

# Estudio Geotécnico para Proyecto Básico y de Ejecución de la Unidad de Ensayos Oncológicos en el Hospital Clínico San Carlos, Madrid

INFORME

IMPUTACIÓN 28-200009-NM

MARZO 2020



**Imputación:** 28-200009-NM

**Obra:** Estudio Geotécnico para Proyecto Básico y de Ejecución de la  
Unidad de Ensayos Oncológicos en el Hospital Clínico San Carlos,  
Madrid

**Asunto:** Informe geotécnico

**Fecha:** Marzo de 2020

**Informe:** nº 1

**Peticionario:** AIDHOS Arquitectura

**Notas:**

- Este documento no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación, por escrito de G.O.C. y del cliente.
- Este Informe es considerado por G.O.C. como confidencial, por lo que no se facilitará información relativa al mismo a terceras personas no implicadas en el proceso constructivo, salvo autorización escrita del Peticionario o en los casos previstos por las leyes.
- Si desean expresar algún comentario al presente informe o a otra actuación en la obra, por favor diríjanse al Inspector Responsable de la misma o, si lo prefiere, directamente al Área de Calidad a través del teléfono 902.998.190, o a la siguiente dirección de correo electrónico: [calidad@gocsa.es](mailto:calidad@gocsa.es).

## **ÍNDICE**

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>RECONOCIMIENTOS REALIZADOS .....</b>	<b>5</b>
2.1	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....	5
2.2	TRABAJOS REALIZADOS .....	5
2.2.1	Sondeos a rotación con recuperación de testigo .....	5
2.2.2	Ensayos de penetración dinámica tipo DPSH .....	7
2.3	ENSAYOS DE LABORATORIO .....	8
<b>3</b>	<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA .....</b>	<b>9</b>
3.1	GEOLOGÍA REGIONAL .....	9
3.2	HIDROGEOLOGÍA .....	11
3.3	GEOLOGÍA DE LA PARCELA .....	11
3.4	ACCIONES SÍSMICAS .....	12
<b>4</b>	<b>CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA .....</b>	<b>16</b>
4.1	NIVEL GEOTÉCNICO 1. "RELLENO ANTRÓPICO" .....	16
4.2	NIVEL GEOTÉCNICO 2. "SUSTRATO TERCIARIO" .....	18
<b>5</b>	<b>RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS .....</b>	<b>20</b>
5.1	EXCAVABILIDAD .....	20
5.2	CONDICIONES DE CIMENTACIÓN .....	20
5.3	OTRAS RECOMENDACIONES .....	24
5.3.1	Agresividad .....	24
5.3.1	Parámetros para el diseño de contenciones .....	24
5.3.2	Cavidades .....	24
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>25</b>

### **ANEXOS:**

ANEXO I:	Plano de situación general sobre fotografía aérea
ANEXO II:	Planta de situación de los reconocimientos
ANEXO III:	Perfiles geotécnicos
ANEXO IV:	Registro de los sondeos
ANEXO V:	Registro de los penetrómetros
ANEXO VI:	Ensayos de laboratorio

## **1 INTRODUCCIÓN**

Con motivo de la redacción del Proyecto Básico y de Ejecución de la Unidad de Ensayos Oncológicos en el Hospital Clínico San Carlos, en Madrid, la empresa AIDHOS Arquitectura encargó a nuestra firma, G.O.C., S.A., la realización del estudio geotécnico de la parcela donde se ubicará el proyecto.

El objeto del presente informe es exponer los criterios generales de cimentación, caracterizar los diferentes materiales que aparecen en la zona de estudio y definir las condiciones de apoyo de la cimentación de la estructura en función de la cota de apoyo de las cimentaciones, así como todos los condicionantes geotécnicos necesarios para el desarrollo del Proyecto.



## 2 RECONOCIMIENTOS REALIZADOS

### 2.1 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Para la realización del presente informe se ha consultado la cartografía geológica a escala 1:50.000 editada por el I.G.M.E., Hoja 559 –Madrid, así como el Atlas Geocientífico del Medio Natural de la Comunidad de Madrid del Instituto Geominero de España.

Además, se ha consultado el artículo “Criterios de diseño de pantallas continuas en la ampliación del metro de Madrid”, C. Oteo; J.M. Rodríguez Ortiz; M. Melis.

### 2.2 TRABAJOS REALIZADOS

Después de analizar todos los antecedentes de la zona, se llevó a cabo la campaña de prospección geotécnica recogida en propuesta de reconocimientos.

Esta campaña ha estado condicionada por la accesibilidad de la maquinaria y servicios afectados existentes.

Los reconocimientos corresponden a dos sondeos y tres penetrómetros dinámicos. La longitud máxima alcanzada en los sondeos ha sido de 21,15 m, mientras que en los penetrómetros se alcanzó una profundidad máxima de 8,80 m.

A continuación se procede a la descripción de estos reconocimientos y de los equipos empleados para su realización.

#### 2.2.1 Sondeos a rotación con recuperación de testigo

La máquina utilizada para la realización de los sondeos es una sonda rotativa modelo Tecoinsa Modelo TP-50. En la fotografía que aparece a continuación se puede observar la máquina empleada.



Fotografía 1. Vista de la sonda empleada para la ejecución del sondeo.

Este tipo de reconocimiento consiste en perforaciones de pequeño diámetro (101-76 mm) que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno así como extraer muestras del mismo y, eventualmente realizar ensayos “in situ”. El testigo del terreno recuperado se depositó en sus correspondientes cajas debidamente ordenadas e identificadas, para su traslado al laboratorio donde se efectuaron los oportunos ensayos.

A lo largo del sondeo se han realizado ensayos de penetración estándar (S.P.T.). De esta forma se han extraído materiales a diferentes profundidades con el objeto de clasificarlos y definir sus propiedades de resistencia, deformabilidad y agresividad frente al hormigón.

El ensayo S.P.T determina la resistencia de los suelos a la penetración de un tomamuestras partido permitiendo obtener muestras alteradas del terreno.

El equipo necesario para la realización de esta prueba consta de un tomamuestras bipartido de pared gruesa de 51 mm de sección acoplado a un varillaje rígido, en cuyo extremo se coloca la cabeza de golpeo y contragolpe, sobre la que impacta una maza de 63,5 kg en caída libre desde una altura de 75 cm. Este equipo suele ir montado sobre la máquina de sondeos, acoplado a la sonda y con un funcionamiento automático.

En el procedimiento de realización del ensayo se distinguen dos fases. La primera de ellas es la de hincas o colocación de 15 cm, incluyendo la penetración inicial del tomamuestras bajo su propio peso, y una segunda fase o ensayo de hincas propiamente dicho, en la cual se anota el número de golpes necesario para penetrar adicionalmente 30 cm.

Los ensayos S.P.T. se dan por terminados cuando el tomamuestras se ha introducido totalmente o cuando en cualquiera de los tramos de 15 cm se haya requerido más de 50 golpes, lo cual se considera rechazo.

En la siguiente tabla resumen se indica: la profundidad alcanzada en los sondeos y los ensayos “in situ” realizados en los mismos (referidos a la boca de sondeo).

Sondeo	Profundidad del sondeo (m)	Profundidad del ensayo (m)	Tipo de ensayo	N <sub>30</sub>
S-1	10,60	2,00-2,60	SPT-1	29
		4,00-4,60	MI-1	81
		6,00-6,60	SPT-2	50
		8,00-8,60	SPT-3	62
		10,00-10,60	SPT-4	82
S-2	10,55	2,40-3,00	MI-1	74
		4,00-4,60	SPT-1	38
		6,00-6,60	SPT-2	R
		8,00-8,60	SPT-3	R
		10,00-10,55	SPT-4	R

Tabla 1. Profundidades alcanzadas en los sondeos y muestreo.

El registro de los sondeos se adjunta en el anexo IV de este informe. La ubicación de los mismos se muestra en la planta de situación de reconocimientos, que se adjunta en el anexo II del presente informe.

### 2.2.2 Ensayos de penetración dinámica tipo DPSH

Se han realizado tres ensayos de penetración dinámica superpesada en los que se ha alcanzado una profundidad máxima de 8,80 m.

El ensayo de penetración dinámica tipo “DPSH” consiste en medir el número de golpes necesarios para hincar 20 cm en el terreno, una puntaza de sección circular de 20 cm<sup>2</sup> y ángulo en punta de 90°, prolongada en su parte superior por un cilindro de igual sección y 50 mm de altura. Los golpes se aplican dejando caer desde 75 cm una maza de 63,5 kg, transmitiéndose la energía del golpe a la puntaza mediante un varillaje enroscable de 32 mm de diámetro.

La resistencia a la penetración se define como el número de golpes necesario para hacer avanzar el penetrómetro una longitud de 20 cm, designándose este valor como N<sub>20</sub>. Los resultados se representan en gráficos que reflejan los diferentes golpeos obtenidos en función de la profundidad.

Según la norma UNE-EN ISO 22476-2, el ensayo de penetración dinámica DPSH se considera terminado cuando se da alguno de los siguientes supuestos:

- Si se alcanza el rechazo, que se fija en un valor de N<sub>20</sub>= 200 golpes.
- Si se obtiene un valor de golpeo superior a 100 continuamente en 1,00 m, es decir, en cinco tramos consecutivos.

A partir de los valores de golpeo N<sub>30</sub> del ensayo S.P.T., se pueden emplear distintas correlaciones establecidas por varios autores, por lo que los valores de golpeo de los ensayos de penetración dinámica deben corregirse para obtener el N<sub>30</sub> del S.P.T. La equivalencia entre los valores de golpeo obtenidos en el ensayo de penetración tipo DPSH y los obtenidos en el ensayo de penetración estándar SPT es:  $N_{SPT} \approx N_{DPSH} \times (1,2 \text{ a } 1,5)$ . En este caso se ha tomado un valor  $N_{SPT} \approx N_{DPSH} \times 1,2$ .

La profundidad alcanzada en los ensayos de penetración dinámica DPSH realizado, se reflejan en la siguiente tabla:

Penetrómetro	Profundidad* alcanzada (m)
P-1	0,20
P-2	5,60
P-3	8,80

\*Respecto a la superficie actual del terreno en el momento de realización de los ensayos

Tabla 2. Profundidades alcanzadas en los DPSH.

La ubicación de estos penetrómetros se muestra en la planta de situación de los reconocimientos que se adjunta en el anexo II del presente informe y su registro en el anexo V.

### **2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO**

Sobre las muestras extraídas en el sondeo se han realizado los ensayos de laboratorio que se exponen a continuación:

- Determinación de límites de Atterberg (6).
- Análisis granulométrico por tamizado (6).
- Acidez Baumann-Gully (ml/kg) (3).
- Determinación del contenido en sulfatos (3).
- Ensayo de corte directo (2).
- Determinación de la densidad (2)
- Determinación de la humedad natural (2)
- Agresividad de agua según EHE (1)

Los resultados obtenidos se adjuntan en el anexo VI del presente informe.

### 3 CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA

#### 3.1 GEOLOGÍA REGIONAL

La zona objeto de estudio, desde el punto de vista geológico pertenece a la unidad geomorfológica y geoestructural de la meseta y se sitúa en el borde de la Cuenca del Tajo. Se trata de una cubeta sedimentaria, resultado de una intensa actividad tectónica, que provocó el levantamiento de los bordes de la cuenca y la consiguiente subsidencia de la depresión (superior a los 2.300 m), la cual fue rellenándose progresivamente por sedimentos provenientes de la desmantelación de los relieves generados. En la parte central de la cuenca, existe también una sedimentación de origen químico.

Los límites que definen esta cuenca son por el Norte la Sierra de Guadarrama, englobada dentro del Sistema Central, formada principalmente por materiales graníticos y metamórficos atravesados por numerosos diques. Por el Sur, la cuenca queda cerrada por los Montes de Toledo.

Durante la orogenia Alpina, emergieron estas principales sierras, marcando la Sierra de Guadarrama dos depresiones tectónicas, una al Norte y otra al Sur, siendo esta última la Cuenca del Tajo. El contacto entre la Sierra de Guadarrama y el borde Norte de la Cuenca del Tajo queda definido por medio de una gran falla de dirección SO-NE. (Figura 1).

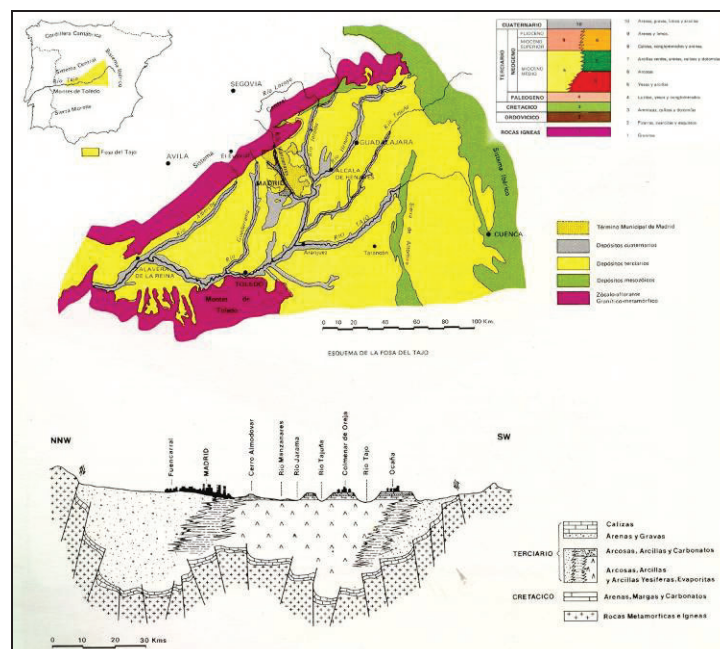


Figura 1. Esquema de la Cuenca del Tajo. Fuente: Geología, Geomorfología, Hidrogeología y Geotecnia de Madrid. Ayuntamiento de Madrid. 1.986

Favorecidos por los bordes de este graben, se desarrollaron grandes sistemas de abanicos aluviales, que llevaron a cabo las labores de transporte y sedimentación de los productos de erosión de los macizos ígneos durante el período Mioceno, mientras que paralelamente en el interior de la cuenca tenía lugar un sistema deposicional de tipo lacustre con sedimentación preferentemente de tipo químico (evaporítico). Resultado de esta disposición, se crea morfológicamente una distribución de facies, en función de proximidad o lejanía al área fuente, teniéndose así: facies Marginales de Cuenca (o de borde), de Transición (o intermedias) y de Interior de Cuenca (o centrales). Esta sedimentación endorreica es típica de cuencas intramontanas de clima árido.

En superficie se distinguen una serie de franjas, así, una hipotética línea que uniera Barajas con Leganés, dejaría al Norte depósitos detríticos principalmente, otra línea que uniera San Fernando de Henares y Pinto situaría los depósitos evaporíticos al Sur, y entre ambas quedarían los depósitos de facies intermedias.

Las **Facies Marginales de Cuenca** (o de Borde) corresponden a materiales de origen detrítico y naturaleza arcósica con proporciones variables en matriz arcillosa, muy inmaduros y heterogéneos relacionados con los abanicos aluviales, estando su sedimentación controlada por los pulsos energéticos y tectónicos de reactivación del relieve, que originan consecuentemente la progradación de los sedimentos gruesos sobre los finos. Constituyen la denominada Facies Madrid, correspondiendo a los términos de Arena de Miga y Tosco del lenguaje geotécnico.

Las **Facies de Transición** (o Intermedias), están integradas por materiales detríticos y evaporíticos acuñados, presentándose niveles de sílex en las margas yesíferas. Corresponden a las zonas distales de los abanicos, de menor energía, que coexistirían con los bordes de las cuencas lacustres. Equivale a las peñuelas del lenguaje geotécnico.

Las **Facies de Interior de Cuenca** (o Centrales), están formadas por depósitos lacustres, constituidas por materiales arcillosos, evaporíticos, yesos, margas yesíferas, con alguna intercalación de calizas tableadas y margas blancas. A finales del Terciario, va desapareciendo el carácter endorreico, para evolucionar a una dinámica fluvial y de vertiente, caracterizada por procesos de erosión y sedimentación.

La edad de los materiales miocenos detríticos y evaporíticos es Burdigaliense-Vindobiense, y se ha establecido a partir de los abundantes restos de vertebrados hallados en los valles de los ríos Jarama, Manzanares y Tajo.

Superponiéndose a los materiales miocenos, se sitúan los depósitos cuaternarios, bien naturales (depósitos aluviales, coluviales, terrazas, etc.), o antrópicos (vertederos, escombreras, etc.).

En la figura que se adjunta a continuación, extraída del mapa de la serie Magna del I.G.M.E., se puede observar la geología de la zona de estudio.



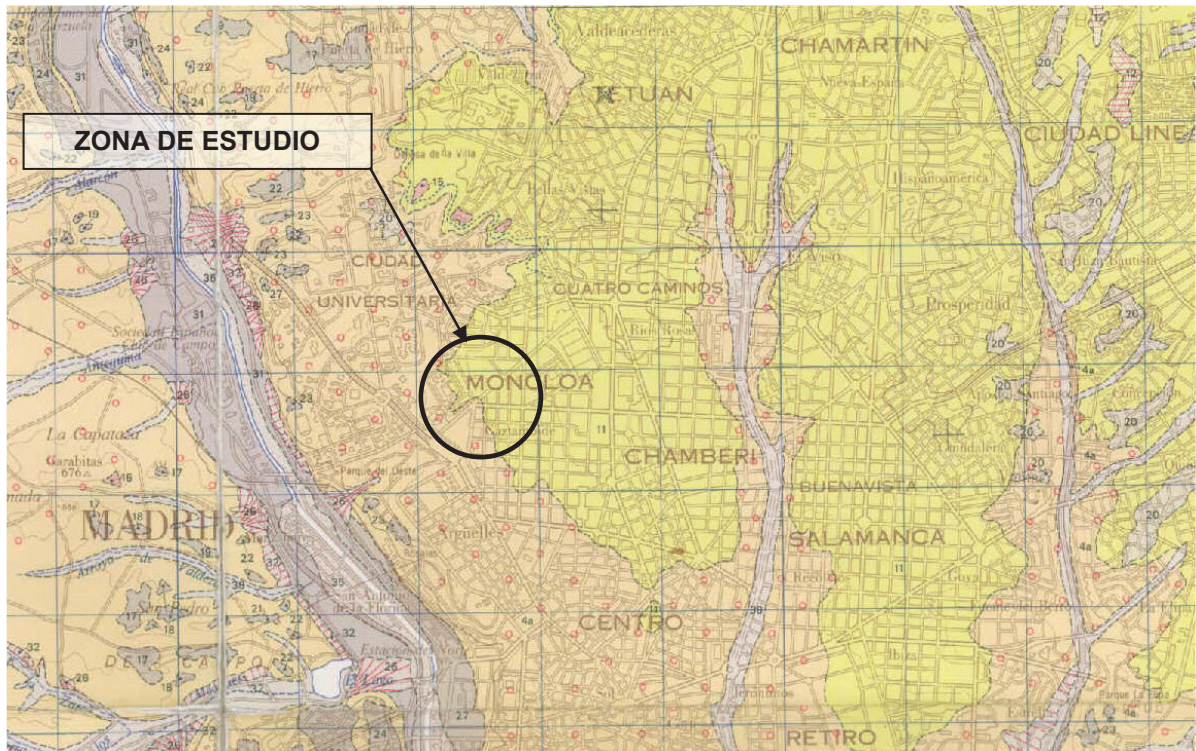


Figura 2. Hoja 559 – Madrid, del Mapa Geológico de España.

### 3.2 HIDROGEOLOGÍA

En los sondeos realizados se ha detectado nivel freático a 6,40 m de profundidad en el S-1 y a 8,10 m en el sondeo S-2.

Estos niveles deben de corresponder a pequeños acuíferos colgados embebidos en lentejones más arenosos que existen en el sustrato terciario.

### 3.3 GEOLOGÍA DE LA PARCELA

En la zona de estudio donde se ubicarán las nuevas estructuras el terreno está constituido por un primer nivel superficial formado por rellenos antrópicos de naturaleza granular y compacidad floja. Estos rellenos tienen un espesor máximo detectado en las investigaciones realizadas, variable entre 2,0 y 2,4 m.

Por debajo de estos rellenos, se localiza el sustrato terciario, que está constituido por arena marrón clara, con contenidos variables de arcilla, entre algo y bastante, que forman parte de la denominada en la zona como Arena de Miga. El sustrato terciario detectado, se considera de naturaleza granular.

Los materiales arenosos que conforman el sustrato terciario granular presentan una compacidad densa a muy densa.



En el emplazamiento del penetrómetro P-3 (zona norte de estudio) ha aparecido una zona muy blanda entre 6,0 y 8,0 m de profundidad. Esta zona se interpreta como la existencia de una galería de recogida de aguas existente a esa profundidad, y probablemente colmatada de sedimentos.

Este tipo de galerías son habituales en el subsuelo de la ciudad de Madrid.

### 3.4 ACCIONES SÍSMICAS

El análisis de las acciones sísmicas a tener en cuenta dentro del área de estudio se llevará a cabo de acuerdo con las consideraciones indicadas en la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02), de aplicación para todo el territorio nacional. Esta norma define una zonificación del territorio nacional (figura 3) según el grado de peligrosidad sísmica, expresado en relación al valor de la gravedad,  $g$ , la aceleración sísmica básica,  $a_b$ , (valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno) y el coeficiente de contribución  $K$ , que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

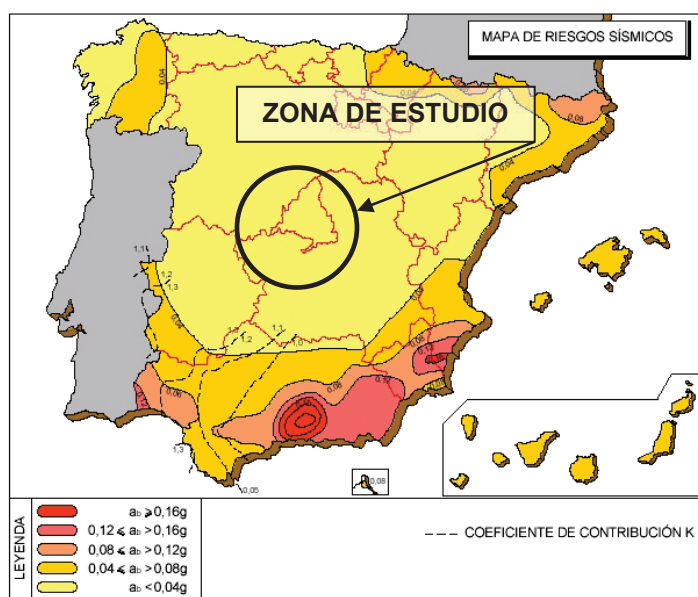


Figura 3.- Mapa de Peligrosidad Sísmica (NCSE-02)

Según este mapa de peligrosidad sísmica, se pueden considerar tres sectores claramente diferenciados:

- Sector de Peligrosidad Sísmica Baja: Se trata de la zona de la Península Ibérica con un valor de la aceleración básica menor de 0,04 veces el valor de la gravedad, ( $ab < 0,04g$ ). Esto se puede correlacionar con una intensidad de sismo inferior a grado VI, según la Escala Macrosísmica Internacional (MSK). Geográficamente concuerda con la zona Centro y Norte, Extremadura, Aragón y Cataluña excepto Pirineos y Cordillera Litoral. El área donde se ubica el presente estudio queda íntegramente incluida en este sector de peligrosidad baja.

- Sector de Peligrosidad Sísmica Media: Se corresponde con el área donde son previsibles sismos con aceleraciones básicas iguales o superiores a 0,04g e inferiores a 0,12g. Estos valores se correlacionan con intensidades de sismo entre VI y VIII según la escala MSK. Geográficamente se corresponden con este sector tanto el Archipiélago Balear como el Canario, Galicia, Andalucía, Murcia, Pirineos y el litoral catalán y valenciano.
- Sector de Peligrosidad Sísmica Alta: Se trata de aquellas zonas en las que se prevé un valor de la aceleración básica igual o superior a 0,12 veces la gravedad. Este sector se limita a las zonas de Sierra Nevada (Granada y Almería), Alicante-Murcia y frontera portuguesa en la provincia de Huelva.

En cuanto a la aplicación de la citada Norma, se definen una serie de categorías de construcciones, en función del uso al que se destinen, de los daños que se puedan ocasionar por su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate:

- Construcciones de Importancia Moderada: Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
- Construcciones de Importancia Normal: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos, como es el caso que nos ocupa.
- Construcciones de Importancia Especial: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos, así como en reglamentaciones más específicas. Se incluyen en esta categoría aquellas obras cuyo servicio es necesario para prestar auxilio después de un terremoto, incluyéndose en estas, vías de acceso principales a los grandes núcleos urbanos.

Siguiendo los criterios de aplicación establecidos por la propia NCSE-02, la aceleración sísmica de cálculo se define como:

$$a_c = s \cdot \rho \cdot a_b$$

Y donde:

- $a_b$ : es la aceleración sísmica básica, donde: Madrid  $a_b < 0,04 \text{ g}$
- $\rho$ : es un coeficiente adimensional de riesgo cuyo valor es función de la probabilidad aceptable de que se exceda  $a_c$  en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción toma los siguientes valores:
  - Para construcciones de normal importancia:  $\rho = 1$ .

- Para construcciones de especial importancia:  $\rho = 1,30$ .
- s: coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor de:

$$\text{Para } \rho \cdot a_b \leq 0,1 \text{ g: } S = \frac{C}{1,25}$$

$$\text{Para } 0,1 \text{ g} < \rho \cdot a_b < 0,4 \text{ g: } S = \frac{C}{1,25} + 3,33(\rho \times a_b - 0,1) \times \left(1 - \frac{C}{1,25}\right)$$

$$\text{Para } 0,4 \text{ g} \leq \rho \cdot a_b: S = 1,0$$

Siendo:

C: el coeficiente de terreno, el cual depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

En esta Norma, los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $V_s > 750 \text{ m/s}$ .
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $750 \text{ m/s} \geq V_s > 400 \text{ m/s}$ .
- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $400 \text{ m/s} \geq V_s > 200 \text{ m/s}$ .
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $V_s \leq 200 \text{ m/s}$ .

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C indicado en la tabla adjunta:

Tipo de terreno	Cantidad
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	1,0

Los terrenos que se verán afectados por el proyecto quedarán encuadrados entre los grupos II y I por lo que se les atribuye un valor de C de entre 1,0 y 1,3.

Siguiendo los criterios de aplicación establecidos por la propia NCSE-02, la aplicación de esta norma no es obligatoria para construcciones de importancia normal ó especial, como la aquí contemplada, cuando la aclaración sísmica básica sea inferior a 0,04 veces la gravedad, tal cual es el caso del área de ubicación del presente estudio.

En conclusión, no se aplicará la norma por situarse el estudio en una zona de Sismicidad Baja, donde la Norma de Construcción Sismorresistente no es de aplicación.

#### 4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Según la investigación realizada, los materiales existentes en la zona de estudio, excepto la estructura de cimentación, forman parte de una única unidad geotécnica, cuyas características se describen a continuación.

##### 4.1 NIVEL GEOTÉCNICO 1. “RELLENO ANTRÓPICO”

El relleno antrópico superficial está formado por arenas con algo de arcilla, de color marrón oscuro, y con restos de raíces, gravas y solera de hormigón en su parte más superficial. Presenta una compacidad floja, con un golpeo  $N_{30}$  del SPT medio de 4.

Sobre una muestra de estos materiales tomada en los reconocimientos ejecutados, se han realizado ensayos de laboratorio, de los que se han obtenido los resultados que se exponen a continuación.

Sondeo	Ensayo	Granulometría (tamices)				Límites de Atterberg		Sulfatos (mg/kg)	Baumann Gully (%)
		5	2	0,4	0,8	L.L.	I.P.		
S-2	MA 1,00-1,20 m	100	99,2	85,3	42,7	NO	NP	118	2

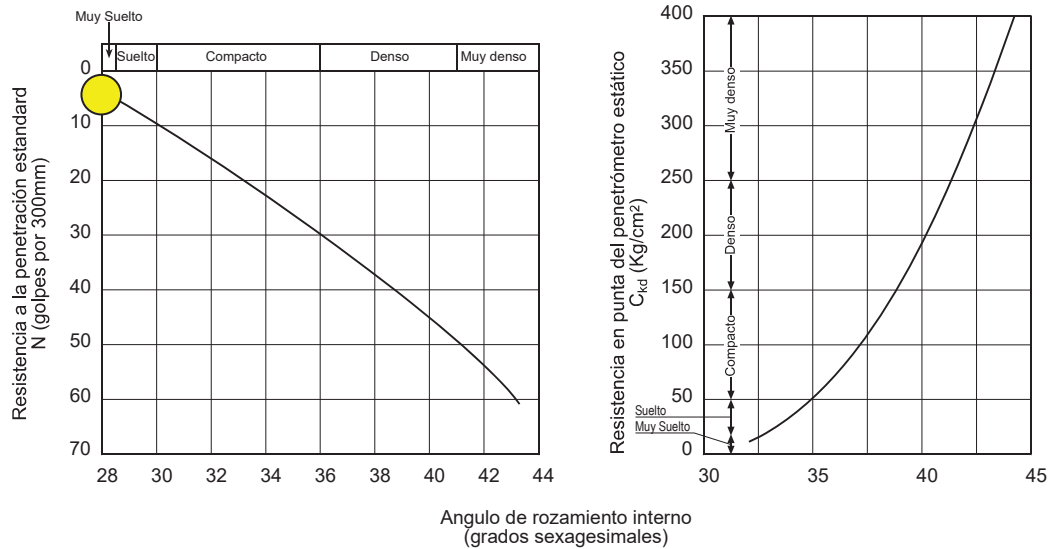
Los valores  $N_{30}$  del SPT asociados con los diferentes materiales de superficie se usaron para estimar el peso unitario,  $\gamma$  (kN/m<sup>3</sup>), de acuerdo con las siguientes expresiones [Bowles 1982]:

$$\gamma = 2.1 \ln (NSPT) + 11 \text{ (para rellenos antrópicos)}$$

La densidad aparente para los rellenos antrópicos es de 13,9 kN/m<sup>3</sup>.

Para establecer el valor del ángulo de rozamiento interno de los suelos granulares se puede recurrir a correlaciones empíricas y a referencias bibliográficas contrastadas, que se recogen a continuación.

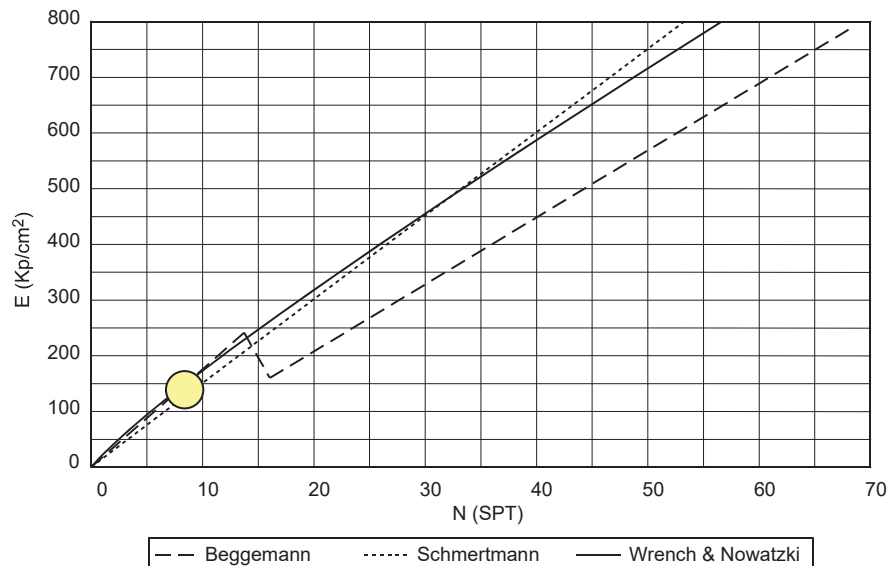
En función del golpeo  $N_{30}$ SPT se puede obtener el ángulo de rozamiento interno de estos suelos con las gráficas que se exponen a continuación.



Considerando un golpeo  $N_{30}$  del SPT medio para este relleno antrópico de 4, se obtiene un ángulo de rozamiento interno de  $28^\circ$

En cuanto a la cohesión, al tratarse de unos rellenos no compactados, se adopta una cohesión nula para este nivel geotécnico.

El módulo de deformación de estos suelos se ha obtenido según la gráfica establecida por Schmertmann, que lo relaciona con el golpeo  $N_{30}$  SPT y que se adjunta a continuación.



Para un golpeo  $N_{30}$  SPT de 8, se obtiene un módulo de deformación de 150 kp/cm² para el relleno antrópico (según Schmertmann).

## 4.2 NIVEL GEOTÉCNICO 2. “SUSTRATO TERCIARIO”

Bajo los rellenos antrópicos, se encuentra el sustrato terciario de edad Mioceno. Está formado por arenas con algo a baste arcilla de color marrón claro, dispuestas en niveles de espesor decimétrico a métrico, en los que la cantidad de arcilla varía con respecto a los niveles superior e inferior.

En los ensayos de golpeo SPT realizados en los sondeos ejecutados se ha obtenido un valor de  $N_{30}$  SPT de 19 a rechazo, siendo la compacidad de las arenas densa a muy densa.

De forma conservadora se tomará el valor  $N_{30}$  medio de 35.

Sobre las muestras de estos materiales tomadas en los reconocimientos ejecutados, se han realizado ensayos de laboratorio, de los que se han obtenido los resultados que se exponen a continuación.

Sondeo	Ensayos	Granulometría (tamices)				Límites de Atterberg		Humedad	Densidad seca	Corte directo	
		5	2	0,4	0,8	L.L.	I.P.	(%)	(Tn/m <sup>3</sup> )	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\Phi$ °
S-1	SPT-1 (2,00-2,60 m)	99,0	95,1	64,3	34,1	35,5	17,9				
S-1	MI-1 (4,00-4,45 m)	98,7	91,3	35,6	12,4	NO	NP	14,23	1,647	0,24	34
S-2	MI-1 (2,40-3,00 m)	100	99,0	83,8	36,1	33,1	13,1	12,39	1,883	0,69	39
S-2	SPT-1 (4,00-4,60 m)	98,2	88,6	46,0	26,9	39,0	15,9				
S-2	SPT-3 (8,00-8,45 m)	97,4	84,0	36,9	20,2	33,1	12,1				

Además, se han realizado ensayos de agresividad en suelos según la EHE, en el sustrato terciario, habiéndose obtenido un contenido medio en sulfatos de 123,25 mg/kg, y un grado de acidez Bauman Gully medio de 7.

De los ensayos granulométricos y la determinación de los límites de Atterberg, cuyos resultados se reflejan en el cuadro anterior, se deduce que, como media los materiales que conforman el sustrato terciario corresponden a una arena con bastante limo y arcilla y según el Sistema de Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) se clasifican como SC-SM y, según la clasificación H.R.B como A-4, A-6(2), A-6 (7), A-1-b y A-2-6.

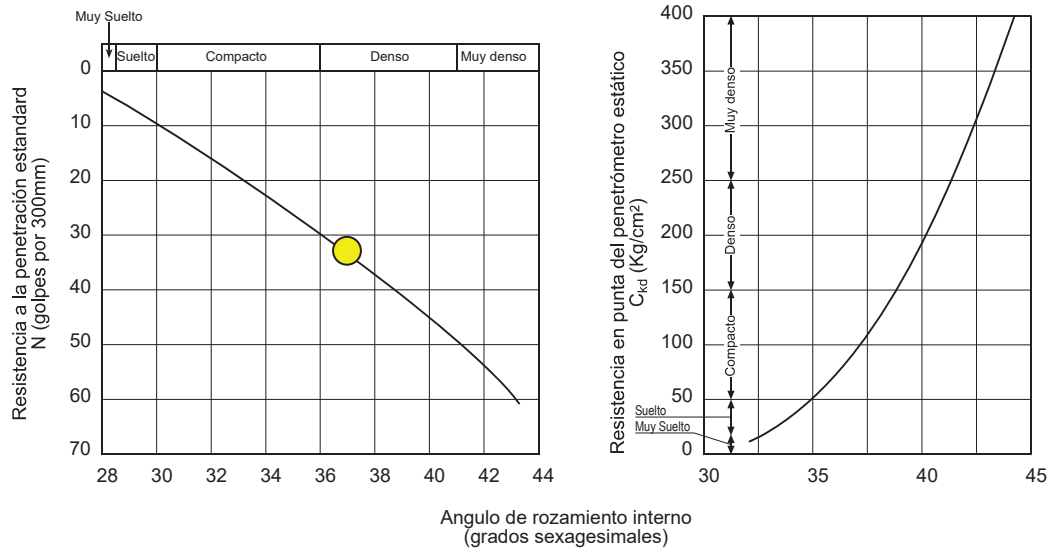
El contenido en finos de los materiales que conforman el sustrato detectado varía entre 12,40 y 42,70 %, por lo que, a efectos de cálculo, se considerará que estos suelos se comportan como un suelo granular.

En cuanto a los resultados obtenidos de los límites de Atterberg, cuyos valores son nulos o reducidos, se puede afirmar que estos materiales no presentan plasticidad o es muy reducida.

A partir de los ensayos realizados se adopta una densidad aparente de 2,0 g/cm<sup>3</sup> para estos materiales:

En función del golpeo  $N_{30}$ SPT se puede obtener el ángulo de rozamiento interno de estos suelos con las gráficas que se exponen a continuación.



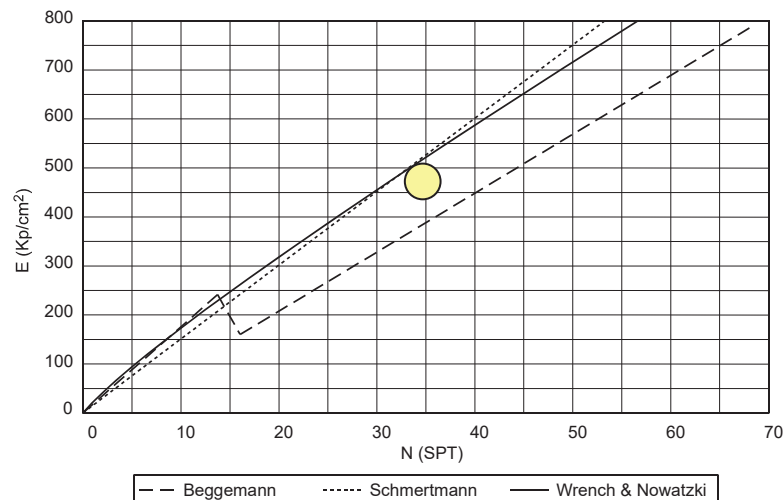


Para un golpeo medio  $N_{30}$ SPT medio de 35 se obtiene un ángulo de rozamiento interno de  $37^\circ$ .

También se dispone de dos ensayos de corte directo, en donde se ha obtenido una cohesión media de  $0,46 \text{ kg/cm}^2$  y una fricción media de  $37^\circ$ .

Se toman los valores medios del ensayo de corte directo como los representativos de esta unidad.

El módulo de deformación de estos suelos se ha obtenido según la gráfica establecida por Schmertmann, que lo relaciona con el golpeo  $N_{30}$ SPT y que se adjunta a continuación.



Para un golpeo  $N_{30}$ SPT de 35, se obtiene un módulo de deformación de  $500 \text{ kp/cm}^2$  para el sustrato (según Schmertmann).

## **5 RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS**

Una vez realizada la caracterización geotécnica de los materiales presentes en el subsuelo de la parcela, se procede a establecer las condiciones de cimentación que mejor se ajusten a la estructura proyectada, así como a la definición de la excavabilidad de los materiales presentes en la parcela y los parámetros para las contenciones.

### **5.1 EXCAVABILIDAD**

Los materiales detectados correspondientes a niveles de suelos, son excavables mediante medios mecánicos convencionales, tipo retroexcavadora aunque existe una losa superficial de hormigón en parte del área de estudio (zona sur), en la que puede ser necesario el uso de martillo picador.

### **5.2 CONDICIONES DE CIMENTACIÓN**

La ampliación del edificio contempla nuevas estructuras, así como la ampliación del número de plantas en estructuras existentes.

La zona de estudio está cubierta por rellenos antrópicos, que no son aptos para el apoyo de ninguna cimentación.

Se podrá proyectar una cimentación superficial mediante zapatas o losa, apoyadas en el sustrato terciario, el cual aparece a una profundidad variable entre 1,8 y 2,8 m. La zona de menor espesor de rellenos antrópicos es la más próxima a la calle Máiquez, tal como se puede observar en los perfiles geotécnicos adjuntos en el Anexo III.

Para calcular la carga admisible en terrenos predominantemente granulares, como son las arenas que conforman el sustrato en la zona de estudio, la carga admisible se fija a partir del asiento admisible de la estructura debido a la deformación del suelo bajo la cimentación.

En estos casos se emplean diversos métodos como las correlaciones experimentales establecidas por Terzaghi y Peck ("Foundation Design and Construction", Tomlinson, 1.986), que ligan el ancho del cimiento y la tensión media admisible con el resultado del ensayo de penetración S.P.T. para un asiento de una pulgada, o las de Meyerhof, que ligan la tensión media admisible y el asiento que se produce con el valor medio del  $N_{SPT}$  en un espesor igual a la anchura de la zapata contado a partir del plano de cimentación.

En este caso, para determinar el valor de la tensión media admisible en base de zapatas que apoyan en materiales no cohesivos se empleará el método de Meyerhof que viene dado por las expresiones siguientes:

$$S = \frac{13 \times p}{N} \text{ para } B \leq 1,20 \text{ m}$$

$$S = \frac{19 \times p}{N} \left( \frac{B}{B + 0,3} \right)^2 \text{ para } B > 1,20 \text{ m}$$

Donde:

s = asiento admisible en cm.

p = tensión admisible media en base de zapata en kp/cm<sup>2</sup>.

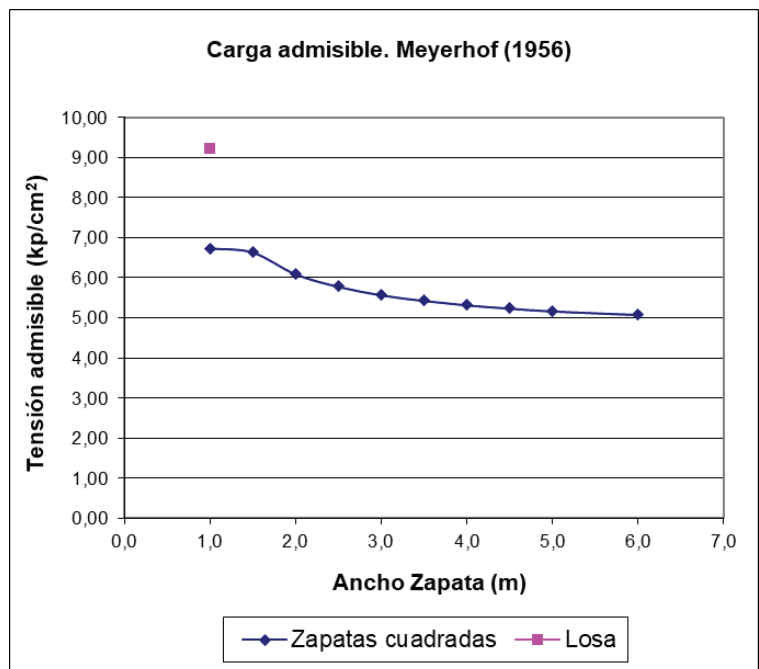
N = valor medio del número de golpes del ensayo S.P.T. en un espesor de terreno igual a la anchura de la zapata contado a partir del plano de cimentación.

B = anchura de la cimentación en m.

Para la determinación de la carga admisible de cimentación a partir de estas expresiones, se ha adoptado con carácter general un asiento máximo admisible de una pulgada (2,5 cm), para nuevas estructuras.

Los cálculos realizados para determinar la carga admisible de los materiales que conforman el sustrato terciario aparecen en la figura que se muestra a continuación.

<b>Zapatas Cuadradas</b>	
Golpeos (N spt)	35
Asiento Adm (cm)	2,5
Ancho zapata (m)	Tens. Adm. (kp/cm <sup>2</sup> )
1,0	6,73
1,5	6,63
2,0	6,09
2,5	5,78
3,0	5,57
3,5	5,43
4,0	5,32
4,5	5,24
5,0	5,17
6,0	5,08
<b>Losas</b>	
Golpeos (N spt)	35
Asiento Adm (cm)	5
Tens. Adm. (kp/cm <sup>2</sup> )	9,21



Tal y como se puede observar, las cargas admisibles obtenida para los diferentes anchos de cimentación considerados son relativamente elevadas. Dado que pueden existir zonas superficiales del sustrato terciario algo más reblandecidas debido a la alteración superficial, se recomienda adoptar una carga admisible máxima de  $4,5 \text{ kg/cm}^2$  para zapatas de hasta 6,0 m de ancho.

En caso de proyectar micropilotes o pantalla perimetral continua se dan los parámetros resistentes para cimentación profunda.

Para la realización de estos cálculos se ha determinado la resistencia por fuste y por punta según los resultados obtenidos en los ensayos realizados, la experiencia adquirida en este tipo de materiales y de acuerdo con las siguientes expresiones:

	Suelos granulares( $\text{kp/cm}^2$ )
Resistencia por fuste	$0,02 \times N_{\text{SPT}}$
Resistencia por punta	$2 \times N_{\text{SPT}}$

Para ello se ha considerado un modelo de tres capas:

- Relleno antrópico de compacidad muy floja con un golpeo medio  $N_{30\text{SPT}}$  de 4. Este nivel geotécnico presenta un espesor medio de 2,00 m.
- Sustrato superficial de compacidad densa. Se le asigna a este nivel un golpeo medio de  $N_{30\text{SPT}}$  de 35. Estos materiales se localizan hasta 5,0 m de profundidad.
- Sustrato profundo de compacidad muy densa, que a parece a partir de 5,0 m de profundidad. Se le asigna a este nivel un golpeo medio de  $N_{30\text{SPT}}$  de 50.

Para los materiales localizados en la parcela, se han considerado los parámetros recogidos en la siguiente tabla:

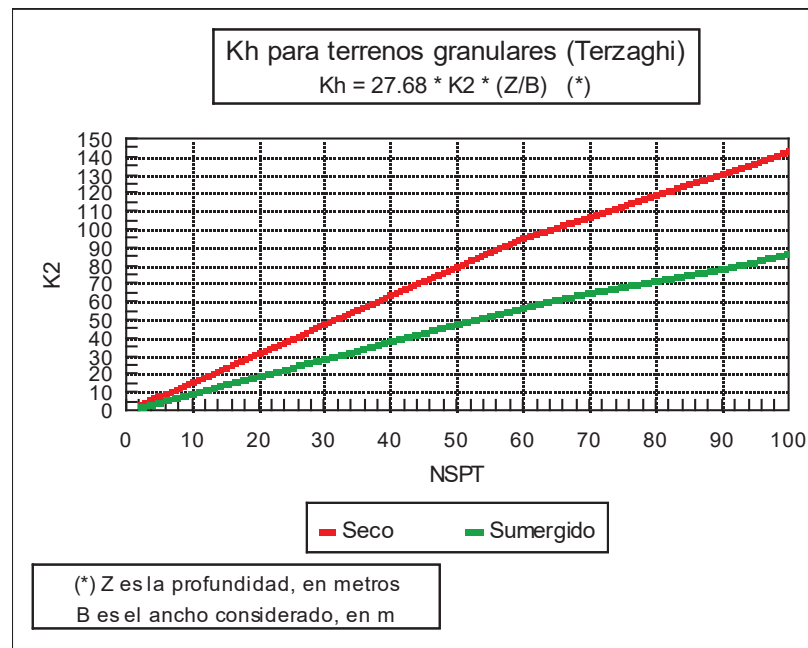
Tipo de terreno	Resistencia por fuste ( $\text{T/m}^2$ )	Resistencia por punta ( $\text{T/m}^2$ )
Relleno antrópico	1,6	-
Sustrato alterado	7	700
Sustrato sano	10	100

### Coefficiente de balasto horizontal

Para determinar el coeficiente horizontal ( $K_h$ ) se ha partido de las correlaciones establecidas por Terzaghi para terrenos granulares no sumergidos, para el que aplica la expresión:

$$K_h = 27,68 \cdot K_2 \cdot (Z/B) \text{ (t/m}^3\text{)},$$

donde  $Z$  es la profundidad de la pantalla y  $B$  su ancho. El valor de  $K_2$  se define a partir del valor de golpeo  $N_{30}$  del SPT, tal y como puede observarse en la gráfica que se da a continuación:



Coefficiente de balasto horizontal en función del  $N_{30}$  del SPT.

De esta forma,  $K_h$  toma los siguientes valores (dependientes de la profundidad,  $Z$ , y del ancho de la estructura de cimentación,  $B$ ):

Profundidad	Terreno	$N_{30}$ del SPT	$K_2$	$K_h$ (en t/m <sup>3</sup> )
0,0 a 1,8-2,8 m	Relleno	4	6,36	176 ( $Z/B$ )
1,8-2,8 a 2,8-5,2 m	Sustrato alterado	35	55,65	1.540 ( $Z/B$ )
> 3,2-5,2 m	Sustrato sano	50	79,5	2.200 ( $Z/B$ )

### 5.3 OTRAS RECOMENDACIONES

#### 5.3.1 Agresividad

Se ha recogido una muestra de rellenos antrópicos que se ha sometido a ensayos de laboratorio para determinar su contenido en sulfatos y el grado de acidez Baumann-Gully. El resultado se muestra a continuación.

Sondeo	Muestra	Sulfatos (mg/kg)	Acidez Baumann-Gully (ml/kg)
S-1	SPT-1; 2,00-2,60 m	214	0,00
S-2	SPT-1; 2,40-3,00 m	554	2,00

Con los resultados obtenidos, y según marca la Clasificación de la Agresividad Química recogida en la Instrucción del Hormigón Estructural vigente (EHE), el suelo existente en el subsuelo de la parcela no presenta agresividad al cemento del hormigón.

También se ha realizado un ensayo de agresividad en el agua existente, obteniéndose unos parámetros por debajo de

#### 5.3.1 Parámetros para el diseño de contenciones

Los parámetros geotécnicos a considerar para el diseño de contenciones son los que se exponen en el siguiente cuadro:

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	Relleno antrópico	Sustrato
N <sub>30</sub> SPT	4	35
Densidad aparente (t/m <sup>3</sup> )	1,39	2,00
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0,0	0,46
Ángulo de rozamiento interno (°)	28	37

#### 5.3.2 Cavidades

A partir de los resultados obtenidos en el penetrómetro P-3, es posible la existencia de antiguas galerías de circulación de agua a una cota de unos 7,0 m.

Por ello, se recomienda la ejecución en fase de obra de penetrómetros en las cimentaciones de las zapatas que se apoyen a partir de unos 5,0 m por debajo de la cota actual del terreno.

## 6 CONCLUSIONES

El terreno en la zona de estudio está constituido por un primer nivel superficial formado por rellenos antrópicos de naturaleza granular y compacidad floja. Estos rellenos tienen un espesor detectado en las investigaciones realizadas, variable entre 1,8 y 2,8 m. Por debajo de estos rellenos, se localiza el sustrato terciario, que está constituido por arena marrón clara, con contenidos variables de arcilla, entre algo y bastante, que forman parte de la denominada en la zona como Arena de Miga.

Se ha detectado la presencia de un posible nivel freático colgado a una profundidad variable entre 6,0 y 8,0 m.

De acuerdo con la NCSE-02, en la zona objeto de estudio el valor de la aceleración sísmica básica es inferior a 0,04g, por lo que la aplicación de esta norma no es obligatoria.

En el siguiente cuadro se resumen los parámetros geotécnicos adoptados para las unidades geotécnicas identificadas.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	Relleno antrópico	Sustrato
N <sub>30</sub> SPT	4	35
Densidad aparente (t/m <sup>3</sup> )	1,39	2,00
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0,0	0,46
Ángulo de rozamiento interno (°)	28	37

Los materiales detectados son excavables mediante medios mecánicos convencionales, tipo retroexcavadora, aunque existe una losa superficial de hormigón en la zona sur del área de estudio en la que puede ser necesario el uso de martillo picador.

La carga admisible de los materiales que conforman el sustrato terciario para una cimentación superficial se ha limitado 4,5 kg/cm<sup>2</sup> para zapatas de hasta 6,0 m de ancho. Con estas cargas, los asientos serán inferiores a 2,5 cm.

Los parámetros resistentes para cimentaciones profundas se dan en el siguiente cuadro:

Tipo de terreno	Resistencia por fuste (T/m <sup>2</sup> )	Resistencia por punta (T/m <sup>2</sup> )
Relleno antrópico	1,6	-
Sustrato alterado	7	700
Sustrato sano	10	100



En el siguiente cuadro se muestra el coeficiente de balasto horizontal a adoptar en la zona de estudio.

Profundidad	Terreno	N <sub>30</sub> del SPT	K <sub>2</sub>	Kh (en t/m <sup>3</sup> )
0,0 a 1,8-2,8 m	Relleno	4	6,36	176 (Z/B)
1,8-2,8 a 2,8-5,2 m	Sustrato alterado	35	55,65	1.540 (Z/B)
> 3,2-5,2 m	Sustrato sano	50	79,5	2.200 (Z/B)

Según establece la Clasificación de la Agresividad Química recogida en la Instrucción del Hormigón Estructural vigente EHE, los suelos y aguas presentes en la zona de estudio no presentan agresividad frente al cemento del hormigón y no es necesario el empleo de cemento sulforresistente.

Se recomienda la ejecución en fase de obra de penetrómetros en las cimentaciones de las zapatas que se apoyen a partir de unos 5,0 m por debajo de la cota actual del terreno, debido a la posible existencia de galerías de captación y circulación de agua.

En Alcobendas, a 9 de marzo de 2020

Realizado por:



David Borrego Álvarez

Geólogo

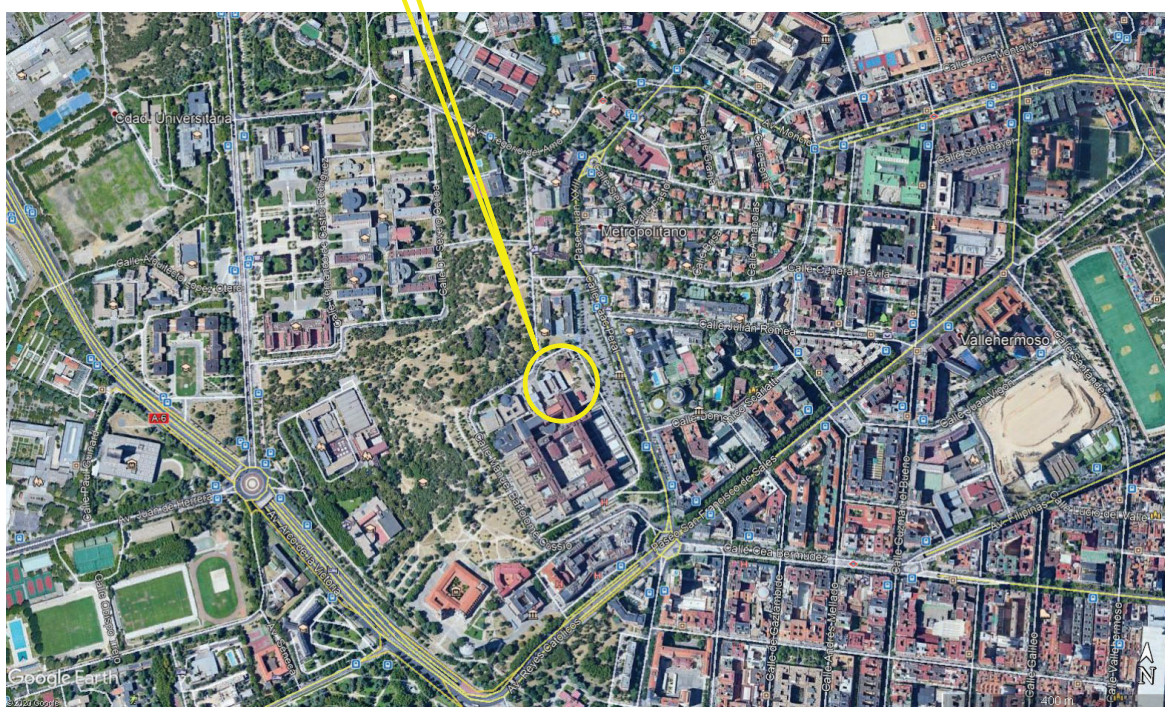
Master Ingeniería Geológica

Director técnico del Área de Geotecnia



**ANEXO I. Plano de situación general sobre fotografía aérea**

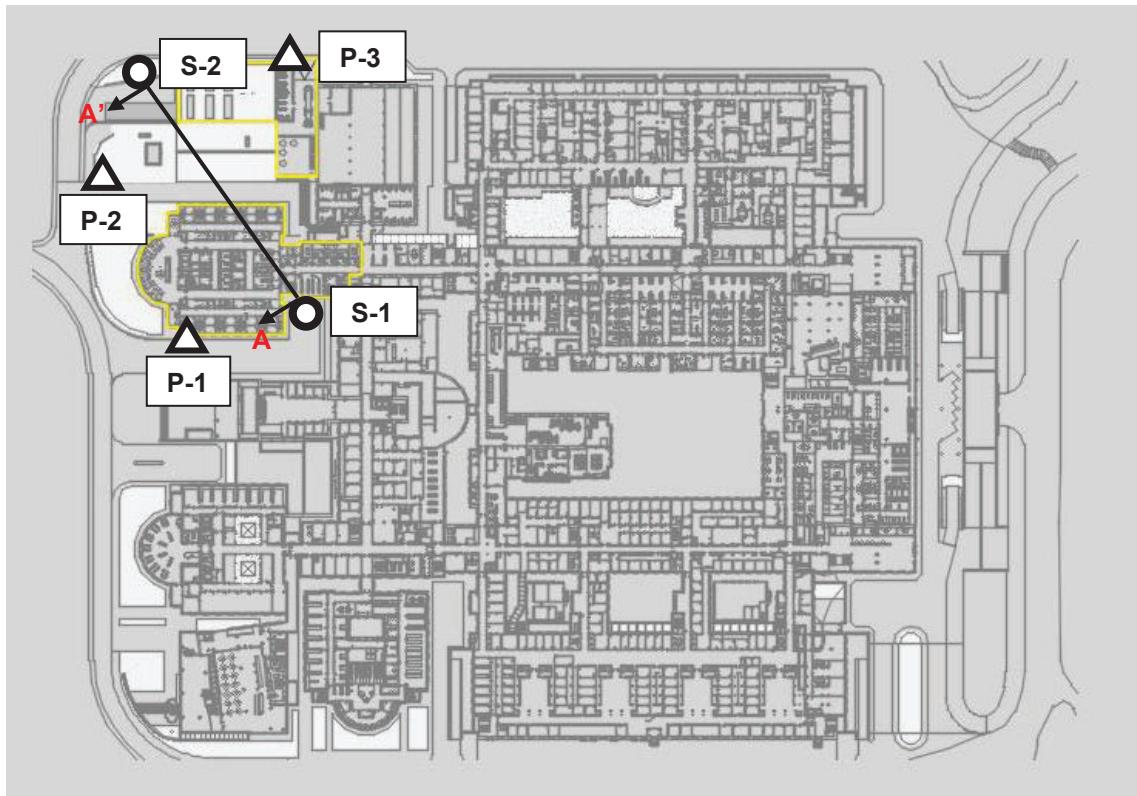







**ANEXO II. Planta de situación de los reconocimientos**






**Leyenda**

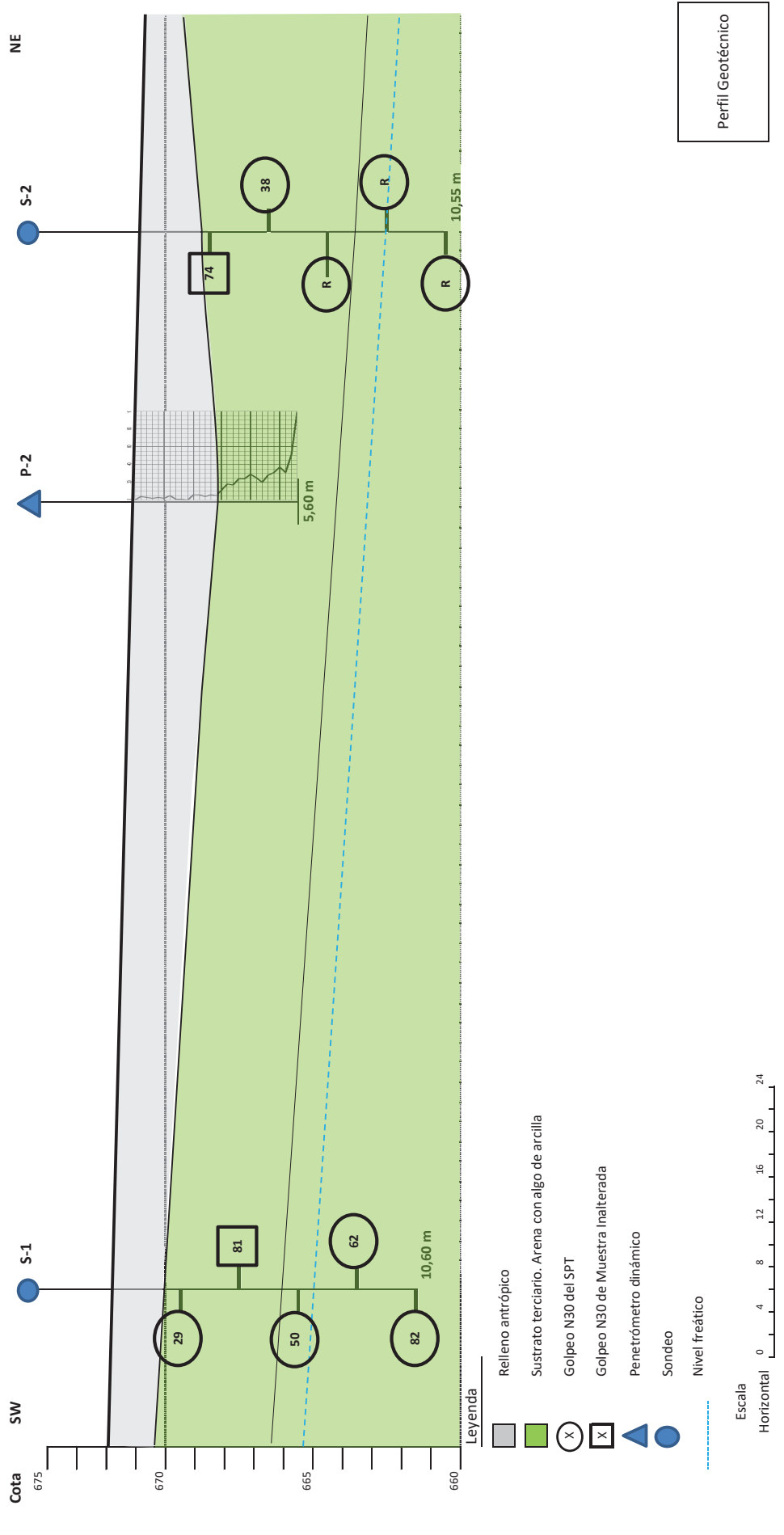
 Sondeo mecánico

 Penetrómetro dinámico

 Perfil geotécnico



**ANEXO III. Perfiles geotécnicos**







**ANEXO IV. Registro de los sondeos**

ACTA DE RESULTADOS DE SONDEOS										G.O.C.																													
PROYECTO: _____										GEOTÉCNICO HOSPITAL SAN CARLOS																													
SONDEO N°: <b>S-1</b>										HOJA: 1 DE: 2																													
X: 438926 Y: 4477007										FECHA: 05/03/2020																													
SONDISTA: JUAN LÓPEZ VALERA SUPERVISOR: ÁNGELA SEMPERE										TIPO DE Sonda: TP-50 D																													
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO										RECUPERACIÓN %		R.Q.D. %		FRACTURAS Nº/30 cm		GRADO DE METEORIZACIÓN		MUESTRAS Y ENSAYOS		HUMEDAD NATURAL (%)		DENSIDAD SECA (gr/cm³)		DENSIDAD APARENTE (mg/kg)		LÍMITES ATTERBERG		GRANULOMETRÍA (% PASA)		CONTENIDO EN SULFATOS (mg/kg)		ENSAYO TRIAXIAL (CU) (kg/cm²)		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)					
										20 40 60 80		20 40 60 80		20 40 60 80		I II III IV V VI		TIPO Y COTA		Nº																			
0,00 - 1,80 m: Relleno antrópico (Rx) 0,00 - 0,30 m (0,30 m): (GW) Grava con algo de arena, gris (muy floja). 0,30 - 1,80 m (1,50 m). (SW) Arena con algo de arcilla, marrón claro (floja).																																							
1,80 - 10,60 m: Sustrato terciario (St) 1,80 - 5,65 m (3,85 m): (SW) Arena con algo de arcilla, marrón/ocre (densa).																																							
5,65 - 10,60 m (4,95 m): (CH) Arcilla con indicios de arena, marrón oscura (dura).																																							
FIN DEL SONDEO A 10,60 m.																																							
CORTE LITOLÓGICO																																							
NIVEL FREÁTICO																																							
PROFUNDIDAD (m.)										1		2		3		4		5		6		7		8		9		10											
PERFORACIÓN										101																													
TIPO										W																													

GOC	
ACTA DE RESULTADOS DE SONDEOS	
GEOTÉCNICO HOSPITAL SAN CARLOS	
PROYECTO:	
SONDEO N°:	S-1
X:	438926
Y:	4477007
SONDISTA:	JUAN LÓPEZ VALERA
SUPERVISOR:	ÁNGELA SEMPERE
HOJA:	2 DE 2
TIPO DE Sonda:	TP-50 D
REPORTAJE FOTOGRÁFICO	



FOTO 1: Emplazamiento



FOTO 2: Caja 1. De 0,00 a 3,40 m



FOTO 3: Caja 2. De 3,40 a 6,90 m



FOTO 4: Caja 3. De 6,90 a 10,60 m

ACTA DE RESULTADOS DE SONDEOS									
GEOTÉCNICO HOSPITAL SAN CARLOS									
GOC									
PROYECTO: _____									
SONDEO N°: <b>S-2</b>									
HOJA: 1 DE: 3									
FECHA: 06/03/2020									
X: 438958 Y: 4477086									
SONDISTA: JUAN LÓPEZ VALERA SUPERVISOR: ÁNGELA SEMPERE TIPO DE SONDA: TP-50 D									
ENSAYOS DE LABORATORIO									
HUMEDAD NATURAL (%)									
DENSIDAD SECA (gr/cm³)									
DENSIDAD APARENTE (mg/kg)									
LIMITES ATTERBERG									
GRANULOMETRÍA (% PASA)									
CONTENIDO EN SULFATOS (mg/kg)									
C (kg/cm²)									
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (CU) (kg/cm²)									
SIMPLE EN SUELOS (kg/cm²)									
PERFORACIÓN									
TIPO									
PROFUNDIDAD (m.)									
NIVEL FREÁTICO									
CORTE LITOLÓGICO									
DESCRIPCIÓN DEL TERRENO									
RECUPERACIÓN %									
R.Q.D. %									
FRACTURAS Nº30 cm									
GRADO DE METEORIZACIÓN									
MUESTRAS Y ENSAYOS									
TIPO Y COTA									
Nº									
101									
86									
NF a 8,10 m.									
0,00 - 2,30 m: Relleno antrópico (Rx) 0,00 - 2,30 m (2,30 m): (GW) Grava con bastante arena y arcilla, marrón rojiza (muy floja).									
2,30 - 10,55 m: Sustrato terciario (S <sub>T</sub> ) 2,30 - 3,00 m (0,70 m): (SW) Arena con bastante arcilla, marrón claro (densa). 3,00 - 6,90 m (3,90 m): (SC) Arena con algo de arcilla, marrón clara (muy densa).									
6,90 - 10,55 m (3,65 m): (CH) Arcilla con indicios de arena, marrón oscura (dura).									
FIN DEL SONDEO A 10,55 m.									
P.T.: PUNTAZA CIEGA S.H. SHELBY S.P.T.: E. ESTANDAR T.P.: TESTIGO PARAFINADO M.I.: MUESTRA INALTERADA M.A.: MUESTRA ALTERADA									
OBSERVACIONES: Nivel freático a 8,10 m.									
10,55									
(1) TOMAMUESTRA:									



GOC	
ACTA DE RESULTADOS DE SONDEOS	
GEOTÉCNICO HOSPITAL SAN CARLOS	
PROYECTO:	
SONDEO N°:	S-2
X:	438958,00
Y:	4477086,00
HOJA:	2 DE 3
REPORTAJE FOTOGRÁFICO	
SONDISTA:	JUAN LÓPEZ VALERA
SUPERVISOR:	ÁNGELA SEMPERE
TIPO DE Sonda:	TP-50 D



FOTO 1: Emplazamiento




FOTO 2: Caja 1. De 0,00 a 2,40 m



FOTO 3: Caja 2. De 2,40 a 5,80 m



FOTO 4: Caja 3. De 6,40 a 9,40 m

COMERCIO INTERN S.L. INSTRUMENTOS DE TOPOGRAFIA Y GEOMATICA C/ EL PARRAL, 10 - 28014 MADRID (MADRID) TEL: 91 361 50 00 - FAX: 91 361 50 01 WWW.COMERCIOINTERN.COM		Sondeo Nº <u>2</u> Obra <u>HOSPITAL C. SAN CARLOS</u>	
PROYECTO: <u>ACTA DE RESULTADOS DE SONDEOS</u> GEOTÉCNICO HOSPITAL SAN CARLOS		G.O.C.	
SONDEO Nº: <u>S-2</u>		HOJA: <u>3</u> DE: <u>3</u>	
X: <u>438958</u> Y: <u>4477086</u>		REPORTAJE FOTOGRÁFICO	
SONDISTA: <u>JUAN LÓPEZ VALERA</u>		SUPERVISOR: <u>ÁNGELA SEMPERE</u> TIPO DE Sonda: <u>TP-50 D</u>	
<div></div> <p>FOTO 5: Caja 4. De 9,40 a 10,55 m.</p>			



**ANEXO V. Registro del penetrómetro**

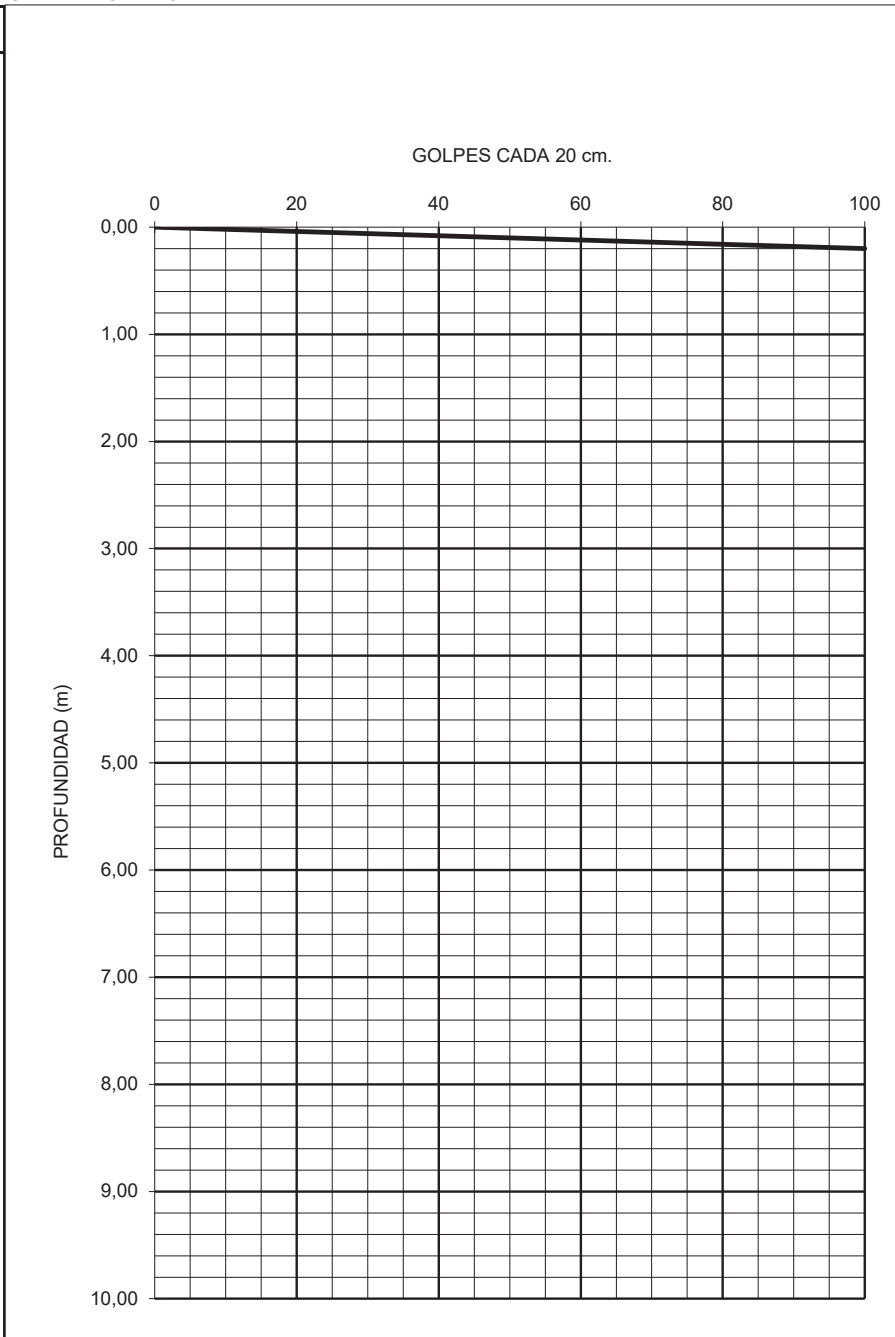


## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Proyecto: GEOTÉCNICO HOSPITAL SAN CARLOS  
Modalidad de control: CO  
Cliente: G.O.C.  
Equipo: TP-50 D  
Masa dispositivo de golpeo: 63,5 kg  
Código: P-1  
Fecha de toma: 05/03/2020  
Norma de referencia: UNE-EN ISO 22476-2

Área cono: 16 cm<sup>2</sup>  
Tipo de cono: Perdido  
Dimensiones cono: 40 x 40 x 200 mm  
Masa cono: 1,50 kg  
Masa varilla (incluido nipple): 6,00 kg/m  
Longitud varilla: 1,00 m  
Coordenada X: 438898  
Coordenada Y: 4477027

GOLPEO	PROFUNDIDAD
0	0,00
100	0,20



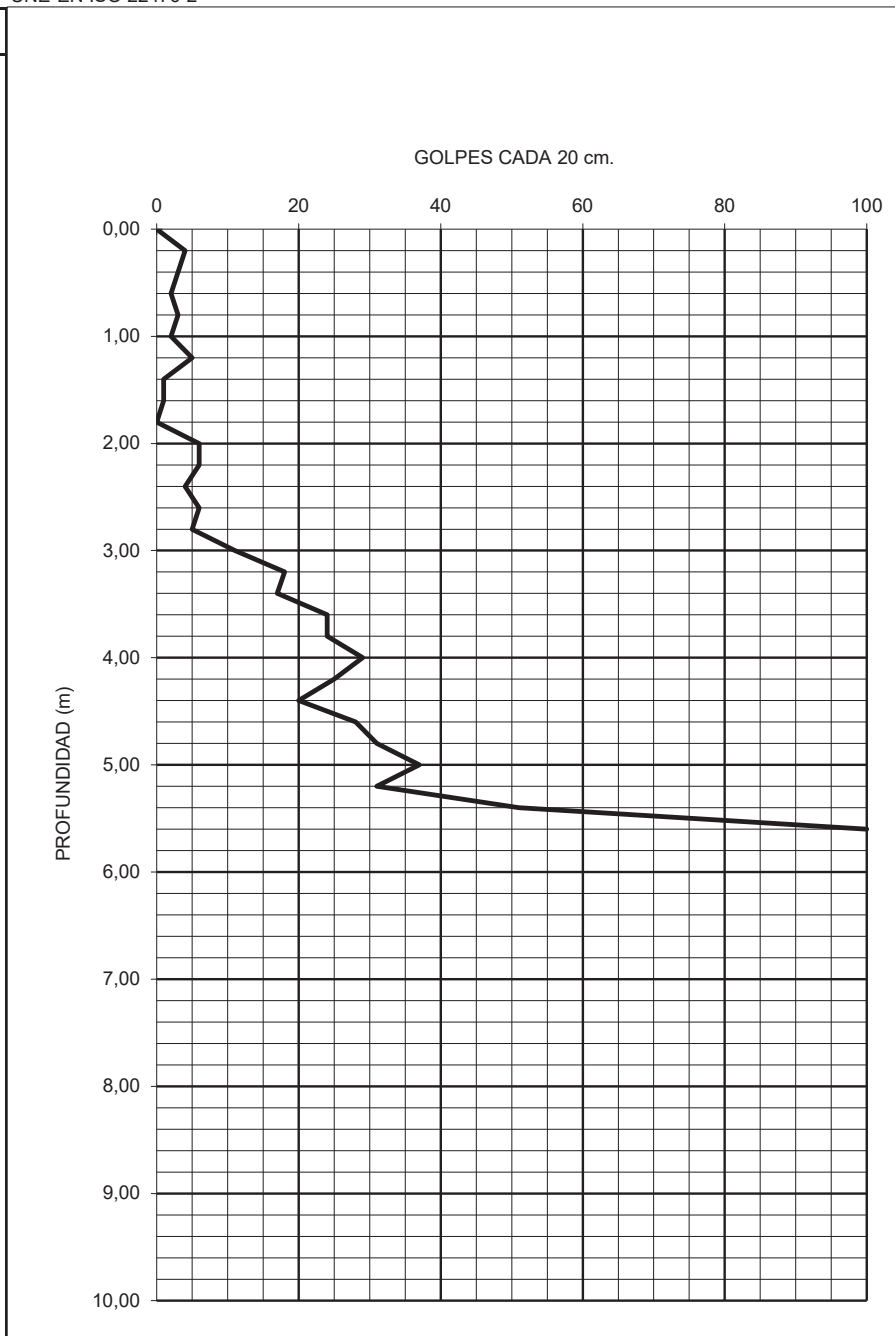
OBSERVACIONES: NULO

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Proyecto: GEOTÉCNICO HOSPITAL SAN CARLOS  
Modalidad de control: CO  
Cliente: G.O.C.  
Equipo: TP-50 D  
Masa dispositivo de golpeo: 63,5 kg  
Código: P-2  
Fecha de toma: 05/03/2020  
Norma de referencia: UNE-EN ISO 22476-2

Área cono: 16 cm<sup>2</sup>  
Tipo de cono: Perdido  
Dimensiones cono: 40 x 40 x 200 mm  
Masa cono: 1,50 kg  
Masa varilla (incluido nipple): 6,00 kg/m  
Longitud varilla: 1,00 m  
Coordenada X: 438926  
Coordenada Y: 4477073

GOLPEO	PROFUNDIDAD
0	0,00
4	0,20
3	0,40
2	0,60
3	0,80
2	1,00
5	1,20
1	1,40
1	1,60
0	1,80
6	2,00
6	2,20
4	2,40
6	2,60
5	2,80
11	3,00
18	3,20
17	3,40
24	3,60
24	3,80
29	4,00
25	4,20
20	4,40
28	4,60
31	4,80
37	5,00
31	5,20
51	5,40
100	5,60



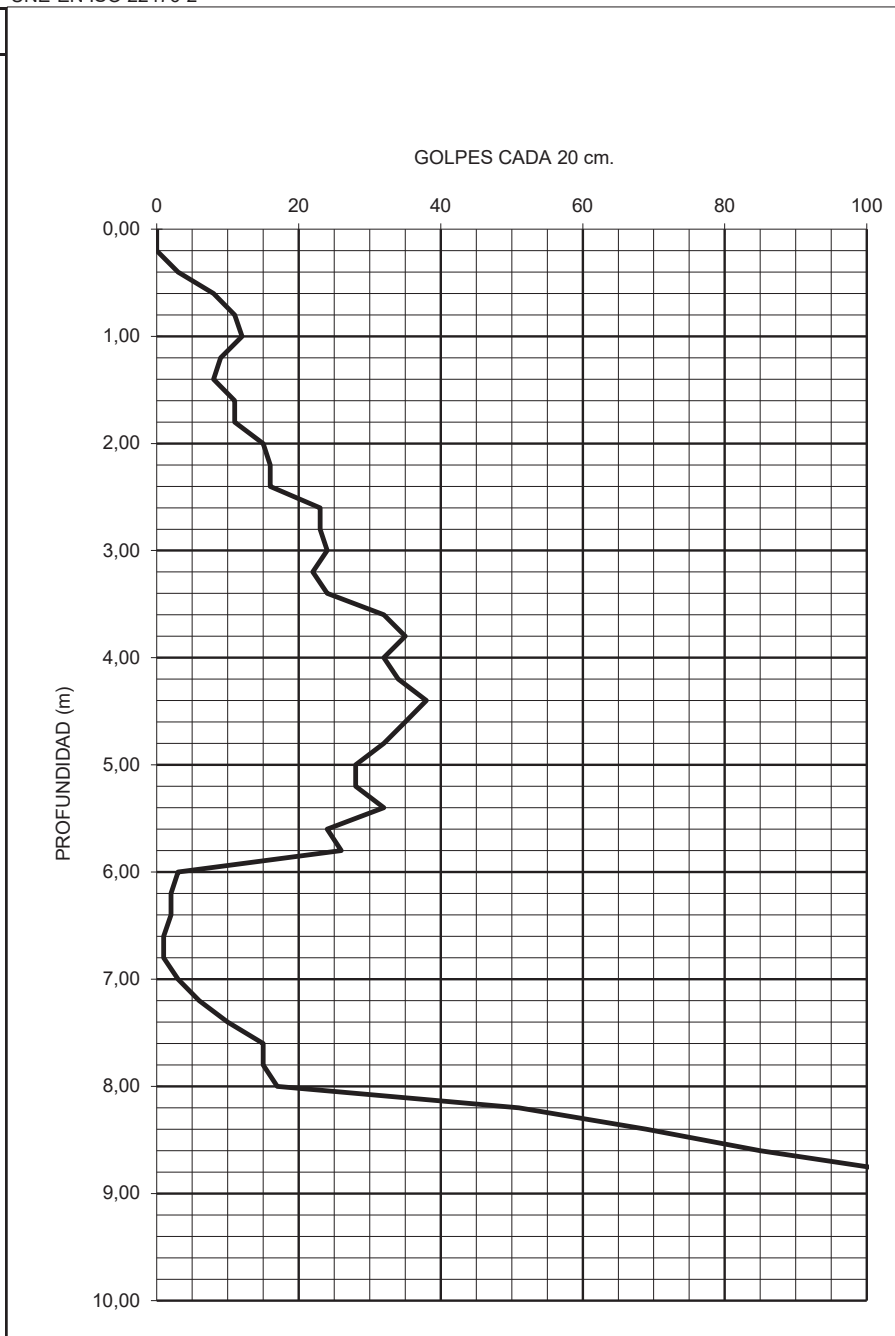
OBSERVACIONES:

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Proyecto: GEOTÉCNICO HOSPITAL SAN CARLOS  
Modalidad de control: CO  
Cliente: G.O.C.  
Equipo: TP-50 D  
Masa dispositivo de golpeo: 63,5 kg  
Código: P-3  
Fecha de toma: 09/03/2020  
Norma de referencia: UNE-EN ISO 22476-2

Área cono: 16 cm<sup>2</sup>  
Tipo de cono: Perdido  
Dimensiones cono: 40 x 40 x 200 mm  
Masa cono: 1,50 kg  
Masa varilla (incluido nipple): 6,00 kg/m  
Longitud varilla: 1,00 m  
Coordenada X: 438978  
Coordenada Y: 4477060

GOLPEO	PROFUNDIDAD
0	0,00
0	0,20
3	0,40
8	0,60
11	0,80
12	1,00
9	1,20
8	1,40
11	1,60
11	1,80
15	2,00
16	2,20
16	2,40
23	2,60
23	2,80
24	3,00
22	3,20
24	3,40
32	3,60
35	3,80
32	4,00
34	4,20
38	4,40
35	4,60
32	4,80
28	5,00
28	5,20
32	5,40
24	5,60
26	5,80
3	6,00
2	6,20
2	6,40
1	6,60
1	6,80
3	7,00
6	7,20
10	7,40
15	7,60
15	7,80
17	8,00
51	8,20
69	8,40
85	8,60
105	8,80



OBSERVACIONES:



**ANEXO VI. Ensayos de laboratorio**

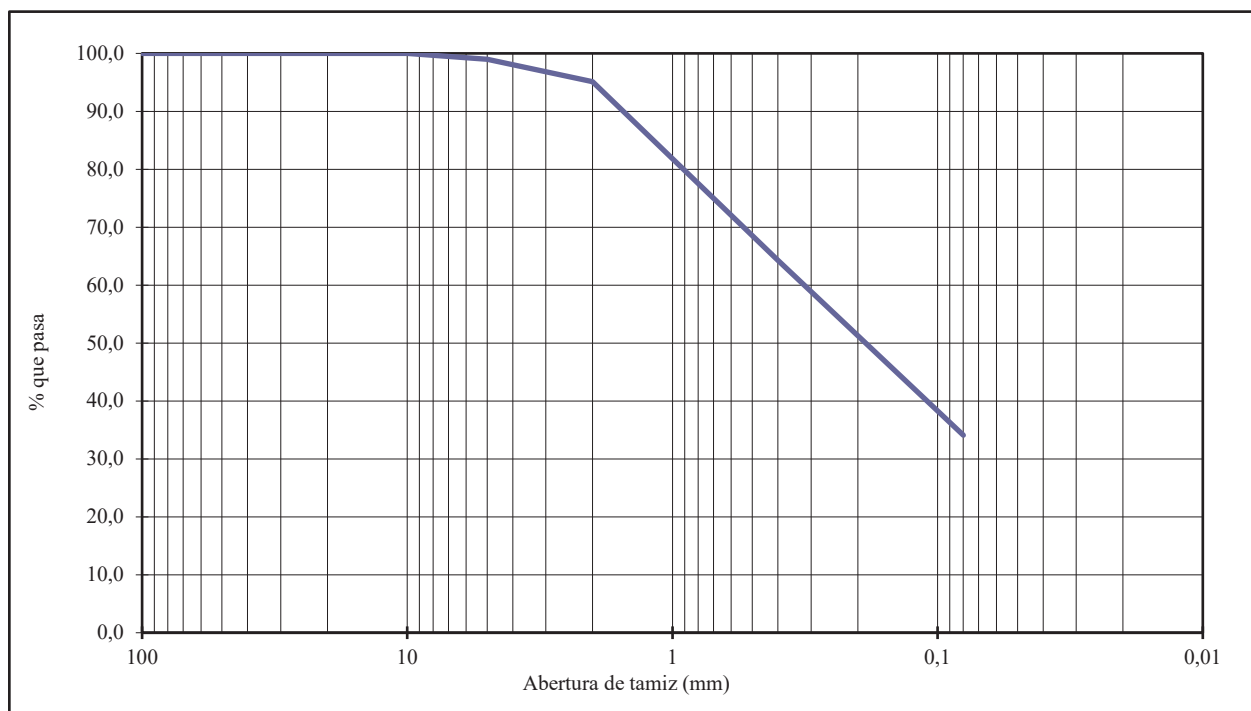
REF. MUESTRA:	MA-01
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-1 SPT-1 2,00-2,60
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103 101/1995)

Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,080
% que pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	95,1	64,3	34,1



Clasificación de un suelo	CLASIFICACIÓN PG3 (para los ensayos realizados)					
	CLASIFICACIÓN	CASAGRANDE	Clasificación	SC		
		ASTM	H.R.B	A-6 (2)		

  
Director del Laboratorio

REF. MUESTRA:	MA-01
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-1 SPT-1 2,00-2,60
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103 103/1994 Y 103 104/1993)

L. LÍQUIDO **35,5**

L. PLÁSTICO **17,6**

ÍNDICE DE PLASTICIDAD **17,9**



Director del Laboratorio  
David Borrego Álvarez

REF. MUESTRA:	MA-01
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-1 SPT-1 2,00-2,60
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA**

Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)****SUELOS AGRESIVOS. GRADO DE ACIDEZ BAUMANN GULLY (Apdo. 8.2.3 EHE (UNE EN 16502/2015))**

SUELOS AGRESIVOS	% HUMEDAD	0
	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN GULLY (ml/kg)	0





REF. MUESTRA:	MA-01
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-1 SPT-1 2,00-2,60
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA**

Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

**ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GTL)**

Modalidad de Control: CO

Modalidad de Muestreo: ML

Procedencia de la muestra: S-1 SPT-1 2,0-2,6

Fecha de Toma:

**AGRESIVIDAD DE SUELOS. CONTENIDO EN IÓN SULFATO ( EHE Apd. 8.2.3 (UNE 83963/2008))**

SUELOS AGRESIVOS	% HUMEDAD	0
	IÓN SULFATO (mg/kg)	214

Fecha Final Ensayo 9-mar.-20

Acta Resultados DEFINITIVA

Equipos Utilizados 030/017/678/196

OBSERVACIONES



Jefe de área de Acreditación GT

David Borrego Álvarez

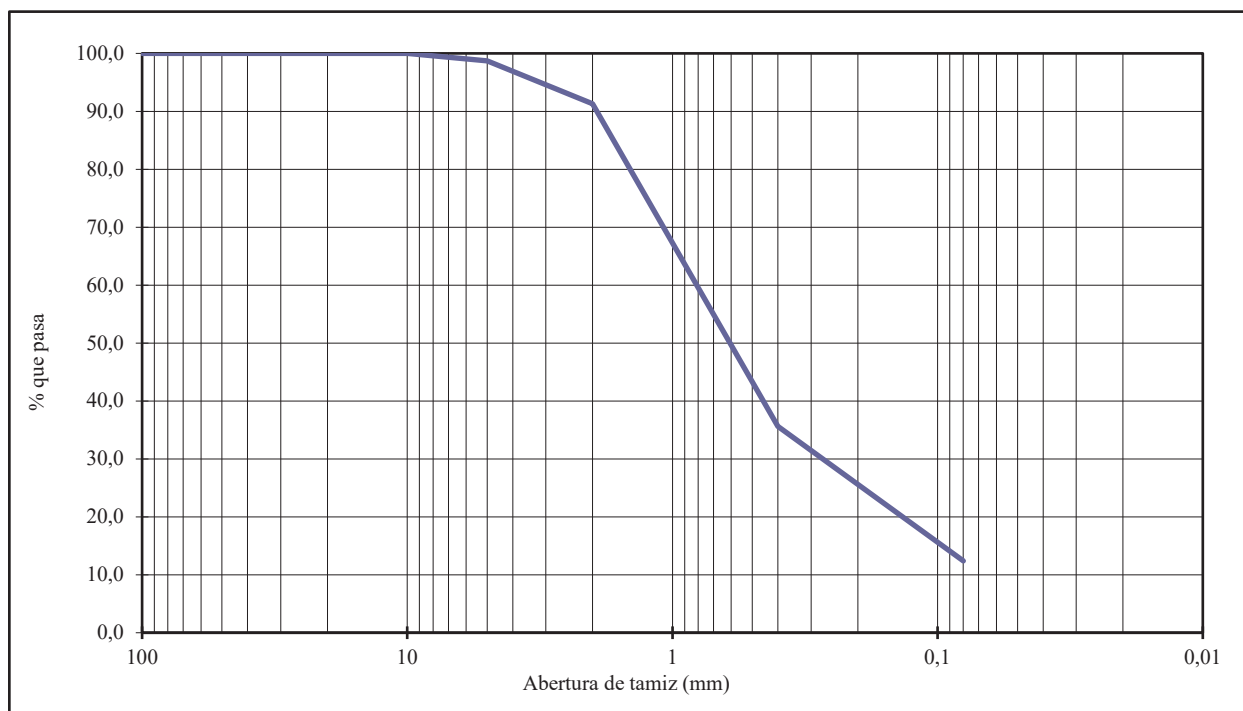
REF. MUESTRA:	MA-02
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-1 MI-1 4,00-4,45
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103 101/1995)

Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,080
% que pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	91,3	35,6	12,4



Clasificación de un suelo	CLASIFICACIÓN PG3 (para los ensayos realizados)					
	CLASIFICACIÓN	CASAGRANDE	Clasificación	SM		
		ASTM	H.R.B	A-1-b		

  
Director del Laboratorio

REF. MUESTRA:	MA-02
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-1 MI-1 4,00-4,45
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103 103/1994 Y 103 104/1993)

L. LÍQUIDO

NO

L. PLÁSTICO

NO

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

NP



Director del Laboratorio  
David Borrego Álvarez

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO EN SUELOS UNE 103401 (GTL)

IMPUTACIÓN

28-200009-NM

Nº MUESTRA

MA-2

HOJA 1 DE 7

Obra:

Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

Peticionario:

AIDHOS Arquitectura

Localización

MI

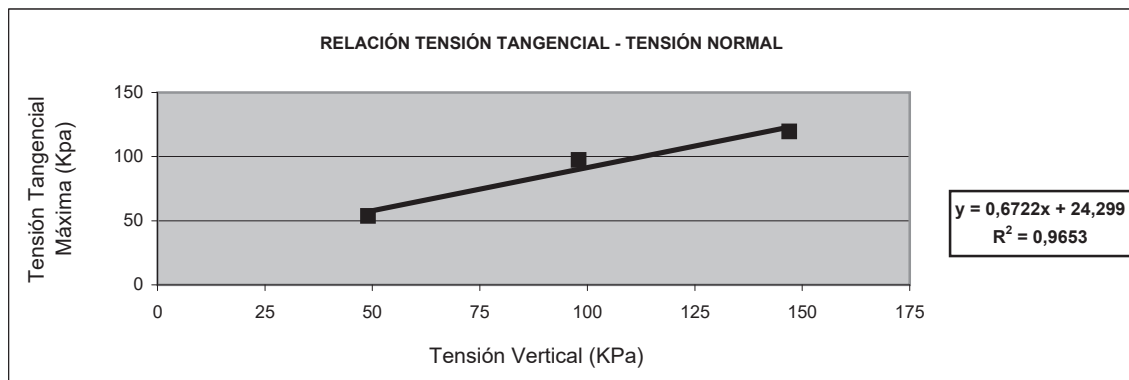
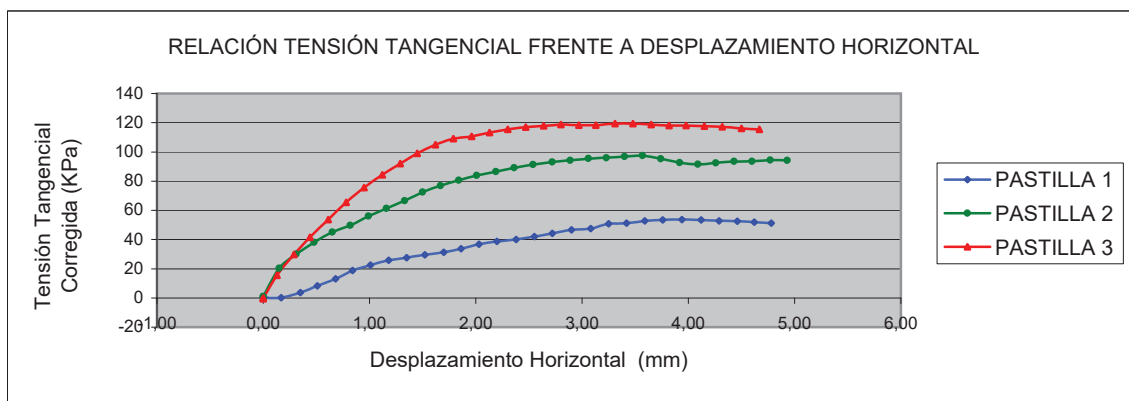
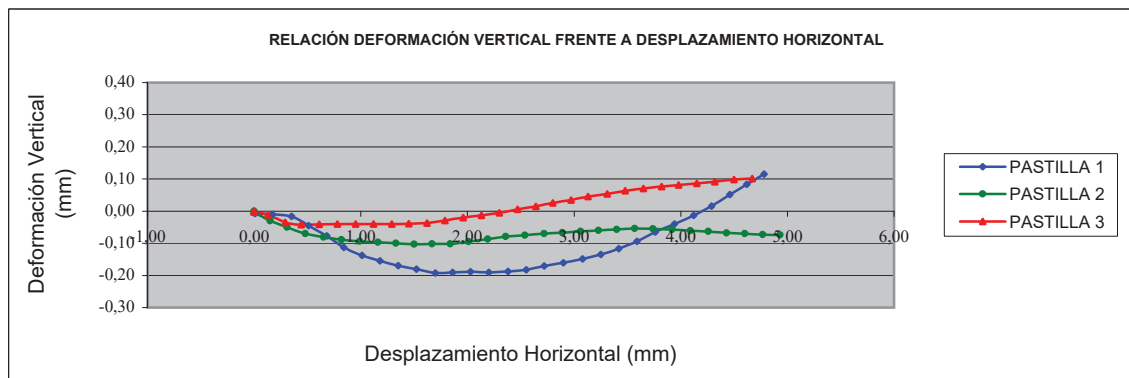
Sondeo: S-1

Profundidad:

4,00-4,45 m

## RESULTADOS DE ENSAYOS

(Las normas reflejadas se corresponden con versión vigente a enero del año en curso)



ANGULO DE ROZAMIENTO  $\Phi_{\text{efectiva}} (^{\circ})$

33,91

COHESIÓN  $C_{\text{efectiva}} (\text{Kpa})$

24,30

Fecha de Terminación de los Ensayos:

9-mar-20

Acta de Resultados

DEFINITIVA

OBSERVACIONES:

Equipos utilizados:

GOC 009, 142A, 142B, 367, 468, 471, 391

En Ourense a

09-mar-20

El Director del Laboratorio

David Borrego Alvarez



G.O.C.

*[Firma manuscrita]*

Los resultados que aquí se expresan son representativos de la muestra ensayada.

Este documento no deberá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito de G.O.C.

AR Corte Directo 1

REF. MUESTRA:	MA-03
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 MA 1,00-1,20
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA**

Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)****SUELOS AGRESIVOS. GRADO DE ACIDEZ BAUMANN GULLY (Apdo. 8.2.3 EHE (UNE EN 16502/2015))**

SUELOS AGRESIVOS	% HUMEDAD	0
	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN GULLY (ml/kg)	18



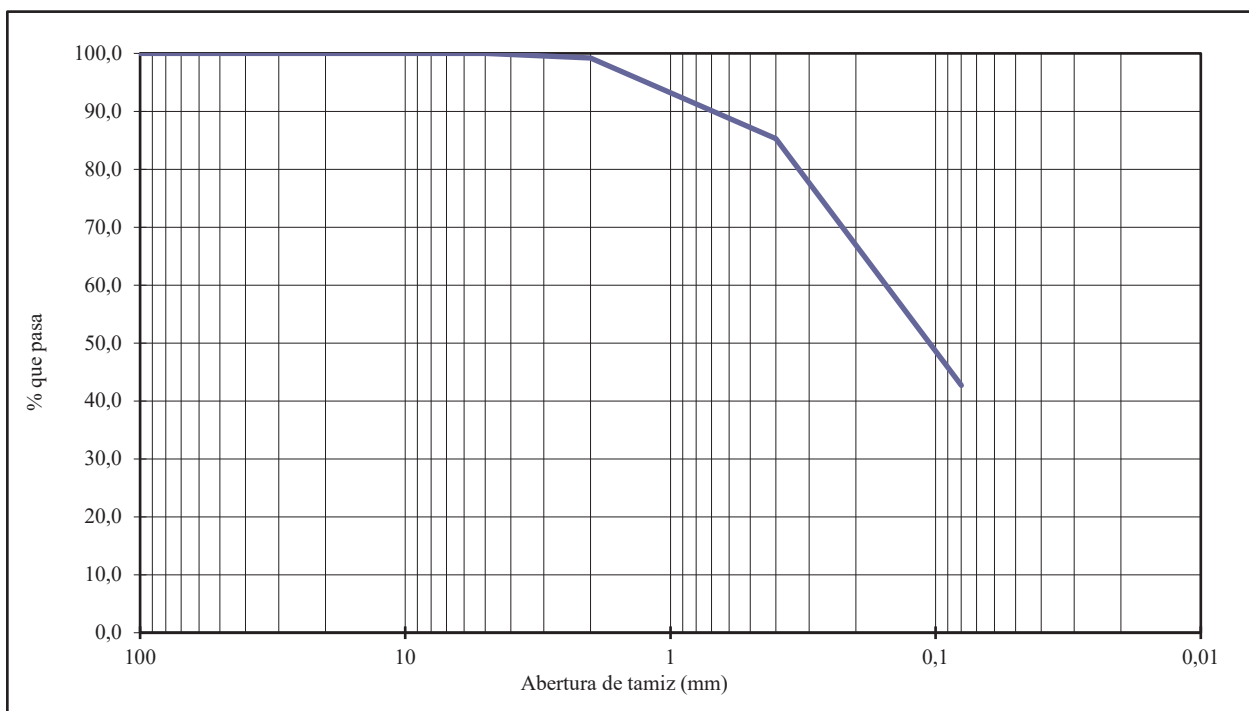
REF. MUESTRA:	MA-03
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 MA 1,00-1,20
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103 101/1995)

Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,080
% que pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	85,3	42,7



Clasificación de un suelo	CLASIFICACIÓN PG3 (para los ensayos realizados)						
	CLASIFICACIÓN CASAGRANDE		Clasificación	SM			
	ASTM		H.R.B	A-4			

  
Director del Laboratorio

REF. MUESTRA:	MA-03
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 MA 1,00-1,20
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103 103/1994 Y 103 104/1993)

L. LÍQUIDO

NO

L. PLÁSTICO

NO

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

NP



Director del Laboratorio  
David Borrego Álvarez



REF. MUESTRA:	MA-03
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 MA 1,00-1,20
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA**

Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

**ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GTL)**

Modalidad de Control: CO

Modalidad de Muestreo: ML

Procedencia de la muestra: S-2 MA 1,00-1,20

Fecha de Toma:

**AGRESIVIDAD DE SUELOS. CONTENIDO EN IÓN SULFATO ( EHE Apd. 8.2.3 (UNE 83963/2008))**

SUELOS AGRESIVOS	% HUMEDAD	0
	IÓN SULFATO (mg/kg)	118

Fecha Final Ensayo 9-mar.-20

Acta Resultados DEFINITIVA

Equipos Utilizados 030/017/678/196

OBSERVACIONES



Jefe de área de Acreditación GT

David Borrego Álvarez

REF. MUESTRA:	MA-04
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 MI-1 2,40-3,00
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA**

Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)****SUELOS AGRESIVOS. GRADO DE ACIDEZ BAUMANN GULLY (Apdo. 8.2.3 EHE (UNE EN 16502/2015))**

SUELOS AGRESIVOS	% HUMEDAD	0
	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN GULLY (ml/kg)	2



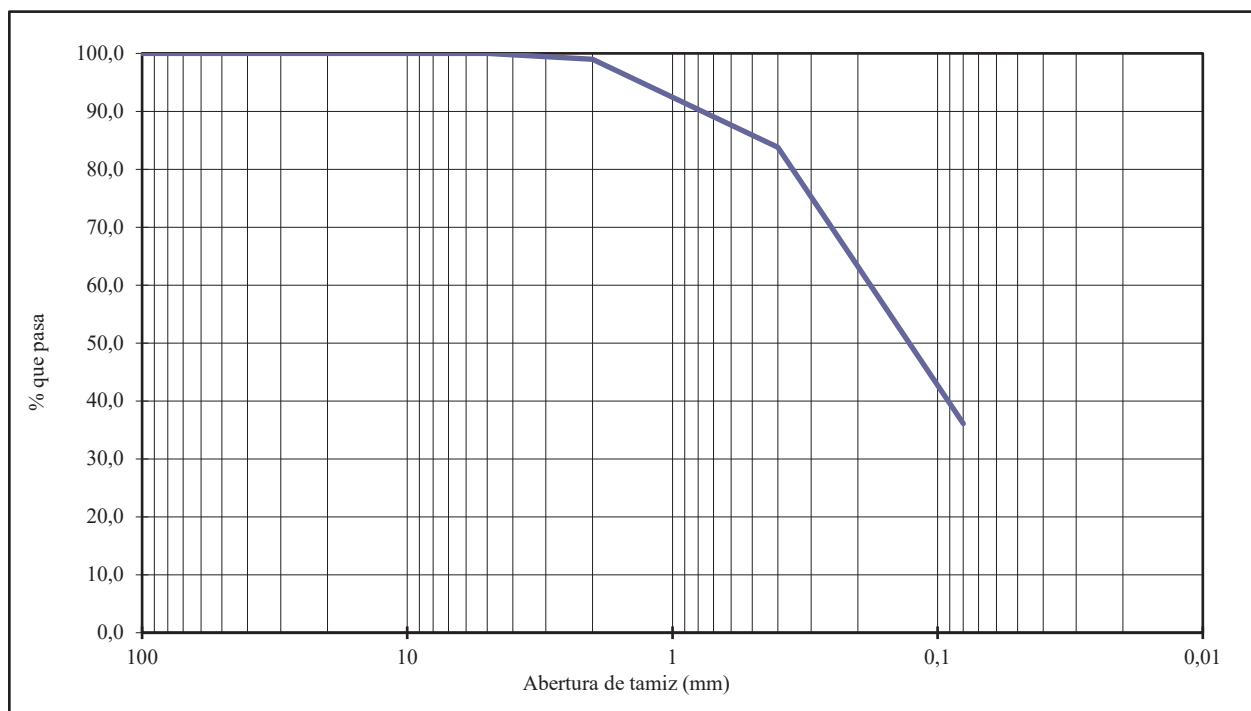
REF. MUESTRA:	MA-04
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 MI-1 2,40-3,00
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

### ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103 101/1995)

Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,080
% que pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	83,8	36,1



Clasificación de un suelo	CLASIFICACIÓN PG3 (para los ensayos realizados)						
	CLASIFICACIÓN CASAGRANDE		Clasificación	SC			
	ASTM		H.R.B	A-6			

  
Director del Laboratorio

REF. MUESTRA:	MA-04
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 MI-1 2,40-3,00
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103 103/1994 Y 103 104/1993)

L. LÍQUIDO

33,1

L. PLÁSTICO

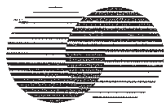
20

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

13,1



Director del Laboratorio  
David Borrego Álvarez



# G.O.C., S.A.

ESTRADA DE CELANOVA 14 BAJO

32911 SAN CIBRAO DAS VIÑAS (OURENSE)

TELF 988.214.357 988.254.063 FAX 988.214.331

Laboratorio de Ensayos Acreditado por el IGVS (Xunta de Galicia) por resolución de 11 de Maio de 2005 (DOG 27/06/05) de acuerdo con lo establecido en el Decreto 441/1990 de 06 de septiembre (DOG 24 septiembre), en las áreas de Acreditación : "EHA nº 15013EHA05B", " GTC nº 15013GTC05B", " GTL nº 15013GTL05B" y "VSG, nº 15013VSG05B"

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE CORTE DIRECTO EN SUELOS UNE 103401 (GTL)

IMPUTACIÓN

28-200004-NM

Nº MUESTRA

MA-04

HOJA 1 DE 7

Obra:

Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

Peticionario:

AIDHOS Arquitectura

Localización

MI

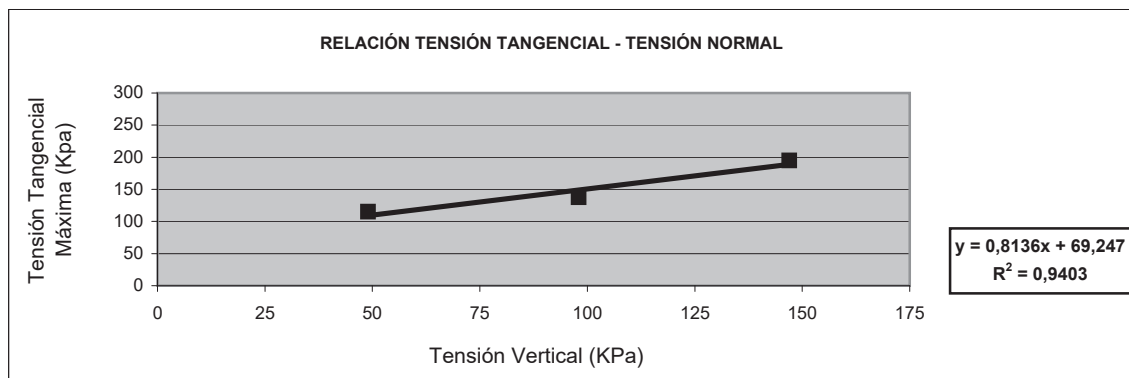
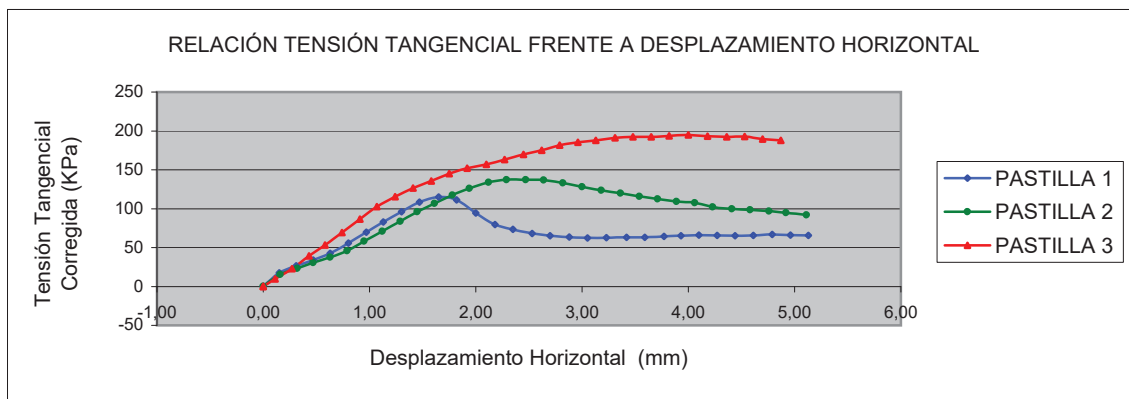
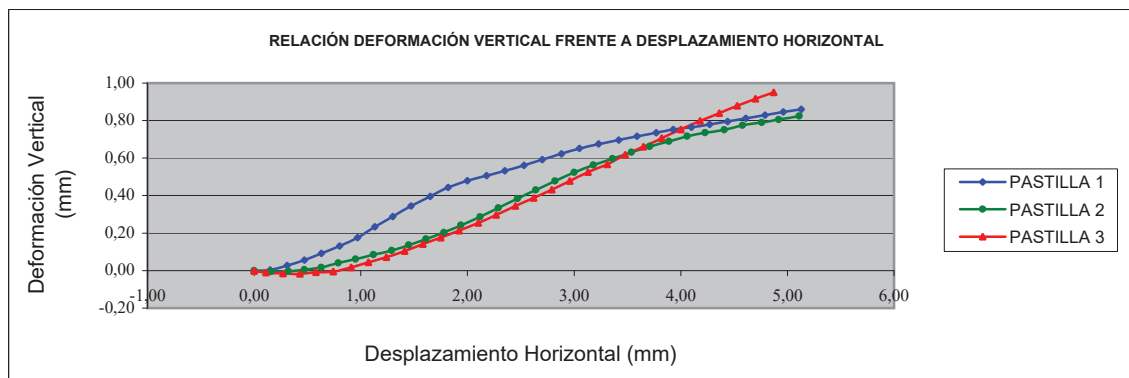
Sondeo: S-2

Profundidad:

2,40 a 3,00

## RESULTADOS DE ENSAYOS

(Las normas reflejadas se corresponden con versión vigente a enero del año en curso)



ANGULO DE ROZAMIENTO  $\Phi_v(^{\circ})$

39,13

COHESIÓN  $C_u$  (Kpa)

69,25

Fecha de Terminación de los Ensayos:

09-mar-20

Acta de Resultados

DEFINITIVA

OBSERVACIONES:

Equipos utilizados:

GOC 009, 142A, 142B, 367, 468, 471, 391

En Ourense a

09-mar-20

El Director del Laboratorio

David Borrego Alvarez



G.O.C.

Los resultados que aquí se expresan son representativos de la muestra ensayada.

Este documento no deberá ser reproducido parcialmente sin la autorización por escrito de G.O.C.

AR Corte Directo 1

REF. MUESTRA:	MA-04
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 MI-1 2,40-3,00
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA**

Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

**ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GTL)**

Modalidad de Control: CO

Modalidad de Muestreo: ML

Procedencia de la muestra: S-2 MI-1 2,40-3,00

Fecha de Toma:

**AGRESIVIDAD DE SUELOS. CONTENIDO EN IÓN SULFATO ( EHE Apd. 8.2.3 (UNE 83963/2008))**

SUELOS AGRESIVOS	% HUMEDAD	0
	IÓN SULFATO (mg/kg)	554

Fecha Final Ensayo 9-mar.-20

Acta Resultados DEFINITIVA

Equipos Utilizados 030/017/678/196

OBSERVACIONES



Jefe de área de Acreditación GT

David Borrego Álvarez

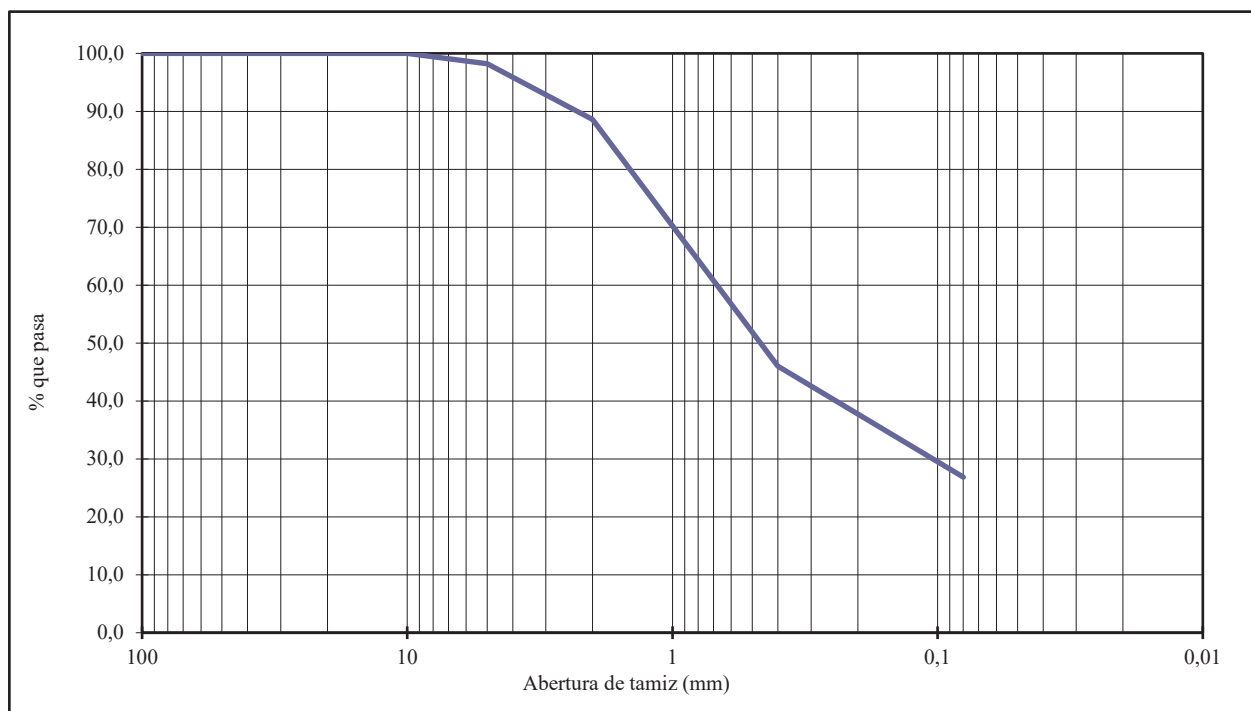
REF. MUESTRA:	MA-05
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 SPT-1 4,00-4,60
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103 101/1995)

Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,080
% que pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	88,6	46,0	26,9



Clasificación de un suelo	CLASIFICACIÓN PG3 (para los ensayos realizados)						
	CLASIFICACIÓN	CASAGRANDE	Clasificación	SC			
		ASTM	H.R.B	A-6 (7)			

  
Director del Laboratorio



REF. MUESTRA:	MA-05
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 SPT-1 4,00-4,60
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103 103/1994 Y 103 104/1993)

L. LÍQUIDO

39

L. PLÁSTICO

23,1

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

15,9



Director del Laboratorio  
David Borrego Álvarez

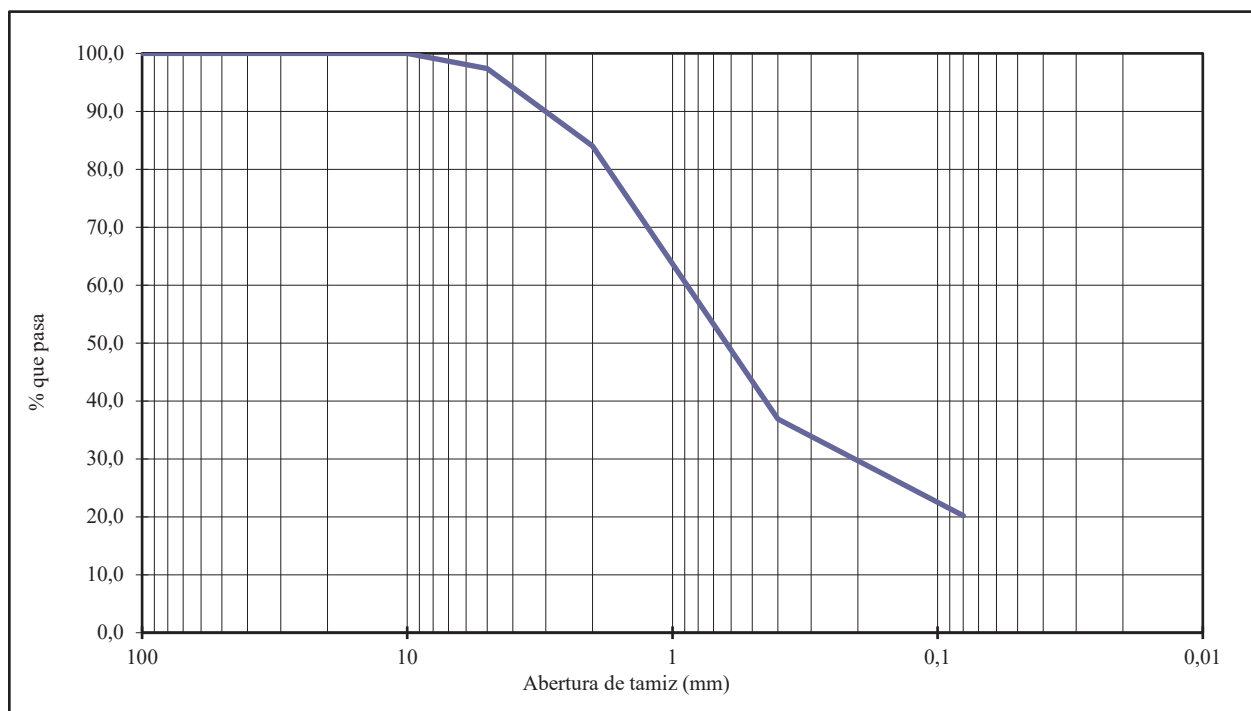
REF. MUESTRA:	MA-06
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 SPT-3 8,00-8,45
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103 101/1995)

Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	5	2	0,4	0,080
% que pasa	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,4	84,0	36,9	20,2



Clasificación de un suelo	CLASIFICACIÓN PG3 (para los ensayos realizados)						
	CLASIFICACIÓN	CASAGRANDE	Clasificación	SC			
		ASTM	H.R.B	A-2-6			

  
Director del Laboratorio

REF. MUESTRA:	MA-06
CÓDIGO OBRA:	28200009
CLIENTE:	AIDHOS Arquitectura
SITUACIÓN:	S-2 SPT-3 8,00-8,45
FECHA ACTA:	09/03/2020

**OBRA** Estudio geotécnico para reforma en Hospital Clínico San Carlos, Madrid

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE SUELOS EN GEOTECNIA (GT)

### ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103 103/1994 Y 103 104/1993)

L. LÍQUIDO

33,1

L. PLÁSTICO

21

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

12,1



Director del Laboratorio  
David Borrego Álvarez

COMPLEMENTARIAS

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE AGUAS (GTL)**

**Modalidad de Control:** CO **Modalidad Muestreo** (UNE 83951/2008): ML  
**Procedencia de la muestra:**  
**Fecha de Toma** 5-mar.-20

**AGRESIVIDAD DE AGUAS (EHE Apdo 8.2.3)**

VALOR DE PH (UNE 83952)	Valor de pH		6,8
	Temperatura de Medida	(°C)	19
CONTENIDO DE IÓN AMONIO (UNE 83954)		(mg/l)	1,74
CONTENIDO DE IÓN SULFATOS (UEN 83956)		(mg/l)	228
RESIDUO SECO A 110 °C (UNE 83957)		(mg/l)	635
CONTENIDO DEL ION MAGNESIO UNE 83955:2008. (MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA - MÉTODO ALTERNATIVO)		(mg/l)	21,5
DIÓXIDO DE CARBONO LIBRE CO <sub>2</sub> UNE EN 13577		(mg/l)	2,76

Fecha Final Ensayo 6-mar.-20  
Acta Resultados DEFINITIVA  
Equipos Utilizados 017, 196,470,444,247,465  
OBSERVACIONES




**G.O.C.**

El Director del Laboratorio  
David Borrego Álvarez