



FORTE INGENIERIA TECNICA, S. L.

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS



DATOS DEL INFORME	
CÓDIGO ORDEN	FECHA:
8606/2447	22/11/2019
DATOS DE LA OBRA	
UNIDAD DE OBRA:	IES AVENIDA DE LOS TOREROS
DIRECCIÓN:	AVDA DE LOS TOREROS 57 Y C/COLOMER 2
POBLACIÓN:	MADRID
PROVINCIA:	MADRID
DATOS DEL PROMOTOR	
NOMBRE / RAZÓN SOCIAL:	CONSEJERIA DE EDUCACIÓN E INNOVACION DE LA COMUNIDAD DE MADRID. DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS
DIRECCIÓN:	C/ SANTA HORTENSIA, 30.
POBLACIÓN:	28002. MADRID
PROVINCIA:	MADRID
TEL.:	91.355.338 – 619.269.479

FORTE INGENIERÍA TÉCNICA
 C/ Castillo Los Moros, manzana 17
 Pol.Ind. Base 2000-San Martín, Ap. Correos 494
 ☎: **Tel. y Fax 902 123 995**
 E-mail: info@forteingenieria.es
www.forteingenieria.es
www.estudiosgeotecnicos.es

LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10

RCG 5-10-1-1 REV.11 10/10/2019

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

SUPERVISADO

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES Y OBJETO	3
1.1.	CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DEL TERRENO	3
1.2.	COTA DE INICIO DE LOS TRABAJOS DE CAMPO	3
1.3.	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	4
2.	TRABAJOS DE CAMPO	5
2.1.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH	5
2.2.	SONDEO MECÁNICO	6
2.2.1.	Cota de inicio del sondeo	6
2.2.2.	Procedimiento operatorio	6
2.2.3.	Ensayos SPT del sondeo mecánico.	7
3.	ENSAYOS DE LAS MUESTRAS EN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	8
4.	MARCO GEOLÓGICO GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	10
4.1.	GEOLOGÍA REGIONAL	10
4.2.	ZONA GEOTÉCNICA	14
4.3.	HIDROGEOLOGÍA	16
4.4.	GEOMORFOLOGÍA	18
4.5.	RIESGOS GEOLÓGICOS	18
5.	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DEL TERRENO	19
5.1.	ESTRATIGRAFÍA LOCAL Y PERFILES GEOTÉCNICOS	19
5.2.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS BÁSICAS	21
6.	CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	24
6.1.	TIPO DE CIMENTACIÓN	24
6.2.	CAPACIDAD PORTANTE Y CIMENTACIÓN PROPUESTA	26
6.3.	ASIENTOS PREVISIBLES	33
6.4.	INTERACCIONES CON EDIFICIOS PRÓXIMOS	34
6.5.	EXCAVABILIDAD Y CONDICIONES DE ESTABILIDAD	34
7.	ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO	36
8.	OTRAS CONSIDERACIONES	36
8.1.	PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO Y MARGEN DE VARIACIÓN	36
8.2.	AGRESIVIDAD	36
8.3.	EXPANSIVIDAD	37
8.4.	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD Y GRADO DE IMPERMEABILIDAD	40
9.	RESUMEN Y CONCLUSIONES.	41

ANEJOS

ANEJO -A.- PLANO DE SITUACIÓN Y ESQUEMA DE UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

ANEJO - B- ENSAYO/S DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

B.1.- ACTA/S DE RESULTADOS DE ENSAYO/S DPSH

B.2.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO - C.- GRÁFICOS DE LAS TENSIONES ADMISIBLES DEL TERRENO RESPECTO A LA PROFUNDIDAD.

ANEJO - D.- SONDEO MECÁNICO

D.1.- ACTA/S DE RESULTADOS SONDEO MECÁNICO Y ENSAYOS

D.2.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO - E.- ENSAYOS DE MUESTRAS EN LABORATORIO ACREDITADO

E.1.- ACTA/S DE RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

1. ANTECEDENTES Y OBJETO

El presente trabajo ha sido llevado a cabo por encargo de la **CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INNOVACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MADRID, DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS**. La empresa **Forte Ingeniería Técnica, S.L.** es la encargada de realizar un estudio geotécnico del subsuelo en dos zonas del IES Avda. de los Toreros, en el término municipal de Madrid, para la instalación de un ascensor y una pasarela peatonal. Corresponde, por tanto, al grupo de profesionales de **Forte Ingeniería Técnica, S.L.** el diseño de la campaña de reconocimiento geotécnico con objeto de determinar, con exactitud y garantía, las condiciones y parámetros del subsuelo, necesarios para la ejecución del proyecto.

El presente informe geotécnico, recoge todos los trabajos de campo y laboratorio, los resultados obtenidos y los parámetros geotécnicos que de ellos se deducen.

1.1. CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO DEL TERRENO

La campaña de reconocimiento geotécnico del terreno se ha llevado a cabo mediante la inspección visual de las características geológicas del solar y del entorno y la realización de **3 ensayos de penetración dinámica los días 12 y 13 de noviembre de 2019 y , 1 sondeo mecánico el 30 de octubre de 2019**, con ensayos SPT y extracción de muestra alterada en su interior.

1.2. COTA DE INICIO DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

Las cotas de inicio de las mediciones de los trabajos de campo son las que presentaba el solar en el momento de realizar los trabajos.

La cota de inicio de los diferentes trabajos de campo se sitúa según la siguiente tabla:

Trabajo	Cota (m)
S-1	0.00
DPSH-1	-0.20
DPSH-2	-0.20
DPSH-3	-0.20

Los ensayos se realizaron a rasante de las soleras hormigonadas realizando perforaciones de unos 20 cm para el inicio de los ensayos de penetración, La ubicación de cada uno de ellos se puede ver en sus anejos correspondientes.

1.3. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Condiciones del entorno y antecedentes de cimentación

Se ha comprobado que **no existen problemas especiales en el entorno ni en las edificaciones existentes** que sea necesario tener en cuenta, ni antecedentes geológicos relevantes como fallas, fracturas, zonas de erosión o socavación, laderas inestables, etc.

La densidad y profundidad de los reconocimientos realizados se consideran suficientes al tener en cuenta los siguientes factores: tipo de importancia de la edificación u obra, superficie del solar, naturaleza del terreno y variabilidad de sus características. Se ha comprobado las recomendaciones al respecto establecidas por la normativa existente y publicaciones especializadas.

Se ha comprobado la existencia de depósitos de combustible enterrados así como posibles fugas de aguas de los servicios enterrados que deberán ser controlados.

La zona de actuación es prácticamente plana coincidente con las rasantes hormigonadas de las pistas o patios.

Su superficie se encuentra completamente despejada aunque se deberá valorar la posible afección de la excavación prevista a las cimentaciones y muros de los edificios existentes.

El IES se encuentra dividido en dos fincas catastrales: en la finca con referencia **3763308VK4736D0001JI** se ejecutarán las obras de instalación del ascensor mientras que en la finca con referencia 3763517VK4736D0001PI se colocará la pasarela peatonal.

2. TRABAJOS DE CAMPO

2.1. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

Se han realizado 3 ensayos de penetración dinámica según la Norma UNE EN ISO 22476-2-2008 y cuyos resultados se detallan en el Anejo B de este informe, y su profundidad varía entre **–4,00 m (DPSH-1), 4,00 (DPSH-2) y –4,20 m (DPSH-3).**

Consiste el ensayo en la hincada de una puntaza o cono de sección cuadrada de 40 mm de lado, colocada al final de una barra maciza de longitud variable y diámetro exterior de 32 mm. El conjunto, es golpeado por una maza de 63,5 Kg que cae libremente desde una altura de 75 cm, anotándose el número de golpes que son necesarios para lograr penetraciones sucesivas de 20 cm, en el terreno. El ensayo se da por finalizado a una profundidad determinada cuando el valor de golpeo es superior a 100 golpes.

Con los golpes obtenidos se dibujan los diagramas de penetración, tomando en abscisas el número de golpes para cada 20 cm de penetración (N20), y en ordenadas las profundidades correspondientes.

En el Anejo E se incluye una representación gráfica de los valores de tensión admisible del terreno con la profundidad.

2.2. SONDEO MECÁNICO

2.2.1. Cota de inicio del sondeo

La cota de inicio de los sondeos es la que presentaba el terreno en el momento de realizar los trabajos, sin que en el mismo se realizase ninguna labor previa de excavación. Únicamente se ha limpiado la superficie como se puede apreciar en el reportaje fotográfico. La cota de inicio del sondeo se corresponde con la rasante asfaltada de la zona de aparcamiento. Los sondeos mecánicos y los ensayos de penetración se realizaron en los puntos señalados por el Director Técnico del estudio geotécnico, según muestra el croquis de situación.

2.2.2. Procedimiento operatorio

La campaña de reconocimiento geotécnico del terreno se ha llevado a cabo mediante la realización de un sondeo mecánico a rotación con recuperación continua de testigo, la inspección visual de las características geológicas de las cajas de testigo del terreno extraído de los sondeos, (toma de muestras del material perforado), y ensayos de laboratorio del material recuperado, debidamente preparado.

La máquina utilizada para tal fin es de la marca y modelo Tecoinsa TP 30/LR. El trabajo ha consistido en **1 sondeo realizado el 30 de octubre de 2019**, para lo cual se ha dispuesto de un equipo de sondistas especialistas en sondeos geotécnicos. Los trabajos de sondeo se han realizado a rotación con recuperación continua de testigo.

Los sondeos mecánicos han sido realizados mediante rotación, con batería de testigo tipo B, con un diámetro de 101 mm y 86 mm y con corona de widia.

La realización de los mismos ha sido ejecutada por los medios propios de **Forte Ingeniería Técnica S.L.** Los trabajos han consistido en la perforación vertical mediante el avance por rotación de una corona circular hueca, unida a una batería igualmente hueca en cuyo

interior debe alojarse el testigo recuperado del avance de la perforación. El procedimiento de ejecución del sondeo se realizará según la Norma ASTM D-2113.

Más detalles de la realización del sondeo se adjuntan **en el Anejo C de este informe.**

2.2.3. Ensayos SPT del sondeo mecánico.

La realización de este ensayo se ha seguido aplicando la norma UNE EN ISO 22476-3:2006.

Según Terzaghi y Peck, para los diferentes materiales en función de los valores obtenidos en los SPT realizados obtenemos las siguientes clasificaciones:

Clasificación Para materiales granulares	Muy floja	Floja	Med. Densa	Densa	Muy Densa	
N spt.(30) Cuchara	< 4	4-10	10-30	30-50	>50	
N spt.(30) Puntaza	< 3	3-7	7-22	22-37	>37	
Clasificación Para materiales cohesivos	Muy blanda	Blanda	Mod. firme	Firme	Muy firme	Dura
N spt.(30) Cuchara	< 2	2-4	4-8	8-15	15-30	>30
N spt.(30) Puntaza	< 1	1-3	3-6	6-12	12-22	>22

Resultados del sondeo mecánico

Durante la ejecución de los sondeos se han realizado diversos ensayos SPT cuyas profundidades y golpes se detallan a continuación:

ENSAYO SONDEO 1	PROFUNDIDAD COTA DE INICIO: 0,00 m	Nº DE GOLPES	N ₃₀	Compacidad
8606/2447 S1 SPT 001	0,60 – 1,20	11/16/16/15	32	DENSA
8606/2447 S1 SPT 002	1,20 – 1,80	20/19/24/22	43	DENSA
8606/2447 S1 SPT 003	3,00 – 3,60	9/15/16/20	31	DURA

8606/2447 S1 SPT 004	5,40 A 6,00	14/15/13/22	28	MUY FIRME
-----------------------------	--------------------	--------------------	-----------	------------------

3. ENSAYOS DE LAS MUESTRAS EN LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Después de las inspecciones y los trabajos de campo, Área GTC, el responsable de este estudio geotécnico ha confeccionado el plan de ensayos de laboratorio más adecuado a las características de la construcción prevista y de los terrenos detectados.

Para la toma extracción y preparación de la muestra, se ha seguido la normativa correspondiente. (ASTM D-2488 y UNE 103.100/95)

Se han realizado los ensayos básicos correspondientes a identificación y estado del suelo, que comprenden:

- Humedad natural de la muestra (UNE EN ISO 17892-3:2018)
- Análisis granulométrico por tamizado (UNE 103101:1995)
- Descripción del suelo (ASTM D-2488)
- Límites de Atterberg: Límite líquido (UNE 103103:1994), límite plástico (UNE 103104:1993)
- Clasificación del suelo mediante USCS
- Determinación de densidad de un suelo (UNE 103301:1994)
- Determinación del contenido en sulfatos (UNE 83963:2008-11)
- Ensayo de hinchamiento Lambe (UNE 103.600.96)
- Resistencia a la compresión simple (UNE 103-400-93)
- Presión de hinchamiento en edómetro (UNE 103-60296)

Todos los ensayos se han realizado en el Laboratorio Acreditado **Forte Ingeniería Técnica, S.L.**

MUESTRA		8606/2447/S1 MA001		
Profundidad (m)		0,60-0,90		
Sondeo N°		1		
Clasificación USCS		Arena limosa SM		
Humedad Natural (%)		16,50		
Granulometría	TAMIZ UNE	2 mm	0.40 mm	0,08mm
	PASA (%)	85,25	33,52	18,02
Límites de Atterberg		W _L LÍMITE LÍQUIDO	W _p LÍMITE PLÁSTICO	IP ÍNDICE DE PLASTICIDAD
		NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
Agresividad		ppm Sulfatos		
		432		
Expansividad		Índice de expansividad (MPa)	Cambio potencial de volumen	
		0,01	No crítico	

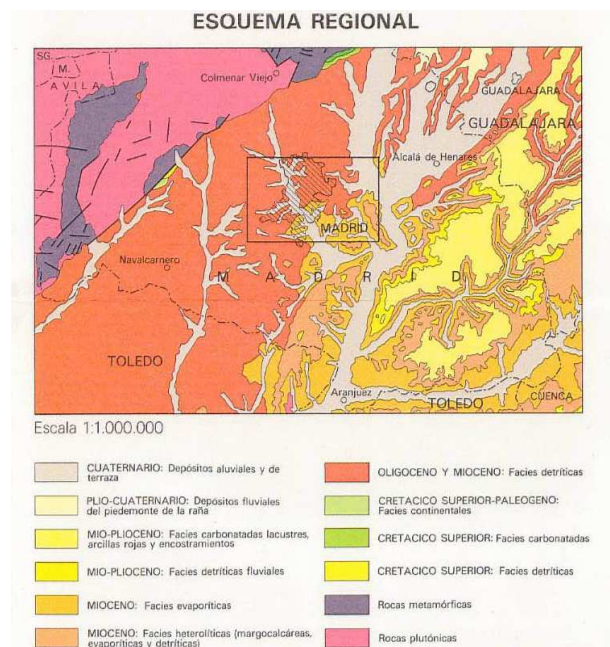
MUESTRA		8606/2447 S1MA002		
Profundidad (m)		3,00 A 3,50		
Sondeo N°		1		
Clasificación USCS		Arena arcillosa SC		
Humedad Natural (%)		11,70		
Densidad (g/cm ³)		Densidad húmeda	Densidad seca	
		2,07	1,85	
Granulometría	TAMIZ UNE	2 mm	0.40 mm	0,08mm
	PASA (%)	87,93	54,32	41,94
Límites de Atterberg		W _L LÍMITE LÍQUIDO	W _p LÍMITE PLÁSTICO	IP ÍNDICE DE PLASTICIDAD
		36,79	18,10	18,69
Agresividad		ppm Sulfatos		
		118		
Presión de hinchamiento		Ph (KPa)	Densidad seca inicial (gr/cm ³)	
		149,77	1,82	
Compresión simple en suelos		Q _u (KPa)	Humedad zona rotura (%)	
		355	10,88	

Los análisis de laboratorio se han realizado dos muestras alteradas extraídas a la profundidad anteriormente indicada, desde la cota de inicio del sondeo; **las actas de resultados se encuentran en el Anejo – E del presente informe.**

4. MARCO GEOLÓGICO GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1. GEOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio se localiza en el Sector centro oriental de la Cuenca del Tajo o Cuenca de Madrid.



Fuente: Mapa Geológico Nacional (MAGNA-IGME).Esquema regional. Escaneado

Las principales características de las litologías presentes se exponen a continuación.

Calizas (Caliza del Páramo): constituyen las altiplanicies de los Páramos de Alcalá y la Alcarria. Son rocas de origen sedimentario y ligadas a ambientes lacustres. Su espesor llega a los 50 metros y en el techo se encuentran bastante karstificadas. La excavabilidad de esta litología es baja, mientras que su compacidad es alta.

La permeabilidad primaria es baja. Sin embargo, la secundaria (debida a procesos de disolución y fracturación) es elevada por lo que la existencia de acuíferos en esta zona es importante. Los acuíferos serán libres y colgados.

Conglomerados, arcosas y arcillas: se encuentran por debajo de la caliza del páramo y en Villalbilla afloran en el valle del arroyo de la Vega. El espesor máximo en la zona de estudio no supera los 10 metros y la fracción arenosa es la más abundante. Los conglomerados están formados por materiales silíceos (cuarcita y cuarzo). La excavabilidad de esta unidad es alta mientras que la compacidad es media. La permeabilidad es elevada y forman acuíferos por porosidad intergranular. Los aportes de aguas subterráneas proceden de las calizas suprayacentes.

Calizas, yesos y sílex: estas litologías se localizan en las zonas más elevadas del valle del arroyo de la Vega en Villalbilla. Se localizan en las vertientes al pie de los páramos calizos. Están constituidos por una alternancia de capas decimétricas de margas, margocalizas, calizas y arcillas verdosas que pueden tener un espesor máximo de 35 metros. También se ha descrito una zona en la que aparecen nódulos de sílex.

La excavabilidad de esta unidad es media, la compacidad es media. La permeabilidad es muy baja o nula, excepto en las calizas. Las principales descargas de los acuíferos del Páramo se produce en forma de manantiales al entrar en contacto con los yesos.

Arcillas, margas y yesos: estas litologías son las predominantes en el valle del arroyo de la Vega en Villalbilla. El espesor máximo de esta unidad en Villalbilla es de 60 metros. Esta unidad está constituida por yesos microcristalinos, arcillas, margas y dolomías. La fracción yesífera es la más abundante.

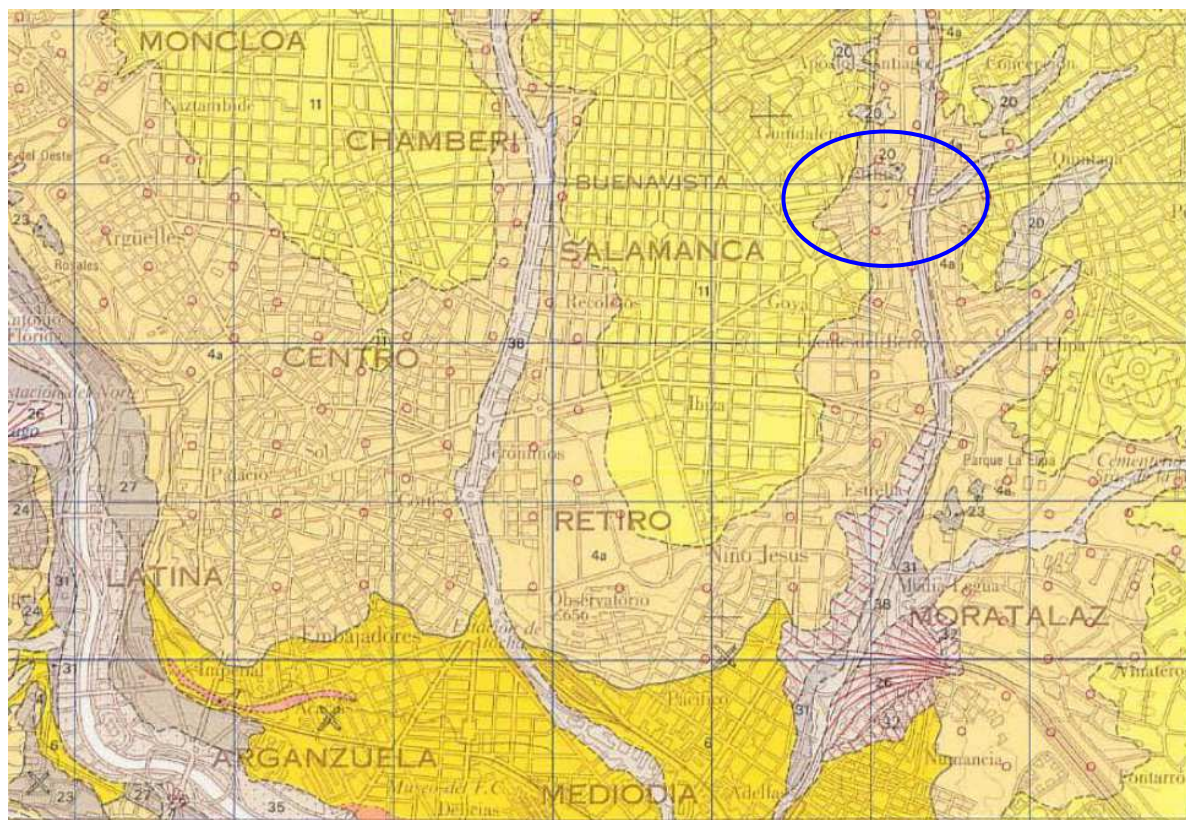
La excavabilidad de esta unidad es alta, la compacidad es baja. La permeabilidad es muy baja o nula, excepto en las calizas. Al igual que en la unidad anterior, las principales descargas de los acuíferos se produce en forma de manantiales al entrar en contacto con los yesos.

El resto de litologías presentes en el término municipal de Villalbilla son de tipo superficial y se encuentran asociadas a los procesos de tipo fluvial y coluvial. Sus características son las siguientes:

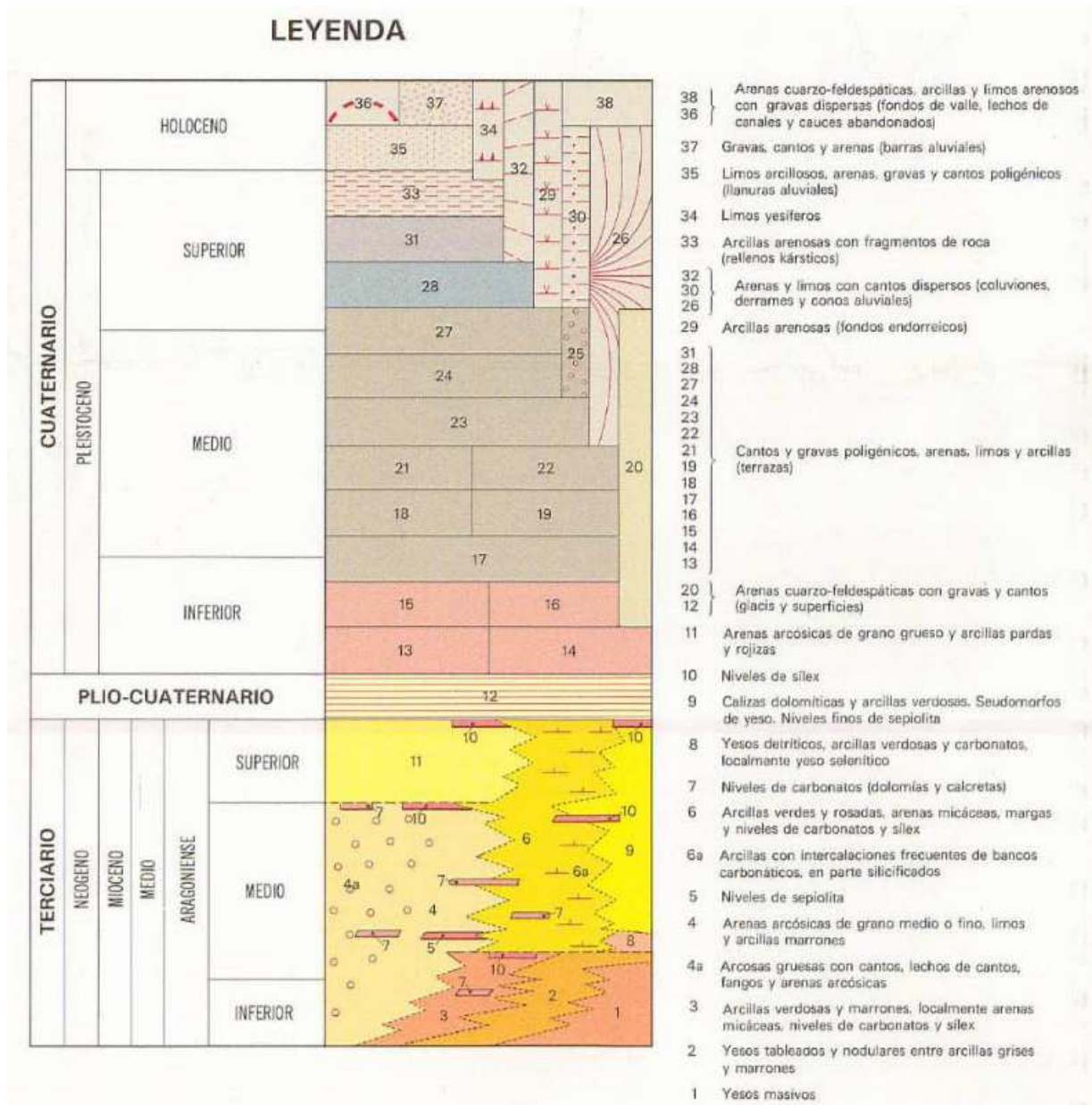
Limos y arcillas: se trata de los depósitos de fondo de dolina que se encuentran cartografiados en la cartografía geomorfológica. Se localizan en zonas deprimidas con un drenaje muy poco desarrollado (cuencas endorreicas o semiendorreicas). Su litología es de tipo limo-arcillosa con presencia de algunos bloques dispersos de calizas, cuarcita y sílex. La potencia total de estos sedimentos es inferior a los 6 metros. La compacidad y la capacidad de carga son muy bajas. La porosidad es baja, son zonas permanente encharcadas o con el nivel freático cercano a la superficie.

Gravas, arenas y arcillas: esta formación se localiza en el fondo de los principales y arroyos que atraviesan el término municipal de Villalbilla. El espesor de estas formaciones suele ser inferior a los 2 metros. La excavabilidad es alta, la estabilidad de taludes es media, la permeabilidad muy alta y su potencialidad para préstamos es media-baja. Los depósitos más importantes se encuentran en el arroyo de la Vega.

Gravas y cantos poligénicos: se trata de los conos de deyección que se encuentran en la salida de los principales barrancos en la zona de estudio. Su formación se debe a procesos de tipo gravitacional y fluvial. Las elevadas pendientes y las litologías presentes en el valle del arroyo de la Vega, implican que el desarrollo de estas formaciones sea importante. Son zonas inestables con pendientes moderadas y permeabilidades muy elevadas. Su potencia suele ser inferior a los 2 metros.



Fuente: Mapa Geológico Nacional (MAGNA-IGME). Escaneado

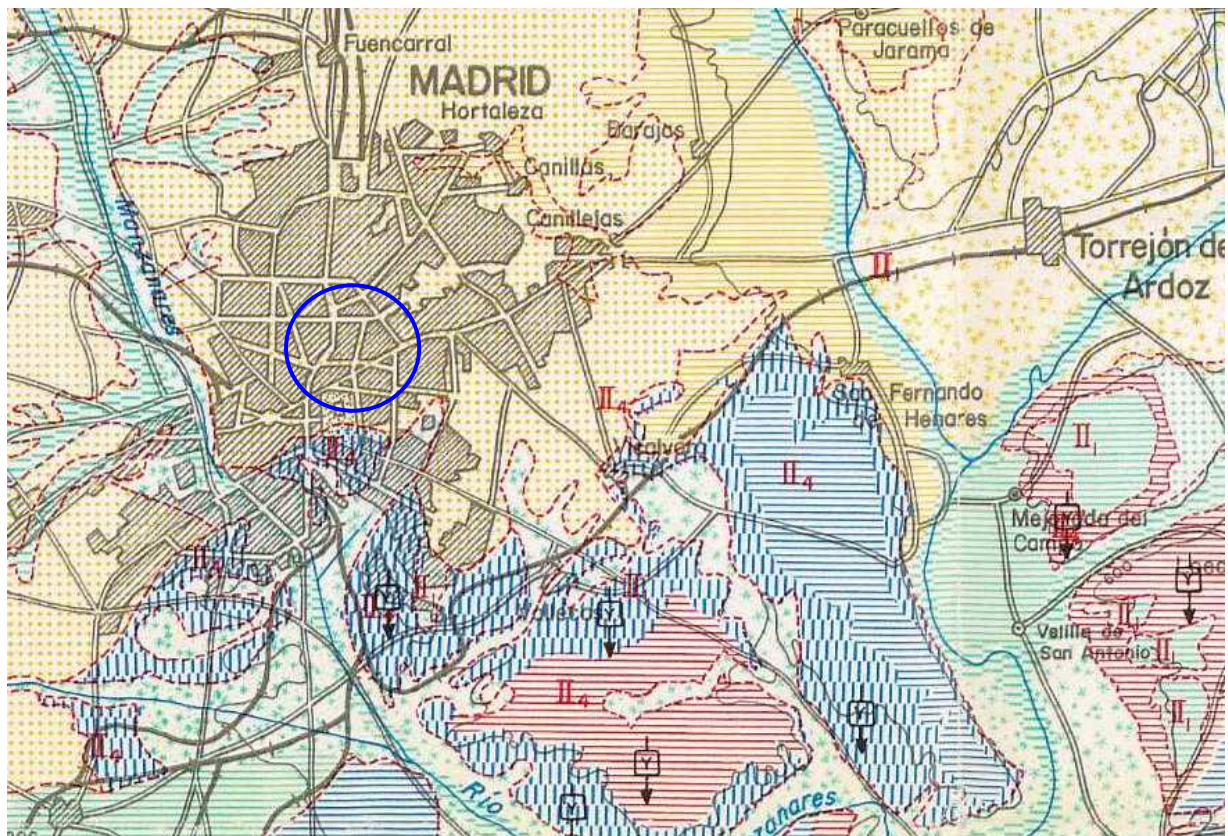


Fuente: Mapa Geológico Nacional (MAGNA-IGME). Leyenda. Escaneado

4.2. ZONA GEOTÉCNICA

De acuerdo con los datos obtenidos en los sondeos, penetrómetro y demás observaciones llevadas a cabo sobre el terreno, puede decirse que el conjunto global del subsuelo se inscribe en depósitos neógenos terciarios del mioceno medio y superior, formados por una mezcla de materiales granulares (arenas micáceas) y cohesivos (margas).

Mapa de zonificación geotécnica de la zona de estudio



Fuente: Mapa de Zonificación Geotécnica del IGME. Escaneado

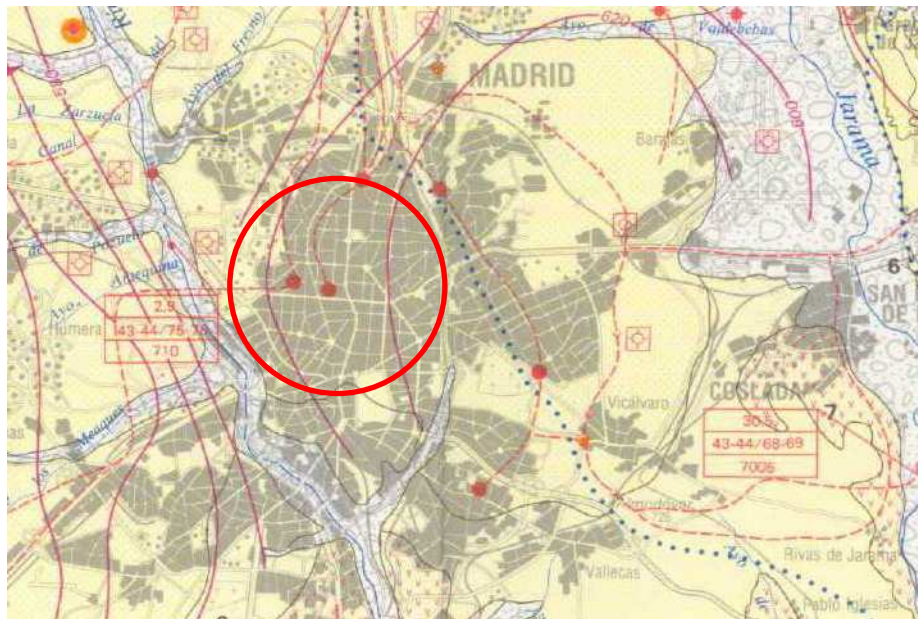
<p>II₂ FORMAS DE RELIEVE ONDULADAS</p>	<p>Se incluyen en ella el conjunto de terrenos formados por una mezcla de materiales cohesivos (arcillas) y granulares (arenas y gravas) dispuestos horizontalmente, poco cementados en superficie, y fácilmente erosionables.</p> <p>Muestra una morfología eminentemente llana con ligeras alomaciones y abundantes huellas de erosión lineal. Su permeabilidad es muy variable alternándose zonas permeables con otras impermeables, si bien predominando las primeras; en toda ella es normal la aparición de niveles acuíferos a profundidades variables, casi siempre por debajo de los 15 mts. (salvo en zonas próximas a las redes naturales de drenaje).</p> <p>Su capacidad de carga es de tipo medio, pudiendo aparecer asientos de magnitud media.</p>
--	--

Fuente: Leyenda del Mapa de Zonificación Geotécnica del IGME. Escaneado












Los resultados de este estudio concuerdan con el mapa de zonificación geotécnica del IGME y los realizados por Forte Ingeniería Técnica S.L. mediante estudios geotécnicos anteriores en zonas próximas al solar objeto de este estudio.

4.3. HIDROGEOLOGÍA

Situación de la zona objeto de estudio en el Plano Hidrogeológico



Fuente: Atlas Hidrogeológico de Madrid (IGME/Comunidad de Madrid). Escaneado

LEYENDA LITOLOGICA				
I	II	III	LITOLOGIA	EDAD
			Aluviones y terrazas bajas. Arenas, limos, gravas. PERMEABLE	CUATERNARIO
			Coluviones, Conos de deyección, glacis, terrazas altas, Arenas limos, gravas, matriz arcillosa	CUATERNARIO
			Calizas lacustres de los Páramos de la Alcarria. PERMEABLE	TERCIARIO - Mioceno Superior
			Gravas, arenas, arcillas. Calizas, margas, yesos	TERCIARIO - Mioceno Superior - Medio
			Yesos y margas yesíferas	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
			Bandeados de arcilla y margas, margocalizas, calizas, sílex, sepiolitas y niveles arenosos	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
			Arcillas, niveles margosos y arenosos bien estratificados	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
			Arenas, gravas finas, arenas fangosas, bloques y arcillas. PERMEABLE	TERCIARIO - Mioceno - Inf. - Medio
			Arenas, gravas finas y gravas con más o menos niveles de fangos arcillosos. PERMEABLE - SEMIPERMEABLE	TERCIARIO - Paleogeno
			Areniscas calcáreas, calizas y dolomías PERMEABLE	CRETACICO
			Granitos, gneises, Diques de cuarzo, pegmatitas, etc.	COMPLEJO IGNEO-METAMORFICO

I : FORMACIONES POROSAS, NORMALMENTE SIN CONSOLIDAR
II : FORMACIONES FISURADAS Y KARSTIFICADAS
III: FORMACIONES POROSAS Y FISURADAS, OCASIONALMENTE CON ACUIFEROS ASILADOS DE INTERES LOCAL

Fuente: Leyenda del Atlas Hidrogeológico de Madrid (IGME/Comunidad de Madrid)

4.4. GEOMORFOLOGÍA

Se ha comprobado a partir de la información bibliográfica y gráfica disponible que **no existen especiales condiciones geomorfológicas que sea necesario tener en cuenta** de cara al proyecto de las cimentaciones.

La morfología de la zona es eminentemente llana con ligeras alomaciones y abundantes huellas de erosión lineal. Su permeabilidad en general es semipermeable, si bien zonalmente podrá ser totalmente permeable o impermeable. La posibilidad de aparición de niveles acuíferos a escasa profundidad es alta, estando la red de escorrentía poco marcada.

4.5. RIESGOS GEOLÓGICOS

Se ha comprobado que **no existen problemas especiales en el entorno ni en las edificaciones existentes** que sea necesario tener en cuenta, ni antecedentes geológicos relevantes como fallas, fracturas, zonas de erosión o socavación, laderas inestables, etc.

Según el mapa geotécnico general de la zona de estudio, a escala 1:200.000 del IGME, las condiciones constructivas son desfavorables, pudiéndose detectar puntualmente problemas de tipo litológico, hidrológico y/o geotécnicos en la zona estudiada, con presencia de yesos y problemas de colapso parcial por disolución kárstica.

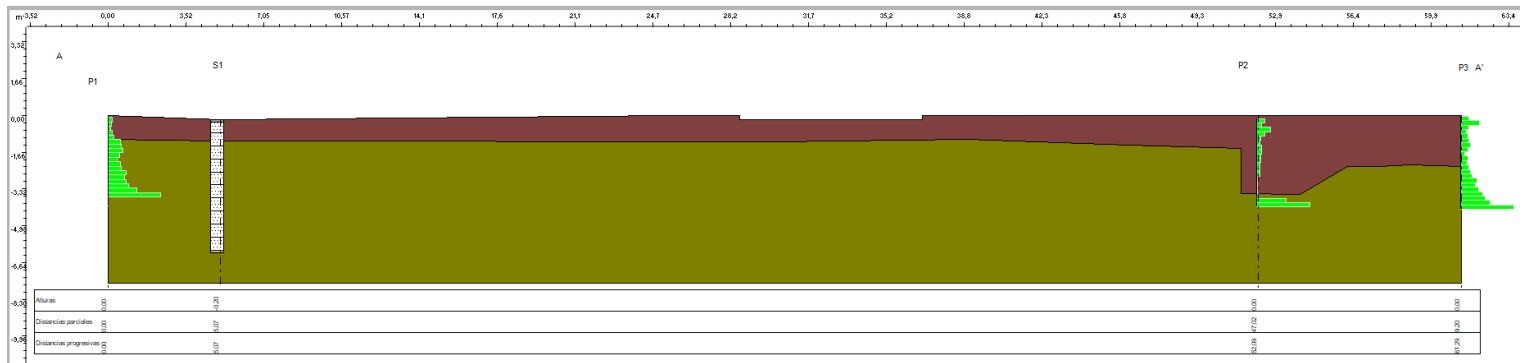
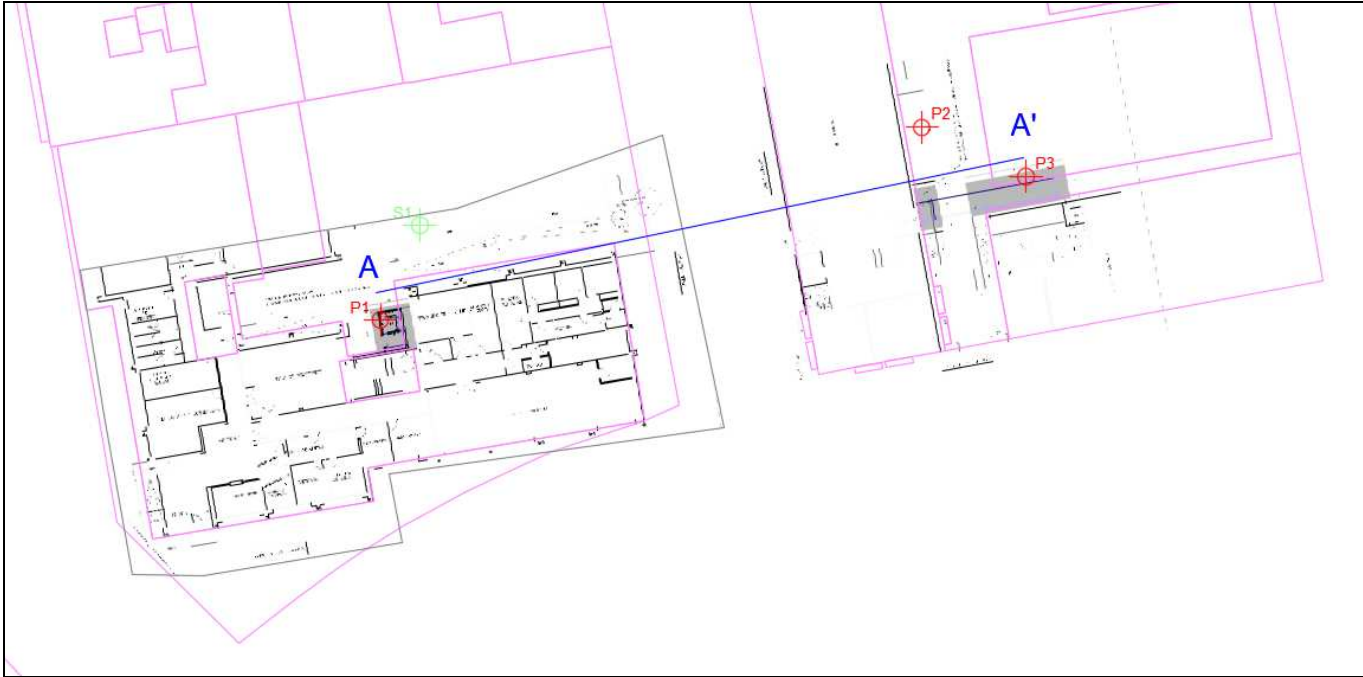
5 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

5.1. ESTRATIGRAFÍA LOCAL Y PERFILES GEOTÉCNICOS

DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL SONDEO 1

Prof.(m)	Litología	Descripción	Cota
		SOLERA DE HORMIGÓN EN MASA	0.10
		ARENAS ARCILLOSAS DE GRANO MEDIO Y COLOR MARRÓN. MATRIZ ARCILLOSA MAS ABUNDANTE A PARTIR DE 3.00 m	
1			
2			
3			5.90
4			
5			
6			

PERFIL GEOTÉCNICO



5.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS BÁSICAS

Partiendo de los datos recopilados en los distintos materiales atravesados derivados de los sondeos y de laboratorio podemos elaborar los siguientes perfiles geomecánicos:

Nivel 1: Relleno artificial no controlado

Desde el inicio de los sondeos efectuados y hasta una cota máxima reconocida en el DPSH 2 de -2,40 m de profundidad aparece un nivel de relleno artificial, no controlado, compuesto por una matriz limoarenosa de color marrón oscuro, con manchas blancas dispersas, evidentes signos de remoción y escasa compactación general. Este nivel deberá ser eliminado; sobre el mismo no deberá apoyar ningún elemento de la cimentación, pudiendo ocupar diferente espesor en otros puntos de la parcela.

Nivel 2: Arenas y limos margosos, de color gris verdoso

A partir del anterior nivel y hasta los 6,00 m de profundidad máxima reconocida en el sondeo aparece un material de características generales granulares, en atención al predominio de la fracción arenosa frente a la fracción limosa, con una alta tasa de compactación reconocida, en una matriz margosa de color gris verdoso, con una alta plasticidad aparente a partir de los 3,00 m.

Se reconoce un intervalo central que abarca las cotas de 3,00 – 6,00 m en el seno del sondeo. En él se puede apreciar un color de la matriz marrón oscuro, en la cual predomina la fracción fina.

Este nivel se corresponde con el tipificado en el contexto geológico como 11, descrito como arenas arcósicas de grano grueso y arcillas pardas y rojizas, de edad mioceno superior (aragoniense).

La muestra ensayada en este nivel se corresponde con suelos fundamentalmente de tipo SM, aunque también se reconocen muestras clasificadas como SC según Casagrande (USCS), de plasticidad en general media aunque puntualmente alta (SC).

Los ensayos de resistencia a la penetración estándar efectuados en este nivel marcan valores asociados a una compacidad variable de medianamente densa, para el tramo central, a muy densa, en la mayor parte de los casos.

El análisis de iones sulfato realizado en este nivel encuadra a la muestra analizada por debajo de los límites del ataque Débil.

Durante la realización del sondeo no se detectó la presencia de ningún tipo de nivel freático, aguas muertas o aguas colgadas. No obstante, en el DPSH 2, realizado en la zona de la pasarela junto al edificio del gimnasio, se aprecia una falta de resistencia debido probablemente a infiltraciones de agua por deterioro de instalaciones o incluso a rellenos existentes de depósitos de combustible enterrados.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto y a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio y la experiencia previa con suelos similares a los de nuestro caso, se han supuesto los valores de los parámetros resistentes y módulos de deformación (tanto en condiciones drenadas como no drenadas) utilizados en los cálculos geotécnicos.

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

A continuación, se detallan los parámetros geotécnicos del terreno (de los niveles identificados en el sondeo) supuestos según las correlaciones recogidas en las tablas del anejo D del Documento Básico Seguridad estructural y cimientos del Código Técnico de la Edificación:

NIVEL	Compresión simple	Módulo de elasticidad	Coefficiente de Poisson	Densidad húmeda	Densidad seca	Peso específico aparente	Ángulo de rozamiento interno	(Navfac, 1971) Tipo de suelo	
	Qu (KN/m ²)	(E) MN/m ²	(ν)	(γ_{sat}) (KN/m ³)	(γ_d) (KN/m ³)	(KN/m ³)	(ϕ)	Cohesión compactado (t/m ²)	Cohesión saturado (t/m ²)
1	--	--	--	--	--	17,0	20	--	--
2	200	30	0,30	20,7	18,5	21,0	31	7.57	1.12

- Cálculo del coeficiente de empuje en reposo (K_0):

Es muy difícil su determinación por depender de factores como los esfuerzos tectónicos sufridos por el terreno durante su historia geológica, el grado de consolidación y la compacidad alcanzada por el terreno. A falta de valoración basada en la experiencia local, ensayos “in situ”, información geológica u otras, el CTE recomienda estimarlo usando los siguientes criterios:

Para una superficie de terreno horizontal, el coeficiente K_0 de empuje en reposo, que expresa la relación entre las tensiones efectivas horizontal y vertical (esto es, el peso de las tierras), se puede determinar mediante:

$$K_0 = (1 - \sin \Phi) \times (Roc)^{1/2}$$

siendo:

Φ = el ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno.

Roc = la razón de sobreconsolidación. La fórmula no se debería utilizar para valores extremadamente altos de Roc, superiores a 25-30.

Asimilamos que los terrenos objeto de estudio se encuentran en un estado normalmente consolidado, de manera que R_{oc} es igual a 1, por lo que el valor de este coeficiente de empuje en reposo es: $K_0 = 1 - \sin \Phi = 0,48$ para el nivel 2.

Dado que no tenemos datos de cómo serán los muros no podemos realizar el cálculo para cuando el terreno se eleva a partir del muro con un ángulo $i \leq \Phi$ con respecto a la horizontal.

6 CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

6.1. TIPO DE CIMENTACIÓN

Como predimensionado de las actuaciones constructivas a realizar en la ejecución de las obras proyectadas debemos contemplar las siguientes recomendaciones preliminares:

- Ejecución de un sistema de cimentación directo y continuo mediante zapatas sobre pozos de cimentación.
- Consideraremos una cota de apoyo para el **ascensor** de $-1,20$ m bajo la cota de la rasante actual hormigonada y siempre dentro del nivel 2. Para la zona de la **pasarela** se recomienda alcanzar al menos $-2,40$ m bajo la pista deportiva garantizando la viabilidad de las soluciones de cimentación propuestas mediante la realización de dos comprobaciones:
 - Que la tensión admisible del terreno para el elemento de cimentación, a la cota especificada, sea superior a la tensión media que transmitirá el mismo.
 - Que el incremento de tensión efectiva que producirá el elemento de cimentación seleccionado sobre el plano de cimentación producirá un asiento igual o inferior al asiento máximo admisible para este tipo de cimentación y terreno.

A partir de un modelo de cálculo en material de características generales granulares se ha llegado a una capacidad portante inicial del terreno inicial de $3,00 \text{ kp/cm}^2$, como un valor superficialmente limitado y para una cimentación directa, rígida y continua.

El desplante de la cimentación recomendada requerirá la realización de una excavación máxima general del orden de 2,40 m de profundidad. En estas condiciones, y en presencia de edificios medianeros, se considera necesaria la adopción de precauciones especiales para la contención tanto provisional como definitiva de tierras.

Los anteriores elementos de cimentación habrán de superar en todos los casos el nivel 1, de origen antrópico y nula capacidad portante, por lo que, dada su máxima potencia reconocida, y la tipología estructural contemplada se debe asegurar que descansen sobre un material de compacidad medianamente densa, ponderada a la baja por quedar del lado de la seguridad.

Para la selección del tipo de cimentación más conveniente de acuerdo con las características mecánicas del suelo de desplante, y para que los asentamientos tanto totales como diferenciales queden dentro de los límites permitidos según el tipo de estructura, se pueden seguir estos alineamientos:

- Usar zapatas aisladas en suelos de baja compresibilidad (C_c menor de 0,20) y donde los asentamientos diferenciales entre columnas puedan ser controlados.
- En suelos de compresibilidad media (C_c entre 0,20 y 0,40), para mantener los asentamientos dentro de ciertos límites, se emplean zapatas continuas rigidizadas con vigas de cimentación. La intensidad de las cargas indicará si se unen las zapatas en una o más direcciones.
- Cuando las cargas sean bastante pesadas y al emplear zapatas continuas éstas ocupen cerca del 50% del área del edificio en planta, es más económico usar una sola losa de cimentación.

- Para suelos de compresibilidad media, alta o muy alta y con baja capacidad de carga, es necesario el uso de cimentaciones compensadas.
- Cuando la cimentación por compensación no sea económicamente adecuada para soportar las cargas puede combinarse la compensación parcial y pilotes de fricción.
- Cuando las cargas sean demasiado elevadas conviene, para el caso de suelos de baja capacidad de carga, usar pilotes de punta apoyados en un estrato resistente.

6.2. CAPACIDAD PORTANTE Y CIMENTACIÓN PROPUESTA

Nos referiremos en este epígrafe a la capacidad portante del terreno de cimentación, estableciendo los niveles de cargas admisibles para **un tipo de cimentación mediante zapatas sobre pozos de cimentación.**

Para determinar la presión vertical admisible de servicio en suelos granulares, utilizaremos las fórmulas proporcionadas por el nuevo Código Técnico de la Edificación. Documento básico SE-C seguridad estructural-cimientos (Marzo de 2006).

En suelos granulares la presión vertical admisible de servicio suele encontrarse limitada por condiciones de asiento, más que por hundimiento. Dada la dificultad en el muestreo de estos suelos, un método tradicional para el diseño de cimentaciones consiste en el empleo de correlaciones empíricas más o menos directas con ensayos de penetración, o con otro tipo de ensayos in situ a su vez correlacionables con el mismo.

A efectos del **Documento básico SE-C seguridad estructural-cimientos**, cuando la superficie del terreno sea marcadamente horizontal (pendiente inferior al 10%), la inclinación con la vertical de la resultante de las acciones sea menor del 10% y se admita la producción de asientos de hasta 25 mm, la presión vertical admisible de servicio podrá

evaluarse mediante las siguientes expresiones basadas en el golpeo NSPT obtenido en el ensayo SPT.

a) Para $B^* < 1,2 \text{ m}$

$$q_{adm} = 12N_{SPT} \left(1 + \frac{D}{3B^*} \right) \left(\frac{S_t}{25} \right) \text{ kN/m}^2$$

b) Para $B^* \geq 1,2 \text{ m}$:

$$q_d = 8 N_{SPT} \left[1 + \frac{D}{3B^*} \right] \left(\frac{S_t}{25} \right) \left(\frac{B^* + 0,3}{B^*} \right)^2 \text{ kN/m}^2$$

siendo

St El asiento total admisible, en mm.

NSPT el valor medio de los resultados, obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia $0,5B^*$ por encima de su base y otro situado a una distancia mínima $2B^*$ por debajo de la misma; D la profundidad definida en el Anejo F del nuevo Código Técnico de Edificación (Marzo de 2006):



El valor de $\left[1 + \frac{D}{3B^*} \right]$ a introducir en las ecuaciones será menor o igual a 1,3.

Al no disponer del proyecto en el momento de realizar el presente informe se ha supuesto un ancho de zapata $\leq 1,20$ m, 2 m, 3 m. Para distintos anchos el proyectista no deberá superar la tensión admisible enunciada a continuación:

SONDE O	ENSAYO	COTA (m)	N ₃₀	
1	8606/2447 S1 SPT 001	0,60 – 1,20	32	
1	8606/2447 S1 SPT 002	1,20 – 1,80	43	
1	8606/2447 S1 SPT 003	3,00 – 3,60	31	
1	8606/2447 S1 SPT 004	5,40 A 6,00	28	
N_{SPT} MEDIO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA CIMENTACIÓN		Carga adm.	Carga adm.	Carga adm.
		(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)
		B=1,2	B=2	B=3
29		>3,50	>3,50	3,06

En los ensayos de penetración dinámica superpesada (DPSH) se puede calcular la carga de hundimiento del terreno en los diferentes puntos de investigación y distintas profundidades mediante la ecuación empírica de G.SANGLERAT, o la fórmula aproximada de l'HERMINIER. Para ello ha de calcularse la resistencia dinámica en punta mediante la fórmula de los HOLANDESES, a partir de la que se obtienen las distintas capacidades de carga:

$$R_d = \frac{M^2 H}{Ae(M + nP)}$$

Para el cálculo de la tensión admisible utilizaremos la siguiente ecuación propuesta por Terzaghi:

$$B \leq 1,3m : q_a = \frac{R_p}{8\mu}$$

$$B > 1,3m : q_a = R_p \left(1 + \frac{1}{3.3B} \right)^2 \frac{1}{12\mu}$$

Asientos máximos admisibles para estas fórmulas 2,54 cm.

Ensayo de penetración nº1		Ensayo de penetración nº2	
COTA (m)	CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²)	COTA (m)	CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²)
0,00-0,20	1,22	0,00-0,20	2,28
0,20-0,40	1,06	0,20-0,40	1,22
0,40-0,60	0,91	0,40-0,60	>3,50
0,60-0,80	1,22	0,60-0,80	2,28
0,80-1,00	1,82	0,80-1,00	1,06
1,00-1,20	3,35	1,00-1,20	0,70
1,20-1,40	>3,50	1,20-1,40	1,12
1,40-1,60	>3,50	1,40-1,60	1,12
1,60-1,80	3,08	1,60-1,80	0,98
1,80-2,00	2,38	1,80-2,00	0,98
2,00-2,20	3,10	2,00-2,20	0,78
2,20-2,40	3,36	2,20-2,40	0,65
2,40-2,60	>3,50	2,40-2,60	0,65
2,60-2,80	>3,50	2,60-2,80	0,13
2,80-3,00	>3,50	2,80-3,00	0,13
3,00-3,20	>3,50	3,00-3,20	0,12
3,20-3,40	>3,50	3,20-3,40	0,12
3,40-3,60	>3,50	3,40-3,60	0,36
		3,60-3,80	>3,50
		3,80-4,00	>3,50

Ensayo de penetración nº3	
COTA (m)	CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²)
0,00-0,20	2,28
0,20-0,40	5,47
0,40-0,60	2,28
0,60-0,80	1,67
0,80-1,00	1,98
1,00-1,20	2,24
1,20-1,40	2,52
1,40-1,60	1,96
1,60-1,80	1,12
1,80-2,00	1,82
2,00-2,20	1,55
2,20-2,40	2,07
2,40-2,60	2,46
2,60-2,80	2,85
2,80-3,00	3,88
3,00-3,20	3,37
3,20-3,40	>3,50
3,40-3,60	>3,50
3,60-3,80	>3,50
3,80-4,00	>3,50
4,00-4,20	>3,50

CIMENTACIÓN MEDIANTE ZAPATAS SOBRE POZOS DE CIMENTACIÓN

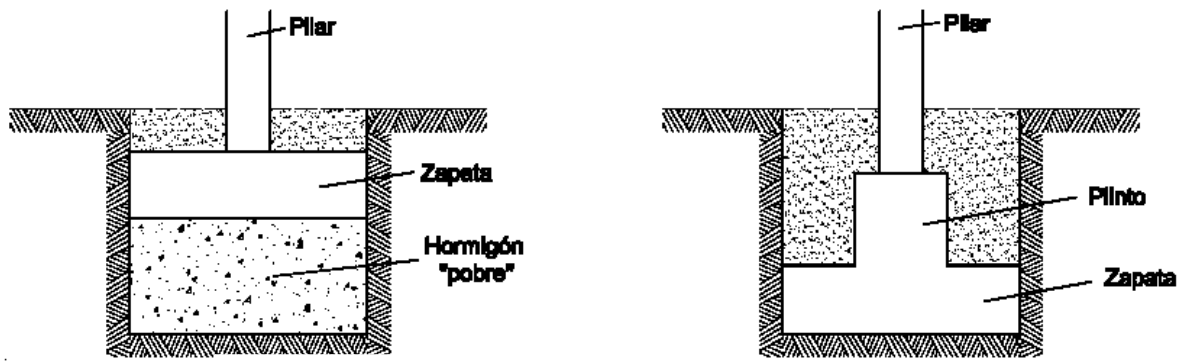
A la profundidad aproximada de cimentación de -1,20 m para el ascensor y de -2,40 m para la pasarela, con respecto a las rasantes de las fincas estudiadas, le corresponde un valor de capacidad portante **de 3,00 Kg/cm² para B=2,00 m disponiendo de una carga admisible suficiente para soportar** los esfuerzos del edificio a construir **que se considera como una edificación normal.**

Las cimentaciones semiprofundas se utilizan cuando:

- El terreno firme o la zona estable se encuentran a una profundidad demasiado grande para construir zapatas convencionales pero no lo suficientemente para obligar al empleo de pilotes, es decir, entre 3,00 y 7,00 m como valores típicos.
- La obra es tan pequeña que razones de espacio o económicas no justifican recurrir a un pilotaje.
- Existen esfuerzos horizontales que hay que absorber con la colaboración del terreno a empuje pasivo.

Los pozos plantean en algunos casos problemas de agotamiento y muy frecuentemente de entibación y de seguridad del personal, como más adelante indicaremos.

Estos pozos podrán, bien rellenarse de hormigón ciclópeo para después construir una zapata superficial, o bien ejecutar la zapata en el fondo de la excavación y levantar un pilar hasta la cota del primer forjado.



Tipos principales de pozos de cimentación

Estas soluciones con pozos rectangulares o circulares están condicionadas por los medios manuales de excavación, pudiendo alcanzar profundidades de 3 mts con medios mecánicos .

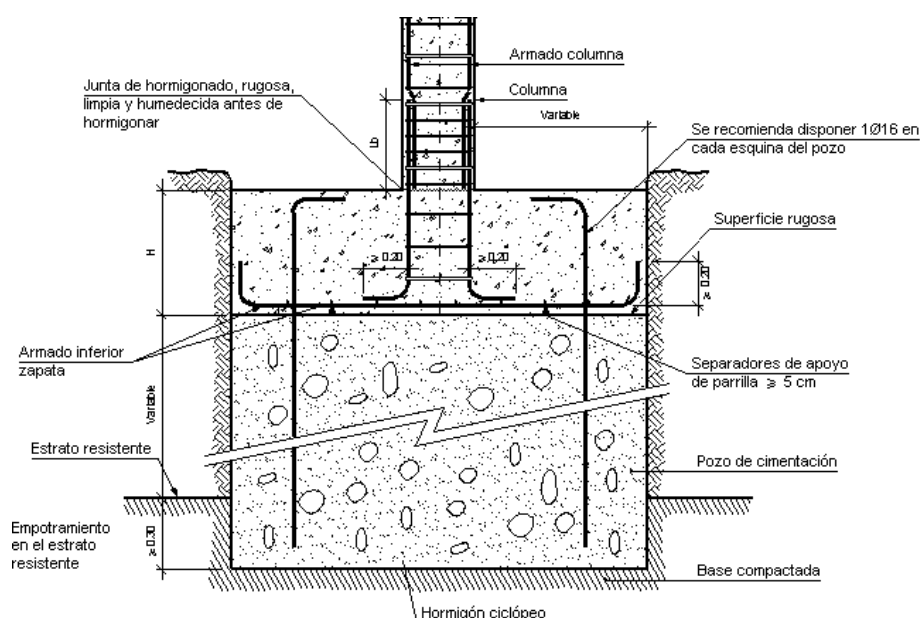
Las formas geométricas adoptadas, según la capacidad portante del terreno y su situación dependen de la edificación: los pozos circulares suelen variar desde los 0,60 m (dimensión mínima para permitir el acceso de un operario) hasta los 2 m de diámetro.

Generalmente, al producirse la acción lateral de las tierras sobre el pozo, impide el pandeo de este, por lo que se calcula como un soporte corto. Los pozos se pueden ejecutar de hormigón armado o de hormigón en masa.

De forma análoga a las zapatas, se deben disponer vigas de atado entre los pozos, para arriostramiento de los mismos, siendo criterio del proyectista cómo y cuándo deben disponerse.

Siguiendo las recomendaciones del CTE DB SE-C, en el apartado 4.1.3, en caso de que no se justifique la colaboración lateral del terreno siguiendo los criterios de la mecánica del suelo y existan momentos o esfuerzos horizontales apreciables, en el caso B de cimentación semiprofunda considerado **se deben introducir vigas centradoras**.

Se tendrá en cuenta el efecto de rozamiento negativo a que se someterán los pozos de cimentación al soportar la carga lateral del nivel de origen antrópico; las dimensiones en planta del dado, con independencia de los condicionantes constructivos, se calculan para que las tensiones en la base, como resultantes de la carga N, el peso de la zapata de hormigón armado, del dado y de las tierras, no superen la tensión admisible del terreno. De esta forma, hay que considerar el efecto negativo de sobrecarga de la propia estructura armada que constituye el pozo respecto al volumen de tierras eliminado en su ejecución.



Para zapatas en arcillas conviene resaltar que a igualdad de presiones admisibles adoptadas en pilares con distinta carga, las que resulten con mayor área de apoyo asentarán más en forma proporcional a la relación de anchos, por lo que además del estudio de influencia mutua de unas con otras, se deberá tener en cuenta este punto para disminuir los asientos diferenciales todo lo posible.

Para distintos anchos de zapata, el proyectista no deberá superar la capacidad portante enunciada anteriormente.

COEFICIENTE DE BALASTO

Según el método Winkler, para el dimensionado de la cimentación podemos adoptar para una tensión admisible de **3,00 Kg/cm²** un **coeficiente de balasto de 6,00 Kg/cm³** considerando una placa estándar de 30 x 30 cm.

6.3. ASIENTOS PREVISIBLES

Anteriormente ha quedado definido el asiento de consolidación mediante la aplicación de la fórmula para el cálculo de la tensión admisible facilitada por el CTE, que limita el asiento a 25 mm. No obstante, facilitamos a continuación un desarrollo del cálculo propuesto por Burland & Burbidge que corrobora los datos referidos al asiento, no superando en ningún caso el límite anteriormente definido.

Para el cálculo de asientos, seguiremos el **Método de Burland & Burbridge**, recomendado para suelos granulares con una proporción en peso de partículas de más de 20 mm inferior al 30% (Código Técnico de la Edificación, DB SE-C Cimientos, pág SE-C-137) que permite realizar una estimación de los asientos basándose en los resultados obtenidos en el ensayo SPT o de penetración a través de correlaciones debidamente contrastadas.

$$S_i = f_l \cdot f_s \cdot q'_b \cdot B^{0.7} \cdot I_c$$

$$S_t = f_t \cdot S_i$$

Aplicando la fórmula del método **de Burland & Burbidge**, enunciada anteriormente, obtenemos un asiento inicial de 0,67 cm y un asiento total de **1,00 cm** para zapatas rígidas de un ancho de $B=2,00$ m.

Se consideran zapatas rígidas aquellas en las que **el vuelo máximo medido en cualquiera de las dos direcciones es menor o igual a dos veces el canto**. En caso contrario, se considerarán flexibles.

ASIENTOS DIFERENCIALES

No se prevén asientos diferenciales ya que ha quedado demostrado que a nivel de la cota de cimentación las zapatas se situarán sobre la misma clase de terreno.

6.4. INTERACCIONES CON EDIFICIOS PRÓXIMOS

En las edificaciones medianeras en las que no haya sótano o semisótanos, se recomienda ejecutar el muro de cerramiento mediante bataches cortos para evitar afectar directamente a la cimentación o provocar el descalce de los muros o zapatas de dichas edificaciones.

6.5. EXCAVABILIDAD Y CONDICIONES DE ESTABILIDAD

RIPABILIDAD

El terreno es fácilmente ripable hasta la cota de cimentación con retroexcavadora pero se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

La terminación de la excavación en el fondo y las paredes debe tener lugar inmediatamente antes de la colocación de la solera de asiento, sea cual sea la naturaleza del terreno. Especialmente se tendrá en cuenta en terrenos arcillosos.

La excavación debe hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable.

Una vez hecha la excavación hasta la profundidad necesaria y antes de constituir la solera de asiento, se nivelará bien el fondo para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el proyecto, y se limpiará y apisonará ligeramente.

En el caso de excavaciones para cimentaciones a diferentes niveles, la ejecución de los trabajos debe hacerse de modo que se evite todo deslizamiento de las tierras comprendidas entre los dos niveles distintos.

El desplante de la cimentación recomendada requerirá la realización de una excavación puntual del orden de 2,40 m de profundidad. En estas condiciones, y dada la naturaleza de los materiales de relleno superficialmente encontrados, se considera necesaria la adopción de precauciones especiales para la contención provisional de tierras, según lo anteriormente comentado.

En el dimensionamiento del muro del mismo podrán adoptarse los siguientes parámetros orientativos de empuje y capacidad portante del terreno, para el nivel 1:

- Densidad aparente: $1,70 \text{ gr/cm}^3$.
- Cohesión efectiva: $0,00 \text{ kp/cm}^2$.
- Angulo de rozamiento interno efectivo: $22,00^\circ$.
- Coeficiente de empuje activo: 0,45.

7. ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO

De acuerdo con lo dispuesto en la normativa vigente (**NCSE-02 BOE del 11/10/2002**), no es necesaria la consideración de efectos sísmicos para el diseño estructural al darse las siguientes condiciones en la zona de influencia:

La aceleración sísmica básica en la provincia de Madrid resulta ser $<0,04g$, por lo tanto la aceleración sísmica de cálculo es de $0,052g$ para $t=100$ años $< 0,06g$.

8. OTRAS CONSIDERACIONES

8.1. PROFUNDIDAD NIVEL FREÁTICO Y MARGEN DE VARIACIÓN

No se ha detectado nivel freático a la cota de cimentación según los ensayos realizados por lo que se prevé que se encuentre a mayor profundidad no afectando a la estructura proyectada. No obstante, en el DPSH 2, realizado en la zona de la pasarela junto al edificio del gimnasio, se aprecia una falta de resistencia debido probablemente a infiltraciones de agua por deterioro de instalaciones o incluso a rellenos existentes de depósitos de combustible enterrados.

8.2. AGRESIVIDAD

(mg SO ₄ ²⁻ / Kg. de suelo seco)	No agresivo	Ataque débil (Q _a)	Ataque medio (Q _b)	Ataque fuerte (Q _c)
EHE	<2000	2000-3000	3000-12000	>12000
MUESTRA 8606/2447/S1 MA001	432			
MUESTRA 8606/2447 S1MA002	118			

En función de los resultados obtenidos, según la EHE-08, **las muestras de suelo ensayadas a nivel de cimentación NO son agresivas para el hormigón.**

8.3. EXPANSIVIDAD

Con los datos obtenidos de los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, hinchamiento libre en edómetro e hinchamiento Lambe, y según los criterios de expansividad recopilados por Rodríguez Ortiz, el riesgo de expansividad se considerará medio.

Por tanto, podemos suponer que son de esperar variaciones de volumen de los materiales arcillosos, especialmente si existen cambios importantes en la humedad del terreno. **Para evitar estos cambios, es inevitable aislar el subsuelo de la entrada de agua, con el fin de evitar posibles cambios de volumen.**

En los suelos potencialmente expansivos hay que unir la conjunción de la mineralogía, el clima y el cambio de estado tensional para que se produzca la expansión, aunque hay que tener en cuenta que tan peligrosa es la expansión (en época de humectación) como la retracción (en época de sequía).

La característica principal de las arcillas expansivas es la de producir movimientos como consecuencia de hinchamientos y retracciones del subsuelo sobre el cual apoya la cimentación, debidos a cambios de humedad y que provocan en la mayoría de los casos daños estructurales importantes.

Desde el punto de vista geotécnico, los suelos plásticos o arcillosos, son aquellos capaces de deformarse sin agrietarse, ni producir rebote elástico, cambiando su consistencia al variar el contenido de agua. En función de los cambios de contenido de humedad se dan diferentes estados físicos, siendo los límites para cada estado de consistencia los

conocidos como límites de Atterberg: límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, que son el punto de partida para la estimación de la expansividad de un suelo.

Deben cuidarse todas las conducciones y acometidas que lleven agua, disponiendo juntas flexibles que permitan movimientos, colocándolas en el interior de zanjas con rellenos granulares no muy compactos.






Los problemas en terrenos expansivos se dan sobre todo en estructuras ligeras, por lo que en este caso se estima que el peso del edificio compensaría el posible hinchamiento de los mismos. No obstante, es preceptivo mantener estable el nivel de humedad en el terreno, para evitar los posibles cambios de volumen, positivos o negativos. Para ello, en el caso de la elección de zapatas o losa de cimentación debe instalarse, además de los motivos antes expuestos, **una pantalla perimetral que impida la entrada de agua o la emigración de humedad de debajo del edificio, manteniendo así condiciones estables de humedad.**

En este tipo de suelos la capa activa es una zona afectada especialmente por las modificaciones climáticas. Las soluciones ante los mismos son:

- **Pozos rellenos de hormigón pobre u hormigón de cal** que atraviesen la capa activa, alcanzando profundidades mínimas del orden de 3,00 m; encima se dispone una verdadera zapata, sobre la que apoya un forjado estructural en la planta inferior del edificio, aislando ésta del terreno.
- Sustitución del terreno expansivo superficial por un material de aportación, grueso e inactivo, colocando una lámina impermeable entre el terreno y el material, de forma que no se produzcan entradas de agua en zonas profundas.

- **Todas las zapatas deben transmitir la misma presión al terreno y conseguir un arriostramiento adecuado de los vanos extremos de estructuras ligeras en los que los esfuerzos suelen ser más pronunciados.**

El diseño y construcción de cimentaciones en arcillas expansivas es siempre un problema complejo. Sin embargo, pueden adoptarse medidas y disposiciones constructivas que atenúen o minimicen los posibles efectos de la expansión del terreno:

-  La estructura debe proyectarse teniendo en cuenta la posibilidad de que se produzcan movimientos verticales importantes del terreno. El diseño de la tabiquería debe hacerse previendo los posibles efectos de asentamientos diferenciales, recurriendo incluso a la independización de muros y tabiques (split-construction).
-  No deben disponerse árboles en las proximidades del edificio, debiendo estar separados de él una distancia de al menos una vez o vez y media la altura de los árboles adultos.
-  Debe evitarse el riego excesivo de jardines junto al edificio. Debe disponerse un buen drenaje superficial de aguas de lluvia, y es conveniente disponer de amplias aceras perimetrales o pavimentados que eviten la formación de charcos junto al edificio y disminuyan la desecación del terreno perimetral del mismo.
-  Deben reducirse el número de huecos en paredes de fachada, procurando además que estén situados a más de 1,50 m de las esquinas. Los tabiques interiores deben sustituirse por paneles de hormigón o de ladrillo macizo. Deben rigidizarse los marcos de puertas y ventanas, conectándolos a elementos estructurales y utilizando cargadero común para huecos adyacentes. Deben evitarse los falsos techos de escayola, o bien no disponerlos pegados a las paredes.
-  Las soleras no deben ir apoyadas sobre el terreno sino constituirse en forjados independientes de él. Las riostras de cimentación deben situarse separadas del terreno un mínimo de 15 cm. Los porches deben llevar la cubierta volada desde el

edificio, evitando el apoyo sobre pilares exteriores al propio edificio. Las partes del edificio adosadas al cuerpo principal del mismo, como garajes, cobertizos, etc., deben estar separados por juntas de dilatación.

🖨 Deben cuidarse especialmente el diseño y la disposición de las tuberías de abastecimiento de agua y las de saneamiento, para evitar su rotura con los posibles movimientos verticales.

🖨 Para el diseño de muros de sótano debe tenerse en cuenta la presión de hinchamiento del terreno, que puede alcanzar valores de 5 a 10 t/m² en función del grado de expansividad, y si es posible deben construirse separados del terreno por un material inerte compresible.

8.4. COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD Y GRADO DE IMPERMEABILIDAD

Los ensayos de permeabilidad están indicados para terrenos en los que es necesario realizar drenajes o la cimentación se encuentra bajo el nivel freático obteniendo así en estos casos un conocimiento suficiente de sus propiedades hidráulicas.

En función de la composición del material investigado que conforma el subsuelo del solar objeto del estudio, se va a estimar, según el CTE Documento Básico de Seguridad Estructural y Cimientos, el coeficiente de permeabilidad del terreno (k_s) para poder determinar el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos sometidos a influencias hidráulicas.

Así, para los niveles identificados en el sondeo, el coeficiente de permeabilidad y el grado de impermeabilidad son los siguientes:

Nivel	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD $K_s(\text{cm/s})$	GRADO DE IMPERMEABILIDAD (mínimo exigido a los suelos)
1	$10^{-2} \leq K_s$	1
2	$10^{-2} < K_s < 10^{-5}$	1

9 RESUMEN Y CONCLUSIONES.

En el siguiente apartado resumiremos las características particulares del terreno estudiado mediante observaciones de campo, las unidades geotécnicas de los sondeos y el análisis de muestras de laboratorio.

- **El subsuelo** del solar objeto del presente estudio **está compuesto en primer lugar por** un nivel de **relleno artificial no controlado**, desde el inicio de los sondeos efectuados y hasta una cota máxima reconocida en el DPSH 2 de ellos de -2,40 m de profundidad. Este nivel deberá ser eliminado; sobre el mismo no deberá apoyar ningún elemento de la cimentación, pudiendo ocupar diferente espesor en otros puntos de la parcela. A partir del anterior nivel y hasta los 6,00 m de profundidad máxima reconocida en los sondeos aparece un material de características generales granulares, en atención al predominio de la fracción arenosa frente a la fracción limosa, con una alta tasa de compactación reconocida salvo un intervalo más o menos homogéneo, en una matriz margosa de color gris verdoso y alta plasticidad aparente a partir de los 3m.

NIVEL	Compresión simple	Módulo de elasticidad	Coeficiente de Poisson	Densidad húmeda	Densidad seca	Peso específico aparente	Ángulo de rozamiento interno	(Navfac, 1971) Tipo de suelo	
	Qu (KN/m ²)	(E) MN/m ²	(u)	(γ_{sat}) (KN/m ³)	(γ_d) (KN/m ³)	(KN/m ³)	(ϕ)	Cohesión compactado (t/m ²)	Cohesión saturado (t/m ²)
1	--	--	--	--	--	17,0	20	--	--
2	200	30	0,30	20,7	18,5	21,0	31	7.57	1.12

- La cota de inicio de los diferentes trabajos de campo se sitúa según la siguiente tabla:

Trabajo	Cota (m)
S-1	0.00
DPSH-1	-0.20
DPSH-2	-0.20
DPSH-3	-0.20

- Como predimensionado de las actuaciones constructivas a realizar en la ejecución de las obras proyectadas debemos contemplar las siguientes recomendaciones preliminares:
- Ejecución de un sistema de cimentación directo y continuo mediante zapatas sobre pozos de cimentación.
- Consideraremos una cota de apoyo para el **ascensor** de $-1,20$ m bajo la cota de la rasante actual hormigonada y siempre dentro del nivel 2. Para la zona de la **pasarela** se recomienda alcanzar al menos $-2,40$ m bajo la pista deportiva garantizando la viabilidad de las soluciones de cimentación propuestas mediante la realización de dos comprobaciones:
- Que la tensión admisible del terreno para el elemento de cimentación, a la cota especificada, sea superior a la tensión media que transmitirá el mismo.
- Que el incremento de tensión efectiva que producirá el elemento de cimentación seleccionado sobre el plano de cimentación producirá un asiento igual o inferior al asiento máximo admisible para este tipo de cimentación y terreno.
- A partir de un modelo de cálculo en material de características generales granulares se ha llegado a una capacidad portante inicial del terreno inicial de $3,00 \text{ Kp/cm}^2$, como un valor superficialmente limitado y para una cimentación directa, rígida y continua.

- El desplante de la cimentación recomendada requerirá la realización de una excavación máxima puntual del orden de 2,40 m de profundidad. En estas condiciones, y en presencia de edificios medianeros, se considera necesaria la adopción de precauciones especiales para la contención tanto provisional como definitiva de tierras.
- Los anteriores elementos de cimentación habrán de superar en todos los casos el nivel 1, de origen antrópico y nula capacidad portante, por lo que, dada su máxima potencia reconocida, y la tipología estructural contemplada de modo que descansen sobre un material de compacidad medianamente densa, ponderada a la baja por quedar del lado de la seguridad
- **A la profundidad aproximada de cimentación de -1,20 m para el ascensor y de -2,40 m para la pasarela** , con respecto a las rasantes de las fincas estudiadas, le corresponde un valor de capacidad portante **de 3,00 Kg/cm² para B=2,00 m disponiendo de una carga admisible suficiente para soportar** los esfuerzos del edificio a construir **que se considera como una edificación normal**
- Aplicando la fórmula del método de **Burland & Burbidge**, enunciada anteriormente, obtenemos un asiento inicial de 0,67 cm y un asiento total de **1,00 cm** para zapatas rígidas de un ancho de B=2,00 m
- Según el método Winkler, para el dimensionado de la cimentación podemos adoptar para una tensión admisible de **3,00 Kg/cm² un coeficiente de balasto de 6,00 Kg/cm³ considerando una placa estándar de 30 x 30 cm.**
- En las edificaciones medianeras en las que no haya sótano o semisótanos, se recomienda ejecutar el muro de cerramiento mediante bataches cortos para evitar afectar directamente a la cimentación o provocar el descalce de los muros o zapatas de dichas edificaciones.

- El terreno hasta la cota de cimentación es fácilmente **ripable** con medios convencionales (ver apartado 6.5).
- No se ha detectado **nivel freático** a la cota de cimentación ni en los ensayos realizados por lo que se prevé que se encuentre a mayor profundidad no afectando a la estructura proyectada. No obstante, en el DPSH 2, realizado en la zona de la pasarela junto al edificio del gimnasio, se aprecia una falta de resistencia debido probablemente a infiltraciones de agua por deterioro de instalaciones o incluso a rellenos existentes de depósitos de combustible enterrados
- La localidad de Madrid se encuentra enmarcada en la zona de peligrosidad sísmica nula ($a_b < 0,04g$), por lo tanto la aceleración sísmica de cálculo es de $0,052g$ para $t=100$ años $< 0,06g$, según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.
- El **contenido en sulfatos** del suelo a la cota de cimentación clasifica a las muestras analizadas como no agresivas al ser su valor inferior a 2000 ppm.
- Con los datos obtenidos de los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, hinchamiento libre en edómetro e hinchamiento Lambe, y según los criterios de expansividad recopilados por Rodríguez Ortiz, el riesgo de expansividad se considerará medio. Por tanto, podemos suponer que son de esperar variaciones de volumen de los materiales arcillosos, especialmente si existen cambios importantes en la humedad del terreno. **Para evitar estos cambios, es inevitable aislar el subsuelo de la entrada de agua, con el fin de evitar posibles cambios de volumen**
- El **grado de impermeabilidad** mínimo exigido a los suelos sometidos a influencias hidráulicas está en relación directa con el coeficiente de permeabilidad del terreno (K_s). La cimentación prevista, se apoyará sobre un nivel con un grado de impermeabilidad 1 (**ver apartado 8.4.**).

Finalmente, señalaremos que la interpretación de los datos recopilados a través de los trabajos de campo realizados es únicamente fidedigna en los puntos investigados y en la fecha de su ejecución. De esta manera, su extensión al resto del subsuelo del solar objeto del presente estudio sólo puede ser una interpretación razonable debido al estado actual de las técnicas y las normas empleadas.

Cualquier irregularidad detectada durante la ejecución de la obra no recogida en los ensayos de campo o en los ensayos de laboratorio del presente informe deberá ser objeto de estudio para evaluar su posible repercusión en la futura construcción. Asimismo, cualquier cambio de cota de apoyo respecto a la expresada en el presente informe deberá ser comunicado a nuestros técnicos para certificar sus propiedades geomecánicas, resistentes y químicas.

ESTE INFORME CONSTA DE 46 PÁGINAS NUMERADAS

22 de noviembre de 2019

Jefe de Área de Geotecnia



César Cambeses Torres

Col. 856 – Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de
Andalucía

Cartografía de Planea (Comunidad de Madrid)

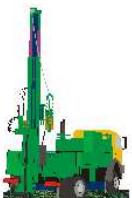
UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA (DPSH) Y SONDEOS MECÁNICOS



Cartografía de la Oficina Virtual del Catastro



: ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH (P)



: SONDEO MECÁNICO (S)

ANEJO – B

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

ANEJO – B-1

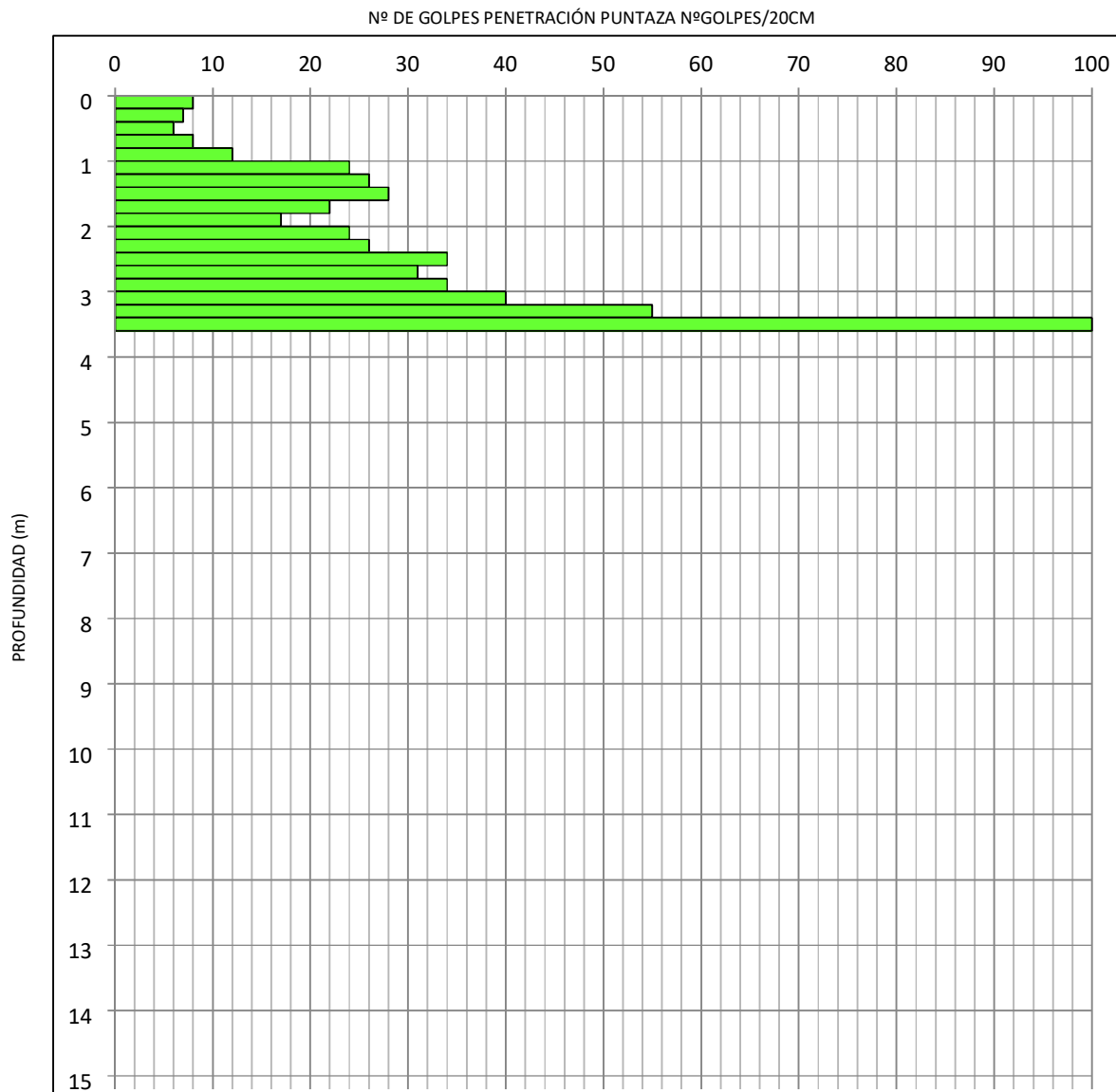
ACTA(S) DE RESULTADOS DE ENSAYO(S) DPSH



Nº ACTA	Nº COD/ORDEN	Nº REGISTRO	FECHA	PÁGINA
11733	8606/2447	8606/2447 P1	15/11/19	1 DE 1

ACTA DE RESULTADOSREALIZACIÓN DE ENSAYO DPSH S/UNE EN ISO 22476-2-2008
EQUIPO UTILIZADO: PENETRÓMETRO Mod. PDP 3.10D/N dinámico automático

OBRA:	ASCENSOR Y PASARELA	TIPO DE CONO	VARILLAJE	DISPOSITIVO DE GOLPEO
PETICIONARIO:	C. MADRID. C. DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN. D.G INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	RECUPERABLE:	DIÁMETRO mm	32
LOCALIZACIÓN:	AVDA LOS TOREROS, MADRID	PERDIDO:	LONGITUD m	1
FECHA/HORA ENSAYO:	12/11/19 16:25	ASA KG:	0.67	8
OPERARIO:	1	OBSERVACIONES:		
TIEMPO:	35"			
COTA INICIO:	-0.20 M			
PROF. ALCANZADA:	-4.00 M			
COND.AMBIENTALES	SOLEADO			

NIVEL
FREÁTICO

NO SE DETECTA

Los resultados contenidos en este acta de resultados solo afectan a los ensayos realizados. El presente acta de resultados no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.

COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE
MURCIA

Copias enviadas a:

Jefe de Área

Francisco Rico Forte
COLEGIADO Nº1.159César Cambeses Torres
COLEGIADO Nº856LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
CON CÓDIGO MUR-L-10

RCG 5-10-1-8 REV.11 10/10/2019

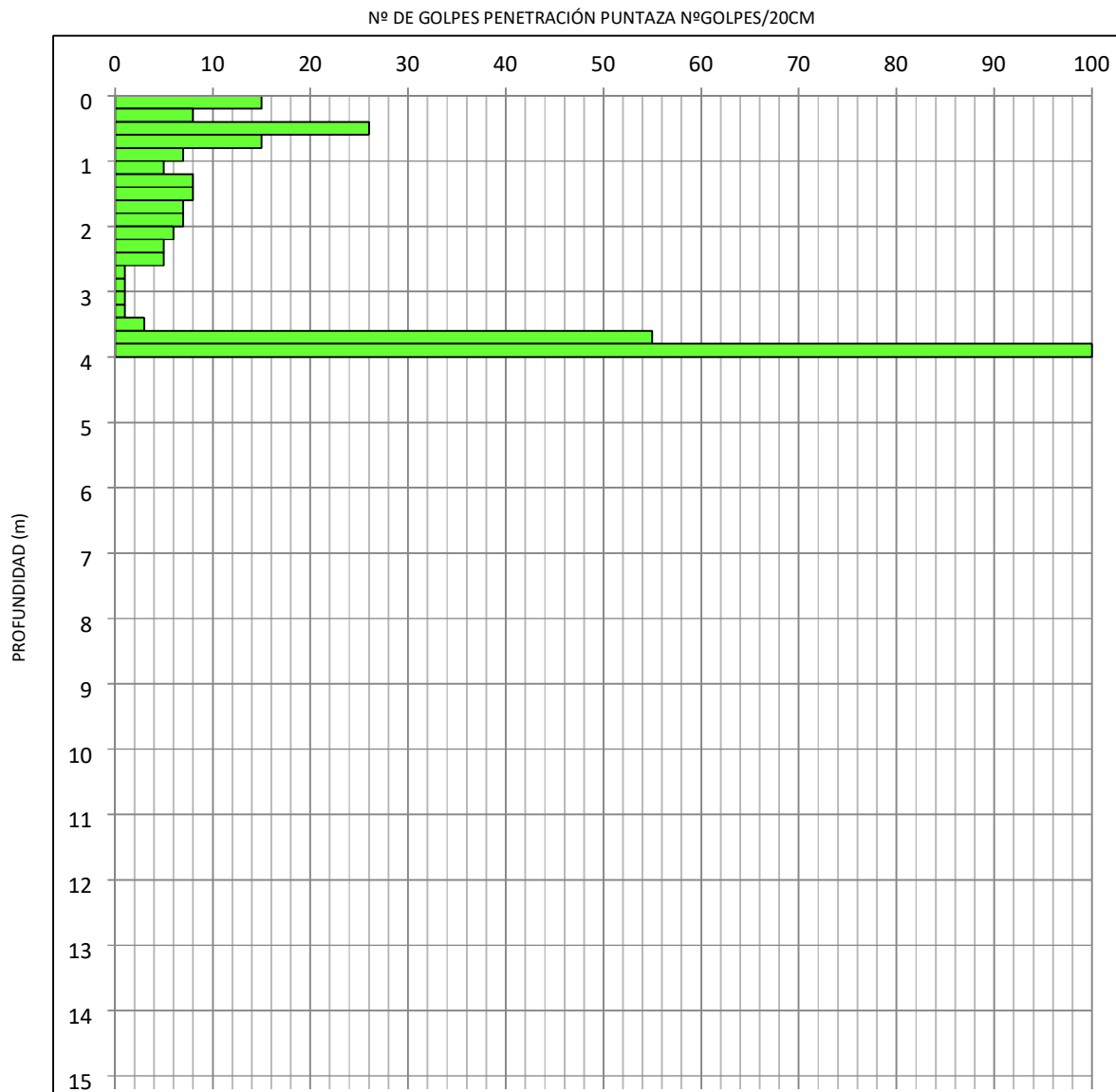


Nº ACTA	Nº COD/ORDEN	Nº REGISTRO	FECHA	PÁGINA
11734	8606/2447	8606/2447 P2	15/11/19	1 DE 1

ACTA DE RESULTADOSREALIZACIÓN DE ENSAYO DPSH S/UNE EN ISO 22476-2-2008
EQUIPO UTILIZADO: PENETRÓMETRO Mod. PDP 3.10D/N dinámico automático

OBRA:	ASCENSOR Y PASARELA	
PETICIONARIO:	C. MADRID. C. DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN. D.G INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	
LOCALIZACIÓN:	AVDA LOS TOREROS, MADRID	
FECHA/HORA ENSAYO:	13/11/19 16:20	
OPERARIO:	1	
TIEMPO:	20"	
COTA INICIO:	-0.20	
PROF. ALCANZADA:	-4.00 M	
COND.AMBIENTALES	SOLEADO	

TIPO DE CONO		VARILLAJE		DISPOSITIVO DE GOLPEO	
RECUPERABLE:		DIÁMETRO mm	32	MASA Kg	63,5
PERDIDO:	x	LONGITUD m	1		
MASA KG:	0.67	MASA Kg/m	8		
OBSERVACIONES:					

NIVEL
FREÁTICO

SE DETECTA A -2.80 M

Los resultados contenidos en este acta de resultados solo afectan a los ensayos realizados. El presente acta de resultados no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.

COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE
MURCIA

Copias enviadas a:

Jefe de Área

Francisco Rico Forte
COLEGIADO Nº1.159César Cambeses Torres
COLEGIADO Nº856LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
CON CÓDIGO MUR-L-10

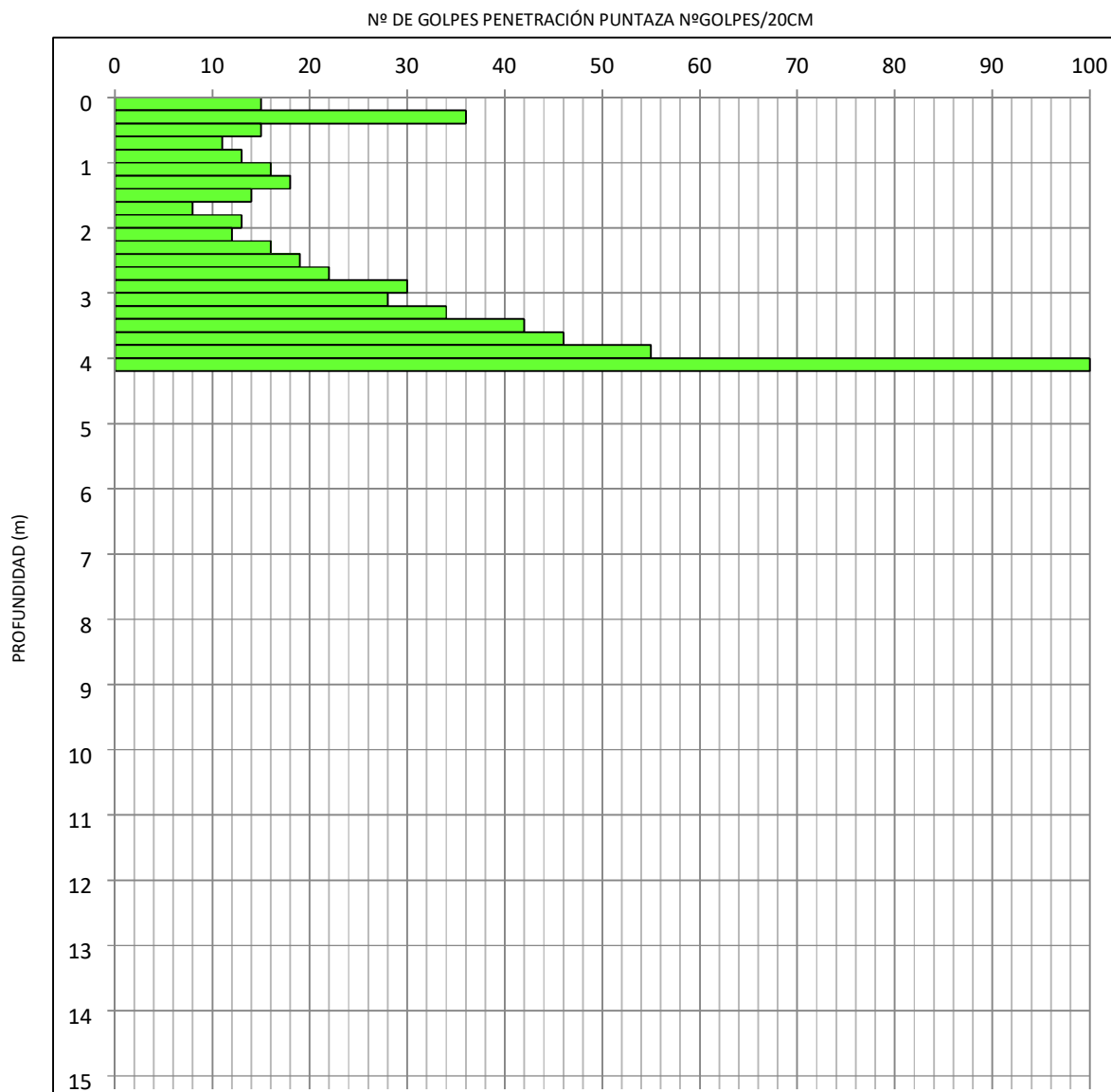
RCG 5-10-1-8 REV.11 10/10/2019



Nº ACTA	Nº COD/ORDEN	Nº REGISTRO	FECHA	PÁGINA
11735	8606/2447	8606/2447 P3	15/11/19	1 DE 1

ACTA DE RESULTADOSREALIZACIÓN DE ENSAYO DPSH S/UNE EN ISO 22476-2-2008
EQUIPO UTILIZADO: PENETRÓMETRO Mod. PDP 3.10D/N dinámico automático

OBRA:	ASCENSOR Y PASARELA	TIPO DE CONO	VARILLAJE	DISPOSITIVO DE GOLPEO		
PETICIONARIO:	C. MADRID. C. DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN. D.G INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS	RECUPERABLE:	DIÁMETRO mm	32	MASA Kg	63,5
LOCALIZACIÓN:	AVDA LOS TOREROS, MADRID	PERDIDO:	x	LONGITUD m	1	
FECHA/HORA ENSAYO:	13/11/19 17:20	MASA KG:	0.67	MASA Kg/m	8	
OPERARIO:	1	OBSERVACIONES:				
TIEMPO:	30"					
COTA INICIO:	-0.10 M					
PROF. ALCANZADA:	-4.20 M					
COND.AMBIENTALES	SOLEADO					

NIVEL
FREÁTICO

NO SE DETECTA

Los resultados contenidos en este acta de resultados solo afectan a los ensayos realizados. El presente acta de resultados no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.

COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE
MURCIA

Copias enviadas a:

Jefe de Área

Francisco Rico Forte
COLEGIADO Nº1.159César Cambeses Torres
COLEGIADO Nº856LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
CON CÓDIGO MUR-L-10

RCG 5-10-1-8 REV.11 10/10/2019

ANEJO – B-2

REPORTAJE FOTOGRÁFICO DE ENSAYO(S) DPSH



Fotografía 1: Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica DPSH nº1 con puntaza perdida



Fotografía 2: Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica DPSH nº2 con puntaza perdida



Fotografía 3: Emplazamiento del ensayo de penetración dinámica DPSH nº3 con puntaza perdida

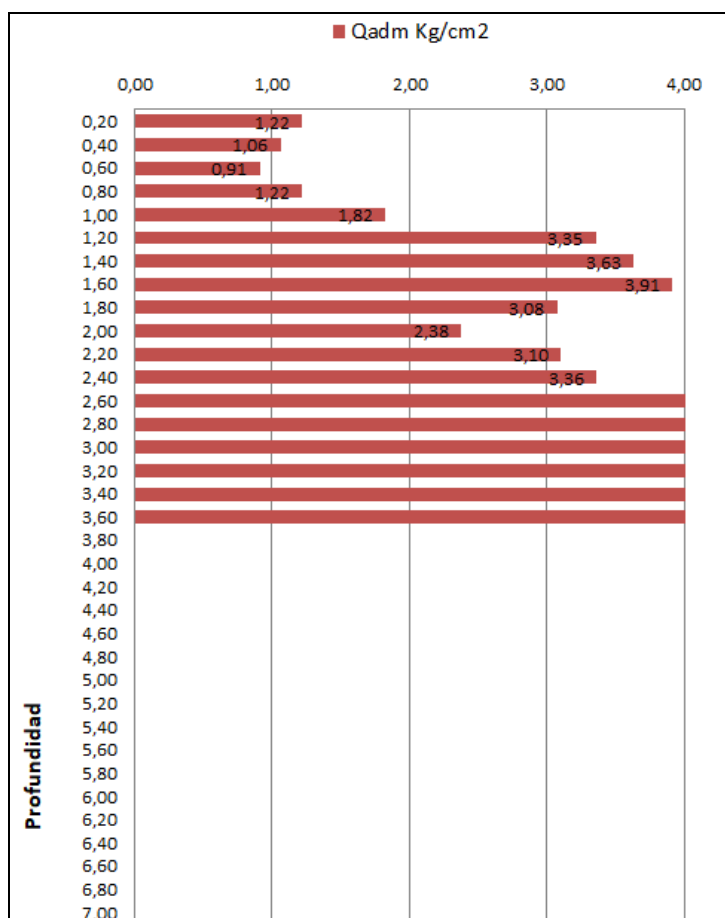
ANEJO – C

GRÁFICO DE LAS TENSIONES ADMISIBLES DEL TERRENO RESPECTO A LA PROFUNDIDAD

**ESTUDIO GEOTÉCNICO: E.G. 8606/2447 OBRA: CIMENTACIÓN DE UN ASCENSOR Y LA DE
LOS PILARES QUE SUJETAN UNA PASARELA, EN EL IES AVENIDA DE LOS TOREROS,
MADRID**

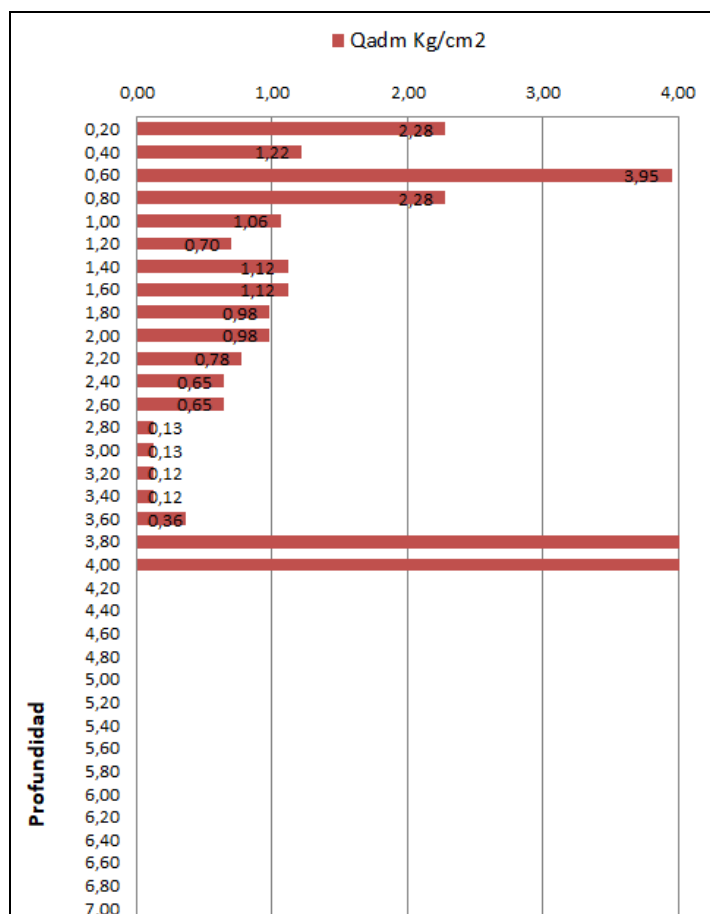
PENETRÓMETRO Nº 1

Cota de inicio: -0.20 M
Prof. Alcanzada: -3,60 m.
Aparición de agua NO



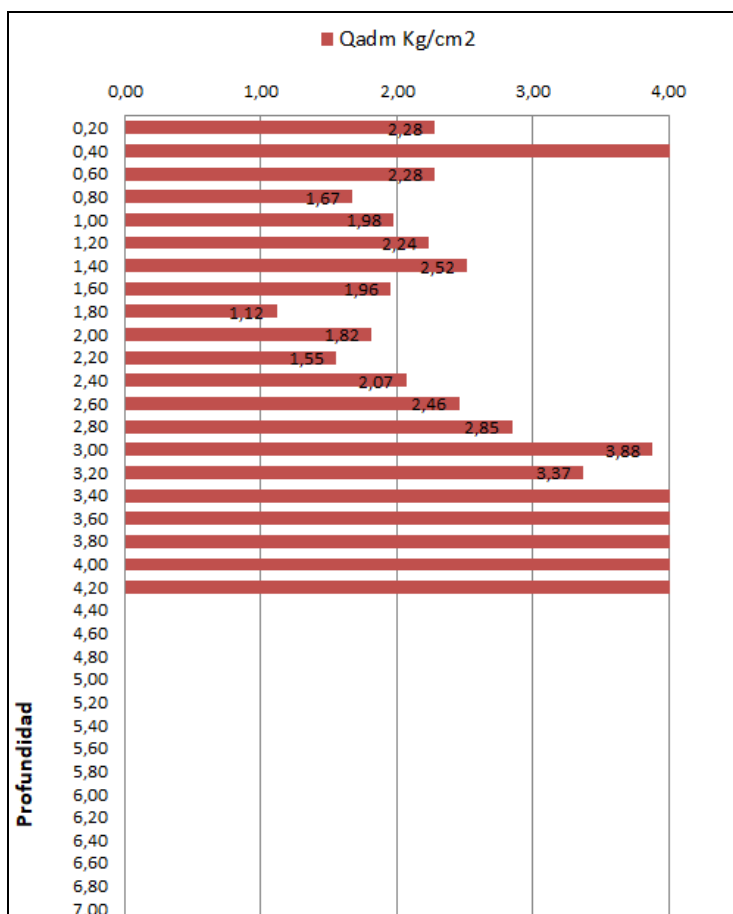
PENETRÓMETRO Nº 2

Cota de inicio: -0.20 M
Prof. Alcanzada: -4,00 m.
Aparición de agua SÍ -2,80 M



PENETRÓMETRO Nº 3

Cota de inicio: -0.10 M
Prof. Alcanzada: -4,20 m.
Aparición de agua NO



ANEJO – D
SONDEO(S) MECÁNICO(S)

ANEJO – D-1
ACTA(S) DE RESULTADOS DE SONDEO(S) MECÁNICO(S) Y ENSAYO(S)

ANEJO -D-2

REPORTAJE FOTOGRÁFICO DE SONDEO(S) MECÁNICO(S)



Emplazamiento del sondeo nº1 en el solar objeto del estudio

SONDEO Nº1: CAJA Nº1

COD./ORDEN: 8606/2447
SITUACIÓN: AVDA DE LOS TOREROS
(MADRID)

Profundidad: de 0.00 a 3.00 mts



SONDEO Nº1: CAJA Nº2

COD./ORDEN: 8606/2447
SITUACIÓN: AVDA DE LOS TOREROS
(MADRID)

Profundidad: de 3.00 a 6.00 mts



ANEJO – E

ENSAYO DE MUESTRAS EN LABORATORIO ACREDITADO

ANEJO – E-1

ACTA(S) DE RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (U.S.C.S.)

GRUPOS PRINCIPALES			CLASES	DESCRIPCIÓN
Suelos de grano grueso: Más del 50 % de material es retenido en el tamiz nº 200 ASTM (0,08 UNE).	Gravas y suelos con gravas: Más del 50 % de la fracción gruesa es retenida en el tamiz 5 UNE.	Gravas limpias (poco o nada de finos)	GW	Gravas bien graduadas. Mezclas de gravas y arenas con pocos o nada de finos
			GP	Gravas mal graduadas. Mezclas de gravas y arenas con pocos o nada de finos
		Gravas con finos (considerable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas. Mezclas de grava-arena-limo.
			GC	Gravas arcillosas. Mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla
	Arenas y suelos arenosos: Más del 50 % de la fracción gruesa pasa por el tamiz 5 UNE.	Arenas limpias (poco o nada de finos)	SW	Arenas bien graduadas. Arenas con gravas, poco o nada de finos.
			SP	Arenas mal graduadas. Arenas con gravas, poco o nada de finos.
		Arenas con finos (considerable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas. Mezclas de arena y limo
			SC	Arenas arcillosas. Mezclas de arena y arcilla
Suelos de grano fino: Más del 50 % de material pasa por el tamiz nº 200 ASTM (0,08 UNE)	Limos y arcillas: (límite líquido menor de 50)		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas; arenas arcillosas o limosas; limos arcillosos poco plásticos.
			CL	Arcillas inorgánicas poco plásticas; arcillas con gravas, arcillas arenosas y limosas.
			OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de poca plasticidad
	Limos y arcillas: (límite líquido mayor de 50)		MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas.
			CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada.
			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
SUELOS MUY ORGÁNICOS			PT	Suelos turbosos u otros de alto contenido orgánico.

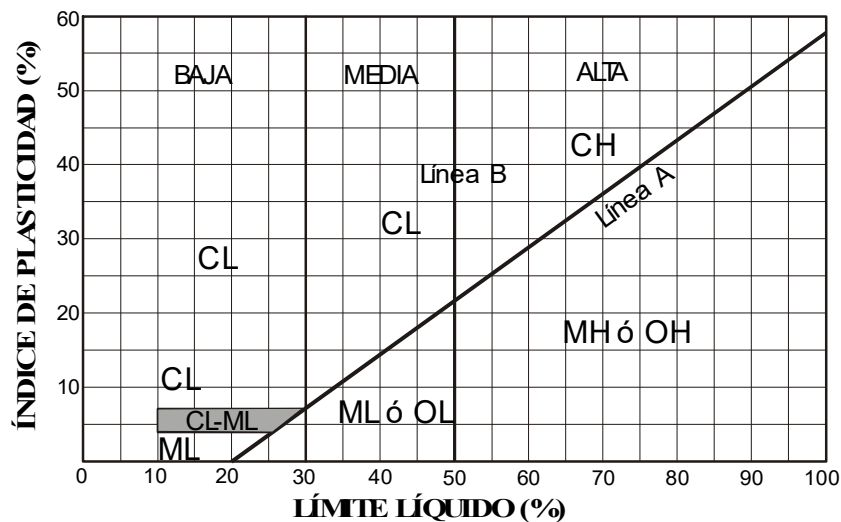


DIAGRAMA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE

Nota: La clasificación de los suelos de grano fino se debe efectuar con el diagrama de plasticidad de Casagrande, en función de los valores del límite líquido e índice de plasticidad.



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

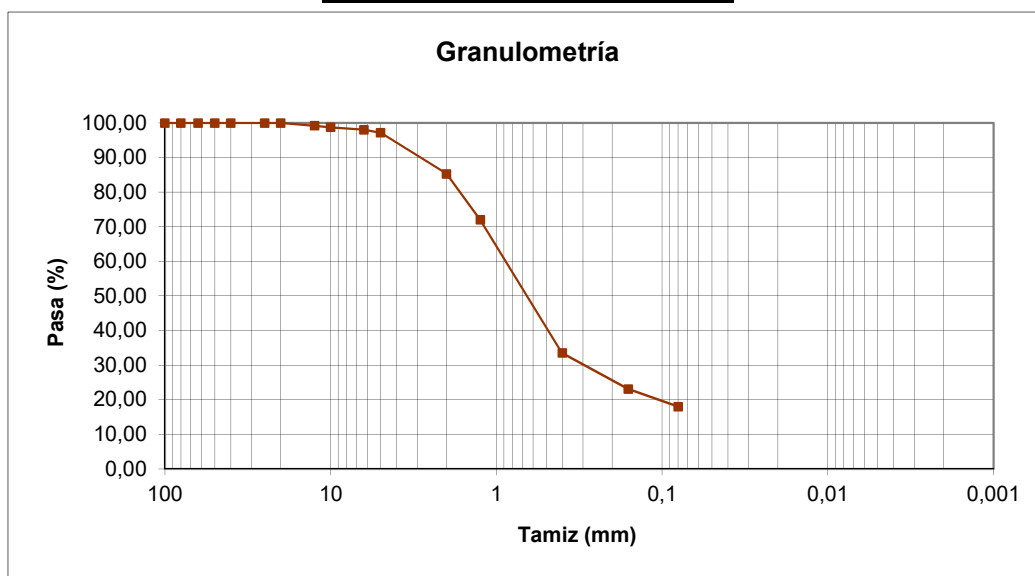
HOJA Nº 1 DE 3

Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
11763	8606/2447	8606/2447/S1 MA001	8606/2447	21/11/2019
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA				
Nº Albarán	Condiciones Ambientales Muestreo		Fecha de Muestreo	
5071	SOLEADO		30/10/2019	
Inicio/Fin del Ensayo		Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
06/11/19 - 20/11/19		21/11/2019	Entregado en lab	0,60-0,90

PETICIONARIO
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MADRID. D.G INFRAESTRUCTURA Y OBRAS PÚBLICAS
OBRA Y UBICACIÓN
INSTALACIÓN ASCENSOR Y PASARELA IES AVDA LOS TOREROS, MADRID

DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorios de suelos Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico UNE 17892-12:2018
	Análisis granulométrico de suelos por tamizado. UNE 17892-4:2016
	Ingeniería Geotécnica. Identificación y clasificación de suelos UNE-EN ISO 14688-1 y UNE-EN ISO 14688-2

RESULTADOS DE ENSAYOS





Análisis granulométrico

Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
Pasante (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	98,7	98,0	97,2	85,3	72,0	33,5	23,1	18,0

Clasificación de suelo (USCS)	Arena limosa SM
Límites Atterberg	NO PLÁSTICO
Límite Líquido, LL (%)	
Límite Plástico, LP (%)	
Índice Plasticidad, IP (%)	

Observaciones:

DIRECTOR DE LABORATORIO	JEFE DE ÁREA
 COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA Francisco Rico Forte COLEGIADO Nº: 1.159	 COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE ANDALUCÍA César Cambeses Torres COLEGIADO Nº: 856

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10
Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.
-Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo
-Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
11763	8606/2447	8606/2447/S1 MA001	8606/2447	21/11/2019
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA				
Nº Albarán		Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
5071		SOLEADO	30/10/2019	
Inicio/Fin del Ensayo		Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
06/11/19 - 20/11/19		21/11/2019	Entregado en lab	0,60-0,90

HOJA Nº 2 DE 3

PETICIONARIO

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA C

OBRA Y UBICACIÓN

INSTALACIÓN ASCENSOR Y PASARELA
IES AVDA LOS TOREROS, MADRID

DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS

Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorios de suelos. Parte 1.
Humedad 17892-1:2015
Determinación cuantitativa de los sulfatos de un suelo UNE 103201:2019

RESULTADOS DE ENSAYOS

HUMEDAD NATURAL (%)

16,50

DETERMINACIÓN DE SULFATOS (mg/kg)

432

Observaciones:

DIRECTOR DE LABORATORIO

COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE
MURCIA

Francisco Rico Forte

COLEGIADO Nº: 1.159

JEFE DE ÁREA

COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE
ANDALUCÍA

César Cambeses Torres

COLEGIADO Nº: 856

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10
Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.
-Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo
-Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
11763	8606/2447	8606/2447/S1 MA001	8606/2447	21/11/2019
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA				
Nº Albarán		Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
5071		SOLEADO	30/10/2019	
Inicio/Fin del Ensayo		Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
06/11/19 - 20/11/19		21/11/2019	Entregado en lab	0,60-0,90

HOJA Nº 3 DE 3

PETICIONARIO

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA C

OBRA Y UBICACIÓN

INSTALACIÓN ASCENSOR Y PASARELA
IES AVDA LOS TOREROS, MADRID

DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS

Determinación de la expansividad de un suelo en el aparato Lambe. UNE 103.600:96

Índice de hinchamiento

0,01 MPa

Cambio de volumen potencial

No crítico

Observaciones:

DIRECTOR DE LABORATORIO

COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE
MURCIA

Francisco Rico Forte

COLEGIADO Nº: 1.159

JEFE DE ÁREA

COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE
ANDALUCÍA

César Cambeses Torres

COLEGIADO Nº: 856

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10

Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.

-Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo

-Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.



HOJA Nº 1 DE 4

PETICIONARIO

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA
COMUNIDAD DE MADRID. D.G INFRAESTRUCTURA Y
SERVICIOS

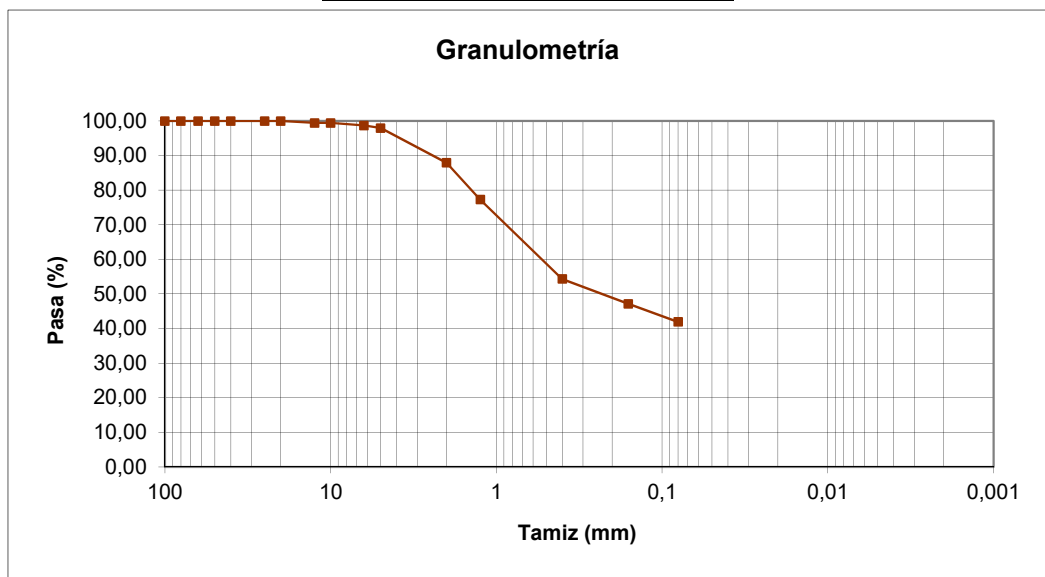
OBRA Y UBICACIÓN

INSTALACIÓN ASCENSOR Y PASARELA
IES AVDA LOS TOREROS, MADRID

Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
11764	8606/2447	8606/2447 S1MA002	8606/2447	21/11/2019
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA				
Nº Albarán	Condiciones Ambientales Muestreo		Fecha de Muestreo	
5072	SOLEADO		30/10/2019	
Inicio/Fin del Ensayo		Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
06/11/19 - 20/11/19		21/11/2019	Entregado en lab	8,00 A 3,50

DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorios de suelos Parte 12: Determinación del límite líquido y del límite plástico UNE 17892-12:2018
	Análisis granulométrico de suelos por tamizado. UNE 17892-4:2016
	Ingeniería Geotécnica. Identificación y clasificación de suelos UNE-EN ISO 14688-1 y UNE-EN ISO 14688-2

RESULTADOS DE ENSAYOS



Análisis granulométrico

Tamiz (mm)	100	80	63	50	40	25	20	12,5	10	6,3	5	2	1,25	0,4	0,16	0,08
Pasante (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	99,4	98,7	97,9	87,9	77,3	54,3	47,1	41,9

Clasificación de suelo (USCS)	Arena arcillosa SC
Límites Atterberg	
Límite Líquido, LL (%)	36,79
Límite Plástico, LP (%)	18,10
Índice Plasticidad, IP (%)	18,69

Observaciones:

DIRECTOR DE LABORATORIO	JEFE DE ÁREA
 COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA Francisco Rico Forte COLEGIADO Nº: 1.159	 COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE ANDALUCÍA César Cambeses Torres COLEGIADO Nº: 856

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10
Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.
-Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo
-Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

HOJA N° 2 DE 4

PETICIONARIO

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA C

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

OBRA Y UBICACIÓN

INSTALACIÓN ASCENSOR Y PASARELA
IES AVDA LOS TOREROS, MADRID

Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
11764	8606/2447	8606/2447 S1MA002	8606/2447	21/11/2019
Nº Albarán		Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
5072		SOLEADO	30/10/2019	
Inicio/Fin del Ensayo		Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
06/11/19 - 20/11/19		21/11/2019	Entregado en lab	3,00 A 3,50

DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS

Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorios de suelos. Parte 3.
Densidad 17892-3:2018
Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorios de suelos. Parte 1.
Humedad 17892-1:2015
Determinación cuantitativa de los sulfatos de un suelo UNE 103201:2019

RESULTADOS DE ENSAYOS

HUMEDAD NATURAL (%)

11,70

DENSIDAD DE UN SUELO (g/cm³)

DENSIDAD HÚMEDA

2,07

DENSIDAD SECA

1,85

DETERMINACIÓN DE SULFATOS (mg/kg)

118

Observaciones:

DIRECTOR DE LABORATORIO

COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE
MURCIA

Francisco Rico Forte

COLEGIADO Nº: 1.159

JEFE DE ÁREA

COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE
ANDALUCÍA

César Cambeses Torres

COLEGIADO Nº: 856

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10
Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.
-Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo
-Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

HOJA Nº 3 DE 4

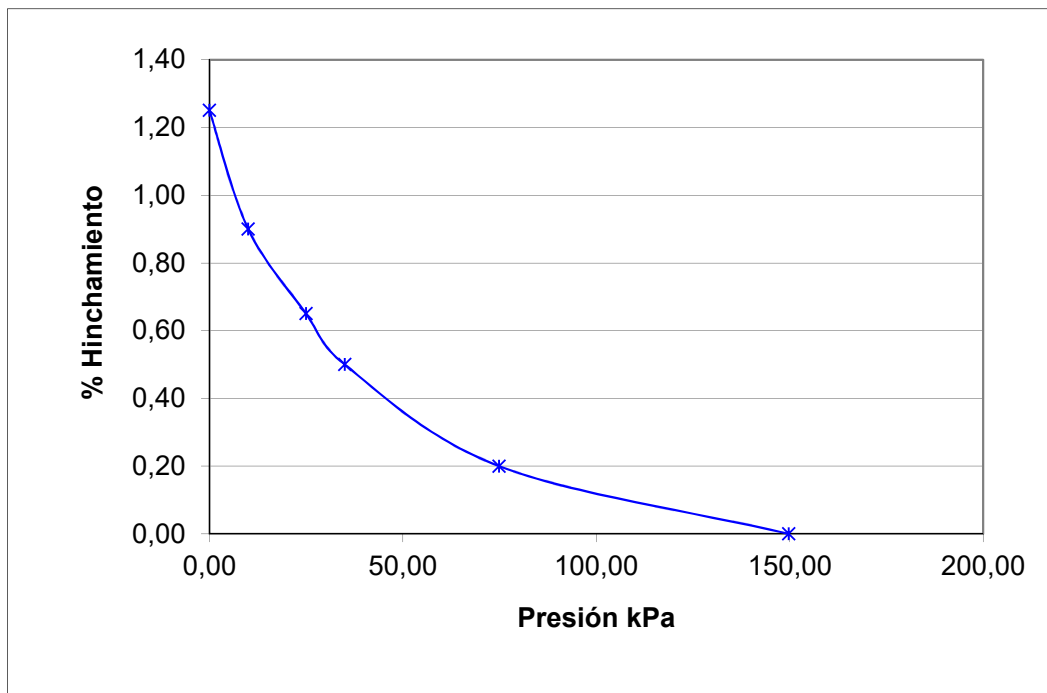
Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
11764	8606/2447	8606/2447 S1MA002	8606/2447	21/11/2019
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA				
Nº Albarán		Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
5072		SOLEADO	30/10/2019	
Inicio/Fin del Ensayo		Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
06/11/19 - 20/11/19		21/11/2019	Entregado en lab	3,00 A 3,50

PETICIONARIO
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA C
OBRA Y UBICACIÓN
INSTALACIÓN ASCENSOR Y PASARELA IES AVDA LOS TOREROS, MADRID


DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS	Ensayo para calcular la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro. UNE 103.602:96
------------------------	---

RESULTADOS DE ENSAYOS

Presión de hinchamiento:	149,77 KPa	Densidad seca inicial:	1,82 g/cm ³
Humedad inicial de la probeta:	12,68 %	Humedad final de la probeta:	17,11 %



Observaciones:

DIRECTOR DE LABORATORIO	JEFE DE ÁREA
 COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA Francisco Rico Forte COLEGIADO Nº: 1.159	 COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE ANDALUCÍA César Cambeses Torres COLEGIADO Nº: 856

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10
Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.
-Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo
-Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS**

Nº ACTA	CÓD/OBRA	CÓD/MUESTRA	EXPEDIENTE	FECHA
11764	8606/2447	8606/2447 S1MA002	8606/2447	21/11/2019

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			
Nº Albarán	Condiciones Ambientales Muestreo	Fecha de Muestreo	
5072	SOLEADO	30/10/2019	
Inicio/Fin del Ensayo	Fecha Recepción	Recogido en:	Prof.(m)
06/11/19 - 20/11/19	21/11/2019	Entregado en lab	8,00 A 3,50

HOJA Nº 4 DE 4

PETICIONARIO

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA C

OBRA Y UBICACIÓN

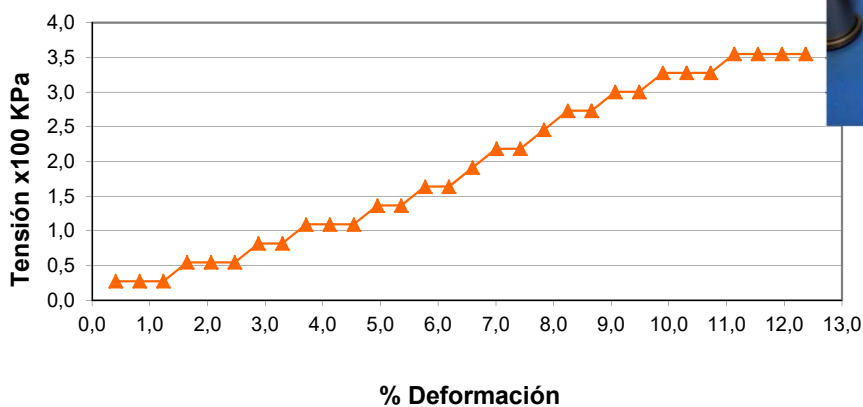
INSTALACIÓN ASCENSOR Y PASARELA
IES AVDA LOS TOREROS, MADRID

DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS

Rotura a compresión simple. UNE EN ISO 17892-7:2019

RESULTADOS DE ENSAYOS

Ensayo con Muestra	Alterada
Diámetro d (cm)	8,60
Altura h (cm)	15,40
Humedad W (%)	10,88
R. Comp. Simple (KPa)	355
R. Comp. Simple (KPa/cm ²)	6,11
Deform. en Rotura (%)	12,37%
Densidad Seca (g/cm ³)	2,11



Forma de Rotura



Observaciones:

DIRECTOR DE LABORATORIO

COLEGIO OFICIAL DE QUÍMICOS DE MURCIA



Francisco Rico Forte

COLEGIADO Nº: 1.159

JEFE DE ÁREA

COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS DE ANDALUCÍA

César Cambeses Torres

COLEGIADO Nº: 856

-LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE R.D. 410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CON CÓDIGO MUR-L-10
 Todos los ensayos de laboratorio están realizados según normas UNE y ASTM.
 -Los resultados de este acta se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayo
 -Queda prohibida la reproducción total o parcial de este acta sin la autorización expresa de Forte Ingeniería Técnica, S.L.



FORTE INGENIERIA TÉCNICA, S.L.

ACTA DE RESULTADOS

C/ Castillo Los Moros, Pol. Ind. Base 2000-San Martín, 30.564 Lorquí (Murcia) Tel./Fax: 968.67.68.70
LABORATORIO CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D.410/2010 INSCRITO EN EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
CON CÓDIGO MUR-L-10

Peticionario COMUNIDAD DE MADRID. CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIG.	Acta nº 11736	Nº Cod/Orden 8606/2447	Operador 1	Nº Registro 8606/2447 S1	Fecha 15/11/2019
Situación y obra IES AVENIDA DE LOS TOREROS, MADRID. E.G ASCENSOR Y PASARELA	Cota de inicio 0.00 m	Fecha/hora inicio 30/10/2019 - 16:20	Fecha/hora fin 30/10/2019 - 18:20	Prof. Alcanzada 6.00 m	Página 1 DE 1
Id. sondeo: denominación, emplazamiento, coordenadas SONDEO A ROTACIÓN			Cond. meteorológicas LLUVIOSO		

Prof.(m)	Litología	Descripción	Cota	%Sondeo R.Q.D.	REFERENCIA ENSAYO	Nº GOLPES SPT* / MI*	Muestreo	Nivel freatico	METODO PERFORACIÓN	Revest.	Observ. Incidencias
		SOLERA DE HORMIGÓN EN MASA ARENAS ARCILLOSAS DE GRANO MEDIO Y COLOR MARRÓN. MATRIZ ARCILLOSA MAS ABUNDANTE A PARTIR DE 3.00 m	0.10	0 20 40 60 80 100							
1					8606/2447 S1 SPT1	11/16/16/15	0.60 Rs				
					8606/2447 S1 SPT2	20/19/24/22	1.20 1.20 Rs				
2							1.80				
3			5.90		8606/2447 S1 SPT3	9/15/16/20	3.00 Rs				
							3.60				
4											
5					8606/2447 S1 SPT4	14/15/15/22	5.40 Rs				
6							6.00		MABS. PERC.SPT 6.00		
7											



Este acta es una reproducción del acta de resultados original realizada por Laboratorio Habilitado con referencia en el R.G.L. MUR L 010 según RD 410/2010. Nuestro laboratorio pone a su disposición el acta original.

(MI SH) T.M.INAL.SHELBY ASTM D1587-00, XP P 94.202; (MI TPJ) T.I.PARED DELGADA PISTON FIJO XP P 94.202
(MA BS) T.M BATERIA SIMPLE ASTM D2113-99, XP P 94.202
(MI TPG) T. PARED GRUESA CON ESTUCHE INTERIOR XP P94-202;
(SPT) CUCHARA 2" SPT UNE EN ISO 22476-3:06; (M AG) TOMA DE MUESTRAS AGUA EHE ANEJO 5
(MA BD) T.B.DOUBLE; (MA BT) B.TRIPLE; (MA BTPD) B.TRIPLE EXT. P.DELGADA ASTM D2113-99, XP P 94-202

*Dispositivo de golpeo: maza 63.5 kg, 25 golpes por minuto; varillaje de 1,5 m y 7.3 kg

Vº Bº DIRECTOR DE LABORATORIO

Copias enviadas a:

JEFE DE AREA

Francisco Rico Forte

César Cambeses Torres

FORTE INGENIERIA TÉCNICA, S.L. C.I.F.: B-73172777 C/SWING Golf 7 30.500 Molina de Segura (MURCIA) Ins. Reg. Mer. de Murcia Tomo 159, Folio 159, Sección 8ª, Hoja MU-39057, Inscrp. 2ª