

# ESTUDIO GEOTÉCNICO

**EXPEDIENTE N°:** EG-4036/16.

**CLIENTE:** CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE DE LA  
COMUNIDAD DE MADRID.

**LOCALIZACIÓN:** CALLE FÉLIX CANDELA N° 24, PARQUE DE VALDEBEBAS,  
DTO. DE HORTALEZA, MADRID.

**ASUNTO:** INFORME GEOTÉCNICO.

## ÍNDICE.

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO.....	4
2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO. TRABAJOS REALIZADOS.....	6
3. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA.....	7
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA SONDA.....	7
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN.....	7
4. MARCO GEOLÓGICO.....	9
4.1. INTRODUCCIÓN.....	9
4.2. ESTRATIGRAFÍA.....	10
4.3. TECTÓNICA.....	12
4.4. DESNIVEL DEL TERRENO.....	13
4.5. SISMICIDAD.....	15
5. COLUMNA LITOLÓGICA DEL SUBSUELO.....	18
6. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.....	23
6.1. RESULTADOS Y GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS.....	23
7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	28
7.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE UN SUELO.....	28
7.2. LÍMITES DE ATTERBERG.....	28
7.3. HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO.....	29
7.4. CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELO.....	29
7.5. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.....	29
7.6. ENSAYO DE CORTE DIRECTO.....	33
7.7. ENSAYO DE PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓMETRO.....	34
7.8. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SUELO ( $\phi$ , $c$ , $\gamma$ , $k$ ).....	36
7.9. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.....	38
8. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE LA OBRA.....	41
8.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	41
8.2. TIPO DE CIMENTACIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE.....	43
8.3. ÍNDICE DE EXCAVABILIDAD.....	48
8.4. CÁLCULO DE ASIENTOS.....	49
8.5. NIVEL FREÁTICO Y AGRESIVIDAD DEL MEDIO.....	51
9. BIBLIOGRAFÍA.....	53
10. CONSIDERACIONES GENERALES.....	54
ANEXOS.....	55

## 1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO.

El presente informe geotécnico ha sido realizado por encargo de la **CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID** para la construcción de un Centro de Educación Infantil y Primaria que se situará en la **CALLE FÉLIX CANDELA Nº 24, PARQUE DE VALDEBEBAS**, en el **DISTRITO DE VALDEBEBAS**, en el municipio de **MADRID**.

Los trabajos realizados para la redacción de este informe han sido:

- Cuatro ensayos de penetración dinámica superpesada DPSH.
- Cinco sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo:
  - S-1, de 12,00m de profundidad. - S-2, de 12,00m de profundidad.
  - S-3, de 12,00m de profundidad. - S-4, de 12,00m de profundidad.
  - S-5, de 6,00m de profundidad.
- Tres perfiles estratigráficos del terreno.
- Ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación del terreno.

Así pues, se ha realizado el reconocimiento geotécnico de una parcela de aproximadamente 13.450m<sup>2</sup> de superficie, donde se proyecta la construcción de un colegio, que previsiblemente tendrá entre 2 y 3 plantas sobre-rasante, y que además contará con pistas deportivas exteriores. Se desconoce la superficie que las instalaciones escolares ocuparán en planta, así como la superficie total construida, pero en todo caso será superior a los 300m<sup>2</sup>.

Según se define en el CTE, el tipo de construcción sería C-1 (construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida superior a 300m<sup>2</sup>) y el grupo de terreno sería T-3 (terreno desfavorable, por presencia de suelos expansivos).

El objetivo fundamental de los trabajos realizados ha sido la obtención de datos para determinar las características básicas del terreno, que permitan estudiar las condiciones de construcción más oportunas, así como aspectos práctico—constructivos relacionados con el subsuelo, determinando la estratigrafía del terreno, su capacidad portante y la profundidad adecuada para cimentar.



En los apartados correspondientes de la presente memoria, se describe la metodología seguida, los trabajos realizados, las características litológicas del terreno, su inscripción en el marco geológico del entorno, así como parámetros y características geotécnicas básicas de los materiales, con el fin de analizar la tipología, base de diseño de la cimentación y método de ejecución recomendable, entre otros aspectos relacionados con el subsuelo.

En los anexos que aparecen al final del presente informe se registran los resultados extraídos de los trabajos de campo, haciendo uso de columnas estratigráficas y perfiles estratigráficos del terreno, además de los datos y representaciones correspondientes a los ensayos de laboratorio efectuados, así como un reportaje fotográfico de la zona y el material atravesado.

## **2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO. TRABAJOS REALIZADOS.**

La campaña de reconocimiento del terreno se inició con la realización de los trabajos de campo, efectuados entre los días 18 de marzo y 11 de abril de 2016, complementándose posteriormente con la realización de los ensayos de laboratorio más propicios en función del tipo de terreno extraído.

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de cinco sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo, y cuatro ensayos de penetración dinámica superpesada tipo DPSH, con el objeto de reconocer la estratigrafía del subsuelo, tomar muestras para su ensayo en laboratorio, efectuar la diferenciación de niveles de distinta consolidación a partir de la representación de la resistencia del terreno a la hincada dinámica continua y determinar la existencia o ausencia del nivel freático en la parcela objeto de estudio.

La localización de los ensayos aparece en el croquis de situación adjunto en los anexos, con referencia a los viales adyacentes y a los límites de la parcela. Se han distribuido por toda la superficie de la parcela para efectuar un mayor reconocimiento del terreno.

Por otro lado, los ensayos de laboratorio se realizan siguiendo las condiciones que marca la normativa. En general, los ensayos de laboratorio se clasifican en distintos grupos, que atañen por separado a las distintas características físico-químicas de las muestras analizadas. La diversificación de los ensayos se presenta según la siguiente tabla:

Tipo	Ensayos
Identificación	Granulometría y Límites de Atterberg
Estado	Humedad natural y Densidad
Químicos	Contenido de sulfatos en suelo Contenido de sulfatos en agua
Geomecánicos	Corte directo Presión de hinchamiento en edómetro

### **3. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA.**

#### **3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA SONDA.**

Los cinco sondeos se llevaron a cabo con sondas tipo TECOINSA TP-30 LR, montadas sobre todoterreno; este tipo de sonda ejecuta la perforación a rotación, en el presente caso con un diámetro de 86mm, no habiendo sido necesario el revestimiento de los sondeos debido a la estabilidad del terreno perforado.

La longitud perforada en cuatro de los sondeos ha sido de 12,00m, mientras que en el sondeo restante ha sido de 6,00m, con lo que la longitud total perforada ha sido de 54,00m.

Dadas las características que ofrece el terreno, en los sondeos se han realizado ensayos estándar de penetración (SPT), tanto con la punta abierta como con la puntaza ciega, y se han recogido muestras del registro continuo del sondeo (MA o TS) para su ensayo en laboratorio.

#### **3.2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE PENETRACIÓN.**

Las características del equipo de penetración dinámica tipo DPSH empleado, modelo TECOINSA TP-05.10D, se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Varillaje	32 mm
Peso de la maza	63,5 kg
Altura de caída	76 cm
Puntaza	<ul style="list-style-type: none"><li>- Altura 5 cm</li><li>- Puntaza cónica con vértice en ángulo de 90°</li><li>- Sección circular de 20 cm<sup>2</sup></li></ul>

Los ensayos de penetración dinámica superpesada realizados, relacionan la profundidad con la resistencia del terreno a la hincada dinámica (nivel de consolidación del terreno).

Este tipo de ensayo se considera más adecuado cuando se realiza acompañado de sondeos mecánicos, como es el caso, pudiendo aumentar el número de puntos de reconocimiento del terreno, además de obtener un registro continuo de la resistencia de los materiales atravesados.

El ensayo consiste en la introducción en el terreno de una puntaza de forma cónica unida a un varillaje, mediante el golpeo de una maza de 63,5kg que cae libremente desde una altura de 76cm, registrándose el número de golpes necesarios para hincar cada tramo de 20cm en que se divide el varillaje.

La prueba finaliza cuando el número de golpes requerido para una penetración de 20cm es superior de 100, cuando se alcanzan 75 golpes para profundizar 20cm tres veces consecutivas, o si no se obtiene el rechazo, cuando se alcanza la profundidad máxima que se quiera alcanzar. Los resultados se presentan en un gráfico que relaciona la profundidad con la resistencia a la hincada dinámica.

## **4. MARCO GEOLÓGICO.**

### **4.1. INTRODUCCIÓN.**

La parcela de estudio se encuentra en el término municipal de Madrid, localizándose en la Hoja Geológica de su mismo nombre (Hoja nº 559 del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000).

La zona se ubica al Sur del Borde Meridional del Sistema Central, en la Cuenca del Tajo o Submeseta Meridional, participando de las características geológicas del Borde Occidental del Tajo, con un esquema estratigráfico mixto en relación a la variación de facies entre el centro y el borde de la cuenca sedimentaria del Tajo.

La Hoja incluye en su ámbito los depósitos continentales miocenos y cuaternarios donde se sitúan Madrid y las localidades aledañas, localizándose en su ángulo noroeste la Cordillera Central (Sierra de Gredos y Guadarrama), compuesta por materiales ígneos y metamórficos atribuidos generalmente a la orogenia hercínica, adosándose a estos materiales, en la vertiente sur, retazos de materiales de edad Cretácica y probable Oligoceno.

Los depósitos existentes en la zona de estudio corresponden principalmente al Terciario (Neógeno), destacando la presencia en los alrededores de importantes volúmenes de vertidos y rellenos antrópicos.

## **4.2. ESTRATIGRAFÍA.**

En la Hoja de Madrid aparecen representados varios conjuntos litológicos de características bien diferenciadas. Destacan por su extensión, en la parte occidental y septentrional, los depósitos arcósicos miocenos, que se agrupan bajo la denominación general de Facies Madrid.

Dichos depósitos arcósicos forman asimismo un conjunto morfológico netamente individualizable en relación con los sedimentos yesíferos y arcillo-carbonáticos que afloran al sur y al Este del casco urbano de Madrid.

El depósito de arcosas queda integrado dentro de un sistema de abanicos aluviales cuyo abastecimiento se realiza a partir del desmantelamiento de los granitoides del Sistema Central, con cierta influencia en la parte oriental de aportes procedentes de los macizos metamórficos del Guadarrama. El espesor máximo de estas arcosas que afloran en la Hoja es de unos 110m, aunque disminuye hacia el Sur, donde queda reducido a unas escasas decenas de metros en función del cambio lateral de facies con las unidades arcillosas.

La sucesión arcósica en el área septentrional de la Hoja aparece así constituida por un apilamiento de secuencias granodecrecientes de orden métrico, cuyos términos basales presentan frecuentemente niveles más o menos canalizados de arcosas gruesas con cantos y bloques. La proporción de fangos arcillosos aumenta netamente en las arcosas más meridionales, hecho acompañado de una mejor definición de los niveles de paleosuelos, con importante desarrollo de calcretas en algunos puntos.

La relación de facies observada caracteriza esencialmente las zonas medias y distales de estos abanicos. El régimen de deposición corresponde en buena parte a procesos de transporte en masa del material arcósico, presentando esta deposición un carácter marcadamente episódico y discontinuo bajo condiciones climáticas cálidas con estaciones contrastadas.

Por otro lado, los términos arcillosos coinciden, en gran parte, con depresiones morfológicas de la zona centro-oriental de la Hoja.

Por último, las formaciones yesíferas más meridionales dan lugar a escarpes bastante abruptos en la vertiente izquierda del Manzanares, así como en la vertiente derecha del Jarama. Los valles de estos ríos presentan un importante desarrollo de niveles de terraza.

Centrándonos en la parcela objeto de estudio, se puede indicar que se localiza sobre materiales arcóscicos miocenos, concretamente sobre una unidad compuesta por arenas arcóscicas con cantos, y fangos.

Litológicamente, esa unidad está constituida por una alternancia monótona de arcosas, generalmente muy arcillosas, y arcillas arenosas, de tonos pardo-amarillentos y rojizos que se estructuran en la mayor parte de los casos en secuencias granodecrecientes arcosas-arcillas arenosas, con espesores comprendidos entre varios decímetros (0,60-0,90m) hasta 3 ó 4 m. Aparte de la granoselección de conjunto, estas secuencias se caracterizan por el aspecto masivo de su estructura interna, reconociéndose bases en general suavemente erosivas, estructuras de “cut and fill” y mesosecuencias erosivas y granodecrecientes (lentejones) truncadas entre sí dentro de los paquetes arcóscicos. Localmente se reconocen estratificaciones cruzadas de surco o planar de gran escala y trenes de ripples.

Las arcillas arenosas de la parte superior de la secuencia, con un contenido en fracción arena que no suele superar el 45%, muestran comúnmente escasa estructuración, lajeado horizontal característico y enrojecimiento en su parte más alta, rasgo correlacionable con el desarrollo de procesos edáficos hidromórficos poco evolucionados. Localmente se observan en estos niveles restos de bioturbación por raíces. En algunas secuencias, sobre todo hacia la base del conjunto arcóscico, las arcillas constituyen depósitos de decantación, mostrando laminación paralela, en ocasiones convolucionada, y escasa fracción limosa.

Hacia la parte Norte y Noroeste de la Hoja, el tamaño medio de los depósitos arcóscicos aumenta, estando la mayor parte de los niveles constituidos por arena gruesa a microconglomerática, con lechos discontinuos de cantos de granito, sienita y otros materiales plutónicos. A pesar de esta mayor proximidad al borde de la cuenca, la proporción de fangos es elevada, mostrando frecuentes enrojecimientos de origen edáfico (hidromorfía).

La sucesión arcóscica en este área septentrional de la Hoja aparece así constituida por un apilamiento de secuencias granodecrecientes de orden métrico, cuyos términos basales presentan frecuentemente niveles más o menos canalizados de arcosas gruesas con cantos y bloques.

La proporción de fangos arcillosos aumenta netamente en las arcosas más meridionales, hecho acompañado de una mejor definición de los niveles de paleosuelos, con importante desarrollo de calcretas (paleosuelos carbonatados) en algunos puntos.

### **4.3. TECTÓNICA.**

El territorio de la Hoja de Madrid se emplaza íntegramente en la denominada Cuenca del Tajo, la cual corresponde a una de las grandes zonas subsidentes intracontinentales, de Edad Terciaria, que ocupan el interior de la Península Ibérica.

Estas cuencas no representan verdaderas fosas tectónicas pues su desarrollo coincide con una deformación compresiva global de la Península Ibérica durante el terciario, cuyo resultado es la estructuración de relieves positivos, como el Sistema Central y zonas subsidentes.

Dentro de esta cuenca de sedimentación, el área de Madrid está situada en las proximidades de su borde septentrional, enmarcado por el Sistema Central. Este borde aparece como una línea de mayor actividad frente a los esfuerzos tectónicos que produjeron la deformación causante de la elevación del Sistema Central y la subsidencia de la cuenca.

Debido a la naturaleza de los sedimentos detríticos del área de Madrid, esta tectónica frágil no se manifiesta en superficie, aunque una cierta incidencia se refleja en la jerarquización de los arroyos en las facies arcóscas. No obstante, esta tectónica de fractura, concurrente con la deformación de los materiales del basamento en las áreas de relieve positivo, se observa en ocasiones en los materiales más rígidos del centro de la cuenca, donde la proximidad a la superficie de las facies yesíferas permite la delimitación de algunas de estas fracturas.

Por tanto, las estructuras de deformación tectónica que afectan a los materiales del Neógeno de Madrid son escasas y por lo general son deformaciones de gran amplitud relacionadas con la Cuenca del Tajo.



#### 4.4. DESNIVEL DEL TERRENO.

La parcela objeto de estudio tiene forma cuadrangular, limitada por la Calle Félix Candela por el Norte, por la Calle Manuel Gutiérrez Mellado por el Oeste, por la Avenida Secundino Zuazo por el Sur y por la Calle Fina Calderón por el Este.

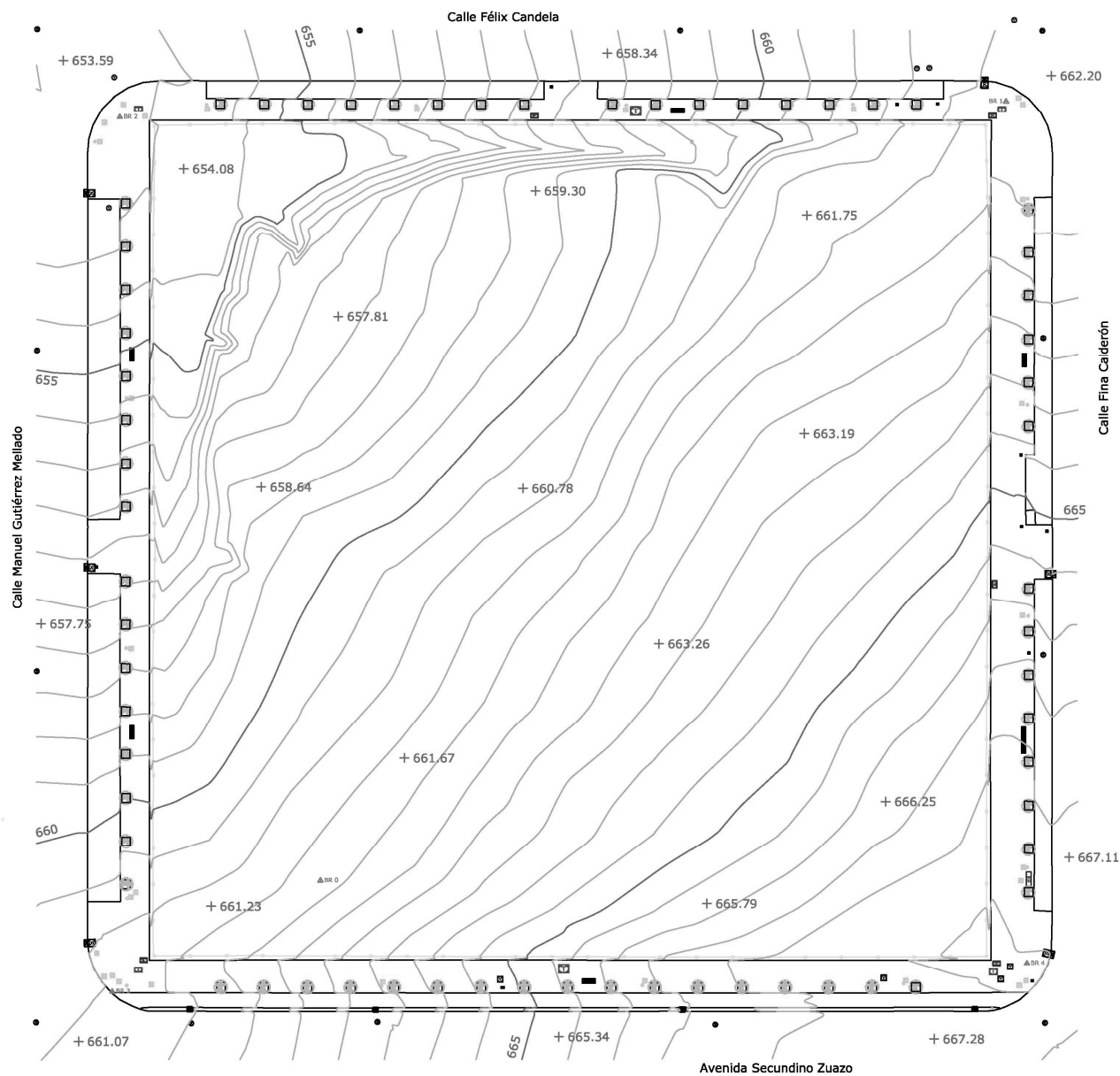
La superficie del terreno es llana pero presenta una fuerte pendiente descendente desde el Sureste hacia el Norte-Oeste. Tomando la esquina Sureste como referencia, por ser el punto más elevado de la parcela, se puede estimar que la esquina Noreste estaría aproximadamente 5,40m por debajo de la misma, la esquina Noroeste unos 13,60m por debajo, y la esquina Suroeste aproximadamente 6,40m por debajo.



Vista general de la parcela hacia el Norte-Noroeste, desde la Calle Fina Calderón.



Vista general de la parcela hacia el Oeste-Noroeste, desde la esquina Sureste.



Plano topográfico de la parcela.

#### 4.5. SISMICIDAD.

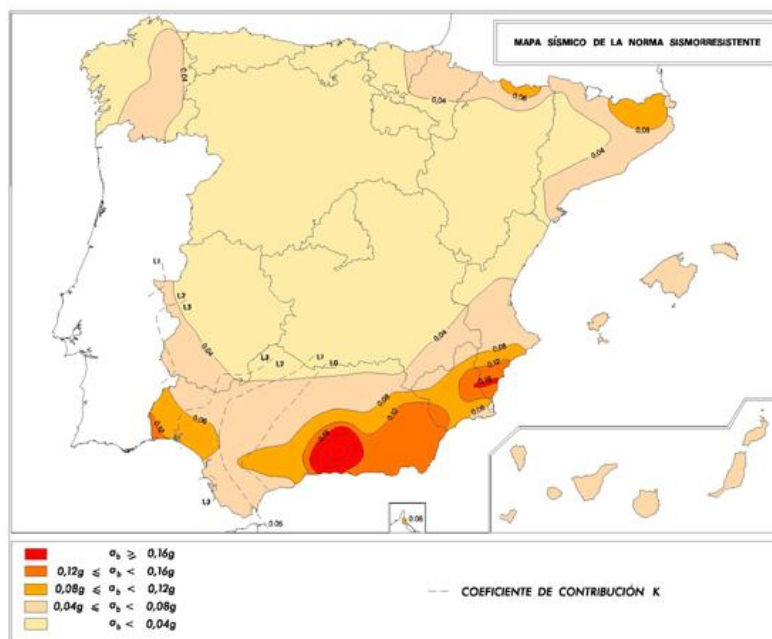
Para la redacción del presente apartado se han seguido las indicaciones de la Norma de Construcción Sismorresistente Española NCSE-02 (publicada en septiembre de 2002).

Esta norma proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que sea aplicable.

Recoge explícitamente que la finalidad última de la norma es evitar la pérdida de vidas humanas, y reducir el daño y las pérdidas económicas por terremotos en el futuro, tal como se hace en los principales códigos sísmicos internacionales.

Siguiendo el criterio de la norma y a la vista del mapa de peligrosidad sísmica, la zona de estudio presenta una aceleración sísmica básica  $a_b/g$  menor de 0,04, expresada en relación al valor de la gravedad (un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un periodo de retorno de 500 años).

De acuerdo con la Norma NCSE-02, al presentar la zona de estudio una aceleración sísmica menor de 0,04g, no será necesaria la consideración de acciones sísmicas.



Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. BOE 11/10/2002

Aceleración sísmica de cálculo:

$$a_c = S \times \rho \times a_b$$

$a_b$ : Aceleración sísmica básica =  $<0,04 \cdot g$

$k$ : Coeficiente de contribución:  $=1,00$

$\gamma_I$ : Factor de importancia  $= \gamma_I = 1,00$  (importancia normal)

$\gamma_{II}$ : Factor modificador periodo de retorno  $= \gamma_{II} = 1,00$  (Pr = 500 años)

$\rho$ : Coeficiente adimensional de riesgo:  $= \rho = \gamma_I \times \gamma_{II} = 1,00$

$S$ : Coeficiente de amplificación del terreno:

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

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

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

Siendo:

$C$ : Coeficiente de terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

Tipo	Descripción del terreno	Coeficiente C
<b>Terreno tipo I</b>	Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de las ondas transversales o de cizalla, $V_s > 750$ m/s.	1,0
<b>Terreno tipo II</b>	Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de las ondas transversales o de cizalla, $V_s = 400-750$ m/s.	1,3
<b>Terreno tipo III</b>	Suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad ondas transversales o de cizalla, $V_s = 200-400$ m/s.	1,6
<b>Terreno tipo IV</b>	Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando. Velocidad ondas transversales o de cizalla, $V_s < 200$ m/s.	2,0

El valor de C se determina a partir de los espesores  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$  y  $e_4$  de los terrenos tipos I, II, III y IV, existentes en los primeros 30 m bajo la superficie:

$$C = \frac{\sum C_i \times e_i}{30}$$

Se pueden clasificar los terrenos en cuatro tipos según la norma NCSE-02, cada uno de los cuales tendrá un coeficiente de contribución K y un coeficiente del terreno C específicos, encontrando en el presente caso en superficie un terreno tipo T-III, correspondiente a suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme, con una velocidad de propagación de las ondas transversales o de cizalla,  $V_s$ , de entre 200 y 400 m/s, y subyacentemente terreno tipo T-II, correspondiente a suelo granular de compacidad densa o suelo cohesivo de consistencia dura, con una velocidad de propagación de las ondas  $V_s$  de entre 400 y 750 m/s.

## 5. COLUMNA LITOLÓGICA DEL SUBSUELO.

Puede establecerse la columna litológica del terreno, que se presenta en el anexo 3 del presente informe como columnas estratigráficas de los sondeos, matizando las descripciones del corte de los mismos mediante los datos del laboratorio.

Así pues, tomando como cota de inicio de las columnas estratigráficas la cota de boca de cada uno de los sondeos, aparecen de techo a base de los mismos los siguientes niveles:

### **SONDEO N° 1 (Cota aproximada de inicio: 657,80m)**

#### **NIVEL 1-A (de 0,00m a 0,40m de profundidad).**

Cobertera vegetal areno-arcillosa con cantos dispersos, de color pardo.

#### **NIVEL 1-B (de 0,40m a 1,20m de profundidad).**

Aluvial cuaternario.

Arenas finas-medias arcillosas con cantos dispersos, de color pardo claro. Compacidad media.

#### **NIVEL 2 (de 1,20m a 9,80m de profundidad).**

Tosco y tosco arenoso. Facies Madrid, Edad Mioceno.

Arcillas y limos arcillosos algo arenosos con pasadas de arcillas bastante arenosas, de color pardo. A partir de 7,35m de profundidad, arcillas arenosas de color pardo ocre. Consistencia muy firme-dura, incrementándose con la profundidad.

#### **NIVEL 3 (de 9,80m a 12,00m de profundidad, fin del sondeo).**

Arena tosquiza. Facies Madrid, Edad Mioceno.

Arenas medias-finas arcillosas, de color pardo ocre. Compacidad densa-muy densa.

Fin del sondeo a 12,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. Se detecta el nivel freático, o un nivel de agua, a 10,50m de profundidad, según últimas observaciones realizadas el día 11/04/2016.

**SONDEO N° 2 (Cota aproximada de inicio: 662,20m)**

**NIVEL 1-B (de 0,00m a 0,70m de profundidad).**

Aluvial cuaternario.

Arenas finas-medias arcillosas con cantos dispersos, de color pardo ocre. Compacidad media.

**NIVEL 2 (de 0,70m a 12,00m de profundidad, fin del sondeo).**

Tosco arenoso y tosco, con intercalación de arena tosquiza. Facies Madrid, Edad Mioceno.

Arcillas y limos arcillosos bastante arenosos con pasadas de arcillas arenosas, de color pardo. Entre 4,60 y 5,50m de profundidad, presencia de una intercalación de arenas medias-finas arcillosas con cantos finos, de color pardo ocre. Consistencia muy firme-dura, incrementándose con la profundidad.

Fin del sondeo a 12,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. Se detecta un nivel colgado de agua a 5,00m de profundidad, según observaciones realizadas el día 24/03/2016.



**SONDEO N° 3 (Cota aproximada de inicio: 661,20m)**

**NIVEL 1-B (de 0,00m a 0,80m de profundidad).**

Aluvial cuaternario.

Arenas finas-medias arcillosas con cantos dispersos, de color pardo ocre. Compacidad media.

**NIVEL 2 (de 0,80m a 12,00m de profundidad, fin del sondeo).**

Tosco arenoso y tosco, con intercalaciones de arena tosquiza. Facies Madrid, Edad Mioceno.

Arcillas y limos arcillosos bastante arenosos con pasadas de arcillas arenosas, de color pardo. Entre 3,80-4,60m y 8,80-9,30m de profundidad, presencia de intercalaciones de arenas medias-finas arcillosas con cantos finos, de color pardo ocre. Consistencia muy firme-dura, incrementándose con la profundidad.

Fin del sondeo a 12,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. No se detecta el nivel freático a las profundidades alcanzadas en el sondeo, según observaciones realizadas el día 24/03/2016.



**SONDEO N° 4 (Cota aproximada de inicio: 665,00m)**

**NIVEL 1-B (de 0,00m a 1,20m de profundidad).**

Aluvial cuaternario.

Arenas medias-finas arcillosas con cantos dispersos, de color pardo ocre. Compacidad media.

**NIVEL 2 (de 1,20m a 12,00m de profundidad, fin del sondeo).**

Tosco arenoso y tosco, con intercalaciones de arena tosquiza y/o arena de miga. Facies Madrid, Edad Mioceno.

Arcillas y limos arcillosos bastante arenosos con pasadas de arcillas arenosas, de color pardo. Entre 1,20-3,00m y 8,00-8,30m de profundidad, presencia de intercalaciones de arenas medias-finas arcillosas con cantos finos, de color pardo ocre. Consistencia muy firme-dura, incrementándose con la profundidad.

Fin del sondeo a 12,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. Se detecta un nivel colgado de agua a 8,00m de profundidad, según observaciones realizadas el día 24/03/2016.

**SONDEO N° 5 (Cota aproximada de inicio: 661,50m)**

**NIVEL 1-A (de 0,00m a 0,60m de profundidad).**

Cobertera vegetal areno-arcillosa con cantos dispersos, de color pardo.

**NIVEL 1-B (de 0,60m a 1,20m de profundidad).**

Aluvial cuaternario.

Arenas medias-finas arcillosas con cantos dispersos, de color pardo ocre. Compacidad media.

**NIVEL 2 (de 1,20m a 6,00m de profundidad, fin del sondeo).**

Tosco y tosco arenoso, con intercalación de arena tosquiza. Facies Madrid, Edad Mioceno.

Arcillas y limos arcillosos bastante arenosos con pasadas de arcillas arenosas, de color pardo. Entre 4,60 y 6,00m de profundidad, fin del sondeo, presencia de una intercalación de arenas medias-finas arcillosas con cantos finos, de color pardo ocre. Consistencia muy firme-dura, incrementándose con la profundidad.

Fin del sondeo a 6,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. No se detecta el nivel freático a las profundidades alcanzadas en el sondeo, según observaciones realizadas el día 11/04/2016.

## 6. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

### 6.1. RESULTADOS Y GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS.

Mediante el ensayo de penetración dinámica se obtiene la resistencia que el terreno opone a la penetración, siendo datos orientativos los valores de carga admisible reflejados en el presente informe. La consecución de tales datos se ha realizado a través de la llamada fórmula de “los holandeses”, que sin estar normalizada, es la más empleada comúnmente en el campo de la Geotecnia.

La resistencia dinámica se calcula según la fórmula antes mencionada, con un coeficiente de seguridad igual a 3, a partir de lo cual se obtiene la carga de trabajo.

$Rd = (M^2 \times H) / ((e + e1) \times (M + P) \times A)$	<b>Rd</b>	Resistencia dinámica en kg/cm <sup>2</sup>
	<b>H</b>	Altura de caída de la maza (76 cm)
	<b>P</b>	Peso de las varillas en kg+20 (Cada m de profundidad 6,155 kg)
	<b>M</b>	Peso de la maza en kg (63,50 kg)
	<b>e</b>	Penetración cm/nº de golpes
	<b>e1</b>	Constante = 0,50
	<b>A</b>	Sección de la puntaza en cm <sup>2</sup> (20 cm <sup>2</sup> )

Para cimentaciones superficiales, en medios homogéneos y tratándose de terreno no cohesivo, puede aplicarse una carga de trabajo de  $\sigma = Rd/20$ , siempre que exista una relación de empotramiento de  $D/B > 1$ , siendo **D** el empotramiento de la zapata y **B** el ancho de la misma. Para las cimentaciones profundas (pilotes), puede aceptarse una carga de trabajo de  $Rd/12 \leq \sigma < Rd/6$ .

A continuación, se realiza una interpretación de los resultados del ensayo DPSH a intervalos de 0,20 metros, calculando la carga admisible del terreno para un factor de seguridad igual a 3.



**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE  
PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH**

Fecha 18/03/2016

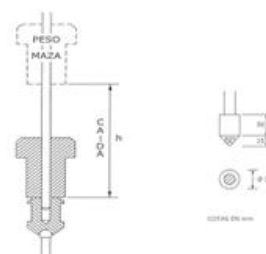
Nº Acta 03246/02

<b>Nº EXPEDIENTE:</b>	4036/16
<b>CLIENTE:</b>	Cº DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE
<b>TIPO DE OBRA:</b>	Centro de educación infantil y primaria
<b>DIRECCIÓN:</b>	C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza. Madrid.
<b>COTA DE INICIO:</b>	≈ 663,80m
<b>NIVEL FREÁTICO:</b>	No detectado

### Características del penetrómetro DPSH:

Maquinaria:	TECOINSA TP-05.10D
Área de la puntaza:	20 cm <sup>2</sup>
Altura de caída:	76 cm
Peso de la maza:	63,5 kg
Diámetro del varillaje:	3,2 cm
Intervalo de golpeo:	20 cm

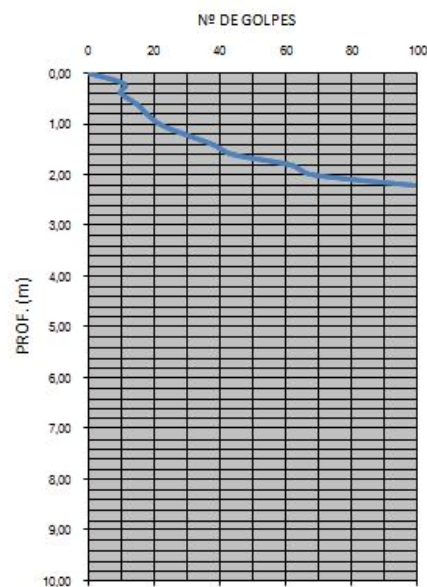
### ESQUEMA DEL PENETRÓMETRO



## PENETRÓMETRO Nº 2

[illegible]

Nº DE GOLPES PARA 20cm PROFUNDIDAD



Firma Técnico Responsable  
Raúl Martín

Firma Jefe de Área GTC  
Negia María Milián

*Paul Smith*

*Shirley*





**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE  
PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH**

Fecha 18/03/2016

Nº Acta 03247/01

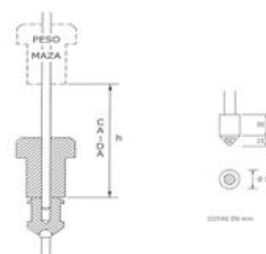
<b>Nº EXPEDIENTE:</b>	4036/16
<b>CLIENTE:</b>	Cº DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE
<b>TIPO DE OBRA:</b>	Centro de educación infantil y primaria
<b>DIRECCIÓN:</b>	C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza. Madrid.
<b>COTA DE INICIO:</b>	≈ 659,80m
<b>NIVEL FREÁTICO:</b>	No detectado

[illegible]

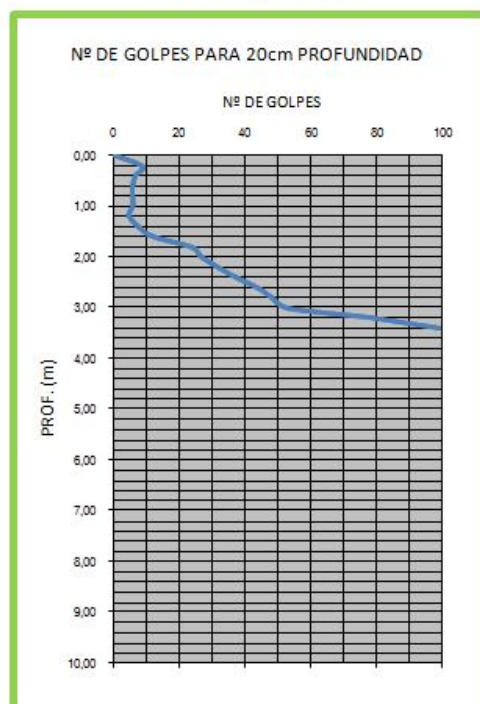
### Características del penetrómetro DPSH:

Maquinaria:	TECOINSA TP-05.10D
Área de la puntaza:	20 cm <sup>2</sup>
Altura de caída:	76 cm
Peso de la maza:	63,5 kg
Diámetro del varillaje:	3,2 cm
Intervalo de golpeo:	20 cm

### ESQUEMA DEL PENETRÓMETRO



### PENETRÓMETRO Nº 4



Firma Técnico Responsable  
Raúl Martín

Firma Jefe de Área GTC  
Negia María Milián

*Paul Smith*

*[Signature]*

## **7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.**

A partir de la toma de muestras "in situ", se pueden determinar las principales características del terreno mediante la realización de los oportunos ensayos de laboratorio.

Es importante indicar que los resultados obtenidos en los ensayos llevados a cabo sólo afectan a las muestras analizadas, teniendo éstos un carácter puntual.

### **7.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE UN SUELO.**

Se han realizado ocho análisis granulométricos por tamizado para determinar los diferentes tamaños de las partículas de un suelo, obteniendo el porcentaje de éstas que pasan por los diferentes tamices, y definiendo finalmente el contenido de gravas, arenas y finos (limos y arcillas).

### **7.2. LÍMITES DE ATTERBERG.**

Se han efectuado ocho ensayos para definir las propiedades plásticas de las fracciones finas del terreno y se realizan mediante el empleo del aparato de Casagrande.

- **LÍMITE LÍQUIDO.**

Se define el Límite Líquido como la humedad que tiene un suelo amasado con agua y colocado en una cuchara normalizada, cuando un surco, realizado con un acanalador normalizado, que divide dicho suelo en dos mitades, se cierra a lo largo de su fondo en una longitud de 13mm, tras haber dejado caer 25 veces la mencionada cuchara desde una altura de 10mm sobre una base también normalizada, con una cadencia de 2 golpes por segundo.

- **LÍMITE PLÁSTICO.**

El Límite Plástico se define como la humedad más baja con la que pueden formarse con un suelo, cilindros de 3mm de grosor, rodando dicho suelo entre los dedos y una superficie lisa, hasta que los cilindros comiencen a resquebrajarse.

- **ÍNDICE DE PLASTICIDAD.**

El Índice de Plasticidad es la diferencia de entre el límite líquido y el límite plástico.



### 7.3. HUMEDAD NATURAL DE UN SUELO.

Se han realizado ocho ensayos para determinar la humedad de un suelo mediante secado en estufa, definiéndose la humedad como el cociente, expresado en tanto por ciento, entre la masa de agua que pierde el suelo al secarlo y la masa del suelo seco.

### 7.4. CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELO.

Se han realizado ocho ensayos para reconocer la existencia de sulfatos solubles en suelo, pasándolos a disolución con agua y haciendo precipitar posteriormente los sulfatos disueltos mediante una disolución de cloruro bórico. La definición de este parámetro resulta útil para definir la agresividad del terreno frente al hormigón.

### 7.5. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los ensayos identificativos y químicos, realizados sobre las distintas muestras analizadas. Para identificar el terreno se ha seguido la clasificación USCS.

#### **SONDEO S-1. (1,60-2,00m). ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD ARENOSA (CH)**

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
TAMIZ UNE (mm)	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	50,8
5	100	LÍMITE PLÁSTICO
2	99,9	27,6
0,4	97,4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	83,9	23,2
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		18,08 %

**SONDEO S-1. (9,80-10,20m). ARENA LIMOSA (SM)**

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
TAMIZ UNE (mm)	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	50,0
5	99,9	LÍMITE PLÁSTICO
2	97,1	33,8
0,4	71,3	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	40,1	16,2
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		14,65 %

**SONDEO S-2. (1,00-1,40m). ARCILLA DE MEDIA PLASTICIDAD ARENOSA (CL)**

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
TAMIZ UNE (mm)	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	49,1
5	100	LÍMITE PLÁSTICO
2	99,6	24,9
0,4	92,8	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	65,4	24,2
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		14,17 %

**SONDEO S-2. (8,40-8,80m). ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD ARENOSA (CH)**

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
TAMIZ UNE (mm)	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	60,7
5	100	LÍMITE PLÁSTICO
2	99,4	27,6
0,4	87,4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	58,6	33,1
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		15,73 %

**SONDEO S-3. (2,10-2,40m). LIMO CON ARENA (ML)**

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
TAMIZ UNE (mm)	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	49,7
5	96,4	LÍMITE PLÁSTICO
2	95,6	29,7
0,4	91,2	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	73,8	20,0
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		17,09 %

**SONDEO S-3. (8,80-9,20m). ARENA ARCILLOSA (SC)**

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
TAMIZ UNE (mm)	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	43,4
5	100	LÍMITE PLÁSTICO
2	99,1	22,6
0,4	82,8	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	41,6	20,8
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		12,07 %

**SONDEO S-4. (2,00-2,40m). ARENA LIMOSA (SM)**

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
TAMIZ UNE (mm)	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	58,8
5	98,5	LÍMITE PLÁSTICO
2	89,4	37,6
0,4	50,9	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	24,7	21,2
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		15,53 %

**SONDEO S-4. (9,40-9,80m). ARCILLA DE MEDIA PLASTICIDAD (CL)**

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
TAMIZ UNE (mm)	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	46,8
5	100	LÍMITE PLÁSTICO
2	99,5	25,5
0,4	98,1	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	90,2	21,3
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		18,13 %

## 7.6. ENSAYO DE CORTE DIRECTO.

El ensayo de corte directo tiene como objetivo determinar los parámetros resistentes de una muestra de suelo sometida a un esfuerzo cortante. Los dos componentes a los que se debe la resistencia al esfuerzo cortante en el suelo son la cohesión, aportada por la fracción fina del suelo, y el ángulo rozamiento interno.

El ensayo de corte directo se realiza sobre una probeta de suelo confinada lateralmente por las paredes rígidas de una caja de corte, que se encuentra dividida en dos mitades; la muestra es sometida a una carga normal constante y simultáneamente a la muestra se le aplica un empuje lateral que corta la probeta por un plano horizontal mientras se encuentra sometida a una presión normal a dicho plano.

Se realiza el ensayo para tres probetas de una misma muestra de suelo, aplicando diferentes cargas normales, de forma que si por un lado se proyecta en una gráfica el desplazamiento horizontal producido entre los dos bloques y la tensión tangencial, y por otro lado la tensión tangencial máxima que se alcanza para cada tensión normal aplicada, podremos encontrar la envolvente de los círculos de Mohr, con lo que ello implica: la cohesión y el ángulo de rozamiento interno.

A continuación se ofrecen los resultados obtenidos en los ensayos efectuados:

<b>CORTE DIRECTO (U.U.)</b>	<b>SONDEO S-1 (1,60-2,00m)</b>	<b>SONDEO S-2 (1,00-1,40m)</b>	<b>SONDEO S-3 (2,10-2,40m)</b>	<b>SONDEO S-4 (2,00-2,40m)</b>
Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,73	1,90	1,76	2,00
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,45	1,65	1,56	1,77
Cohesión (kPa)	<b>25,33</b>	<b>27,33</b>	<b>27,00</b>	<b>18,67</b>
Ángulo de Rozamiento (°)	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>25</b>

### 7.7. ENSAYO DE PRESIÓN DE HINCHAMIENTO EN EDÓMETRO.

Este ensayo tiene por objeto la determinación de la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro, siendo dicha presión de hinchamiento la presión vertical necesaria para mantener sin cambio de volumen (es decir, en equilibrio), una probeta confinada lateralmente, cuando se inunda de agua la célula edométrica estanca que contiene a aquella.

El valor de la presión de hinchamiento  $P_h$ , se obtiene dividiendo la carga aplicada en el momento del equilibrio,  $Q$ , expresada en N, por la sección recta de la probeta,  $S$ , en  $\text{mm}^2$ , mediante la siguiente expresión:

$$P_h = Q/S \times 1000 \text{ (kPa)}$$

A continuación, se ofrecen los resultados obtenidos en los ensayos llevados a cabo para la determinación de la presión de hinchamiento de un suelo:

<b>PRESIÓN DE HINCHAMIENTO</b>	<b>SONDEO S-1 (1,60-2,00m)</b>	<b>SONDEO S-3 (2,10-2,40m)</b>
Densidad aparente ( $\text{g/cm}^3$ )	1,94	2,03
Densidad seca ( $\text{g/cm}^3$ )	1,60	1,81
Humedad inicial (%)	20,73	12,26
Humedad final (%)	23,81	15,47
Presión de hinchamiento ( $\text{kg/cm}^2$ )	<b>0,66</b>	<b>1,22</b>

De estos resultados, se deduce que estamos en presencia de un terreno con una expansividad potencial variable, entre media y alta, siempre respecto a las condiciones de humedad en las que se encontraban las muestras en el momento de su ensayo, siendo posible que se produzcan variaciones volumétricas del terreno, más o menos importantes, como consecuencia de modificaciones en las condiciones de humedad del subsuelo que se pudieran llegar a dar, bien durante la fase constructiva o bien con posterioridad a esta.

Todo terreno expansivo se considera activo siempre que se encuentre sometido a variaciones de su contenido de humedad (los suelos se secan y se contraen con el clima seco, hinchándose de nuevo al humedecerse con la lluvia, con aguas de escorrentía, con fugas de canalizaciones o por el ascenso capilar de agua subterránea).

Se considera como capa activa del terreno el tramo superficial del subsuelo que interacciona con la atmósfera, estimándose como tal en la Península Ibérica aproximadamente los 3,00-4,00 primeros metros de profundidad.

Así pues, el terreno encontrado obligaría a tener un cierto cuidado por las posibles variaciones en las condiciones de humedad que se pudieran dar, con lo que se deberían adoptar las medidas de seguridad oportunas.

A continuación se detallan algunas recomendaciones genéricas para cuando el terreno es potencialmente expansivo, las cuales podría adoptar la Dirección Facultativa si lo estimase oportuno, sin que se descarten otras soluciones alternativas que se pudieran llegar a considerar:

- Empotramiento suficiente de la cimentación en el terreno, preferiblemente por debajo de la capa activa del terreno, con objeto de limitar los posibles cambios en su humedad y reducir los efectos de una posible expansividad.
- Las excavaciones necesarias para la ejecución de la obra, podrían provocar variaciones en el estado de humedad del terreno, lo que podría afectar a las cimentaciones. Así pues, habrá que cuidar que esas condiciones de humedad no se modifiquen durante la fase constructiva o con posterioridad; para ello, los trabajos se desarrollarán con la mayor brevedad posible, evitando prolongadas exposiciones a la intemperie de las excavaciones.
- Las soleras no deberían apoyar directamente sobre el terreno, siendo preferible la ejecución de forjados sanitarios con una correcta ventilación y debidamente calculados.
- Se recomienda la ejecución de aceras alrededor de la edificación, con objeto de reducir la infiltración de agua hacia la cimentación. Las aceras deberían tener una ligera pendiente hacia fuera para evacuar las aguas a cunetas adecuadas.
- Deberán controlarse todas las conducciones subterráneas, saneamientos, canalizaciones y tuberías, para evitar roturas o fugas de agua que alteren el estado de humedad del subsuelo.

## 7.8. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SUELO ( $\phi$ , $c$ , $\gamma$ , $k$ ).

Para la determinación de los parámetros intrínsecos del terreno se pueden tomar como referencia los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio, así como los establecidos en las tablas "D.26. Valores orientativos de densidades de suelos", "D.27. Propiedades básicas de los suelos" y "D.28. Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad" incluidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE), o los indicados en la bibliografía geotécnica habitual.

En base a los tipos de terreno existentes en el subsuelo de la parcela, según las observaciones efectuadas y los datos bibliográficos disponibles, se tendrían los siguientes parámetros:

ALUVIAL ARENOSO CUATERNARIO			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	-	30-36°	34°
Cohesión ( $C$ )	-	-	0-5 kPa
Densidad seca ( $\gamma_s$ )	-	1,30-1,60 g/cm <sup>3</sup>	-
Densidad aparente ( $\gamma_a$ )	-	1,80-2,00 g/cm <sup>3</sup>	2,00 g/cm <sup>3</sup>
Humedad ( $H$ )	-	-	-
Coeficiente de permeabilidad ( $k$ )	-	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-9</sup> m/s	-

ARENA DE MIGA			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	25°	30-36°	33-38°
Cohesión ( $C$ )	18,67 kPa	-	10-30 kPa
Densidad seca ( $\gamma_s$ )	1,77 g/cm <sup>3</sup>	1,30-1,60 g/cm <sup>3</sup>	1,80-1,95 g/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente ( $\gamma_a$ )	2,00 g/cm <sup>3</sup>	1,80-2,00 g/cm <sup>3</sup>	2,00 g/cm <sup>3</sup>
Humedad ( $H$ )	15,53 %	-	7-14 %
Coeficiente de permeabilidad ( $k$ )	-	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-9</sup> m/s	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-4</sup> m/s



ARENA TOSQUIZA			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	-	30-36°	33-37°
Cohesión (C)	-	-	10-50 kPa
Densidad seca ( $\gamma_s$ )	-	1,30-1,60 g/cm <sup>3</sup>	1,80-1,93 g/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente ( $\gamma_a$ )	-	1,80-2,00 g/cm <sup>3</sup>	2,05 g/cm <sup>3</sup>
Humedad (H)	14,65 %	-	9-14 %
Coefficiente de permeabilidad (k)	-	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-9</sup> m/s	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-4</sup> m/s

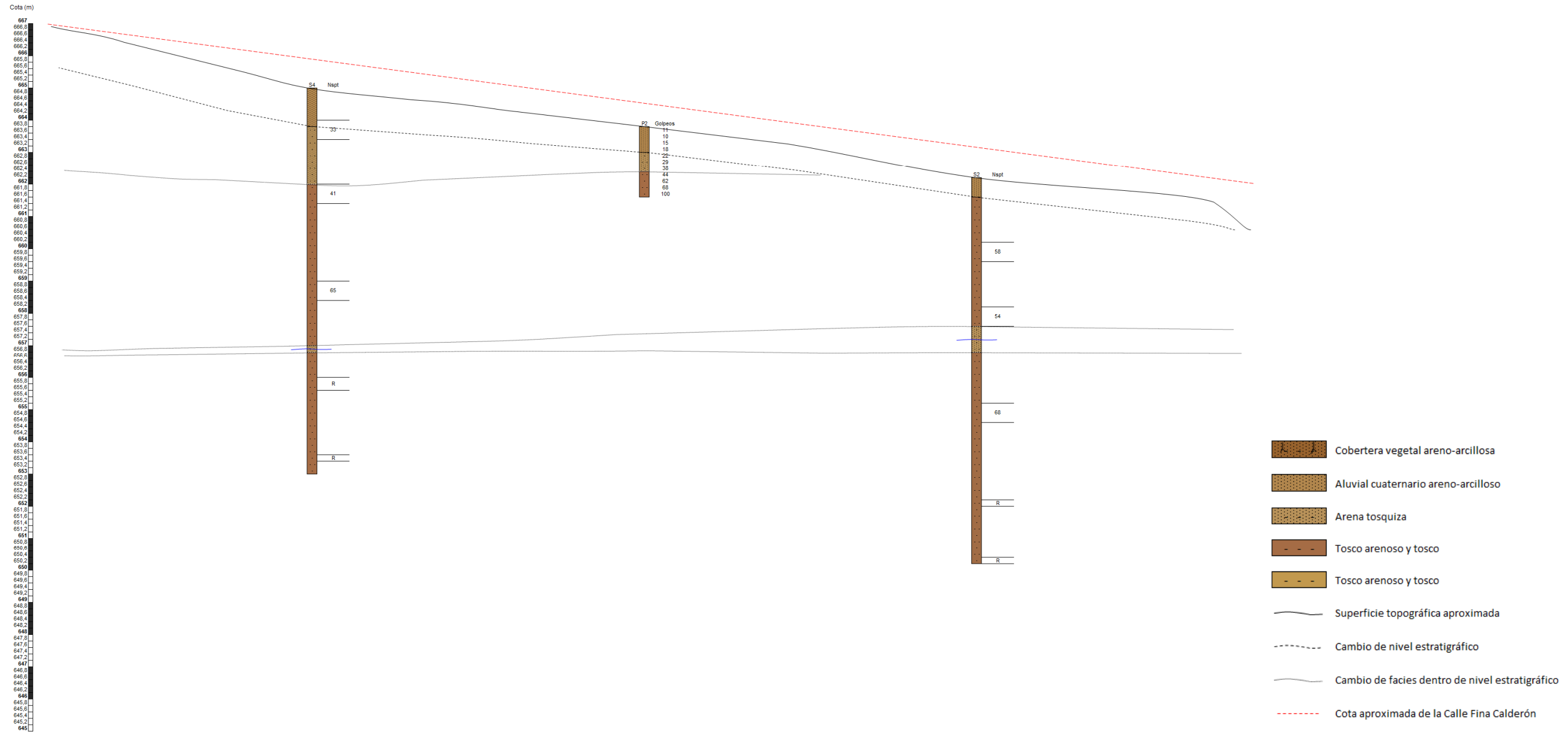
TOSCO ARENOSO			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	24°	16-28°	31-35°
Cohesión (C)	27,33 kPa	-	40-100 kPa
Densidad seca ( $\gamma_s$ )	1,90 g/cm <sup>3</sup>	1,40-2,10 g/cm <sup>3</sup>	1,75-1,88 g/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente ( $\gamma_a$ )	1,65 g/cm <sup>3</sup>	1,60-2,20 g/cm <sup>3</sup>	2,08 g/cm <sup>3</sup>
Humedad (H)	14,17 %	-	11-16 %
Coefficiente de permeabilidad (k)	-	< 10 <sup>-9</sup> m/s	10 <sup>-7</sup> m/s

TOSCO			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno ( $\phi$ )	18-23°	16-28°	28-34°
Cohesión (C)	25,33-27,00 kPa	-	80-150 kPa
Densidad seca ( $\gamma_s$ )	1,45-1,81 g/cm <sup>3</sup>	1,40-2,10 g/cm <sup>3</sup>	1,70-1,85 g/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente ( $\gamma_a$ )	1,73-2,03 g/cm <sup>3</sup>	1,60-2,20 g/cm <sup>3</sup>	2,10 g/cm <sup>3</sup>
Humedad (H)	15,73-20,73 %	-	14-25 %
Coefficiente de permeabilidad (k)	-	< 10 <sup>-9</sup> m/s	10 <sup>-7</sup> m/s

## 7.9. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.

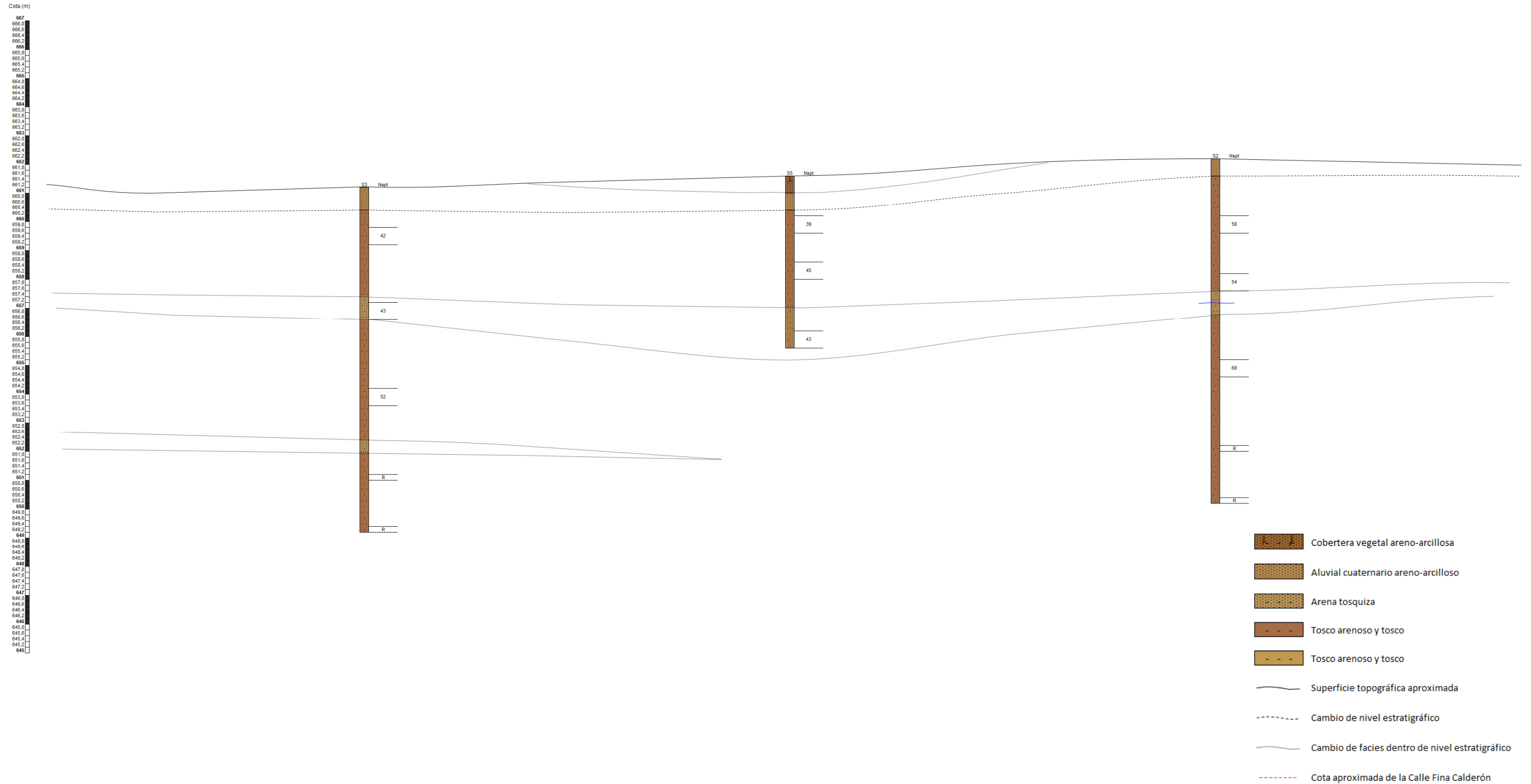
### PERFIL LITO-ESTRATIGRÁFICO 1

C/ Félix Candela nº 24, Parque de Valdebebas, Dto. de Hortaleza, Madrid.



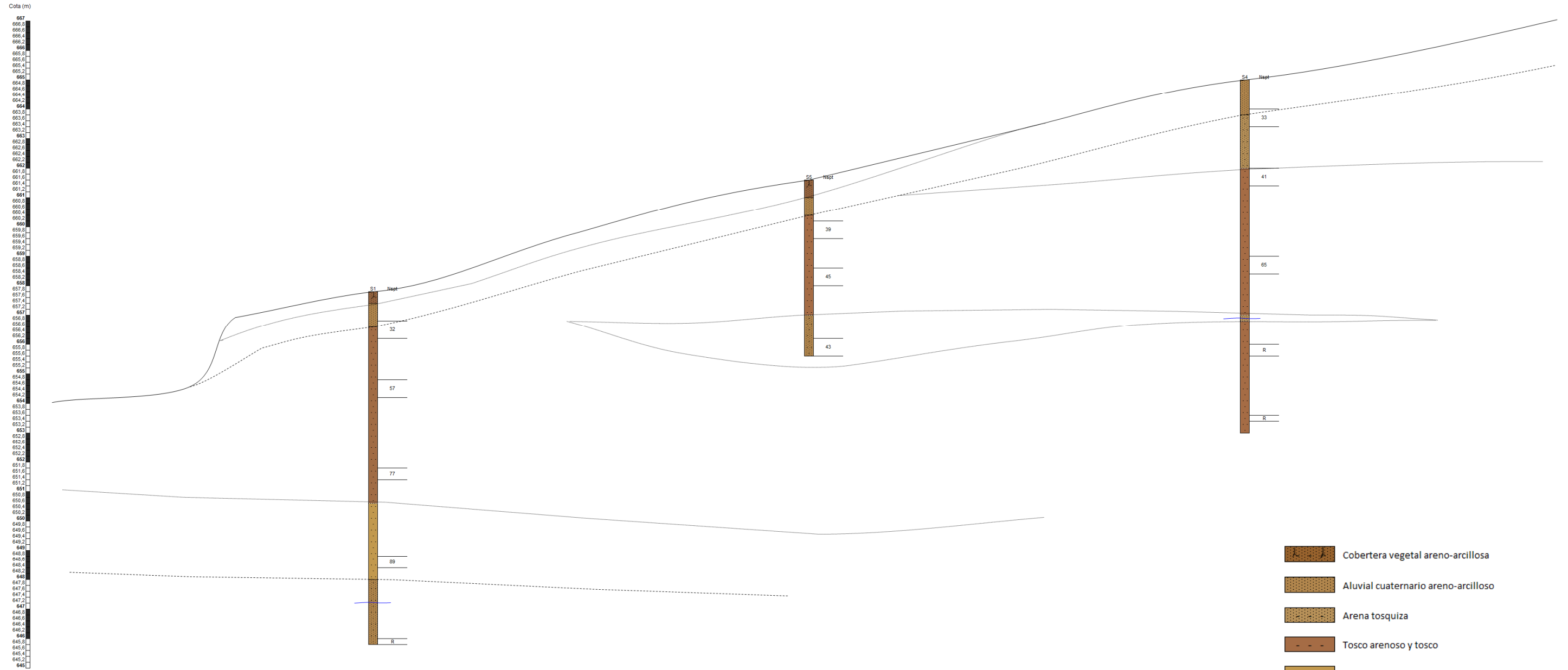
PERFIL LITO-ESTRATIGRÁFICO 2

C/ Félix Candela nº 24, Parque de Valdebebas, Dto. de Hortaleza, Madrid.



PERFIL LITO-ESTRATIGRÁFICO 3

C/ Félix Candela nº 24, Parque de Valdebebas, Dto. de Hortaleza, Madrid.



## 8. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE LA OBRA.

### 8.1. CONSIDERACIONES GENERALES.

La parcela objeto de estudio tiene forma cuadrangular, limitada por la Calle Félix Candela por el Norte, por la Calle Manuel Gutiérrez Mellado por el Oeste, por la Avenida Secundino Zuazo por el Sur y por la Calle Fina Calderón por el Este. Ocupa una superficie de aproximadamente 13.450m<sup>2</sup>.

La superficie del terreno es llana pero presenta una fuerte pendiente descendente desde el Sureste hacia el Norte-Oeste. Tomando la esquina Sureste como referencia, por ser el punto más elevado de la parcela, se puede estimar que la esquina Noreste estaría aproximadamente 5,40m por debajo de la misma, la esquina Noroeste unos 13,60m por debajo, y la esquina Suroeste aproximadamente 6,40m por debajo.

Debido a la topografía de la parcela, los ensayos de campo se han efectuado a diferentes cotas; según el plano topográfico disponible, las cotas aproximadas de inicio de los ensayos de campo serían las siguientes:

Ensayo	Cota aproximada de inicio	Ensayo	Cota aproximada de inicio
S-1	≈ 657,80m	P-1	≈ 659,80m
S-2	≈ 662,20m	P-2	≈ 663,80m
S-3	≈ 661,20m	P-3	≈ 663,20m
S-4	≈ 665,00m	P-4	≈ 659,80m
S-5	≈ 661,50m		

En base a los resultados obtenidos en los ensayos de campo, se ha podido determinar la composición del subsuelo de la parcela:

- Desde la superficie de la parcela hasta 0,40-1,40m de profundidad, aparecería un suelo vegetal areno-arcilloso y/o materiales aluviales cuaternarios, de colores pardos más o menos oscuros, y en ambos casos de compacidad baja-media.

- por debajo de la cobertera superficial, desde 0,40-1,40m hasta 12,00m de profundidad, profundidad máxima alcanzada en los sondeos, aparecería el sustrato mioceno en forma de tosco arenoso y tosco con intercalaciones dispersas de arena tosquiza y/o arena de miga (arcillas y limos arcillosos arenosos con intercalaciones de arenas arcillosas). En todos los casos, el terreno mioceno presenta elevada consistencia/compacidad, incrementándose ésta con la profundidad.

Por otra parte, en algunos de los sondeos efectuados se detectó la presencia de niveles de agua, a diferentes profundidades y asociados a los tramos más arenosos que se encuentran intercalados entre los tramos más cohesivos, por lo que previsiblemente serían niveles colgados de agua.

Los niveles de agua se detectaron a las siguientes profundidades respecto de la superficie de la parcela, según las observaciones efectuadas entre los días 24 de marzo y 11 de abril de 2016,

Ensayo	Profundidades aproximadas a las que se detectaron los niveles de agua
S-1	a -10,50m el día 11/4
S-2	a -5,00m el día 24/3
S-3	no detectado el 24/3
S-4	a -8,00m el día 24/3
S-5	no detectado el 11/4

## **8.2. TIPO DE CIMENTACIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE.**

Se proyecta la construcción de unas instalaciones escolares, que contarán con un colegio, que previsiblemente tendrá entre 2 y 3 plantas sobre-rasante, y que además contará con pistas deportivas exteriores.

Las principales instalaciones del colegio se dispondrán paralelamente a la Calle Fina Calderón. Debido al desnivel que presenta la parcela en ese lateral, de aproximadamente 4,50m entre la esquina Sur y la Norte, se estima que los diferentes módulos de aulas y construcciones auxiliares se dispondrán escalonadamente, siguiendo la pendiente del vial adyacente.

Por su parte, las pistas deportivas en principio se dispondrán hacia el interior, en la zona central de la parcela.

Así pues, será necesario ejecutar una explanación escalonada de la parcela, con la que se retirará en su totalidad la cobertera superficial y se alcanzará el sustrato mioceno de elevada compacidad, que estará formado principalmente por tosco arenoso y tosco, aunque en algunas zonas podría aflorar arena tosquiza.

Como no se conocen con exactitud las cotas de solera que finalmente adoptará la Dirección Facultativa, se pueden tomar las anteriores consideraciones como aproximadas, pudiendo existir alguna pequeña diferencia con las soluciones finalmente adoptadas.

La capacidad portante del terreno viene determinada por el tipo de estructura y de cimentación a diseñar, por las cargas a transmitir y por la composición y características del terreno existente tanto a la cota de apoyo de la cimentación como por debajo de la misma, por lo que se propone a la consideración de la Dirección Facultativa de la obra el empleo de una cimentación superficial mediante zapatas corridas y/o aisladas, empotradas al menos 1,00m por debajo de la cota final de explanación.

En base a los resultados obtenidos en los sondeos, en los ensayos de penetración dinámica y en los ensayos de laboratorio, para los casos en los que a las profundidades propuestas para el apoyo de la cimentación el terreno sea fundamentalmente arenoso (arena tosquiza), se realiza una comprobación para hipótesis de terreno granular, recurriendo a la metodología recomendada por Terzaghi y Peck, que propusieron la siguiente formulación:

$$Q_{adm} = \frac{N_{30} \times s}{8} \quad \text{si } B \leq 1,20\text{m}$$
$$Q_{adm} = \frac{N_{30} \times s}{12} \times \left( \frac{B + 0,3}{B} \right)^2 \quad \text{si } B > 1,20\text{m}$$

Donde:  $s$  es el asiento máximo admisible, en pulgadas.

$B$  es el ancho de la cimentación, en metros.

$N_{30}$  es el valor medio de los golpes hasta la profundidad de influencia de la cimentación.

Para dicho cálculo, se considera un asiento máximo del orden de una pulgada ( $\approx 2,50\text{cm}$ ) y una influencia de la cimentación en profundidad, de 1,5-2 veces el ancho del apoyo.

A partir de estos datos, puede realizarse el cálculo de la carga admisible que presentaría el terreno a la cota de cimentación propuesta, asumiendo que a esa cota las arenas arcillosas compactas presentarían un índice medio  $N_{30} = 30$ , con lo que si se considera el empleo de zapatas de hasta 3,00m de ancho, se tendría:

$$Q_{adm} = \frac{30 \times 1}{12} \times \left( \frac{3 + 0,3}{3} \right)^2 = 3,03 \text{ kg/cm}^2$$

Si por otro lado, se tiene en cuenta que la mayor parte del apoyo de la cimentación se produciría en arcillas arenosas (tosco arenoso y tosco), se tendría que realizar una comprobación para hipótesis de terreno cohesivo.

Para ello, se podría estimar un valor de resistencia a la compresión simple según las relaciones expuestas en el CTE, basándonos en los valores obtenidos en los ensayos SPT realizados en el interior de los sondeos; aunque el empleo de los ensayos SPT no se considera la opción más idónea para la determinación de las características portantes de los terrenos cohesivos, se considera un método válido siempre que se estimen con las naturales precauciones.

A continuación se indican algunas de las relaciones más usuales entre los índices  $N_{SPT}$  y la resistencia a la rotura a la compresión simple ( $q_u$ ), que aparecen en la bibliografía geotécnica habitual:



Valores orientativos de $N_{SPT}$ y $q_u$		
Consistencia del suelo	$N_{SPT}$	$q_u$ (kPa)
Muy blando	< 10	0 - 80
Blando	10 - 25	80 - 150
Medio	25 - 50	150 - 300
Compacto	50 - R	300 - 500

Otras relaciones	
Arcilla	$q_u = N_{SPT}/4$
Arcilla limosa	$q_u = N_{SPT}/5$
Arcilla arenosa y limosa	$q_u = N_{SPT}/7,5$

Extracto de la Tabla D.23  
Documento Básico SE-C Cimientos (CTE-2007)

Según se recoge en la tabla D.23 del Documento Básico SE-C Cimientos (CTE-2007), si para los materiales más arcillosos del sustrato mioceno se considera un índice medio  $N_{SPT} = 40$ , que se correspondería con los de un suelo de consistencia media, se podrían estimar unos valores orientativos para la resistencia a la compresión simple de 1,50-3,00 kg/cm<sup>2</sup>.

Si por otro lado, aplicamos las relaciones que proponen otros autores, en este caso la correspondiente al material más similar al terreno encontrado en el subsuelo (arcilla arenosa y limosa,  $q_u = N_{SPT} / 7,5$ ), tendríamos un valor de  $q_u \approx 5,33$  kg/cm<sup>2</sup>.

De este modo, en función de todas las anteriores consideraciones, se podría estimar un valor de  $q_u$  de aproximadamente 3,00 kg/cm<sup>2</sup>.

Por tanto, los valores de carga de hundimiento ( $q_h$ ) y de carga admisible del terreno ( $q_{adm}$ ), para un empotramiento medio de la cimentación (D) de aproximadamente 1,00m por debajo de la cota de fondo de explanación finalmente alcanzada, serían las siguientes:

$$q_h = 1,20 \times C_u \times N_c + (\rho \times D)$$

Siendo:

$$q_u = \text{resistencia a la compresión simple} = 3,00 \text{ kg/cm}^2 = 30,00 \text{ t/m}^2$$

$$C_u = \text{cohesión al corte sin drenaje (} q_u/2 \text{)} = 15,00 \text{ t/m}^2$$

$$N_c = \text{coeficiente de carga} = 5,14$$

$$\rho = \text{densidad aparente media} = 1,87 \text{ t/m}^3$$

$$D = \text{empotramiento en el terreno} = 1,00 \text{ m}$$

Sustituyendo valores, para cada zona tendríamos:

$$qh = 1,20 \times 15,00 \times 5,14 + (1,87 \times 1,00) = 94,39 \text{ t/m}^2$$

Aplicando un factor de seguridad  $F=3$ , finalmente se tendría:

$$q_{adm} = qh/F = 94,39/3 = 31,46 \text{ t/m}^2$$

$$q_{adm} = 3,15 \text{ kg/cm}^2$$

Por tanto, para apoyos en terrenos cohesivos, si se considera como premisas que el asiento diferencial máximo sea de 1,00-1,25 cm, y que el asiento diferencial pueda alcanzar el valor de 2/3 del asiento total, se tiene que el asiento total máximo estaría limitado a unos 2,00cm, por lo que la carga admisible a emplear se vería restringida por los asientos previstos.

En cualquiera de las dos posibilidades anteriores, se recomienda apoyar la cimentación en terreno lo más homogéneo posible para evitar la aparición de asientos diferenciales.

Además, si a la cota de cimentación prevista se encontrara algún blandón inesperado, se atravesarán estos materiales hasta alcanzar materiales con un comportamiento geotécnico adecuado, alargando la profundidad del canto de las zapatas.

Por tanto, para una cimentación mediante zapatas corridas y/o aisladas, empotradas al menos 1,00m por debajo de la cota de explanación finalmente alcanzada, y apoyadas en terreno mioceno de elevada consistencia/compacidad (tosco arenoso, tosco y/o arena tosquiza), se podría adoptar una carga de trabajo de hasta  $2,50 \text{ kg/cm}^2$ , limitándose las dimensiones de las zapatas a una anchura máxima de 2,00m.

En lo que respecta a la ejecución de las pistas deportivas, no se recomienda que apoyen directamente sobre la cobertera vegetal superficial, y en principio tampoco sería recomendable el apoyo directo sobre el terreno arcilloso mioceno debido al elevado potencial expansivo que presenta dicho terreno; así pues, la solución más adecuada sería efectuar un pequeño vaciado y seguidamente ejecutar un relleno estructural de aproximadamente 1,00m de espesor, que serviría para garantizar un apoyo homogéneo para las pistas y que minimizarían los efectos de la posible actividad expansiva del terreno.

El relleno estructural se ejecutaría mediante la extensión y compactación de terreno adecuado/seleccionado en tongadas de 0,30m espesor; cada tongada se compactaría al 95-100% de su Próctor normal/modificado.

Como consideraciones adicionales a todo lo expuesto hasta ahora, se recomienda un riguroso control durante el desarrollo de la obra para confirmar que los materiales existentes coinciden con los reconocidos en el presente estudio.

Para evitar modificaciones en las condiciones de humedad del subsuelo, que pudieran dar lugar a hipotéticas alteraciones en las características resistentes del subsuelo, o incluso posibles cambios volumétricos del terreno por la expansividad potencial de la matriz arcillo-limosa, se estima imprescindible realizar las excavaciones necesarias en el menor tiempo posible, evitando que dichas excavaciones queden expuestas a la intemperie durante prolongados espacios de tiempo.

Además, se guardarán en todo momento las medidas de seguridad oportunas que garanticen la seguridad de las infraestructuras y edificaciones cercanas, así como de la misma obra y del personal a su disposición.

Por último, es importante destacar que aunque el análisis y las conclusiones recogidas en el presente informe están basados en una interpretación razonable de los datos obtenidos en los ensayos puntuales realizados, se recomienda comprobar durante la ejecución de la obra que los resultados obtenidos son generalizables a toda la superficie de la parcela afectada por las construcciones.

### 8.3. ÍNDICE DE EXCAVABILIDAD.

El índice de excavabilidad, que se obtiene a partir de las tablas HADJIGEORGIOU Y SCOBLE, para la cobertera superficial areno-arcillosa que cubre la parcela sería de 20-30, indicativo de terreno de fácil excavación, aumentando progresivamente la dificultad de la excavación con la profundidad a medida que los movimientos de tierra vayan afectando al terreno mioceno de elevada consistencia/compacidad que aparece subyacentemente.

Todos estos materiales podrán ser retirados con maquinaria excavadora convencional, de la suficiente potencia para acometer con garantías los movimientos de tierras necesarios.

Índice de excavabilidad según Hadjigeorgiou y Scoble (1990)					
Clase	1	2	3	4	5
Resistencia bajo carga puntual $I_{s(50)}$ (MPa) Valoración ( $I_s$ )	0,5 0	0,5-1,5 10	1,5-2,0 15	2,0-3,5 20	> 3,5 25
Tamaño de bloque $J_p$ (Juntas/m <sup>3</sup> ) Valoración ( $B_s$ )	Muy pequeño 30 5	Pequeño 10-30 15	Medio 3-10 30	Grande 1-3 45	Muy grande 1 50
Alteración Valoración ( $W$ )	Completa 0,6	Alta 0,7	Moderada 0,8	Ligera 0,9	Nula 1,0
Disposición estructural relativa Valoración ( $J_s$ )	Muy favorable 0,5	Favorable 0,7	Ligeramente favorable 1,0	Desfavorable 1,3	Muy desfavorable 1,5
Índice de excavabilidad (IE)	< 20	20-30	30-45	45-55	> 55
Facilidad de excavación	Muy fácil	Fácil	Difícil	Muy difícil	Voladura

#### 8.4. CÁLCULO DE ASIENTOS.

El asiento máximo tolerable por la estructura será fijado por el autor del proyecto, atendiendo a las características de la obra.

En primer lugar se realiza el cálculo de asientos para zapatas estructurales apoyadas en un terreno areno-arcilloso (arena tosquiza), caso para el que se asume un asiento máximo de una pulgada ( $\approx 2,5\text{cm}$ ).

Si se adopta para el índice  $N_{\text{SPT}}$  un valor medio de  $N_{30} = 30$ , para las cotas a las que debería estar apoyada la cimentación propuesta, se puede comprobar, para diferentes dimensiones de zapatas que se estiman más habituales en este tipo de proyecto, que los asientos estimados serían inferiores al asiento máximo admisible, los cuales han sido calculados mediante el método establecido por Steinbrenner.

<b>Carga neta, q:</b>	<b>2,50</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Factor de seguridad:</b>	<b>3,00</b>	

Nivel	Z <sub>final</sub> (m)	E (kg/cm <sup>2</sup> )	Coef. Poisson
II	3,00	400	0,30

Lado menor, b (m):	1,00	1,50	2,00
Lado mayor, a (m):	1,00	1,50	2,00
Asientos (cm):	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	<b>2,1</b>

En cuanto al cálculo de asientos para las zapatas estructurales apoyadas en un terreno arcillo-arenoso (tosco arenoso o tosco), se asumiría un asiento máximo de unos 2,0 cm.

Si para la cota a la que apoyaría la cimentación propuesta se adopta  $N_{30} = 40$  como valor del índice  $N_{\text{SPT}}$ , un valor medio de resistencia a la compresión simple de  $q_u = 3,00\text{kg/cm}^2$ , un módulo de deformación de  $400\text{kg/cm}^2$ , y si se consideran zapatas con una anchura máxima de 2,00m, se puede comprobar que los asientos estimados serían inferiores al asiento máximo admisible, efectuándose los cálculos mediante métodos elásticos, según la fórmula:

$$s = b \times p \times \left[ \frac{1 - \nu^2}{E'} \right] \times K_0$$

Siendo:

$s$  = Asiento total

$p$  = Tensión admisible = 3,00 kg/cm<sup>2</sup>

$b$  = Ancho de zapata estimado = 2,00 m = 200 cm

$\nu$  = Módulo de Poisson = 0,30

$E'$  = Módulo de deformación estimado = 400 kg/cm<sup>2</sup>

$K_0$  = Coeficiente de forma y distribución de carga = 1,12

Para apoyos de la cimentación a partir de 1,00m de profundidad respecto de la cota de fondo de explanación finalmente alcanzada, con una tensión de trabajo de hasta 2,50 kg/cm<sup>2</sup> se tendría:

$$St = 1,3\text{cm} \leq S_{adm}$$

Al obtener como asientos totales estimados un valor inferior a 2,0cm, y teniendo en cuenta que  $St \leq S_{adm}$ , se concluye que el riesgo de asentamiento para las zapatas propuestas sería admisible.

No obstante, en cualquiera de los dos casos posibles, la Dirección Facultativa de la obra deberá tener en cuenta la correcta modulación de las características estructurales de la obra, de forma individual y no genérica, utilizando las dimensiones definitivas de la cimentación para poder realizar un cálculo preciso de los asientos, que estará correlacionado con los resultados geotécnicos aportados en este informe (espesores de los estratos, tensiones admisibles y módulos de deformación, entre otros parámetros), siendo éste un cálculo aproximado.

### 8.5. NIVEL FREÁTICO Y AGRESIVIDAD DEL MEDIO.

En algunos de los sondeos efectuados se detectó la presencia de niveles de agua, a diferentes profundidades y asociados a los tramos más arenosos que se encuentran intercalados entre los tramos más cohesivos, por lo que previsiblemente serían niveles colgados de agua.

Los niveles de agua se detectaron a las siguientes profundidades respecto de la superficie de la parcela, según las observaciones efectuadas entre los días 24 de marzo y 11 de abril de 2016,

Ensayo	Profundidades aproximadas a las que se detectaron los niveles de agua
S-1	a -10,50m el día 11/4
S-2	a -5,00m el día 24/3
S-3	no detectado el 24/3
S-4	a -8,00m el día 24/3
S-5	no detectado el 11/4

### CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA.

El ensayo para la determinación del contenido de sulfatos solubles en agua ha dado como resultado un valor de **20,13mg/l**, por lo que según la instrucción EHE, que establece un rango de valores de 200-600mg/l para la clasificación de ataque químico débil (ambiente Qa), se trataría de unas **aguas no agresivas** ya que el resultado obtenido es inferior al rango especificado.

### CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL TERRENO.

Los ensayos para la determinación del contenido en sulfatos solubles de un suelo, realizados sobre diferentes muestras de terreno, han dado en todos los casos como resultado **NO CONTIENE**, por lo que según la instrucción EHE, se trataría de unos **materiales no agresivos** frente al hormigón, ya que no se alcanza el rango de valores de 2.000-3.000mg/kg establecido para la clasificación de ataque químico débil (ambiente Qa).

## CONCLUSIONES RESPECTO DE LA AGRESIVIDAD.

La instrucción EHE establece el uso de hormigón sulforresistente en obra a partir de un contenido de sulfatos solubles en suelo superior a 3.000mg/kg (Ambiente Qb) o de un contenido de sulfatos solubles en agua superior a 600mg/l (Ambiente Qb).

Los resultados obtenidos en los ensayos realizados para la determinación del contenido de sulfatos solubles, han determinado que tanto el suelo como el agua subterránea **no son agresivos**, por lo que en principio **no sería necesario el empleo de hormigones sulforresistentes en obra**.



## 9. BIBLIOGRAFÍA.

- Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, IGME.
- Código Técnico de la Edificación. 2007.
- Norma de construcción sismorresistente NCSE-02, parte general y edificación. 2002.
- González de Vallejo, L.I.; Ferrer, M.; Ortuño, L.; Oteo Mazo, C.. Ingeniería Geológica. Pearson Educación, Madrid, 2002.
- Jiménez Salas, J.A., de Justo Alpañés, J.L.. Geotecnia y Cimientos I. Ed. Rueda, Madrid, 1971.
- Rodríguez Ortiz, J.M.; Serra Gesta, J.; Oteo Mazo, C.. Curso aplicado de cimentaciones. COAM, Madrid, 1982.
- Oteo Mazo, C.; Rodríguez Ortiz, J.M.; Mendaña Saavedra, F.. Sobre los sistemas y parámetros geotécnicos de diseño en la ampliación del Metro de Madrid. Revista de Obras Públicas nº 3429, Madrid, 2003.
- Sede Electrónica del Catastro. <http://www.sedecatastro.gob.es/>
- Google Maps. <https://www.google.es/maps>

## 10. CONSIDERACIONES GENERALES.

Finalmente los datos serán comprobados durante los movimientos de tierra y la ejecución de la cimentación, con el objeto de corroborar que las características del subsuelo son coincidentes con las observadas en los puntos investigados.

Por tanto, las conclusiones apuntadas se someten a consideración de la dirección facultativa, por ser ésta una interpretación de los puntos muestreados en correlación con los resultados obtenidos.

Todas las consideraciones incluidas en este estudio se basan en los reconocimientos efectuados, por lo que dado el carácter puntual de los mismos, resulta interesante comprobar durante la ejecución de la cimentación que los resultados son generalizables al conjunto de los terrenos afectados por las edificaciones.

No son descartables por tanto, variaciones respecto a las hipótesis aquí consideradas, por lo que se estima necesaria la supervisión de las obras por un técnico competente, que corrobore o modifique las conclusiones aquí incluidas. GMC Ingeniería S.L. pone a disposición de la Dirección Facultativa de la obra las visitas necesarias a la excavación para comprobar lo anteriormente expuesto.

Deberá garantizarse en cualquier caso la seguridad de las edificaciones e infraestructuras adyacentes, de la propia obra y del personal a su disposición, adoptando en cada situación las medidas oportunas.

Este informe no podrá ser modificado y/o reproducido de forma total o parcial sin la aprobación de Geología, Materiales y Construcción S.L.

La presente memoria consta de 85 hojas, numeradas correlativamente y selladas en Madrid, a 21 de abril de 2016.



David Barreno  
Geólogo  
Nº de colegiado – 5197



Negia María Milián Rodríguez  
Directora Técnica GMC Ingeniería

GEOLOGIA MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN S.L.  
CALLE REYES CATÓLICOS N.º 6 - NAVE 108  
28108 ALCOBENDAS (MADRID)  
B - 83569699  
gmc@gmcingenieria.com

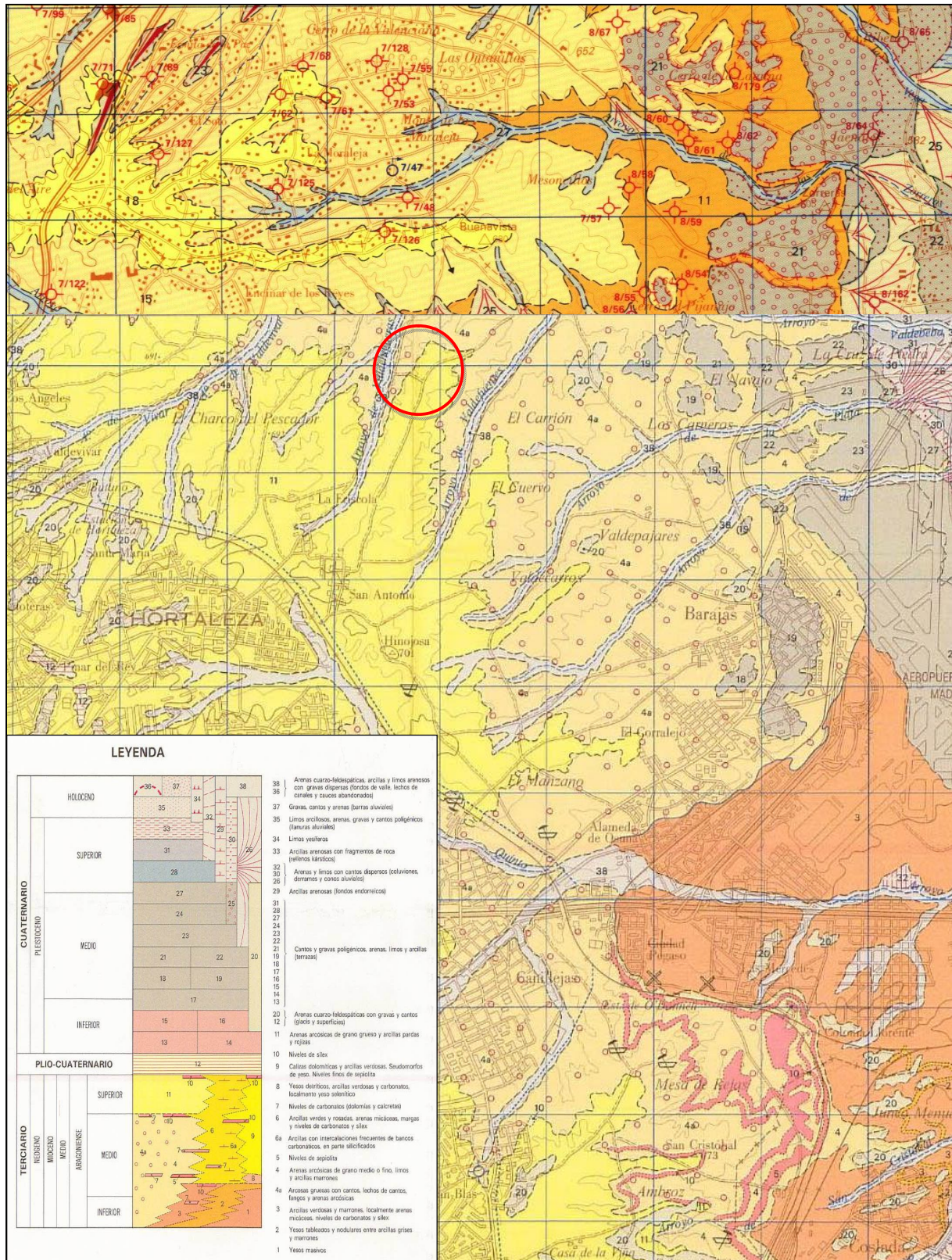
Hoja 54 de 85

## **ANEXOS**

- Anexo 1.- MAPA GEOLÓGICO.**
- Anexo 2.- CROQUIS DE SITUACIÓN DE LOS ENSAYOS.**
- Anexo 3.- COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS DE LOS SONDEOS.**
- Anexo 4.- ENSAYOS DE LABORATORIO.**
- Anexo 5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO.**



## ANEXO 1



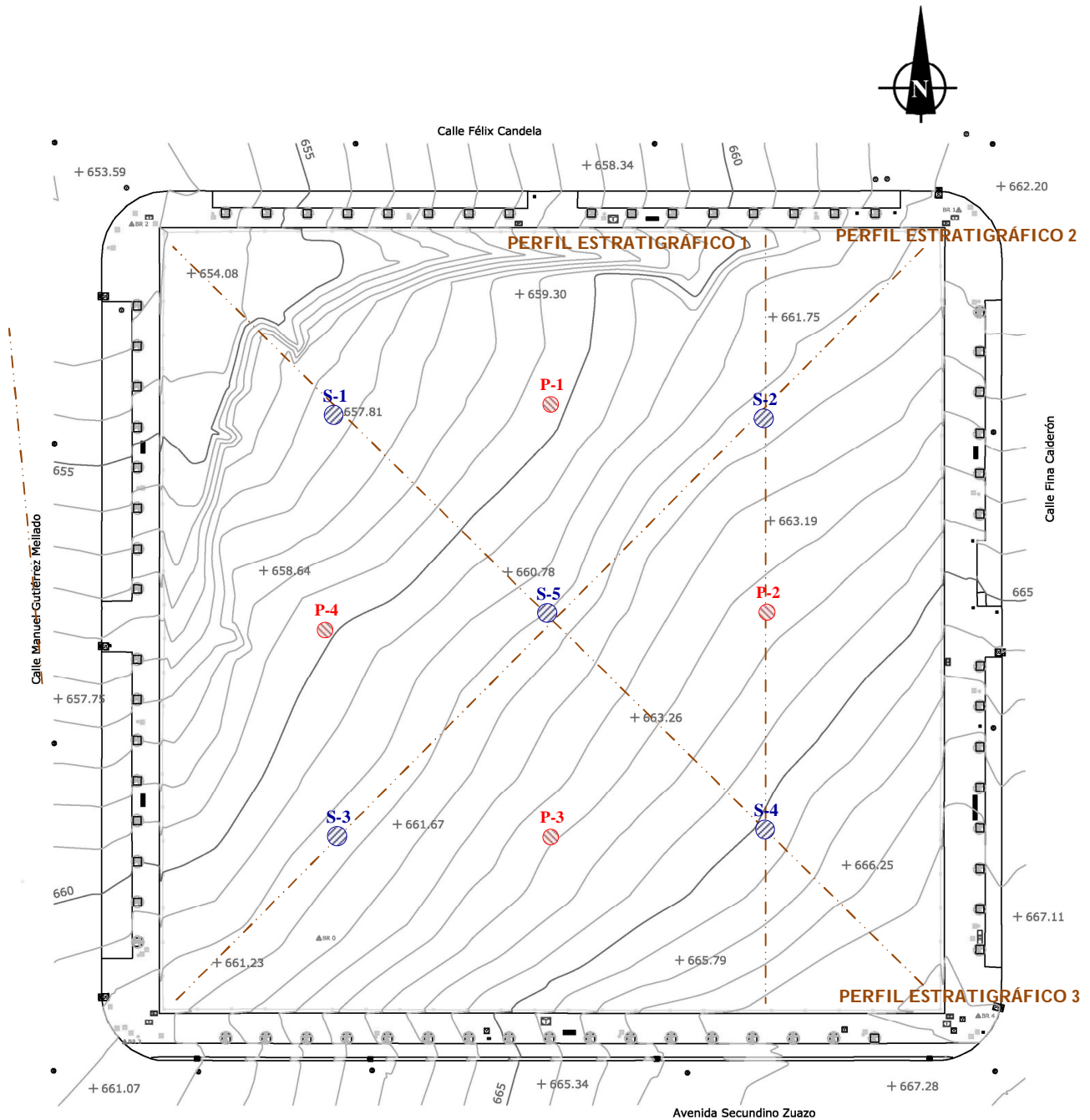


[illegible]



 Sondeo

 Ensayo de penetración DPSH



## ANEXO 3

				Dirección: CALLE FÉLIX CANDELA Nº 24, DTO. HORTALEZA, MADRID.										Nº Expediente: 4036/16		Maquinaria: TP-30 LR			
Peticionario CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE.																Fecha realización: 24/03/16		Cota: ~ 657,80m	
Sondeo Nº: 1				Profundidad alcanzada: 12,00m				Nivel freático: a -10,50m el 11/04				Localización: SEGÚN CROQUIS							
Perforación		Profundidad (m)	Potencia (m)	Recuperación (%)	Litología	Muestras		Ensayos de Laboratorio										Naturaleza del Terreno	
Tipo	Ø					Prof (m)	Tipo	N30	Límites Atterberg			USCS	CS kg/cm²	PH kg/cm²	SO4 mg/kg	Granulometría			
									LL	LP	IP					% gravas	% arenas		% finos
RSW	101	0,40																COBERTERA VEGETAL ARENO-ARCILLOSA CON CANTOS DISPERSOS, DE COLOR PARDOS.	
		0,80				1,00												0,40m	
						SPT	32											ARENAS FINAS-MEDIAS ARCILLOSAS CON CANTOS DISPERSOS, DE COLOR PARDOS CLARO, COMPACIDAD MEDIA, ALUVIAL CUATERNARIO.	
						TS		50,8	27,6	23,2	CH		0,66	0	0,1	16,0	83,9	1,20m	

<div><div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div></div><div>ingeniería</div></div>					Dirección: CALLE FÉLIX CANDELA Nº 24, DTO. HORTALEZA, MADRID.										Nº Expediente: 4036/16		Maquinaria: TP-30 LR		
Peticionario CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE.										Fecha realización: 24/03/16				Cota: ≈ 662,20m					
Sondeo Nº: 2			Profundidad alcanzada: 12,00m			Nivel freático: a -5,00m el 24/03				Localización: SEGÚN CROQUIS									
Perforación		Profundidad (m)	Potencia (m)	Recuperación (%)	Litología	Muestras		Ensayos de Laboratorio										Naturaleza del Terreno	
Tipo	Ø					Prof (m)	Tipo	N30	Límites Atterberg			USCS	CS kg/cm²	PH kg/cm²	SO4 mg/kg	Granulometría			
									LL	LP	IP					% gravas	% arenas		% finos
RSW	86	0,70																	ARENAS FINAS-MEDIAS ARCILLOSAS CON CANTOS DISPERSOS, DE COLOR PARDO OCRE. COMPACIDAD MEDIA. ALUVIAL CUATERNARIO.  0,70m  <



						Dirección: CALLE FÉLIX CANDELA Nº 24, DTO. HORTALEZA, MADRID.						Nº Expediente: 4036/16			Maquinaria: TP-30 LR				
						Peticionario CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE.						Fecha realización: 24/03/16			Cota: = 661,20m				
Sondeo Nº:			3		Profundidad alcanzada:			12,00m		Nivel freático:			NO DETECTADO			Localización: SEGÚN CROQUIS			
Perforación			Profundidad (m)	Potencia (m)	Recuperación (%)	Litología	Muestras			Ensayos de Laboratorio									Naturaleza del Terreno
Tipo	Ø	Prof (m)					Tipo	N30	Límites Atterberg			USCS	CS kg/cm²	PH kg/cm²	SO4 mg/kg	Granulometría			
									LL	LP	IP					% gravas	% arenas	% finos	
RSW	86			100													ARENAS FINAS-MEDIAS ARCILLOSAS CON CANTOS DISPERSOS, DE COLOR PARDO OCRE. COMPACIDAD MEDIA. ALUVIAL CUATERNARIO.  		

		Dirección: CALLE FÉLIX CANDELA Nº 24, DTO. HORTALEZA, MADRID.										Nº Expediente: 4036/16		Maquinaria: TP-30 LR											
		Peticionario CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE.										Fecha realización: 24/03/16		Cota: ≈ 665,00m											
		Sondeo Nº: 4		Profundidad alcanzada: 12,00m			Nivel freático: NO DETECTADO					Localización: SEGÚN CROQUIS													
Perforación		Profundidad (m)	Potencia (m)	Recuperación (%)	Libología	Muestras			Ensayos de Laboratorio										Naturaleza del Terreno						
Tipo	Ø					Prof (m)	Tipo	N30	Límites Atterberg			USCS	CS kg/cm²	PH kg/cm²	SO4 mg/kg	Granulometría									
									LL	LP	IP					% gravas	% arenas	% finos							
RSW	86		100			1.00												ARENAS MEDIAS-FINAS ARCILLOSAS CON CANTOS DISPERSOS, DE COLOR PARDO OCRE. COMPACIDAD MEDIA. ALUVIAL CUATERNARIO.							
						SPT	33																		
						1.60																			
						2.00																			
						2.40	TS		58,8	37,6	21,2	SM			0	10,6	64,7		24,7						
						3.00																			
						3.60	SPT	41																	
						6.00																			
						6.60	SPT	65																	
						9.00																			
						9.40	SPT	R																	
						9.80	TS		46,8	25,5	21,3	CL			0	0,5	9,3		90,2						
						11.40																			
						11.65	SPTc	R																	
						FIN DEL SONDEO A 12,00M DE PROFUNDIDAD RESPECTO DE LA SUPERFICIE DE LA PARCELA. SE DETECTA UN NIVEL COLGADO DE AGUA A 8,00M DE PROFUNDIDAD, SEGÚN OBSERVACIONES REALIZADAS EL DÍA 24/03/2016.																			
						Leyenda perforación:		P: Percusión S: Seco		B: Barrena helicoidal A: Agua		RS: Rotación batería simple W: Corona de vidia		RD: Rotación batería doble D: Corona de diamante		PH: Presión de hinchamiento CS: Compresión Simple			NA: Nivel de agua NF: Nivel freático						
						Leyenda Muestras:		MA: Muestra Alterada MI: Muestra Inalterada		TP: Testigo Parafinado TS: Testigo Sondeo		SPT: Ensayo de Penetración Estándar SPTc: SPT punta ciega		R: Rechazo LL: Límite líquido		LP: Límite plástico IP: Índice de plasticidad			SO4: Contenido en sulfatos USCS: Clasificación muestra						

		Dirección: CALLE FÉLIX CANDELA Nº 24, DTO. HORTALEZA, MADRID.										Nº Expediente: 4036/16		Maquinaria: TP-30 LR						
		Peticionario CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE.										Fecha realización: 11/04/16		Cota: ≈ 661,50m						
		Sondeo Nº: 5		Profundidad alcanzada: 6,00m		Nivel freático: NO DETECTADO		Localización: SEGÚN CROQUIS												
Perforación		Profundidad (m)	Potencia (m)	Recuperación (%)	Litología	Muestras		Ensayos de Laboratorio										Naturaleza del Terreno		
Tipo	Ø					Prof (m)	Tipo	N30	Límites Atterberg			USCS	CS kg/cm²	PH kg/cm²	SO4 mg/kg	Granulometría				
									LL	LP	IP					% gravas	% arenas		% finos	
RSW	86	0,60																COBERTERA VEGETAL ARENO-ARCILLOSA CON CANTOS DISPERSOS, DE COLOR PARDOS.		
		0,60																	0,60m	
																				1,20m
																				ARCILLAS Y LIMOS ARCILLOSOS BASTANTE ARENOSOS CON PASADAS DE ARCILLAS ARENOSAS, DE COLOR PARDOS, ENTRE 4,60 Y 6,00M DE PROFUNDIDAD, FIN DEL SONDEO, PRESENCIA DE UNA INTERCALACIÓN DE ARENAS MEDIAS-FINAS ARCILLOSAS CON CANTOS FINOS, DE COLOR PARDOS OCRE. CONSISTENCIA MUY FIRME-DURA, INCREMENTÁNDOSE CON LA PROFUNDIDAD. TOSCO ARENOSO Y TOSCO, CON INTERCALACIÓN DE ARENA TOSQUIZA.
																	6,00m			
FIN DEL SONDEO A 6,00M DE PROFUNDIDAD RESPECTO DE LA SUPERFICIE DE LA PARCELA. NO SE DETECTA EL NIVEL FREÁTICO A LAS PROFUNDIDADES ALCANZADAS EN EL SONDEO, SEGÚN OBSERVACIONES REALIZADAS EL DÍA 11/04/2016.																				
Leyenda perforación:		P: Percusión		B: Barrena helicoidal		RS: Rotación batería simple		RD: Rotación batería doble		PH: Presión de hinchamiento		NA: Nivel de agua								
		S: Seco		A: Agua		W: Corona de vidia		D: Corona de diamante		CS: Compresión Simple		NF: Nivel freático								
Leyenda Muestras:		MA: Muestra Alterada		TP: Testigo Parafinado		SPT: Ensayo de Penetración Estándar		R: Rechazo		LP: Límite plástico		SO4: Contenido en sulfatos								
		MI: Muestra Inalterada		TS: Testigo Sondeo		SPTc: SPT punta ciega		LL: Límite líquido		IP: Índice de plasticidad		USCS: Clasificación muestra								

## ANEXO 4



Fecha de emisión: 12/04/2016

Nº de acta: 352/16

### TIPO DE ENSAYO

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101-95, Determinación de los límites de Atterberg en un suelo, s/normas UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

### DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

### DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

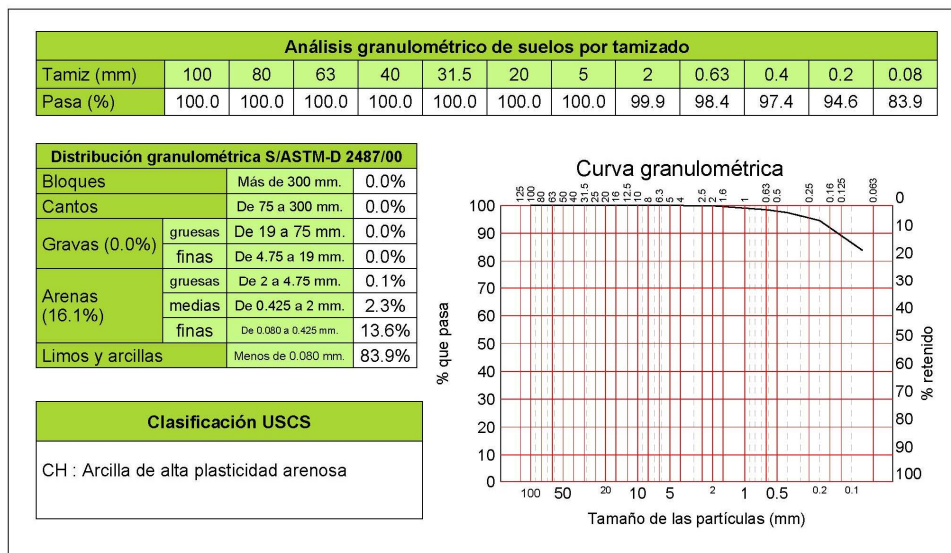
### DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L.2016/225

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 1

Cota: de 1.60 a 2.00m



### LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93

Límite líquido	50.8
Límite plástico	27.6
Índice de plasticidad	23.2

### Determinación de la humedad de un suelo

Humedad	%	18.08
---------	---	-------

### Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles

NO CONTIENE

Negia Maria Milian Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio

David Barreno  
Jefe Área de GTL

Hoja 1 de 1

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS

Fecha de emisión: 11/04/2016

Nº de acta: 353/16

#### TIPO DE ENSAYO

Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo, s/norma UNE 103-401-98

#### DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

#### DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

#### DATOS DE LA MUESTRA

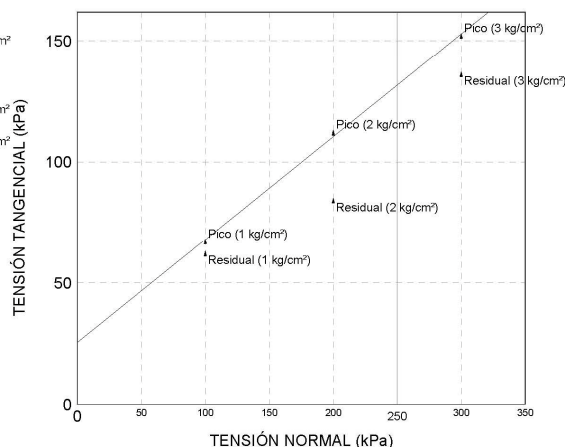
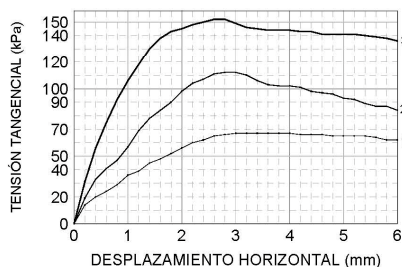
Nº DE MUESTRA: L .2016/225

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDENCIA: Sondeo 1

Cota: de 1.60 a 2.00m

Ensayo de corte directo (U.U.)			
		PUNTO 1	PUNTO 2
Tensión normal	kPa	100.00	200.00
Tensión tangencial	kPa	67.00	112.00
Humedad inicial	%	19.23	20.13
Humedad final	%	18.86	19.80
Velocidad	mm/min	0.50	0.50
Diámetro pastilla	mm	50.0	50.0
Densidad aparente	g/cm³	1.71	1.74
Densidad seca	g/cm³	1.44	1.45
Índice de huecos inicial			
Índice de huecos final			
Cohesión	kPa	25.33	
Ángulo de rozamiento interno	º	23	
Tipo de ensayo		NO CONSOLIDADO / NO DRENADO	



Negia María Milian Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio

David Barreno  
Jefe Área GTL

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada. GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

Hoja 1 de 1

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGÍA, MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN S.L., ALCOBENDAS



Fecha de emisión: 13/04/2016

Nº de acta: 354/16

#### TIPO DE ENSAYO

Ensayo para calcular la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro., s/norma UNE 103-602-96

#### DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

#### DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

#### DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L .2016/225

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDENCIA: Sondeo 1

Cota: de 1.60 a 2.00m

Ensayo de presión máxima de hinchamiento		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Diámetro	cm	5
Altura	cm	2
Área	cm²	19.63
Volumen	cm³	39.26
PARAMETROS FISICOS		
Densidad húmeda aparente inicial	g/cm³	1.94
Densidad húmeda aparente final	g/cm³	1.99
Densidad seca inicial	g/cm³	1.60
Humedad inicial	%	20.73
Humedad final	%	23.81
RESULTADO		
Presión de hinchamiento	kg/cm²	0.66



Negia Maria Milian Rodriguez  
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno  
Jefe Área GTL

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

Hoja 1 de 1



Fecha de emisión: 11/04/2016

Nº de acta: 355/16

**TIPO DE ENSAYO**

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101-95, Determinación de los límites de Atterberg en un suelo, s/norma UNF 103-103-94 y UNF 103-104-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

**DATOS DE OBRA**

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

**DATOS DE CLIENTE**

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

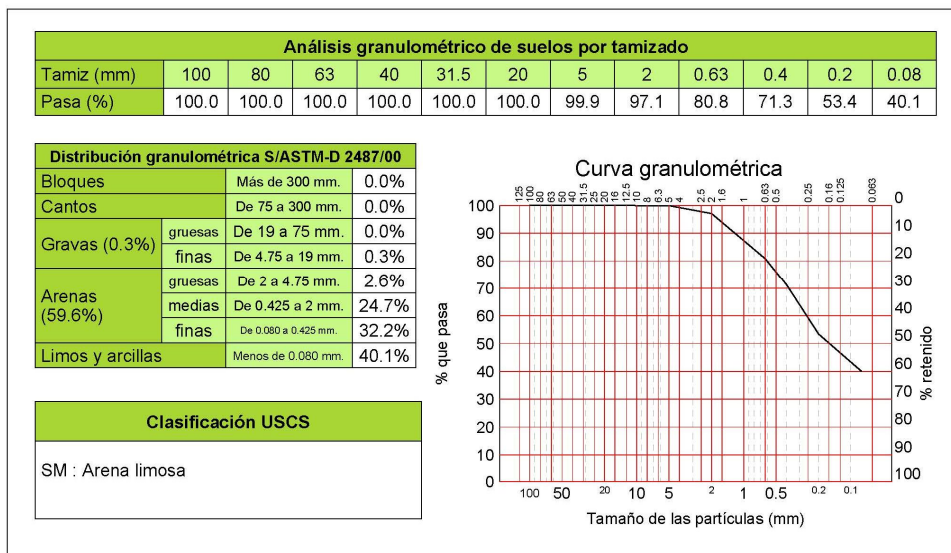
**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº DE MUESTRA: L .2016/226

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 1

Cota: de 9.80 a 10.20m


**LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93**

Límite líquido	50.0
Límite plástico	33.8
Índice de plasticidad	16.2

**Determinación de la humedad de un suelo**

Humedad	%	14.65
---------	---	-------

**Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles**

NO CONTIENE



Negia María Milian Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno  
Jefe Área de GTL

Hoja 1 de 1

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID

T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com

GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS

Fecha de emisión: 12/04/2016

Nº de acta: 356/16

**TIPO DE ENSAYO**

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101-95, Determinación de los límites de Atterberg en un suelo, s/norma UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

**DATOS DE OBRA**

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

**DATOS DE CLIENTE**

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

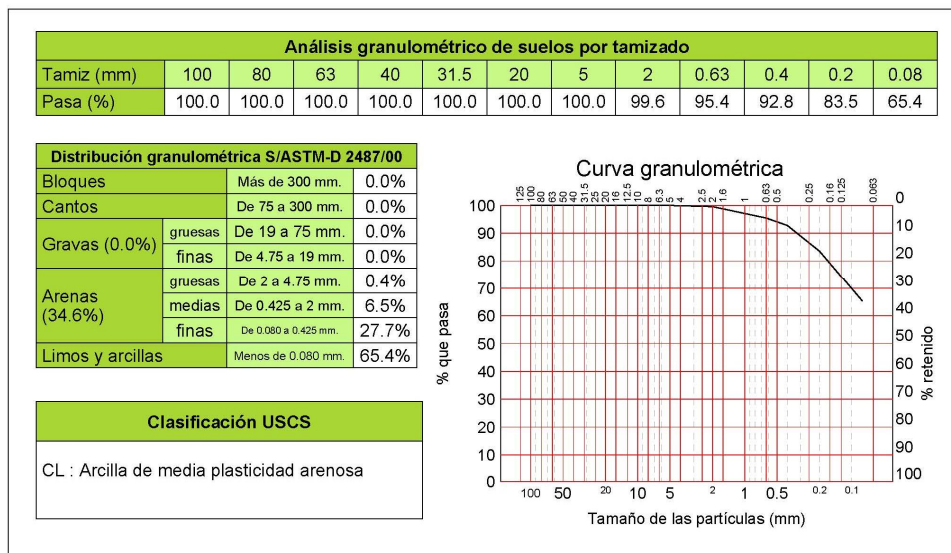
**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº DE MUESTRA: L.2016/227

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDENCIA: Sondeo 2

Cota: de 1.00 a 1.40m

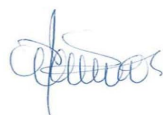

**LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93**

Límite líquido	49.1
Límite plástico	24.9
Índice de plasticidad	24.2

Determinación de la humedad de un suelo	
Humedad	% 14.17

**Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles**

NO CONTIENE



Negia Maria Milian Rodriguez  
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno  
Jefe Área de GTL

Hoja 1 de 1

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS





Fecha de emisión: 11/04/2016

Nº de acta: 357/16

#### TIPO DE ENSAYO

Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo, s/norma UNE 103-401-98

#### DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

#### DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

#### DATOS DE LA MUESTRA

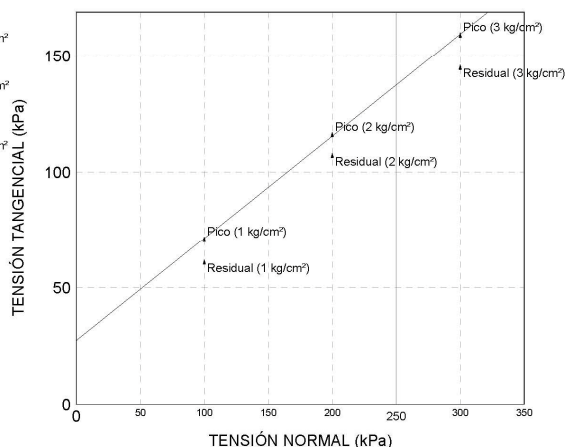
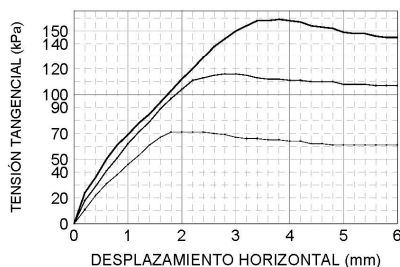
Nº DE MUESTRA: L .2016/227

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 2

Cota: de 1.00 a 1.40m

Ensayo de corte directo (U.U.)			
		PUNTO 1	PUNTO 2
Tensión normal	kPa	100.00	200.00
Tensión tangencial	kPa	71.00	116.00
Humedad inicial	%	13.50	14.32
Humedad final	%	13.22	14.03
Velocidad	mm/min	0.50	0.50
Diámetro pastilla	mm	50.0	50.0
Densidad aparente	g/cm³	1.90	1.89
Densidad seca	g/cm³	1.67	1.65
Índice de huecos inicial			
Índice de huecos final			
Cohesión	kPa	27.33	
Ángulo de rozamiento interno	º	24	
Tipo de ensayo		NO CONSOLIDADO / NO DRENADO	



Negla María Milian Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio

David Barreno  
Jefe Área GTL

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

Hoja 1 de 1

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGÍA, MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN S.L., ALCOBENDAS

Fecha de emisión: 11/04/2016

Nº de acta: 358/16

**TIPO DE ENSAYO**

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101-95, Determinación de los límites de Atterberg en un suelo, s/norma UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

**DATOS DE OBRA**

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

**DATOS DE CLIENTE**

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

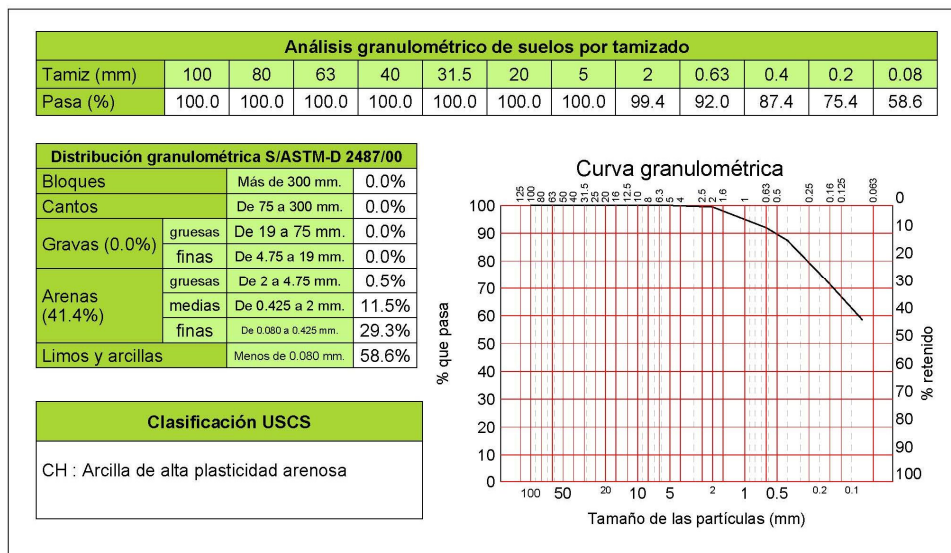
**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº DE MUESTRA: L.2016/228

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 2

Cota: de 8.40 a 8.80m


**LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93**

Límite líquido	60.7
Límite plástico	27.6
Índice de plasticidad	33.1

Determinación de la humedad de un suelo	
Humedad	% 15.73

**Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles**

NO CONTIENE

Negia Maria Milian Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio

David Barreno  
Jefe Área de GTL

Hoja 1 de 1

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS

Fecha de emisión: 11/04/2016

Nº de acta: 359/16

**TIPO DE ENSAYO**

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101-95, Determinación de los límites de Atterberg en un suelo, s/normas UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

**DATOS DE OBRA**

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

**DATOS DE CLIENTE**

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

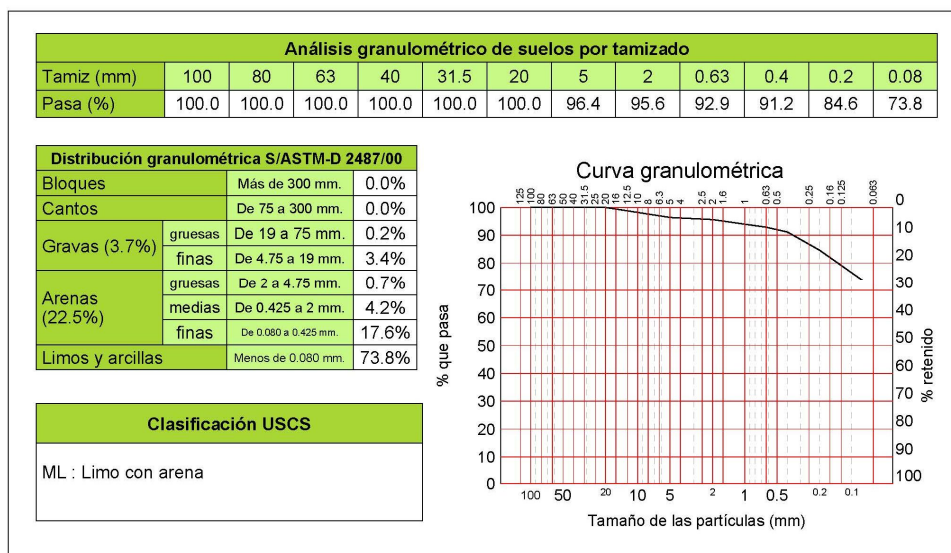
**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº DE MUESTRA: L.2016/229

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDENCIA: Sondeo 3

Cota: de 2.10 a 2.40m


**LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93**

Límite líquido	49.7
Límite plástico	29.7
Índice de plasticidad	20.0

**Determinación de la humedad de un suelo**

Humedad	%	17.09
---------	---	-------

**Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles**

NO CONTIENE

Negia Maria Milian Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio

David Barreno  
Jefe Área de GTL

Hoja 1 de 1

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS



Fecha de emisión: 11/04/2016

Nº de acta: 360/16

#### TIPO DE ENSAYO

Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo, s/norma UNE 103-401-98

#### DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

#### DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

#### DATOS DE LA MUESTRA

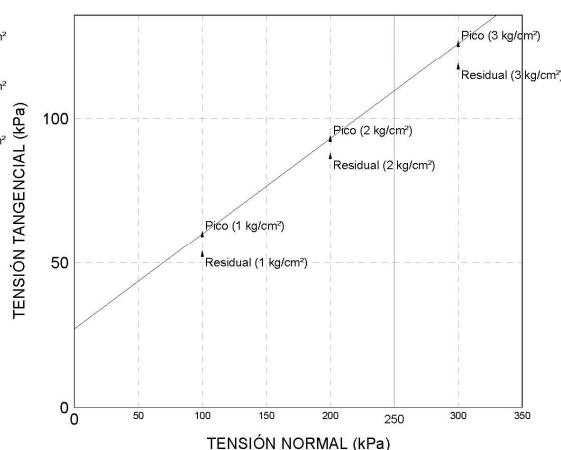
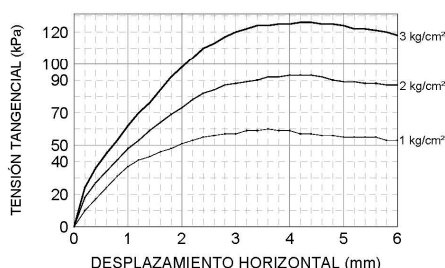
Nº DE MUESTRA: L.2016/229

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 3

Cota: de 2.10 a 2.40m

Ensayo de corte directo (U.U.)			
		PUNTO 1	PUNTO 2
Tensión normal	kPa	100.00	200.00
Tensión tangencial	kPa	60.00	93.00
Humedad inicial	%	13.00	12.51
Humedad final	%	12.94	12.38
Velocidad	mm/min	0.50	0.50
Diámetro pastilla	mm	50.0	50.0
Densidad aparente	g/cm³	1.76	1.75
Densidad seca	g/cm³	1.56	1.55
Índice de huecos inicial			
Índice de huecos final			
Cohesión	kPa	27.00	
Ángulo de rozamiento interno	º	18	
Tipo de ensayo		NO CONSOLIDADO / NO DRENADO	



Negla María Milán Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio

David Barreno  
Jefe Área GTL

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

Hoja 1 de 1

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGÍA, MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN S.L., ALCOBENDAS



Fecha de emisión: 12/04/2016

Nº de acta: 361/16

#### TIPO DE ENSAYO

Ensayo para calcular la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro., s/norma UNE 103-602-96

#### DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

#### DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

#### DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L.2016/229

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDENCIA: Sondeo 3

Cota: de 2.10 a 2.40m

Ensayo de presión máxima de hinchamiento		
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Diámetro	cm	5
Altura	cm	2
Area	cm²	19.63
Volumen	cm³	39.26
PARAMETROS FISICOS		
Densidad húmeda aparente inicial	g/cm³	2.03
Densidad húmeda aparente final	g/cm³	2.09
Densidad seca inicial	g/cm³	1.81
Humedad inicial	%	12.26
Humedad final	%	15.47
RESULTADO		
Presión de hinchamiento	kg/cm²	1.22



Negia Maria Milian Rodriguez  
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno  
Jefe Área GTL

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

Hoja 1 de 1

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS



Fecha de emisión: 12/04/2016

Nº de acta: 362/16

**TIPO DE ENSAYO**

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101-95, Determinación de los límites de Atterberg en un suelo, s/norma UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

**DATOS DE OBRA**

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

**DATOS DE CLIENTE**

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

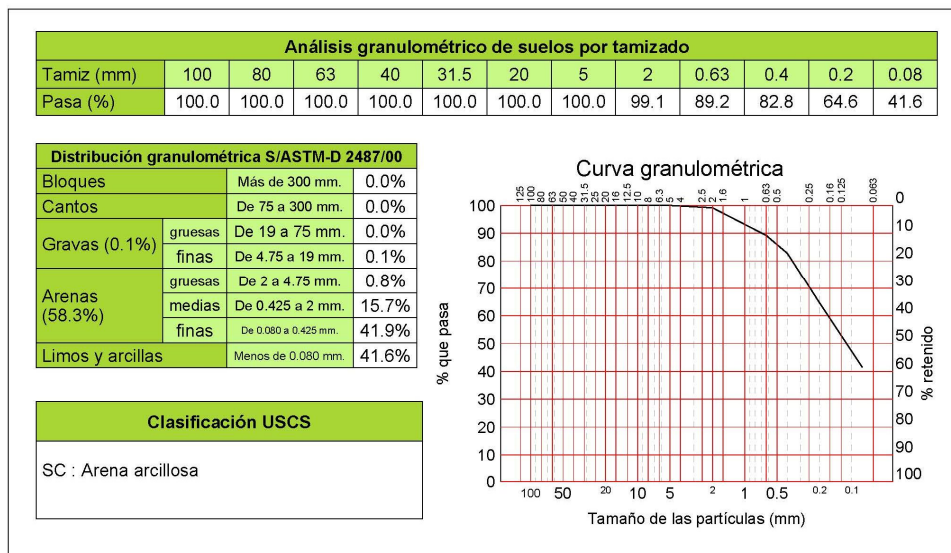
**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº DE MUESTRA: L.2016/230

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 3

Cota: de 8.80 a 9.20m


**LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE  
S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93**

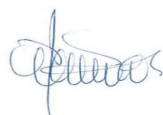
Límite líquido	43.4
Límite plástico	22.6
Índice de plasticidad	20.8

**Determinación de la humedad de un suelo**

Humedad	%	12.07
---------	---	-------

**Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles**

NO CONTIENE



Negia Maria Milian Rodriguez  
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno  
Jefe Área de GTL

Hoja 1 de 1

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS



Fecha de emisión: 11/04/2016

Nº de acta: 363/16

**TIPO DE ENSAYO**

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101-95, Determinación de los límites de Atterberg en un suelo, s/norma UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

**DATOS DE OBRA**

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

**DATOS DE CLIENTE**

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

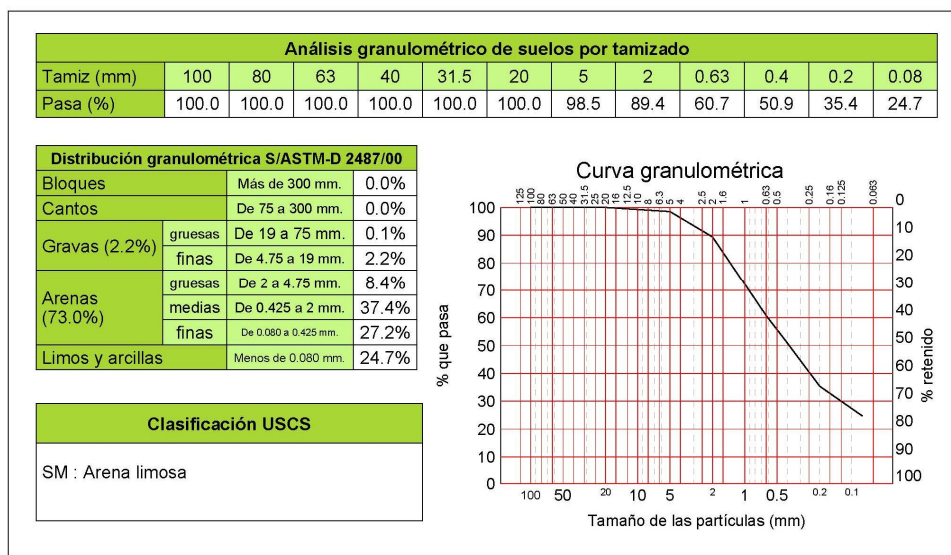
**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº DE MUESTRA: L.2016/231

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 4

Cota: de 2.00 a 2.40m


**LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE  
S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93**

Límite líquido	58.8
Límite plástico	37.6
Índice de plasticidad	21.2

**Determinación de la humedad de un suelo**

Humedad	%	15.53
---------	---	-------

**Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles**

NO CONTIENE

Negia Maria Milian Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio

David Barreno  
Jefe Área de GTL

Hoja 1 de 1

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS



Fecha de emisión: 11/04/2016

Nº de acta: 364/16

#### TIPO DE ENSAYO

Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo, s/norma UNE 103-401-98

#### DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

#### DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

#### DATOS DE LA MUESTRA

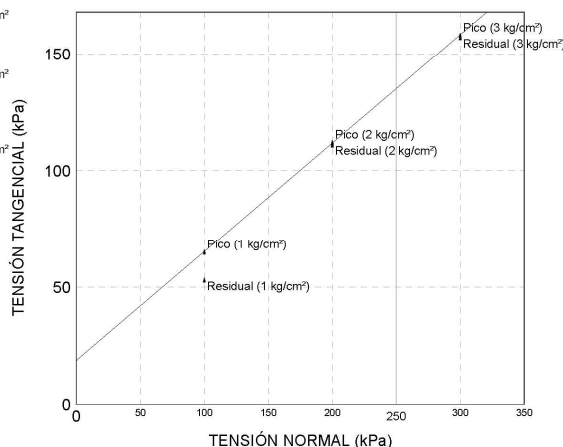
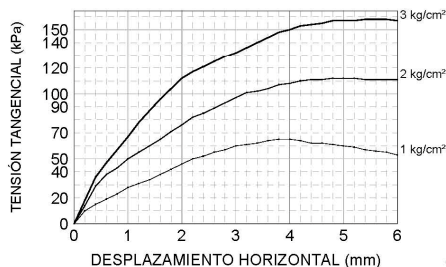
Nº DE MUESTRA: L .2016/231

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 4

Cota: de 2.00 a 2.40m

Ensayo de corte directo (U.U.)			
		PUNTO 1	PUNTO 2
Tensión normal	kPa	100.00	200.00
Tensión tangencial	kPa	65.00	112.00
Humedad inicial	%	14.21	13.40
Humedad final	%	13.44	12.86
Velocidad	mm/min	0.50	0.50
Diámetro pastilla	mm	50.0	50.0
Densidad aparente	g/cm³	2.00	2.00
Densidad seca	g/cm³	1.76	1.77
Índice de huecos inicial			
Índice de huecos final			
Cohesión	kPa	18.67	
Ángulo de rozamiento interno	º	25	
Tipo de ensayo		NO CONSOLIDADO / NO DRENADO	



  
Negia Maria Milian Rodriguez  
Dir. Técnico Laboratorio

  
David Barreno  
Jefe Área GTL

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

Hoja 1 de 1

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS



Fecha de emisión: 11/04/2016

Nº de acta: 365/16

**TIPO DE ENSAYO**

Análisis granulométrico de suelos por tamizado, s/norma UNE 103-101-95, Determinación de los límites de Atterberg en un suelo, s/norma UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

**DATOS DE OBRA**

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

**DATOS DE CLIENTE**

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº DE MUESTRA: L.2016/232

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 4

Cota: de 9.40 a 9.80m

**Análisis granulométrico de suelos por tamizado**

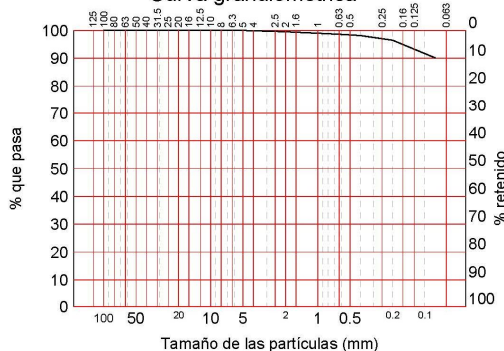
Tamiz (mm)	100	80	63	40	31.5	20	5	2	0.63	0.4	0.2	0.08
Pasa (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.5	98.6	98.1	96.5	90.2

**Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00**

Bloques	Más de 300 mm.	0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0.0%
Gravas (0.0%)	gruesas De 19 a 75 mm.	0.0%
	finas De 4.75 a 19 mm.	0.0%
Arenas (9.8%)	gruesas De 2 a 4.75 mm.	0.4%
	medias De 0.425 a 2 mm.	1.3%
	finas De 0.080 a 0.425 mm.	8.0%
Limos y arcillas	Menos de 0.080 mm.	90.2%

**Clasificación USCS**

CL : Arcilla de media plasticidad

**Curva granulométrica**

**LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103:94 y UNE 103.104:93**

Límite líquido	46.8
Límite plástico	25.5
Índice de plasticidad	21.3

**Determinación de la humedad de un suelo**

Humedad	%	18.13
---------	---	-------

**Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles**

NO CONTIENE

Negia Maria Milian Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio

David Barreno  
Jefe Área de GTL

Hoja 1 de 1

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID  
T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com  
GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS



Fecha de emisión: 14/04/2016

Nº de acta: 366/16

**TIPO DE ENSAYO**

Determinación de la agresividad del agua al hormigón, s/norma EHE

**DATOS DE OBRA**

Nº DE EXPEDIENTE: 4036

TIPO DE OBRA: Centro de educación infantil y primaria

DIRECCIÓN: C/ Félix Candela nº 24, Dto. Hortaleza, Madrid

**DATOS DE CLIENTE**

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº DE MUESTRA: L.2016/233

TIPO DE MUESTRA: Agua

PROCEDENCIA: Sondeo 1

Cota: a 10.50m

Determinación de la agresividad del agua		
Sulfatos	mg/l	20.13



Negia Maria Milian Rodríguez  
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno  
Jefe Área de GTL

Los resultados de estos ensayos afectan únicamente a la muestra ensayada, GMC Ingeniería no se hace responsable en ningún caso de la incorrecta interpretación o uso de este documento por parte de terceros.

Hoja 1 de 1

POLÍGONO INDUSTRIAL PARQUE EMPRESARIAL GRUPO GEO - CALLE REYES CATÓLICOS Nº 6 NAVE 108 - 28108 ALCOBENDAS MADRID

T. 902 879 402 / 91 490 13 05 - F. 902 879 403 / 91 490 13 06 - M. 620 506 418 - www.gmcingenieria.com - comercial@gmcingenieria.com

GMC GEOLOGIA, MATERIALES Y CONSTRUCCION S.L., ALCOBENDAS

## ANEXO 5

### PENETRÓMETRO P-1



### PENETRÓMETRO P-2





### PENETRÓMETRO P-3



### PENETRÓMETRO P-4





## SONDEO S-1





## SONDEO S-2





### SONDEO S-3





## SONDEO S-4





## SONDEO S-5



# ADENDA (10/10/2016)

**Ignacio Gómez**

---

**De:** Laboratorio GMC Ingeniería  
**Enviado el:** lunes, 10 de octubre de 2016 12:16  
**Para:** 'Sergio Gonzalez Rodriguez (CT INGENIEROS)'  
**CC:** i.gomez@siazta.es  
**Asunto:** RE: Colegio Valdebebas Geotecnico EG-4036/16 - Secciones  
**Datos adjuntos:** nuevo perfil 4036 Valdebebas.pdf

Hola, buenos días

He realizado un nuevo perfil estratigráfico con los nuevos datos que me habéis facilitado. Va en un fichero adjunto. El apoyo de la cimentación se producirá en el nivel de tosco arenoso/tosco, como se había previsto en el informe geotécnico. Ese terreno es muy competente, con una tensión admisible de hasta 2,50kg/cm<sup>2</sup>, pero tiene algo de expansividad (0,66-1,22kg/cm<sup>2</sup>)

En aproximadamente 2/3 de la edificación no habría problema, porque el plano de apoyo de la cimentación se situará entre 3,50 y 5,00m por debajo de la superficie actual del terreno.

Sin embargo, en la zona donde se encontrará el comedor, como la superficie del terreno está más baja y no será necesario vaciar tanto en la zona que va sin sótano, el plano de apoyo de la cimentación que habéis previsto sólo quedaría entre 1,50 y 2,00m por debajo de la superficie actual del terreno.

En esa zona es donde se ejecutó el sondeo S-3, del que se tomó una muestra sobre la que se realizó el ensayo de presión de hinchamiento que dio un resultado de 1,22kg/cm<sup>2</sup>; la cota de esa muestra coincide aproximadamente con la cota donde iría el apoyo de las zapatas.

Por lo que se ve en vuestros planos, en esa zona el canto de las zapatas sólo será de 0,40m, lo que en principio sería algo escaso. Sería conveniente que en esa zona el empotramiento de la cimentación fuese mayor (al menos unos 0,80m), con lo que la cimentación estaría más protegida frente a posibles cambios de humedad del terreno. En el resto de la parcela no sería necesario profundizar más.

Será necesario, en cualquier caso, adoptar las medidas de seguridad oportunas que eviten que se produzcan modificaciones importantes en las condiciones de humedad del terreno durante la ejecución de la obra o durante la vida útil de la edificación. Esas soluciones son variadas, y algunas de ellas se indicaron en el informe de referencia: empleo de forjados sanitarios, embaldosado perimetral para evitar la infiltración de agua hacia la cimentación, no exponer los vaciados a la intemperie durante largos periodos (para evitar que se des sequen o se humedezcan en exceso), diseño de un adecuado sistema de drenaje superficial que recoja las aguas y las canalice convenientemente, etc... Estas medidas no son las únicas, y se podrían plantear otras alternativas y/o combinaciones para conseguir el objetivo buscado.

Un saludo

---

**De:** Sergio Gonzalez Rodriguez (CT INGENIEROS) [<mailto:sgonzalezr@ctingenieros.es>]

**Enviado el:** domingo, 09 de octubre de 2016 9:43

**Para:** [laboratorio@gmcingenieria.com](mailto:laboratorio@gmcingenieria.com)

**Asunto:** Colegio Valdebebas Geotecnico EG-4036/16 - Secciones

Buenas David

En relación al colegio de calle Felix Candela 24 de Valdebebas, de derivamos secciones de la cota de cimentación clarificar que alcanzamos el nivel al que no afecta la expansividad del terreno.

Documento de referencia

*GEOTÉCNICO*

*C/ Félix Candela nº 24, Parque de Valdebebas, Dto. de Hortaleza, Madrid.*

*EG-4036/16*

Además adjuntamos planos de estructura.

Quedamos a tu disposición si necesitas algo más no dudes en ponerte en contacto, un saludo

**SERGIO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ**  
PMP / BIM - Building & Construction



CELL: +34 615 24 82 82  
EMAIL: [sgonzalezr@ctingenieros.es](mailto:sgonzalezr@ctingenieros.es)

Av. Leonardo Da Vinci, 22 28906 - Getafe -Madrid (Spain)  
[www.theengineeringgroup.com](http://www.theengineeringgroup.com) click: [BIM INFORMATION](#)

-----  
The information contained in this communication is confidential and intended solely for the use of the individuals or entity to whom it is addressed to receive it and should be treated in compliance with protection data laws.

Its contents may not be forwarded, exploited or disclosed or used by anyone other than the addressees. Access to this e-mail by anyone else is unauthorized. If you have received this communication in error, please notify us immediately by responding to this email and then delete it from your system.

-----

# PERFIL LITO-ESTRATIGRÁFICO 4

C/ Félix Candela nº 24, Parque de Valdebebas, Dto. de Hortaleza, Madrid.

Cota (m)

