98.5	82.2	57.9	24.4	7.8	N.P.	N.P.	N.P.											575		1.72	0.3250	



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-2 1.20-1.40 S

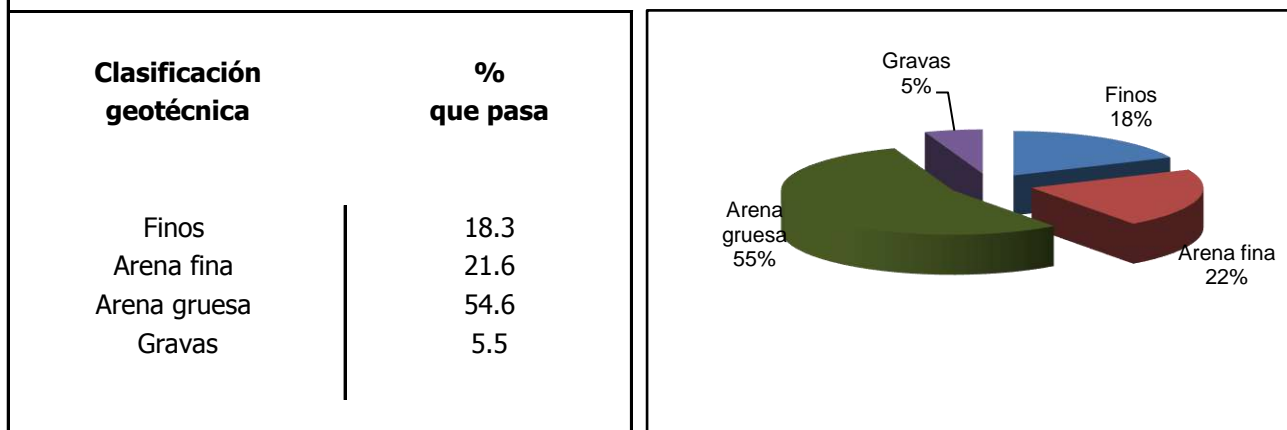
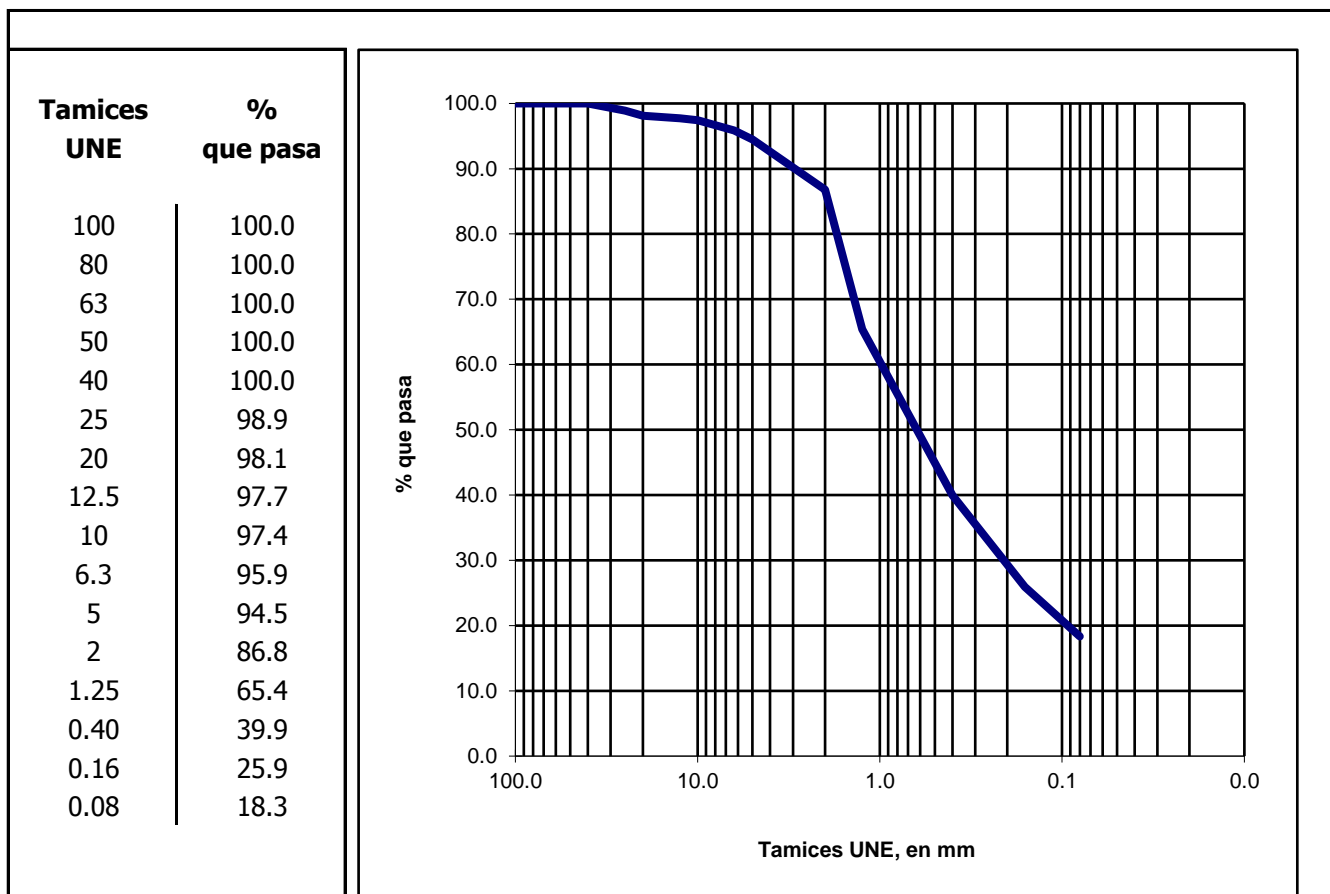
Fecha: 2 de agosto de 2022



C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://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 76  
Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

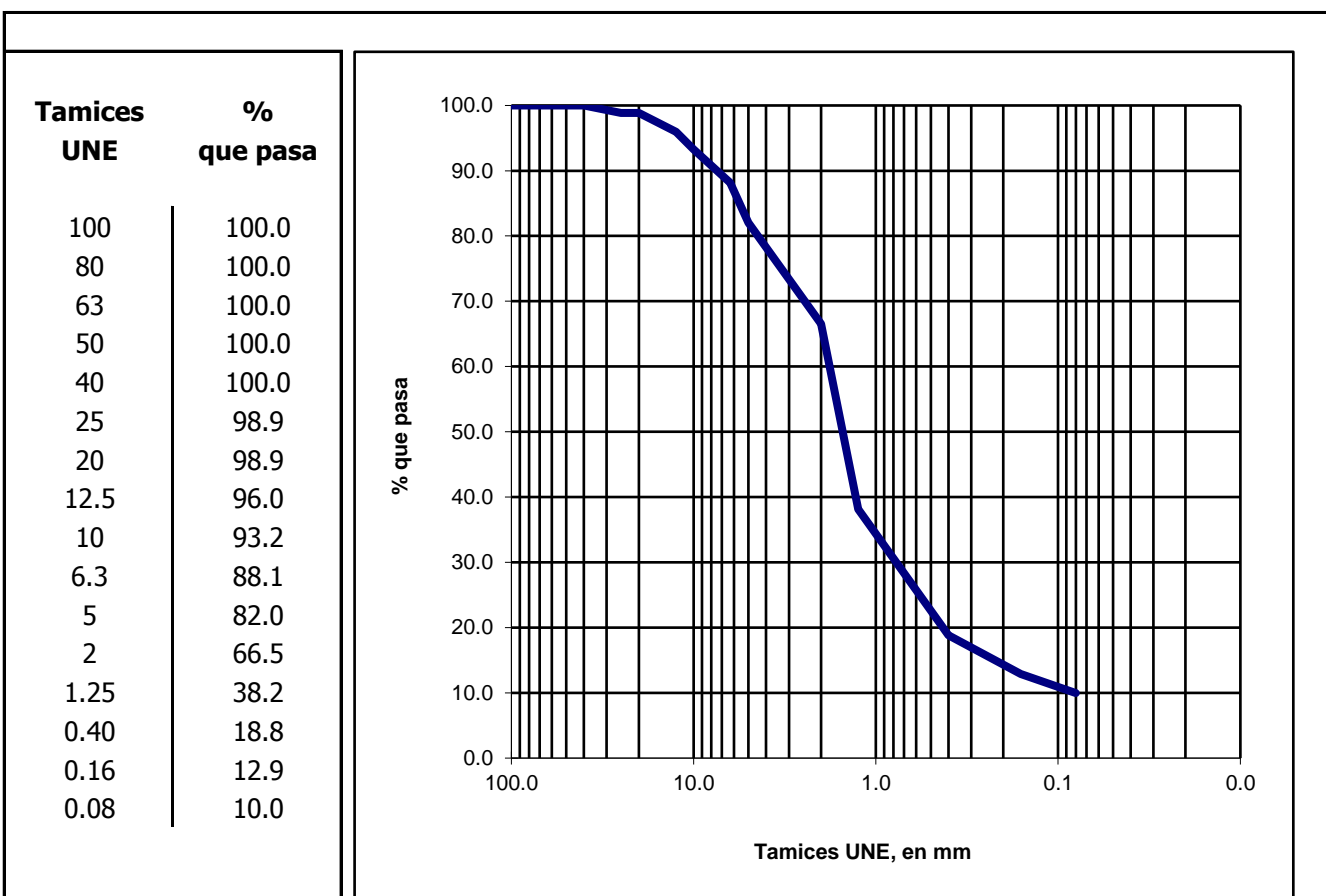


Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Muestra: **C-3 0.90 S**Fecha: **2 de agosto de 2022**

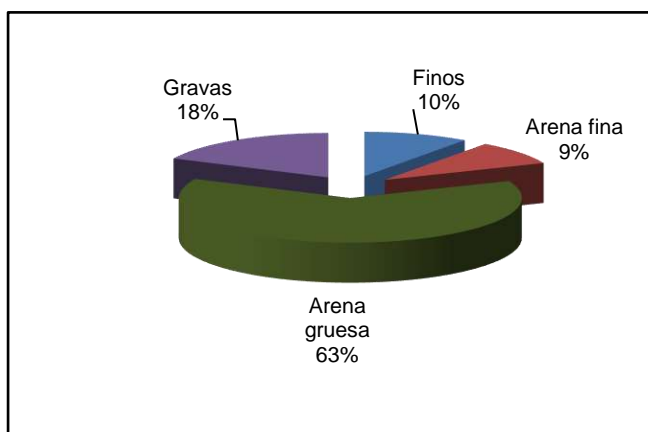
C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	10.0
Arena fina	8.8
Arena gruesa	63.2
Gravas	18.0



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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-4-1 1.00 MA

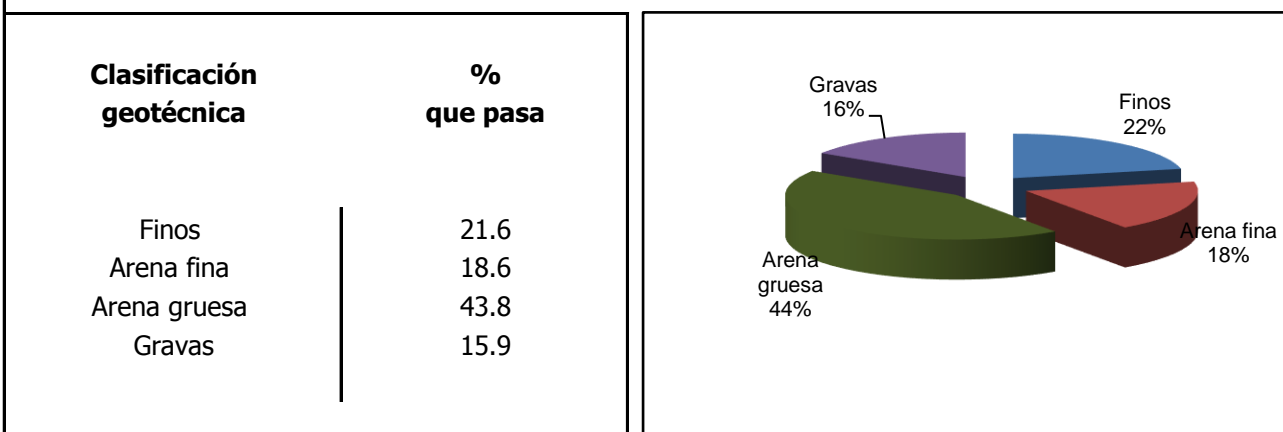
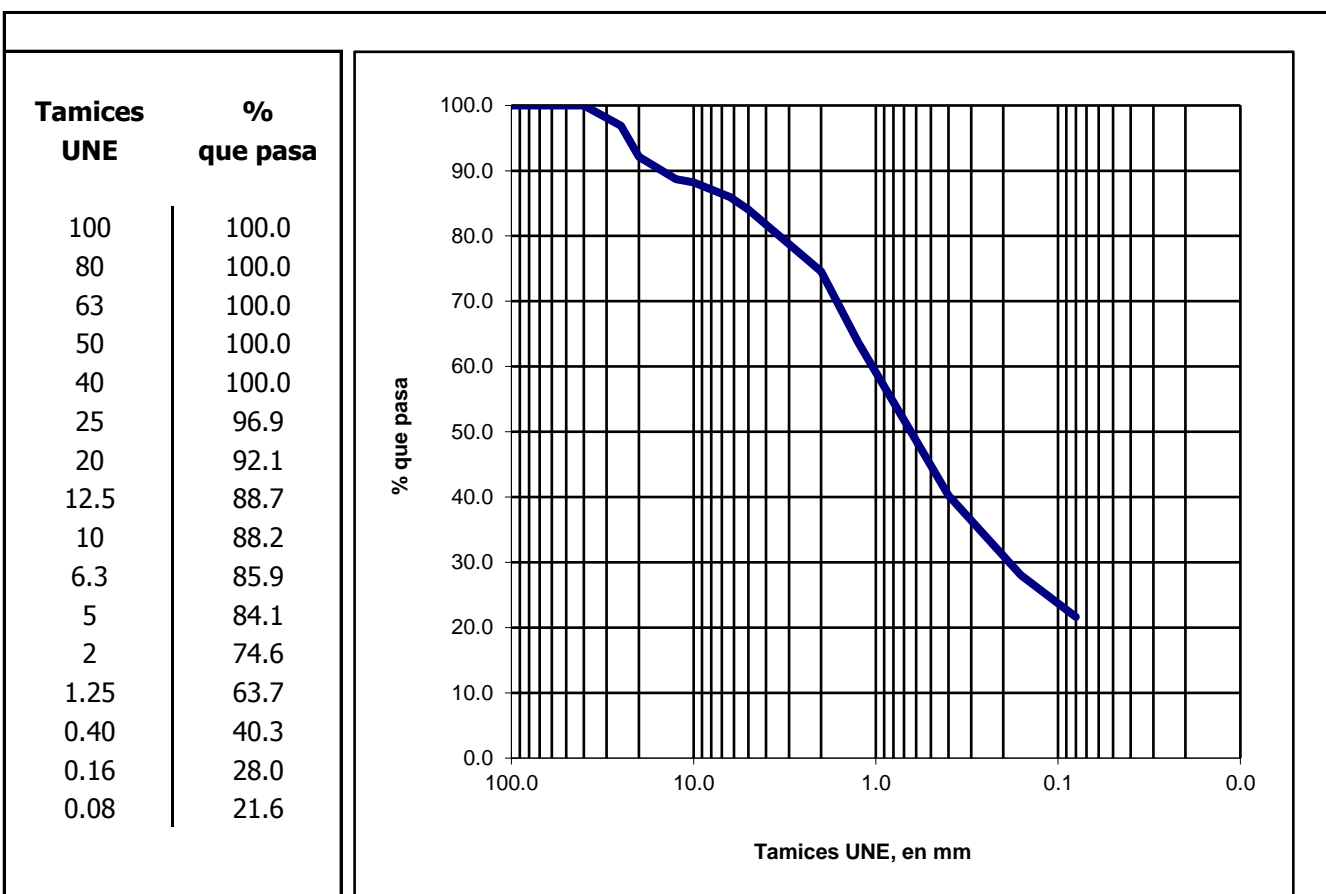
Fecha: 2 de agosto de 2022



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

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-4-2 0.40 MA

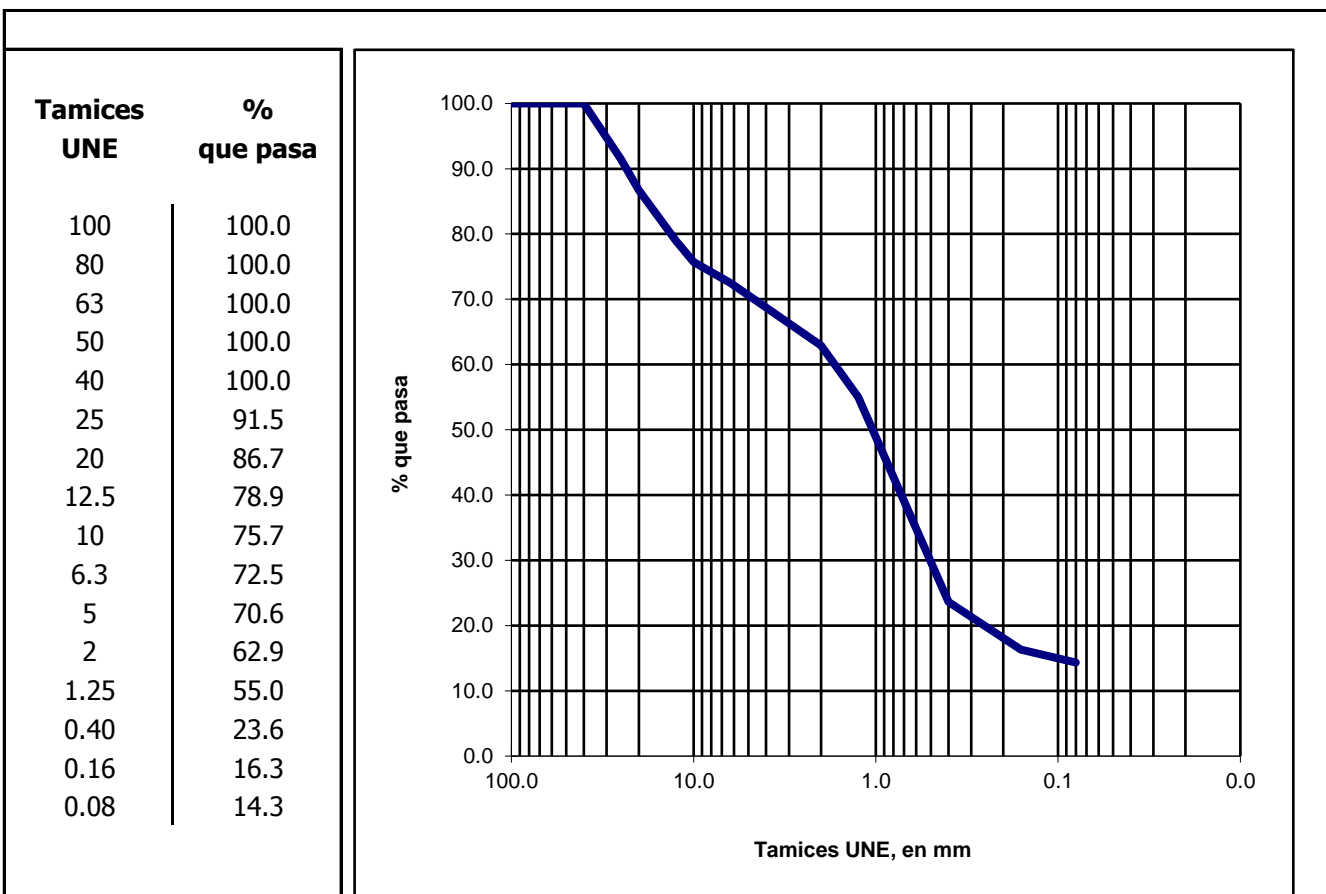
Fecha: 2 de agosto de 2022



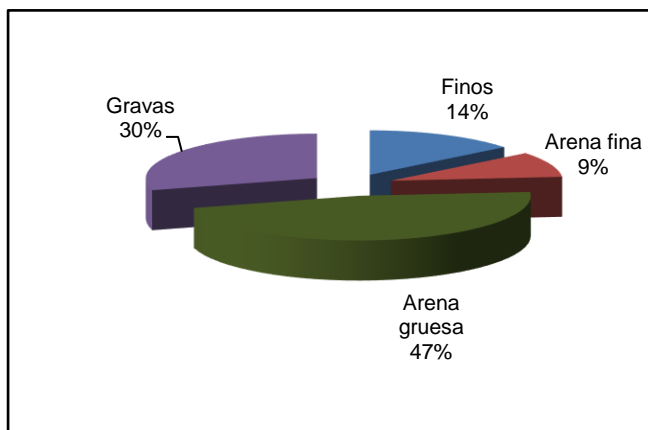
C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	14.3
Arena fina	9.3
Arena gruesa	47.0
Gravas	29.4



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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-5 0.60 S

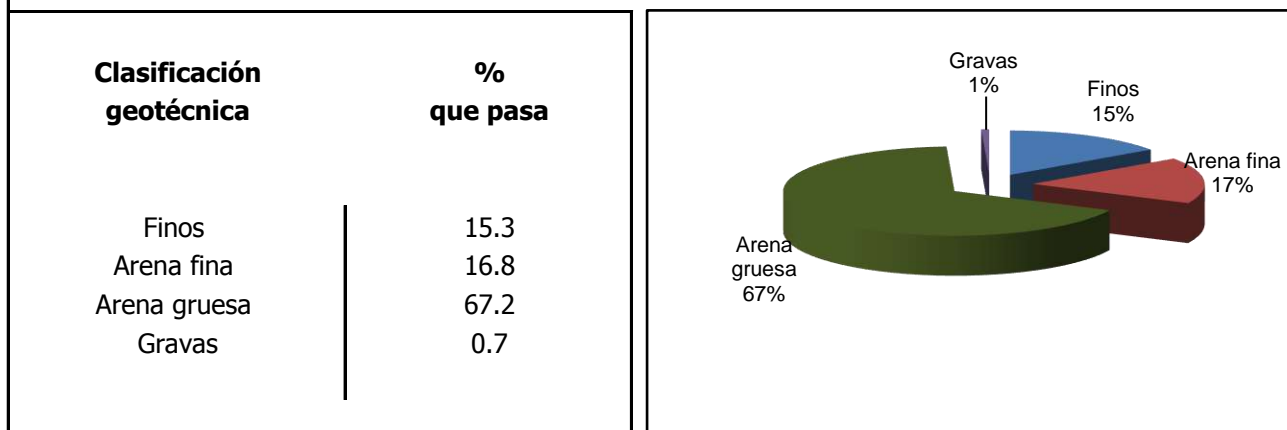
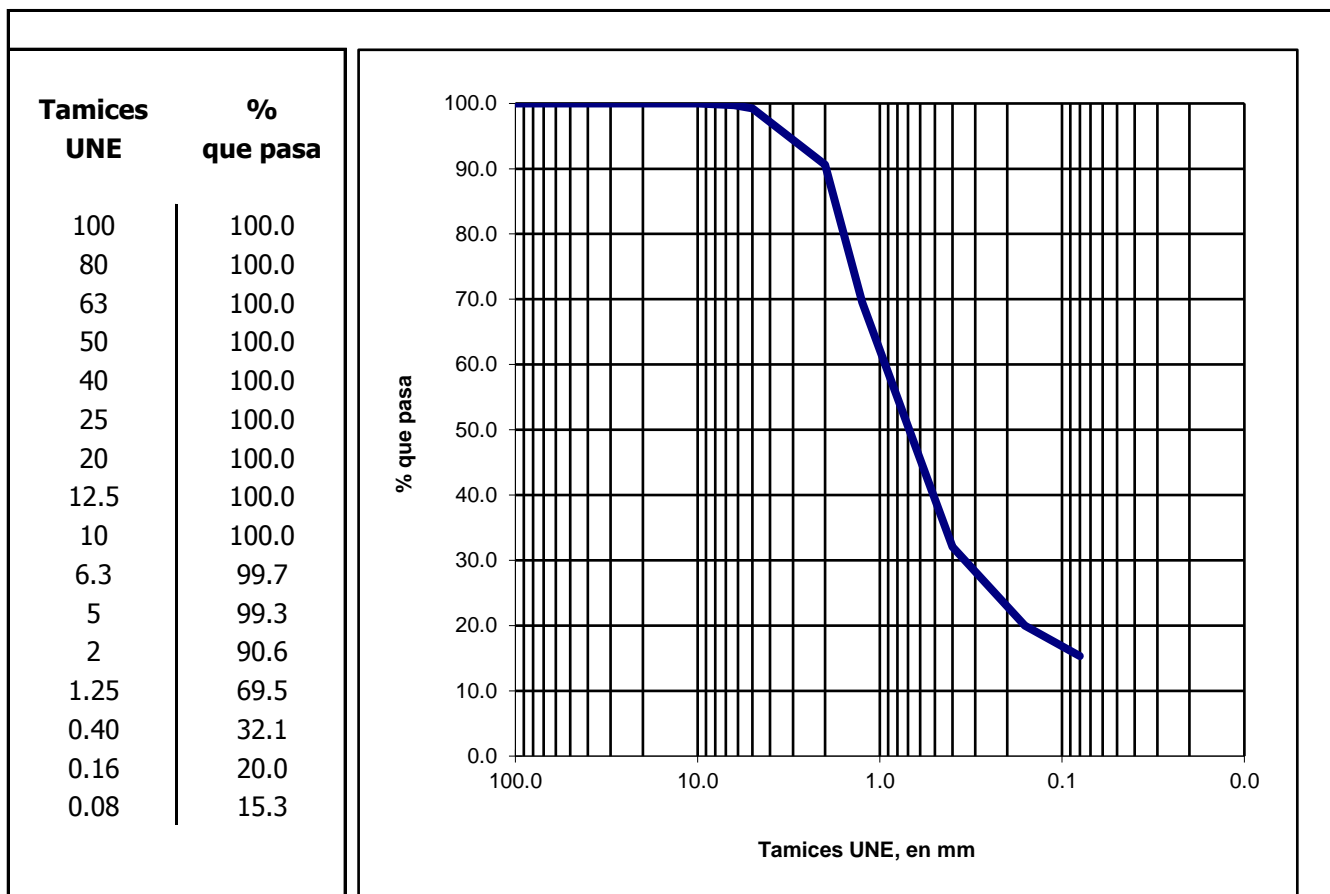
Fecha: 2 de agosto de 2022



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



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-6 0.70 S

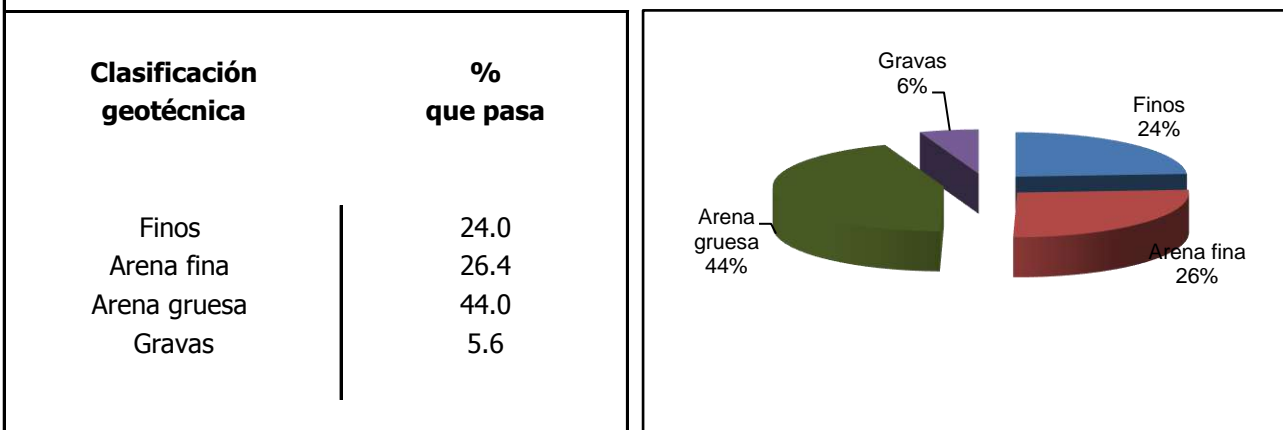
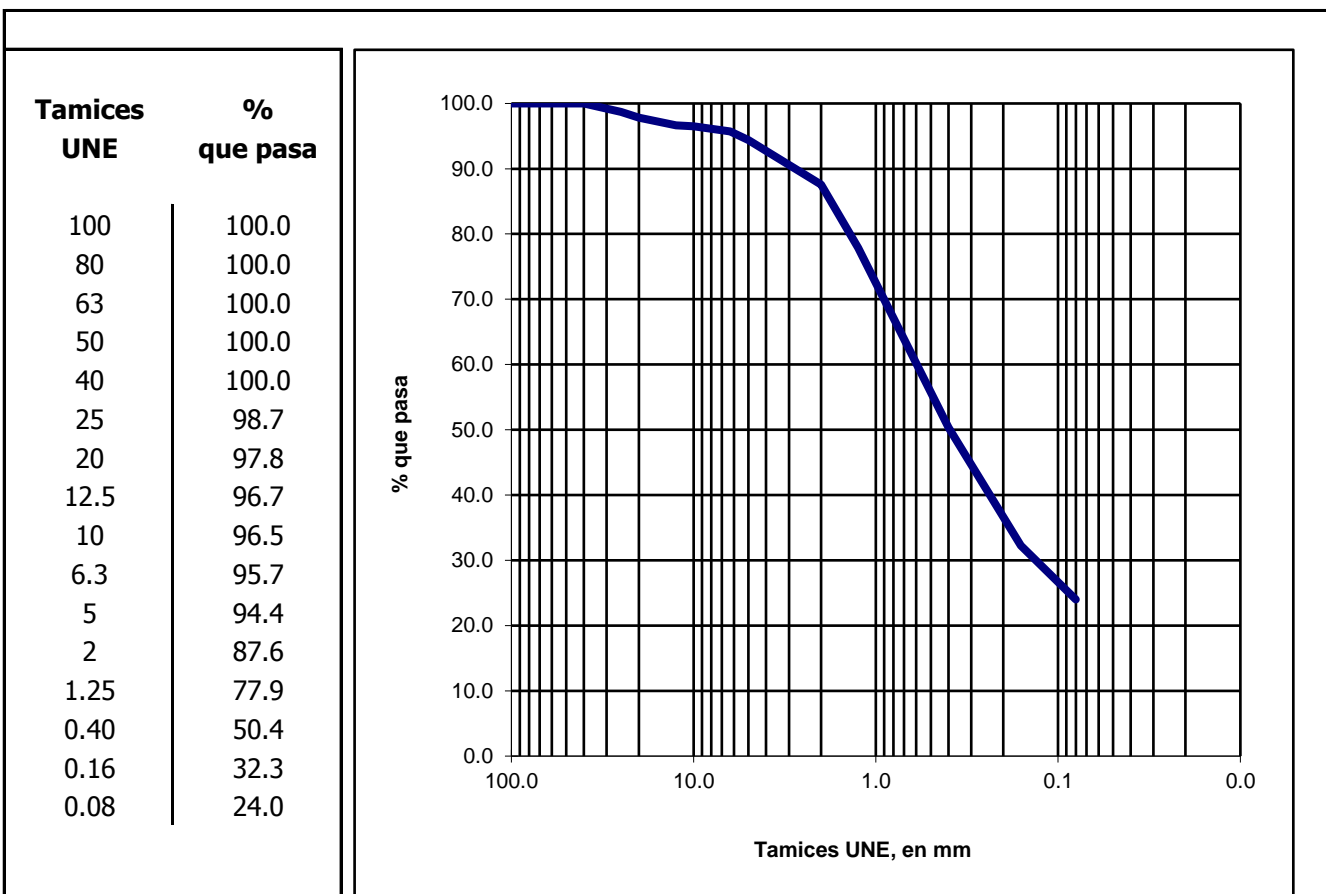
Fecha: 2 de agosto de 2022



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

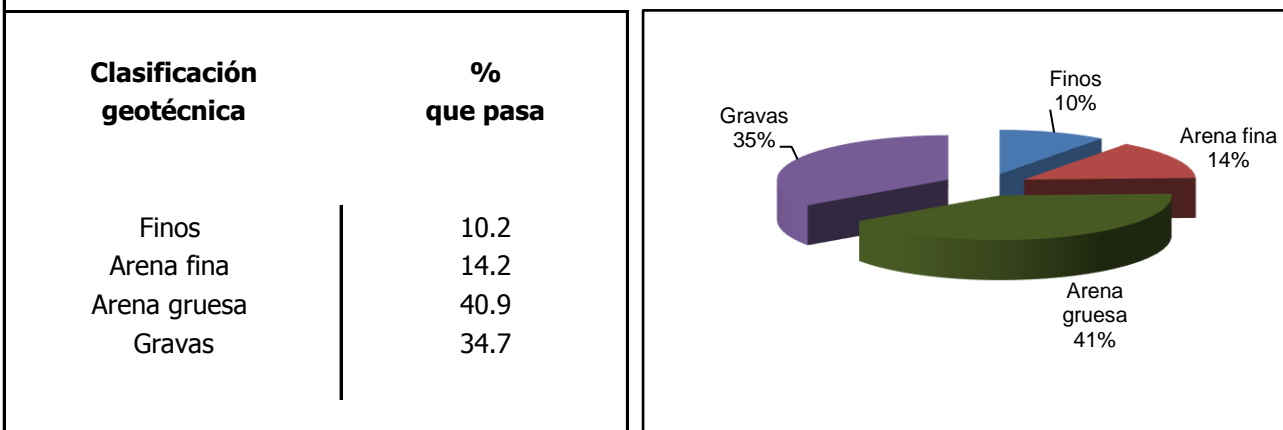
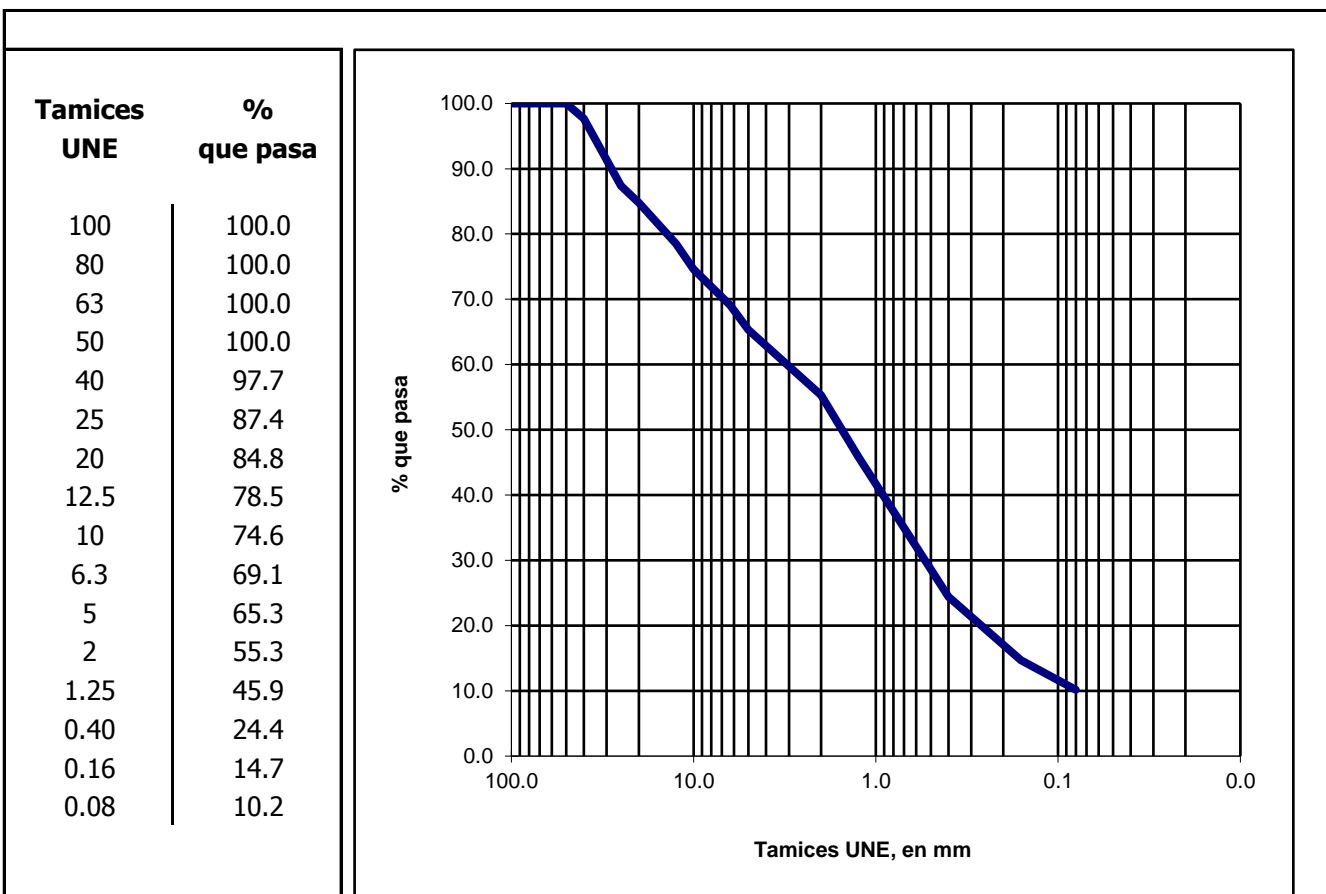
Los resultados contenidos en el presente informe sólo afectan al material sometido a ensayo.  
El informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito del laboratorio que lo emite.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Muestra: **C-7 0.60 S**Fecha: **2 de agosto de 2022**

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

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-8 0.40 MA

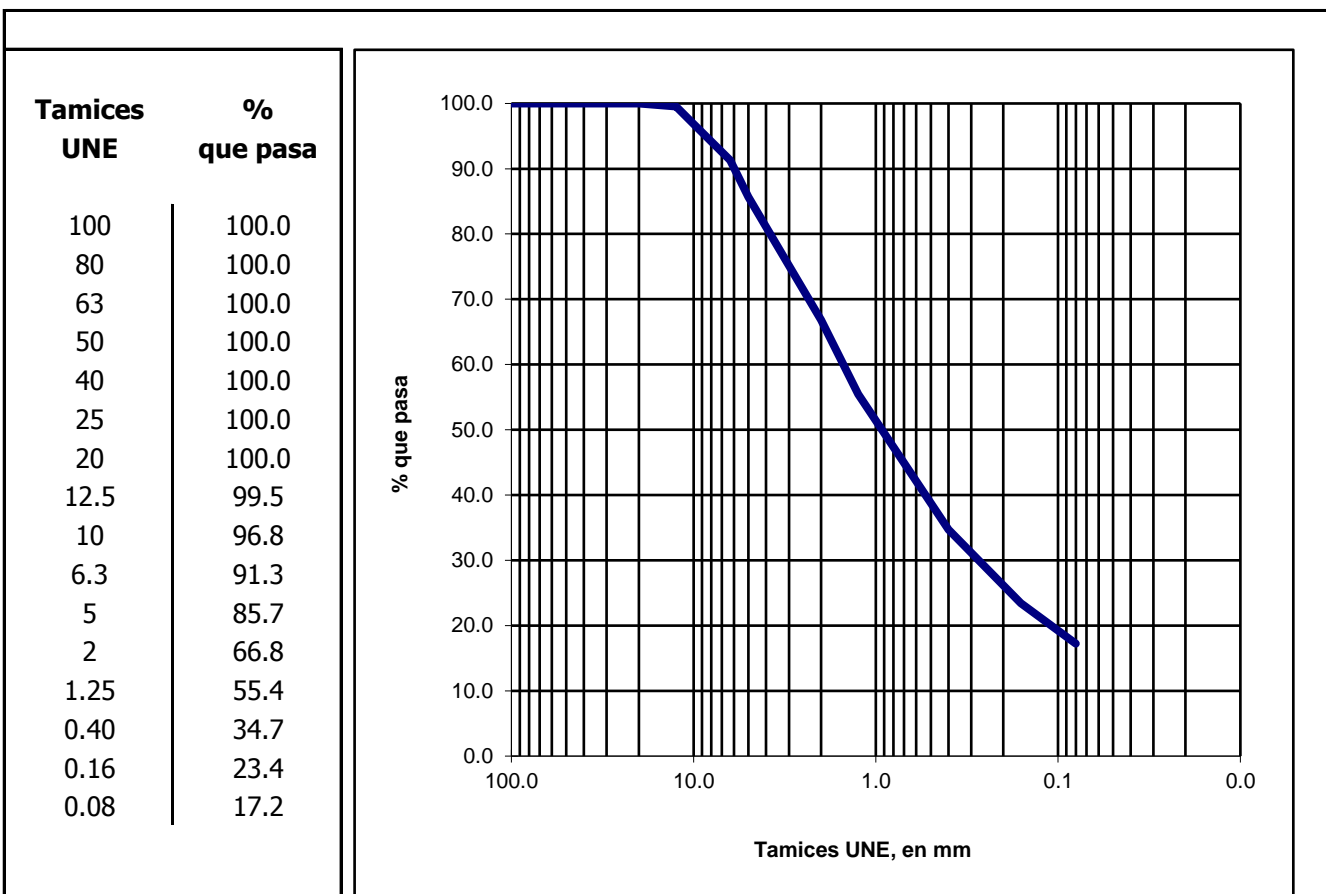
Fecha: 2 de agosto de 2022



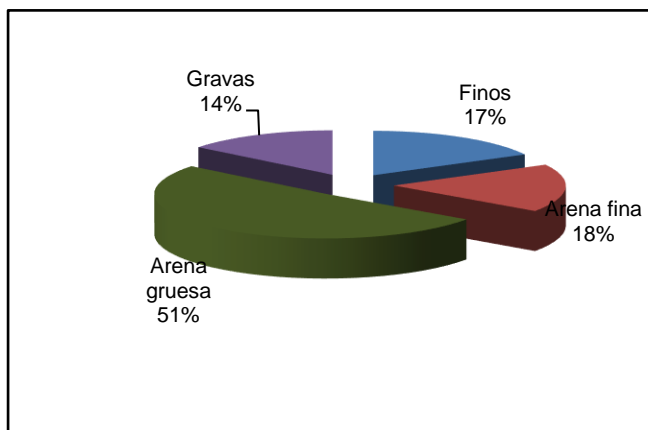
C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	17.2
Arena fina	17.5
Arena gruesa	51.0
Gravas	14.3



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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-9 0.30 MA

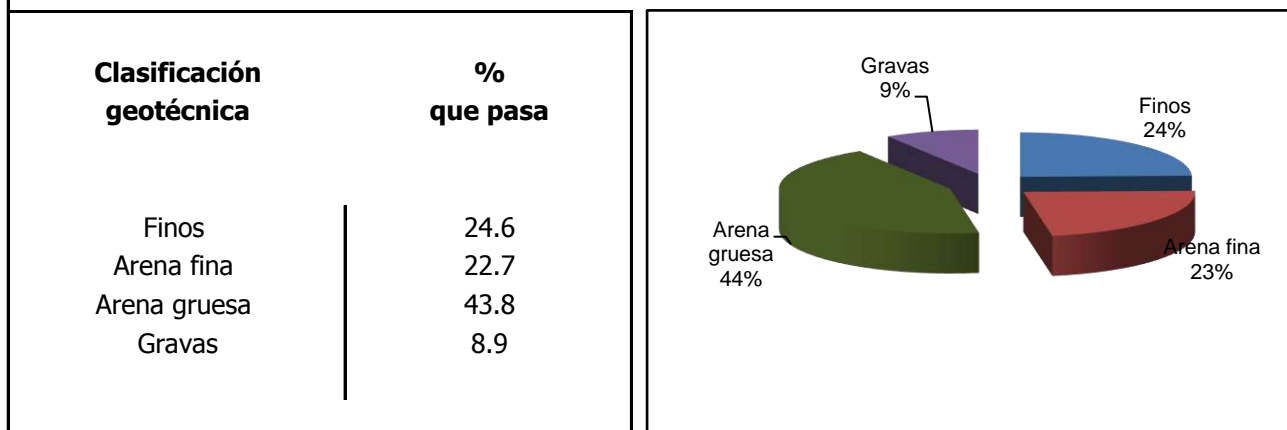
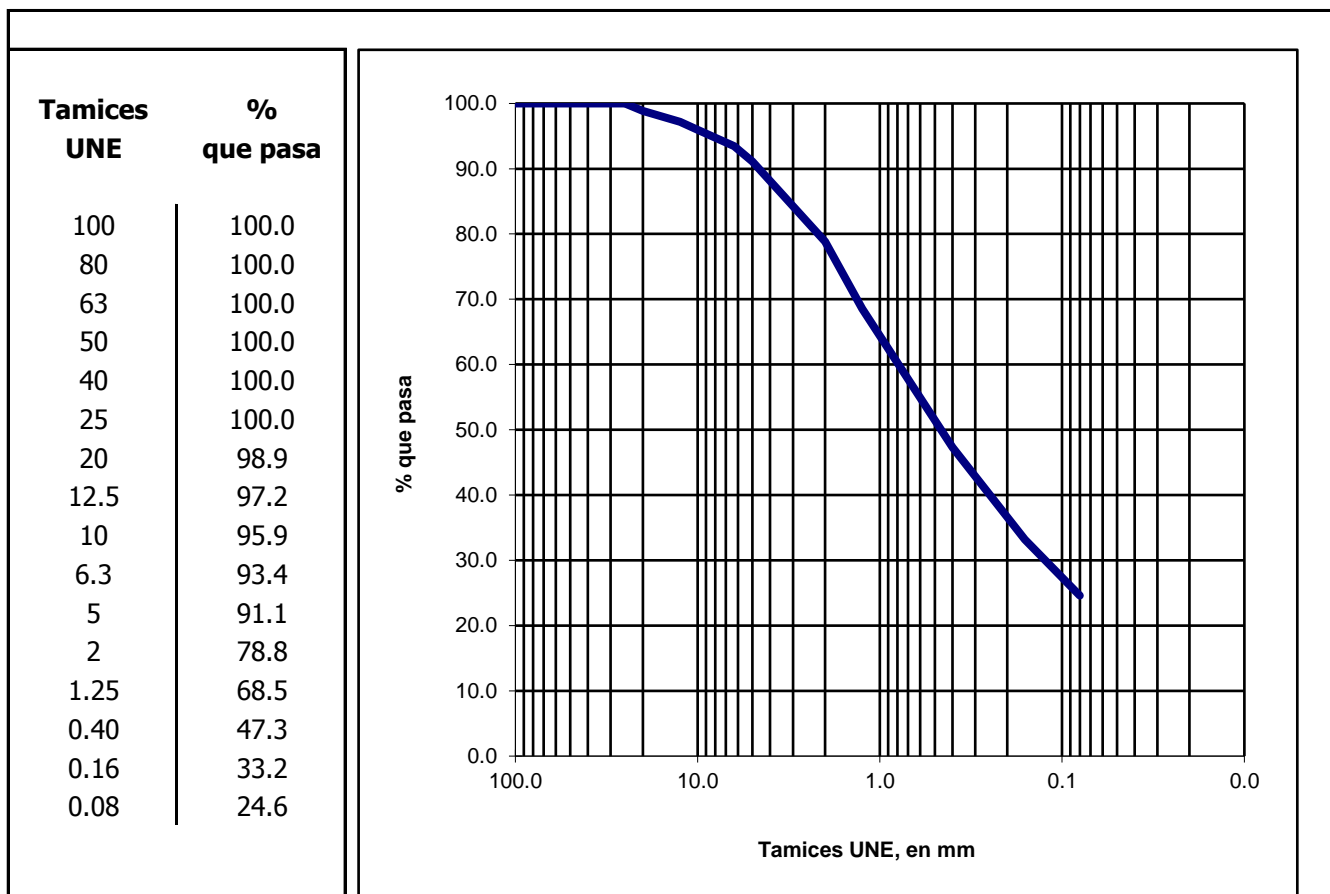
Fecha: 2 de agosto de 2022



C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://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 15 de 76

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-10 1.00 MA

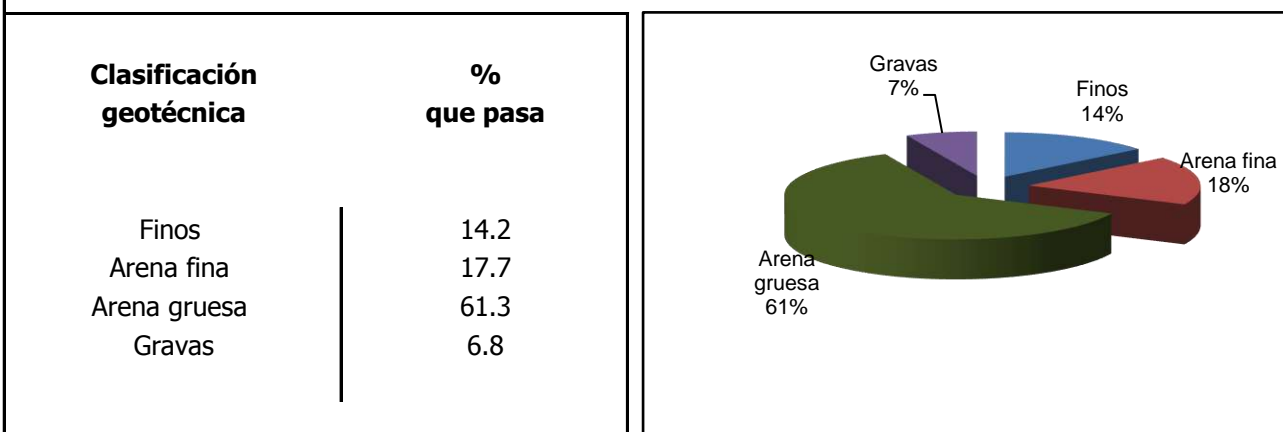
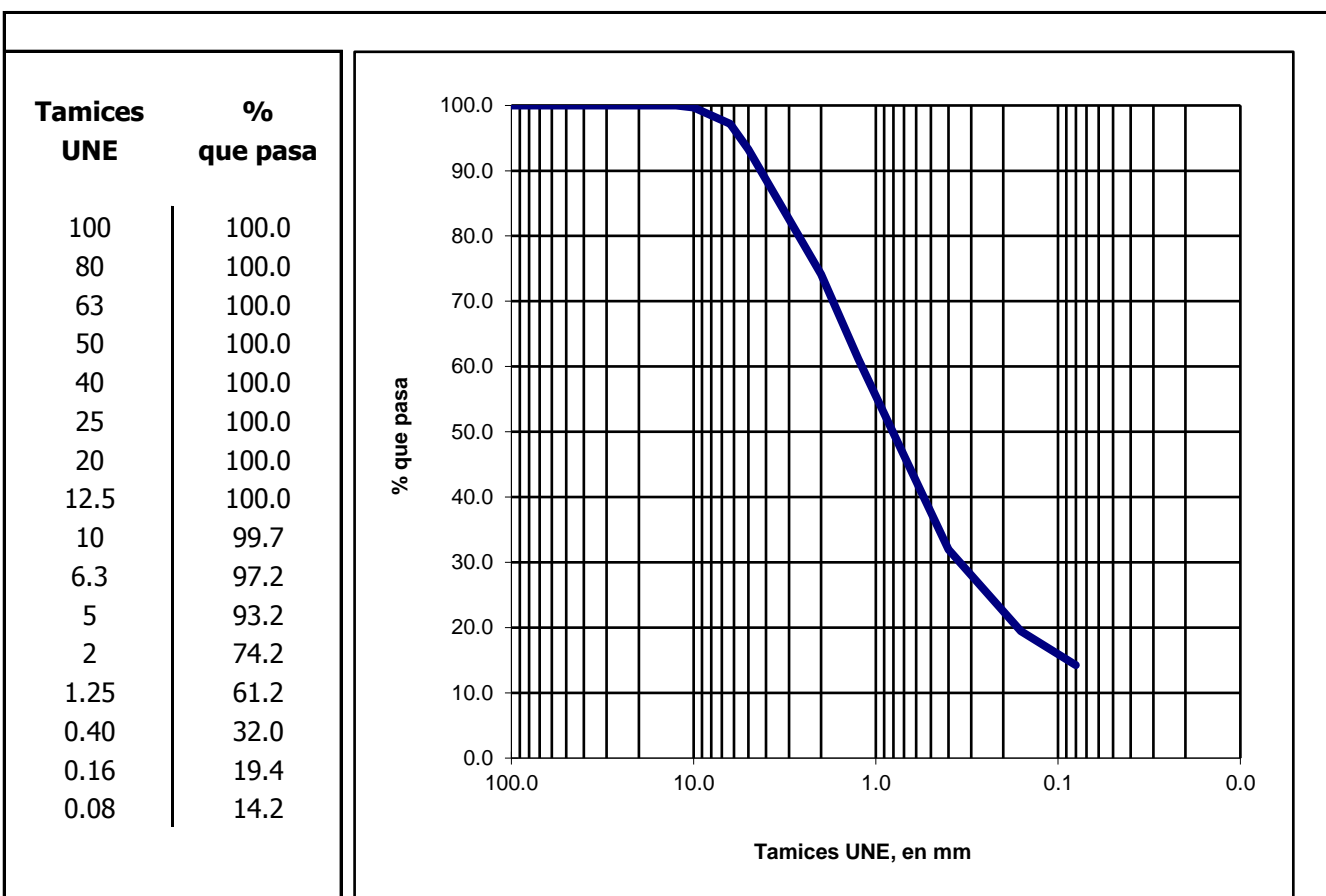
Fecha: 2 de agosto de 2022



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

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-11 0.40 MA

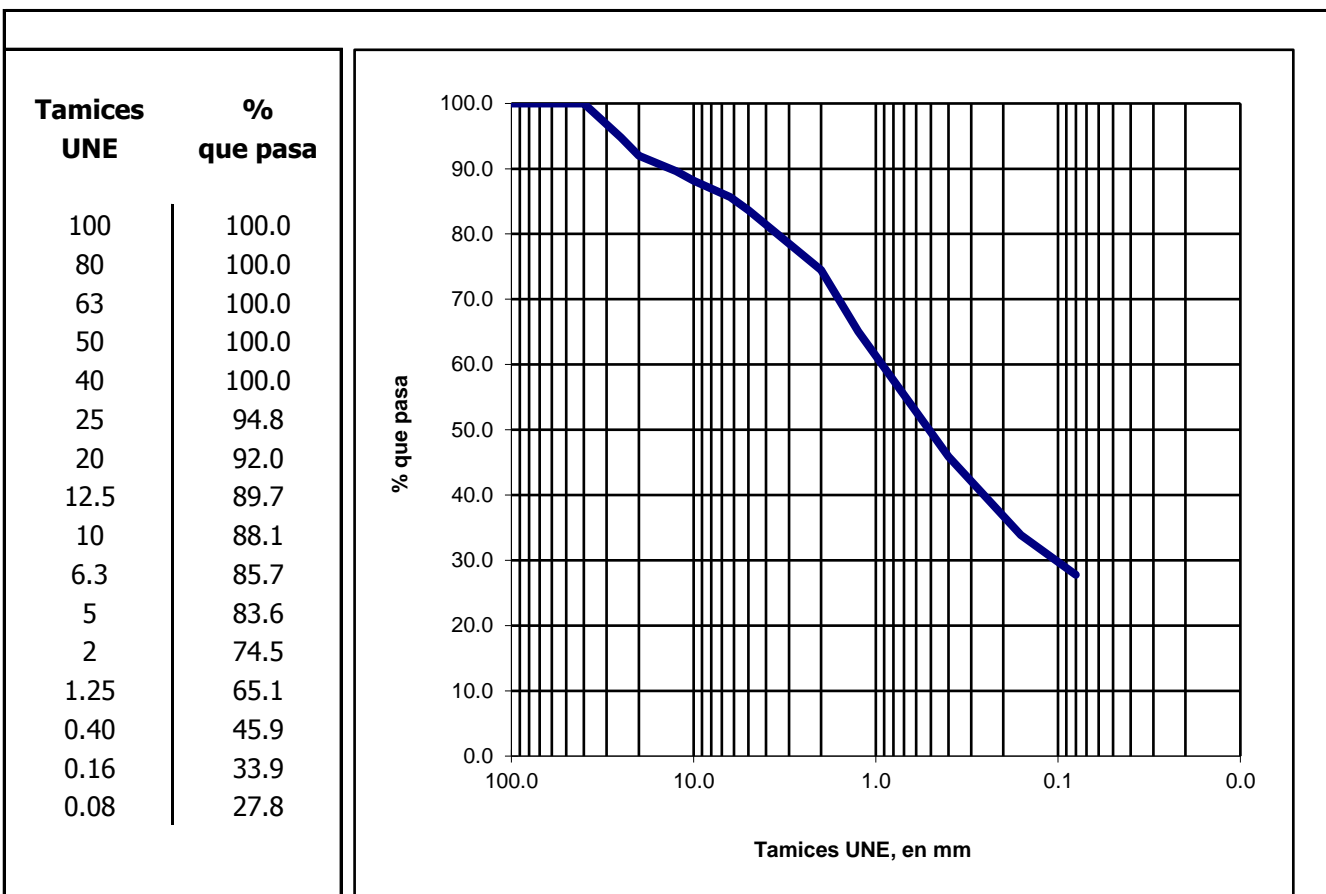
Fecha: 2 de agosto de 2022



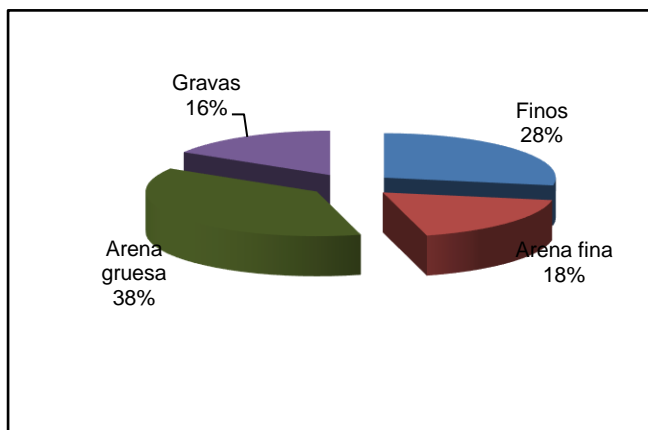
C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28232-Las Rozas (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	27.8
Arena fina	18.1
Arena gruesa	37.8
Gravas	16.4



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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-12 0.70 S

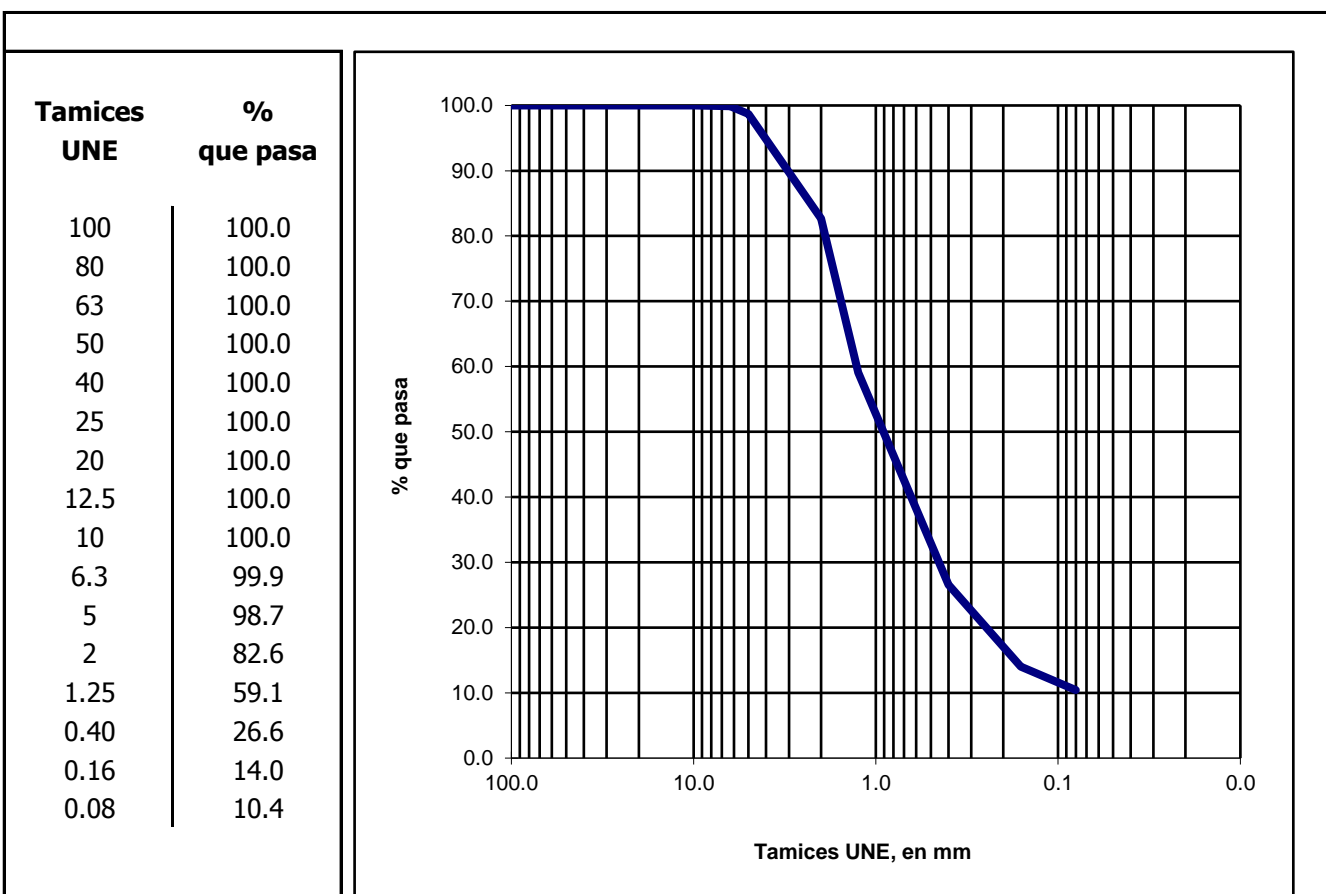
Fecha: 2 de agosto de 2022



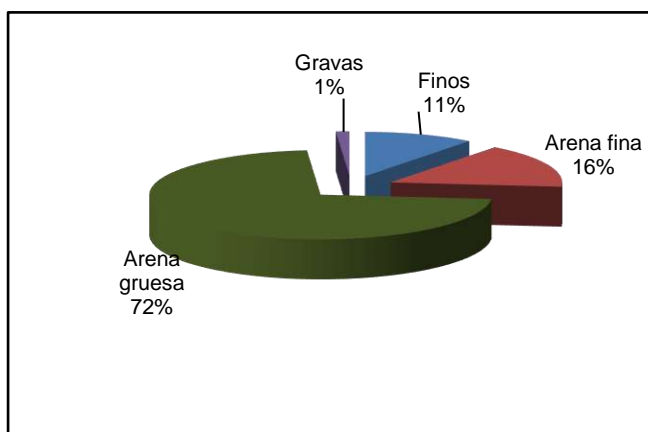
C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	10.4
Arena fina	16.1
Arena gruesa	72.2
Gravas	1.3



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 18 de 76

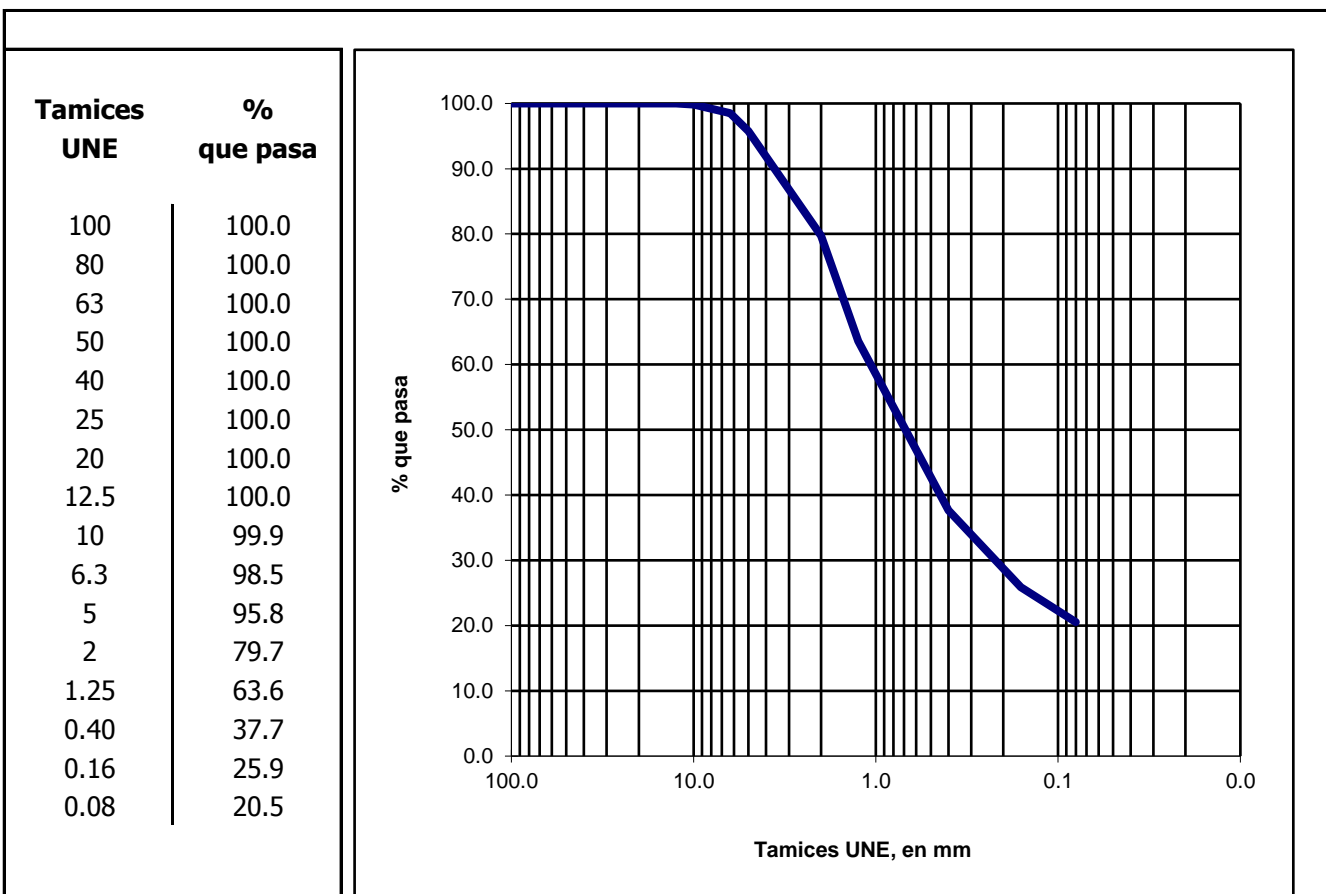
Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Muestra: **C-12 1.50 MA**Fecha: **2 de agosto de 2022**

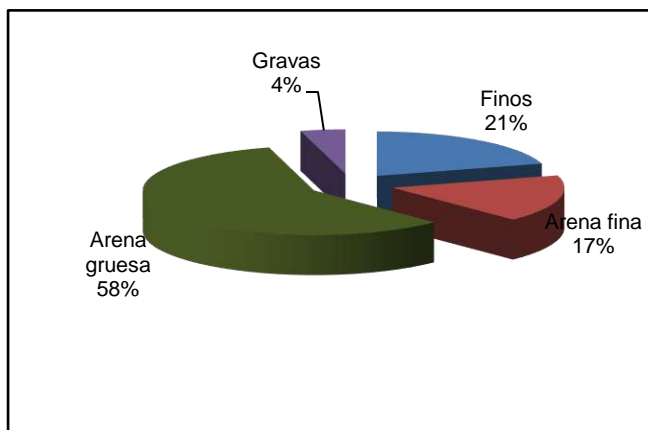
C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	20.5
Arena fina	17.1
Arena gruesa	58.1
Gravas	4.2



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.



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-13 1.00 S

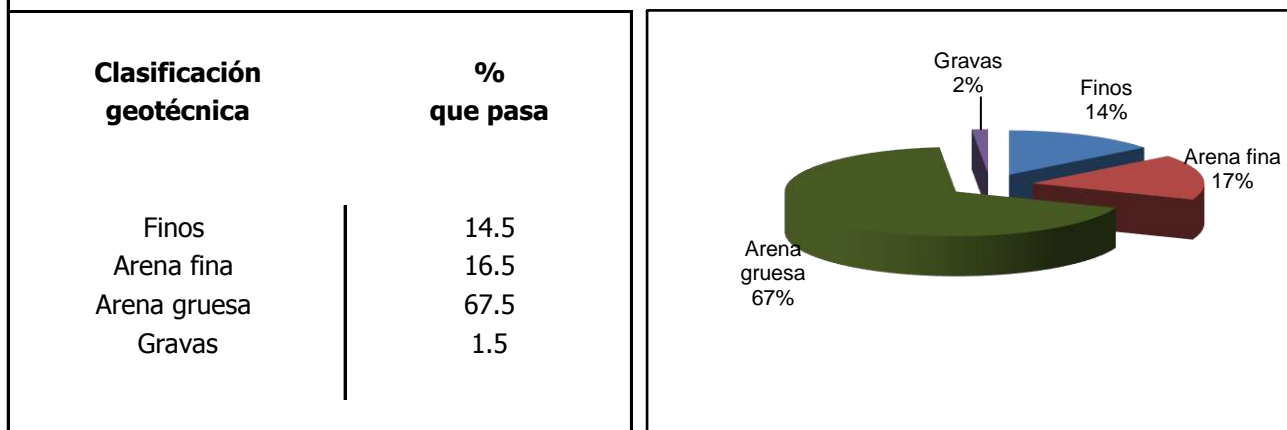
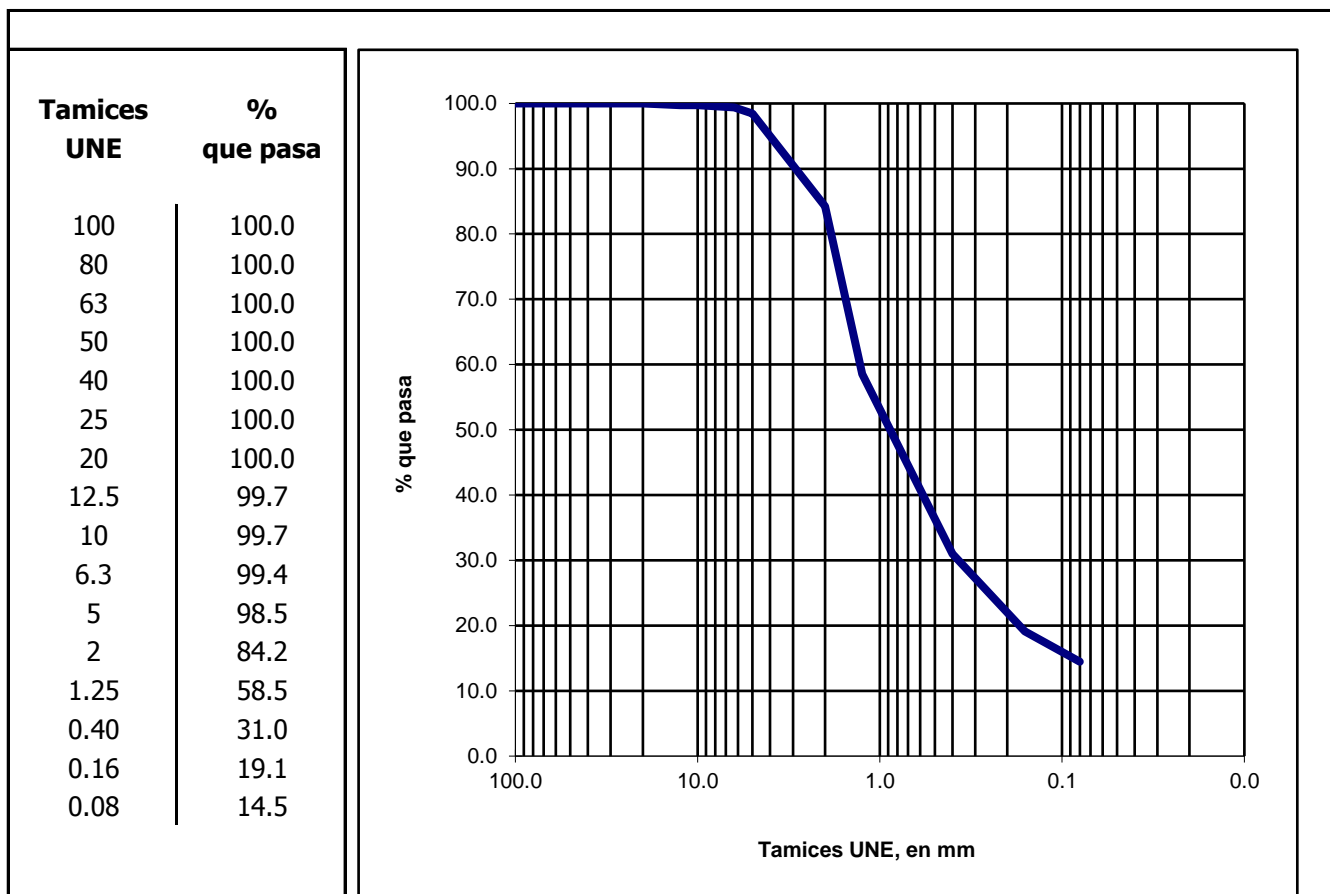
Fecha: 2 de agosto de 2022



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

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-14 0.85 MA

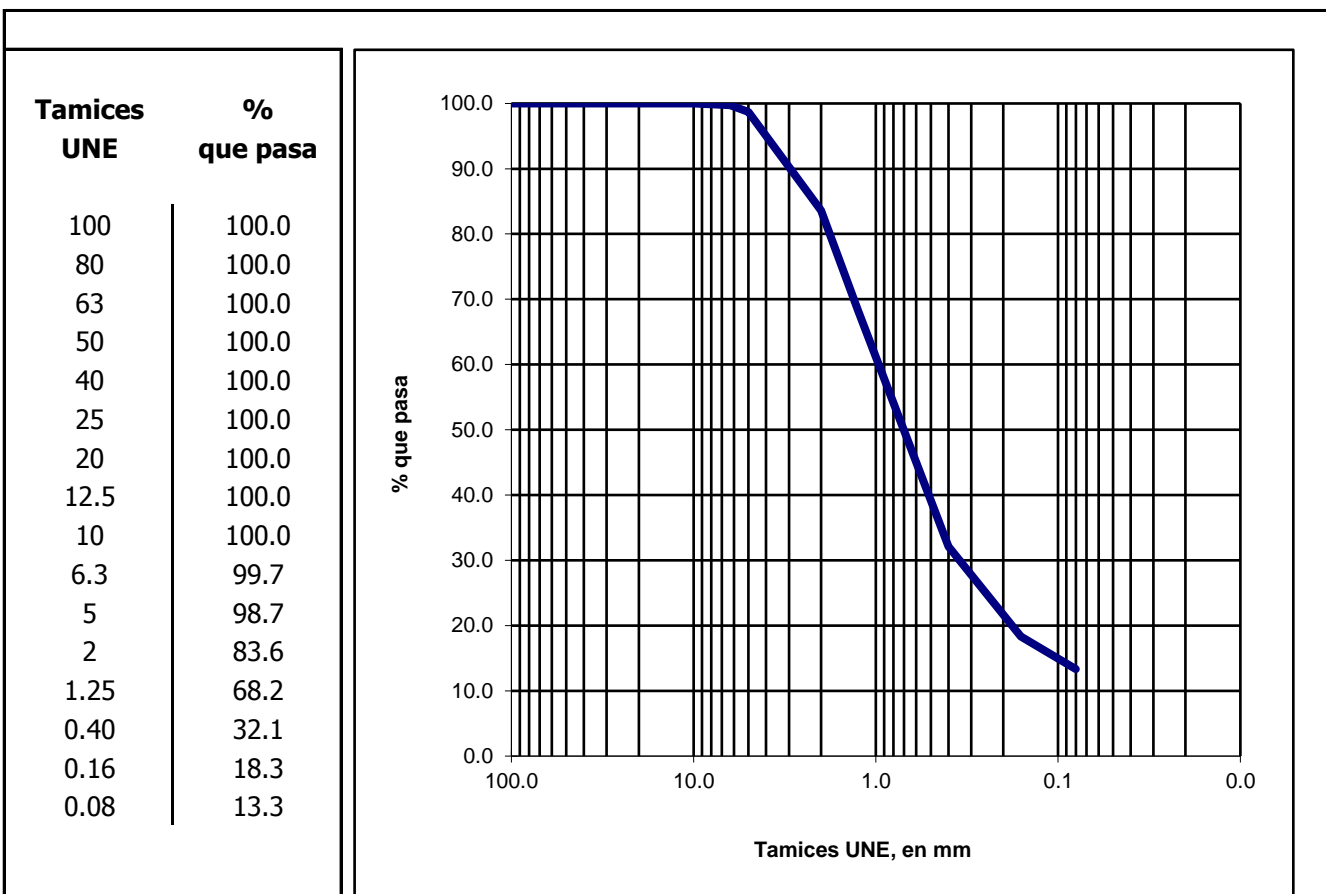
Fecha: 2 de agosto de 2022



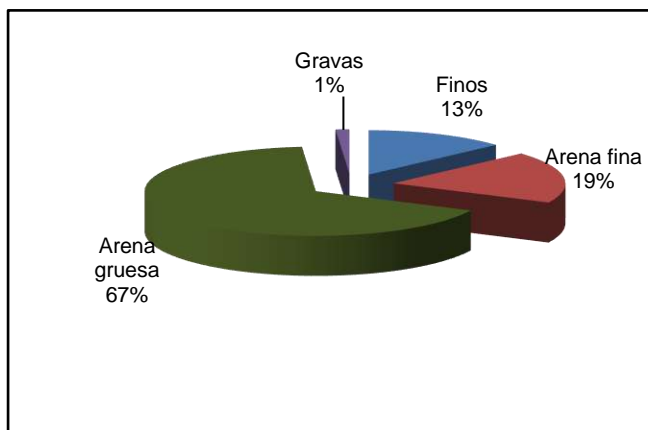
C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	13.3
Arena fina	18.8
Arena gruesa	66.6
Gravas	1.3



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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-15 0.50 S

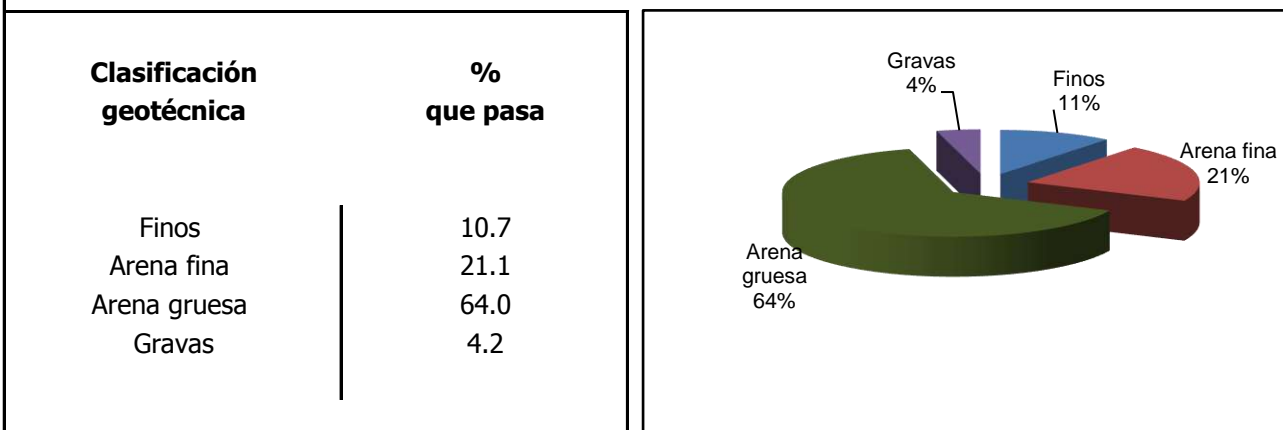
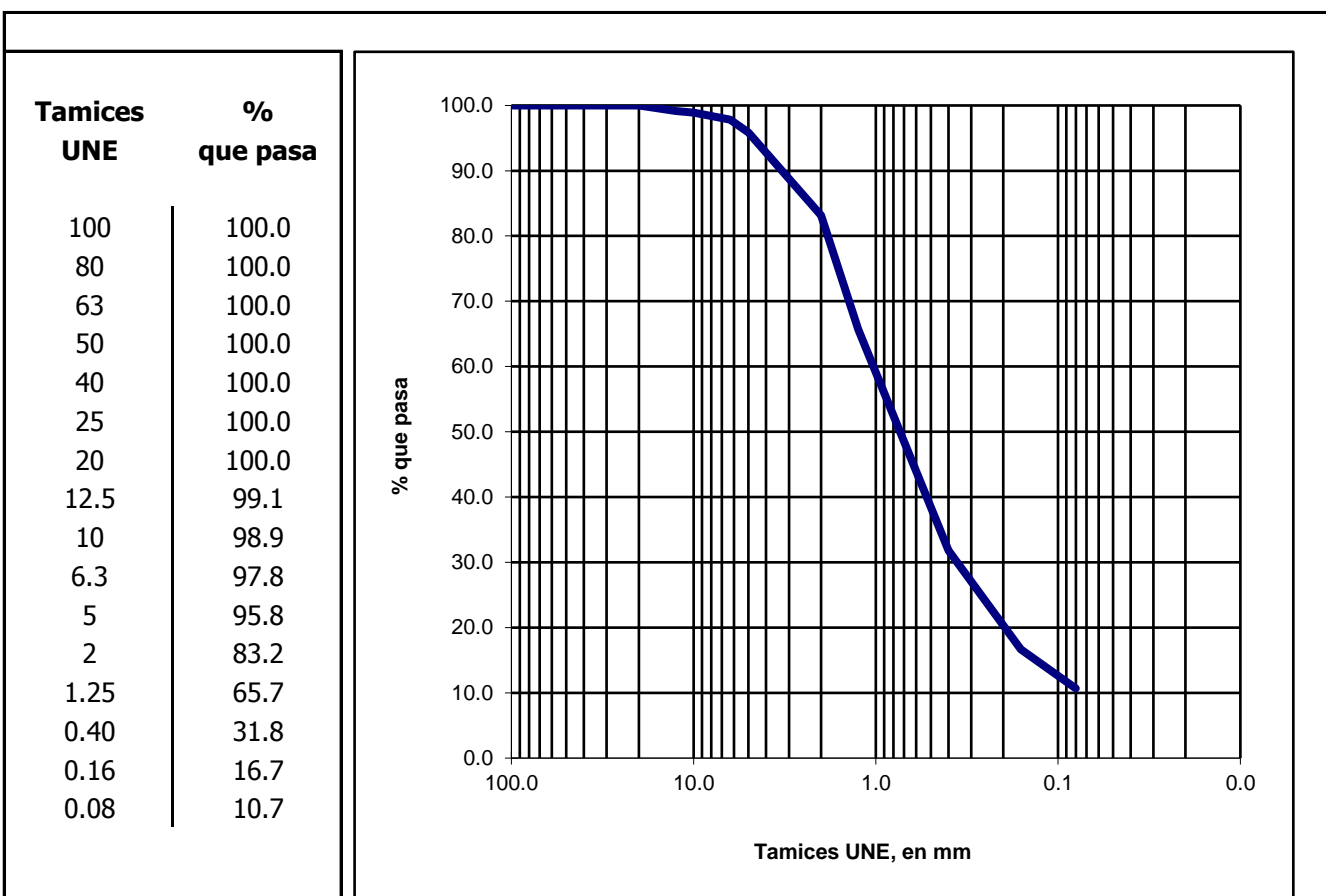
Fecha: 2 de agosto de 2022



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

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-16 0.40 S

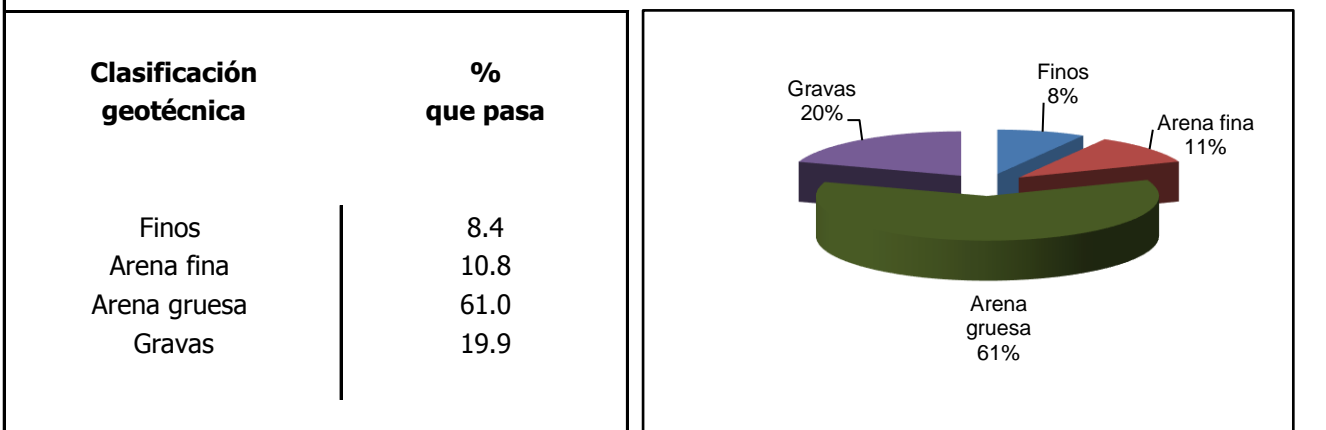
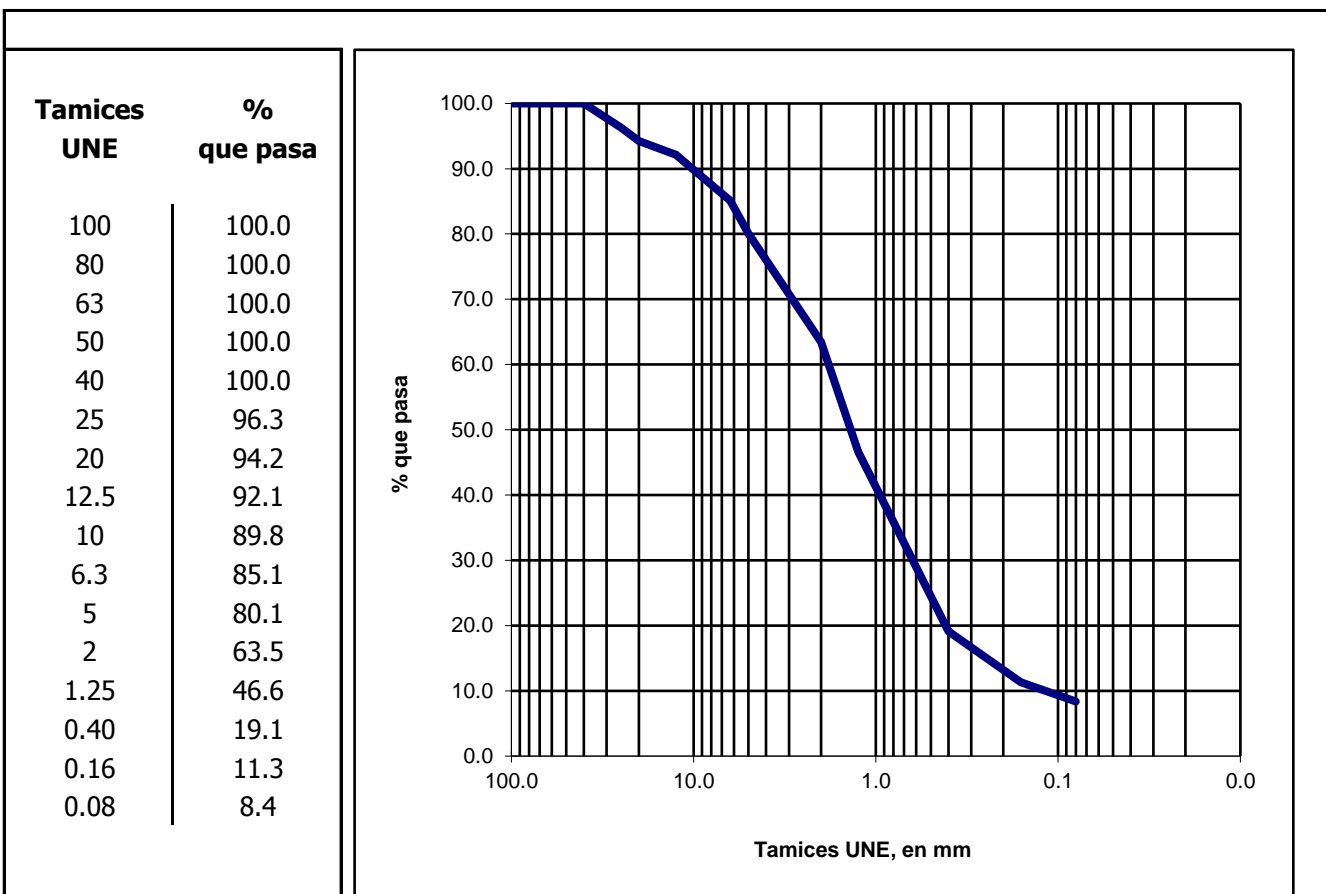
Fecha: 2 de agosto de 2022



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



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-18 0.20 MA

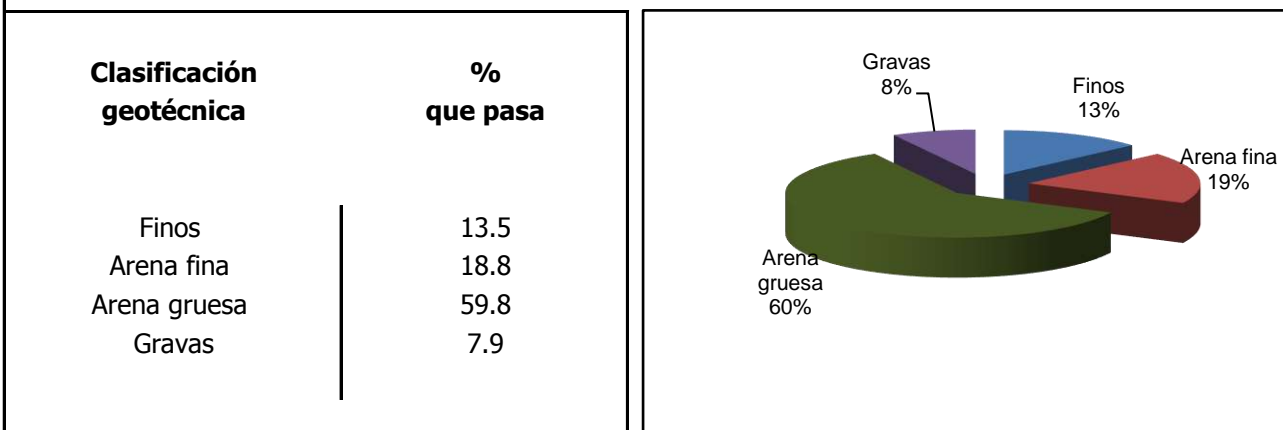
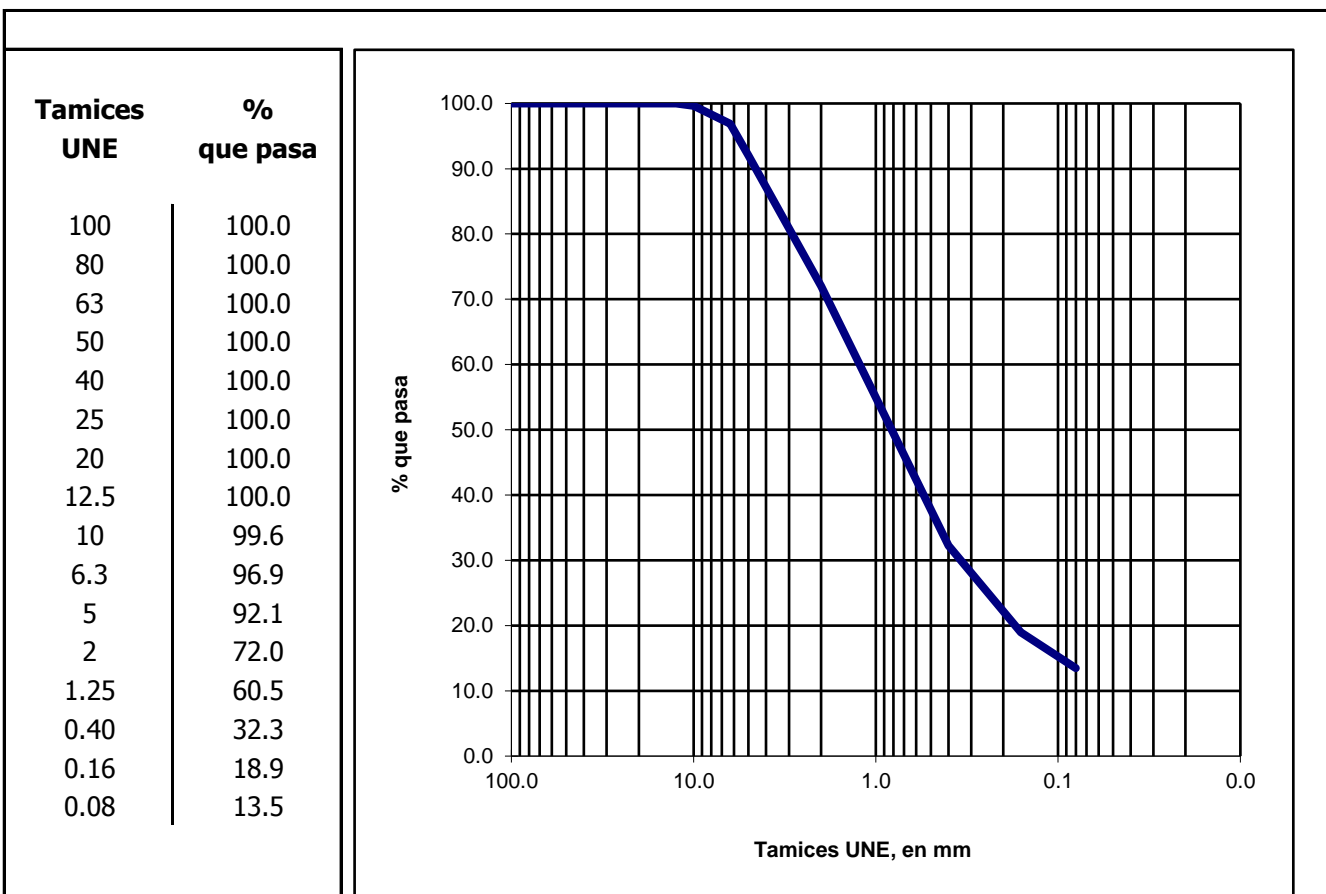
Fecha: 2 de agosto de 2022



C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://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 24 de 76

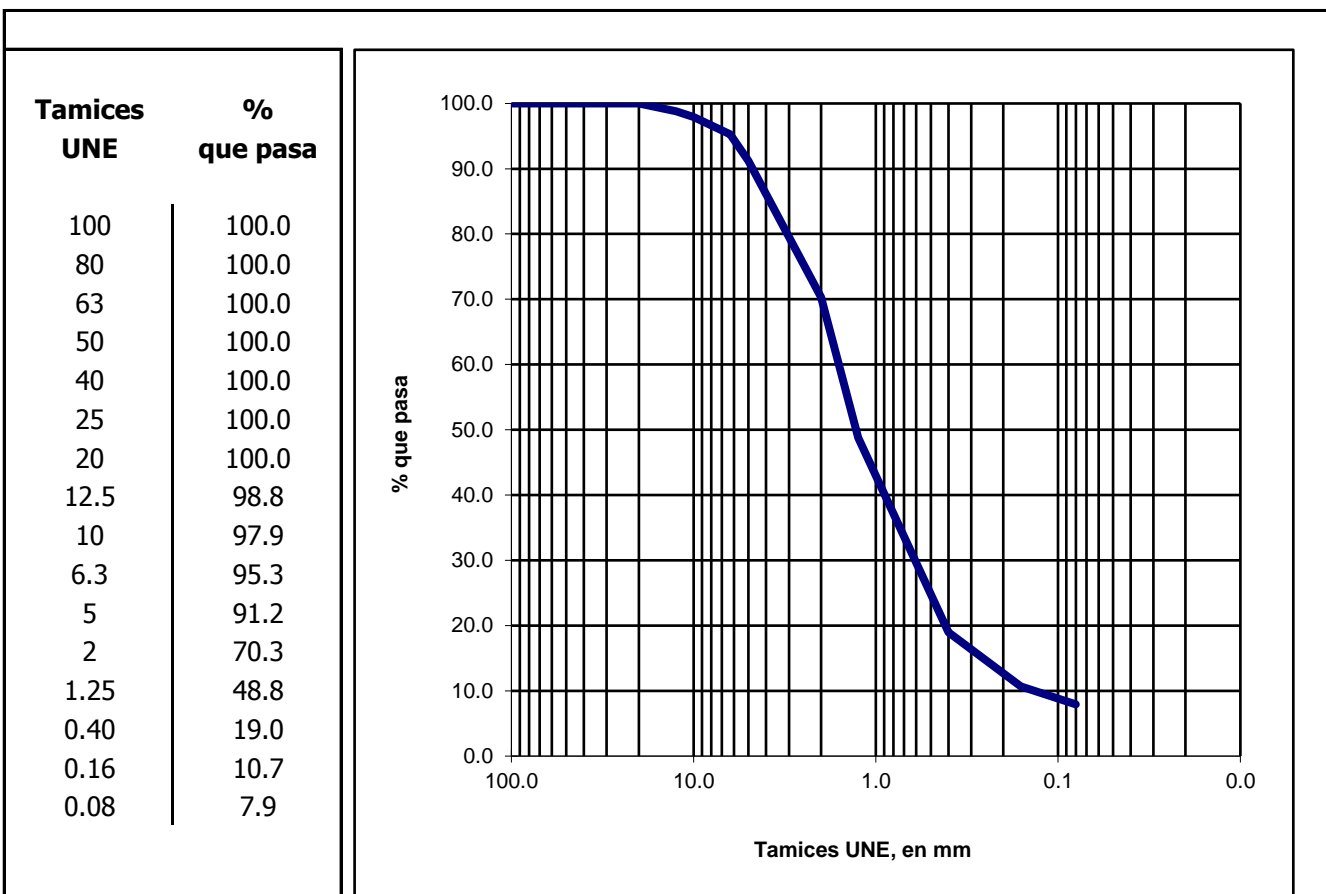
Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Muestra: **C-19 0.50 S**Fecha: **2 de agosto de 2022**

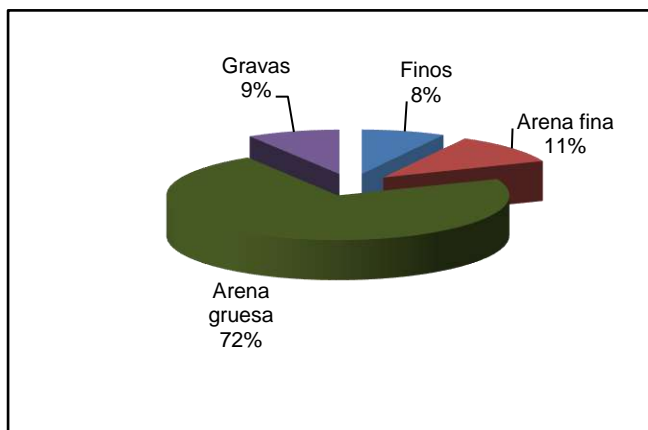
C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	7.9
Arena fina	11.1
Arena gruesa	72.2
Gravas	8.8



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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-20 0.15 MA

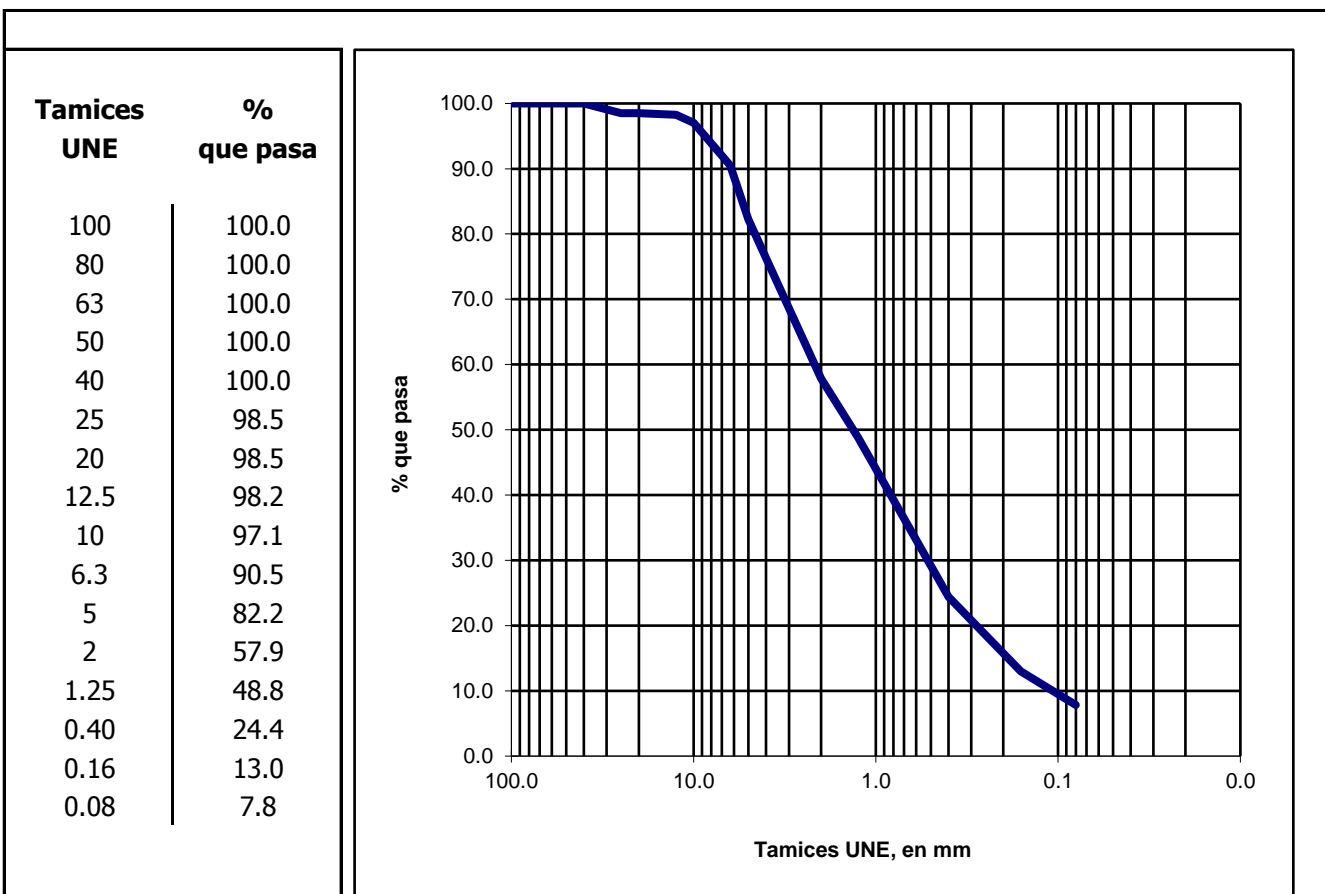
Fecha: 2 de agosto de 2022



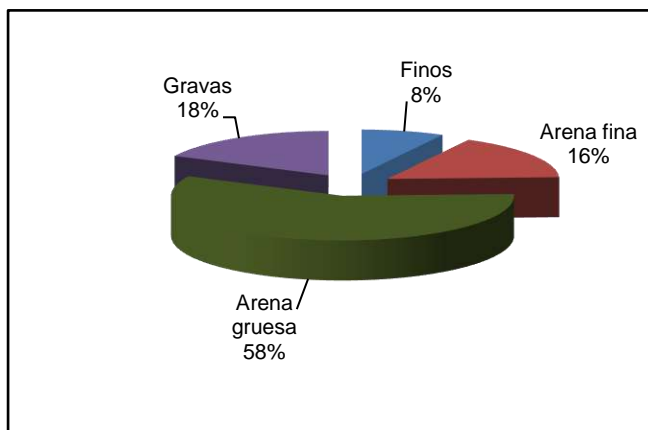
C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28232-Las Rozas (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO: UNE 103101:95



Clasificación geotécnica	% que pasa
Finos	7.8
Arena fina	16.5
Arena gruesa	57.8
Gravas	17.8



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.

Nº Obra: 2022432

Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**  
Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID  
Muestra: C-2 1.20-1.40 S  
Fecha: 8 de agosto de 2022



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

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

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

DATOS DEL ENSAYO			
Humedad inicial, en %	6.7	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	14.6	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm³	1.803	Altura final de la probeta, en mm	20.00

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Hinchamiento libre, en mm	0.00
Hinchamiento libre, en %	0.02

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.17	0.00
0.25	0.00
0.75	0.01
1.00	0.01
2	0.01
3	0.01
5	0.01
7	0.01
10	0.01
15	0.01
20	0.01
30	0.01
45	0.01
60	0.01
120	0.01
240	0.02
360	0.02
420	0.02
1440	0.02

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE  
103601:96

El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.  
No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.



Nº Obra: 2022432

Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**  
Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID  
Muestra: C-3 0.90 S  
Fecha: 8 de agosto de 2022



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

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

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

DATOS DEL ENSAYO			
Humedad inicial, en %	5.1	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	11.5	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.906	Altura final de la probeta, en mm	20.00
RESULTADOS DEL ENSAYO			
Hinchamiento libre, en mm	0.00		
Hinchamiento libre, en %	0.00		
Tiempo en min	Hinchamiento en %	<div><p>ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96</p><p>El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.</p></div>	
0.00	0.00		
0.17	0.00		
0.25	0.00		
0.75	0.00		
1.00	0.00		
2	0.00		
3	0.00		
5	0.00		
7	0.00		
10	0.00		
15	0.00		
20	0.00		
30	0.00		
45	0.00		
60	0.00		
120	0.00		
240	0.00		
360	0.00		
420	0.00		
1440	0.00		

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.  
No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.  
*Ensayo Acreditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08*

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-4-1 1.00 S

Fecha: 25 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

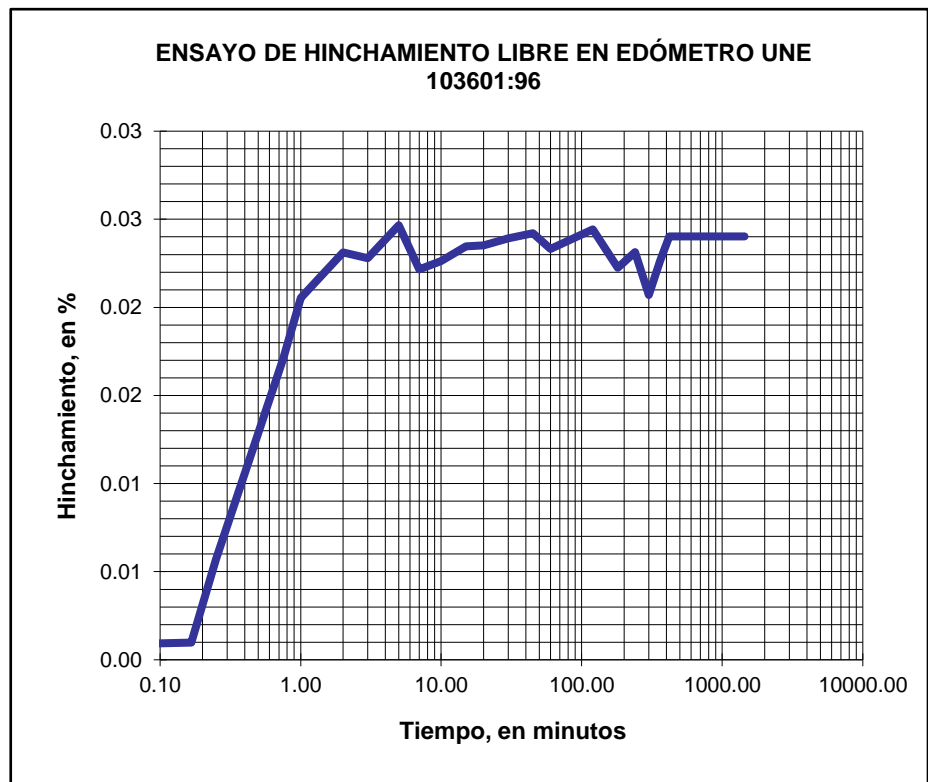
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	7.6	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	13.9	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.887	Altura final de la probeta, en mm	20.00

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Hinchamiento libre, en mm	0.00
<b>Hinchamiento libre, en %</b>	<b>0.02</b>

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.17	0.00
0.25	0.01
0.75	0.02
1.00	0.02
2	0.02
3	0.02
5	0.02
7	0.02
10	0.02
15	0.02
20	0.02
30	0.02
45	0.02
60	0.02
120	0.02
240	0.02
360	0.02
420	0.02
1440	0.02



**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

Formato GHL-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 29 de 76

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-5 0.60 S

Fecha: 8 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

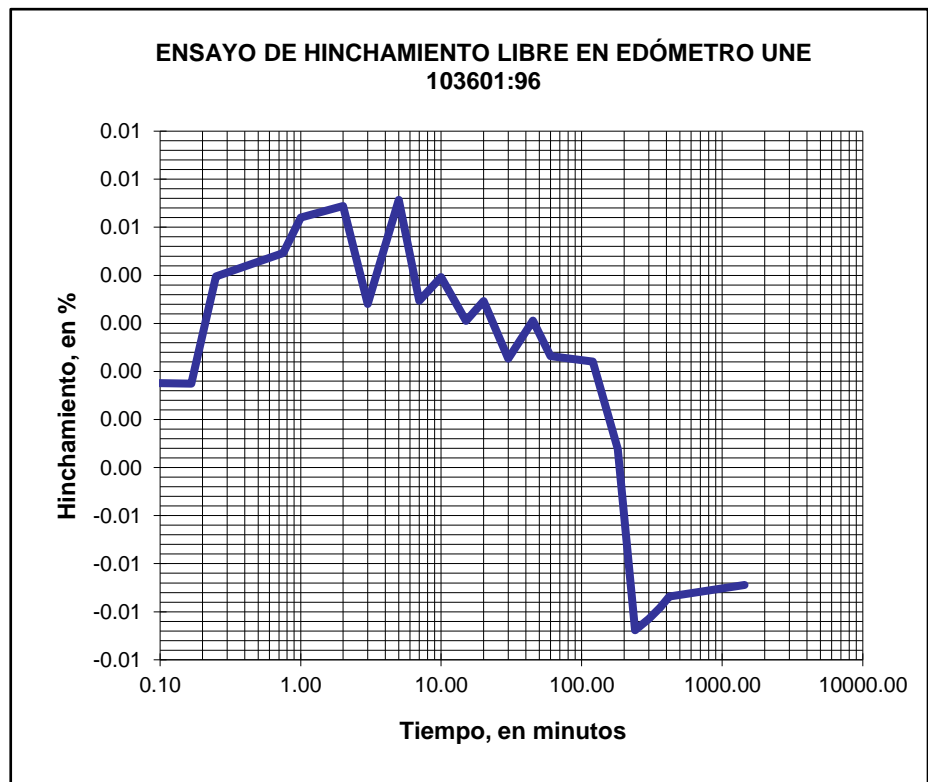
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	7.1	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	13.4	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.874	Altura final de la probeta, en mm	20.00

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Hinchamiento libre, en mm	0.00
<b>Hinchamiento libre, en %</b>	<b>-0.01</b>

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.17	0.00
0.25	0.00
0.75	0.00
1.00	0.01
2	0.01
3	0.00
5	0.01
7	0.00
10	0.00
15	0.00
20	0.00
30	0.00
45	0.00
60	0.00
120	0.00
240	-0.01
360	-0.01
420	-0.01
1440	-0.01



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

Formato GHL-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 30 de 76

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-6 0.70 S

Fecha: 8 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

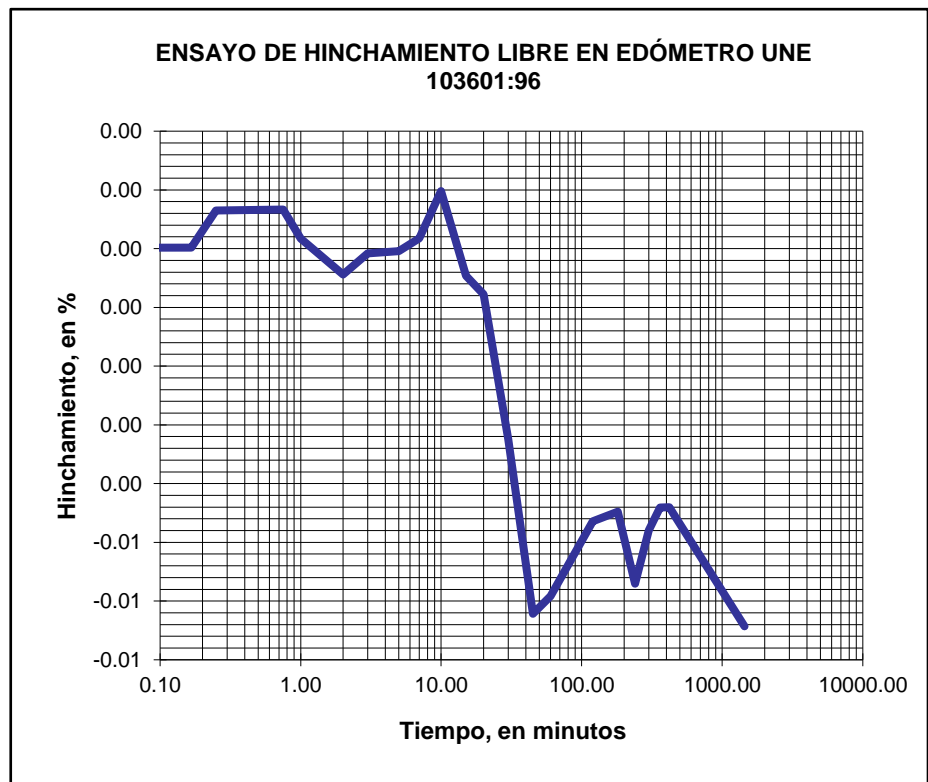
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	7.1	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	12.6	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.849	Altura final de la probeta, en mm	20.00

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Hinchamiento libre, en mm	0.00
<b>Hinchamiento libre, en %</b>	<b>-0.01</b>

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.17	0.00
0.25	0.00
0.75	0.00
1.00	0.00
2	0.00
3	0.00
5	0.00
7	0.00
10	0.00
15	0.00
20	0.00
30	0.00
45	-0.01
60	-0.01
120	0.00
240	-0.01
360	0.00
420	0.00
1440	-0.01



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.

La probeta colapsa en lugar de hinchar al inundar la célula de agua bajo una presión de 10 kPa.

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

Formato GHL-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 31 de 76

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-7 0.60 S

Fecha: 8 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

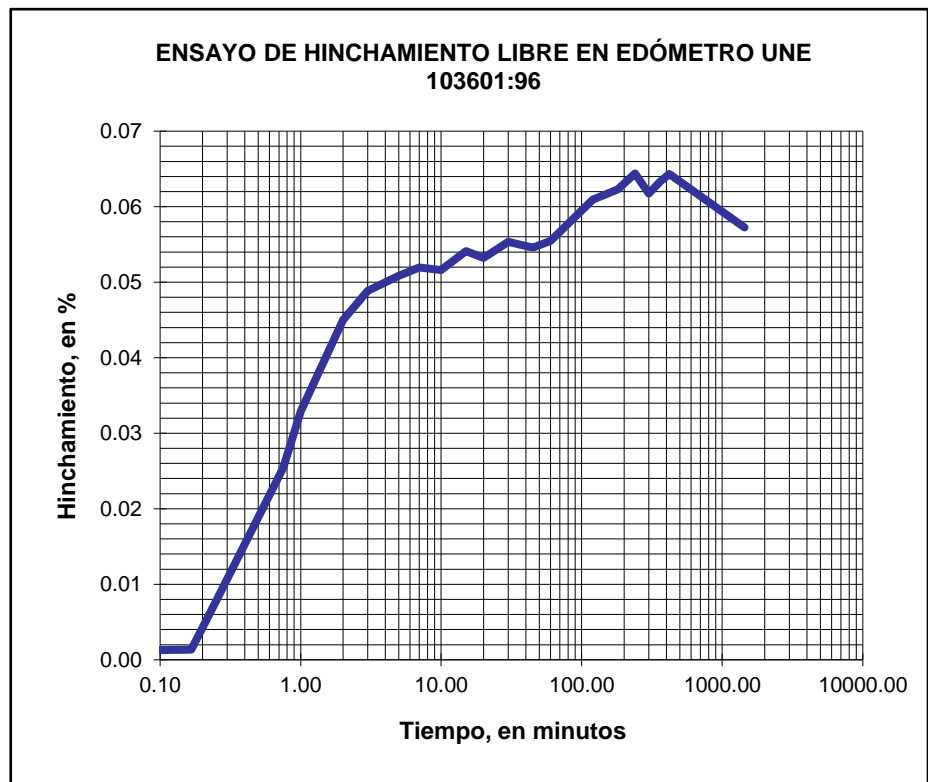
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	5.4	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	12.1	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.861	Altura final de la probeta, en mm	20.01

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Hinchamiento libre, en mm	0.01
<b>Hinchamiento libre, en %</b>	<b>0.06</b>

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.17	0.00
0.25	0.01
0.75	0.03
1.00	0.03
2	0.05
3	0.05
5	0.05
7	0.05
10	0.05
15	0.05
20	0.05
30	0.06
45	0.05
60	0.06
120	0.06
240	0.06
360	0.06
420	0.06
1440	0.06



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

Formato GHL-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 32 de 76

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-12 0.70 S

Fecha: 11 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

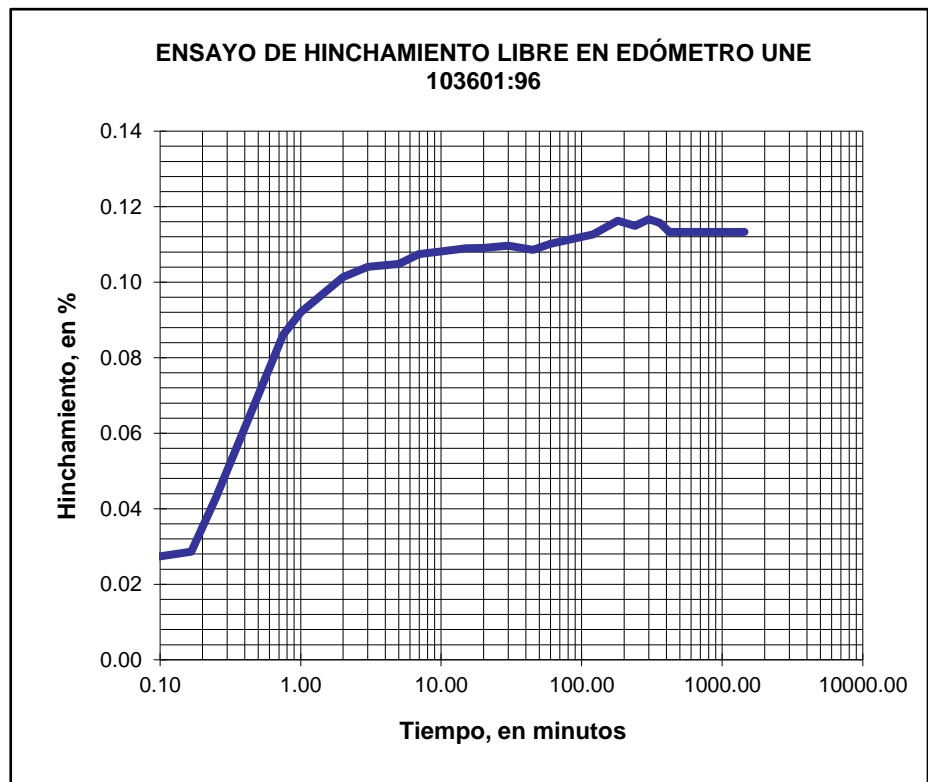
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	8.2	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	15.1	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.842	Altura final de la probeta, en mm	20.02

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Hinchamiento libre, en mm	0.02
<b>Hinchamiento libre, en %</b>	<b>0.11</b>

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.17	0.03
0.25	0.04
0.75	0.09
1.00	0.09
2	0.10
3	0.10
5	0.10
7	0.11
10	0.11
15	0.11
20	0.11
30	0.11
45	0.11
60	0.11
120	0.11
240	0.11
360	0.12
420	0.11
1440	0.11



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

Formato GHL-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 33 de 76

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-13 1.00 S

Fecha: 11 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

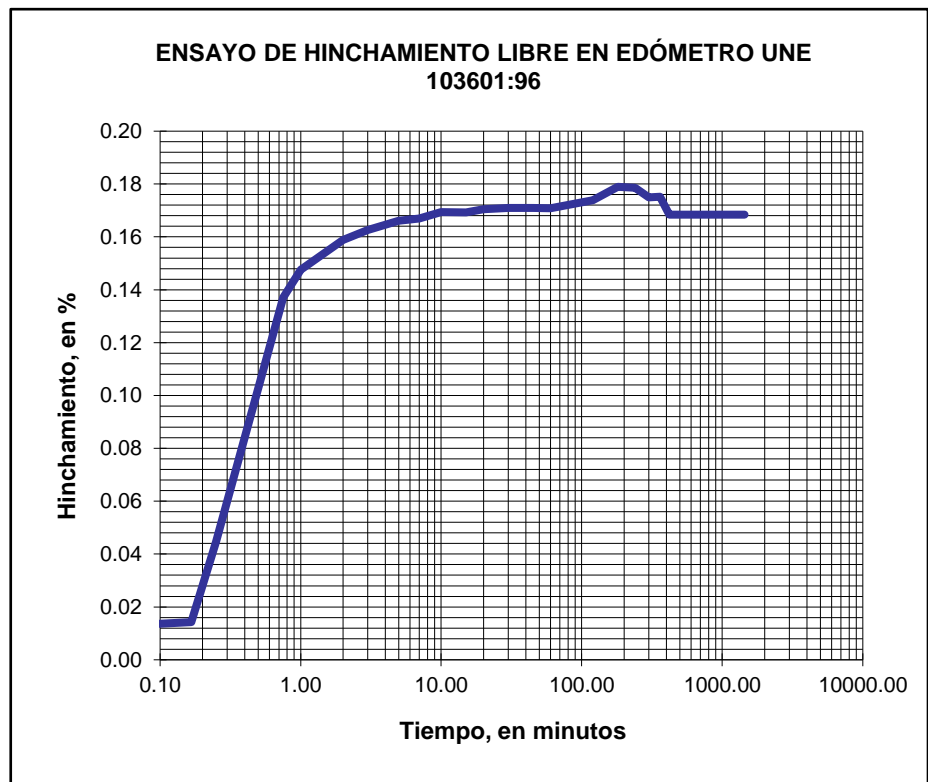
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	7.8	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	13.9	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.865	Altura final de la probeta, en mm	20.03

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Hinchamiento libre, en mm	0.03
<b>Hinchamiento libre, en %</b>	<b>0.17</b>

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.17	0.01
0.25	0.04
0.75	0.14
1.00	0.15
2	0.16
3	0.16
5	0.17
7	0.17
10	0.17
15	0.17
20	0.17
30	0.17
45	0.17
60	0.17
120	0.17
240	0.18
360	0.18
420	0.17
1440	0.17



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

Formato GHL-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 34 de 76

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-15 0.50 S

Fecha: 11 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

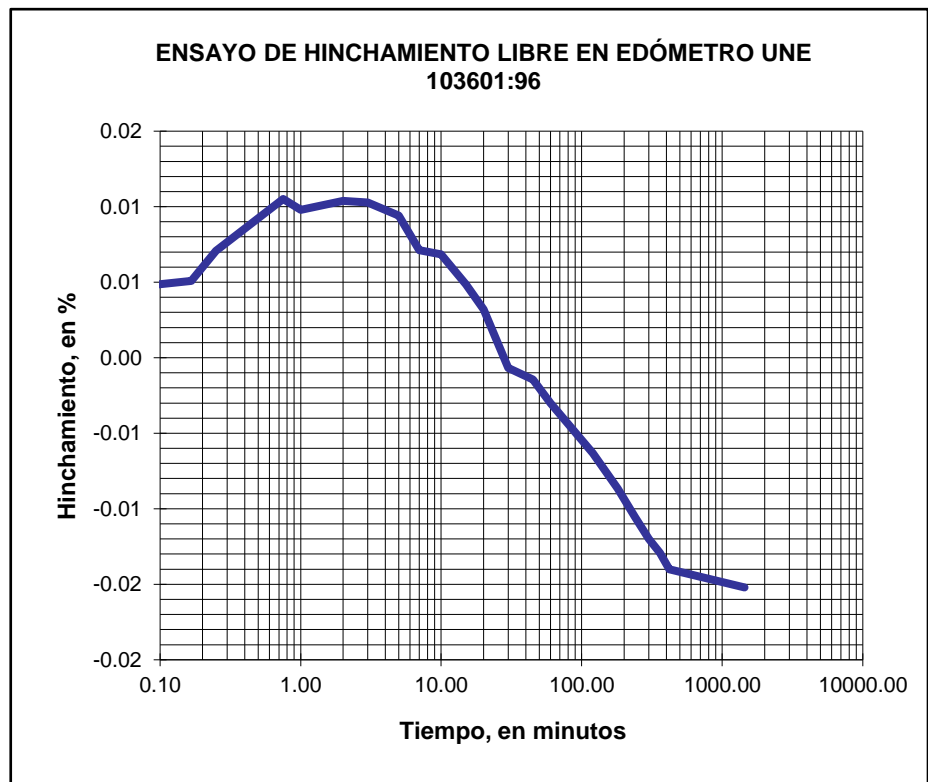
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	7.6	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	14.0	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.796	Altura final de la probeta, en mm	20.00

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Hinchamiento libre, en mm	0.00
<b>Hinchamiento libre, en %</b>	<b>-0.02</b>

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.17	0.01
0.25	0.01
0.75	0.01
1.00	0.01
2	0.01
3	0.01
5	0.01
7	0.01
10	0.01
15	0.00
20	0.00
30	0.00
45	0.00
60	0.00
120	-0.01
240	-0.01
360	-0.01
420	-0.01
1440	-0.02



**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.

La probeta colapsa en lugar de hinchar al inundar la célula de agua bajo una presión de 10 kPa.

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

Formato GHL-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 35 de 76

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)



Nº Obra: 2022432

Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**  
Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID  
Muestra: C-16 0.40 S  
Fecha: 11 de agosto de 2022

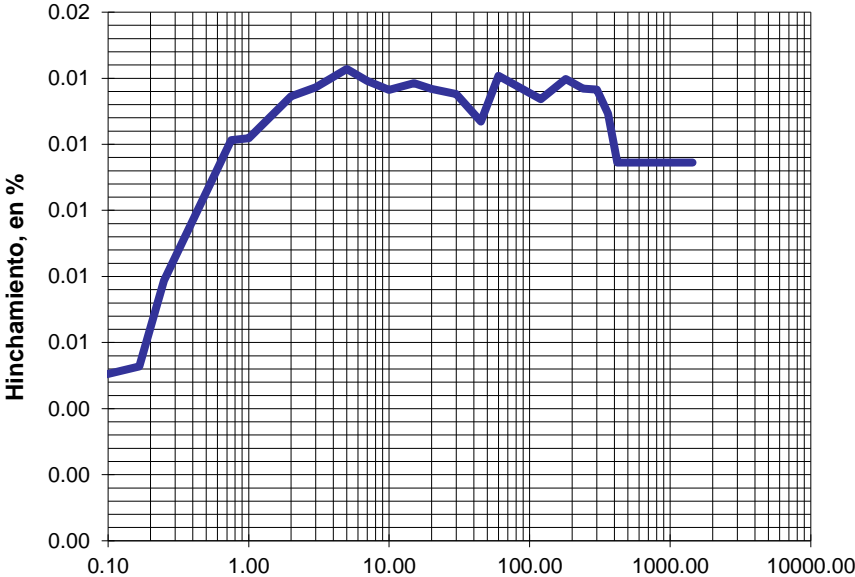
**ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96**

DATOS DEL ENSAYO			
Humedad inicial, en %	7.4	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	14.5	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm³	1.818	Altura final de la probeta, en mm	20.00

RESULTADOS DEL ENSAYO	
Hinchamiento libre, en mm	0.00
Hinchamiento libre, en %	0.01

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.17	0.01
0.25	0.01
0.75	0.01
1.00	0.01
2	0.01
3	0.01
5	0.01
7	0.01
10	0.01
15	0.01
20	0.01
30	0.01
45	0.01
60	0.01
120	0.01
240	0.01
360	0.01
420	0.01
1440	0.01

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE  
103601:96



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.  
No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-19 0.50 S

Fecha: 11 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE EN EDÓMETRO UNE 103601:96

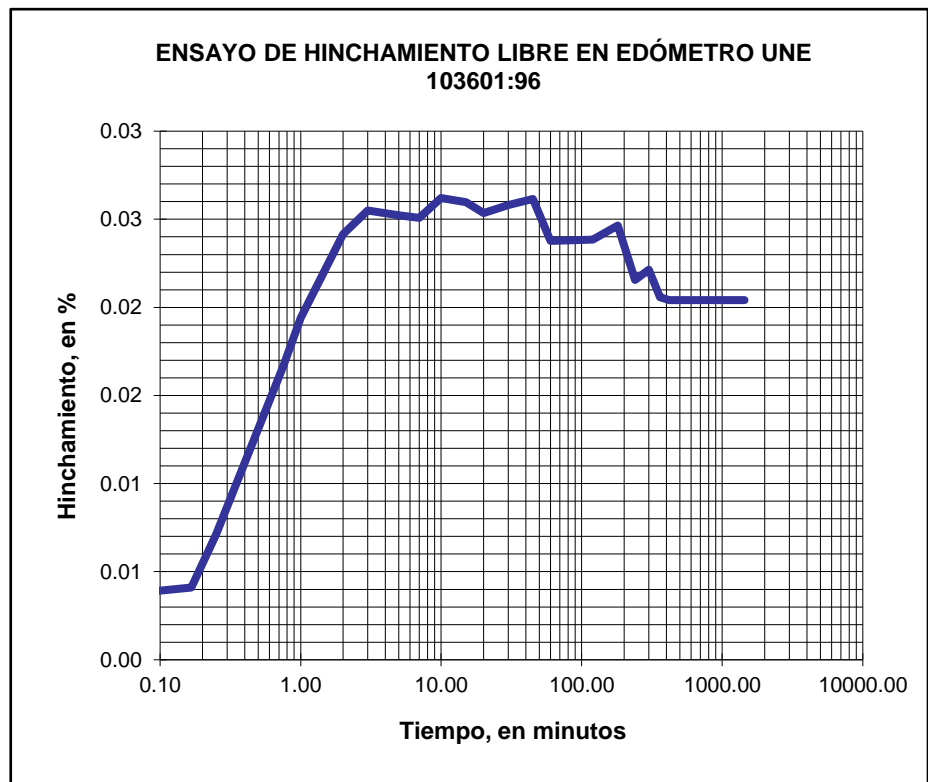
### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	6.8	Presión ejercida, en kPa	10
Humedad final, en %	15.9	Altura inicial de la probeta, en mm	20.00
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.791	Altura final de la probeta, en mm	20.00

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Hinchamiento libre, en mm	0.00
<b>Hinchamiento libre, en %</b>	<b>0.02</b>

Tiempo en min	Hinchamiento en %
0.00	0.00
0.17	0.00
0.25	0.01
0.75	0.02
1.00	0.02
2	0.02
3	0.03
5	0.03
7	0.03
10	0.03
15	0.03
20	0.03
30	0.03
45	0.03
60	0.02
120	0.02
240	0.02
360	0.02
420	0.02
1440	0.02



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de densidad del próctor modificado.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

Formato GHL-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 37 de 76

Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN**Muestra: **C-2 1.20-1.40 S**Fecha: **10 de agosto de 2022**

C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28240 Madrid (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

### DATOS DEL ENSAYO

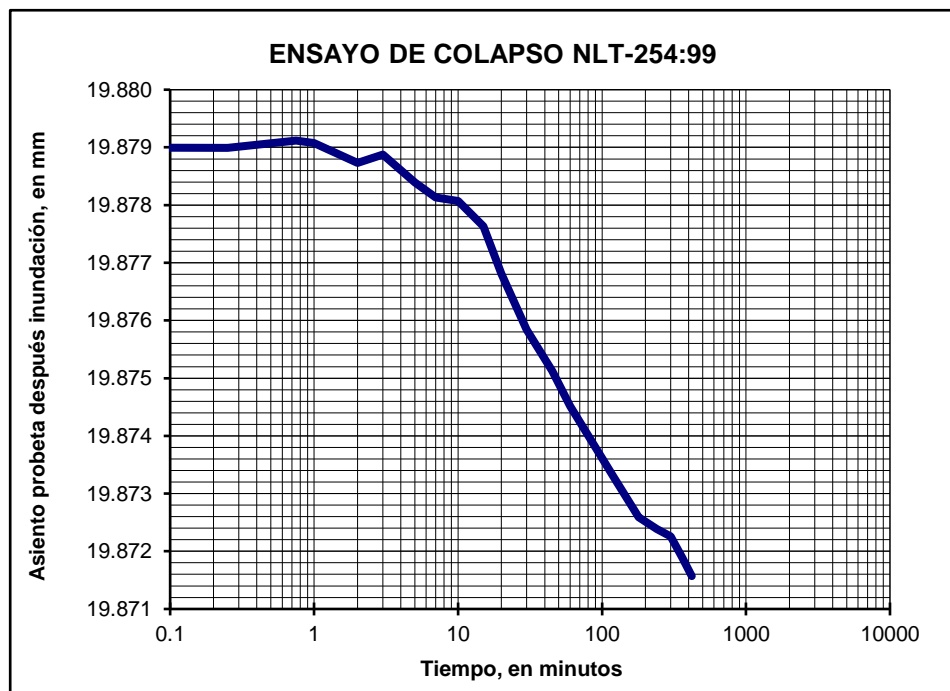
Humedad inicial, en %	6.7	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	15.1	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.764	Diámetro de la probeta, en mm	50.5

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.883
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.868

**Índice de colapso I, en %** **0.07**

Tiempo en min	Asiento en mm
0	19.879
0.25	19.879
0.75	19.879
1	19.879
2	19.879
3	19.879
5	19.878
7	19.878
10	19.878
15	19.878
20	19.877
30	19.876
45	19.875
60	19.875
120	19.873
180	19.873
240	19.872
300	19.872
360	19.872
420	19.872
1440	19.868



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN**Muestra: **C-3 0.90 S**Fecha: **10 de agosto de 2022**

C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28240 Madrid (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

### DATOS DEL ENSAYO

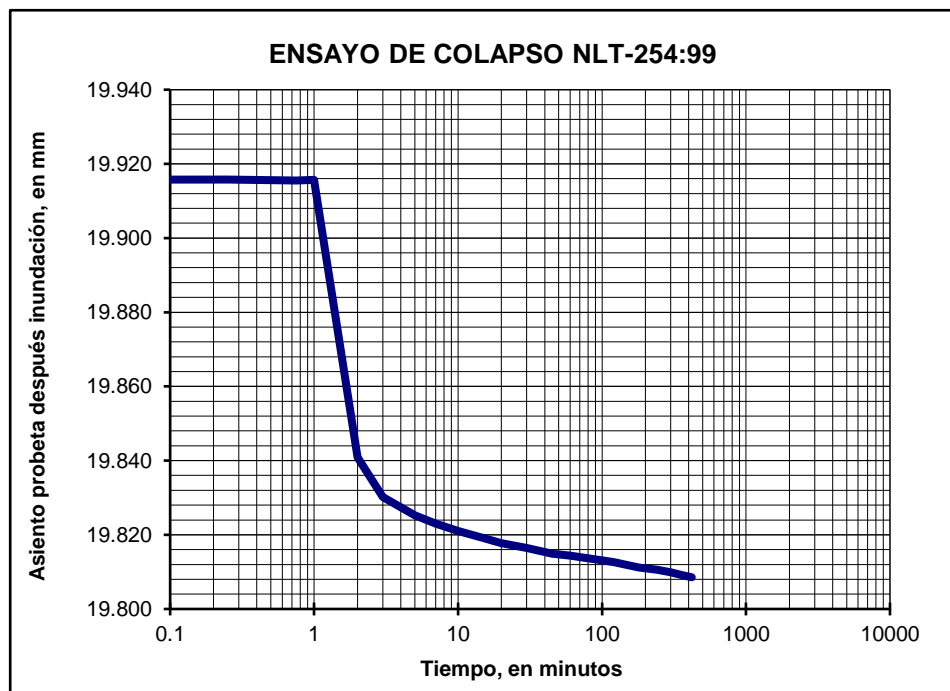
Humedad inicial, en %	5.1	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	14.4	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.798	Diámetro de la probeta, en mm	50.5

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.921
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.801

**Índice de colapso I, en %** **0.60**

Tiempo en min	Asiento en mm
0	19.916
0.25	19.916
0.75	19.916
1	19.916
2	19.841
3	19.830
5	19.825
7	19.823
10	19.821
15	19.819
20	19.818
30	19.816
45	19.815
60	19.814
120	19.813
180	19.811
240	19.811
300	19.810
360	19.809
420	19.809
1440	19.801



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN**Muestra: **C-4-1 1.00 S**Fecha: **29 de agosto de 2022**

C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28240 Alcorcón (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

### DATOS DEL ENSAYO

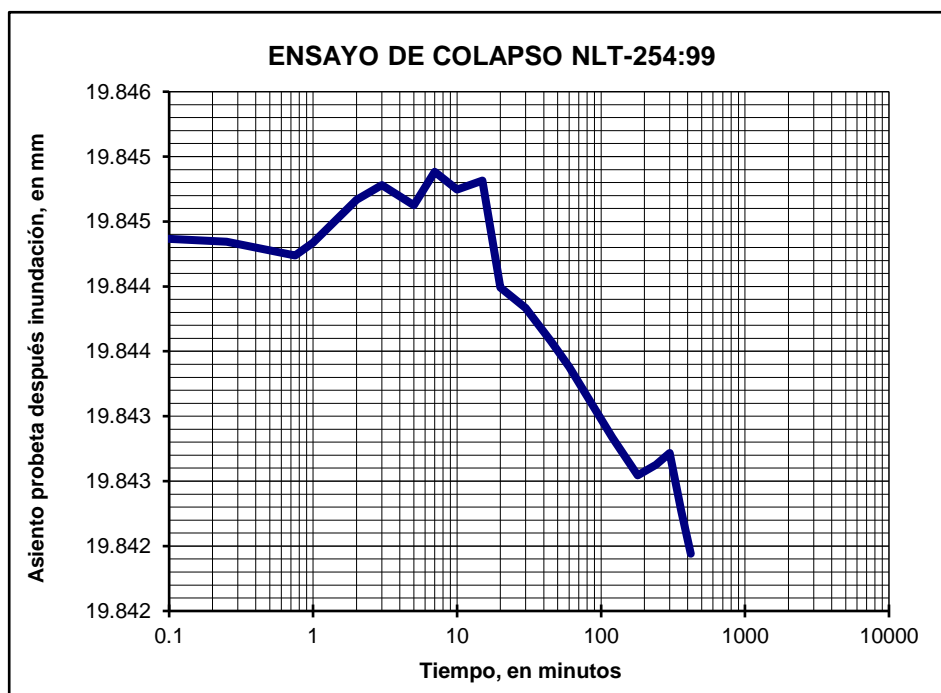
Humedad inicial, en %	7.6	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	13.1	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.780	Diámetro de la probeta, en mm	50.5

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.850
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.842

**Índice de colapso I, en %** **0.04**

Tiempo en min	Asiento en mm
0	19.845
0.25	19.844
0.75	19.844
1	19.844
2	19.845
3	19.845
5	19.845
7	19.845
10	19.845
15	19.845
20	19.844
30	19.844
45	19.844
60	19.843
120	19.843
180	19.843
240	19.843
300	19.843
360	19.842
420	19.842
1440	19.842



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN**Muestra: **C-5 0.60 S**Fecha: **10 de agosto de 2022**

C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28240 Alcorcón (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

### DATOS DEL ENSAYO

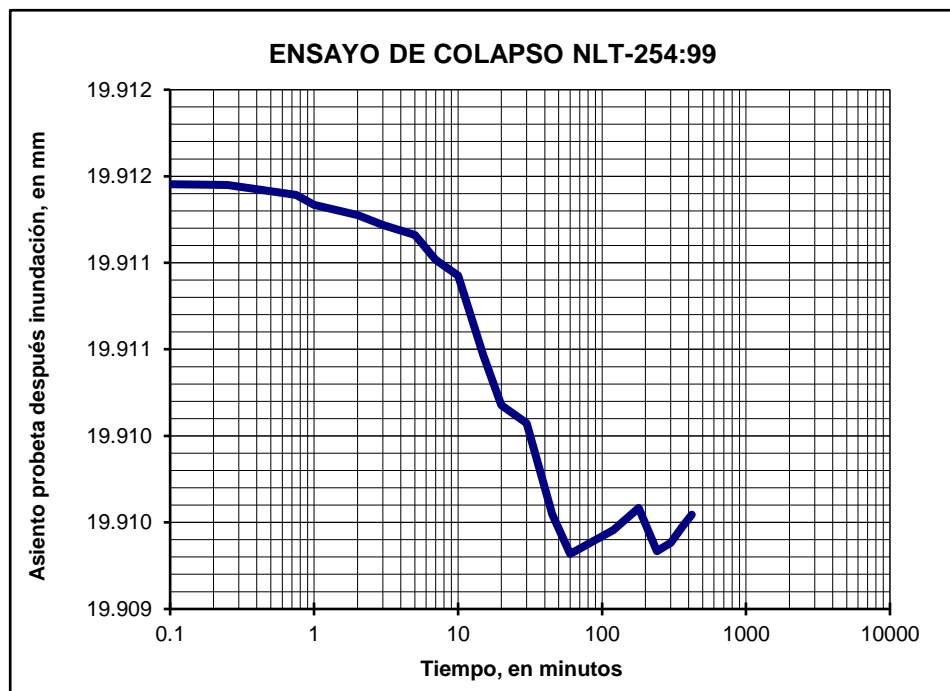
Humedad inicial, en %	7.1	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	14.2	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.844	Diámetro de la probeta, en mm	50.5

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.914
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.908

**Índice de colapso I, en %** **0.03**

Tiempo en min	Asiento en mm
0	19.912
0.25	19.911
0.75	19.911
1	19.911
2	19.911
3	19.911
5	19.911
7	19.911
10	19.911
15	19.910
20	19.910
30	19.910
45	19.910
60	19.909
120	19.909
180	19.910
240	19.909
300	19.909
360	19.909
420	19.910
1440	19.908



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN**Muestra: **C-6 0.70 S**Fecha: **10 de agosto de 2022**

C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28240 Alcorcón (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

### DATOS DEL ENSAYO

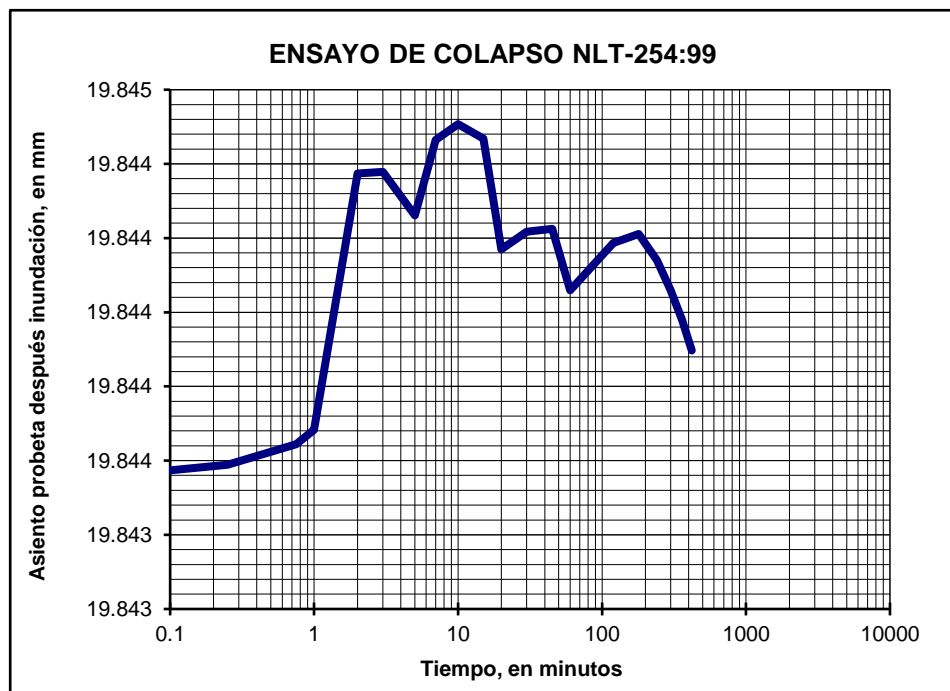
Humedad inicial, en %	7.1	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	13.5	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.879	Diámetro de la probeta, en mm	50.5

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.843
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.844

**Índice de colapso I, en %** **0.00**

Tiempo en min	Asiento en mm
0	19.843
0.25	19.844
0.75	19.844
1	19.844
2	19.844
3	19.844
5	19.844
7	19.844
10	19.845
15	19.844
20	19.844
30	19.844
45	19.844
60	19.844
120	19.844
180	19.844
240	19.844
300	19.844
360	19.844
420	19.844
1440	19.844



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN**Muestra: **C-7 0.60 S**Fecha: **10 de agosto de 2022**

C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28240 Alcorcón (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

### DATOS DEL ENSAYO

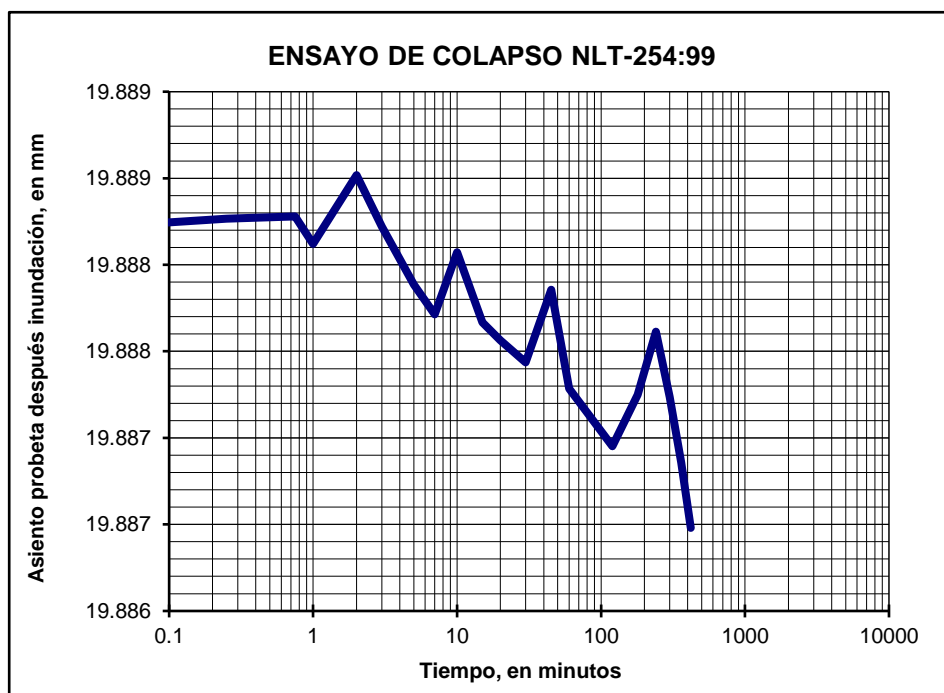
Humedad inicial, en %	5.4	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	12.1	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.912	Diámetro de la probeta, en mm	50.5

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.888
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.886

**Índice de colapso I, en %** **0.01**

Tiempo en min	Asiento en mm
0	19.888
0.25	19.888
0.75	19.888
1	19.888
2	19.889
3	19.888
5	19.888
7	19.888
10	19.888
15	19.888
20	19.888
30	19.887
45	19.888
60	19.887
120	19.887
180	19.887
240	19.888
300	19.887
360	19.887
420	19.886
1440	19.886



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.



Nº Obra: 2022432

Cliente: GHM Consultores, S.L.P.  
Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN

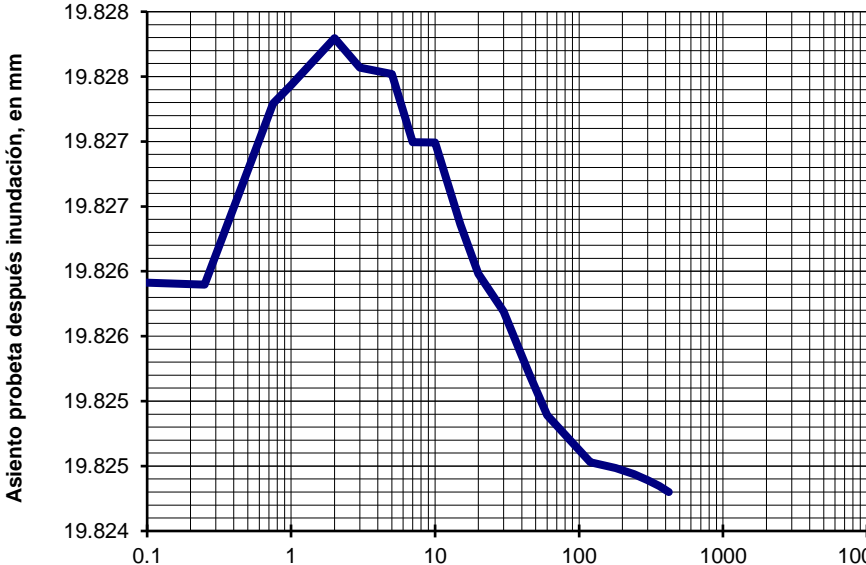
Muestra: C-12 0.70 S  
Fecha: 12 de agosto de 2022

ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

DATOS DEL ENSAYO			
Humedad inicial, en %	8.2	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	13.5	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.853	Diámetro de la probeta, en mm	50.5
RESULTADOS DEL ENSAYO			
Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm			19.826
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm			19.824
Índice de colapso I, en %			0.01

Tiempo en min	Asiento en mm
0	19.826
0.25	19.826
0.75	19.827
1	19.827
2	19.828
3	19.828
5	19.828
7	19.827
10	19.827
15	19.826
20	19.826
30	19.826
45	19.825
60	19.825
120	19.825
180	19.824
240	19.824
300	19.824
360	19.824
420	19.824
1440	19.824

ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

Observaciones: Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN**Muestra: **C-13 1.00 S**Fecha: **12 de agosto de 2022**

C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28240 Alcorcón (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

### DATOS DEL ENSAYO

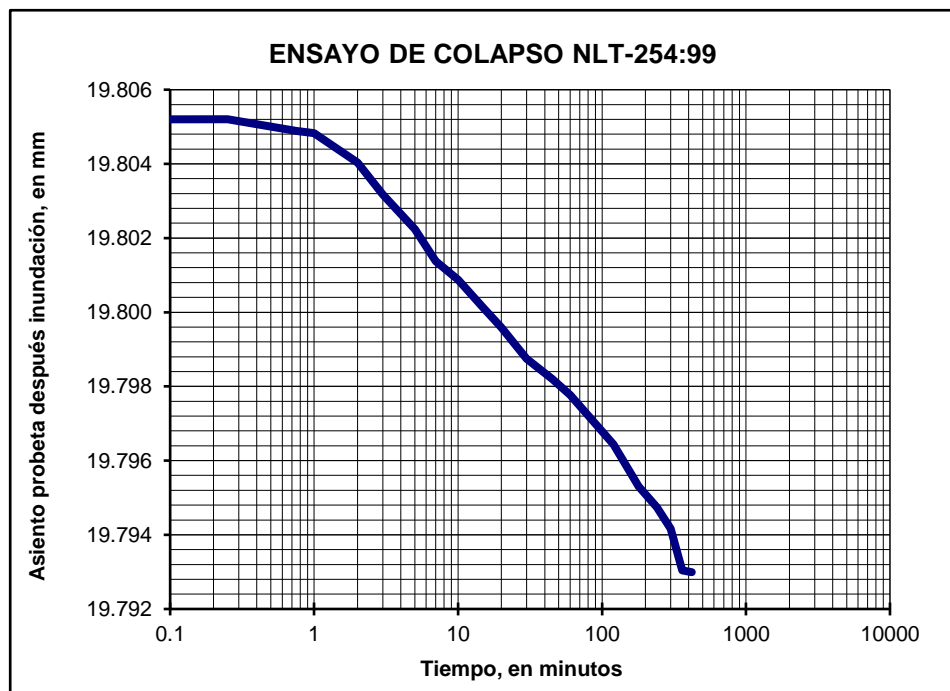
Humedad inicial, en %	7.8	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	14.1	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.833	Diámetro de la probeta, en mm	50.5

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.805
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.793

**Índice de colapso I, en %** **0.06**

Tiempo en min	Asiento en mm
0	19.805
0.25	19.805
0.75	19.805
1	19.805
2	19.804
3	19.803
5	19.802
7	19.801
10	19.801
15	19.800
20	19.800
30	19.799
45	19.798
60	19.798
120	19.796
180	19.795
240	19.795
300	19.794
360	19.793
420	19.793
1440	19.793



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN**Muestra: **C-15 0.50 S**Fecha: **12 de agosto de 2022**

C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28240 Madrid (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

### DATOS DEL ENSAYO

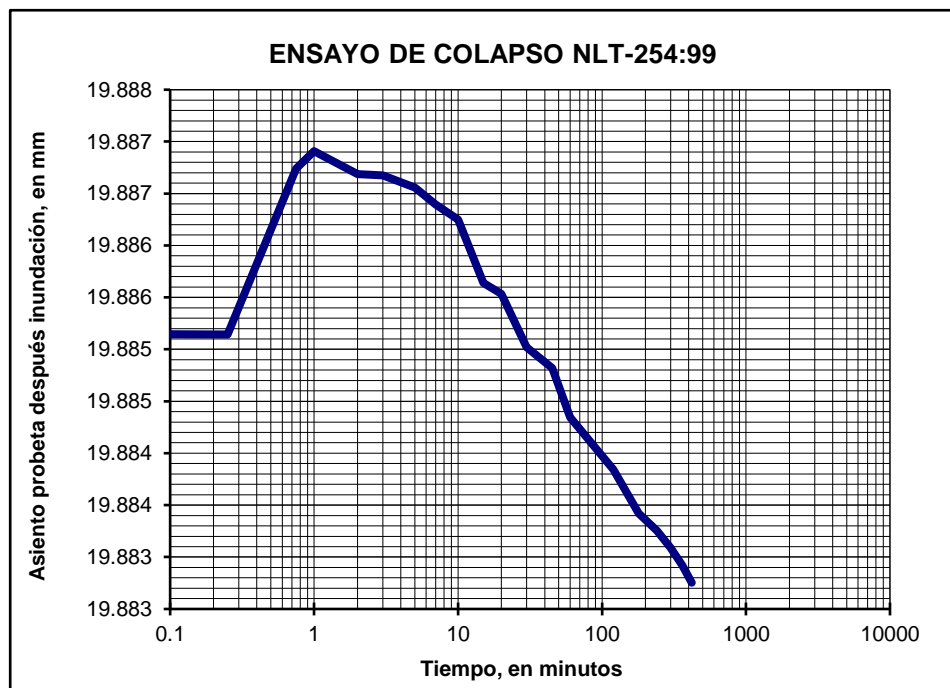
Humedad inicial, en %	7.6	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	13.8	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.806	Diámetro de la probeta, en mm	50.5

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.885
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.883

**Índice de colapso I, en %** **0.01**

Tiempo en min	Asiento en mm
0	19.885
0.25	19.885
0.75	19.887
1	19.887
2	19.887
3	19.887
5	19.887
7	19.886
10	19.886
15	19.886
20	19.886
30	19.885
45	19.885
60	19.884
120	19.884
180	19.883
240	19.883
300	19.883
360	19.883
420	19.883
1440	19.883



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN**Muestra: **C-16 0.40 S**Fecha: **12 de agosto de 2022**

C/ Oporto, nº 11  
Polígono Európolis  
28240 Madrid (Madrid)  
Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

### DATOS DEL ENSAYO

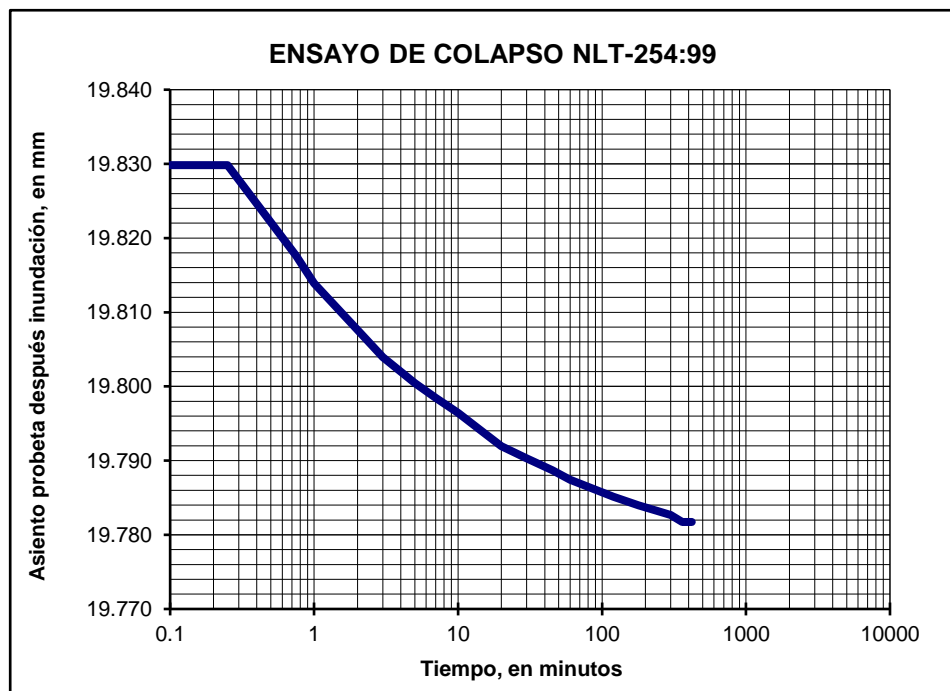
Humedad inicial, en %	7.4	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	13.4	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.831	Diámetro de la probeta, en mm	50.5

### RESULTADOS DEL ENSAYO

Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.830
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.782

**Índice de colapso I, en %** **0.24**

Tiempo en min	Asiento en mm
0	19.830
0.25	19.830
0.75	19.818
1	19.814
2	19.808
3	19.804
5	19.800
7	19.798
10	19.796
15	19.794
20	19.792
30	19.790
45	19.789
60	19.787
120	19.785
180	19.784
240	19.783
300	19.783
360	19.782
420	19.782
1440	19.782



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN**Muestra: **C-19 0.50 S**Fecha: **12 de agosto de 2022**

C/ Oporto, nº 11  
 Polígono Európolis  
 28240 Alcorcón (Madrid)  
 Teléfono: 916 375881  
[www.laboratoriotsm.es](http://www.laboratoriotsm.es)

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

## ENSAYO DE COLAPSO NLT-254:99

### DATOS DEL ENSAYO

Humedad inicial, en %	6.8	Presión ejercida, en kg/cm <sup>2</sup>	2.0
Humedad final, en %	16.0	Altura inicial de la probeta, en mm	20.0
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.792	Diámetro de la probeta, en mm	50.5

### RESULTADOS DEL ENSAYO

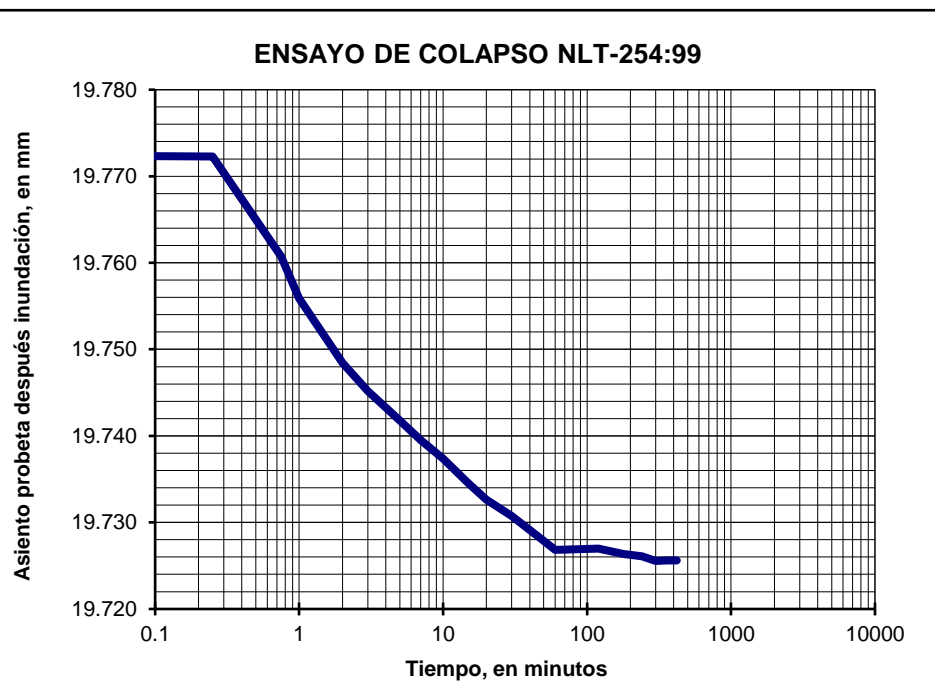
Altura de la probeta consolidada antes de la inundación, en mm	19.773
Altura de la probeta consolidada después de la inundación a las 24 horas, en mm	19.726

**Índice de colapso I, en %** **0.24**

**Tiempo  
en min**

**Asiento  
en mm**

0	19.773
0.25	19.772
0.75	19.761
1	19.756
2	19.748
3	19.745
5	19.742
7	19.740
10	19.737
15	19.735
20	19.733
30	19.731
45	19.728
60	19.727
120	19.727
180	19.726
240	19.726
300	19.726
360	19.726
420	19.726
1440	19.726



El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

**Observaciones:** Probeta remoldeada a la humedad y al 95% de la densidad del próctor.

No se alcanza la densidad máxima en el remoldeo de la probeta.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-2 1.20-1.40 S

Fecha: 3 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

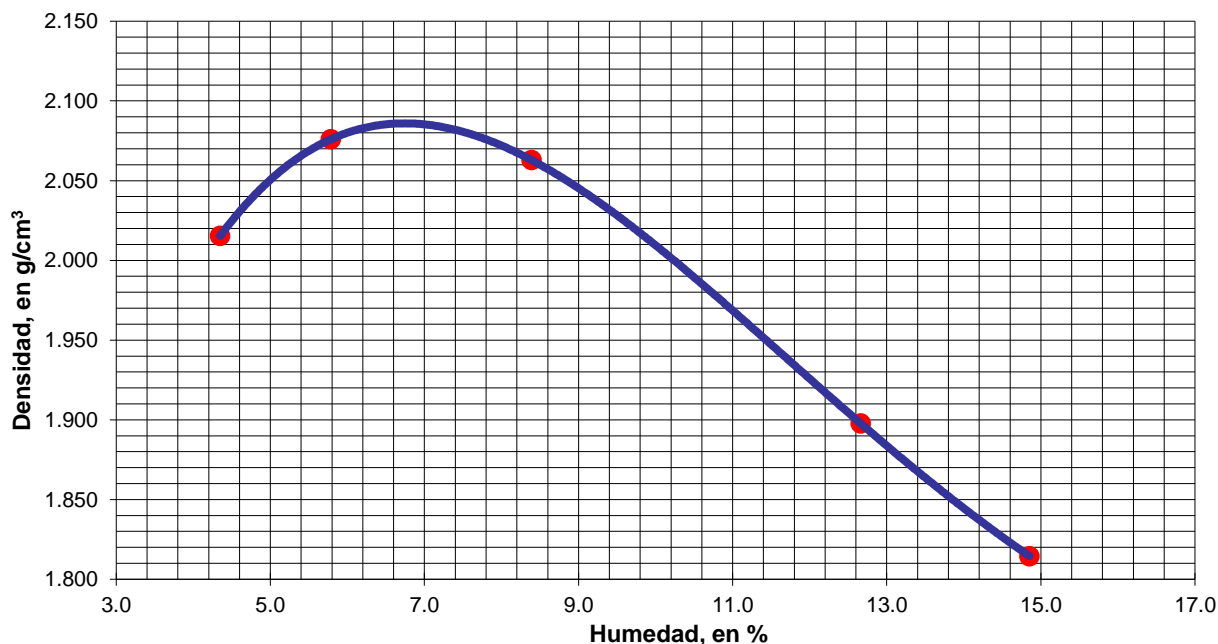
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	4.3	5.8	8.4	12.7	14.9
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	2.015	2.076	2.063	1.898	1.814

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.088</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>6.7</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-3 0.90 S

Fecha: 3 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

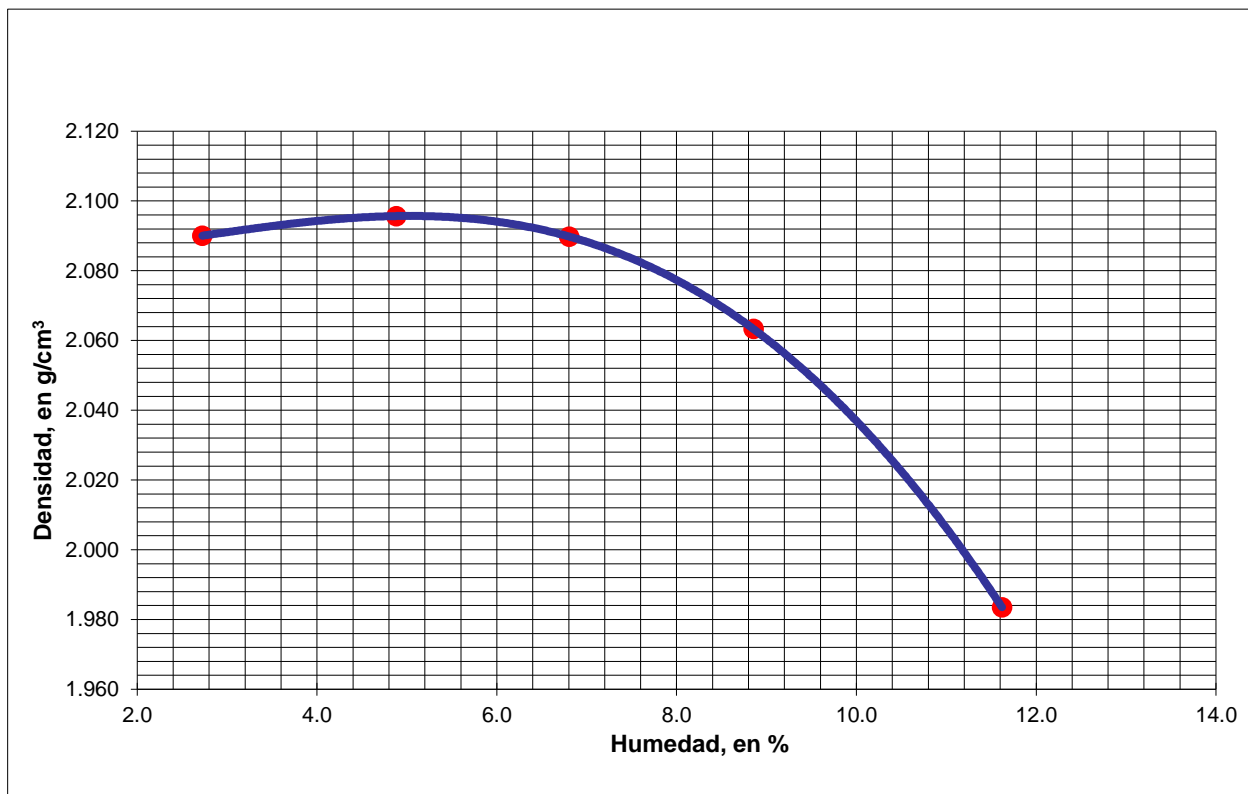
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	2.7	4.9	6.8	8.9	11.6
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	2.090	2.096	2.090	2.063	1.984

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.097</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>5.1</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-4-1 1.00 S

Fecha: 23 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

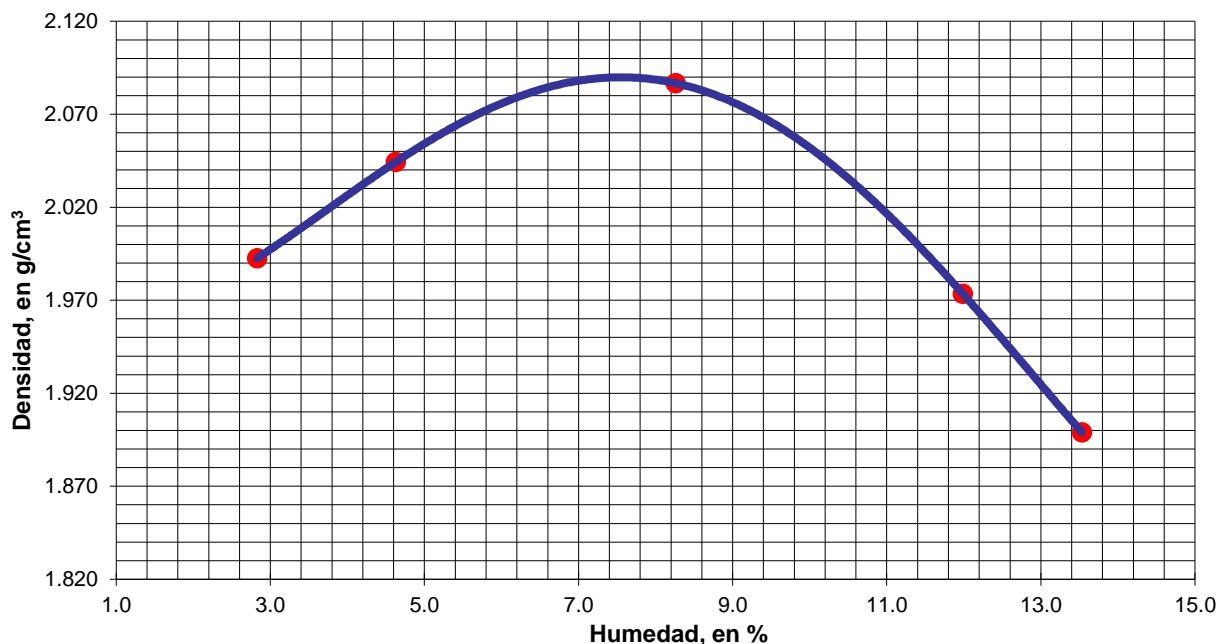
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	2.8	4.6	8.3	12.0	13.5
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	1.993	2.044	2.087	1.973	1.899

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.090</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>7.6</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-5 0.60 S

Fecha: 3 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

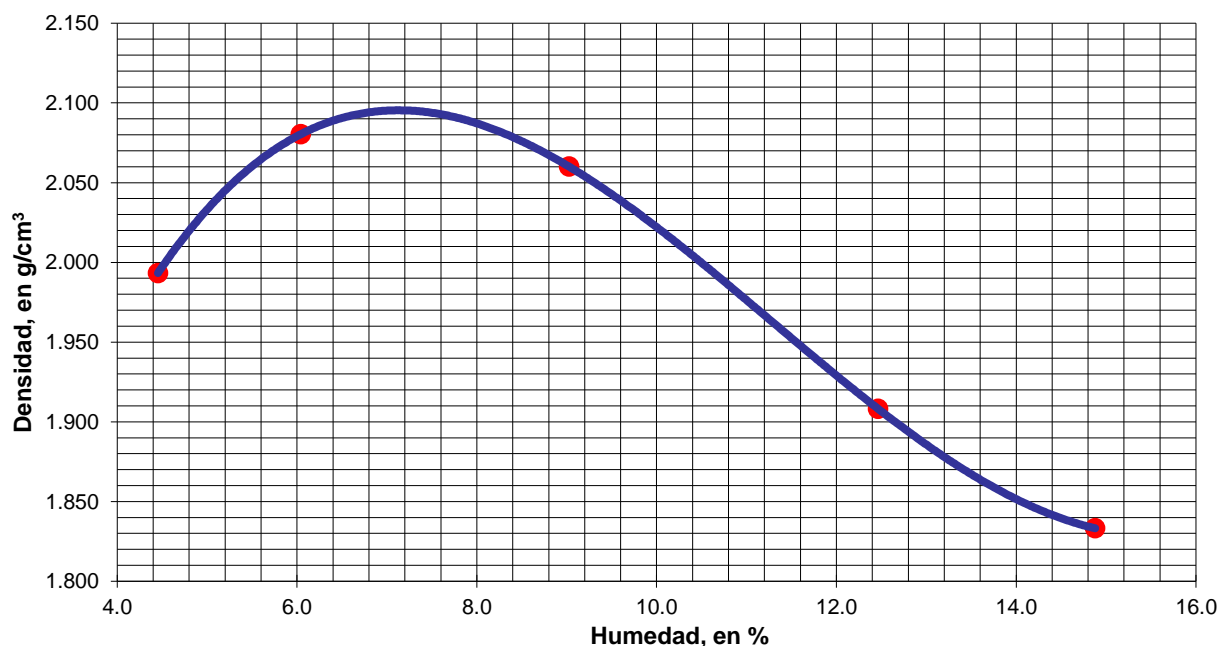
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	4.5	6.0	9.0	12.5	14.9
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	1.993	2.080	2.060	1.908	1.833

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.098</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>7.1</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-6 0.70 S

Fecha: 3 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

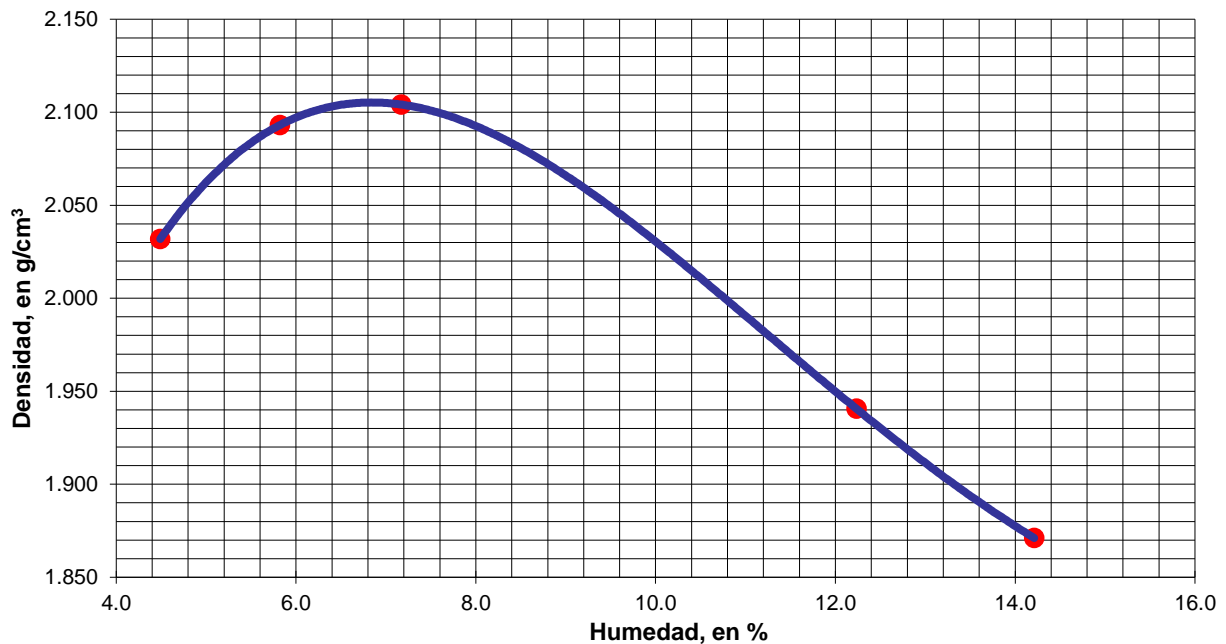
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	4.5	5.8	7.2	12.2	14.2
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	2.032	2.093	2.104	1.941	1.871

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.105</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>7.1</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-7 0.60 S

Fecha: 3 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

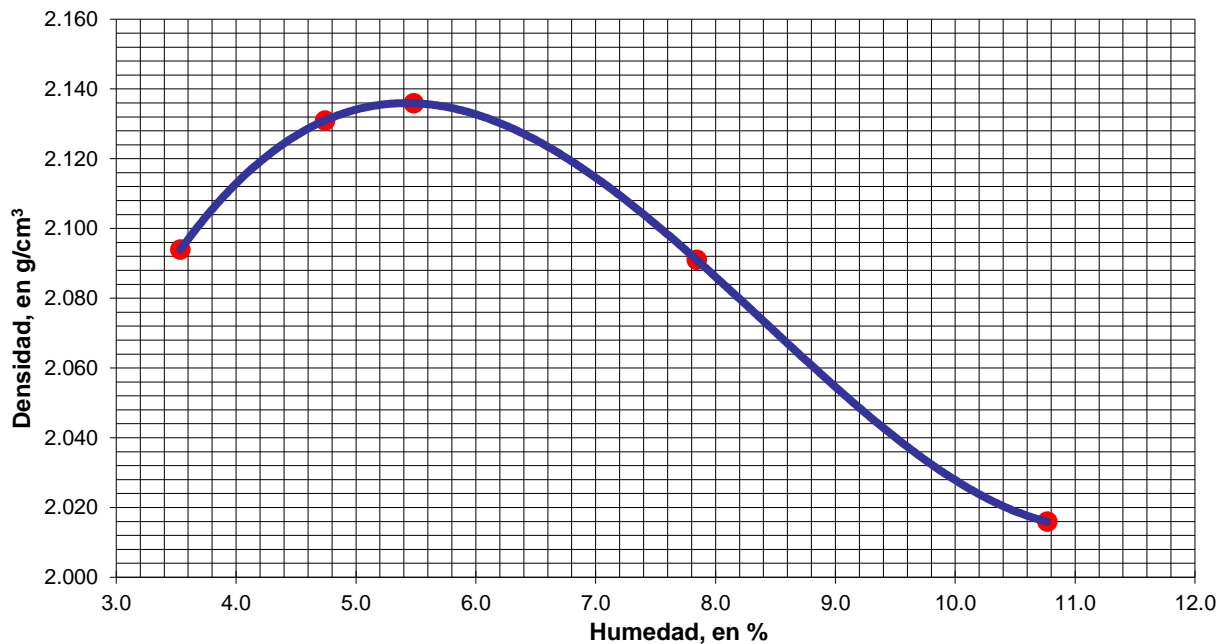
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	3.5	4.7	5.5	7.8	10.8
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	2.094	2.131	2.136	2.091	2.016

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.105</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>7.1</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-12 0.70 S

Fecha: 4 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

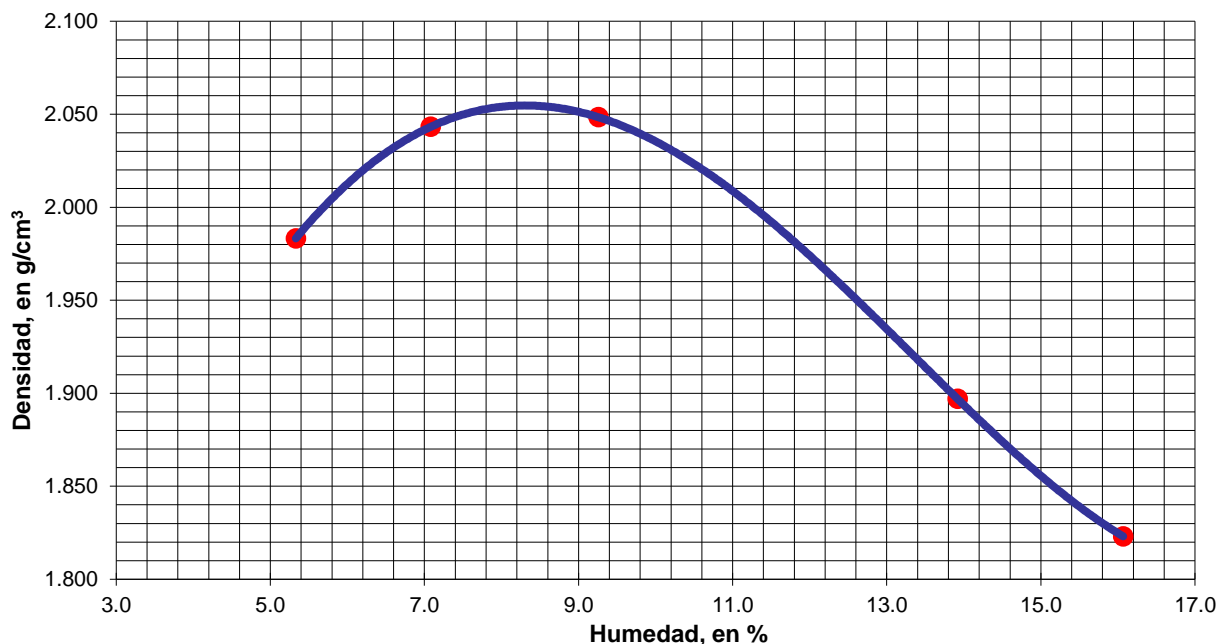
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	5.3	7.1	9.3	13.9	16.1
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	1.983	2.043	2.048	1.897	1.823

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.054</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>8.2</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-13 1.00 S

Fecha: 4 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

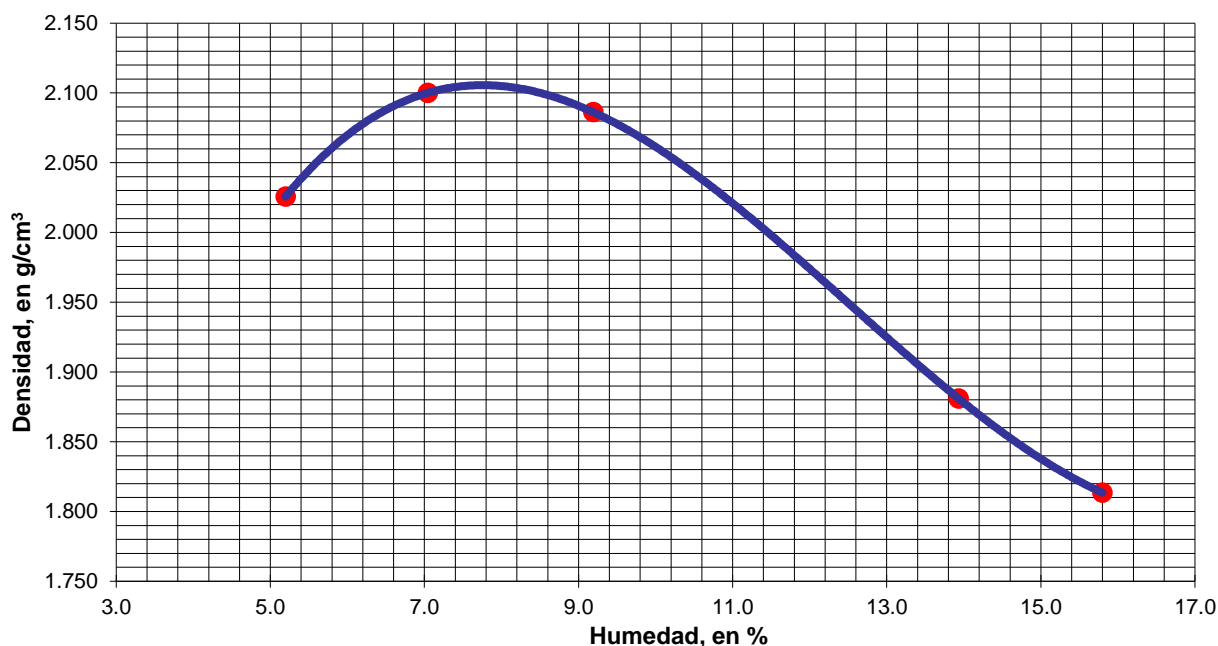
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	5.2	7.0	9.2	13.9	15.8
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	2.026	2.100	2.086	1.881	1.813

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.104</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>7.8</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-15 0.50 S

Fecha: 4 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

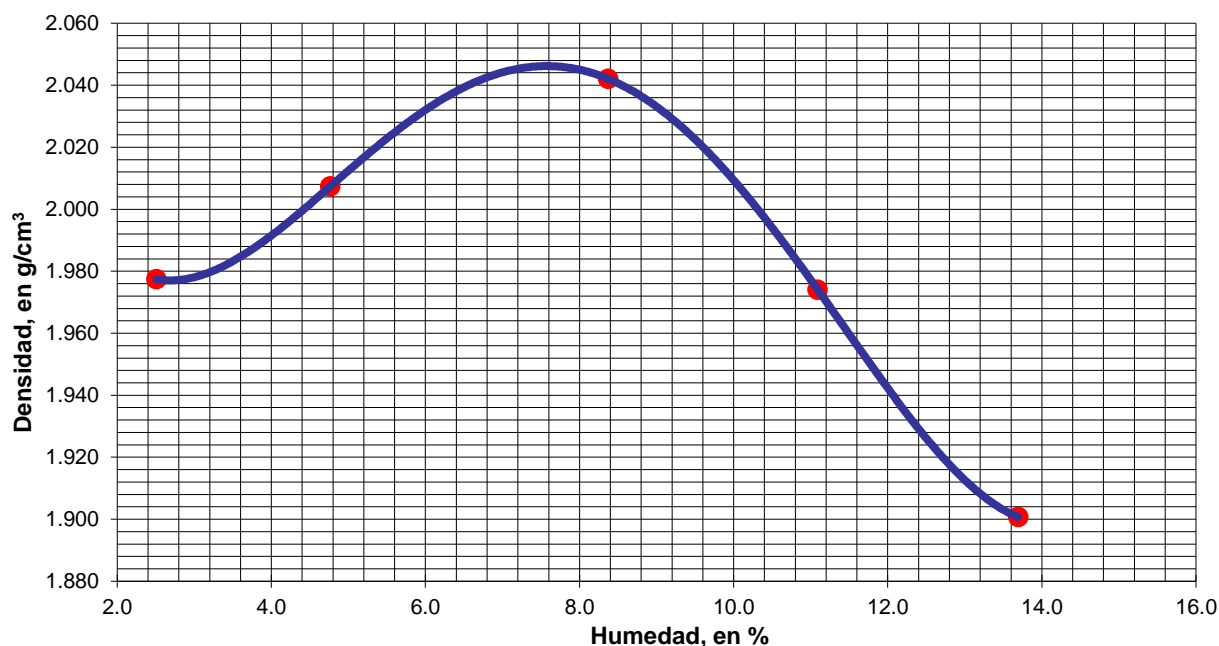
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	2.5	4.8	8.4	11.1	13.7
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	1.977	2.007	2.042	1.974	1.901

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.046</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>7.6</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-16 0.40 S

Fecha: 4 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

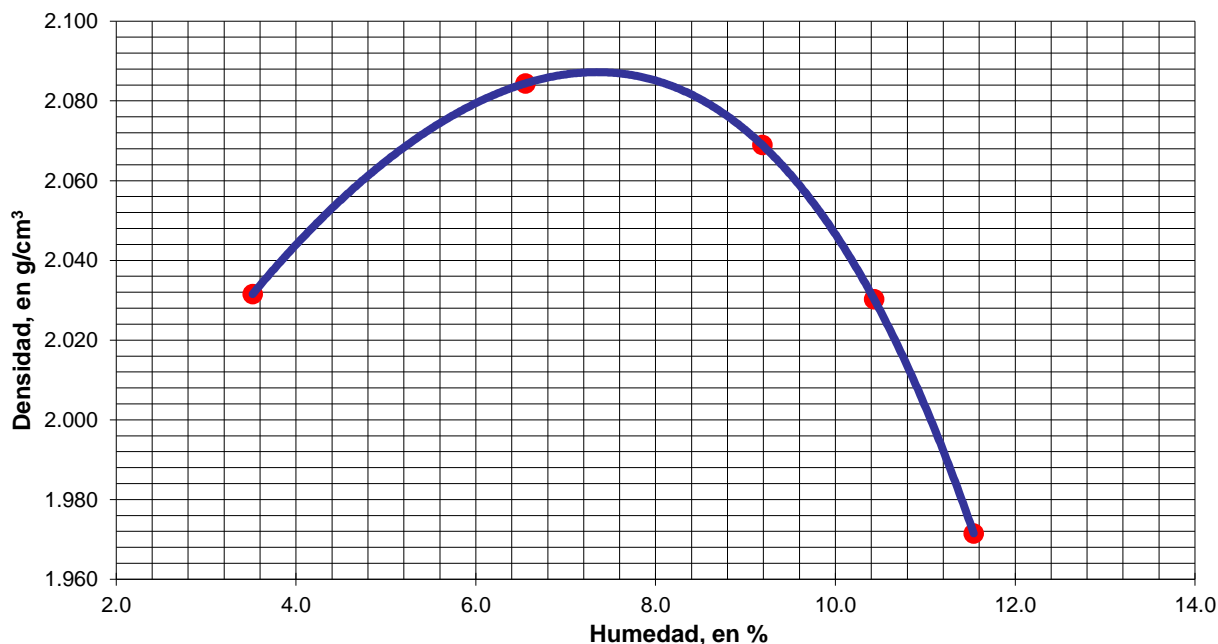
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	3.5	6.6	9.2	10.4	11.5
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	2.032	2.084	2.069	2.030	1.972

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.088</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>7.4</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-19 0.50 S

Fecha: 4 de agosto de 2022



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

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

## ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PRÓCTOR MODIFICADO UNE 103501:94

### CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO:

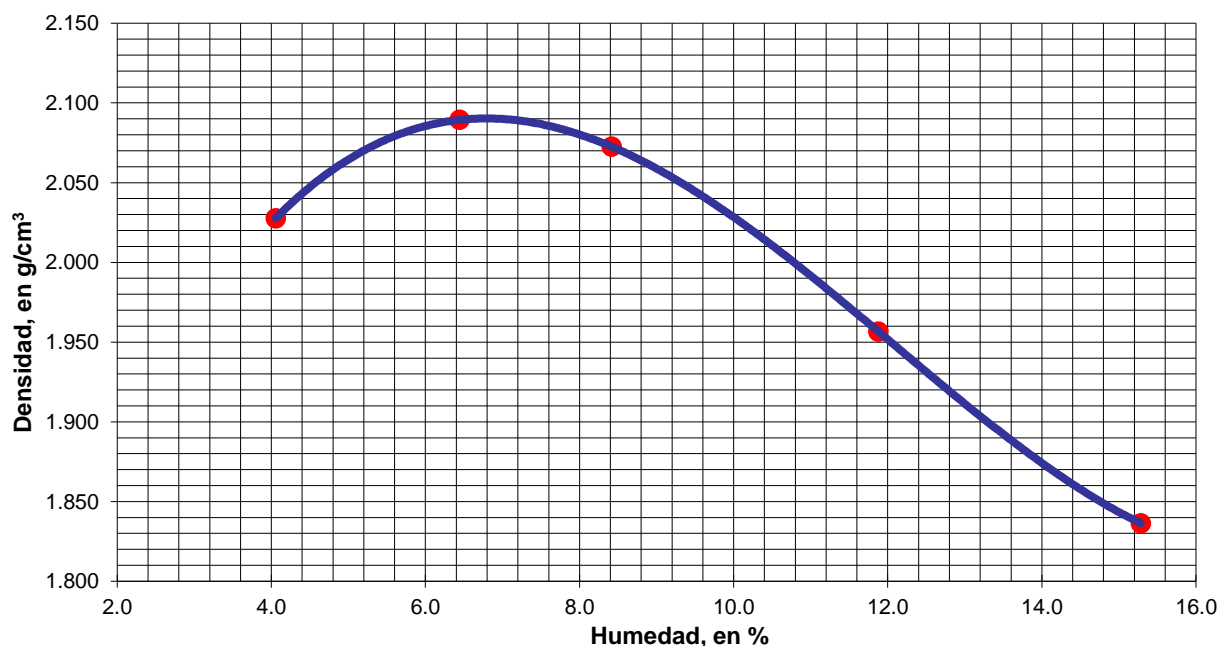
Volumen del molde, en cm <sup>3</sup> :	2 320	Número de capas:	5
Peso de la maza, en kg:	4 535	Número de golpes por capa:	60
Altura de caída, en cm:	457	% material retenido por 20 mm*:	-

### DATOS DEL ENSAYO

Nº de punto	1	2	3	4	5
Humedad, en %	4.1	6.4	8.4	11.9	15.3
Densidad, en g/cm <sup>3</sup>	2.028	2.089	2.073	1.957	1.836

### RESULTADOS DEL ENSAYO:

<b>Densidad Máxima, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>2.091</b>	<b>Humedad Óptima, en %:</b>	<b>6.8</b>
<b>Densidad corregida, en g/cm<sup>3</sup>:</b>	<b>-</b>	<b>Humedad corregida, en %:</b>	<b>-</b>



**Observación** \*El ensayo se realiza sin sustitución de material.

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

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.



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Muestra: **C-2 1.20-1.40 S**Fecha: **8 de agosto de 2022**

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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

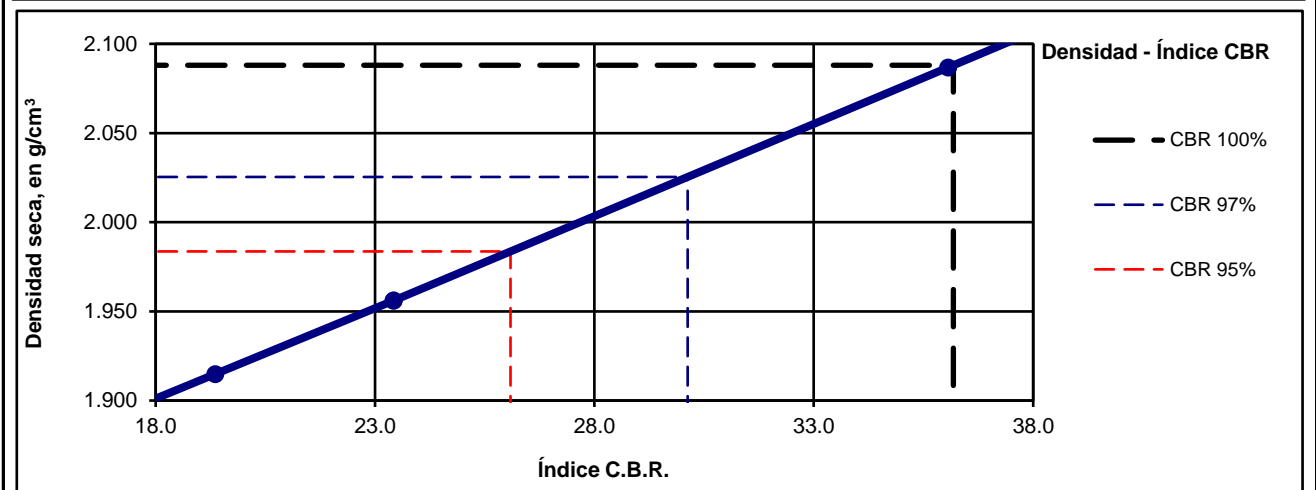
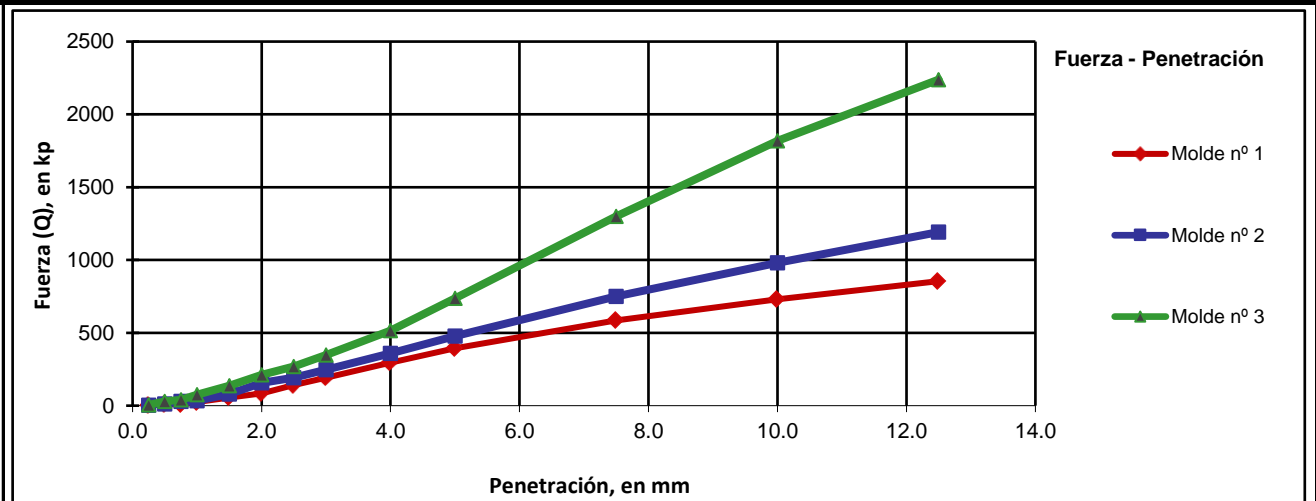
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>6.7</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.088</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	6.7	6.7	6.7
Agua absorbida, en %	5.4	5.1	2.6
Hinchamiento, en %	0.06	0.02	<b>-0.03</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.915	1.956	2.087
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>19.36</b>	<b>23.42</b>	<b>36.06</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>26.09</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>30.12</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>36.18</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-3 0.90 S

Fecha: 8 de agosto de 2022



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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

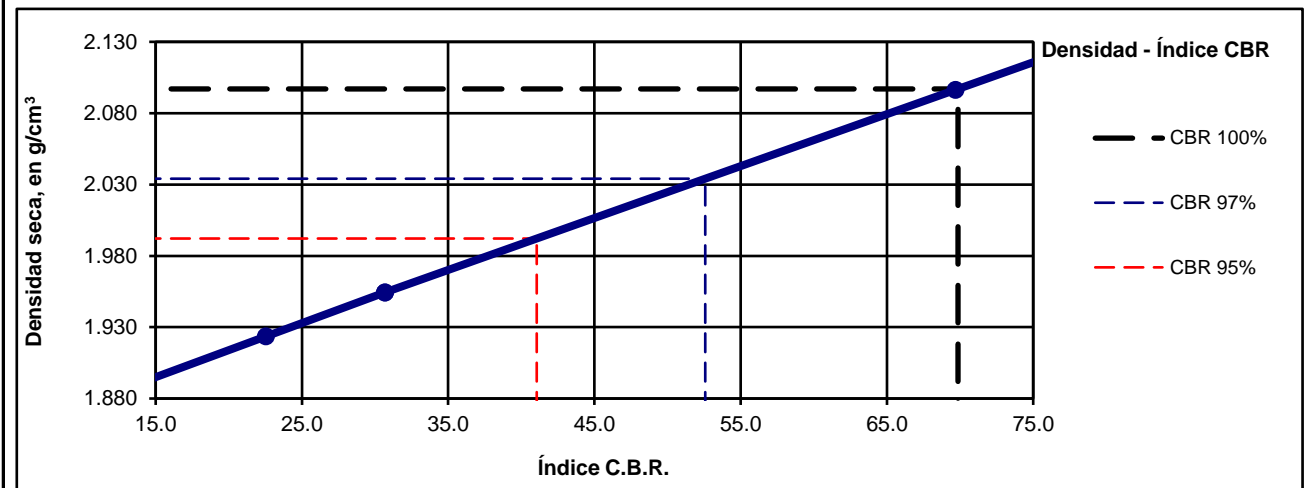
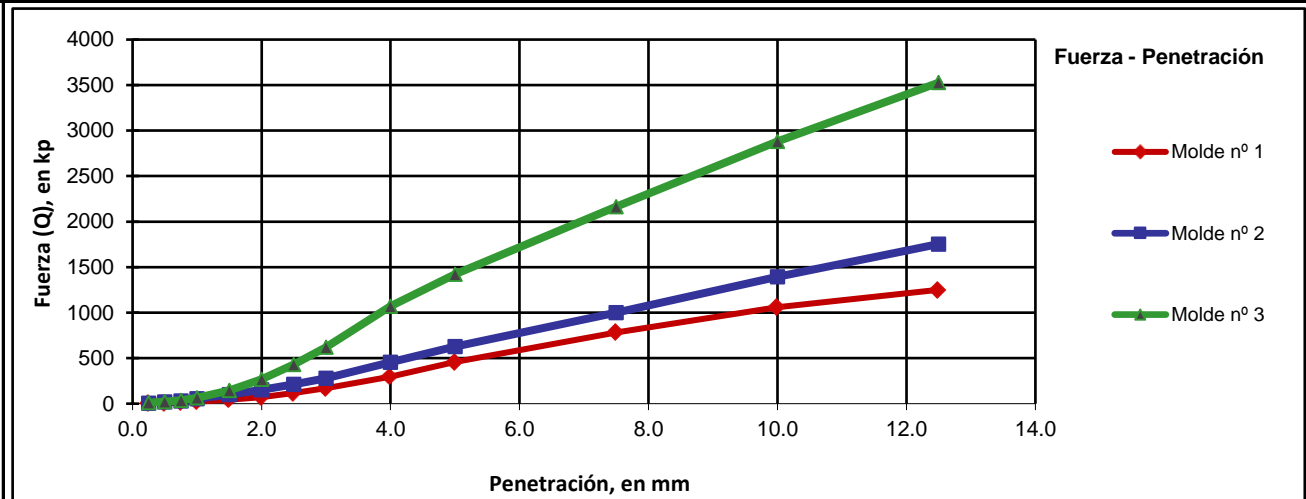
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>5.1</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.097</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	5.2	5.1	5.1
Agua absorbida, en %	5.7	5.3	3.9
Hinchamiento, en %	-0.07	0.06	<b>0.17</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.924	1.954	2.096
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>22.54</b>	<b>30.67</b>	<b>69.68</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>41.05</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>52.58</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>69.86</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Muestra: **C-4-1 1.00 S**Fecha: **8 de agosto de 2022**

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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

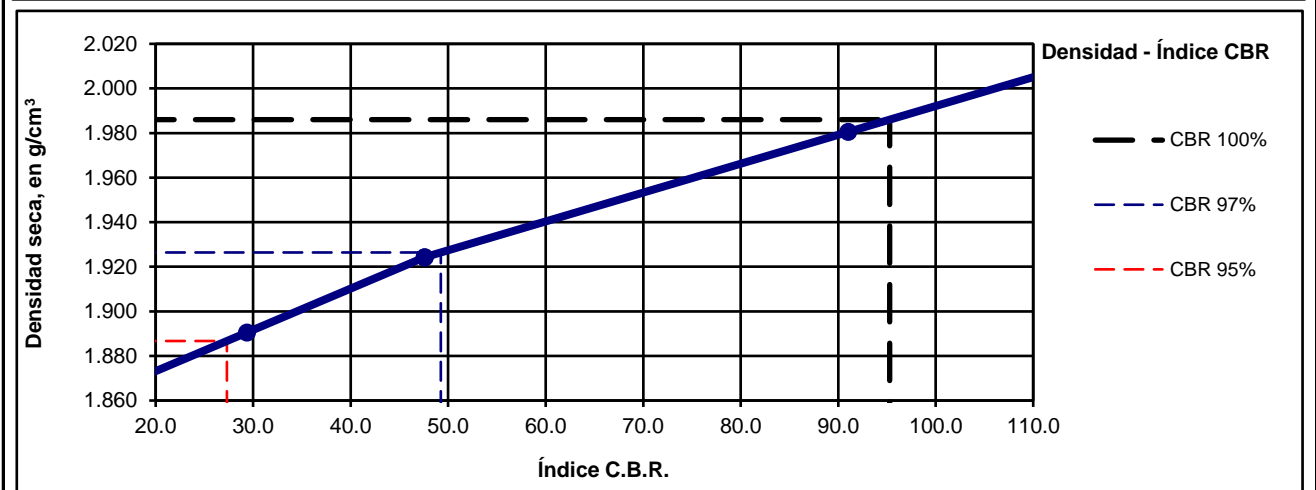
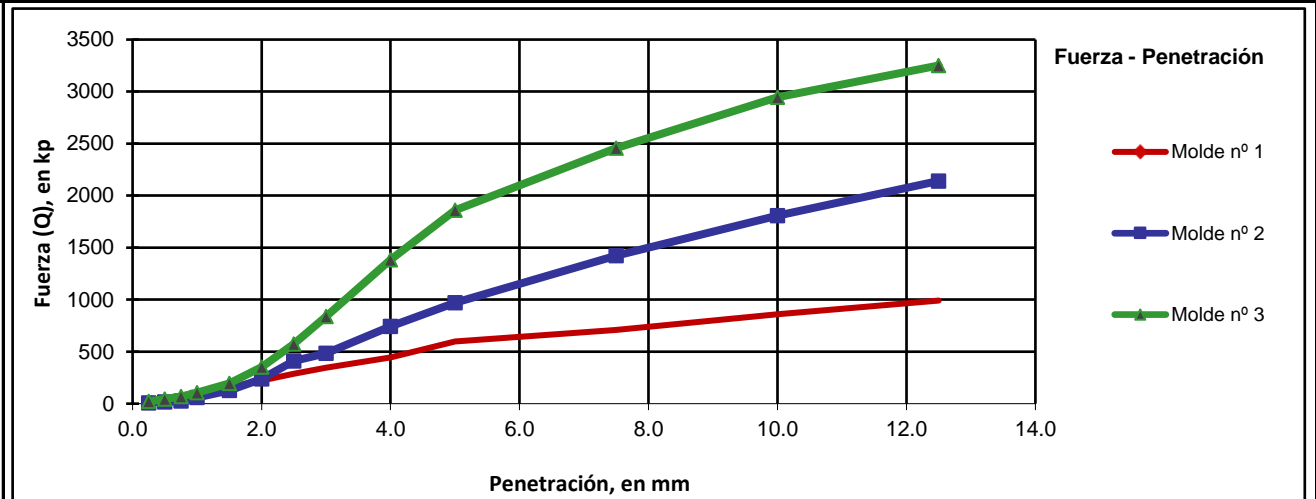
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>7.6</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>1.986</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	7.7	7.7	7.7
Agua absorbida, en %	4.8	2.9	2.3
Hinchamiento, en %	0.04	0.02	<b>0.01</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.890	1.924	1.981
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>29.35</b>	<b>47.58</b>	<b>91.04</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>27.30</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>49.24</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>95.28</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Muestra: **C-5 0.60 S**Fecha: **8 de agosto de 2022**

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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

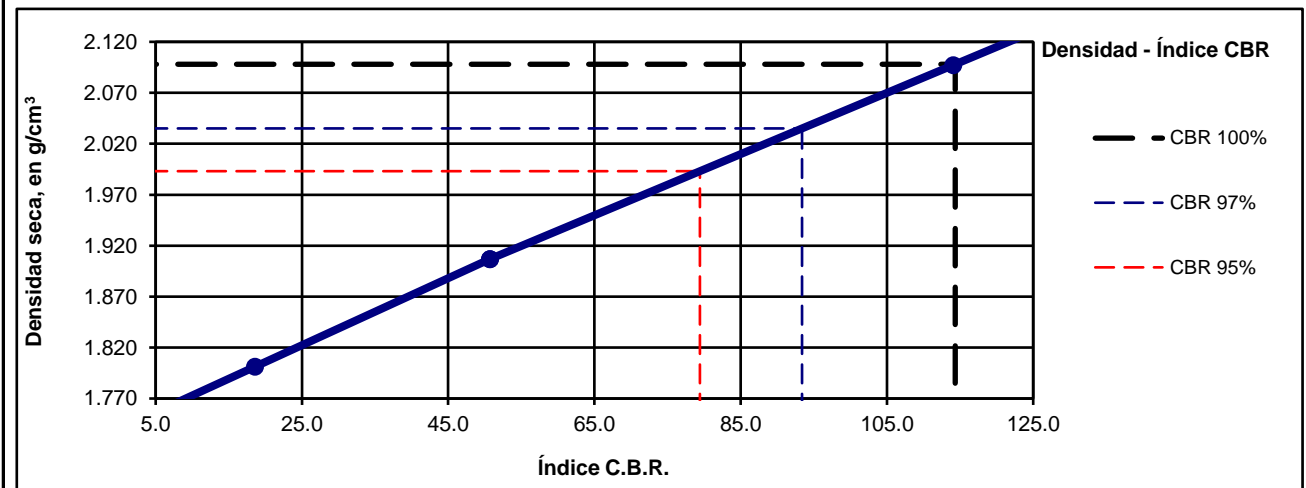
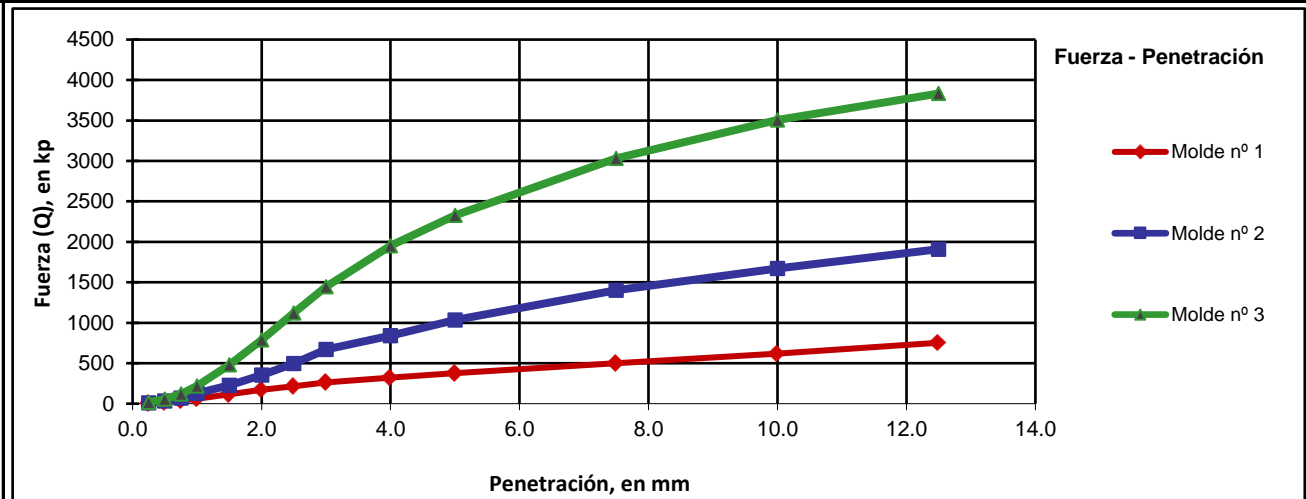
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>7.1</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.098</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	7.1	7.1	7.1
Agua absorbida, en %	6.8	3.9	2.8
Hinchamiento, en %	0.95	0.98	<b>1.02</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.801	1.907	2.097
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>18.57</b>	<b>50.72</b>	<b>114.07</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>79.42</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>93.39</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>114.34</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	---------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Muestra: **C-6 0.70 S**Fecha: **8 de agosto de 2022**

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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

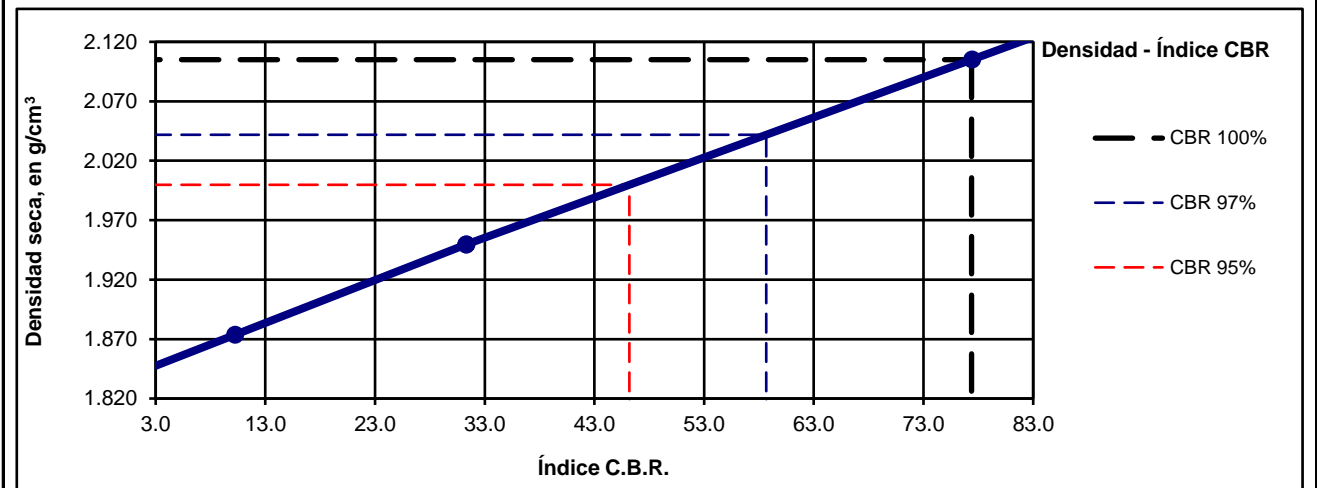
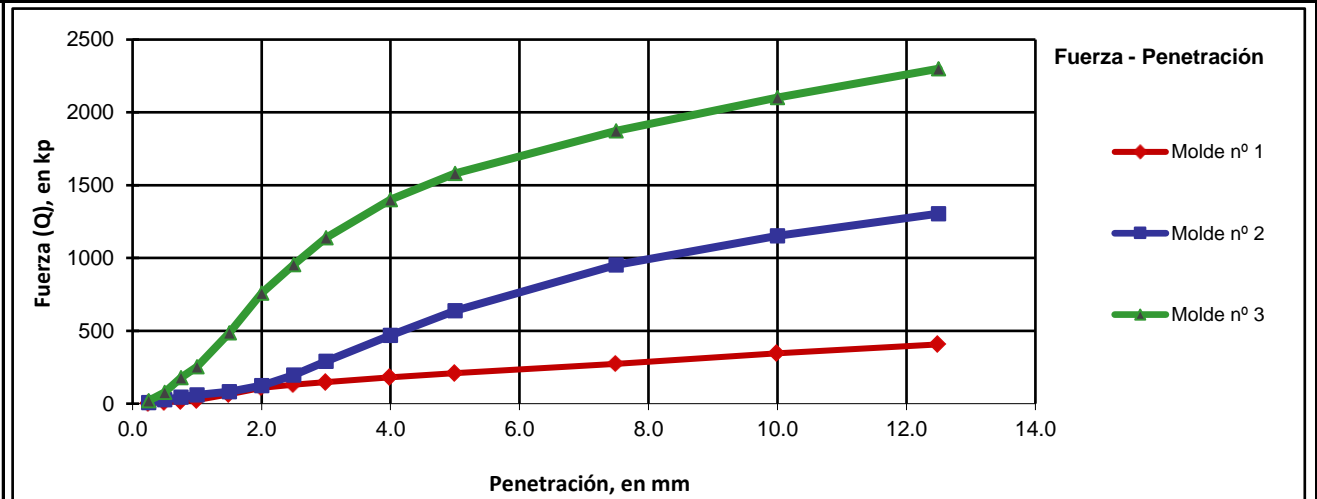
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>7.1</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.105</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	7.1	7.1	7.1
Agua absorbida, en %	6.8	4.1	2.6
Hinchamiento, en %	0.16	0.04	<b>-0.01</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.874	1.950	2.105
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>10.24</b>	<b>31.31</b>	<b>77.42</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>46.18</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>58.66</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>77.38</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Muestra: **C-7 0.60 S**Fecha: **8 de agosto de 2022**

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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

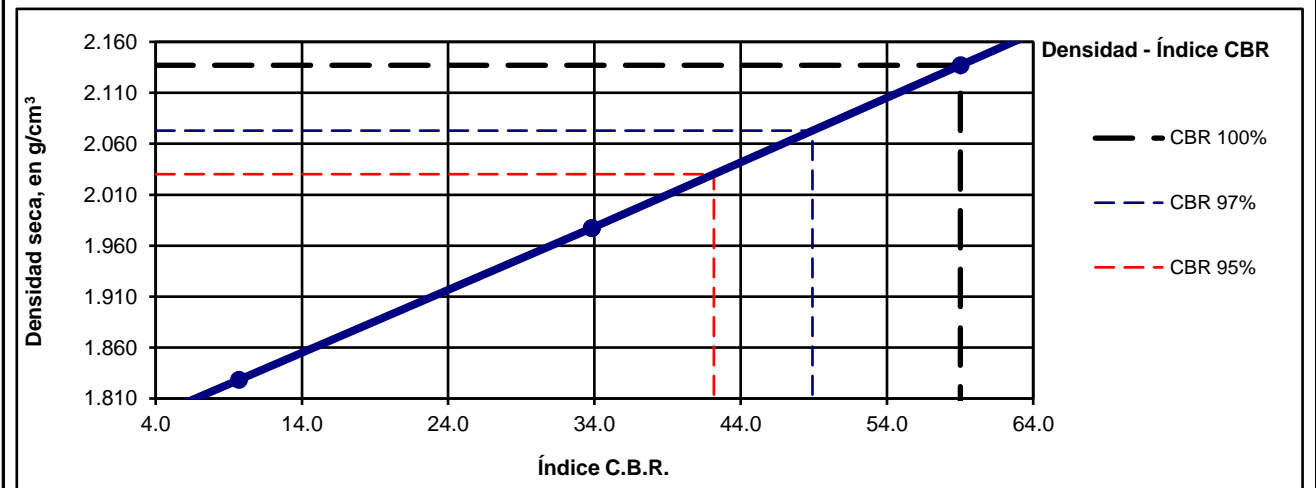
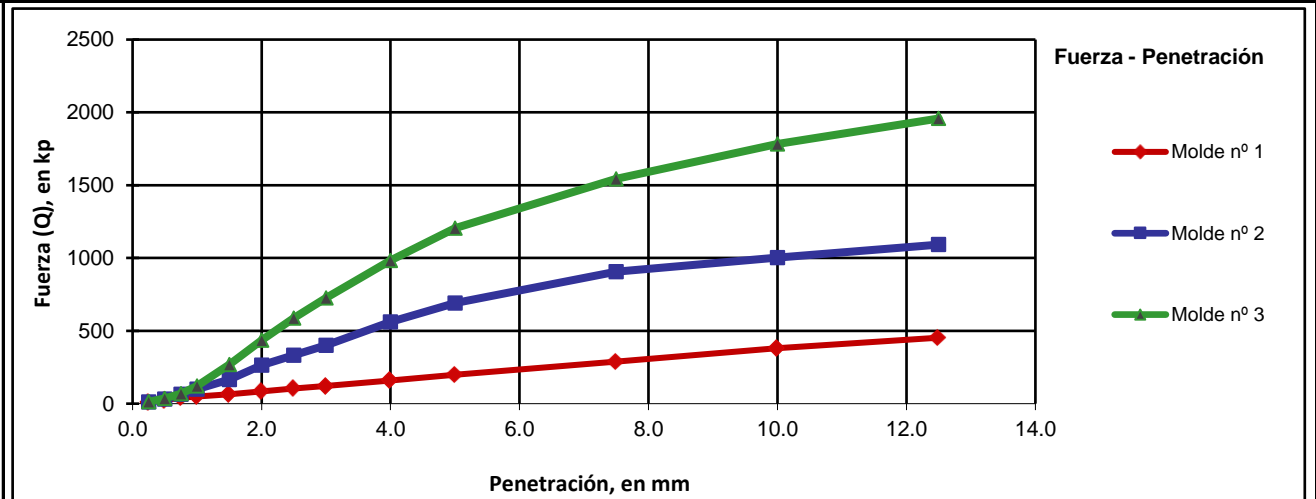
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>5.4</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.137</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	5.4	5.4	5.4
Agua absorbida, en %	8.7	6.4	5.7
Hinchamiento, en %	0.98	0.42	<b>-0.17</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.828	1.977	2.137
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>9.70</b>	<b>33.81</b>	<b>59.05</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>42.17</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>48.91</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>59.02</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-12 0.70 S

Fecha: 8 de agosto de 2022



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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

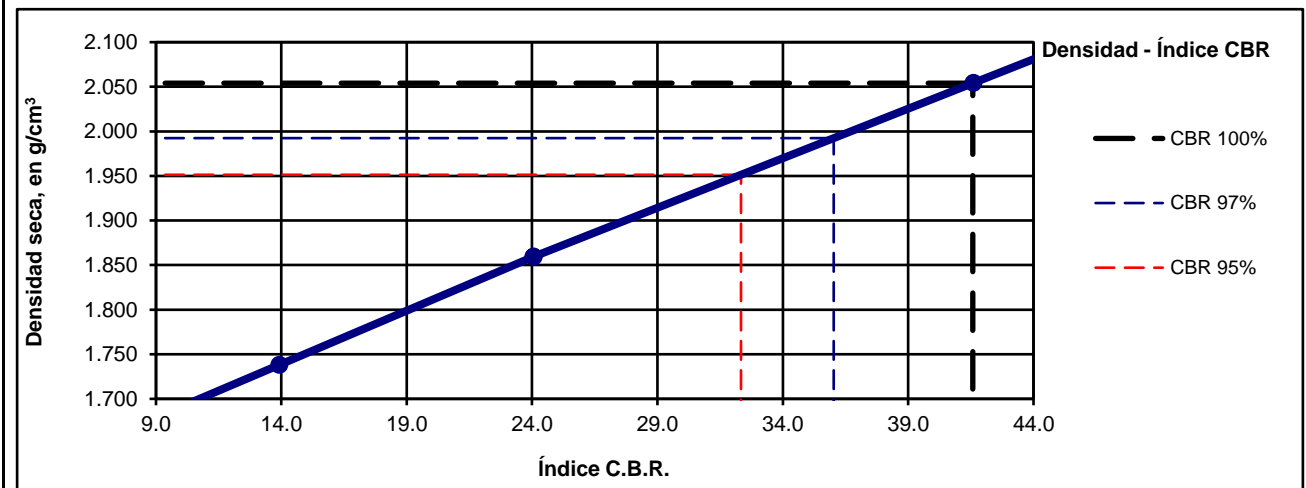
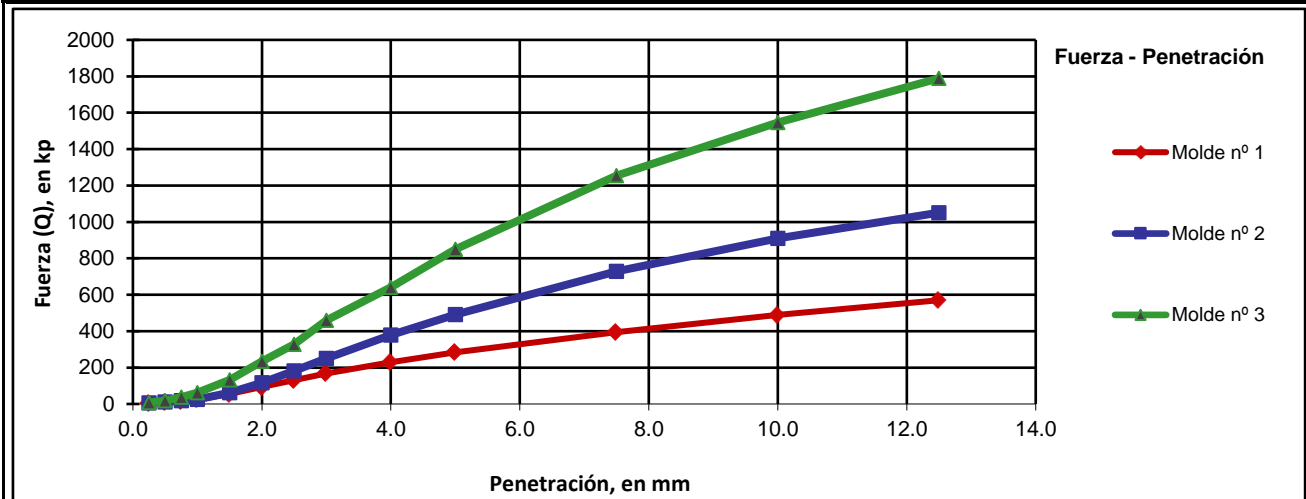
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>8.2</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.054</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	8.3	8.2	8.2
Agua absorbida, en %	8.2	5.9	4.4
Hinchamiento, en %	0.02	0.00	<b>-0.02</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.738	1.859	2.054
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>13.92</b>	<b>24.06</b>	<b>41.60</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>32.33</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>36.03</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>41.58</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-13 1.00 S

Fecha: 8 de agosto de 2022



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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

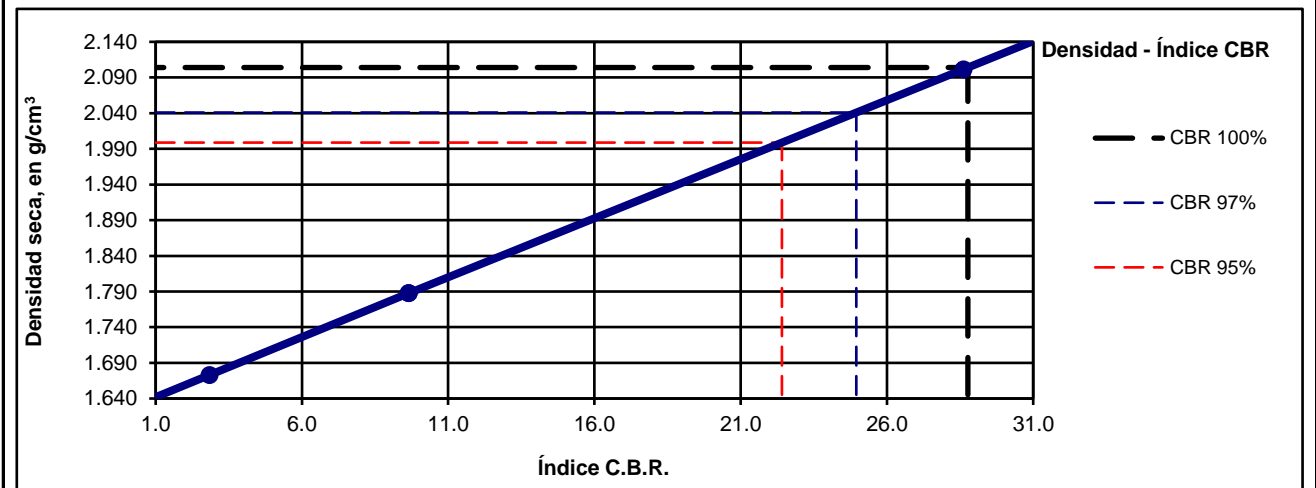
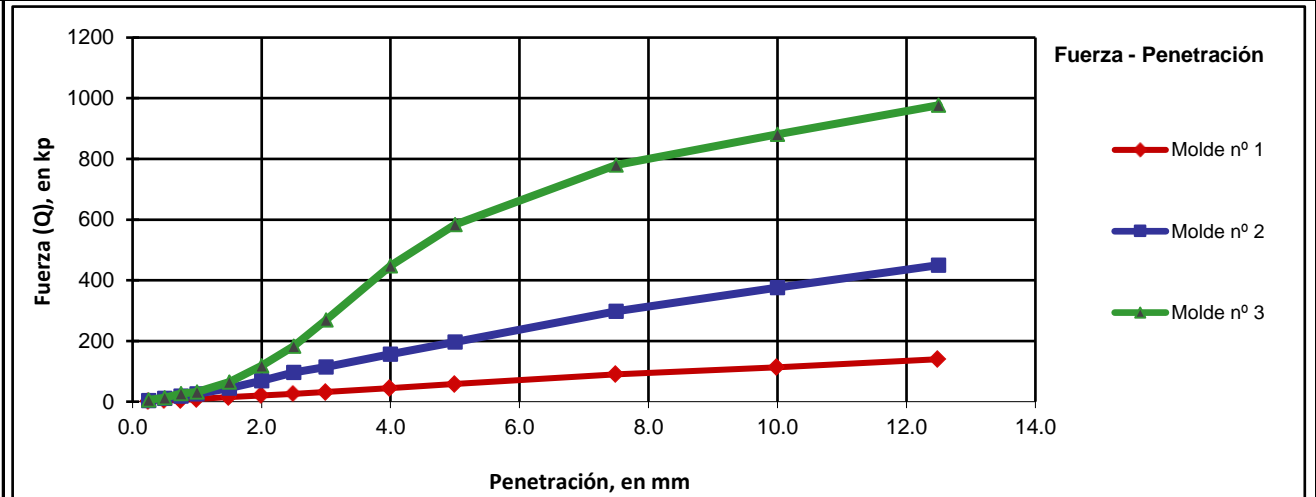
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>7.8</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.104</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	7.8	7.8	7.8
Agua absorbida, en %	13.7	10.4	7.4
Hinchamiento, en %	0.00	1.04	<b>1.22</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.673	1.788	2.102
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>2.84</b>	<b>9.65</b>	<b>28.62</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>22.41</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>24.95</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>28.77</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-15 0.50 S

Fecha: 8 de agosto de 2022



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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

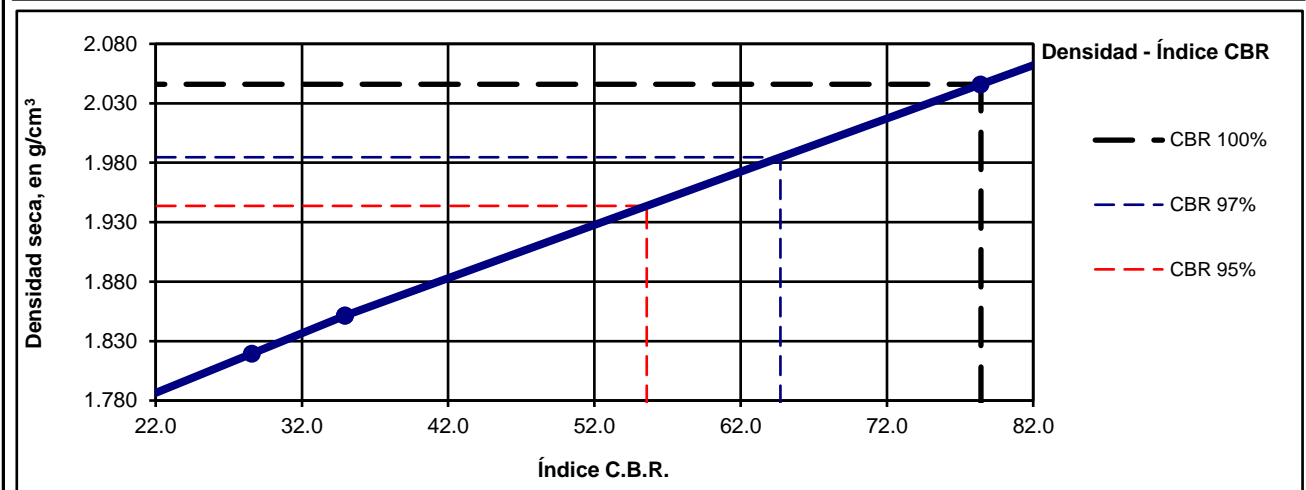
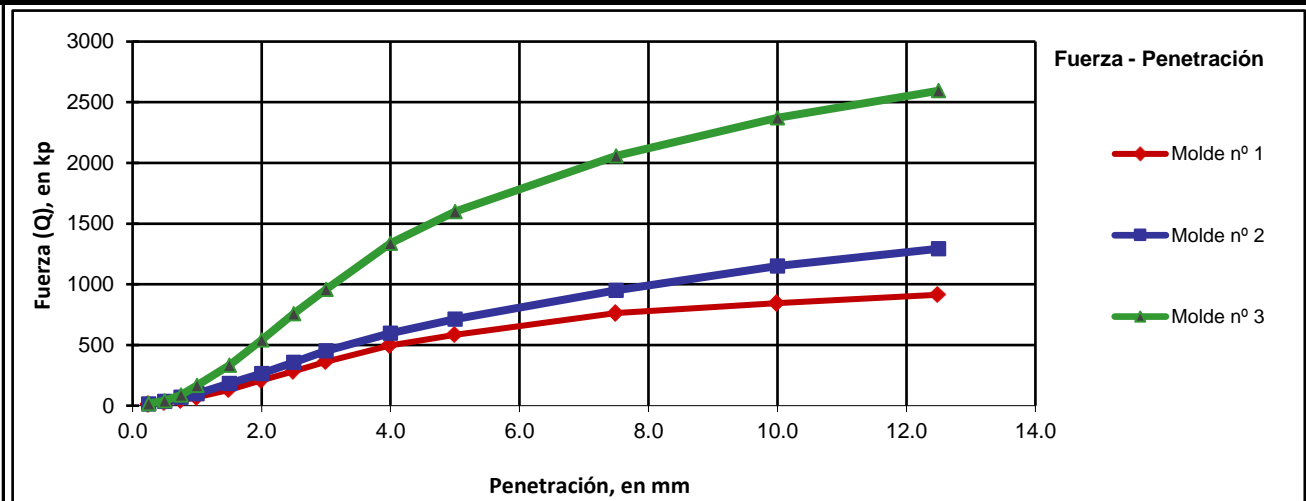
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>7.6</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.046</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	7.6	7.6	7.6
Agua absorbida, en %	6.4	5.6	3.6
Hinchamiento, en %	-0.08	-0.09	<b>-0.10</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.819	1.851	2.046
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>28.57</b>	<b>34.94</b>	<b>78.40</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>55.58</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>64.72</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>78.43</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**Obra: **ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID**Muestra: **C-16 0.40 S**Fecha: **8 de agosto de 2022**

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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

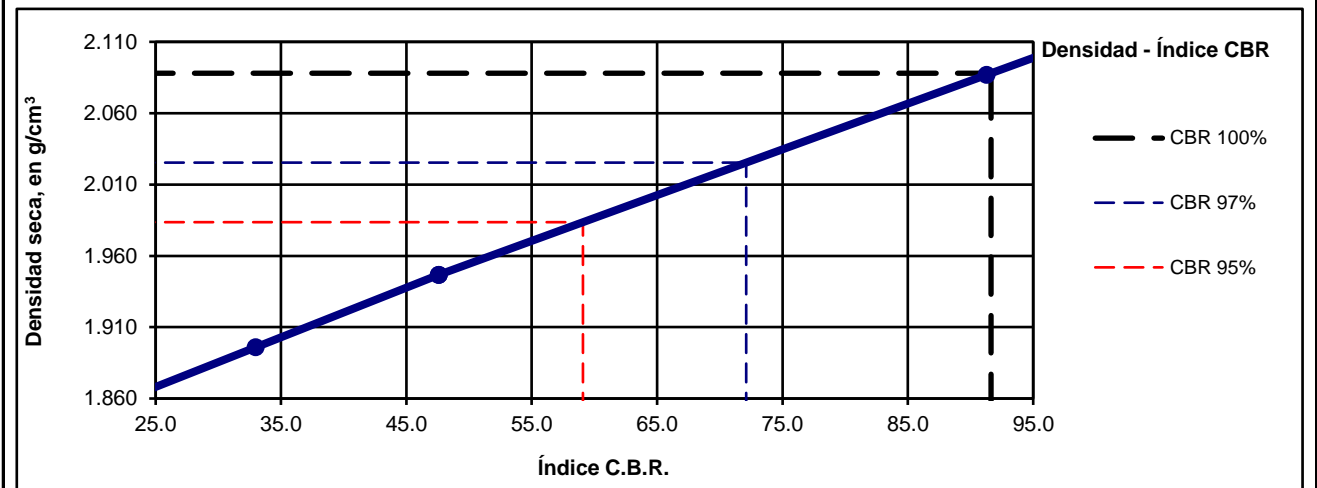
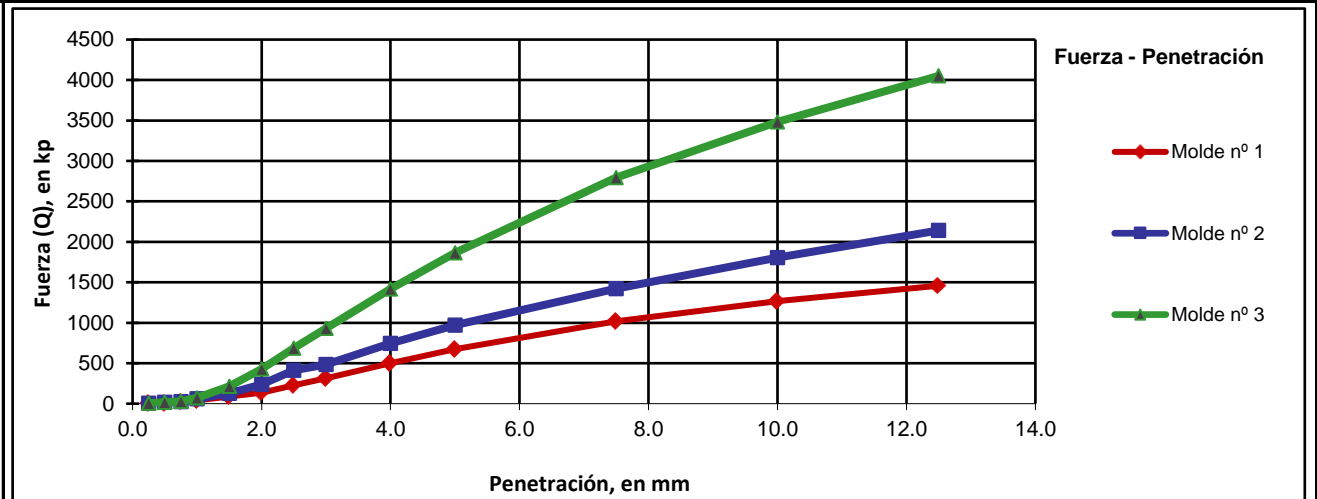
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>7.4</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.088</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	7.4	7.4	7.4
Agua absorbida, en %	5.1	3.5	2.1
Hinchamiento, en %	-0.02	0.01	<b>0.04</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.896	1.947	2.087
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>32.98</b>	<b>47.58</b>	<b>91.29</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>59.08</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>72.11</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>91.64</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Muestra: C-19 0.50 S

Fecha: 8 de agosto de 2022



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

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

## MÉTODO PARA DETERMINAR EL ÍNDICE C.B.R. DE UN SUELO UNE 103502:95

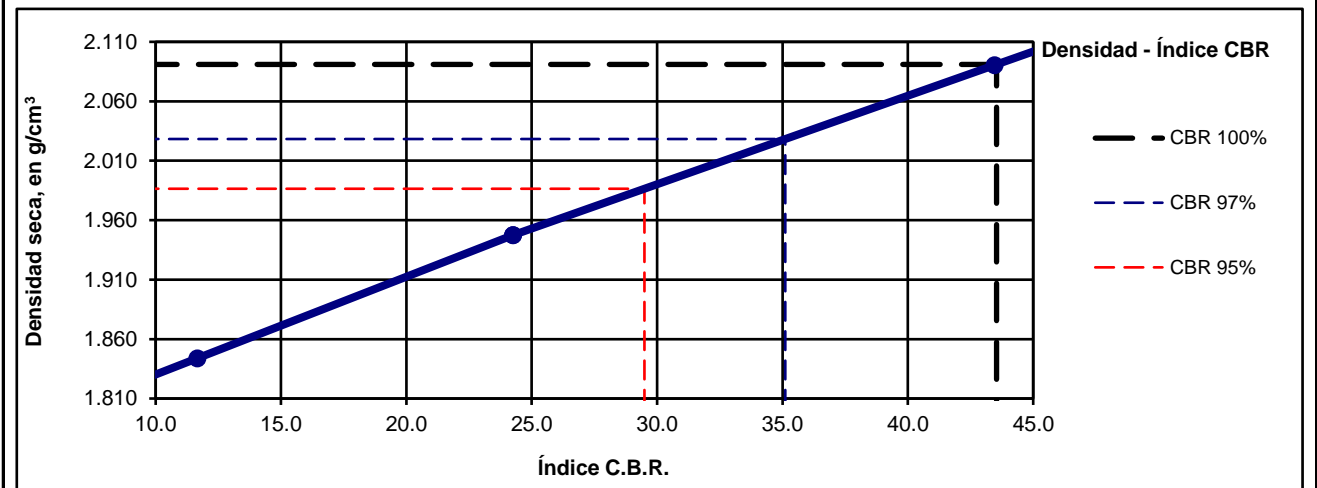
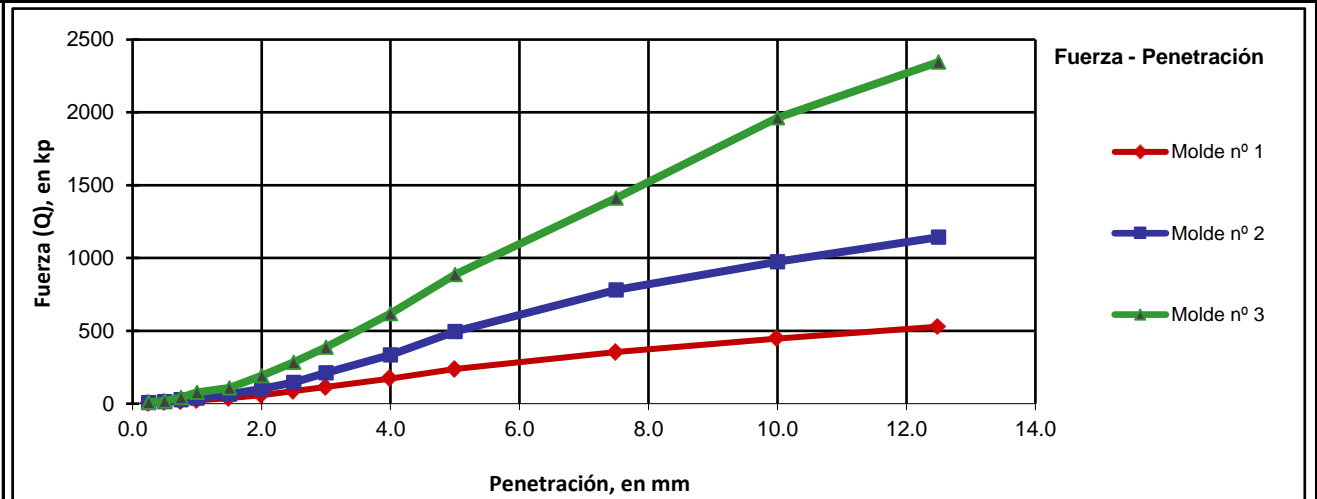
### DATOS INICIALES DEL ENSAYO

Muestra	<b>Compactada</b>	Humedad óptima, en %	<b>6.8</b>	Sobrecarga utilizada	<b>4.50 kg</b>
Próctor	<b>Modificado</b>	Densidad máx, en g/cm <sup>3</sup>	<b>2.091</b>	Material sustituido	<b>0.00%</b>

### RESULTADOS DEL ENSAYO

	<b>Molde nº 1</b>	<b>Molde nº 2</b>	<b>Molde nº 3</b>
	<b>15 golpes</b>	<b>30 golpes</b>	<b>60 golpes</b>
Humedad de compactación, en %	6.8	6.8	6.8
Agua absorbida, en %	8.1	6.2	4.3
Hinchamiento, en %	-0.18	-0.08	<b>0.02</b>
Densidad seca, en g/cm <sup>3</sup>	1.844	1.947	2.090
<b>Índice C.B.R.</b>	<b>11.66</b>	<b>24.26</b>	<b>43.46</b>

<b>C.B.R. 95 %</b>	<b>29.49</b>	<b>Índice C.B.R. 97 %</b>	<b>35.11</b>	<b>Índice C.B.R. 100 %</b>	<b>43.54</b>
--------------------	--------------	---------------------------	--------------	----------------------------	--------------



### Observaciones:

- El ensayo se realiza a una temperatura ambiente de 20 °C y una humedad relativa del 50 %.

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

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.

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID



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

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

Fecha: 16 de agosto de 2022

**Durabilidad del hormigón. Suelos Agresivos.**  
**DETERMINACIÓN DE CONTENIDO EN IÓN SULFATO**  
**Según la instrucción EHE 2008 y la norma UNE 83963:2008**

MUESTRA	Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), en mg/kg
C-2 1.20-1.40 S	100
C-3 0.90 S	0
C-4-1 1.00 MA	125
C-4-2 0.40 MA	575
C-5 0.60 S	300
C-6 0.70 S	325
C-7 0.60 S	375
C-8 0.40 MA	200
C-9 0.30 MA	1 550
C-10 1.00 MA	75
C-11 0.40 MA	50
C-12 0.70 S	50
C-12 1.50 MA	0
C-13 1.00 S	75
C-14 0.85 MA	50
C-15 0.50 S	25
C-16 0.40 S	0
C-18 0.20 MA	125
C-19 0.50 S	250
C-20 0.15 MA	575

**Grado de agresividad en suelos, según la instrucción EHE 2008\***

Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), en mg/kg	Débil	Medio	Fuerte
	2000-3000	3000-12000	> 12000

\*Tabla 8.2.3.b Clasificación de la agresividad química

Observaciones: -

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

Formato ASS-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 71 de 76  
Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)



Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID

Fecha: 18 de agosto de 2022



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

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

## CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA CON PERMANGANATO POTÁSICO UNE 103204:93

MUESTRA	Materia orgánica, en %
C-2 1.20-1.40 S	1.72
C-3 0.90 S	0.89
C-4-1 1.00 MA	1.62
C-4-2 0.40 MA	2.08
C-5 0.60 S	1.77
C-6 0.70 S	1.46
C-7 0.60 S	1.35
C-8 0.40 MA	1.04
C-9 0.30 MA	4.92
C-10 1.00 MA	1.51
C-11 0.40 MA	4.19
C-12 0.70 S	1.30
C-12 1.50 MA	1.62
C-13 1.00 S	1.62
C-14 0.85 MA	1.41
C-15 0.50 S	1.56
C-16 0.40 S	1.82
C-18 0.20 MA	2.08
C-19 0.50 S	1.93
C-20 0.15 MA	1.72

Observaciones: -

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

Formato ASO-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 73 de 76  
 Laboratorio acreditado en  
 geotecnia (nº 03267GTL08)

Nº Obra: **2022432**Cliente: **GHM Consultores, S.L.P.**

Obra: ESTUDIO GEOTÉCNICO VIALES CANTO REDONDO. SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS. MADRID



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

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

Fecha: 16 de agosto de 2022

## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN SALES SOLUBLES SUELOS UNE 103205:2006\*

MUESTRA	Residuo sales, en %
C-2 1.20-1.40 S	0.2550
C-3 0.90 S	0.2080
C-4-1 1.00 MA	0.3470
C-4-2 0.40 MA	0.3510
C-5 0.60 S	0.2080
C-6 0.70 S	0.1510
C-7 0.60 S	0.1270
C-8 0.40 MA	0.1430
C-9 0.30 MA	0.5440
C-10 1.00 MA	0.1780
C-11 0.40 MA	0.2040
C-12 0.70 S	0.1000
C-12 1.50 MA	0.1080
C-13 1.00 S	0.1460
C-14 0.85 MA	0.1900
C-15 0.50 S	0.2840
C-16 0.40 S	0.1410
C-18 0.20 MA	0.4230
C-19 0.50 S	0.2600
C-20 0.15 MA	0.3250

**Observaciones:** \*Esta norma es una actualización de la norma NLT-114/99 que aparece en PG-3

*Este ensayo no está creditado por la Comunidad de Madrid en el Área de Geotecnia (GTL) Nº 03267GTL08*

Formato QSS-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 74 de 76  
Laboratorio acreditado en  
geotecnia (nº 03267GTL08)



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



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

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

El presente informe consta de setenta y seis hojas numeradas y selladas.

Madrid, 29 de agosto de 2022

**SANDRA PÉREZ GARCÍA-LAJARA**  
Responsable de Área GTL

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

**CÉSAR ZAPICO MARTÍN**  
Director Técnico

## APENDICE 4. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Calicata 1. Emplazamiento



Fotografía 2. Calicata 1. Fondo



Fotografía 3. Calicata 1. Pared



Fotografía 4. Calicata 1. Material





Fotografía 5. Calicata 2 (PTO-1). Emplazamiento



Fotografía 6. Calicata 2 (PTO-1). Fondo



Fotografía 7. Calicata 2 (PTO-1). Pared



Fotografía 8. Calicata 2 (PTO-1). Material





Fotografía 9. Calicata 3. Emplazamiento



Fotografía 10. Calicata 3. Fondo



Fotografía 11. Calicata 3. Pared



Fotografía 12. Calicata 3. Material





Fotografía 13. Calicata 4-1. Emplazamiento



Fotografía 14. Calicata 4-1. Fondo



Fotografía 15. Calicata 4-1. Pared



Fotografía 16. Calicata 4. Material





Fotografía 17. Calicata 4-2. Emplazamiento



Fotografía 18. Calicata 4-2. Fondo



Fotografía 19. Calicata 4-2. Pared



Fotografía 20. Calicata 4-2. Material





Fotografía 21. Calicata 5. Emplazamiento



Fotografía 22. Calicata 5. Fondo



Fotografía 23. Calicata 5. Pared



Fotografía 24. Calicata 5. Material





Fotografía 25. Calicata 6. Emplazamiento



Fotografía 26. Calicata 6. Fondo



Fotografía 27. Calicata 6. Pared



Fotografía 28. Calicata 6. Material





Fotografía 29. Calicata 7 (PTO-2). Emplazamiento



Fotografía 30. Calicata 7 (PTO-2). Fondo



Fotografía 31. Calicata 7 (PTO-2). Pared



Fotografía 32. Calicata 7 (PTO-2). Material





Fotografía 33. Calicata 8. Emplazamiento



Fotografía 34. Calicata 8. Fondo



Fotografía 35. Calicata 8. Pared



Fotografía 36. Calicata 8. Material





Fotografía 37. Calicata 9. Emplazamiento



Fotografía 38. Calicata 9. Fondo



Fotografía 39. Calicata 9. Pared



Fotografía 40. Calicata 9. Material





Fotografía 41. Calicata 10. Emplazamiento



Fotografía 42. Calicata 10. Fondo



Fotografía 43. Calicata 10. Pared



Fotografía 44. Calicata 10. Material





Fotografía 45. Calicata 11. Emplazamiento



Fotografía 46. Calicata 11. Fondo



Fotografía 47. Calicata 11. Pared



Fotografía 48. Calicata 11. Material





Fotografía 49. Calicata 12. Emplazamiento



Fotografía 50. Calicata 12. Fondo



Fotografía 51. Calicata 12. Pared



Fotografía 52. Calicata 12. Material





Fotografía 53. Calicata 13. Emplazamiento



Fotografía 54. Calicata 13. Fondo



Fotografía 55. Calicata 13. Pared



Fotografía 56. Calicata 13. Material





Fotografía 57. Calicata 14. Emplazamiento



Fotografía 58. Calicata 14. Fondo



Fotografía 59. Calicata 14. Pared



Fotografía 60. Calicata 14. Material





Fotografía 61. Calicata 15. Emplazamiento



Fotografía 62. Calicata 15. Fondo



Fotografía 63. Calicata 15. Pared



Fotografía 64. Calicata 15. Material





Fotografía 65. Calicata 16. Emplazamiento



Fotografía 66. Calicata 16. Fondo



Fotografía 67. Calicata 16. Pared



Fotografía 68. Calicata 16. Material





Fotografía 69. Calicata 18. Emplazamiento



Fotografía 70. Calicata 18. Fondo



Fotografía 71. Calicata 18. Pared



Fotografía 72. Calicata 18. Material





Fotografía 73. Calicata 19. Emplazamiento



Fotografía 74. Calicata 19. Fondo



Fotografía 75. Calicata 19. Pared



Fotografía 76. Calicata 19. Material





Fotografía 77. Calicata 20. Emplazamiento



Fotografía 78. Calicata 20. Fondo



Fotografía 79. Calicata 20. Pared



Fotografía 80. Calicata 20. Material





Fotografía 81. Punto propuesto para calicata 17 (PTO-3). Canalización



Fotografía 82. Punto propuesto para calicata 17 (PTO-3). Canalización



Fotografía 83. Geofísica. Perfiles sísmicos. Sísmica de refracción



Fotografía 84. Geofísica. Perfiles sísmicos. Sísmica de refracción





Fotografía 85. Geofísica. Perfiles sísmicos. Sísmica de refracción



Fotografía 86. Geofísica. Perfiles sísmicos. Sísmica de refracción



Fotografía 87. Talud en ubicación de Calicata 17



Fotografía 88. Talud entre Calicata 13 y 16 (1)





Fotografía 89. Talud entre Calicata 13 y 16 (2)



Fotografía 90. Talud entre Calicata 13 y 16 (3)



Fotografía 91. Talud en ubicación de Calicata 19 (1)



Fotografía 92. Talud en ubicación de Calicata 19 (2)





Fotografía 93. Depósito de agua



Fotografía 94. Depósito de agua



Fotografía 95. Depósito de agua



Fotografía 96. Tendido eléctrico entre Calicata 3 y 5



Fotografía 97. Tendido eléctrico entre Calicata 8 y 9



Fotografía 98. Tubería en Calicata 2 (PTO-1)