



Dirección General
de Infraestructuras y Servicios
VICEPRESIDENCIA, CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y
UNIVERSIDADES

Comunidad de Madrid

PROYECTO DE EJECUCIÓN

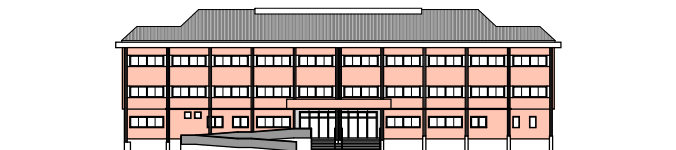
Mejora de Accesibilidad y Subsanación de Deficiencias de ITE en el CEIP San Marcos de San Martín de la Vega

SITUACION

Av. Abogados de Atocha, 16, 28330 San Martín de la Vega, Madrid

TOMO 3

AM8 ESTUDIO GEOTÉCNICO Y TOPOGRÁFICO



PROPIEDAD

D.G. Infraestructuras y Servicios de la
Vicepresidencia, Consejería de Educación y
Universidades
c/ Santa Hortensia, 30. 28002. Madrid

ARQUITECTA

Marta Sánchez Valencia

FECHA

may 2023

REVISADO



DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO



AM8

ESTUDIO GEOTÉCNICO

ESTUDIO GEOTÉCNICO



EXPEDIENTE N°: EG-3447/14.

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

LOCALIZACIÓN: AVDA. DE LOS ABOGADOS DE ATOCHA Nº 16,
SAN MARTÍN DE LA VEGA, MADRID

ASUNTO: INFORME GEOTÉCNICO MODIFICADO.

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.....	22
6.1. RESULTADOS Y GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS.....	22
7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	25
7.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	25
7.2. LÍMITES DE ATTERBERG.....	29
7.3. ENSAYO DE CORTE DIRECTO.....	30
7.4. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SUELO (ϕ , c , γ , k).....	31
7.5. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.....	33
8. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE LA OBRA.....	36
8.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	36
8.2. TIPO DE CIMENTACIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE.....	38
8.3. ÍNDICE DE EXCAVABILIDAD.....	55
8.4. CÁLCULO DE ASIENTOS.....	56
8.5. NIVEL FREÁTICO Y AGRESIVIDAD DEL MEDIO.....	57
9. BIBLIOGRAFÍA.....	59
10. CONSIDERACIONES GENERALES.....	60
ANEXOS.....	61

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 ampliación del **C.E.I.P. SAN MARCOS** que se ubica en la **AVENIDA DE LOS ABOGADOS DE ATOCHA N°16**, en el municipio de **SAN MARTÍN DE LA VEGA**, provincia de **MADRID**.

Los ensayos de campo se efectuaron los días 14 y 24 de noviembre de 2014 en una primera fase de investigación; posteriormente, el día 9 de enero de 2015 se realizó una ampliación de los trabajos. Los trabajos realizados entre ambas fases han sido los siguientes

- Dos ensayos de penetración dinámica superpesada DPSH.
- Dos sondeos mecánico a rotación con recuperación continua de testigo:
 - S-1, de 22,00m de profundidad.
 - S-2, de 20,00m de profundidad.
- Cuatro perfiles estratigráficos del terreno.
- Ensayos de laboratorio necesarios para la clasificación del terreno.

Así pues, se ha realizado el reconocimiento geotécnico del subsuelo de parte de una parcela de 35.885m² ocupada por las instalaciones de un colegio, donde se pretende la ampliación de sus instalaciones deportivas mediante la construcción de un **gimnasio de una planta sobresaliente**, que ocupará una superficie en planta y una superficie total construida de 600m², siendo el tipo de construcción C-1 y el grupo de terreno T-3, según se define en el CTE.

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 lito-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 primera campaña de reconocimiento del terreno se inició con la realización de los trabajos de campo, efectuados los días 14 y 24 de noviembre de 2014, completándose posteriormente con la realización de los ensayos de laboratorio más propicios en función del tipo de terreno extraído. Posteriormente, el día 9 de enero de 2015 se realizó una ampliación de los trabajos de campo y de laboratorio.

Los trabajos de campo han consistido en la ejecución de dos sondeos mecánicos a rotación con recuperación continua de testigo, y dos ensayos de penetración dinámica superpesada tipo DPSH, con el objeto de reconocer la lito-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 hinca 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 al cerramiento exterior de las instalaciones y a las construcciones existentes, como es la pista de frontón. Se han ubicado en la zona donde se situará el futuro gimnasio.

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
Geomecánicos	Corte Directo
Químicos	Contenido de Sulfatos en suelo
	Contenido de Sulfatos en agua

3. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA.

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA SONDA.

Los sondeos se han llevado a cabo con una sonda tipo TECOINSA TP-30 LR, montada sobre todoterreno Land-Rover Defender; este tipo de sonda ejecuta una perforación a rotación, en este caso con diámetros de 101 y 86mm, habiendo sido necesario el revestimiento de los sondeos, en los 12 y 17 primeros metros respectivamente, dada la inestabilidad del terreno atravesado.

La longitud total perforada en el sondeo S-1 fue de 22,00m, mientras que en el sondeo S-2 fue de 20,00m, con lo que la longitud total perforada fue de 42,00m.

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 TECOPSA SPT-TEC 10, 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">- Altura 5 cm- Puntaza cónica con vértice en ángulo de 90°- Sección circular de 20 cm²

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 hinca dinámica.

4. MARCO GEOLÓGICO.

4.1. INTRODUCCIÓN.

La parcela estudiada se sitúa en municipio de San Martín de la Vega, localizándose en la Hoja Geológica de Getafe (Hoja nº 582 del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000).

Geológicamente, la Hoja de Getafe se encuentra dentro de la Cuenca Alta del Tajo, en plena Depresión Terciaria Castellana, y participa de las características geológicas y fisiográficas del borde occidental de la fosa del Tajo.

Uno de los rasgos morfológicos regionales que es singular, viene definido por la denominada Superficie de Madrid que aparece seccionada por los cursos de dirección N –S de los ríos Manzanares y Jarama. Este encajonamiento de estos ríos da lugar a una variada gama de formas (glacis, terrazas, escarpes...), ocupando áreas bastante amplias en la zona, datándose como Cuaternarios.

Estos materiales tienen una litología íntimamente relacionada con los materiales del relieve superior inmediato de los que provienen; este es el caso de las superficies de erosión y de los derrames aluviales de la zona, que tienen una composición de arcosas muy sueltas provenientes de la erosión de las arcosas suprayacentes. En cuanto a los materiales Neógenos, en esta zona se encuentra un cambio lateral de facies, pudiéndose encontrar desde arcosas a arcillas.

La tectónica de la zona es muy escasa, pudiéndose observar deformaciones en los Neógenos en forma de pliegues de gran amplitud. En los Cuaternarios se definen pequeños pulsos de deformación que afectaron a la sedimentación de la época, pero que poco afectaron a las características de los materiales Cuaternarios.

4.2. ESTRATIGRAFÍA.

La parcela estudiada, que se localiza en el término municipal de San Martín de la Vega, se encuentra sobre depósitos aluviales cuaternarios. Los depósitos cuaternarios mejor desarrollados de la zona se distribuyen básicamente a lo largo de los dos sistemas fluviales más importantes que recorren la Hoja: el río Manzanares y el Jarama.

El Jarama se emplaza al Este de la población según una dirección NE-SO. Presenta un régimen meandriforme con unos amplios radios de curvatura en los mismos.

La zona investigada se encuentra situada en una terraza del río Jarama, que está compuesta por gravas, arenas y limos. Este nivel está situado a más 6,00-7,00m sobre el actual curso del río Jarama. Las características litológicas de los distintos depósitos del Jarama en esta zona son también muy similares entre sí. Están formados por gravas (cuarzitas y cuarzós) con matriz arenosa, de un 10 a 20%, y localmente presencia de lentejones arenosos y paquetes arcillosos de color verde.

Cubriendo las terrazas del río Jarama, puede aparecer un nivel de coluviones. Las características litológicas de estos depósitos, están claramente influenciadas por la naturaleza de los materiales de los cuales provienen. Unas veces son arcilloso-yesíferos o yesíferos, y otras son principalmente gravas de cuarcita y cuarzo, procedentes de los materiales detríticos de la red fluvial intramiocena o de las terrazas superiores. Sus espesores por lo general son reducidos, aunque a veces pueden alcanzar más de una decena de metros.

Por debajo de los materiales cuaternarios, se encuentran los materiales miocenos, que alcanzan una potencia visible de unos 200m entre el nivel más bajo de los escarpes del Jarama y la superficie del vértice de La Marañosa. Las características estratigráficas de estos materiales permiten agruparlos en tres grandes conjuntos: el más occidental formado por sedimentos de origen detrítico, otro situado en una banda central y constituido por materiales detríticos finos con intercalación de los primeros minerales de neoformación, y un último conjunto situado en el borde oriental, constituido casi exclusivamente por litofacies de origen químico.

Los materiales que subyacentemente aparecerían en la zona de estudio, se corresponden con los de las facies centrales.

Dentro de las facies centrales se pueden definir varios tramos de características litológicas bien diferenciadas. En la base se sitúa una formación masiva de yesos con pequeñas intercalaciones de margas yesíferas. Los yesos afloran en masas sacaroideas o en agregados de grandes placas especulares. Sobre los yesos se sitúan formaciones margo-calcáreas con participación de yesos blancos pulverulentos, adquiriendo todo el conjunto una tonalidad blanquecina.

En clara discordancia erosiva se sitúa en el techo de las facies calco-margosas un tramo de arcillas, conglomerados y microconglomerados que representan un episodio detrítico excepcional en las facies centrales.

4.3. TECTÓNICA.

La mayor estructura tectónica a la que pertenece esta Hoja es la denominada Fosa del Tajo. Esta fosa tectónica tiene sus bordes, al Norte, en la gran línea morfotectónica meridional del Sistema Central, al Sur, en el contacto con la meseta toledana, y al Este, en la Sierra de Altomira, configurándose como un amplio triángulo que no llega a cerrarse entre la alineación toledana y las elevaciones de Altomira. De esta manera, existe en este último sector una zona donde los límites son imprecisos y se establece una continuidad estratigráfica del Terciario Superior hacia la Mancha y el Guadiana.

La constitución de esta fosa, si bien responde a estructuras muy antiguas, debe relacionarse con el período de deformación del área semi-móvil celtibérica instalada en el borde oriental del Macizo Hespérico. Esta fase de actividad tectónica abarca desde el Cretácico terminal hasta el Oligoceno, aunque con períodos o pulsaciones más intensas.

En cuanto a las deformaciones de los materiales del terciario superior, existen deformaciones atectónicas producidas por los cambios volumétricos de las masas yesíferas (de más de 80m de potencia) de la base de la serie miocena. Estas deformaciones son irregulares, muy localizadas y siempre observables en los estratos de margas, calizas margosas y yesos (detriticos) de la serie inmediatamente superior a los yesos masivos basales.

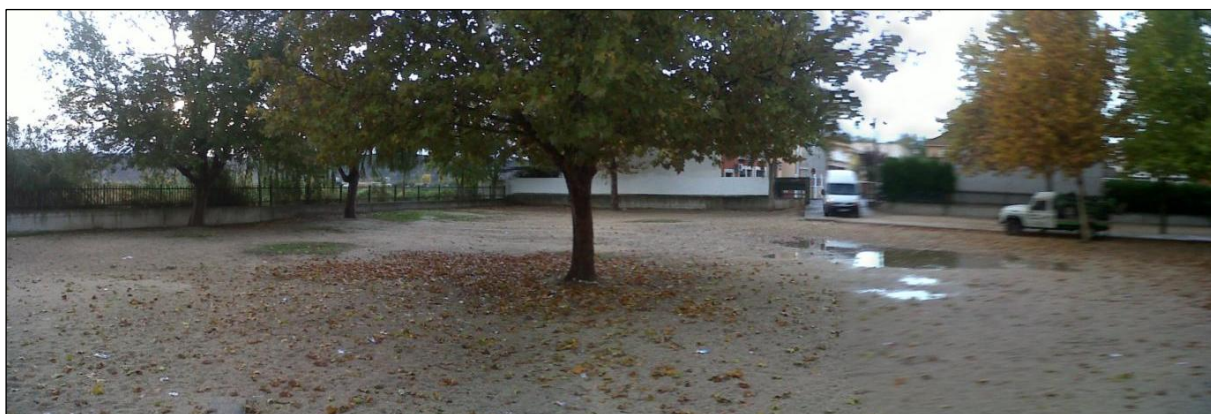
Dejando aparte este tipo de deformaciones atectónicas, los materiales miocenos están escasamente perturbados por una acción tectónica regional.

Estos materiales representan, sin duda alguna, el relleno de la fosa posterior a las deformaciones relativamente rápidas (Cretácico Superior-Eoceno) y la relación sedimentación-subsidencia está durante el Mioceno lo suficientemente equilibrada para no apreciarse influencias tectónicas importantes en los materiales del centro de la fosa del Tajo (ausencia de importantes discordancias erosivas y de control tectónico neto de la sedimentación).

4.4. DESNIVEL DEL TERRENO.

Tomando como referencia las construcciones deportivas y escolares ya existentes en la parcela, los edificios de viviendas y parcelas colindantes, y los viales adyacentes, se puede afirmar que el terreno es sub-horizontal, presentando un ligero desnivel descendente de Oeste (cota 100,24m) a Este (cota 99,68m) de aproximadamente 0,60m.

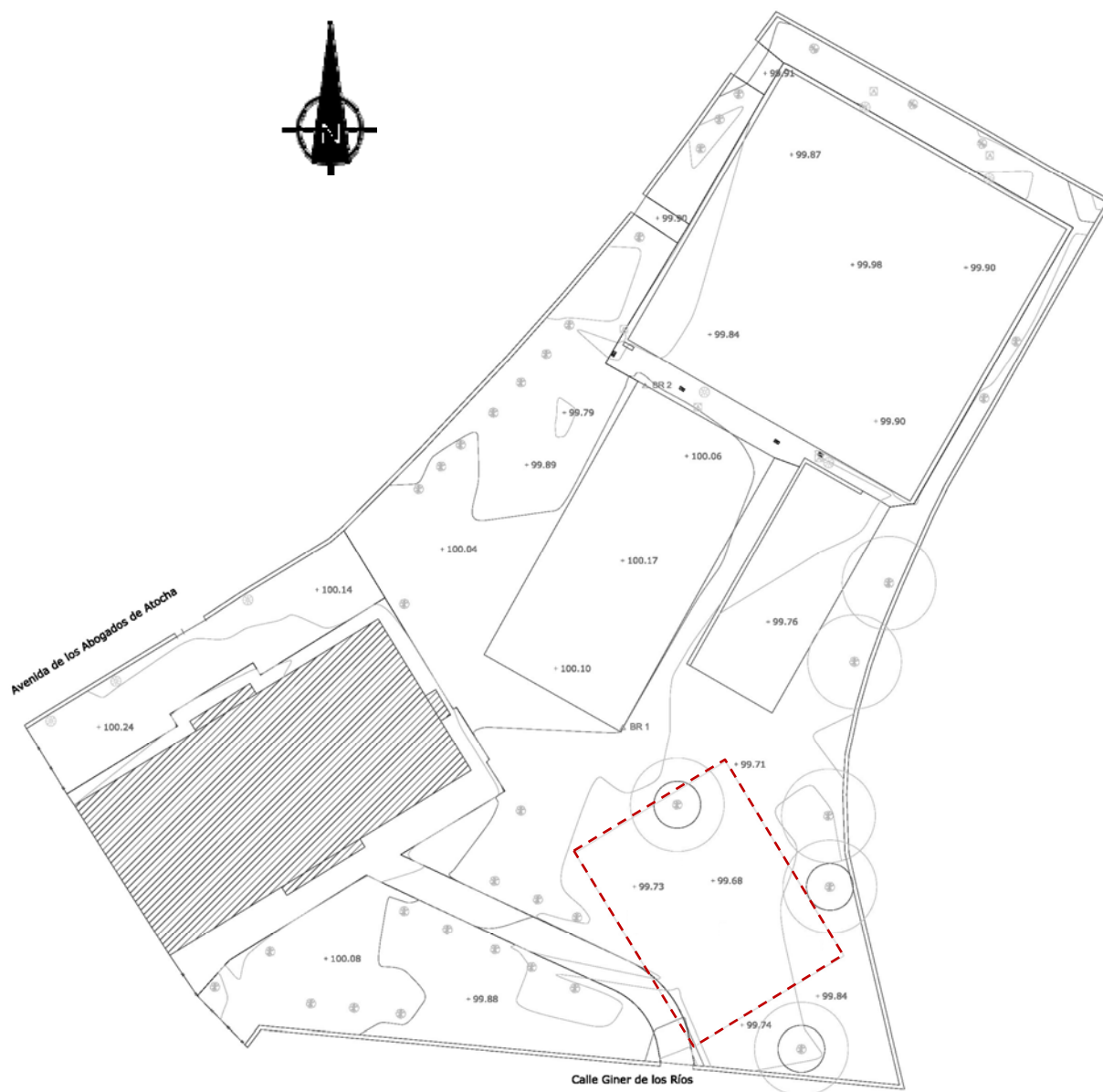
La zona investigada, situada en la esquina sureste de la parcela, es prácticamente llana, encontrándose aproximadamente al mismo nivel que la Calle Giner de los Ríos, que es el vial más cercano al área estudiada. Al mismo tiempo, el terreno se encuentra totalmente despejado, a excepción de la presencia de algunos árboles dispersos.



Vista general de la zona de actuación de Norte a Sur.
(desde el interior del centro educativo hacia la entrada por la Calle Giner de los Ríos)



Vista general de la zona de actuación de Sur a Norte.
(desde la entrada hacia el interior del centro educativo)



Localización de la zona de estudio en el plano topográfico del C.E.I.P. San Marcos

4.5. SISMICIDAD.

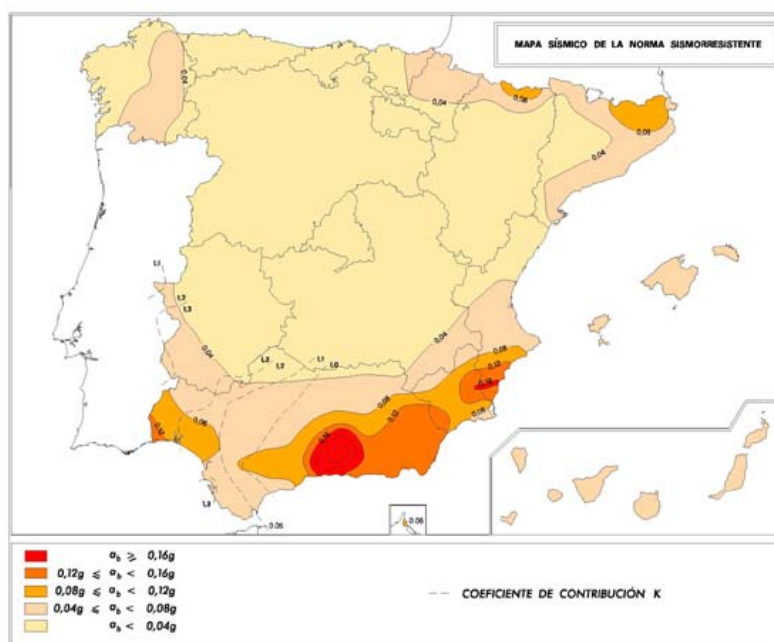
Para la redacción del presente apartado se han seguido las indicaciones de la Norma de Construcción Sismorresistente Española NCSE-02 (publicada en septiembre de 2002).

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

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

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

ρ : 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
Terreno tipo I	Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de las ondas transversales o de cizalla $V_s > 750$ m/s.	1,0
Terreno tipo II	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
Terreno tipo III	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
Terreno tipo IV	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 terrenos tipo T-IV, correspondiente a suelo granular suelto o suelo cohesivo blando, con una velocidad de propagación de las ondas transversales o de cizalla, V_s , inferior a 200 m/s, y terrenos 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 , entre 200 y 400 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 los sondeos realizados en la superficie de la parcela los días 14 de noviembre de 2014 y 9 de enero de 2015, aparecen de techo a base de los mismos los siguientes niveles:

SONDEO Nº 1 (Cota aproximada de inicio: 99,70m)

NIVEL 1 (de 0,00m a 3,50m de profundidad).

Nivel de cobertera (posible llanura aluvial y coluvión, cubiertos por terreno removilizado y/o rellenos). Se diferencian los siguientes tramos:

- De 0,00m a 0,20m. Terreno natural removilizado.
- De 0,20m a 0,90m. Arcilla arenosa con nódulos yesíferos y cantos. Color pardo-grisáceo. Consistencia blanda.
- De 0,90m a 3,50m. Arcilla limosa. Color pardo oscuro. Presencia de raíces. Consistencia blanda.

NIVEL 2 (de 3,50m a 18,20m de profundidad).

Posible nivel de terraza del río Jarama. Se pueden distinguir los siguientes tramos:

- De 3,50m a 6,30m. Arenas medias-finas gravosas, con escasos finos arcillosos. Los cantos son subredondeados, polimícticos y heterométricos (tamaño cm-mm). Color pardo. Compacidad media.
- De 6,30m a 7,80m. Arenas medias-finas limosas, con cantos subredondeados cm-mm dispersos. Color pardo oscuro. Tramo saturado. Compacidad floja-media.

- De 7,80m a 10,30m. Gravas arenosas con finos limosos, matriz-sostenidas, con tramos de arenas gravo-limosas. Los cantos son subredondeados, polimícticos y heterométricos (tamaño cm-mm). Color pardo. Compacidad media.
- De 10,30m a 12,60m. Arcilla arenosa y arena fina-media arcillosa. Color pardo-verdoso. Consistencia firme.
- De 12,60m a 14,00m. Arcilla arenosa. Color gris oscuro. Consistencia firme-muy firme.
- De 14,00m a 14,70m. Arcilla arenosa y arena fina-media arcillosa. Color pardo-verdoso. Consistencia firme.
- De 14,70m a 16,60m. Arenas medias-finas gravosas, con escasos finos arcillosos. Los cantos son subredondeados, polimícticos y heterométricos (tamaño cm-mm). Color pardo amarillento. Compacidad media-densa.
- De 16,60m a 18,20m. Gravas arenosas con finos limosos, matriz-sostenidas, con tramos de arenas gravo-limosas. Granodecreciente en profundidad. Los cantos son subredondeados, polimícticos y heterométricos (tamaño cm-mm). Color pardo. Compacidad media-densa.

NIVEL 3 (de 18,20m a 22,00m de profundidad, fin del sondeo).

Sustrato mioceno. Se pueden distinguir los siguientes tramos:

- De 18,20m a 19,10m. Arcilla algo arenosa. Color pardo-grisáceo. Consistencia firme.
- De 19,10m a 22,00m. Arcilla arenosa. Color gris oscuro. Consistencia muy firme-dura.

Fin del sondeo a 22,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. Según observaciones realizadas el día 14/11/2014, se detectó el nivel freático a partir de 3,30m de profundidad, encontrándose afectados por el nivel freático, en mayor o menor medida, todos los tramos granulares del nivel de terraza aluvial.

SONDEO Nº 2 (Cota aproximada de inicio: 99,80m)

NIVEL 1 (de 0,00m a 3,40m de profundidad).

Nivel de cobertera (posible llanura aluvial y coluvión, cubiertos por terreno removilizado y/o rellenos). Se diferencian los siguientes tramos:

- De 0,00m a 0,20m. Rellenos antrópicos y terreno removilizado.
- De 0,20m a 1,20m. Arcilla arenosa con nódulos yesíferos y cantos. Color pardo-grisáceo. Consistencia blanda-muy blanda.
- De 1,20m a 3,40m. Arcilla limosa. Color pardo oscuro. Presencia de raíces. Consistencia blanda-muy blanda.

NIVEL 2 (de 3,40m a 17,20m de profundidad).

Posible nivel de terraza del río Jarama. Se pueden distinguir los siguientes tramos:

- De 3,40m a 6,40m. Arenas medias-finas limosas, con cantos subredondeados cm-mm dispersos, más abundantes en profundidad. Color pardo oscuro. Tramo saturado, en especial hasta 4,00m de profundidad. Compacidad floja-media.
- De 6,40m a 8,10m. Arenas medias-finas gravosas, con escasos finos arcillosos. Los cantos son subredondeados, polimícticos y heterométricos (tamaño cm-mm). Color pardo. Compacidad media.
- De 8,10m a 11,10m. Gravas arenosas con finos limosos, matriz-sostenidas, con tramos de arenas gravo-limosas. Los cantos son subredondeados, polimícticos y heterométricos (tamaño cm-mm). Color pardo. Compacidad media-densa.
- De 11,10m a 12,50m. Arena fina-media arcillosa y arcilla arenosa, con presencia de cantos finos dispersos. Color pardo-verdoso. Compacidad media.
- De 12,50m a 16,30m. Arenas medias-finas gravosas, con escasos finos arcillosos. Los cantos son subredondeados, polimícticos y heterométricos (tamaño cm-mm). Color pardo. Compacidad media.

- De 16,30m a 17,20m. Arcilla arenosa y arena fina-media arcillosa. Color pardo-grisáceo. Consistencia firme / compacidad media.

NIVEL 3 (de 17,20m a 20,00m de profundidad, fin del sondeo).

Sustrato mioceno. Se pueden distinguir los siguientes tramos:

- De 17,20m a 18,80m. Arcilla algo arenosa. Color pardo-grisáceo. Consistencia firme.
- De 18,80m a 20,00m. Arcilla arenosa. Color gris oscuro. Consistencia muy firme-dura.

Fin del sondeo a 20,00m de profundidad respecto de la superficie de la parcela. Según observaciones realizadas el día 9/1/2015, se detectó el nivel freático a partir de 3,50m de profundidad, encontrándose afectados por el nivel freático, en mayor o menor medida, todos los tramos granulares del nivel de terraza aluvial.

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.

$R_d = (M^2 \times H) / ((e + e_1) \times (M + P) \times A)$	Rd	Resistencia dinámica en kg/cm ²
	H	Altura de caída de la maza (76 cm)
	P	Peso de las varillas en kg+20 (Cada m de profundidad 6,155 kg)
	M	Peso de la masa en kg (63,50 kg)
	e	Penetración cm/nº de golpes
	e1	Constante =0,50
	A	Sección de la puntaza en cm ² (20 cm ²)

Para cimentaciones superficiales, en medios homogéneos y tratándose de terreno no cohesivo, puede aplicarse una carga de trabajo de: $\sigma = R_d / 20$, 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 $R_d / 12 \leq \sigma < R_d / 6$.

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 24/11/2014

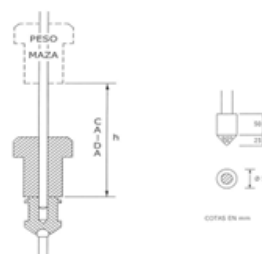
Nº Acta 02567/01

Nº EXPEDIENTE: 3447/14
CLIENTE: Cº DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE
TIPO DE OBRA: Gimnasio
DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16,
San Martín de la Vega. Madrid
COTA: 99,70m
NIVEL FREÁTICO: ≈ 2,60m

Características del penetrómetro DPSH:

Maquinaria: TECOPSA SPT-TEC 10
Área de la puntaza: 20 cm²
Altura de caída: 76 cm
Peso de la maza: 63,5 kg
Diámetro del varillaje: 3,2 cm
Intervalo de golpeo: 20 cm

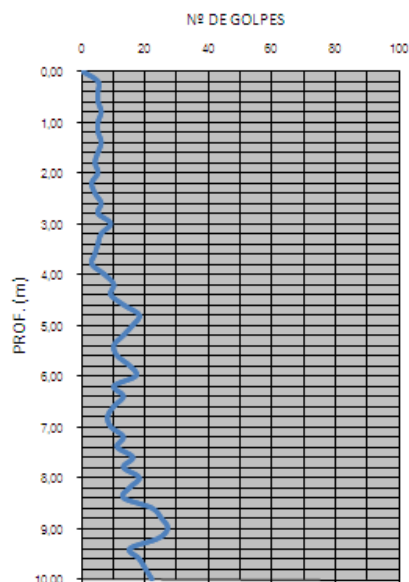
ESQUEMA DEL PENETRÓMETRO



PENETRÓMETRO Nº 1

ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 1		
Profundidad (m)	Nº de Golpes	$Q_{adm} = Rd/20$ (FS = 3) kg/cm ²
0,2	5	0,66
0,4	5	0,65
0,6	5	0,64
0,8	6	0,75
1	5	0,63
1,2	5	0,62
1,4	6	0,72
1,6	5	0,60
1,8	4	0,49
2	5	0,59
2,2	3	0,36
2,4	4	0,47
2,6	6	0,66
2,8	5	0,56
3	9	0,91
3,2	6	0,64
3,4	5	0,54
3,6	4	0,44
3,8	3	0,33
4	7	0,70
4,2	10	0,92
4,4	9	0,84
4,6	13	1,11
4,8	18	1,39
5	16	1,26
5,2	13	1,07
5,4	10	0,87
5,6	11	0,92
5,8	15	1,16
6	17	1,25
6,2	10	0,83
6,4	13	1,01
6,6	10	0,81
6,8	8	0,67
7	9	0,73
7,2	13	0,97
7,4	11	0,85
7,6	16	1,11
7,8	13	0,94
8	18	1,18
8,2	15	1,03
8,4	13	0,92
8,6	22	1,32
8,8	25	1,41
9	27	1,47
9,2	24	1,35
9,4	15	0,98
9,6	18	1,10
9,8	20	1,17
10	22	1,24

Nº DE GOLPES PARA 20cm PROFUNDIDAD



Firma Técnico Responsable
Raúl Martín



Firma Jefe de Área GTC
Negia María Milián



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA DPSH

Fecha 24/11/2014

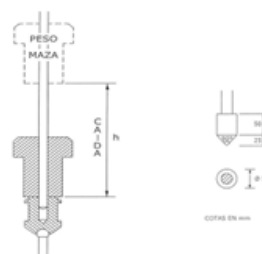
Nº Acta 02567/02

Nº EXPEDIENTE: 3447/14
CLIENTE: Cº DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE
TIPO DE OBRA: Gimnasio
DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16,
San Martín de la Vega. Madrid
COTA: 99,70m
NIVEL FREÁTICO: ≈ 2,30m

Características del penetrómetro DPSH:

Maquinaria: TECOPSA SPT-TEC 10
Área de la puntaza: 20 cm²
Altura de caída: 76 cm
Peso de la maza: 63,5 kg
Diámetro del varillaje: 3,2 cm
Intervalo de golpeo: 20 cm

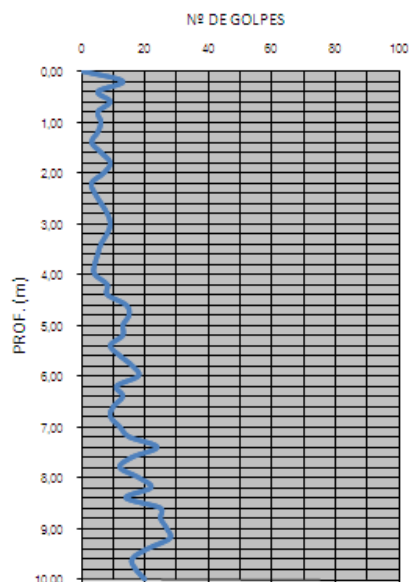
ESQUEMA DEL PENETRÓMETRO



PENETRÓMETRO Nº 2

ENSAYO DE PENETRACIÓN DPSH Nº 2		
Profundidad (m)	Nº de Golpes	$Q_{adm} = Rd/20$ (FS = 3) kg/cm ²
0,2	13	1,46
0,4	5	0,65
0,6	9	1,07
0,8	5	0,64
1	6	0,74
1,2	5	0,62
1,4	3	0,38
1,6	6	0,71
1,8	9	0,98
2	7	0,79
2,2	3	0,36
2,4	4	0,47
2,6	6	0,66
2,8	8	0,84
3	9	0,91
3,2	8	0,82
3,4	6	0,63
3,6	5	0,53
3,8	4	0,43
4	4	0,43
4,2	8	0,77
4,4	8	0,76
4,6	14	1,17
4,8	15	1,22
5	13	1,09
5,2	13	1,07
5,4	9	0,80
5,6	12	0,99
5,8	16	1,21
6	18	1,30
6,2	11	0,90
6,4	13	1,01
6,6	10	0,81
6,8	9	0,74
7	12	0,92
7,2	15	1,08
7,4	24	1,47
7,6	16	1,11
7,8	12	0,89
8	18	1,18
8,2	22	1,34
8,4	14	0,97
8,6	25	1,43
8,8	25	1,41
9	27	1,47
9,2	28	1,49
9,4	21	1,23
9,6	16	1,01
9,8	17	1,05
10	20	1,16

Nº DE GOLPES PARA 20cm PROFUNDIDAD



Firma Técnico Responsable
Raúl Martín



Firma Jefe de Área GTC
Negia María Milián



7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.

Se analizan en este apartado las características geotécnicas del terreno natural encontrado.

7.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

Mediante la toma de muestra in situ podemos determinar las características del terreno. Entre las dos campañas de investigación se han realizado nueve granulometrías por tamizado para determinar el contenido de gravas, arenas y finos (limos y arcillas). Para clasificar el terreno se ha seguido la clasificación USCS.

SONDEO S-1. (4,60-5,00m). ARENA MAL CLASIFICADA CON ARCILLAS Y GRAVAS (SP-SC)

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	74,0	28,7
5	63,4	LÍMITE PLÁSTICO
2	60,1	21,9
0,4	29,0	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	7,0	6,8
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
INDICIOS (contenido de sulfatos solubles < 1000mg/kg)		12,02 %

SONDEO S-1. (8,60-9,00m). GRAVA LIMOSA CON ARENA (GM)

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	67,8	23,7
5	52,6	LÍMITE PLÁSTICO
2	45,6	22,0
0,4	22,4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	12,1	1,7
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		7,48 %

SONDEO S-1. (11,60-12,00m). ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD ARENOSA (CH)

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	62,4
5	99,8	LÍMITE PLÁSTICO
2	99,4	29,1
0,4	95,8	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	55,8	33,3
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		24,88 %

SONDEO S-1. (16,20-16,60m). ARENA MAL CLASIFICADA CON LIMOS Y GRAVAS (SP-SM)

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	87,3	28,1
5	70,3	LÍMITE PLÁSTICO
2	61,2	26,5
0,4	25,7	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	7,0	1,6
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		10,71 %

SONDEO S-2. (6,00-6,40m). ARENA MAL CLASIFICADA CON LIMOS Y GRAVAS (SP-SM)

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	73,5	28,9
5	58,7	LÍMITE PLÁSTICO
2	52,1	23,8
0,4	22,0	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	7,4	5,1
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
INDICIOS (contenido de sulfatos solubles < 1000mg/kg)		8,24 %

SONDEO S-2. (8,40-9,00m). GRAVA MAL CLASIFICADA CON ARENAS (GP)

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	55,6	25,7
5	35,4	LÍMITE PLÁSTICO
2	29,3	24,2
0,4	12,3	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	4,8	1,5
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		4,95 %

SONDEO S-2. (13,60-14,00m). ARENA MAL CLASIFICADA CON GRAVAS (SP)

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	94,7	29,6
5	61,8	LÍMITE PLÁSTICO
2	51,5	27,8
0,4	18,2	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	4,7	1,8
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
NO CONTIENE		8,53 %

SONDEO S-2. (17,20-17,60m). ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	66,9
5	99,7	LÍMITE PLÁSTICO
2	98,9	29,7
0,4	96,7	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	92,7	37,2
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
INDICIOS (contenido de sulfatos solubles < 1000mg/kg)		35,02 %

SONDEO S-2. (19,60-20,00m). ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENAS (CH)

GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG
UNE	% PASA	LÍMITE LÍQUIDO
20	100	65,3
5	98,0	LÍMITE PLÁSTICO
2	96,8	28,6
0,4	91,3	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,08	83,8	36,7
CONTENIDO DE SULFATOS EN SUELO		HUMEDAD
4313,46mg/kg		39,01 %

7.2. LÍMITES DE ATTERBERG.

Mediante este ensayo se definen las propiedades plásticas de las fracciones finas del terreno y se realiza según Normativa.

LÍMITE LÍQUIDO.

El límite líquido correspondiente a las muestras ensayadas se obtiene una vez que se extiende la muestra en una cuchara de Casagrande y se abre un surco de 2 mm de anchura en la parte central con un acanalador; posteriormente se coloca el molde sobre la base de Casagrande y se somete a un golpeo controlado hasta que la acanaladura realizada se cierra una longitud determinada, siendo el límite líquido la humedad que necesita poseer la muestra para que con 25 golpes la acanaladura se cierre una longitud de 13mm.

El límite líquido de las muestras ensayadas aparece en las tablas anteriores.

LÍMITE PLÁSTICO.

Su cálculo se realiza mediante el amasado del material en forma de bastoncillos, con la palma de la mano y sobre una superficie lisa, hasta que la muestra se cuartea al alcanzar un grosor de unos 3mm; mediante el secado en la estufa, se obtiene la humedad de la muestra, que es la del límite plástico.

El límite plástico de las muestras ensayadas aparece en las tablas anteriores.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD.

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

El índice de plasticidad de las muestras ensayadas aparece en las tablas anteriores.

La totalidad de los resultados obtenidos sólo afectan a las muestras analizadas, teniendo éstos un carácter puntual.

7.3. 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:

CORTE DIRECTO (U.U.)	SONDEO S-2 (17,20-17,60m)	SONDEO S-2 (19,60-20,00m)
Densidad Aparente (g/cm ³)	1,79	1,73
Densidad Seca (g/cm ³)	1,31	1,29
Cohesión (kPa)	32,33	28,33
Ángulo de Rozamiento (°)	16	14

7.4. PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SUELO (ϕ , c , γ , 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 según 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 presentes en el Código Técnico de la Edificación (CTE), y 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:

Nivel 1 ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno (ϕ)	-	16-28°	24-32°
Cohesión (C)	-	-	0,15-0,60 kg/cm ²
Densidad seca (γ_s)	-	1,40-2,10 g/cm ³	-
Densidad aparente (γ_a)	-	1,60-2,20 g/cm ³	1,90-2,20 g/cm ³
Humedad (H)	-	-	14,00-28,00 %
Coeficiente de permeabilidad (k)	-	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁹ m/s	10 ⁻⁷ - 2 × 10 ⁻⁹ m/s

Nivel 2 ARENAS GRAVOSAS CON ESCASOS LIMOS O ARCILLAS (SP-SC, SP-SM, SP)			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno (ϕ)	-	30-36°	32-40°
Cohesión (C)	-	-	0,0-0,1 kg/cm ²
Densidad seca (γ_s)	-	1,30-1,60 g/cm ³	-
Densidad aparente (γ_a)	-	1,80-2,00 g/cm ³	1,90-2,25 g/cm ³
Humedad (H)	8,24-12,02 %	-	4,00-15,00 %
Coeficiente de permeabilidad (k)	-	10 ⁻² - 10 ⁻⁵ m/s	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁷ m/s

Nivel 2 GRAVAS ARENOSAS CON ESCASOS LIMOS (GM, GP)			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno (ϕ)	-	34-45°	35-43°
Cohesión (C)	-	-	0,00-0,10 kg/cm ²
Densidad seca (γ_s)	-	1,50-1,70 g/cm ³	-
Densidad aparente (γ_a)	-	2,00-2,20 g/cm ³	2,10-2,40 g/cm ³
Humedad (H)	4,95-7,48 %	-	3,00-9,00 %
Coefficiente de permeabilidad (k)	-	10 ⁻² - 10 ⁻⁵ m/s	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁸ m/s

Nivel 2 ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD ARENOSA (CH)			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno (ϕ)	-	16-28°	17-27°
Cohesión (C)	-	-	0,3-1,0 kg/cm ²
Densidad seca (γ_s)	-	1,40-2,10 g/cm ³	-
Densidad aparente (γ_a)	-	1,60-2,20 g/cm ³	1,65-2,00 g/cm ³
Humedad (H)	24,88 %	-	20,00-55,00 %
Coefficiente de permeabilidad (k)	-	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁹ m/s	10 ⁻⁹ - 10 ⁻¹¹ m/s

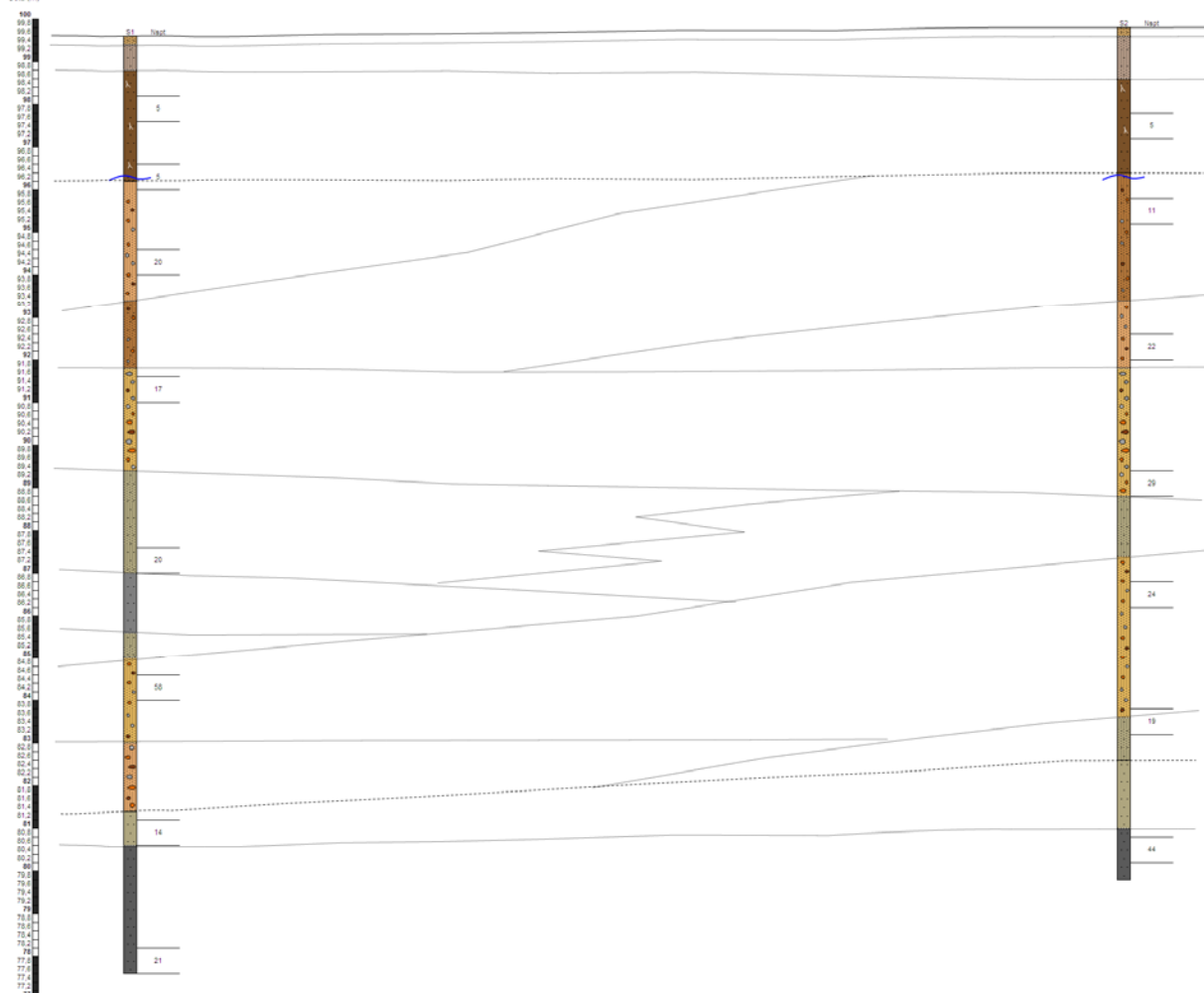
Nivel 3 ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD ALGO ARENOSA (CH)			
Parámetros característicos del suelo	Resultados de laboratorio	Valores CTE	Otros valores bibliográficos
Ángulo de rozamiento interno (ϕ)	14-16°	16-28°	17-27°
Cohesión (C)	0,28-0,32 kg/cm ²	-	0,3-1,0 kg/cm ²
Densidad seca (γ_s)	1,29-1,31 g/cm ³	1,40-2,10 g/cm ³	-
Densidad aparente (γ_a)	1,73-1,79 g/cm ³	1,60-2,20 g/cm ³	1,65-2,00 g/cm ³
Humedad (H)	35,02-39,01 %	-	20,00-55,00 %
Coefficiente de permeabilidad (k)	-	< 10 ⁻⁹ m/s	10 ⁻⁹ - 10 ⁻¹¹ m/s

7.5. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO 1

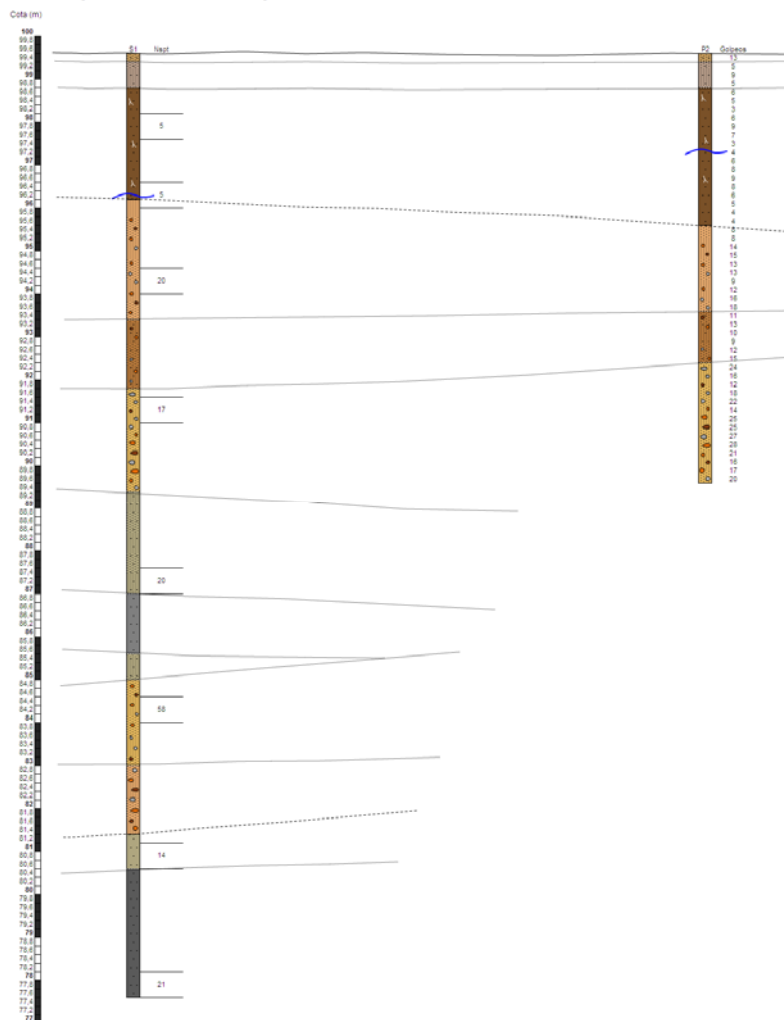
Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, Madrid.

Cota (m)



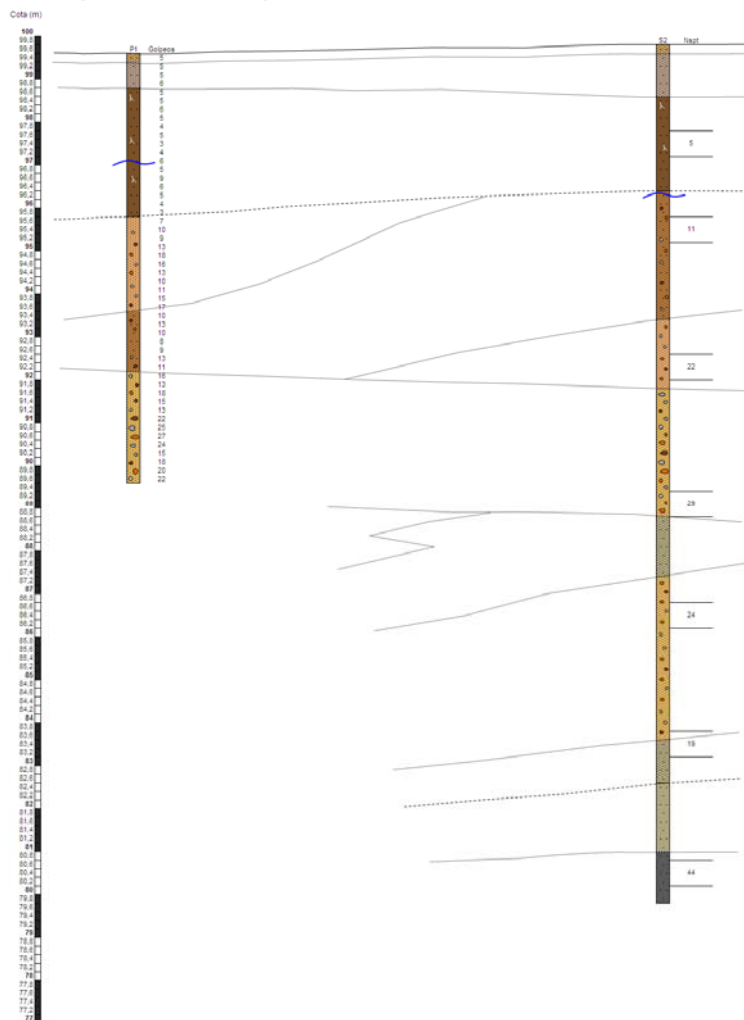
PERFIL ESTRATIGRÁFICO 2

Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, Madrid.



PERFIL ESTRATIGRÁFICO 3

Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, Madrid.



-  Terreno removilizado y rellenos
-  Arcilla arenosa con nódulos yesíferos y cantos
-  Arcilla limosa con raíces
-  Arena gravosa con limos y/o arcillas
-  Arena limosa con cantos dispersos (con tramos saturados)
-  Grava arenosa con limos y arena gravosa con limos
-  Arcilla arenosa y/o arena arcillosa
-  Arcilla arenosa
-  Arena gravosa con limos
-  Grava arenosa con limos y arena gravosa con limos
-  Arcilla algo arenosa
-  Arcilla arenosa
-  Superficie topográfica aproximada
-  Cambio de nivel estratigráfico
-  Cambio de facies dentro de nivel estratigráfico
-  Nivel freático

8. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE LA OBRA.

8.1. CONSIDERACIONES GENERALES.

La zona investigada, situada en la esquina sureste de las instalaciones del centro educativo, es subhorizontal, prácticamente llana, encontrándose aproximadamente al mismo nivel que la Calle Giner de los Ríos, que es el vial más cercano al área estudiada. De esta manera, la cota de inicio de los ensayos de campo es prácticamente coincidente, existiendo una pequeña diferencia de cota de 0,10m.

El terreno se encuentra totalmente despejado, a excepción de la presencia de algunos árboles dispersos, y de las construcciones deportivas y escolares ya existentes en la parcela.

En base a los resultados obtenidos en los ensayos de campo efectuados, se ha determinado la heterogeneidad de la composición del subsuelo de la parcela, estando este compuesto por:

- Un nivel superficial, de 3,40-4,00m de espesor, formado por terreno removilizado y/o rellenos antrópicos que cubren posibles materiales de origen coluvionar y de llanura aluvial; todo el nivel presenta una consistencia blanda-muy blanda.
- Por debajo de la cobertera superficial, desde 3,40-4,00m a 17,20-18,20m de profundidad aparecerían diferentes materiales que formarían parte de una terraza aluvial. Entre los distintos tramos que se pueden diferenciar, predominan los materiales granulares en forma de arenas gravosas y gravas arenosas, en ambos casos con finos escasos, apareciendo en la zona del sondeo S-1 una intercalación arcillo-arenosa de 4,40m de espesor. Los tramos granulares presentan fundamentalmente una compacidad media, con tramos dispersos de compacidad densa, mientras que la intercalación arcillo-arenosa presentaría consistencia firme-muy firme.
- A partir de 17,20-18,20m de profundidad y al menos hasta el final de los sondeos, aparecería un nivel arcilloso algo arenoso, de color pardo-grisáceo a grisáceo oscuro, y de consistencia creciente con la profundidad, firme a techo pasando gradualmente a muy firme-dura. Se interpreta este nivel como correspondiente al sustrato mioceno de la zona.

Por otro lado, según las diferentes observaciones realizadas en las distintas fechas en que se han efectuado los trabajos de campo, se ha detectado la presencia del nivel freático en los sondeos a partir de 3,30-3,50m de profundidad respecto de la superficie de la parcela y en los penetrómetros aproximadamente a partir de 2,30-2,60m de profundidad.

Todos los tramos granulares del nivel de terraza aluvial se encuentran afectados por el nivel freático, en mayor o menor medida, lo que implicó la inestabilidad de esos materiales durante su perforación.



8.2. TIPO DE CIMENTACIÓN Y CAPACIDAD PORTANTE.

Se pretende construir un gimnasio que constará de una planta sobre-rasante, ocupando una superficie total construida de aproximadamente 600m².

Se ha estimado que la cota de solera se situará aproximadamente a la cota actual de la parcela, por lo que no se prevé la ejecución de importantes movimientos de tierra. Sin embargo, dado que no se conoce con exactitud la cota de solera adoptada finalmente por la Dirección Facultativa, las consideraciones a ese respecto se podrían considerar como aproximadas.

Se descarta el apoyo de la cimentación en el nivel de cobertera superficial, dada su baja consistencia. Al mismo tiempo, se da la circunstancia de la presencia poco profunda del nivel freático, el cual afecta a un nivel de terraza de composición variable, con lo que teniendo en cuenta que la capacidad portante del terreno vendrá determinada por el tipo 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, se propone a la consideración de la Dirección Facultativa de la Obra el empleo de una cimentación profunda mediante pilotes hormigonados “in situ”.

Con esta solución, la transmisión de cargas se produciría en niveles profundos de mayor compacidad, atravesando los niveles superiores más blandos y los niveles intermedios más heterogéneos afectados por el nivel freático.

Se considera que dada la heterogeneidad de los tramos granulares del nivel de terraza, con presencia de locales de potentes intercalaciones arcillo-arenosas, el apoyo de la punta de los pilotes hormigonados “in situ” se debería producir en las arcillas duras miocenas que aparecerían a partir de 17,20-18,20m de profundidad, con un empotramiento suficiente que garantice la estabilidad estructural de la cimentación.

Los pilotes o grupos de pilotes se enlazarán entre sí mediante encepados, los cuales servirán para el apoyo de las cargas estructurales, transmitiendo toda la carga a niveles resistentes inferiores.

Si se emplearan pilotes de diámetro inferior a 0,45m, no se podrían ejecutar pilotes aislados, sino grupos de al menos dos pilotes, unidos por un encepado que servirá para el apoyo de las cargas estructurales, transmitiendo toda la carga a niveles resistentes inferiores.

Si se emplearan pilotes de diámetro superior a 0,45m e inferior a 1,00m, se podrían ejecutar pilotes aislados, siempre que se realice un arriostramiento en dos direcciones ortogonales y se asegure la integridad del pilote en toda su longitud de acuerdo con los métodos de control adecuados.

Si se emplearan pilotes de diámetro superior a 1,00m, se podrían ejecutar pilotes aislados sin necesidad de arriostramiento, siempre que se asegure la integridad del pilote en toda su longitud de acuerdo con los métodos de control adecuados, y el pilote se arme para las excentricidades permitidas y momentos resultantes.

En base a la información recopilada durante la ejecución de la campaña geotécnica, se ha considerado el empleo de pilotes de 0,35m de diámetro, empotrados en el sustrato arcilloso mioceno entre 6 y 8 diámetros (lo que equivaldría a un empotramiento de entre 2,10 y 2,80m). Con el empotramiento previsto, por debajo de la punta de los pilotes existiría un espesor de terreno reconocido superior a los 5 diámetros recomendados.

Al mismo tiempo, debido a la inestabilidad de los materiales del Nivel 2 y a la presencia del nivel freático en todo el espesor de ese estrato, se considera que será necesario el sostenimiento de las paredes de la perforación mediante lodos bentoníticos o polímeros sintéticos por lo que el tipo de pilote más adecuado sería el CPI 6, aunque siempre que se cumplan los requisitos mínimos de seguridad, si la empresa encargada de la ejecución del pilotaje lo estimase viable, se podría contemplar el empleo del tipo CPI-8 con control continuo de parámetros.

El control continuo de parámetros, que es un sistema que controla y documenta la construcción de los pilotes, lo que permite tener una certeza de su buena ejecución, a la vez que complementa la información del terreno, detectando variaciones sobre las hipótesis hechas con los datos del geotécnico de la obra.

Para el cálculo de los pilotes se recomienda emplear el método establecido en el CTE, que se explica a continuación:

CÁLCULO PILOTAJE (Método del CTE)

La resistencia característica al hundimiento de un pilote aislado se considerará dividida en dos partes: resistencia por punta y resistencia por fuste.

$$R_{ck} = R_{pk} + R_{fk}$$

siendo

R_{ck} la resistencia frente a la carga vertical que produce el hundimiento;

R_{pk} la parte de la resistencia que se supone soportada por la punta;

R_{fk} la parte de la resistencia que se supone soportada por el contacto pilote-terreno en el fuste.

Para estimar ambas componentes de la resistencia se supondrá que son proporcionales a las áreas de contacto respectivas de acuerdo con las expresiones:

$$R_{pk} = q_p \cdot A_p$$

$$R_{fk} = \int_0^L \tau_f \cdot p_f \cdot dz$$

siendo

q_p la resistencia unitaria por la punta;

A_p el área de la punta;

τ_f la resistencia unitaria por el fuste;

L la longitud del pilote dentro del terreno;

p_f el perímetro de la sección transversal del pilote;

z la profundidad contada desde la parte superior del pilote en contacto con el terreno.

Cuando la resistencia unitaria por fuste varíe con la profundidad, para el cálculo de la resistencia total por fuste se debe realizar una integración a lo largo del pilote. En los casos en que la resistencia total por fuste sea constante por tramos y también lo sea la longitud del contorno del pilote en cualquier sección horizontal, la resistencia por fuste se considerará como un sumatorio con un término por cada tramo, esto es:

$$R_{fk} = \sum \tau_f \cdot A_f$$

siendo

A_f el área del contacto entre el fuste del pilote y el terreno en cada tramo;

τ_f la resistencia unitaria por fuste en cada tramo.

Considerando el empleo de pilotes perforados hormigonados “in situ”, con un diámetro de 0,35m, se tiene que el tope estructural de los pilotes será el siguiente:

$$Q_{tope} = \sigma \cdot A$$

siendo

σ la tensión del pilote, en pilotes perforados $\sigma = 3,5\text{MPa} = 3500\text{kN/m}^2$;

con control de parámetros $\sigma = 4\text{MPa} = 4000\text{kN/m}^2$

A área de la sección transversal, supuesto pilote de $\varnothing = 0,35\text{m}$, $= 0,10\text{m}^2$.

con lo que

$$Q_{tope} = 350\text{kN}$$

o con control de parámetros $Q_{tope} = 400\text{kN}$

Así pues, la determinación de la resistencia de hundimiento se realizará mediante soluciones analíticas; cuando los pilotes atraviesan suelos cohesivos, la carga de hundimiento, evaluada mediante fórmulas estáticas, debe calcularse en dos situaciones que corresponden al hundimiento sin drenaje o a corto plazo y al hundimiento con drenaje o a largo plazo.

CORTO PLAZO:

Resistencia por fuste unitaria:

en suelos cohesivos:

$$\tau_f = \frac{100 \times C_u}{100 + C_u}$$

en suelos granulares:

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \tan \phi$$

siendo

C_u resistencia al corte sin drenaje;

σ'_v la presión vertical efectiva al nivel considerado;

k_f coeficiente de empuje horizontal, para pilotes perforados $k_f=0,75$;

f factor de reducción del rozamiento del fuste, para pilotes “in situ” $f=1,00$;

Φ ángulo de rozamiento interno del suelo.

La resistencia al corte sin drenaje se puede estimar a partir de la expresión:

$$C_u = q_u / 2$$

donde

C_u resistencia al corte sin drenaje;

q_u resistencia a la compresión simple;

El CTE, en la Tabla D.3 Consistencia de las arcillas, clasifica las arcillas en función de su resistencia a la compresión simple:

Tabla D.3. Consistencia de las arcillas

Clasificación	Resistencia a compresión simple q_u (kPa)
Muy blanda	0-25
Blanda	25-50
Media	50-100
Firme	100-200
Muy firme	200-400
Dura	> 400

Por tanto, para los casos en los que aparezca una intercalación arcillo-arenosa entre los materiales granulares del Nivel 2, se tendría:

- Nivel 1, de naturaleza cohesiva, con 3,50m de espesor, una densidad aparente de 16 kN/m³ y resistencia al corte sin drenaje de 5 kN/m², por lo que no colaborará en la resistencia por fuste y previsiblemente generará rozamiento negativo:

$$F_{s,neg} = \sum_{i=1}^n \beta_i \times \sigma'_{vi} = (0,25 \times 28,00) = 7 \text{ kN/m}^2$$

i = Cada nivel a lo largo del pilote que pueda generar rozamiento negativo

$\beta = 0,25$ en arcillas y limos blandos

σ'_{vi} = Tensión efectiva en el punto del fuste considerado

$$R_{fk} = F_{s,neg} \times A_f = -26,95 \text{ kN}$$

- Nivel 2a, tramo de naturaleza granular, con aproximadamente 6,80m de espesor, una densidad sumergida de 8 kN/m³ y un ángulo de rozamiento interno de 30°:

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \tan \phi = 83,20 \times 0,75 \times 1 \times \tan 30^\circ = 36,03 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 36,03 \times (0,35 \times \pi \times 6,80) = 269,48 \text{ kN}$$

- Nivel 2b, tramo de naturaleza cohesiva, con aproximadamente 4,40m de espesor, una densidad sumergida de 6 kN/m³ y una resistencia al corte sin drenaje de 75kPa:

$$\tau_f = \frac{100 \times C_u}{100 + C_u} = \frac{100 \times 75}{100 + 75} = 42,86 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 42,86 \times (0,35 \times \pi \times 4,40) = 207,43 \text{ kN}$$

- Nivel 2c, tramo de naturaleza granular, con aproximadamente 3,50m de espesor, una densidad sumergida de 8 kN/m³ y un ángulo de rozamiento interno de 34°:

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \operatorname{tg} \phi = 150,80 \times 0,75 \times 1 \times \operatorname{tg} 34^\circ = 76,29 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 76,29 \times (0,35 \times \pi \times 3,50) = 293,70 \text{ kN}$$

- Nivel 3, tramo de naturaleza cohesiva, con una densidad aparente de 17,6 kN/m³ y resistencia al corte sin drenaje de 200kPa, considerando un empotramiento de los pilotes en este nivel de aproximadamente 2,50m:

$$\tau_f = \frac{100 \times C_u}{100 + C_u} = \frac{100 \times 200}{100 + 200} = 66,67 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 66,67 \times (0,35 \times \pi \times 2,50) = 183,33 \text{ kN}$$

El apoyo de la punta de los pilotes se producirá en el Nivel 3 compuesto por arcillas duras miocenas, las cuales continuarían en profundidad.

Resistencia por punta:

en suelos cohesivos:

$$q_p = N_p \times C_u$$

siendo

- N_p Depende del empotramiento del pilote, pudiéndose adoptar un valor igual a 9;
- C_u La resistencia al corte sin drenaje del suelo limoso o arcilloso, teniendo en cuenta la presión de confinamiento al nivel de la punta (entorno comprendido entre dos diámetros por encima y dos diámetros por debajo de ella).

Con lo que sustituyendo valores, para la resistencia por punta se tendría:

$$q_p = 9 \times 200 = 1800 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{pk} = q_p \times A_p = 1800 \times (\pi \times r^2) = 180,00 \text{ kN}$$

Una vez calculada la resistencia por punta y por fuste, se tiene la resistencia total frente al hundimiento a corto plazo para la estratigrafía considerada:

$$R_{ck} = R_{pk} + R_{fk}$$

$$R_{ck} = -26,95 + 269,48 + 207,43 + 293,70 + 183,33 + 180,00 \text{ kN}$$

$$R_{ck} = 1107,00 \text{ kN}$$

Por tanto, aplicando un factor de seguridad (γ_R) de 3 para la resistencia por punta y por fuste, se tiene que la resistencia admisible sería:

$$R_{cd} = Q_{\text{tope}} = 350 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{adm}} = \frac{1107,00 \text{ kN}}{3} = 369,00 \text{ kN}$$

Así pues, teniendo en cuenta que las arcillas duras del Nivel 3 aparecerían en este supuesto a partir de aproximadamente 18,20m de profundidad respecto de la superficie de la parcela, con lo que si se considera un empotramiento de los pilotes en ese nivel de al menos 2,50m, se tendría una longitud total de los pilotes de unos 20,70m, de manera que en esta hipótesis de cálculo a corto plazo la carga máxima por pilote sería de 369,00kN (valor superior al tope estructural nominal del pilote, aunque ligeramente inferior al tope estructural nominal del pilote si se realizara con control de parámetros).

De la misma manera, para los casos en los que no aparezca la intercalación arcillo-arenosa entre los materiales granulares del Nivel 2, se tendría:

- Nivel 1, de naturaleza cohesiva, con 3,40m de espesor, una densidad aparente de 16 kN/m³ y resistencia al corte sin drenaje de 5 kN/m², por lo que no colaborará en la resistencia por fuste y previsiblemente generará rozamiento negativo:

$$F_{s,neg} = \sum_{i=1}^n \beta_i \times \sigma'_{vi} = (0,25 \times 27,20) = 6,80 \text{ kN/m}^2$$

i = Cada nivel a lo largo del pilote que pueda generar rozamiento negativo

$\beta = 0,25$ en arcillas y limos blandos

σ'_{vi} = Tensión efectiva en el punto del fuste considerado

$$R_{fk} = F_{s,neg} \times A_f = -25,43 \text{ kN}$$

- Nivel 2, tramo de naturaleza granular, con aproximadamente 13,80m de espesor, una densidad sumergida de 8 kN/m³ y un ángulo de rozamiento interno medio de 32°:

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \tan \phi = 109,60 \times 0,75 \times 1 \times \tan 32^\circ = 51,36 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 51,36 \times (0,35 \times \pi \times 13,80) = 779,71 \text{ kN}$$

- Nivel 3, tramo de naturaleza cohesiva, con una densidad aparente de 17,6 kN/m³ y resistencia al corte sin drenaje de 200kPa, considerando un empotramiento de los pilotes en este nivel de aproximadamente 2,50m:

$$\tau_f = \frac{100 \times C_u}{100 + C_u} = \frac{100 \times 200}{100 + 200} = 66,67 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 66,67 \times (0,35 \times \pi \times 2,50) = 183,33 \text{ kN}$$

El apoyo de la punta de los pilotes se producirá en el Nivel 3 compuesto por arcillas duras miocenas, las cuales continuarían en profundidad.

Resistencia por punta:

en suelos cohesivos:

$$q_p = N_p \times C_u$$

siendo

N_p Depende del empotramiento del pilote, pudiéndose adoptar un valor igual a 9;

C_u La resistencia al corte sin drenaje del suelo limoso o arcilloso, teniendo en cuenta la presión de confinamiento al nivel de la punta (entorno comprendido entre dos diámetros por encima y dos diámetros por debajo de ella).

Con lo que sustituyendo valores, para la resistencia por punta se tendría:

$$q_p = 9 \times 200 = 1800 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{pk} = q_p \times A_p = 1800 \times (\pi \times r^2) = 180,00 \text{ kN}$$

Una vez calculada la resistencia por punta y por fuste, se tiene la resistencia total frente al hundimiento a corto plazo para la estratigrafía considerada:

$$R_{ck} = R_{pk} + R_{fk}$$

$$R_{ck} = -25,43 + 779,71 + 183,33 + 180,00 \text{ kN}$$

$$R_{ck} = 1117,61 \text{ kN}$$

Por tanto, aplicando un factor de seguridad (γ_R) de 3 para la resistencia por punta y por fuste, se tiene que la resistencia admisible sería:

$$R_{cd} = Q_{\text{tope}} = 350 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{adm}} = \frac{1117,61 \text{ kN}}{3} = 372,54 \text{ kN}$$

Así pues, teniendo en cuenta que las arcillas duras del Nivel 3 aparecerían en este supuesto partir de aproximadamente 17,20m de profundidad respecto de la superficie de la parcela, con lo que si se considera un empotramiento de los pilotes en ese nivel de al menos 2,50m, se tendría una longitud total de los pilotes de unos 19,70m, de manera que en esta hipótesis de cálculo a corto plazo la carga máxima por pilote sería de 372,54kN (valor superior al tope estructural nominal del pilote, aunque ligeramente inferior al tope estructural nominal del pilote si se realizara con control de parámetros).

LARGO PLAZO:

Resistencia por fuste unitaria:

en suelos granulares y cohesivos:

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \operatorname{tg} \phi$$

siendo

σ'_v la presión vertical efectiva al nivel considerado;

k_f coeficiente de empuje horizontal, para pilotes perforados $k_f=0,75$;

f factor de reducción del rozamiento del fuste, para pilotes “in situ” $f=1,00$;

Φ ángulo de rozamiento interno del suelo.

Por tanto, para los casos en los que aparezca una intercalación arcillo-arenosa entre los materiales granulares del Nivel 2, se tendría:

- Nivel 1, de naturaleza cohesiva, con 3,50m de espesor, una densidad aparente de 16 kN/m³, un ángulo de rozamiento interno de 16° y una resistencia al corte sin drenaje de 5 kN/m², por lo que al igual que antes se estima que no colaborará en la resistencia por fuste y generará rozamiento negativo:

$$F_{s,neg} = \sum_{i=1}^n \beta_i \times \sigma'_{vi} = (0,25 \times 28,00) = 7 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = F_{s,neg} \times A_f = - 26,95 \text{ kN}$$

- Nivel 2a, tramo de naturaleza granular, con aproximadamente 6,80m de espesor, una densidad sumergida de 8 kN/m³ y un ángulo de rozamiento interno de 30°:

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \operatorname{tg} \phi = 83,20 \times 0,75 \times 1 \times \operatorname{tg} 30^\circ = 36,03 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 36,03 \times (0,35 \times \pi \times 6,80) = 269,48 \text{ kN}$$

- Nivel 2b, tramo de naturaleza cohesiva, con aproximadamente 4,40m de espesor, una densidad sumergida de 6 kN/m³, un ángulo de rozamiento interno de 16° y una resistencia al corte sin drenaje de 75kPa:

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \operatorname{tg} \phi = 123,60 \times 0,75 \times 1 \times \operatorname{tg} 16^\circ = 26,58 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 26,58 \times (0,35 \times \pi \times 4,40) = 128,65 \text{ kN}$$

- Nivel 2c, tramo de naturaleza granular, con aproximadamente 3,50m de espesor, una densidad sumergida de 8 kN/m³ y un ángulo de rozamiento interno de 34°:

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \operatorname{tg} \phi = 150,80 \times 0,75 \times 1 \times \operatorname{tg} 34^\circ = 76,29 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 76,29 \times (0,35 \times \pi \times 3,50) = 293,70 \text{ kN}$$

- Nivel 3, tramo de naturaleza cohesiva, con una densidad aparente de 17,6 kN/m³, un ángulo de rozamiento interno de 16° y una resistencia al corte sin drenaje de 200kPa, considerando un empotramiento de los pilotes en este nivel de aproximadamente 2,50m:

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \operatorname{tg} \phi = 186,80 \times 0,75 \times 1 \times \operatorname{tg} 16^\circ = 40,17 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 40,17 \times (0,35 \times \pi \times 2,50) = 110,48 \text{ kN}$$

El apoyo de la punta de los pilotes se producirá en el Nivel 3 compuesto por arcillas duras miocenas, las cuales continuarían en profundidad.

Resistencia por punta:

en suelos cohesivos:

$$q_p = f_p \times \sigma'_{vp} \times N_q$$

siendo

f_p 2,50 para pilotes perforados hormigonados “in situ”;

σ'_{vp} la presión vertical efectiva al nivel de la punta antes de instalar el pilote;

N_q factor de capacidad de carga definido por la expresión $\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \times e^{\pi \tan \phi}$

donde

Φ es el ángulo de rozamiento interno del suelo.

Con lo que sustituyendo valores, para la resistencia por punta se tendría:

$$q_p = 2,50 \times 208,80 \times 4,34$$

$$q_p = 2262,93 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{pk} = q_p \times A_p = 2262,93 \times (\pi \times r^2) = 226,29 \text{ kN}$$

Una vez calculada la resistencia por punta y por fuste, se tiene la resistencia total frente al hundimiento a corto plazo:

$$R_{ck} = R_{pk} + R_{fk}$$

$$R_{ck} = -26,95 + 269,48 + 128,65 + 293,70 + 110,48 + 226,19 \text{ kN}$$

$$R_{ck} = 1001,66 \text{ kN}$$

Por tanto, al igual que en las hipótesis de cálculo anteriores, aplicando un factor de seguridad (γ_R) de 3 para la resistencia por punta y la resistencia por fuste, se tiene que la resistencia admisible sería:

$$R_{cd} = Q_{tope} = 350 \text{ kN}$$

$$Q_{adm} = \frac{1001,66 \text{ kN}}{3} = 333,89 \text{ kN}$$

Así pues, teniendo en cuenta que las arcillas duras del Nivel 3 aparecerían en este supuesto a partir de aproximadamente 18,20m de profundidad respecto de la superficie de la parcela, con un empotramiento de los pilotes en ese nivel de al menos 2,50m se tendría una longitud total de los pilotes de unos 20,70m, de manera que en esta hipótesis de cálculo a largo plazo la carga máxima por pilote sería de 333,89kN (valor ligeramente inferior al tope estructural nominal del pilote, ejecutado tanto sin control como con control de parámetros).

De la misma manera, para los casos en los que no aparezca la intercalación arcillo-arenosa entre los materiales granulares del Nivel 2, se tendría:

- Nivel 1, de naturaleza cohesiva, con 3,40m de espesor, una densidad aparente de 16 kN/m^3 , un ángulo de rozamiento interno de 16° y una resistencia al corte sin drenaje de 5 kN/m^2 , por lo que al igual que antes se estima que no colaborará en la resistencia por fuste y generará rozamiento negativo:

$$F_{s,neg} = \sum_{i=1}^n \beta_i \times \sigma'_{vi} = (0,25 \times 27,20) = 6,80 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = F_{s,neg} \times A_f = -25,43 \text{ kN}$$

- Nivel 2, tramo de naturaleza granular, con aproximadamente 13,80m de espesor, una densidad sumergida de 8 kN/m^3 y un ángulo de rozamiento interno medio de 32° :

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \text{tg} \phi = 109,60 \times 0,75 \times 1 \times \text{tg} 32^\circ = 51,36 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 51,36 \times (0,35 \times \pi \times 13,80) = 779,71 \text{ kN}$$

- Nivel 3, tramo de naturaleza cohesiva, con una densidad aparente de 17,6 kN/m³, un ángulo de rozamiento interno de 16° y una resistencia al corte sin drenaje de 200kPa, considerando un empotramiento de los pilotes en este nivel de aproximadamente 2,50m:

$$\tau_f = \sigma'_v \times k_f \times f \times \operatorname{tg} \phi = 186,80 \times 0,75 \times 1 \times \operatorname{tg} 16^\circ = 40,17 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{fk} = \tau_f \times A_f = 40,17 \times (0,35 \times \pi \times 2,50) = 110,48 \text{ kN}$$

El apoyo de la punta de los pilotes se producirá en el Nivel 3 compuesto por arcillas duras miocenas, las cuales continuarían en profundidad.

Resistencia por punta:

en suelos cohesivos:

$$q_p = f_p \times \sigma'_{vp} \times N_q$$

siendo

f_p 2,50 para pilotes perforados hormigonados “in situ”;

σ'_{vp} la presión vertical efectiva al nivel de la punta antes de instalar el pilote;

N_q factor de capacidad de carga definido por la expresión $\frac{1 + \operatorname{sen} \phi}{1 - \operatorname{sen} \phi} \times e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$

donde

Φ es el ángulo de rozamiento interno del suelo.

Con lo que sustituyendo valores, para la resistencia por punta se tendría:

$$q_p = 2,50 \times 208,80 \times 4,34$$

$$q_p = 2262,93 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{pk} = q_p \times A_p = 2262,93 \times (\pi \times r^2) = 226,29 \text{ kN}$$

Una vez calculada la resistencia por punta y por fuste, se tiene la resistencia total frente al hundimiento a corto plazo:

$$R_{ck} = R_{pk} + R_{fk}$$

$$R_{ck} = -25,43 + 779,71 + 110,48 + 226,19 \text{ kN}$$

$$R_{ck} = 1091,05 \text{ kN}$$

Por tanto, al igual que en las hipótesis de cálculo anteriores, aplicando un factor de seguridad (γ_R) de 3 para la resistencia por punta y la resistencia por fuste, se tiene que la resistencia admisible sería:

$$R_{cd} = Q_{\text{tope}} = 350 \text{ kN}$$

$$Q_{\text{adm}} = \frac{1091,05 \text{ kN}}{3} = 363,68 \text{ kN}$$

Así pues, teniendo en cuenta que las arcillas duras del Nivel 3 aparecerían en este supuesto a partir de aproximadamente 17,20m de profundidad respecto de la superficie de la parcela, con un empotramiento de los pilotes en ese nivel de al menos 2,50m se tendría una longitud total de los pilotes de unos 19,70m, de manera que en esta hipótesis de cálculo a largo plazo la carga máxima por pilote sería de 363,68kN (valor superior al tope estructural nominal del pilote, aunque ligeramente inferior al tope estructural nominal del pilote si se realizara con control de parámetros).

Como en todos los casos la hipótesis más restrictiva ha resultado ser la situación a largo plazo, se tomarían esos valores para el cálculo final de los pilotes.

Durante la ejecución del pilotaje, se deberá controlar el espesor real y la naturaleza de los materiales atravesados, para confirmar que las hipótesis de cálculo son adecuadas, así como para confirmar la presencia de flujos de agua, adoptando en cada caso las medidas adecuadas que garanticen la integridad estructural de los pilotes.

Siguiendo el modelo de cálculo propuesto, la Dirección Facultativa de la obra y la empresa encargada del pilotaje, podrán adaptar los resultados obtenidos a la realidad del terreno y a las necesidades particulares de la obra, evaluando distintas dimensiones de pilote, diferente profundidad de empotramiento, el empleo de mayor o menor número de pilotes por encepado, etc... cumpliendo en cualquier caso los criterios de seguridad oportunos que garanticen la seguridad del personal en obra, de las construcciones e infraestructuras cercanas, así como de la misma obra.

Además, para evitar modificaciones en las condiciones de humedad del subsuelo, que pudieran dar lugar a hipotéticas alteraciones en las características resistentes del subsuelo, se estima imprescindible realizar las excavaciones necesarias y el pilotaje en el menor tiempo posible, evitando que las excavaciones resultantes queden expuestas a la intemperie durante prolongados espacios de tiempo.

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 la obra.



8.3. ÍNDICE DE EXCAVABILIDAD.

El índice de excavabilidad, que se obtiene a partir de las tablas HADJIGEORGIOU Y SCOBLE, para los materiales blandos superficiales sería < 20 , indicativo de terrenos de muy fácil excavación, mientras que para los materiales más profundos sería de 20-30, indicativo de terreno de fácil excavación, aumentando progresivamente la dificultad de la excavación con la profundidad a medida que aparezcan las intercalaciones más gravosas.

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_v (Juntas/m ³) 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.

Al optar por una cimentación profunda, en la fase actual del proyecto no resulta posible conocer con exactitud el número de pilotes que se emplearán, las dimensiones y el tipo de pilote finalmente elegido, la longitud finalmente adoptada y la carga media de trabajo de cada pilote, por lo que se estima conveniente que el cálculo de los asientos previstos sea realizado por parte de la dirección facultativa de la obra o en su defecto por la empresa encargada de la ejecución de la cimentación, una vez se conozcan con precisión todos los detalles de la obra.

En todo caso, suele admitirse que en general la resistencia por el fuste de un pilote se moviliza totalmente con deformaciones verticales del orden del 0,5-1,0% del diámetro del pilote. Puesto que los pilotes considerados tienen un diámetro de 50cm, los asientos estimados serían del orden de 5mm. Las pruebas de carga experimentales confirman que los asientos necesarios para movilizar totalmente la resistencia pueden ser algo mayores, pero siempre de orden milimétrico.

Además, se deberá considerar el efecto grupo cuando la separación entre los ejes de los pilotes sea inferior a 3 diámetros, ya que la proximidad entre pilotes se traduciría en una interacción entre ellos.

No obstante, 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 para poder realizar un cálculo preciso de los asientos, que estará correlacionado con los resultados geotécnicos aportados en este informe (potencia de los niveles, tensiones admisibles, etc... entre otros parámetros).

8.5. NIVEL FREÁTICO Y AGRESIVIDAD DEL MEDIO.

El día 14 de noviembre de 2014 se detectó la presencia del nivel freático en el sondeo S-1 a partir de 3,30m de profundidad, mientras que el día 24 de noviembre de 2014 se detectó en los ensayos de penetración dinámica a partir de 2,30-2,60m de profundidad, en todos los casos respecto de la superficie de la parcela. Por su parte, el día 9 de enero de 2015 se detectó la presencia del nivel freático en el sondeo S-2 a partir de 3,50m de profundidad respecto de la superficie de la parcela.

De esta manera, y según las observaciones realizadas, todos los tramos granulares del nivel de terraza aluvial, que aparecen desde 3,40-400m hasta 17,20-18,20m de profundidad, se encuentran afectados por el nivel freático, en mayor o menor medida.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA.

El ensayo para la determinación del contenido de sulfatos solubles en agua, efectuado sobre una **muestra de agua tomada del sondeo S-1**, dio como resultado un valor de **214,32mg/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), serían unas **aguas de agresividad débil** ya que el valor obtenido se incluye dentro del rango especificado.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL TERRENO.

El ensayo para la determinación del contenido en sulfatos solubles de un suelo, realizado sobre una muestra del **Nivel 1** ha dado como resultado un contenido de **64850,12mg/kg**, mientras que los realizados sobre los distintos materiales de los diferentes tramos que conforman el **Nivel 2** han dado como resultado **NO CONTIENE o INDICIOS (contenido inferior a 1000mg/kg)**, y por último, los efectuados sobre los materiales de los distintos tramos del **Nivel 3** han dado como resultado **INDICIOS** y un contenido de **4313,46mg/kg**.

Según la instrucción EHE, el **Nivel 1** sería **fuertemente agresivo** frente al hormigón, ya que se supera el límite de 12000mg/kg establecido para la clasificación de ataque químico fuerte (ambiente Qc), los distintos tramos del **Nivel 2** serían **materiales no agresivos** frente al hormigón, ya que no se alcanza el rango de valores de 2000-3000mg/kg establecido para la clasificación de ataque químico débil (ambiente Qa), y el **Nivel 3** estaría formado por **materiales no agresivos** y **medianamente agresivos** ya que uno de los resultados obtenidos se incluye dentro del rango de valores de 3000-12000mg/kg establecido para la clasificación de ataque químico medio (ambiente Qb).

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 3000mg/kg (Ambiente Qb) o de un contenido de sulfatos solubles en agua superior a 600mg/l (Ambiente Qb).

Dado que el terreno donde se empotrarán los pilotes presenta una agresividad variable, desde materiales no agresivos hasta materiales fuertemente agresivos, se considera necesario el empleo en obra de hormigones sulforresistentes específicos para Ambiente Qc.

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://maps.google.es/>

10. CONSIDERACIONES GENERALES.

Finalmente los datos serán comprobados durante la ejecución de la cimentación, para corroborar así que las características del subsuelo son coincidentes con las obtenidas en los puntos investigados.

Las conclusiones que apuntamos las sometemos 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 la construcción.

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 todo caso la seguridad del personal y de la obra, adoptando en cada situación las medidas oportunas.

Este informe no podrá ser transmitido a terceros, ni modificado y/o reproducido de forma total o parcial sin la aprobación de Geología, Materiales y Construcción.

La presente memoria, que sustituye y anula al anterior informe, consta de 84 hojas, numeradas correlativamente y selladas en Madrid, a 16 de enero de 2015.




David Barreno
Geólogo
Nº de colegiado – 5197.


Emma Arias.
Geóloga.
Nº de colegiada – 6272.

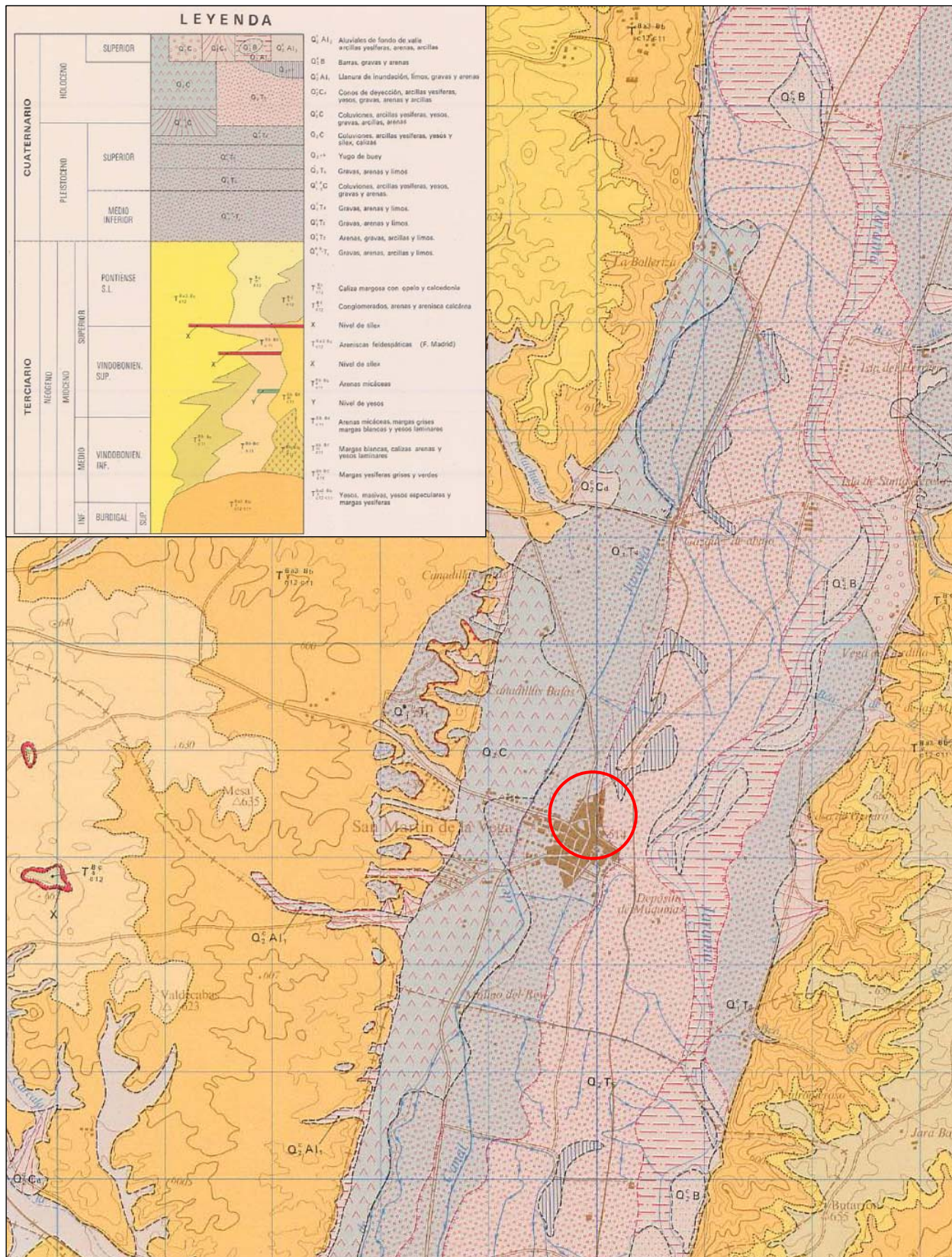

Negia María Milián Rodríguez
Directora Técnica GMC Ingeniería



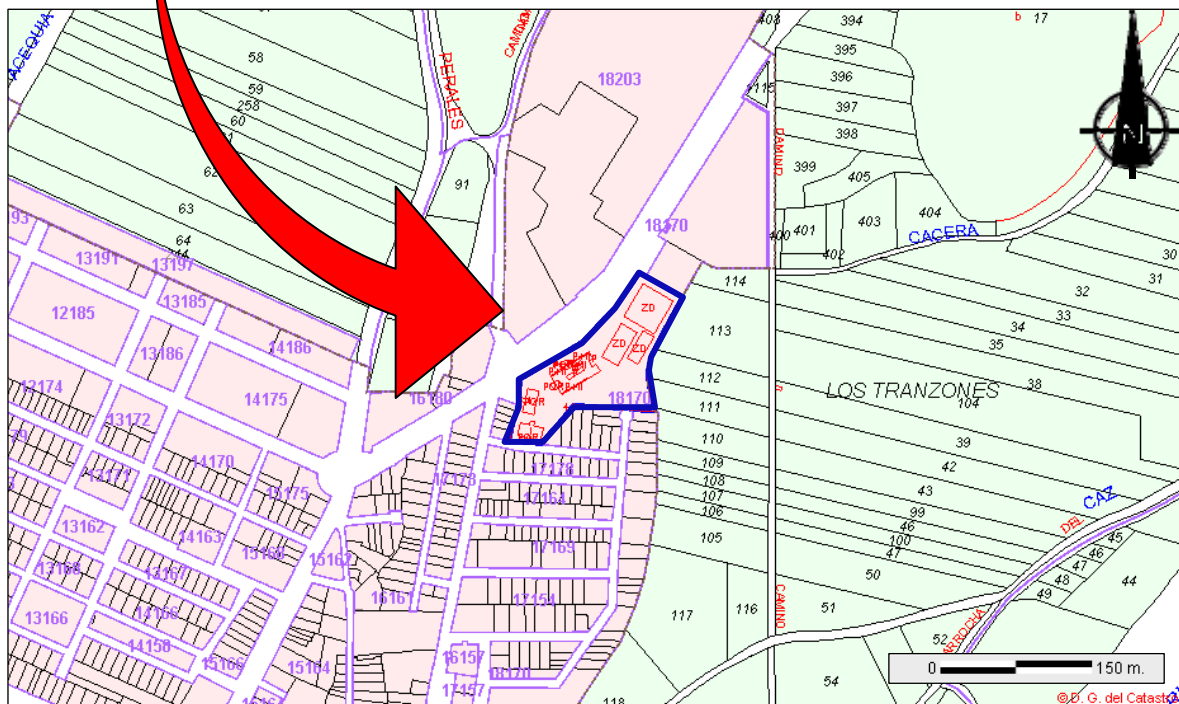
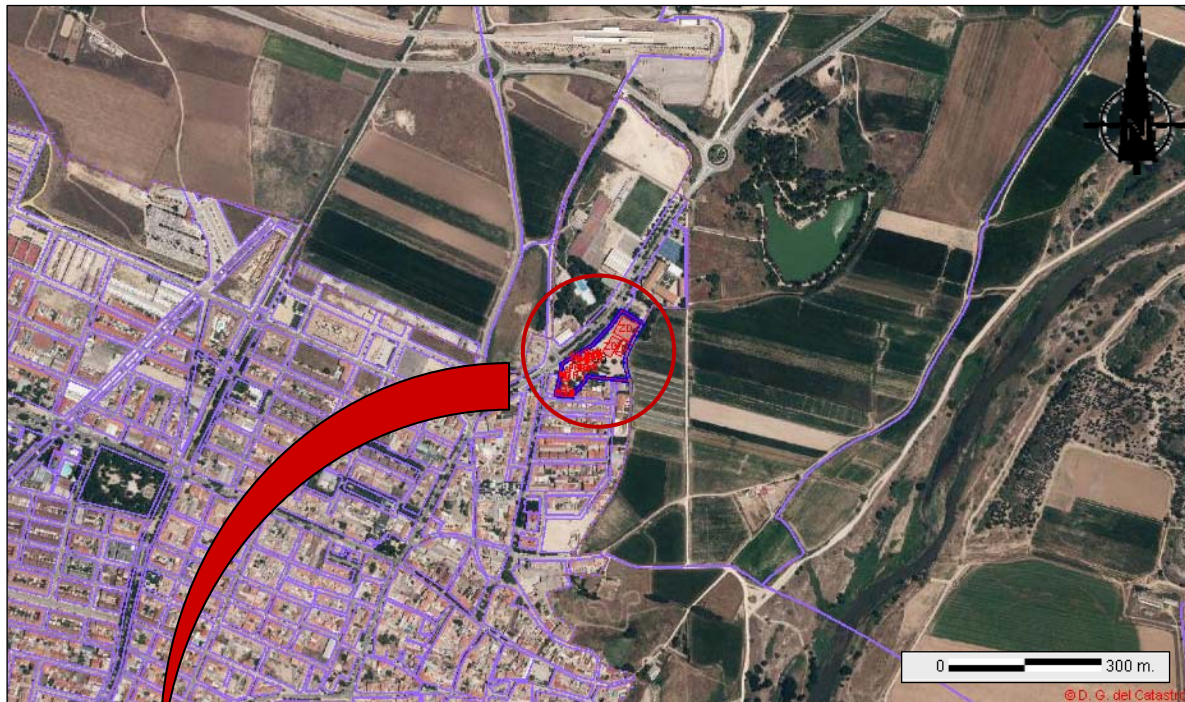
ANEXOS

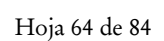
- Anexo 1.- MAPA GEOLÓGICO.**
- Anexo 2.- CROQUIS DE SITUACIÓN DE LOS ENSAYOS.**
- Anexo 3.- COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS DE LOS SONDEOS.**
- Anexo 4.- ENSAYOS DE LABORATORIO.**
- Anexo 5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO.**

ANEXO 1


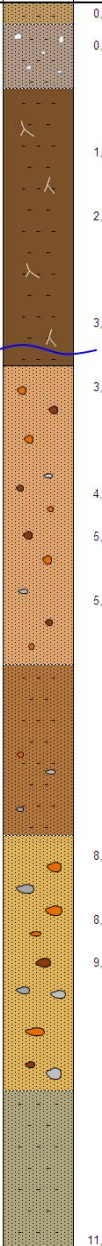


ANEXO 2






ANEXO 3

						Dirección: AVDA. DE LOS ABOGADOS DE ATOCHA Nº 16, SAN MARTÍN DE LA VEGA, MADRID										Nº Expediente: 3447/14			Maquinaria: TP-30 LR						
						Peticionario CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID										Fecha realización: 14/11/2014			Cota: ~ 99,70m						
Sondeo Nº: 1						Profundidad alcanzada: 22,00m					Nivel freático: 3,30m					Localización: SEGÚN CROQUIS									
Perforación		Profundidad (m)	Potencia (m)	Recuperación (%)	Litología	Muestras		Ensayos de Laboratorio											Naturaleza del Terreno						
Tipo	O					Prof (m)	Tipo	N30	Límites Atterberg			USCS	CS kg/cm²	PH kg/cm²	SO4 mg/kg	Granulometría									
									LL	LP	IP					% gravas	% arenas	% finos							
Rvto.	98	0,20				0,20	MA								64,850				TERRENO NATURAL REMOVLIZADO						
		0,70		0,40														ARCILLA ARENOSA CON NÓDULOS YESÍFEROS Y CANTOS. COLOR PARDO-GRISÁCEO. CONSISTENCIA BLANDA.							
		1		1,50															ARCILLA LIMOSA. COLOR PARDO OSCURO. PRESENCIA DE RAÍCES. CONSISTENCIA BLANDA.						
		2	2,60	2,10		SPT	5																		
		3		3,00																					
		4		3,60			SPT	5																	
		5	2,80	4,60		MA		28,7	21,9	6,8	SP-SC										ARENAS MEDIAS-FINAS GRAVOSAS, CON ESCASOS FINOS ARCILLOSOS. LOS CANTOS SON SUBREDONDEADOS, POLIMICTICOS Y HETEROMÉTRICOS (TAMAÑO CM-MM). COLOR PARDO. COMPACIDAD MEDIA.				
		6		5,00		SPTc	20																		
		7	1,50	5,60																					
		8		8,00		SPTc	17																		
		9	2,50	8,60		MA		23,7	22,0	1,7	GM						0	54,4	33,5	12,1	GRAVAS ARENOSAS CON FINOS LIMOSOS, MATRIZ-SOSTENIDAS, CON TRAMOS DE ARENAS GRAVO-LIMOSAS. LOS CANTOS SON SUBREDONDEADOS, POLIMICTICOS Y HETEROMÉTRICOS (TAMAÑO CM-MM). COLOR PARDO. COMPACIDAD MEDIA.				
		10																							
11	1,70																		ARCILLA ARENOSA Y ARENA FINA-MEDIA ARCILLOSA. COLOR PARDO-VERDOSO. CONSISTENCIA FIRME.						
12					11,60																				
					12,00	TS		62,4	29,1	33,3	CH				0	0,6	43,6	55,8							
Continúa																				Hoja 1 de 2					
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			

						Dirección: AVDA. DE LOS ABOGADOS DE ATOCHA Nº 16, SAN MARTÍN DE LA VEGA, MADRID						Nº Expediente: 3447/14			Maquinaria: TP-30 LR								
						Peticionario CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID						Fecha realización: 14/11/2014			Cota: ~ 99,70m								
Sondeo Nº:		1		Profundidad alcanzada:		22,00m		Nivel freático:		3,30m		Localización: SEGÚN CROQUIS											
Perforación				Litología	Muestras		Ensayos de Laboratorio										Naturaleza del Terreno						
Tipo	Ø	Profundidad (m)	Potencia (m)				Recuperación (%)	Límites Atterberg			USCS	CS kg/cm²	PH kg/cm²	SO4 mg/kg	Granulometría								
					Prof (m)	Tipo		N30	LL	LP					IP	% gravas		% arenas	% finos				
RSW	86	0.60	1.40	100		12.00	SPT	20											ARCILLA ARENOSA Y ARENA FINA-MEDIA ARCILLOSA. COLOR PARDO-VERDOSO. CONSISTENCIA FIRME				
						12.60															12.60m		
																						ARCILLA ARENOSA. COLOR GRIS OSCURO. CONSISTENCIA FIRME-MUY FIRME	
																							14.00m
																							ARCILLA ARENOSA Y ARENA FINA-MEDIA ARCILLOSA. COLOR PARDO-VERDOSO. CONSISTENCIA FIRME
																							14.70m
																							ARENAS MEDIAS-FINAS GRAVOSAS. CON ESCASOS FINOS ARCILLOSOS. LOS CANTOS SON SUBREDONDEADOS. POLIMICTICOS Y HETEROMETRICOS (TAMAÑO CM-MM). COLOR PARDO AMARILLENTO. COMPACIDAD MEDIA-DENSA.

						Dirección: AVDA. DE LOS ABOGADOS DE ATOCHA Nº 16, SAN MARTÍN DE LA VEGA, MADRID										Nº Expediente: 3447/14			Maquinaria: TP-30 LR		
						Peticionario CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID										Fecha realización: 9/1/2015			Cota: ~ 99,80m		
Sondeo Nº: 2						Profundidad alcanzada: 20,00m					Nivel freático: 3,50m					Localización: SEGÚN CROQUIS					
Perforación		Profundidad (m)	Potencia (m)	Recuperación (%)	Litológia	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			
Rto.	98	0.50																	ARENA FINA-MEDIA ARCILLOSA Y ARCILLA ARENOSA. CON CANTOS DISPERSOS. COLOR PARDO-VERDOSO.		
		13																	12,50m		
		14																	ARENAS MEDIAS-FINAS GRAVOSAS. CON ESCASOS FINOS ARCILLOSOS. LOS CANTOS SON SUBREDONDEADOS. POLIMICTICOS Y HETEROMÉTRICOS (TAMAÑO CM-MM). COLOR PARDO. COMPACIDAD MEDIA.		
		15																			
RSW	86	3.80																	16,30m		
		16																			
		16.60																	ARCILLA ARENOSA Y ARENA FINA-MEDIA ARCILLOSA. COLOR PARDO-GRISÁCEO. CONSISTENCIA FIRME / COMPACIDAD MEDIA.		
		17																	17,20m		
		18																	ARCILLA ALGO ARENOSA. COLOR PARDO-GRISÁCEO. CONSISTENCIA FIRME.		
		19																			
		1.20																	18,80m		
		19.00																			
		19.60																	ARCILLA ARENOSA. COLOR GRIS OSCURO. CONSISTENCIA MUY FIRME-DURA.		
		20																	20,00m		
																			FIN DEL SONDEO A 20,00 M DE PROFUNDIDAD RESPECTO DE LA SUPERFICIE DE LA PARCELA. SE DETECTA EL NIVEL FREÁTICO EN EL SONDEO A 3,50M DE PROFUNDIDAD, SEGÚN OBSERVACIONES REALIZADAS EL DÍA 9/1/2015.		
		21																			
		22																			
		23																			
		24																			
Leyenda perforación:		P: Percusión S: Seco		B: Barrena helicoidal A: Agua		RS: Rotación batería simple W: Corona de widia		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									

Hoja 2 de 2

ANEXO 4



Fecha de emisión: 09/12/2014

Nº de acta: 952/14

TIPO DE ENSAYO

Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma EHE

DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L. 2014/656

TIPO DE MUESTRA: Muestra Alterada

PROCEDENCIA: Sondeo 1

Cota : de 0.20 a 0.40m

Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles

Sulfatos	mg/kg	64850.12
----------	-------	----------



Negia Maria Milian Rodriguez
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 Nº6 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: 09/12/2014

Nº de acta: 953/14

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: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L 2014/657

TIPO DE MUESTRA: Muestra Alterada

PROCEDECENCIA: Sondeo 1

Cota : de 4.60 a 5.00m

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	89.4	74.0	63.4	60.1	34.1	29.0	17.5	7.0

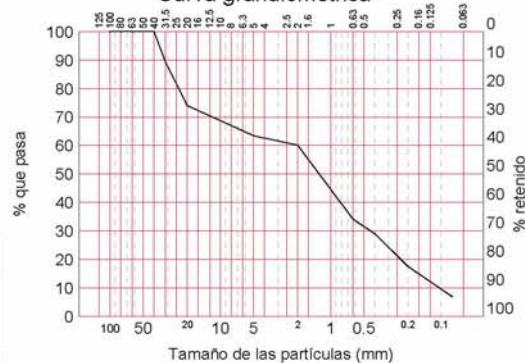
Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Bloques	Más de 300 mm.	0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0.0%
Gravas (36.9%)	gruesas De 19 a 75 mm.	26.7%
	finas De 4.75 a 19 mm.	10.2%
Arenas (56.2%)	gruesas De 2 a 4.75 mm.	3.0%
	medias De 0.425 a 2 mm.	30.6%
	finas De 0.080 a 0.425 mm.	22.6%
Limos y arcillas	Menos de 0.080 mm.	7.0%

Clasificación USCS

SP-SC : Arena mal clasificada con arcillas y gravas

Curva granulométrica



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

Límite líquido	28.7
Límite plástico	21.9
Índice de plasticidad	6.8

Determinación de la humedad de un suelo

Humedad	% 12.02
---------	---------

Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles

INDICIOS

Observaciones: Contenido en sulfatos solubles inferior a 1000 mg/kg



Negia Maria Milian Rodriguez
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno
Jefe Area 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 Nº6 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: 09/12/2014

Nº de acta: 954/14

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: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L. 2014/658

TIPO DE MUESTRA: Muestra Alterada

PROCEDENCIA: Sondeo 1

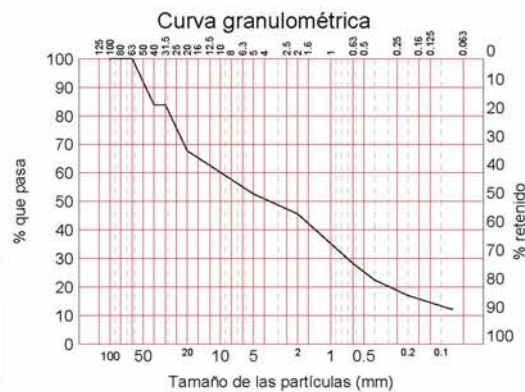
Cota : de 8.60 a 9.00m

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	83.8	83.8	67.8	52.6	45.6	28.2	22.4	17.0	12.1

Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00			
Bloques	Más de 300 mm.		0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.		0.0%
Gravas (48.0%)	gruesas	De 19 a 75 mm.	33.2%
	finas	De 4.75 a 19 mm.	14.8%
Arenas (39.9%)	gruesas	De 2 a 4.75 mm.	6.4%
	medias	De 0.425 a 2 mm.	22.6%
	finas	De 0.080 a 0.425 mm.	10.9%
Limos y arcillas	Menos de 0.080 mm.		12.1%

Clasificación USCS

GM : Grava limosa con arena



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

Límite líquido	23.7
Límite plástico	22.0
Índice de plasticidad	1.7

Determinación de la humedad de un suelo	
Humedad	% 7.48

Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles

NO CONTIENE



Negia Maria Milian Rodriguez
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno
Jefe Area 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 Nº6 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.gmcingeniería.com - comercial@gmcingeniería.com

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



Fecha de emisión: 09/12/2014

Nº de acta: 955/14

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: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L_2014/659

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDENCIA: Sondeo 1

Cota : de 11.60 a 12.00m

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	99.8	99.4	98.3	95.8	82.4	55.8

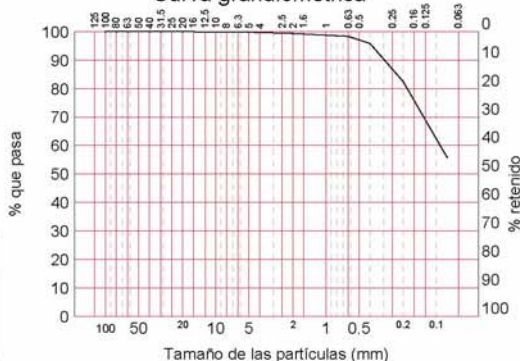
Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Bloques	Más de 300 mm.	0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0.0%
Gravas (0.2%)	gruesas De 19 a 75 mm.	0.0%
	finas De 4.75 a 19 mm.	0.2%
Arenas (44.0%)	gruesas De 2 a 4.75 mm.	0.4%
	medias De 0.425 a 2 mm.	3.3%
	finas De 0.080 a 0.425 mm.	40.3%
Limos y arcillas	Menos de 0.080 mm.	55.8%

Clasificación USCS

CH : Arcilla de alta plasticidad arenosa

Curva granulométrica



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

Límite líquido	62.4
Límite plástico	29.1
Índice de plasticidad	33.3

Determinación de la humedad de un suelo

Humedad	% 24.88
---------	---------

Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles

NO CONTIENE



Negia Maria Milian Rodriguez
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno
Jefe Area 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 Nº6 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: 09/12/2014

Nº de acta: 956/14

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: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L. 2014/660

TIPO DE MUESTRA: Muestra Alterada

PROCEDENCIA: Sondeo 1

Cota : de 16.20 a 16.60m

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	87.3	70.3	61.2	35.9	25.7	13.5	7.0

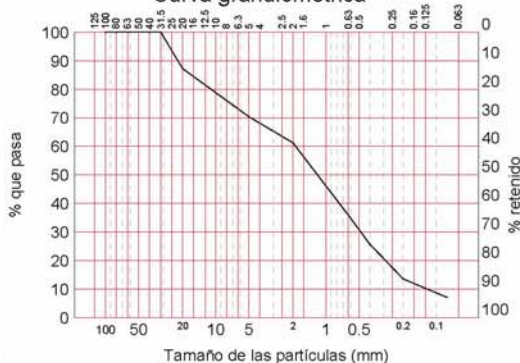
Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Bloques	Más de 300 mm.	0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0.0%
Gravas (30.4%)	gruesas De 19 a 75 mm.	13.9%
	finas De 4.75 a 19 mm.	16.6%
Arenas (62.5%)	gruesas De 2 a 4.75 mm.	8.3%
	medias De 0.425 a 2 mm.	34.5%
	finas De 0.080 a 0.425 mm.	19.7%
Limos y arcillas	Menos de 0.080 mm.	7.0%

Clasificación USCS

SP-SM : Arena mal clasificada con limos y gravas

Curva granulométrica



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

Límite líquido	28.1
Límite plástico	26.5
Índice de plasticidad	1.6

Determinación de la humedad de un suelo

Humedad	% 10.71
---------	---------

Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles

NO CONTIENE



Negia Maria Milian Rodriguez
Dir. Técnico Laboratorio



David Barreno
Jefe Area 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 Nº6 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: 09/12/2014

Nº de acta: 957/14

TIPO DE ENSAYO

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

DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L. 2014/661

TIPO DE MUESTRA: Agua

PROCEDENCIA: Sondeo 1
Cota : a 3.30m

Determinación de la agresividad del agua		
Sulfatos	mg/l	214.32

DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO



Negia Maria Milian Rodriguez
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 Nº6 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: 15/01/2015

Nº de acta: 1072/14

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 de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95

DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L.2014/739

TIPO DE MUESTRA: Muestra Alterada

PROCEDENCIA: Sondeo 2

Cota : de 6.00 a 6.40m

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	89.1	81.9	73.5	58.7	52.1	29.1	22.0	10.8	7.4

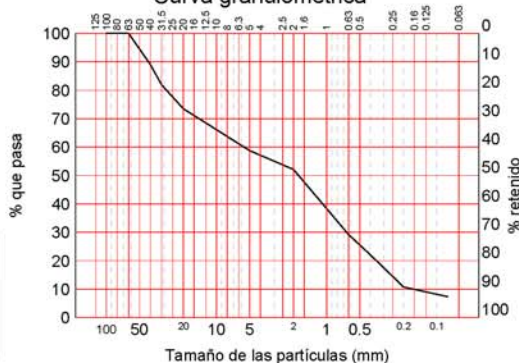
Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Bloques	Más de 300 mm.	0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0.0%
Gravas	gruesas De 19 a 75 mm.	27.5%
	finas De 4.75 a 19 mm.	14.3%
Arenas (41.8%)	gruesas De 2 a 4.75 mm.	6.0%
	medias De 0.425 a 2 mm.	29.3%
	finas De 0.080 a 0.425 mm.	15.4%
Limos y arcillas	Menos de 0.080 mm.	7.4%

Clasificación USCS

SP-SM : Arena mal clasificada con limos y gravas

Curva granulométrica



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

Límite líquido	28.9
Límite plástico	23.8
Índice de plasticidad	5.1

Determinación de la humedad de un suelo

Humedad	% 8.24
---------	--------

Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles

INDICIOS

Observaciones: Contenido en sulfatos solubles inferior a 1000 mg/kg



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 Nº6 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.gmcingeniería.com - comercial@gmcingeniería.com

GMC GEOLOGÍA, MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN S.L., ALCOBENDAS

Fecha de emisión: 15/01/2015

Nº de acta: 1073/14

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: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L.2014/740

TIPO DE MUESTRA: Muestra Alterada

PROCEDENCIA: Sondeo 2

Cota : de 8.40 a 9.00m

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	84.1	55.6	35.4	29.3	16.3	12.3	7.9	4.8

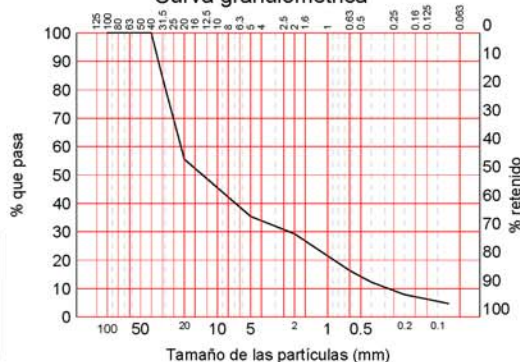
Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Bloques	Más de 300 mm.	0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0.0%
Gravas (65.1%)	gruesas De 19 a 75 mm.	45.8%
	finas De 4.75 a 19 mm.	19.3%
Arenas (30.1%)	gruesas De 2 a 4.75 mm.	5.6%
	medias De 0.425 a 2 mm.	16.6%
	finas De 0.080 a 0.425 mm.	7.9%
Límites y arcillas	Menos de 0.080 mm.	4.8%

Clasificación USCS

GP : Grava mal clasificada con arenas

Curva granulométrica



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103.94 y UNE 103.104.93

Límite líquido	25.7
Límite plástico	24.2
Índice de plasticidad	1.5

Determinación de la humedad de un suelo

Humedad	% 4.95
---------	--------

Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles

NO CONTIENE



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

Fecha de emisión: 15/01/2015

Nº de acta: 1074/14

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: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L. 2014/741

TIPO DE MUESTRA: Muestra Alterada

PROCEDENCIA: Sondeo 2

Cota : de 13.60 a 14.00m

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	94.7	61.8	51.5	31.5	18.2	7.7	4.7

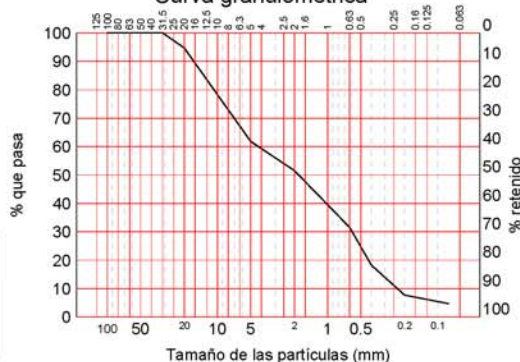
Distribución granulométrica S/ASTM-D 2487/00

Bloques	Más de 300 mm.	0.0%
Cantos	De 75 a 300 mm.	0.0%
Gravas (39.0%)	gruesas De 19 a 75 mm.	7.5%
	finas De 4.75 a 19 mm.	31.5%
Arenas (56.3%)	gruesas De 2 a 4.75 mm.	9.4%
	medias De 0.425 a 2 mm.	31.9%
	finas De 0.080 a 0.425 mm.	15.0%
Límites y arcillas	Menos de 0.080 mm.	4.7%

Clasificación USCS

SP : Arena mal clasificada con gravas

Curva granulométrica



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103.94 y UNE 103.104.93

Límite líquido	29.6
Límite plástico	27.8
Índice de plasticidad	1.8

Determinación de la humedad de un suelo

Humedad	% 8.53
---------	--------

Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles

NO CONTIENE



Negia Maria Milian Rodriguez
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

Fecha de emisión: 15/01/2015

Nº de acta: 1075/14

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 de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93, Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma UNE 103-202-95

DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

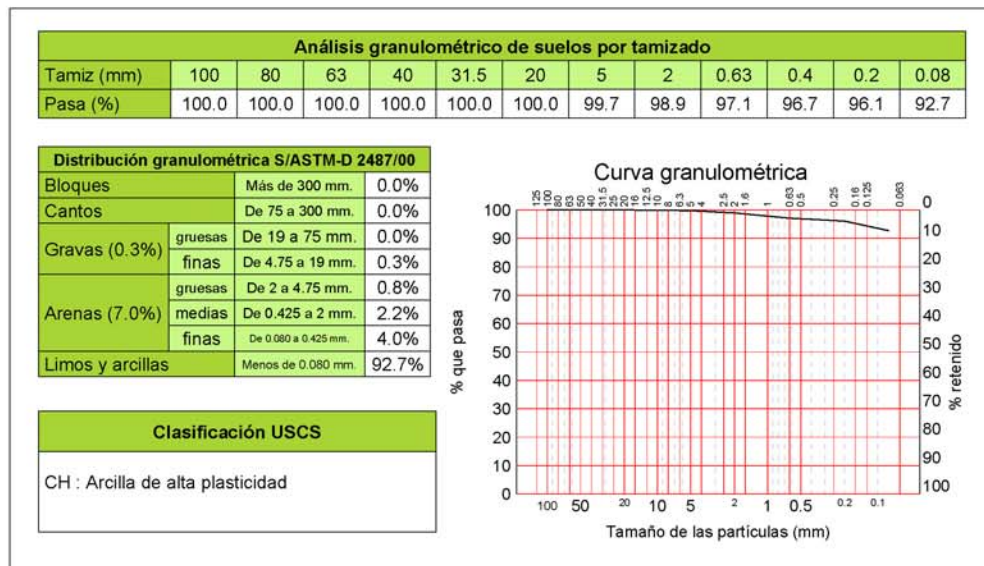
DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L.2014/742

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDENCIA: Sondeo 2

Cota : de 17.20 a 17.60m



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103.94 y UNE 103.104.93	
Límite líquido	66.9
Límite plástico	29.7
Índice de plasticidad	37.2

Determinación de la humedad de un suelo	
Humedad	% 35.02

Determinación cualitativa del contenido en sulfatos solubles	
INDICIOS	

Observaciones: Contenido en sulfatos solubles inferior a 1000 mg/kg


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 Nº6 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.gmcingeniería.com - comercial@gmcingeniería.com
GMC GEOLOGÍA, MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN S.L. ALCOBENDAS

Fecha de emisión: 15/01/2015

Nº de acta: 1076/14

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: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

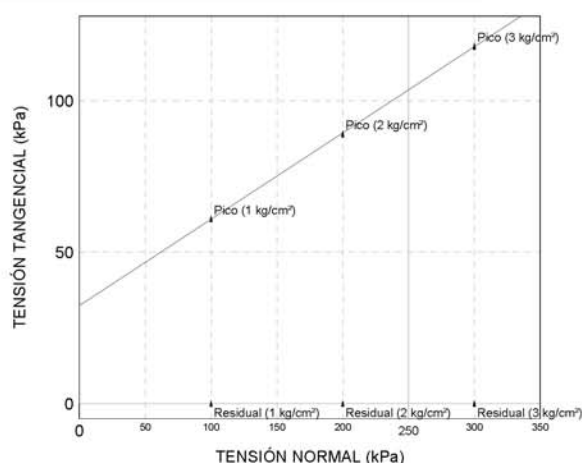
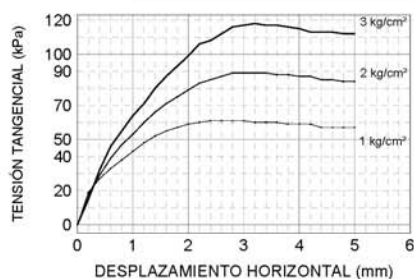
Nº DE MUESTRA: L.2014/742

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDENCIA: Sondeo 2

Cota : de 17.20 a 17.60m

Ensayo de corte directo (U.U.)				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Tensión normal	kPa	100.00	200.00	300.00
Tensión tangencial	kPa	61.00	89.00	118.00
Humedad inicial	%	36.86	36.64	36.41
Humedad final	%	36.30	35.82	35.34
Velocidad	mm/min	0.50	0.50	0.50
Diámetro pastilla	mm	50.0	50.0	50.0
Densidad aparente	g/cm³	1.79	1.79	1.79
Densidad seca	g/cm³	1.31	1.31	1.31
Índice de huecos inicial				
Índice de huecos final				
Cohesión	kPa	32.33		
Ángulo de rozamiento interno	°	16		
Tipo de ensayo		NO CONSOLIDADO / NO DRENADO		




Negla Maria Milian Rodriguez
Dir. Técnico Laboratorio


David Barreno
Jefe Área CTL

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 Nº6 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: 15/01/2015

Nº de acta: 1077/14

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 cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, s/norma EHE, Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa, s/norma UNE 103-300-93

DATOS DE OBRA

Nº DE EXPEDIENTE: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

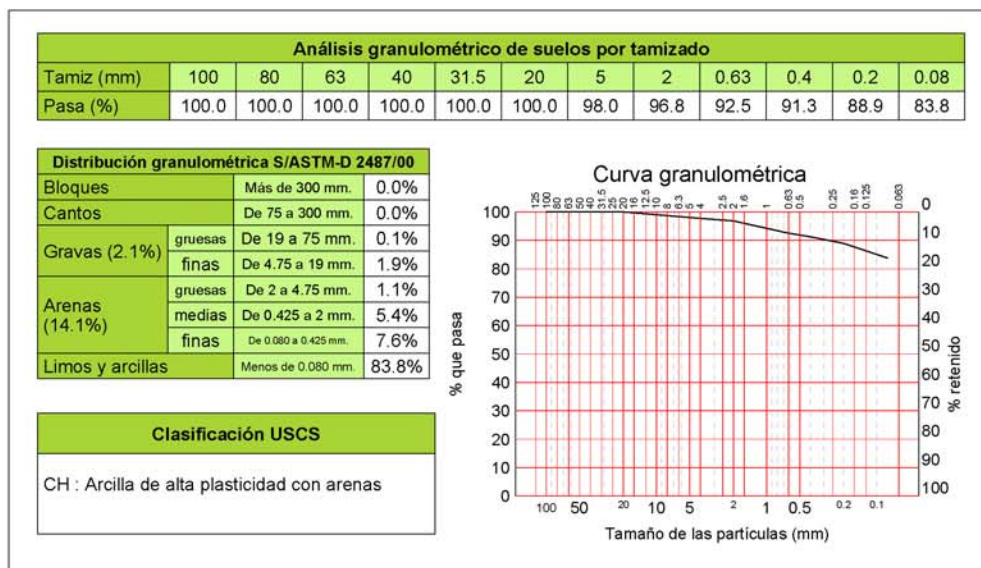
DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA: L.2014/743

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDENCIA: Sondeo 2

Cota : de 19.60 a 20.00m



LÍMITES POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE S/UNE 103.103.94 y UNE 103.104.93	
Límite líquido	65.3
Límite plástico	28.6
Índice de plasticidad	36.7

Determinación de la humedad de un suelo	
Humedad	% 39.01

Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles	
Sulfatos	mg/kg 4313.46



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

Fecha de emisión: 15/01/2015

Nº de acta: 1078/14

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: 3447

TIPO DE OBRA: Gimnasio

DIRECCIÓN: Avda. de los Abogados de Atocha nº 16, San Martín de la Vega, (M)

DATOS DE CLIENTE

CLIENTE: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

DATOS DE LA MUESTRA

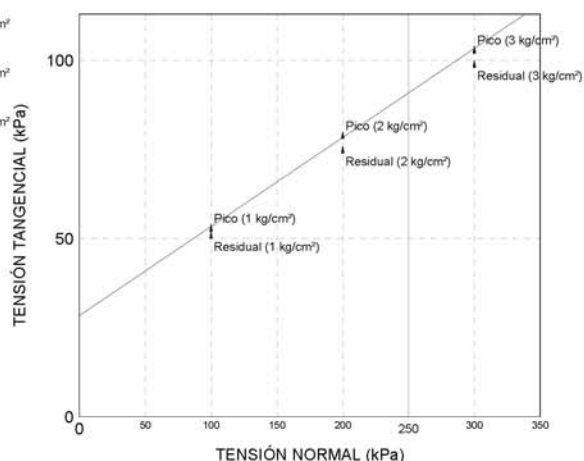
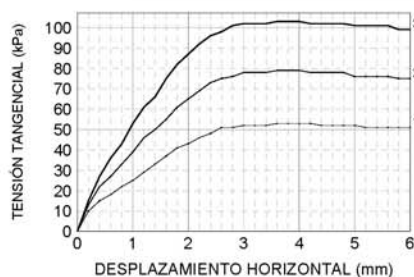
Nº DE MUESTRA: L. 2014/743

TIPO DE MUESTRA: Testigo de Sondeo

PROCEDECENCIA: Sondeo 2

Cota : de 19.60 a 20.00m

Ensayo de corte directo (U.U.)				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
Tensión normal	kPa	100.00	200.00	300.00
Tensión tangencial	kPa	53.00	79.00	103.00
Humedad inicial	%	34.03	34.79	35.55
Humedad final	%	33.00	32.83	32.65
Velocidad	mm/min	0.50	0.50	0.50
Diámetro pastilla	mm	50.0	50.0	50.0
Densidad aparente	g/cm³	1.72	1.73	1.75
Densidad seca	g/cm³	1.29	1.29	1.29
Índice de huecos inicial				
Índice de huecos final				
Cohesión	kPa	28.33		
Ángulo de rozamiento interno	°	14		
Tipo de ensayo		NO CONSOLIDADO / NO DRENADO		




Negla Maria Milian Rodriguez
Dir. Técnico Laboratorio


David Barreno
Jefe Área CTL

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 Nº6 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.gmcingeniería.com - comercial@gmcingeniería.com
GMC GEOLOGÍA, MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN S.L., ALCOBENDAS

ANEXO 5

PENETRÓMETRO P-1



PENETRÓMETRO P-2



SONDEO S-1



SONDEO S-2




**DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS**
 Consejería de Educación
 Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO

