

ESTUDIO GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN



<p>PROVINCIA: MÁLAGA</p> <p>MUNICIPIO: MÁLAGA</p> <p>LOCALIZACIÓN: C/ CARRIL DE LA CORDOBESA (BARRIADA LA PRINCESA)</p> <p>PROYECTO: APARCAMIENTOS PARA RESIDENTES</p>	<p>PETICIONARIO:</p> <p>sociedad municipal de aparcamientos y servicios, s.a. </p>
<p>FECHA: 26 DE SEPTIEMBRE DE 2007</p>	

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES.	1
2.- CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN DEL SOLAR.....	2
3.- TRABAJOS REALIZADOS.	3
3.1.- TRABAJOS DE CAMPO.	3
3.1.1.- SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN CONTINUA DE TESTIGO.....	4
3.1.2.- ENSAYOS S.P.T.	5
3.1.3.- EXTRACCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS.....	7
3.1.4.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH.	8
3.1.5.- ENSAYOS DE PERMEABILIDAD LEFRANC.	10
3.1.6.- MEDIDA DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO.	11
3.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO.	12
4.- INFORME.....	13
4.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL.....	13
4.2.- NIVELES GEOTÉCNICOS DIFERENCIADOS. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA.....	15
4.3.- CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LA ZONA.....	49
4.4.- AGRESIVIDAD.....	52
4.5.- ESTUDIO DE CIMENTACIÓN.....	56
4.6.- CONSIDERACIONES SOBRE LA EXCAVACIÓN DE LOS SÓTANOS	69
4.7.- CONSIDERACIONES DE SIFONAMIENTO	71
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	74
5.1.- CONCLUSIONES.....	74
5.2.- RECOMENDACIONES GENERALES.	80
6.- ANEXOS.	
6.1.- PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS	
6.2.- PARTES DE SONDEOS	
6.3.- GRÁFICOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH	
6.4.- PERFILES GEOTÉCNICOS	
6.5.- PARTES DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE SONDEOS	
6.6.- PARTES DE ENSAYOS DE PERMEABILIDAD	
6.7.- DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA	
6.8.- DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL CLIENTE	

1.- ANTECEDENTES.

El presente estudio se realiza a petición de **D. Álvaro García** en representación de la empresa **SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A. (SMASA)** con el objeto de determinar el sistema de cimentación óptimo en función de las características geotécnicas del terreno y del proyecto considerado, consistente en la construcción de un aparcamiento subterráneo para residentes y la reordenación del depósito municipal de la grúa en el solar situado en la calle Carril de la Cordobesa perteneciente a la Barriada La Princesa que se localiza en el núcleo urbano de Málaga capital.

Para la realización de los trabajos de campo, de laboratorio y de redacción del informe, se han seguido una serie de pautas que seguidamente se enumeran de forma muy somera:

En primer lugar, un equipo de VORSEVI, S.A. ha reconocido el solar en todo su conjunto, así como el resto del entorno, tratando de detectar cualquier elemento o característica que pueda influir directa o indirectamente sobre el solar y sobre el proyecto.

En base a estos reconocimientos, las características del proyecto y las indicaciones realizadas por la Dirección del Proyecto o Cliente, se diseña una campaña de trabajos geotécnicos, orientados hacia el reconocimiento de los diferentes niveles geológico-geotécnicos que servirán de apoyo a la cimentación de la estructura diseñada (estratigrafía, características geomecánicas, hidrogeología, etc.).

Además, se ha contado con la amplia experiencia que posee VORSEVI, S.A. de otros estudios geotécnicos de similares características, así como de la bibliografía disponible.

Con estos trabajos de campo se obtienen muestras del subsuelo sobre las que realizar diferentes ensayos de laboratorio para la determinación de los parámetros necesarios en el cálculo de la cimentación más apropiada.

Para la localización del solar, el diseño de la campaña de trabajos geotécnicos, etc. el cliente ha facilitado:

- Plano de planta cubierta. Escala- 1:1000 (Junio 2007)

En cuanto a la tipología de la construcción, se trata de un aparcamiento subterráneo para residentes que estará destinado en superficie a las nuevas instalaciones del depósito municipal de la grúa. Aún no existe un proyecto definitivo, por lo que se plantean las opciones de 2, 3 y 4 sótanos.

2.- CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN DEL SOLAR.

El solar objeto de estudio se encuentra situado en C/ Carril de la Cordobesa que se localiza en la Barriada “La Princesa” de Málaga capital.

Las características más destacables del solar son:

- Presenta una topografía plana y asfaltada, morfología poligonal y ocupa una superficie en planta aproximada de unos 9.400 m². Además se encuentra elevado en torno a 0,50-1,0 m respecto al nivel rasante del vial colindante (Carril de la Cordobesa).
- Geomorfológicamente el área de estudio se encuentra en la llanura aluvial del río Guadalmedina y próximo a la línea de costa.
- Presenta un espesor de rellenos antrópicos de hasta 3,60 m como se ha podido constatar en los sondeos realizados.

A continuación se muestra una serie de imágenes extraídas del programa Google-earth donde se sitúa el área estudiada:



3.- TRABAJOS REALIZADOS.

3.1.- TRABAJOS DE CAMPO.

Los trabajos de campo realizados para el reconocimiento del subsuelo de este solar han consistido en la ejecución de los siguientes ensayos:

		ENSAYO	PROFUNDIDAD (m)	COTA * (m)
SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN		S-1	30,45	0,00 ± 0,30
		S-2	30,15	0,00 ± 0,30
		S-3	30,17	0,00 ± 0,30
		S-4	30,00	0,00 ± 0,30
		S-5	30,00	0,00 ± 0,30
		S-6	30,00	0,00 ± 0,30
		S-7	30,60	0,00 ± 0,30
		S-8	30,00	0,00 ± 0,30
ENSAYOS REALIZADOS EN EL INTERIOR DEL SONDEO	ENSAYOS SPT	63		
	EXTRACCIÓN M.I.	35		
	TESTIGO PARAFINADO	13		
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH		P-1	14,40	0,00 ± 0,30
		P-2	14,20	0,00 ± 0,30
		P-3	14,60	0,00 ± 0,30
		P-4	14,40	0,00 ± 0,30
		P-5	14,60	0,00 ± 0,30
		P-6	14,80	0,00 ± 0,30
		P-7	13,80	0,00 ± 0,30
		P-8	13,20	0,00 ± 0,30
		P-9	13,80	0,00 ± 0,30

* Cota referenciada respecto a la cota del suelo del actual depósito de la grúa.

Los mencionados trabajos han sido llevados a cabo con la maquinaria y personal especializado de VORSEVI, S.A., bajo control y supervisión del personal técnico de nuestro departamento de Geotecnia, siguiendo las pautas y procedimientos normalizados que exige nuestro control de calidad.

En los apartados correspondientes de los anexos de este informe se adjunta la situación en planta de cada uno de los ensayos. Además se adjunta un reportaje fotográfico de los trabajos realizados.

Seguidamente se describe el fundamento teórico y el método operatorio de cada uno de los ensayos geotécnicos realizados.

3.1.1.- SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN CONTINUA DE TESTIGO.

Fundamento teórico.

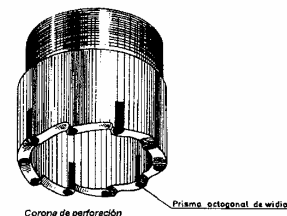
Los sondeos mecánicos a rotación son perforaciones de pequeño diámetro, generalmente de 65 y 140 mm que permiten reconocer la naturaleza y la localización de las diferentes capas del subsuelo mediante la extracción continua de testigo de suelo o roca, a la vez que se alterna con ensayos geotécnicos de penetración y extracción de muestras inalteradas, en los casos que es posible.

Las perforaciones se realizan con una sonda de avance hidráulico montada sobre camión o con motricidad autónoma (según las necesidades y características del estudio), dotada de castillete o torre de sondeo y bomba de lodos.

El testigo reconocido se aloja en un tubo de testigo hueco, o en el interior de otro tubo en cuyo extremo inferior va enroscada una corona de widia o diamante que va realizando la perforación.

Al extremo superior del tubo va enroscado el varillaje, generalmente de 42 ó 50 mm (hueco), para permitir que pase el agua proveniente de la bomba.

Durante la ejecución del sondeo, y si el terreno sufre desprendimiento, hay que proceder a la entubación del sondeo con la tubería de revestimiento, polímeros o bien se utilizan lodos bentoníticos que mantienen las paredes sin desmoronamiento.



3.1.2.- ENSAYOS S.P.T.

A lo largo de la longitud de los sondeos y siempre que sea posible se realizan varios ensayos de penetración SPT. Los valores vienen reflejados en los partes de sondeo que se adjuntan en el apartado correspondiente de este informe.

Fundamento teórico.

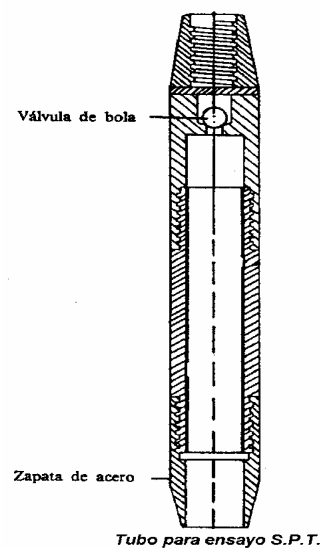
Los ensayos de penetración SPT se utilizan en Geotecnia para correlacionar diferentes parámetros resistentes en los suelos. Estos ensayos determinan la resistencia de los suelos a la penetración de un tomamuestras partido, permitiendo obtener muestras alteradas de suelo dentro de un sondeo para su identificación, y proporcionando a su vez información sobre la variabilidad y rigidez del suelo.

Este tipo de ensayos se realiza en el interior de sondeos, en los cuales es necesario limpiar previamente el fondo de la perforación, manteniendo la entubación por encima del nivel de comienzo del ensayo.

El equipo necesario para la realización de esta prueba consta de un tomamuestras bipartido de pared gruesa de 51 mm de sección acoplado a un varillaje rígido, en cuyo extremo se coloca la cabeza de golpeo y contragolpe, sobre la que impacta una maza de 63,5 kg. en caída libre, desde una altura de 76,2 cm. Este equipo suele ir montado sobre el camión de sondeos, acoplado a la sonda y con un funcionamiento automático.

En el caso de materiales granulares gruesos, el ensayo se realiza con una “puntaza ciega” que ofrece unos valores de resistencia pero no recupera la muestra atravesada.

En el procedimiento de realización del ensayo se distinguen dos fases. Una primera de hincado o colocación de 15 cm, incluyendo la penetración inicial del tomamuestras bajo su propio peso, y una segunda fase o ensayo de hincado propiamente dicho, en la cual se anota el número de golpes necesario para penetrar adicionalmente 30 cm. Este número obtenido se denomina resistencia a la penetración N_{30} .



Si los 30 cm de penetración no pueden lograrse con 50 golpes, el ensayo de hincas se dará por terminado.

Según Sanglerat (1.967), en función del golpeo obtenido, se puede establecer la siguiente clasificación.

CLASIFICACIÓN DE SANGLERAT (1.967), HUNT (1.984)			
SUELOS COHESIVOS		SUELOS GRANULARES	
Nº GOLPES / 30 cm	CONSISTENCIA	Nº GOLPES / 30 cm	COMPACIDAD
0-2	Muy blanda	0-4	Muy suelta
3-5	Blanda	4-10	Suelta
6-15	Media	10-30	Media
16-25	Firme	30-50	Compacta
> 25	Dura	> 50	Muy compacta

3.1.3.- EXTRACCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS.

Durante la realización de los sondeos en materiales cohesivos, y a distintas cotas, se extraen muestras representativas de este tipo con vista a la realización de los ensayos geotécnicos para clasificar los suelos atravesados y definir sus propiedades de resistencia y deformabilidad.

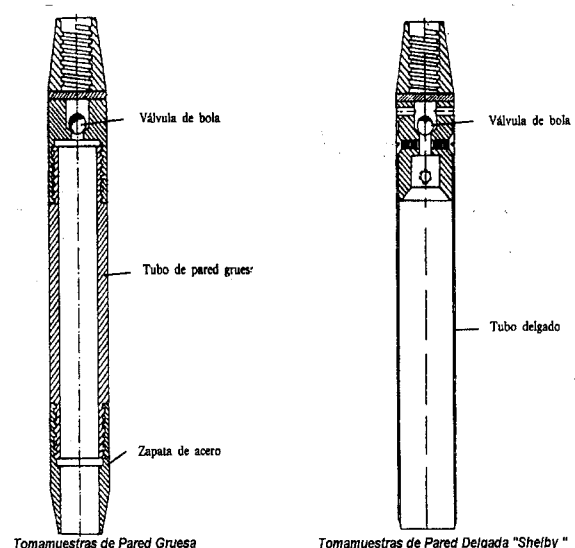
Fundamento teórico.

Las muestras inalteradas se pueden obtener a percusión, a presión, o a rotación. En el primer caso, se trata de un ensayo parecido al S.P.T., con la diferencia de que el tomamuestras empleado es del tipo GMPV de pared gruesa, de mayor sección que el del S.P.T., diseñado especialmente para que la muestra se recupere en el interior de un tubo de plástico que cerrado herméticamente con tapas de goma, mantenga inalterada largo tiempo las propiedades del suelo.

Al igual que en el ensayo S.P.T., sólo se contabiliza los golpes necesarios para penetrar 30 cm, después de haber desechado los primeros 15 cm. Al número obtenido, se le denomina N_i , para diferenciarlo del ensayo Standard. También se pueden obtener muestras inalteradas con el tomamuestras anterior, introducido a presión.

Para suelos blandos fangosos, está especialmente indicado el tomamuestras de pared delgada o Shelby.

Finalmente, en suelos cohesivos duros, pueden obtenerse muestras inalteradas del mismo testigo de perforación, parafinando la muestra una vez extraída de la batería de perforación.



3.1.4.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH.

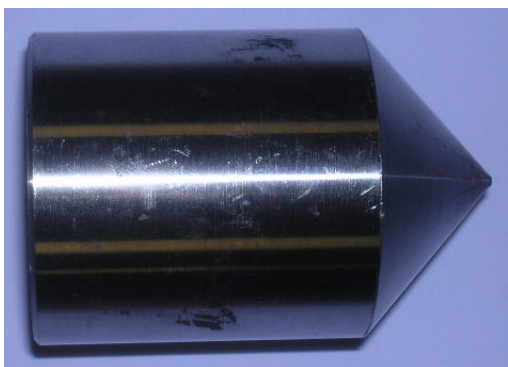
Los parámetros obtenidos a través de los ensayos de penetración dinámica tipo superpesado o “DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)” ofrecen unos valores correlacionables con diferentes parámetros de resistencia de los suelos atravesados.

En los anexos correspondientes del presente informe se adjuntan los partes de penetración, así como las gráficas correspondientes. Además, se adjunta un reportaje fotográfico con la ubicación de los ensayos realizados.

Fundamento teórico.

El ensayo de penetración dinámica continua utilizado es el DPSH, según la Norma UNE 103-801:1994, que consiste en la penetración de una puntaza o cono de sección cuadrada de 40 mm de lado acoplada a un varillaje de 32 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 75 cm impactando sobre una cabeza o “yunque” rígidamente unido al varillaje.

La resistencia a la penetración se define como el número de golpes requerido para hacer avanzar el penetrómetro una longitud de 20 cm designándose a este valor como N_{DPSH} , representándose los resultados en gráficos que reflejan los diferentes golpes obtenidos en función de la profundidad. El ensayo se da por terminado cuando se alcanza el rechazo, que fijamos en un valor de $N_{DPSH} = 100$ golpes.



Los resultados que se obtienen mediante este ensayo son más bien cualitativos y hay que tomarlos con cierta reserva, proporcionando datos más fiables en suelos granulares que en cohesivos, recomendándose que vayan acompañados de sondeos u otros métodos de reconocimiento del subsuelo, pues las propiedades geomecánicas de éste no son determinadas.

El registro continuo del terreno tiene la ventaja de detectar con claridad capas blandas o duras y de hacer posible la correlación de los diferentes niveles en base a similitudes del golpeo.

De las diferentes correlaciones que se pueden realizar con los valores N_{DPSH} obtenidos a través de estos ensayos, en este informe se ha utilizado una recopilación que incluye la experiencia propia, correlacionando estos valores con los del N_{SPT} :

CORRELACION ENTRE N_{DPSH} “Superpesado” Y N_{SPT}					
SUELOS COHESIVOS			SUELOS GRANULARES		
DPSH Nº golpes/20 cm	Consistencia	S.P.T. Nº golpes/30 cm	DPSH Nº golpes/20 cm	Compacidad	S.P.T. Nº golpes/30 cm
0-2	Muy blanda	0-2	0-3	Muy suelta	0-4
2-5	Blanda	3-5	3-6	Suelta	4-10
5-12	Media	6-15	6-18	Media	10-30
12-18	Firme	16-25	18-30	Compacta	30-50
> 18	Dura	> 25	>30	Muy compacta	> 50

La interpretación de los ensayos de penetración dinámica debe considerarse de manera cualitativa y no cuantitativa. Los valores de N_{DPSH} pueden ser aplicables hasta profundidades de aproximadamente 25 m e incluso algo superiores. Si bien los valores de N_{DPSH} en los primeros 10 ó 15 m son inferiores a los valores del N_{SPT} , a partir de esta profundidad se puede producir una inversión por el rozamiento de las barras.

3.1.5.- ENSAYOS DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC.

Con objeto de determinar el coeficiente de permeabilidad de los materiales que constituyen el subsuelo, se han realizado distintos ensayos de permeabilidad tipo Lefranc, tanto a carga constante como a carga variable.

Ensayo a carga constante

Este ensayo está indicado para suelos permeables o semipermeables de tipo granular o rocas muy fracturadas, situados todos ellos bajo el nivel piezométrico. En un momento dado del sondeo, coincidente con la perforación del tramo a determinar la permeabilidad, se levanta la tubería de revestimiento (tramo impermeable) dejando una altura l sin revestir en el fondo de sondeo. A continuación se rellena el sondeo de agua hasta la boca y se le añade el caudal necesario para mantener el nivel de agua del interior del sondeo a cota constante (régimen permanente). La medida de caudal aportado se toma repetidamente a distintos intervalos de tiempo.

La permeabilidad se obtiene aplicando la siguiente expresión:

$$K = m \frac{Q}{H}$$

donde m es el coeficiente de toma que depende de la cavidad desde la que se inyecta el agua. Esta, en principio, es cilíndrica, de diámetro d , el del sondeo, y altura l . m se determina según la siguiente fórmula:

$$m = \frac{\ln\left(l/d + \sqrt{(l/d)^2 + 1}\right)}{2\pi \cdot l}$$

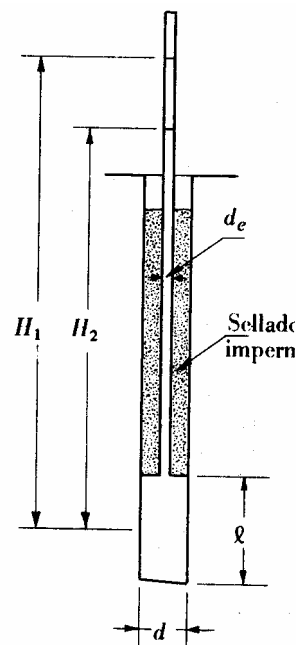
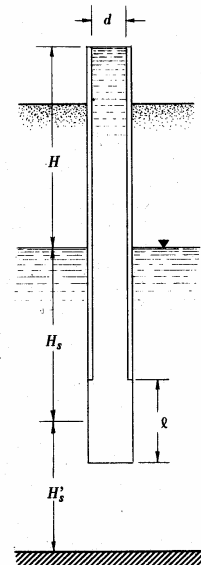
Ensayo a carga variable

Este ensayo es más indicado para suelos poco permeables y aunque su ejecución está sujeta a imprecisiones propias del proceso operativo, los resultados que se obtienen son muy útiles para su contraste con los obtenidos en el ensayo a carga variable.

Esta modalidad de ensayo se lleva a cabo una vez llena de agua la cavidad del sondeo hasta la boca del mismo y alcanzado un régimen hidráulico permanente; supuestamente alcanzado pues se ejecuta después de haber realizado el ensayo a carga variable. El proceso operatorio consiste en medir el descenso que sufre el nivel de agua en el interior de la cavidad del sondeo a distintos intervalos de tiempo. La permeabilidad se obtiene según la siguiente expresión:

$$k = \frac{d_r^2 \cdot \ln(2l/d)}{8 \cdot l \cdot t} \cdot \ln \frac{H_1}{H_2}$$

donde d_r es el diámetro de la tubería de revestimiento, d el de la cavidad que se ensaya, l la altura de la cavidad ensayada, t el intervalo de tiempo para el cual se mide el descenso, H_1 la altura de la columna de agua en el inicio del intervalo de tiempo para el que se mide el descenso y H_2 la altura de la columna de agua al final del intervalo de medida.



3.1.6.- MEDIDA DEL NIVEL PIEZOMÉTRICO.

La determinación de la posición del nivel piezométrico resulta muy importante para el estudio de las condiciones de cimentación, por lo que durante la ejecución de los ensayos se presta una especial atención en acotar la profundidad del agua. En cada uno de los sondeos realizados se ha instalado tubería piezométrica para realizar un seguimiento posterior del nivel freático.

La campaña piezométrica realizada ha constado de las siguientes medidas:

ENSAYO	FECHA	PROFUNDIDAD / COTA * (m)
S-1	06/07/07	-4.20
	12/09/07	-4.50
S-2	05/07/07	-4.30
	12/09/07	-4.40
S-3	18/07/07	-13.00
	12/09/07	-4.35
S-4	09/07/07	-4.10
	12/09/07	-4.50
S-5	11/07/07	-12.50
	12/09/07	-4.40
S-6	03/07/07	-4.30
	12/09/07	-4.40
S-7	04/07/07	-4.40
	12/09/07	-4.40
S-8	05/07/07	-4.40
	12/09/07	-4.30

* Cota referenciada respecto a la cota del suelo del actual depósito de grúa.

Esta situación no debe considerarse estable, ya que la profundidad del nivel piezométrico experimenta variaciones en el tiempo derivadas del régimen hídrico de precipitaciones, de las condiciones hidrogeológicas, de aportes artificiales (riesgos), extracciones próximas (bombeos), proximidad a la línea de costa, etc.

Por ello recomendamos que se comprueben los niveles antes de comenzar con los trabajos de excavación.

3.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO.

Los ensayos de laboratorio realizados para la identificación de los distintos suelos y determinación de los parámetros geotécnicos más relevantes en el estudio de la cimentación, han consistido en la realización de:

Nº ENSAYOS	ENSAYOS	NORMAS
36	Análisis granulométrico por tamizado	UNE 103101/95
36	Límites de Atterberg	UNE 103103/94 y 103104/94
7	Compresión simple	UNE 103400/93
4	Corte directo	UNE 103401/98
3	Ensayo triaxial	UNE 103402/98
4	Consolidación en edómetro	UNE 103405/94
15	Humedad natural	UNE 103300/93
14	Densidad aparente	UNE 103301/94
24	Contenido en sulfatos solubles en muestra de suelo	ANEJO 5 EHE
3	Contenido en sulfatos solubles en muestra de agua	ANEJO 5 EHE

4.- INFORME.

4.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL.

El área de estudio está englobada desde el punto de vista geológico en la Cadena Bético Rifeña (antes conocida como Cordillera Bética) que es el extremo occidental del cinturón alpino tethysiano.

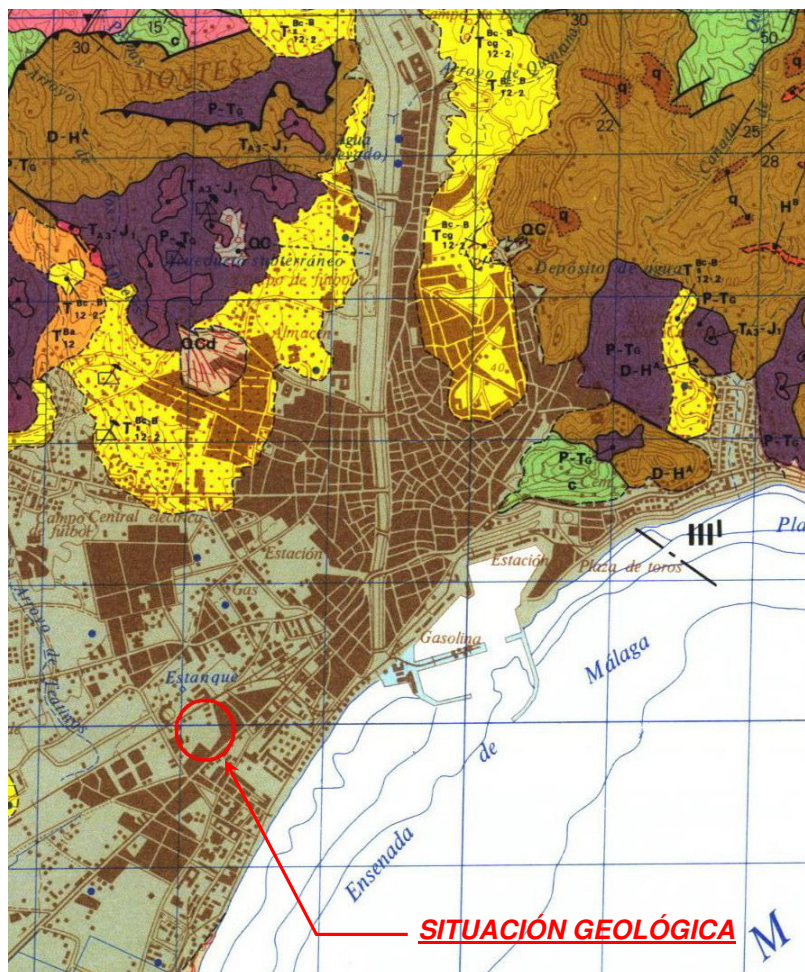
La cadena Bético Rifeña se divide en los siguientes dominios tectónicos pre-Miocenos:

- **Dominio Sudibérico y Magrebí**, conocido tradicionalmente como Zonas Externas Béticas. Representa el paleomargen meridional de la placa Ibérica durante el Mesozoico y parte del Cenozoico y se caracteriza por presentar una tectónica de cobertera. Está constituido por rocas sedimentarias y ocasionalmente metamórficas de bajo grado.
- **Dominio del surco de los Flysch**, restringida su presencia a las Béticas occidentales y a lo largo del Norte de África. Está constituido por sedimentos turbidíticos asociados a una cuenca alargada constituida sobre una litosfera muy atenuada, parcialmente oceánica. Actualmente los materiales de este dominio se encuentran cabalgantes sobre los Dominios Sudibérico y Magrebí, desprovistos de su basamento y a su vez cabalgados por el Dominio de Alborán.
- **Dominio de Alborán**, referido tradicionalmente como Zonas Internas, está constituido por un conjunto de unidades agrupadas en tres elementos tectónicos mayores heterogéneos -Complejos- que en orden ascendente son Complejo Nevado Filábride, Complejo Alpujarride y Complejo Maláguide.

Sobre estos dominios tectónicos aparecen en distintos puntos de la cadena Bético Rifeña sedimentos posttectónicos de edad Mioceno tardío y posterior.

A escala de afloramiento nos encontramos en una de estas cuencas posttectónicas. En el solar aparecen materiales detríticos (fundamentalmente arenas y gravas) de origen fluvio-costero y edad cuaternario que yacen sobre sedimentos marino-arcillosos de edad Mio-Plioceno.

A continuación se muestra un extracto de la hoja de Málaga-Torremolinos, 1053-1067, del Mapa Geológico de España escala 1/50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España.



LEYENDA

SEDIMENTOS POST-MANTOS

CUATERNARIO		Q	Q ^P	Q ^{Al}	Q ^D	Q ^P	Q ^C	Q ^{Cd}	Q ^{tr}
PLIOCENO	SUPERIOR	T ₂₁ ²¹ - Q ₁							
		T ₁₂ ¹² - Q ₁							
MIOCENO	ANDALUCIENSE	T ₁₂ ¹² - Q ₁							
	BURDIGALIENSE	T ₁₂ ¹²							

Q	Indiferenciado
Q ^P	Playas
Q ^{Al}	Aluvial
Q ^D	Dunas
Q ^P	Arenisca y conglomerados
Q ^C	Coluviones
Q ^{Cd}	Conos
Q ^{tr}	Tobas
T ₂₁ ²¹ - Q ₁	Piedemontes sin costras calcáreas
T ₁₂ ¹² - Q ₁	Piedemontes con costras calcáreas
T ₁₂ ¹² - Q ₁	Indiferenciado: Arenas y arcillas
T ₁₂ ¹² - Q ₁	Conglomerados
T ₁₂ ¹² - Q ₁	Arenas
T ₁₂ ¹² - Q ₁	Arcillas y/o Margas
T ₁₂ ¹² - Q ₁	Arenas y conglomerados

MALAGUIDE

EOCENO INFERIOR	T ₂₁ ²¹
CRETACICO SUPERIOR	C ₂
JURASICO	MALM
	DOGGER
	LIAS
TRIASICO	J ₂₂
PERMICO	T ₂₁ ²¹ - J ₁
CARBONIFERO	P ₂₀
	D ₁₂ ¹²
DEVONICO	H ₁
SILURICO	q
ORDOVICICO-CAMBRICO	c
PRECAMBR	cg

T ₂₁ ²¹	Calizas y margas
C ₂	Calizas rojas
J ₂₂	Calizas blancas
T ₂₁ ²¹ - J ₁	Dolomas
P ₂₀	Arenas, conglomerados, yesos y arcillas
H ₁	Conglomerado poligénico
q	Liúitas
D ₁₂ ¹²	Grauwacas y filitas
S-D	Calizas, filitas y grauwacas
c	Calizas
cg	Conglomerados silíceos
PC-S ⁴	Filitas y metaareniscas

4.2.- NIVELES GEOTÉCNICOS DIFERENCIADOS. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA.

Con las investigaciones realizadas se definen unos niveles geotécnicos cuya caracterización y posición se define a continuación siguiendo un criterio descendente (del más superficial al más profundo).

Cabe señalar que la acotación y diferenciación de los distintos niveles es el resultado del análisis e interpretación de aquellas características y criterios geotécnicos que en cada caso se considere diferenciador o agrupante.

Los niveles diferenciados, a partir de los testigos recogidos en los sondeos y de la interpretación de los ensayos de penetración dinámica tipo DPSH, son:

Nivel 1: Suelos antrópicos

Nivel 1₁: Aglomerado + Capa de regularización

Acotación del nivel

Este nivel ha sido reconocido en los sondeos realizados entre las siguientes profundidades referidas a la boca de los mismos:

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
S-1	0,00	0,80
S-2	0,00	0,50
S-3	0,00	0,50
S-4	0,00	0,15
S-5	0,00	0,90
S-6	0,00	0,50
S-7	0,00	0,50
S-8	0,00	0,80

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

A partir de los ensayos de penetración dinámica tipo DPSH es posible efectuar una acotación aproximada de este nivel, si bien los datos obtenidos no poseen la exactitud de los anteriores. De esta manera se ha interpretado que en los ensayos de penetración DPSH realizados, este nivel se dispone entre las siguientes profundidades:

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
P-1	0,00	1,00
P-2	0,00	0,60
P-3	0,00	0,60
P-4	0,00	0,80
P-5	0,00	0,80
P-6	0,00	0,60
P-7	0,00	0,60
P-8	0,00	0,80
P-9	0,00	0,60

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

De las acotaciones llevadas a cabo en los distintos ensayos de reconocimiento, puede atribuirse a este nivel una posición superficial, presentando un espesor variable entre 0,15 m registrado en el ensayo S-4, y 1,00 m registrado en el P-1. No se descarta la posibilidad de que puntualmente pueda presentar espesores mayores.

Descripción del nivel.

Este nivel está compuesto por una capa superficial de aglomerado asfáltico que tiene un espesor de 0,05-0,10 m, bajo la cual aparecen gravas y arenas que se vertieron como capa de regularización.

En cualquier caso, este nivel no quedará implicado en la cimentación de la nueva construcción.

Parámetros resistentes.

Los resultados obtenidos en los ensayos de penetración realizados en este nivel han permitido caracterizar la compacidad/consistencia del mismo. Los resultados obtenidos son:

- Ensayo penetración dinámica DPSH: $N_{DPSH} = 2-21$

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo se deduce que se trata de un nivel de compacidad muy variable comprendida entre *muy suelta* a *compacta*.

Densidad.

Dado que sobre este nivel no se han realizado ensayos de laboratorio para su caracterización, se ha estimado una densidad estándar para este material en función de su resistencia a la penetración:

- Densidad aparente estimada: $D_{ap} = 1,80 \text{ g/cm}^3$

Nivel 1₂: Arcilla areno-limosa con gravas y restos cerámicos

Acotación del nivel

Este nivel ha sido reconocido en los sondeos realizados entre las siguientes profundidades referidas a la boca de los mismos:

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
S-1	0,80	3,00
S-2	0,50	3,50
S-3	0,50	3,60
S-4	0,15	2,70
S-5	0,90	3,40
S-6	0,50	2,30
S-7	0,50	2,30
S-8	0,80	2,40

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

A partir de los ensayos de penetración dinámica tipo DPSH es posible efectuar una acotación aproximada de este nivel, si bien los datos obtenidos no poseen la exactitud de los anteriores. De esta manera se ha interpretado que en los ensayos de penetración DPSH realizados, este nivel se dispone entre las siguientes profundidades:

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
P-1	1,00	3,20
P-2	0,60	3,00
P-3	0,60	3,40
P-4	0,80	3,20
P-5	0,80	3,00
P-6	0,60	3,00
P-7	0,60	2,20
P-8	0,80	2,60
P-9	0,60	2,40

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

De las acotaciones llevadas a cabo en los distintos ensayos de reconocimiento, puede atribuirse a este nivel una posición bajo el subnivel 1₁, presentando un espesor que oscila entre los 1,60 y 2,80 m. Debido a su origen antrópico no se descarta la posibilidad de que puntualmente pueda presentar espesores mayores.

Descripción del nivel.

Este nivel está constituido por una arcilla areno-limosa de tonos pardos con gravas y gravillas de naturaleza metamórfica. También se observan diversos restos de origen antrópico tales como cerámicas, ladrillos, etc. Estos materiales se vertieron en la zona como relleno no controlado probablemente para regularizar el relieve original.

Parámetros resistentes.

Los resultados obtenidos en los ensayos de penetración realizados en este nivel han permitido caracterizar la compacidad del mismo. Los resultados obtenidos son:

- Ensayo de penetración estándar: $N_{SPT} = 3-4$
- Ensayo penetración dinámica DPSH: $N_{DPSH} = 2-13$
- Golpeo hincia de muestra inalterada: $M_i = 5$

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados se deduce que se trata de un nivel de consistencia de *muy blanda*.

Nivel 2: Aluvial (Cuaternario)

Para una mejor caracterización de este nivel se describen a continuación por separado los diferentes subniveles reconocidos:

Nivel 2₁: Arenas limosas con gravas de color marrón

Acotación del nivel.

Este nivel ha sido reconocido en los sondeos realizados entre las siguientes profundidades referidas a la boca de los mismos:

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
S-1	3,00	6,20
	8,00	12,60
S-2	3,50	5,40
	10,20	12,00
S-3	3,60	6,45
	7,30	12,90
S-4	2,70	6,50
	8,70	12,60
S-5	3,40	4,75
	14,10	15,90
S-6	2,30	11,40
S-7	2,30	7,60
	9,10	12,00
S-8	2,40	11,90

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

A partir de los ensayos de penetración dinámica tipo DPSH es posible efectuar una acotación aproximada de este nivel, si bien los datos obtenidos no poseen la exactitud de los anteriores. De esta manera se ha interpretado que en los ensayos de penetración DPSH realizados, este nivel se dispone entre las siguientes profundidades:

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
P-1	3,20	5,20
	6,40	13,00
P-2	3,00	5,40
	9,80	12,40
P-3	3,40	6,80
	10,60	12,00
P-4	3,20	5,80
	7,20	12,60
P-5	3,00	5,60
	11,20	12,80
P-6	3,00	6,20
	8,00	12,40
P-7	2,20	5,60
	6,60	9,20
P-8	2,60	5,60
	8,80	9,80
P-9	2,40	5,20
	9,80	11,40

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

Descripción del niveles.

Este nivel está constituido por arenas medias-finas limosas con algunas gravas y color marrón que en profundidad pasan a marrones grisáceas y aumenta la cantidad de gravas. Estos materiales se encuentran intercalados con otros más groseros, de forma que constituyen depósitos típicos de sedimentación aluvial. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y en base a los ensayos identificativos realizados, las muestras ensayadas de este nivel se clasifican como arenas mal graduadas con limos (SP-SM), arenas mal graduadas (SP) y arenas limosas (SM); puntualmente y de forma puntual se han identificado como arenas bien graduadas (SW), gravas mal graduadas (GP), limos inorgánicos de baja plasticidad (ML) y como arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL) debido a tramos con mayor contenido en finos o en gravas (sobre todo a muro del nivel).

Parámetros resistentes.

Los resultados obtenidos en los ensayos de penetración realizados en este nivel han permitido caracterizar la compacidad del mismo. Los resultados obtenidos son:

- Ensayo de penetración estándar: $N_{SPT} = 9-41$
- Ensayo penetración dinámica DPSH: $N_{DPSH} = 4-29$
- Golpeo hincia de muestra inalterada: $M_i = 12-38$

Además, sobre una muestra inalterada más cohesiva extraída en este nivel se ha realizado un ensayo de resistencia a la compresión simple, obteniéndose:

	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-5	3,60-4,20
RESIST. COMPR. SIMPLE(q_u) Kp/cm ²		2,46

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados se deduce que se trata de un nivel de compacidad de *suelta a compacta*.

Densidades y Humedades.

En la realización de algunos ensayos de laboratorio se determina la densidad aparente, densidad seca y la humedad natural de la muestra de suelo ensayada.

De este modo se han obtenido los siguientes valores medios de densidad y humedad:

- Densidad aparente: 2,07 g/cm³
- Densidad seca: 1,82 g/cm³
- Humedad: 17,32%

Resistencia al esfuerzo cortante.

Con objeto de determinar la resistencia a la cizalladura de este nivel se ha realizado un ensayo de corte directo en una muestra cohesiva mediante el cual se determina la cohesión y el ángulo de rozamiento interno del terreno; parámetros éstos de los cuales depende la antedicha resistencia al corte.

El tipo de ensayo de corte directo realizado ha sido del tipo no consolidado y no drenado (UU), con el cual se reproducen condiciones a corto plazo en cuanto a resistencia al corte.

Mediante este ensayo de corte de tipo UU realizado se han obtenido los siguientes resultados:

	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-5	3,60-4,20
Cohesión (c' , kg/cm ²)		0,26
Ángulo de rozamiento interno °		24,35

Estos valores de cohesión y ángulo de rozamiento interno no son representativos del nivel, puesto que se trata de un nivel mayoritariamente de carácter granular y no cohesivo como en este caso, por lo que para la caracterización de la resistencia a la rotura a partir del ángulo de rozamiento interno y la cohesión que la definen se han determinado de forma indirecta en función de la granulometría y los ensayos S.P.T.

La determinación del ángulo de rozamiento interno se ha realizado según la correlación propuesta por Peck y otros, 1974 para suelos granulares: $\phi = 27,1 + 0,3N_{S.P.T.} - 5,4 \times 10^{-4} N_{S.P.T.}^2$.

En este caso se ha considerado como valor $N_{S.P.T.}$ igual a 16. A partir de este valor, el ángulo de rozamiento interno estimado es de $31,7^\circ$.

La cohesión se ha estimado en $0,00 \text{ kp/cm}^2$ dada la naturaleza granular no cohesiva de este nivel 2₁.

Según todos estos resultados se consideran representativos de este nivel los siguientes valores medios:

Resistencia a la rotura a largo plazo:

- Cohesión sin drenaje estimada: $c_u = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
- Ángulo de rozamiento interno: $\phi_u = 31,7^\circ$

Deformabilidad.

Los suelos más cohesivos se caracterizan por su gran compresibilidad como consecuencia de la estructura abierta que las partículas forman en el momento de la deposición, la cual es inestable frente a cargas que con posterioridad pueden actuar.

Aunque este no es el caso, se ha realizado un ensayo edométrico sobre una muestra de este nivel con gran contenido en finos, del cual se han obtenido distintos parámetros que caracterizan la deformabilidad. Uno de estos parámetros es el índice de compresión; C_c , el cual es una medida del grado de deformación que sufre una probeta de suelo como respuesta a un incremento de carga aplicado sobre ella. Concretamente este índice de compresión es la tangente de la parte final de la curva edométrica (índice de poros v.s. carga), la cual se verticaliza cuando para un incremento de carga se produce una elevada variación del índice de poros, mientras que presenta una tangente menor cuando para un mismo incremento de carga la variación del índice de poros es menor.

En el caso que nos ocupa el índice de compresión obtenido es de 0,059 que pone de manifiesto una baja deformabilidad. A partir de este ensayo edométrico se ha calculado el índice de poros de los finos que componen este nivel, siendo ésta de 0,509 lo que pone de manifiesto un empaquetamiento denso de las partículas de este nivel.

Permeabilidad.

La permeabilidad determinada mediante los ensayos Lefranc realizados en el sondeo S-3 de 10,00 a 10,50 m y en el sondeo S-4 de 8,50 a 9,80 m ha sido de $2,55 \times 10^{-5}$ - $4,02 \times 10^{-5} \text{ m/s}$. Estos valores no corresponden exactamente a un nivel arenoso, puesto que no se trata de una arena limpia, sino que contiene una gran cantidad de finos. De cualquier modo este nivel se caracteriza como un suelo permeable de drenaje relativamente fácil mediante bombeo.

Nivel 2₂: Gravas y bolos en matriz areno-limosa de color grisáceo

Acotación del nivel.

Este nivel ha sido reconocido en los sondeos realizados entre las siguientes profundidades referidas a la boca de los mismos:

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
S-1	6,20	8,00
	12,60	15,00
S-2	5,40	10,20
	12,00	13,20
S-3	6,45	7,30
	12,90	14,40
S-4	6,50	8,70
	12,60	14,50
S-5	4,75	14,10
	15,90	16,70
S-6	11,40	14,50
S-7	7,60	9,10
	12,00	15,30
S-8	11,90	14,70

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

A partir de los ensayos DPSH es posible efectuar una acotación aproximada de este nivel, si bien los datos obtenidos no poseen la exactitud de los anteriores.

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
P-1	5,20	6,40
	13,00	14,40 (fin de ensayo)
P-2	5,40	9,80
	12,40	14,20 (fin de ensayo)
P-3	6,80	10,60
	12,00	14,60 (fin de ensayo)
P-4	5,80	7,20
	12,60	14,40 (fin de ensayo)
P-5	5,60	11,20
	12,80	14,60 (fin de ensayo)
P-6	6,20	8,00
	12,40	14,80 (fin de ensayo)
P-7	5,60	6,60
	9,20	13,80 (fin de ensayo)
P-8	5,60	8,80
	9,80	13,20 (fin de ensayo)
P-9	5,20	9,80
	11,40	13,80 (fin de ensayo)

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

Descripción del niveles.

Este nivel está constituido por gravas subredondeadas en matriz areno-limosa con presencia de bolos sobre todo a muro; en general presentan un color gris oscuro. Como se ha comentado estos materiales aparecen de forma intercalada con los del nivel 2_i. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y en base a los ensayos identificativos realizados, las muestras ensayadas de este nivel se clasifican arenas como gravas bien graduadas en matriz limosa (GW-GM) y minoritariamente como arenas limosas (SM) y gravas bien graduadas (GW).

Parámetros resistentes.

Los resultados obtenidos en los ensayos de penetración realizados en este nivel han permitido caracterizar la compacidad del mismo. Los resultados obtenidos son:

- Ensayo de penetración estándar: $N_{SPT} = 14$ -Rechazo
- Ensayo penetración dinámica DPSH: $N_{DPSH} = 8$ -Rechazo
- Golpeo hincas de muestra inalterada: $M_i = 39$ -Rechazo

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados se deduce que se trata de un nivel de compacidad muy variable de *media* a *muy compacta*.

Densidad.

Se ha estimado una densidad estándar para este material en función de su resistencia a la penetración:

- Densidad aparente estimada: $D_{ap} = 2,15 \text{ g/cm}^3$

Resistencia al esfuerzo cortante.

La determinación del ángulo de rozamiento interno se ha realizado según la correlación propuesta por Peck y otros, 1974 para suelos granulares: $\phi = 27,1 + 0,3 \times N_{S.P.T.} - 5,4 \times 10^{-4} \times N_{S.P.T.}^2$.

Tomando un valor medio de N_{SPT} de 32 (valor correlacionado con N_i), obtenemos el ángulo de rozamiento interno estimado en $36,1^\circ$.

A efectos prácticos se ha considerado a este suelo como un suelo granular no cohesivo, estimándose un valor de cohesión de $0,00 \text{ kp/cm}^2$.

Permeabilidad.

La permeabilidad determinada mediante el ensayo Lefranc realizado en el sondeo S-5 de 9,50 a 10,00 m ha sido de $3,61 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, lo que equivale a un suelo permeable que se drena relativamente fácil mediante bombeo.

Nivel 2₃: Limos areno-arcillosos con algunas gravillas de color naranja

Acotación del nivel.

Este nivel ha sido reconocido en los sondeos realizados entre las siguientes profundidades referidas a la boca de los mismos:

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
S-1	15,00	17,70
S-2	13,20	16,80
S-3	14,40	17,30
S-4	14,50	17,60
S-5	No detectado	
S-6	14,50	16,90
S-7	15,30	19,30
S-8	14,70	16,80

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

Descripción del nivel.

Este nivel está constituido por limos areno-arcillosos de tonos anaranjados con trazas de grava y gravilla. Se trata de un nivel que representa la transición de un ambiente de deposición marina a continental. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y en base a los ensayos identificativos realizados, las muestras ensayadas de este nivel se clasifican mayoritariamente como arenas limosas (SM) y limos de baja plasticidad (ML), y puntualmente como gravas arcillosas (GC).

Parámetros resistentes.

Los resultados obtenidos en los ensayos de penetración realizados en este nivel han permitido caracterizar la compacidad/consistencia del mismo. Los resultados obtenidos son:

- Ensayo de penetración estándar: $N_{SPT} = 19-35$
- Golpeo hincia de muestra inalterada: $M_i = 20-36$

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados se deduce que se trata de un nivel de compacidad de *media* a *compacta*.

Densidad y humedad.

En la realización del ensayo triaxial se determina la densidad aparente, densidad seca y la humedad natural de la muestra de suelo ensayada, habiéndose obtenido los siguientes valores de densidades y humedades:

	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-2	16,20-16,80
Ensayo	Triaxial	
Den. aparente (g/cm ³)	1,98	
Den. seca (g/cm ³)	1,57	
Humedad (%)	26,20	

Resistencia al esfuerzo cortante.

Con objeto de determinar la resistencia a la cizalladura de este nivel se han realizado un ensayo de corte directo y triaxial mediante los cuales se determinan la cohesión y el ángulo de rozamiento interno del terreno; parámetros éstos de los cuales depende la antedicha resistencia al corte.

A partir del ensayo de corte directo y triaxial de tipo UU realizados se han obtenido los siguientes resultados:

	Sondeo	Cota (m)	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-8	15,60-16,20	S-2	16,20-16,80
Cohesión (c', kg/cm ²)	0,03		1,18	
Ángulo de rozamiento interno °	28,65		11,41	
Tipo de Ensayo en el que se obtuvieron los resultados	Corte directo UU		Triaxial UU	

Dada la variabilidad granulométrica de este nivel se consideran como valores representativos del conjunto los propios de un suelo granular, por ser esta granulometría la predominante y sus parámetros los más desfavorables, quedando así del lado de la seguridad:

- Cohesión efectiva: $c' = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
- Ángulo de rozamiento interno efectivo: $\phi' = 28,65^\circ$

Permeabilidad.

La permeabilidad determinada mediante el ensayo Lefranc realizado en el sondeo S-1 de 16,00 a 16,50 m ha sido de $2,00 \times 10^{-6} \text{ m/s}$, lo que equivale a un suelo semipermeable aunque de drenaje dificultoso mediante bombeo.

Nivel 3: Formación arcillosa marina (Mio-Plioceno)

Nivel 3₁: Arcilla marrón-verdosa con lentes grisáceas

Acotación del nivel.

Este nivel ha sido reconocido en los sondeos realizados entre las siguientes profundidades referidas a la boca de los mismos:

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
S-1	17,70	22,70
S-2	No detectado	
S-3	17,30	22,20
S-4	17,60	26,00
S-5	16,70	21,30
S-6	16,90	21,60
S-7	19,30	29,30
S-8	16,80	24,00

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

Este nivel aparece a una profundidad constante comprendida entre 16,70-19,30 m de profundidad prolongándose hasta los 21,30-29,30 m. La excepción a esto es el sondeo S-2 donde estas arcillas no se han detectado.

Descripción del nivel.

Este nivel está constituido por arcillas de color marrón verdoso beige con vetas grisáceas, a techo pueden presentar trazas arenosas. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y en base a los ensayos identificativos realizados, las muestras ensayadas de este nivel se clasifican como unas arcillas de baja plasticidad (CL).

Parámetros resistentes.

Los resultados obtenidos en los ensayos de penetración realizados en este nivel han permitido caracterizar la consistencia del mismo. Los resultados obtenidos son:

- Ensayo de penetración estándar: $N_{SPT} = 19-35$
- Golpeo hincia muestra inalterada: $M_i = 24-63$

Además, sobre la muestra inalterada extraída en este nivel se han realizado varios ensayos de resistencia a la compresión simple, obteniéndose:

	Sondeo	Cota (m)	Sondeo	Cota (m)	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-1	18,00-18,60	S-4	19,20-19,80	S-5	18,00-18,60
RESIST. COMPR. SIMPLE(q_u) kp/cm^{20}	5,00		6,10		3,05	

	Sondeo	Cota (m)	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-6	17,40-17,75	S-7	21,00-21,60
RESIST. COMPR. SIMPLE(q_u) kp/cm^{20}	3,28		5,11	

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados se deduce que se trata de un nivel de consistencia *firme-dura*.

Densidades y Humedades.

En la realización de algunos ensayos de laboratorio se determina la densidad aparente, densidad seca y la humedad natural de la muestra de suelo ensayada.

De este modo se han obtenido los siguientes valores medios de densidad y humedad:

- Densidad aparente: 2,01 g/cm^3
- Densidad seca: 1,62 g/cm^3
- Humedad: 24,00%

Resistencia al esfuerzo cortante.

Con objeto de determinar la resistencia a la cizalladura de este nivel se han realizado dos ensayos de corte directo y un ensayo triaxial mediante los cuales se determina la cohesión y el ángulo de rozamiento interno del terreno; parámetros éstos de los cuales depende la antedicha resistencia al corte.

El tipo de ensayo triaxial realizado ha sido del tipo no consolidado y no drenado (UU), con el cual se reproducen condiciones a corto plazo en cuanto a resistencia al corte; mientras que los ensayos de corte directo han sido del tipo consolidado y drenado (CD) con el cual se reproducen las condiciones a largo plazo en cuanto a resistencia al corte en materiales arcillosos.

La resistencia a la rotura también puede estimarse de forma indirecta a partir de la resistencia a la compresión simple y en el caso en el que la muestra se encuentre saturada. Esta resistencia puede quedar caracterizada según los criterios de Mohr-Coulomb a partir de la siguiente relación:

$$C_u = \frac{q_u}{2}$$

Donde:

C_u = Cohesión sin drenaje.

q_u = Resistencia a compresión simple.

A partir de los ensayos de corte directo, triaxial y compresión simple realizados se han obtenido los siguientes resultados:

	Sondeo	Cota (m)	Sondeo	Cota (m)	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-4	19,20-19,80	S-7	28,45-28,80	S-3	18,00-18,60
Cohesión (c' , kg/cm ²)	0,98		0,50		1,73	
Ángulo de rozamiento interno °	24,35		22,35		1,02	
Tipo de Ensayo en el que se obtuvieron los resultados	Corte directo CD		Corte directo CD		Triaxial UU	

	Sondeo	Cota (m)	Sondeo	Cota (m)	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-1	18,00-18,60	S-4	19,20-19,80	S-5	18,00-18,60
Cohesión (c' , kg/cm ²)	2,50		3,05		1,73	
Ángulo de rozamiento interno °	0,00		0,00		0,00	
Tipo de Ensayo en el que se obtuvieron los resultados	Compresión simple		Compresión simple		Compresión simple	

	Sondeo	Cota (m)	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-6	17,40-17,75	S-7	21,00-21,60
Cohesión (c' , kg/cm ²)	0,98		0,50	
Ángulo de rozamiento interno °	0,00		0,00	
Tipo de Ensayo en el que se obtuvieron los resultados	Compresión simple		Compresión simple	

Según todos estos resultados se consideran representativos de este nivel los siguientes valores medios:

Resistencia a la rotura a corto plazo:

- Cohesión sin drenaje estimada: $c_u = 1,73 \text{ kp/cm}^2$
- Ángulo de rozamiento a corto plazo: $\phi_u = 0,00^\circ$

Resistencia a la rotura a largo plazo:

- Cohesión efectiva: $c = 0,74 \text{ kp/cm}^2$
- Ángulo de rozamiento efectivo $\phi = 23,4^\circ$

Deformabilidad.

Los suelos cohesivos se caracterizan por su gran compresibilidad como consecuencia de la estructura abierta que las partículas forman en el momento de la deposición, la cual es inestable frente a cargas que con posterioridad pueden actuar.

Con objeto de determinar esta propiedad en los suelos cohesivos se ha realizado un ensayo edométrico del cual se han obtenido distintos parámetros que caracterizan la deformabilidad. Uno de estos parámetros es el índice de compresión; C_c , el cual es una medida del grado de deformación que sufre una probeta de suelo como respuesta a un incremento de carga aplicado sobre ella. Concretamente este índice de compresión es la tangente de la parte final de la curva edométrica (índice de poros v.s. carga), la cual se verticaliza cuando para un incremento de carga se produce una elevada variación del índice de poros, mientras que presenta una tangente menor cuando para un mismo incremento de carga la variación del índice de poros es menor.

En el caso que nos ocupa el índice de compresión obtenido es de 0,108-0,127 que pone de manifiesto una baja deformabilidad. A partir de este ensayo edométrico se ha calculado el índice de poros (e_0) de la arcilla que compone este nivel, siendo éste de 0,621-0,622 lo que pone de manifiesto un empaquetamiento denso de las partículas de este nivel.

Permeabilidad.

La permeabilidad determinada mediante los ensayos Lefranc realizados en el sondeo S-3 de 20,00 a 21,00 m y en el sondeo S-8 de 17,50 a 30,00 m ha sido de $3,80 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ y $7,12 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ respectivamente, lo que equivale a un suelo impermeable de drenaje dificultoso mediante bombeo.

Nivel 3₂: Arcilla de color gris azulado

Acotación del nivel.

Este nivel ha sido reconocido en los sondeos realizados entre las siguientes profundidades referidas a la boca de los mismos:

ENSAYO	PROF. TECHO * (m)	PROF. MURO * (m)
S-1	22,70	>30,45 (fin de ensayo)
S-2	16,80	>30,15 (fin de ensayo)
S-3	22,20	>30,17 (fin de ensayo)
S-4	26,00	>30,00 (fin de ensayo)
S-5	21,30	>30,00 (fin de ensayo)
S-6	21,60	>30,00 (fin de ensayo)
S-7	29,30	>30,60 (fin de ensayo)
S-8	24,00	>30,00 (fin de ensayo)

* Las profundidades equivalen a la cota relativa de cada uno de los ensayos.

Este nivel constituye el subsuelo de la parcela objeto de estudio apareciendo entre los 16,80-29,30 m y prolongándose por debajo de las profundidades reconocidas hasta cotas muy inferiores según se deduce del contexto geológico en el que nos encontramos.

Descripción del nivel.

Este nivel está compuesto por arcillas de color gris azulado. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y en base a los ensayos identificativos realizados, las muestras ensayadas de este nivel se clasifican como unas arcillas de baja y alta plasticidad (CL y CH).

Parámetros resistentes.

Los resultados obtenidos en los ensayos de penetración realizados en este nivel han permitido caracterizar la consistencia del mismo. Los resultados obtenidos son:

- Ensayo de penetración estándar: $N_{SPT} = 29-49$
- Golpeo hincia muestra inalterada: $M_i = 52$ -Rechazo

Además, sobre la muestra inalterada extraída en este nivel se ha realizado un ensayo de resistencia a la compresión simple, obteniéndose:

	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-6	26,40-26,92
RESIST. COMPR. SIMPLE(q_u) kp/cm^2 ²⁰	5,99	

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados se deduce que se trata de un nivel de consistencia *dura*.

Densidades y Humedades.

En la realización de algunos ensayos de laboratorio se determina la densidad aparente, densidad seca y la humedad natural de la muestra de suelo ensayada.

De este modo se han obtenido los siguientes valores medios de densidad y humedad:

- Densidad aparente: 2,02 g/cm³
- Densidad seca: 1,65 g/cm³
- Humedad: 23,07%

Resistencia al esfuerzo cortante.

Con objeto de determinar la resistencia a la cizalladura de este nivel se ha realizado un ensayo triaxial mediante el cual se determina la cohesión y el ángulo de rozamiento interno del terreno; parámetros éstos de los cuales depende la antedicha resistencia al corte.

Este ensayo triaxial realizado ha sido del tipo consolidado y drenado (CD) con el cual se reproducen las condiciones a largo plazo en cuanto resistencia al corte, obteniendo los siguientes resultados:

	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-6	21,60-22,15
Cohesión (c, kg/cm ²)	0,56	
Ángulo de rozamiento interno °	28,86	

La resistencia a la rotura también puede estimarse de forma indirecta a partir de la resistencia a la compresión simple y en el caso en el que la muestra se encuentre saturada. Esta resistencia puede quedar caracterizada según los criterios de Mohr-Coulomb a partir de la siguiente relación:

$$C_u = \frac{q_u}{2}$$

Donde:

C_u= Cohesión sin drenaje.

q_u= Resistencia a compresión simple.

	Sondeo	Cota (m)
MUESTRA	S-2	26,40-26,92
Cohesión (c' , kg/cm ²)	3,00	
Ángulo de rozamiento interno °	0,00	
Tipo de Ensayo en el que se obtuvieron los resultados	Compresión simple	

Según estos resultados se consideran representativos de este nivel los siguientes valores:

Resistencia a la rotura a corto plazo:

- Cohesión sin drenaje estimada: $c_u = 2,09 \text{ kp/cm}^2$
- Ángulo de rozamiento a corto plazo: $\phi_u = 0,00^\circ$

Resistencia a la rotura a largo plazo:

- Cohesión efectiva: $c = 0,56 \text{ kp/cm}^2$
- Ángulo de rozamiento efectiva: $\phi = 28,9^\circ$

Deformabilidad.

Los suelos cohesivos se caracterizan por su gran compresibilidad como consecuencia de la estructura abierta que las partículas forman en el momento de la deposición, la cual es inestable frente a cargas que con posterioridad pueden actuar.

Con objeto de determinar esta propiedad en los suelos cohesivos se ha realizado un ensayo edométrico del cual se han obtenido distintos parámetros que caracterizan la deformabilidad. Uno de estos parámetros es el índice de compresión; C_c , el cual es una medida del grado de deformación que sufre una probeta de suelo como respuesta a un incremento de carga aplicado sobre ella. Concretamente este índice de compresión es la tangente de la parte final de la curva edométrica (índice de poros v.s. carga), la cual se verticaliza cuando para un incremento de carga se produce una elevada variación del índice de poros, mientras que presenta una tangente menor cuando para un mismo incremento de carga la variación del índice de poros es menor.

En el caso que nos ocupa el índice de compresión obtenido es de 0,116 que pone de manifiesto una baja deformabilidad. A partir de este ensayo edométrico se ha calculado el índice de poros de la arcilla que compone este nivel, siendo éste de 0,725 lo que pone de manifiesto un empaquetamiento muy denso de las partículas que componen este nivel.

Permeabilidad.

La permeabilidad determinada mediante los ensayos Lefranc realizados en el sondeo S-1 de 25,00 a 25,60 m y en el S-8 de 17,50 a 30,00 m ha sido de $2,66 \times 10^{-7}$ - $3,80 \times 10^{-7} \text{ m/s}$, lo que equivale a un suelo impermeable de drenaje muy dificultoso.

A continuación presentamos una tabla resumen con la totalidad de los parámetros geotécnicos obtenidos, los cuales servirán para la caracterización geomecánica de los distintos niveles:

		S-1							
		1,20 – 1,65	3,00 – 3,45	3,50 – 4,00	6,00 – 6,60	7,50 – 7,95	9,00 – 9,60	12,00 – 12,60	15,00 – 15,45
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)				SP-SM				ML	
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94			--				--	
	Límite plástico UNE 103104/94			--				--	
	Índice de plasticidad			N.P.				N.P.	
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)			97,75				100	
	% pasa tamiz 200 (ASTM)			7,27				90,4	
% Humedad natural (UNE 103300/93)								24,49	
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)								
	Densidad seca (g/cm³)								
	R C.S, q _u (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen								
	Índice Expansividad (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)								
	Pres. hincham. (kp/cm²)								
	Colapso (%)								
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)								
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)								
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)								
	Índice Compresión (C _c)								
	Índice Poros Inicial (e ₀)								
Golpeo		3-2-2	2-4-6		19-24-15-16	25-33-19	8-12-16-23	11-7-9-12	10-14-14
N _{SPT} UNE 103800/97		4	10			52			28
N _i					39		28	16	
Sulfatos (EHE) (mg/kg)				NC				NC	
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)									
% Materia Orgánica UNE 103204/93									
% Carbonatos UNE 103200/93									

		S-1						
		16,00 – 16,70	18,00 – 18,60	20,80 – 21,25	23,40 – 24,00	25,60 – 26,05	27,60 – 28,20	30,00 – 30,45
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)		SM	CL		CL			
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94	--	40,0		41,20			
	Límite plástico UNE 103104/94	--	20,9		20,20			
	Índice de plasticidad	N.P.	19,1		21			
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)	98,28	83,45		100			
	% pasa tamiz 200 (ASTM)	49,55	79,45		98,34			
% Humedad natural (UNE 103300/93)			24,47					
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)		1,96					
	Densidad seca (g/cm³)		1,57					
	R C.S, q _u (kp/cm²)		5					
	Clasificación		DURA					
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen							
	Índice Expansividad (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)							
	Pres. hincham. (kp/cm²)							
	Colapso (%)							
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)							
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)							
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)							
	Índice Compresión (C _c)		0,108					
	Índice Poros Inicial (e ₀)		0,622					
Golpeo			6-10-14-20	5-11-14	13-21-31-38	9-12-18	15-27-34-48	12-20-29
N _{SPT} UNE 103800/97				25		30		49
N _i			24		52		61	
Sulfatos (EHE) (mg/kg)			NC					
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)								
% Materia Orgánica UNE 103204/93								
% Carbonatos UNE 103200/93								

		S-2						
		1,20 – 1,65	3,00 – 3,45	4,80 – 5,40	7,50 – 7,95	10,20 – 10,80	12,00 – 12,45	13,50 – 13,95
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)				SP-SM		GP		
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94			--		--		
	Límite plástico UNE 103104/94			--		--		
	Índice de plasticidad			N.P.		N.P.		
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)			94,75		50,5		
	% pasa tamiz 200 (ASTM)			7,19		1,7		
% Humedad natural (UNE 103300/93)						14,31		
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)					2,02		
	Densidad seca (g/cm³)					1,77		
	R C.S, q _u (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen							
	Índice Expansividad (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)							
	Pres. hincham. (kp/cm²)							
	Colapso (%)							
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)							
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)							
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)							
	Índice Compresión (C _c)					0,059		
	Índice Poros Inicial (e ₀)					0,509		
Golpeo		1-2-2	2-1-2	4-8-9-13	3-7-7	14-12-11-6	9-22-24	9-15-20
N _{SPT} UNE 103800/97		4	3		14		46	35
N _i				17		23		
Sulfatos (EHE) (mg/kg)				NC		NC		
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)								
% Materia Orgánica UNE 103204/93								
% Carbonatos UNE 103200/93								

		S-2						
		14,00 – 14,60	16,20 – 16,80	19,20 – 19,65	22,20 – 22,80	24,40 – 24,85	26,40 – 26,92	29,70 – 30,15
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)		SM	GC				CL	
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94	--	50,4				40,1	
	Límite plástico UNE 103104/94	--	22,6				19,7	
	Índice de plasticidad	N.P.	27,8				20,4	
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)	98,35	46,77				100	
	% pasa tamiz 200 (ASTM)	34,70	42,3				97,81	
% Humedad natural (UNE 103300/93)			26,2				22,64	
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)		1,98				2,05	
	Densidad seca (g/cm³)		1,57				1,67	
	R C.S, q _u (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen							
	Índice Expansividad (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)							
	Pres. hincham. (kp/cm²)							
	Colapso (%)							
Ensayo Triaxial	Cohesión, c (kp/cm²)		1,18					
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)		11,41					
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)							
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)							
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)							
	Índice Compresión (C _c)							
	Índice Poros Inicial (e ₀)							
Golpeo			8-10-16-35	10-12-17	15-22-27-34	9-17-23	21-25-41-50	12-19-22
N _{SPT} UNE 103800/97				29		40		41
N _i			26		49		66	
Sulfatos (EHE) (mg/kg)			NC					
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)								
% Materia Orgánica UNE 103204/93								
% Carbonatos UNE 103200/93								

		S-3						
		1,20 – 1,65	3,00 – 3,60	5,20 – 6,60	6,00 – 6,45	9,00 –9,60	10,50 –10,95	11,60 –12,20
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)				SW		SP		SM
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94			--		--		--
	Límite plástico UNE 103104/94			--		--		--
	Índice de plasticidad			N.P.		N.P.		N.P.
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)			91,84		99,79		100
	% pasa tamiz 200 (ASTM)			4,97		4,33		13,66
% Humedad natural (UNE 103300/93)								
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)							
	Densidad seca (g/cm³)							
	R C.S, q _u (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen							
	Índice Expansividad (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)							
	Pres. hincham. (kp/cm²)							
	Colapso (%)							
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)							
	Ang. Roz. Interno, φ (°)							
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)							
	Índice Compresión (C _c)							
	Índice Poros Inicial (e ₀)							
Golpeo		1-1-2	1-1-4-4		6-9-10	15-24-14-17	8-8-7	
N _{SPT} UNE 103800/97		3			19		15	
N _i			5			38		
Sulfatos (EHE) (mg/kg)				NC		NC		NC
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)								
% Materia Orgánica UNE 103204/93								
% Carbonatos UNE 103200/93								

		S-3						
		13,50 – 13,75	15,00 – 15,60	18,00 – 18,60	21,00 – 21,45	23,40 – 24,00	27,60 – 27,05	29,60 – 30,17
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)				CL				
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94			41,4				
	Límite plástico UNE 103104/94			19,6				
	Índice de plasticidad			21,9				
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)			100				
	% pasa tamiz 200 (ASTM)			98,2				
% Humedad natural (UNE 103300/93)				21,15				
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)							
	Densidad seca (g/cm³)							
	R C.S, q _u (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen							
	Índice Expansividad (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)							
	Pres. hincham. (kp/cm²)							
	Colapso (%)							
Ensayo Triaxial	Cohesión, c (kp/cm²)			1,73				
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)			1,02				
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)							
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)							
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)							
	Índice Compresión (C _c)							
	Índice Poros Inicial (e ₀)							
Golpeo		14-R	6-6-14-16	6-12-14-19	6-10-13	13-20-40-43	8-14-18	16-32-38-R
N _{SPT} UNE 103800/97		R			23		32	
N _i			20	26		60		70
Sulfatos (EHE) (mg/kg)								
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)								
% Materia Orgánica UNE 103204/93								
% Carbonatos UNE 103200/93								

		S-4							
		1,50 – 2,20	3,00 – 3,60	3,60 – 4,20	6,60 – 7,00	7,40 –8,00	11,40 –12,00	12,00-12,60	12,60-14,00
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)			SP				SM		SM
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94		--				--		--
	Límite plástico UNE 103104/94		--				--		--
	Índice de plasticidad		N.P.				N.P.		N.P.
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)		98,44				96,75		97,39
	% pasa tamiz 200 (ASTM)		1,03				12,55		23,68
% Humedad natural (UNE 103300/93)									
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)								
	Densidad seca (g/cm³)								
	R C.S, q _u (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen								
	Índice Expansividad (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)								
	Pres. hincham. (kp/cm²)								
	Colapso (%)								
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)								
	Ang. Roz. Interno, φ (°)								
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)								
	Índice Compresión (C _c)								
	Índice Poros Inicial (e ₀)								
Golpeo			5-5-7-7	4-5-6-6-	14-31-50	26-22-27-33	6-9-13-17	4-5-5-6	
N _{SPT} UNE 103800/97				11		49		10	
N _i			12		R		22		
Sulfatos (EHE) (mg/kg)		2128,58	NC				NC		
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)									
% Materia Orgánica UNE 103204/93									
% Carbonatos UNE 103200/93									

		S-4							
		15,00 – 15,60	15,60 – 16,20	19,20 – 19,80	19,80-20,40	23,40-24,00	24,00-24,60	27,60-28,00	28,00-28,60
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)				CL					
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94			39,4					
	Límite plástico UNE 103104/94			18,8					
	Índice de plasticidad			20,6					
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)			100					
	% pasa tamiz 200 (ASTM)			97,3					
% Humedad natural (UNE 103300/93)				22,71					
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)			2					
	Densidad seca (g/cm³)			1,63					
	R C.S, q _u (kp/cm²)			6,10					
	Clasificación			DURA					
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen								
	Índice Expansividad (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)								
	Pres. hincham. (kp/cm²)								
	Colapso (%)								
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)			0,98					
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)			24,35					
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)								
	Índice Compresión (C _c)								
	Índice Poros Inicial (e ₀)								
Golpeo		12-15-21-24	6-8-12-16	12-17-25-29	8-9-13-18	14-25-38-49	7-11-13-17	18-34-50	12-17-19-23
N _{SPT} UNE 103800/97			20		22		24		36
N _i		36		42		63		R	
Sulfatos (EHE) (mg/kg)				NC					
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)									
% Materia Orgánica UNE 103204/93									
% Carbonatos UNE 103200/93									

		S-5							
		3,60 – 4,20	4,20 – 4,80	6,00 – 7,00	7,00 – 7,60	10,50 – 11,10	13,00 – 13,60	15,60-16,20	16,20-16,23
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)		CL		SM				SM	
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94	27,4		19,2				19,20	
	Límite plástico UNE 103104/94	15,4		15,4				15,4	
	Índice de plasticidad	12,1		3,8				3,8	
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)	100						94,20	
	% pasa tamiz 200 (ASTM)	61,1						21,12	
% Humedad natural (UNE 103300/93)		13,16							
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)	2,13							
	Densidad seca (g/cm³)	1,88							
	R C.S, q _u (kp/cm²)	2,46							
	Clasificación	MUY FIRME							
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen								
	Índice Expansividad (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)								
	Pres. hincham. (kp/cm²)								
	Colapso (%)								
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)	0,26							
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)	24,35							
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)								
	Índice Compresión (C _c)								
	Índice Poros Inicial (e ₀)								
Golpeo		6-10-14-14	3-4-5-7		7-11-13-15	6-9-10-12	9-13-11-12	8-30-24-16	50
N _{SPT} UNE 103800/97			9		24	19	24		R
N _i		24						54	
Sulfatos (EHE) (mg/kg)		NC		NC					
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)									
% Materia Orgánica UNE 103204/93									
% Carbonatos UNE 103200/93									

		S-5							
		16,20-16,70	18,00 – 18,60	18,60 – 19,20	22,20 – 22,63	22,63 – 23,23	27,00 –27,30	27,30 –27,90	30,00 –30,60
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)		SM			CH				
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94	--			55,5				
	Límite plástico UNE 103104/94	--			23,8				
	Índice de plasticidad	N.P.			31,7				
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)	89,84			100				
	% pasa tamiz 200 (ASTM)	36,16			99,8				
% Humedad natural (UNE 103300/93)			25,85		25,46				
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)		1,99		1,94				
	Densidad seca (g/cm³)		1,58		1,55				
	R C.S, q _u (kp/cm²)		3,05						
	Clasificación		4,94						
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen								
	Índice Expansividad (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)								
	Pres. hincham. (kp/cm²)								
	Colapso (%)								
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)								
	Ang. Roz. Interno, φ (°)								
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)								
	Índice Compresión (C _c)				0,116				
	Índice Poros Inicial (e ₀)				0,725				
Golpeo			8-12-20-28	5-9-12-16	17-34-50	7-12-15-18	20-50	9-15-23-30	10-17-27-36
N _{SPT} UNE 103800/97				21		27		38	44
N _i			32		R		R		
Sulfatos (EHE) (mg/kg)					2466				
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)									
% Materia Orgánica UNE 103204/93									
% Carbonatos UNE 103200/93									

		S-6							
		3,00-3,60	3,60 – 4,20	6,80 – 7,40	7,50 – 8,20	9,40 – 10,00	12,60 –13,20	13,20 –14,50	15,40 –16,00
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)		SP			SP-SM			GW-GM	
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94	--			--			--	
	Límite plástico UNE 103104/94	--			--			--	
	Índice de plasticidad	N.P.			N.P.			N.P.	
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)	99,60			81,37			53,58	
	% pasa tamiz 200 (ASTM)	1,58			8,72			8,11	
% Humedad natural (UNE 103300/93)									
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)								
	Densidad seca (g/cm³)								
	R C.S, q _u (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen								
	Índice Expansividad (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)								
	Pres. hincham. (kp/cm²)								
	Colapso (%)								
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)								
	Ang. Roz. Interno, φ (°)								
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)								
	Índice Compresión (C _c)								
	Índice Poros Inicial (e ₀)								
Golpeo		7-7-8-9	4-6-5-6	8-11-12-14		5-7-7-9	11-17-23-39		7-9-10-12
N _{SPT} UNE 103800/97			11	23		14	40		19
N _i		15							
Sulfatos (EHE) (mg/kg)					NC			NC	
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)									
% Materia Orgánica UNE 103204/93									
% Carbonatos UNE 103200/93									

		S-6							
		17,40-17,75	19,00 – 19,60	21,60 – 22,15	22,15 – 22,75	24,20 – 24,60	24,60 –25,20	27,70 –28,20	28,20 –28,80
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)								CL	
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94							39,9	
	Límite plástico UNE 103104/94							19,8	
	Índice de plasticidad							20,1	
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)							100	
	% pasa tamiz 200 (ASTM)							98,15	
% Humedad natural (UNE 103300/93)		24,80		21,1					
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)	2,02		2,08					
	Densidad seca (g/cm³)	1,62		1,72					
	R C.S, q _u (kp/cm²)	3,28							
	Clasificación	MUY FIRME							
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen								
	Índice Expansividad (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)								
	Pres. hincham. (kp/cm²)								
	Colapso (%)								
Ensayo Triaxial	Cohesión, c (kp/cm²)			0,56					
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)			28,86					
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)								
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)								
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)								
	Índice Compresión (C _c)								
	Índice Poros Inicial (e ₀)								
Golpeo			7-8-11-13	12-25-45-50	10-12-15-19		7-11-16-22		10-14-18-24
N _{SPT} UNE 103800/97			19		27		27		32
N _i				R					
Sulfatos (EHE) (mg/kg)								2923,08	
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)									
% Materia Orgánica UNE 103204/93									
% Carbonatos UNE 103200/93									

		S-7						
		2,40 – 3,00	3,00 – 3,60	6,10 – 6,65	7,80 – 8,50	9,40 – 10,00	12,60 – 12,89	15,70 – 16,30
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)		SP			GW			
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94	--			--			
	Límite plástico UNE 103104/94	--			--			
	Índice de plasticidad	N.P.			N.P.			
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)	99,71			20,21			
	% pasa tamiz 200 (ASTM)	3,70			2,41			
% Humedad natural (UNE 103300/93)								
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)							
	Densidad seca (g/cm³)							
	R C.S, q _u (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen							
	Índice Expansividad (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)							
	Pres. hincham. (kp/cm²)							
	Colapso (%)							
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)							
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)							
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)							
	Índice Compresión (C _c)							
	Índice Poros Inicial (e ₀)							
Golpeo		4-6-8-9	3-4-4-4	8-15-26-50		6-6-7-9	18-50	8-10-11-13
N _{SPT} UNE 103800/97			8	41		13	R	21
N _i		14						
Sulfatos (EHE) (mg/kg)					NC			
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)								
% Materia Orgánica UNE 103204/93								
% Carbonatos UNE 103200/93								

		S-7							
		16,30 – 17,00	19,20 – 19,80	21,00 – 21,60	21,60 – 22,20	24,10 – 24,70	27,20 – 27,80	28,45 – 28,80	30,00 – 30,60
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)		SM		CL					
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94	--		43,9					
	Límite plástico UNE 103104/94	--		20,9					
	Índice de plasticidad	N.P.		23					
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)	100		100					
	% pasa tamiz 200 (ASTM)	41,55		97,5					
% Humedad natural (UNE 103300/93)				22,01				23,3	
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)			2,01				2,05	
	Densidad seca (g/cm³)			1,65				1,66	
	R C.S, q _u (kp/cm²)			5,11					
	Clasificación			DURA					
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen								
	Índice Expansividad (kp/cm²)								
	Clasificación								
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)								
	Pres. hincham. (kp/cm²)								
	Colapso (%)								
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)							0,5	
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)							22,35	
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)								
	Índice Compresión (C _c)			0,127					
	Índice Poros Inicial (e ₀)			0,621					
Golpeo			6-9-11-13	10-17-29-42	7-11-14-19	12-13-16-23	12-16-19-26		15-19-24-33
N _{SPT} UNE 103800/97			20		25	29	35		43
N _i				46					
Sulfatos (EHE) (mg/kg)		NC		11516					
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)									
% Materia Orgánica UNE 103204/93									
% Carbonatos UNE 103200/93									

		S-8						
		2,40 – 3,00	3,00 – 3,60	6,60 – 7,20	9,20 – 9,80	11,40 – 12,00	12,30 – 12,58	13,00 – 13,80
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)		SP				SW		SM
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94	--				--		--
	Límite plástico UNE 103104/94	--				--		--
	Índice de plasticidad	N.P.				N.P.		N.P.
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)	100				99,27		79,63
	% pasa tamiz 200 (ASTM)	2,03				3,28		16,54
% Humedad natural (UNE 103300/93)								
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)							
	Densidad seca (g/cm³)							
	R C.S, q _u (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen							
	Índice Expansividad (kp/cm²)							
	Clasificación							
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)							
	Pres. hincham. (kp/cm²)							
	Colapso (%)							
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)							
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)							
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)							
	Índice Compresión (C _c)							
	Índice Poros Inicial (e ₀)							
Golpeo		6-7-9-10	4-5-5-6	3-5-7-8	4-5-6-9	8-15-20-36	23-50	
N _{SPT} UNE 103800/97			10	12	11		R	
N _i		16				35		
Sulfatos (EHE) (mg/kg)						NC		
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)								
% Materia Orgánica UNE 103204/93								
% Carbonatos UNE 103200/93								

		S-8					
		15,60 – 16,20	16,20 – 16,80	18,00 – 18,40	19,00 – 19,60	23,40 – 24,00	28,40 – 28,80
Clasificación (U.S.C.S./A.S.T.M.)		ML					CL
Límites de Atterberg	Límite líquido UNE 103103/94	--					39,4
	Límite plástico UNE 103104/94	--					19,5
	Índice de plasticidad	N.P.					19,9
Granulometría por tamizado	% pasa tamiz 4 (ASTM)	100					100
	% pasa tamiz 200 (ASTM)	50,7					98,06
% Humedad natural (UNE 103300/93)		23,96					
Compresión simple UNE 103400/93	Densidad aparente (g/cm³)	2,09					
	Densidad seca (g/cm³)	1,69					
	R C.S, q _u (kp/cm²)						
	Clasificación						
Ensayo Lambe UNE 103600/96	Cambio Potencial Volumen						
	Índice Expansividad (kp/cm²)						
	Clasificación						
Ensayo Inundación Bajo Carga	Hincham. libre (%)						
	Pres. hincham. (kp/cm²)						
	Colapso (%)						
Corte Directo	Cohesión, c (kp/cm²)	0,03					
	Ang. Roz. Interno, ϕ (°)	28,65					
Ensayo edométrico	Módulo edométrico (kp/cm²)						
	Índice Compresión (C _c)						
	Índice Poros Inicial (e ₀)						
Golpeo		9-11-13-16	8-10-13-16	6-8-12-15	9-11-13-17	7-13-16-20	
N _{SPT} UNE 103800/97			23	20	24	29	
N _i		24					
Sulfatos (EHE) (mg/kg)							2424,13
Acidez Baumann Gully (EHE) (ml/kg)							
% Materia Orgánica UNE 103204/93							
% Carbonatos UNE 103200/93							

4.3.- CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LA ZONA.

La Norma de Construcción Sismorresistente de 11 de octubre de 2002 (NCSR-02) 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 obras a las que es aplicable la citada Norma.

A efectos de esta Norma las construcciones se clasifican en:

1.- De moderada importancia.

Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos.

2.- De normal importancia.

Aquellas cuya destrucción por el terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

3.- De especial importancia.

Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en las construcciones de moderada importancia, en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b , sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad y en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí, en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas se la aceleración sísmica de cálculo, a_c es igual o mayor de 0,08 g.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica que suministra, para cada punto del territorio; expresada en relación al valor de la gravedad; la aceleración sísmica básica, a_b , -un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno y el valor del coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

La aceleración sísmica de cálculo (a_c) se define como el producto: $a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$; siendo:

a_b : Aceleración sísmica básica.

ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, cuyo valor es de 1,00 para construcciones de importancia normal y de 1,30 para construcciones de importancia especial.

S: Coeficiente de amplificación del terreno que toma los valores:

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

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

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

Siendo C el Coeficiente de terreno dependiente de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

También contempla la Norma la clasificación del terreno para el coeficiente de suelo:

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
Terreno I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.	1,0
Terreno II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.	1,3
Terreno III: Suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme.	1,6
Terreno IV: Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando.	2,0

Se ha considerado para la estimación de la aceleración de cálculo el ensayo S-1.

Nivel	Tipo de terreno	Espesor (m)	C Coeficiente del suelo
1	IV	3,00	2,00
2	III	14,70	1,60
3	II	12,30	1,30

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e_1 , e_2 , e_3 , y e_4 de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.

Se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor e_i , en metros mediante la expresión:

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

En edificios con sótanos bajo nivel general de la superficie del terreno, los espesores de las distintas capas para clasificar las condiciones de cimentación deben, normalmente, medirse a partir de rasante.

Para el lugar de estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

LOCALIDAD MÁS PROXIMA	Aceleración básica (Ab/g)	Coefficiente contribución (K)	Coefficiente de riesgo ρ	C: Coefficiente de terreno de cálculo	$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$ Aceleración de Cálculo
MÁLAGA	0,07	1,0	1,3 (p.100 años const. Especial importancia) 1,0 (p.50 años const. Normal importancia)	1,52	0,110 0,085

La citada Norma establece las siguientes reglas de diseño y prescripciones constructivas en zonas sísmicas en lo referente a la cimentación:

Debe de evitarse la coexistencia en una misma unidad estructural de sistemas de cimentación superficiales y profundos.

Es recomendable disponer la cimentación sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo, presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.

Cuando existan suelos susceptibles de licuefacción, deberán adoptarse las medidas oportunas. En concreto no se considerará la resistencia de fuste de los pilotes en la zona de estos colindante con estratos susceptibles de licuarse durante un sismo.

- Cuando $a_c > 0,08$ g los elementos de cimentación situados en el perímetro deberán enlazarse entre sí, siguiendo éste, mediante vigas de atado capaces de resistir un esfuerzo axial de valor a_c veces la carga vertical transmitida en cada punto.
- Cuando $a_c > 0,16$ g el atado debe afectar a todos los elementos y ser en dos direcciones.

4.4.- AGRESIVIDAD.

Con objeto de definir la agresividad a la que estará sometida la cimentación se identifica a continuación el tipo de ambiente siguiendo los criterios apuntados en la normativa EHE. Según esta normativa el tipo de ambiente viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

El tipo de ambiente se define por la clase general de exposición frente a la corrosión de las armaduras (tabla 4.4.1) y por la clase específica de exposición relativas a los otros procesos de degradación que procedan para cada caso (tabla 4.4.2).

Clases generales de exposición ambiental en relación con la corrosión de armaduras:

Se definen como clases generales de exposición las que se refieren exclusivamente a procesos relacionados con la corrosión de armaduras y se definen según los siguientes criterios:

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
No agresiva		I	Ninguno	Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones Elementos de hormigón en masa	Interiores de edificios protegidos de la intemperie.
Normal	Humedad alta	II _a	Corrosión de origen diferente de los cloruros	Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones. Exteriores en ausencia de cloruros y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. Elementos enterrados o sumergidos.	Sótanos no ventilados. Cimentaciones. Tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. Elementos de hormigón en cubiertas de edificios.
	Humedad media	II _b	Corrosión de origen diferente de los cloruros	Exteriores en ausencia de cloruros sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm.	Construcciones exteriores protegidas de la lluvia. Tableros y pilas de puentes en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm.
Marina	Aérea	III _a	Corrosión por cloruros	Elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar.	Edificaciones en las proximidades de la costa. Puentes en las proximidades de la costa. Zonas aéreas de diques, pantaneros y otras obras de defensa litoral. Instalaciones portuarias.
	Sumergida	III _b	Corrosión por cloruros	Elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente por debajo del nivel mínimo de bajamar.	Zonas sumergidas situadas en el recorrido de marea de diques pantaneros y obras de defensa litoral. Zonas de pilas de puentes sobre el mar situadas en el recorrido de marea.
	En zonas de mareas	III _c	Corrosión por cloruros	Elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas.	Zonas situadas en el recorrido de marea de diques pantaneros y otras obras de defensa litoral. Zonas de pilas de puentes sobre el mar situadas en el recorrido de marea.
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	Corrosión por cloruros	Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un elevado contenido de cloruros no relacionados con el ambiente marino. Superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas.	Piscinas. Pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve. Estaciones de tratamiento de agua.

Tabla 4.4.1

Clases específicas de exposición ambiental en relación con otros procesos de degradación distintos de la corrosión:

Además de las clases generales de exposición ambiental se establece otra serie de clases específicas de exposición que están relacionadas con otros procesos de deterioro del hormigón distintos de la corrosión de las armaduras:

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
Química agresiva	Débil	Q _a	Ataque químico	Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta (Ver tabla 4.4.3)	Instalaciones industriales con sustancias débilmente agresivas según la tabla 4.4.3. Construcciones en proximidades de áreas industriales con agresividad débil según tabla 4.4.3.
	Media	Q _b	Ataque químico	Elementos en contacto con agua de mar. Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media (Ver tabla 4.4.3)	Dolos, bloques y otros elementos para diques. Estructuras marinas en general. Instalaciones industriales con sustancias de agresividad media según tabla 4.4.3. Construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad media según tabla 4.4.3. Instalaciones de conducciones y tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad alta de acuerdo con la tabla 4.4.3.
	Fuerte	Q _c	Ataque químico	Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración de hormigón con velocidad rápida (Ver tabla 4.4.3).	Instalaciones industriales con sustancias de agresividad alta de acuerdo con la tabla 4.4.3. Instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad alta de acuerdo con la tabla 4.4.3.
Con heladas	Sin sales fundentes	H	Ataque hielo-deshielo	Elementos situados en contacto frecuente con agua o zonas con humedad relativa media ambiental en invierno superior al 75% y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de -5°C.	Construcciones en zonas de alta montaña. Estaciones invernales.
	Con sales fundentes	F	Ataque por sales fundentes	Elementos destinados al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de cinco nevadas anuales o con valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0°C	Tableros de puentes o pasarelas en zonas de alta montaña.
Erosión		E	Abrasión cavitación	Elementos sometidos a desgaste superficial. Elementos de estructuras hidráulicas en los que la cota piezométrica pueda descender por debajo de la presión de vapor de agua.	Pilas de puentes en cauces muy torrenciales. Elementos de diques, pantaneros y obras de defensa litoral que se encuentren sometidos a fuertes oleajes. Pavimentos de hormigón. Tuberías de alta presión.

Tabla 4.4.2.

La cimentación, como cualquier otro tipo de elemento, puede estar sometida a ninguna, a una o a varias clases específicas de exposición relativas a otros procesos de degradación del hormigón. Por el contrario no podrá estar sometida simultáneamente a más de una de las subclases definidas para cada clase específica de exposición.

En el caso de que la cimentación esté sometida a ataque químico (clase Q), la agresividad se clasifica de acuerdo con los criterios recogidos en la tabla siguiente:

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICION		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DEBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
AGUA	VALOR DEL pH	6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5
	CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ /l)	15-40	40-100	> 100
	ION AMONIO (mg NH ₄ ⁺ /l)	15-30	30-60	> 60
	ION MAGNESIO (mg Mg ²⁺ /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
	ION SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200-600	600-3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg/l)	75-150	50-75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ. BAUMANN-GULLY	> 20	(*)	(*)
	ION SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /kg de suelo seco)	2000-3000	3000-12000	> 12000

Tabla 4.4.3.

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

Se han realizado ensayos para determinar la potencial agresividad de sulfatos y acidez del suelo y agua freática sobre los hormigones de la cimentación.

MUESTRA	COTA (m)	CONTENIDO DE SULFATOS (mg/l) EN AGUA	CONTENIDO DE SULFATOS (mg/kg) EN SUELO
S-1	3,50-4,00	258,0	No contiene
	12,00-12,60		No contiene
	18,00-18,60		No contiene
	4,20		
S-2	4,80-5,40		No contiene
	10,20-10,80		No contiene
	14,00-14,60		No contiene
S-3	5,20-6,00	420,5	No contiene
	9,00-9,60		No contiene
	11,60-12,20		No contiene
	4,35		
S-4	1,50-2,20		2128,6
	3,00-3,60		No contiene
	11,40-12,00		No contiene
	19,20-19,80		No contiene
S-5	3,60-4,20		No contiene
	6,00-7,00		No contiene
	22,20-22,63		2466,0

S-6	7,50-8,20		No contiene
	13,20-14,50		No contiene
	27,70-28,20		2923,1
S-7	7,80-8,50		No contiene
	16,30-17,00		No contiene
	21,00-21,60		1516,0
S-8	11,40-12,00		No contiene
	28,40-28,80		2424,1
	4,50	282,2	

Con la actual normativa basada en la EHE y los ensayos realizados se puede definir el ambiente general de exposición, el ambiente específico y por tanto hacer una recomendación genérica del hormigón que se debe utilizar. Dependiendo de otras características especiales requeridas por el proyecto se puede acudir a una especialización del tipo de cemento que se encuentra definida en la mencionada EHE.

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN	CLASE DE EXPOSICIÓN ESPECÍFICA	TIPO DE AMBIENTE
IIa	Qa	IIa+Qa

CEMENTO RECOMENDABLE PARA LOS HORMIGONES DE CIMENTACIÓN
Marinorresistente

Aunque no resulta preceptivo el empleo de cementos con propiedades sulforresistentes en los hormigones de la estructura de cimentación y muros de sótano, puesto que según los resultados de los ensayos realizados se considera un grado de ataque débil por parte del suelo y agua, se recomienda el uso de tales cementos SR en dichas estructuras.

4.5.- ESTUDIO DE CIMENTACIÓN.

En este apartado analizamos las condiciones generales de cimentación en función de las propiedades geotécnicas del subsuelo y de las características del proyecto.

Proyecto:

El proyecto contempla la construcción de un aparcamiento subterráneo para residentes estructurado en 2, 3 o 4 plantas de sótano; dato éste que aún no está confirmado por lo que se realizarán los debidos cálculos para las distintas opciones.

Factores condicionantes:

- La presencia de agua por encima de la cota de cimentación, en torno a los 4,40 metros de profundidad.
- Heterogeneidad del terreno a cota de cimentación considerando tanto 2, 3 o 4 sótanos, donde el nivel podrá estar constituido tanto por las arenas, referidas como nivel 2₁ o las gravas englobadas bajo el epígrafe 2₂.
- En el caso de que se ejecuten 3 o 4 sótanos aparece riesgo de subpresión, por lo que se deberá estudiar con detalles con detalle las cargas reales de la estructura para evaluar dicho riesgo.

Parámetros geotécnicos:

De acuerdo con la estratigrafía reconocida, y con los ensayos geotécnicos realizados, establecemos los siguientes parámetros geotécnicos que caracterizan los materiales donde se pretende edificar:

Nivel 2₁: Arenas limosas con gravas de color marrón.

- Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 31,7^\circ$
- Cohesión efectiva estimada: $c_u = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente estimada: $D_{ap} = 2,07 \text{ t/m}^3$

Nivel 2₂: Gravas y bolos en matriz areno-limosa de color grisáceo

- Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 36,1^\circ$
- Cohesión efectiva estimada: $c_u = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente estimada: $D_{ap} = 2,15 \text{ t/m}^3$

Nivel 2₃: Limos areno-arcillosos de color naranja

- Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 28,6^\circ$
- Cohesión efectiva estimada: $c_u = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente estimada: $D_{ap} = 1,98 \text{ t/m}^3$

Nivel 3₁: Arcillas de color marrón-verdoso (3₁)

- Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 23,4^\circ$
- Cohesión efectiva estimada: $c' = 0,74 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente: $D_{ap} = 2,01 \text{ t/m}^3$

Nivel 3₂: Arcillas de color gris

- Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 28,9^\circ$
- Cohesión efectiva estimada: $c' = 0,56 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente: $D_{ap} = 2,02 \text{ t/m}^3$

A) Propuesta de cimentación:

Teniendo en cuenta que la cota de cimentación se encuentra por debajo del nivel freático y la heterogeneidad del terreno es elevada tanto si se proyectan 2, 3 o 4 plantas de sótano, se recomienda como sistema de cimentación una losa de hormigón armado. En el caso de que finalmente se opte por cuatro sótanos, el modo de ejecución de la obra se hará por método descendente lo que implica la ejecución de sótanos.

Con anterioridad a la ejecución del vaciado de sótano se deberá realizar un muro pantalla que permitirá realizar la excavación de forma estable y proteger las calles y edificios colindantes.

Como se ha comentado en el caso de que se ejecuten 3 o 4 sótanos aparece riesgo de subpresión. En una primera estimación se ha considerado una carga de estructura de 6,25; 7,25 y 8,25 t/m² para 2, 3 y 4 sótanos respectivamente. Considerando una ascensión del nivel freático hasta la cota -2,00 m para quedarnos del lado de la seguridad y una profundidad de cimentación de 8,00, 11,00 para 2, 3 y 4 sótanos, la subpresión se da en el caso de 3 y 4 sótanos, por lo que este fenómeno deberá estudiarse con más detalle una vez se conozcan con exactitud las cargas definitivas de la estructura y la cota de implantación.

Se ha considerado una tensión de estructura estimada en 3,80 t/m² para la opción de 2 sótanos, 4,80 t/m² para la opción de 3 y 5,80 t/m² para 4 plantas de sótano.

Por ello, se considera para la estimación del peso de tierras una excavación de 8,00 m, 11,00 m o 14,00 m sin considerar el relleno pues este se ha detectado desde superficie hasta 3,60 m de profundidad.

Para la obtención de la carga neta adoptamos la expresión:

$$Q_{\text{neta}} = Q_{\text{estructura}} - \text{Peso tierra excavada}$$

Así la carga resultante estimada, responde a unas cargas netas negativas, es decir, que el peso de terreno excavado supone un mayor peso que la carga transmitida por la estructura, por lo que, no se esperan asientos, y de producirse serán no relevantes.

No obstante, las cargas netas finales deberán comprobarse por la Dirección Facultativa una vez que se conozcan las cargas definitivas del Proyecto.

De acuerdo con el esquema de cimentación propuesto, estudiamos a continuación la carga admisible, limitada por hundimiento y por asientos, tomando como modelo de cálculo la parte de la parcela, donde los asientos previsibles se consideran de mayor envergadura:

En ningún caso se deberá cimentar sobre rellenos o vertidos, lo que implicará una especial atención en su eliminación por parte de personal cualificado.

- Cimentación mediante losa de hormigón armado

Carga admisible por consideración de hundimiento:

Manteniendo los parámetros anteriormente apuntados aplicamos el trinomio generalizado de Terzaghi:

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_\gamma F_\eta$$

Siendo:

ϕ : Ángulo de rozamiento interno (31,7°)

C : Cohesión. (0,00 kp/cm²)

q : Esfuerzo efectivo al nivel de fondo de la cimentación. (1,00 kp/cm²)

γ : Densidad efectiva del suelo (2,05g/cm³)

B : Ancho de la cimentación (95,00 m)

L : Longitud de la cimentación (100,00 m)

N_c , N_q y N_γ : Factores de capacidad de carga:

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad N_q = \tan^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{\pi \tan \phi} \quad N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

F_{cs} , F_{qs} y F_γ : Factores de forma:

$$F_{cs} = 1 + \frac{BN_q}{LN_c} \quad F_{qs} = 1 + \frac{B}{L \tan \phi} \quad F_\gamma = 1 - 0,4 \frac{B}{L}$$

Donde L =longitud de cimentación

F_{ci} , F_{qi} y F_η : Factores de inclinación:

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ}\right)^2 \quad F_\eta = \left(1 - \frac{\beta}{\phi}\right)^2$$

Donde β = Inclinación de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical

	Losa
Carga admisible por consideración de hundimiento (kp/cm ²)	>3

En todas las opciones de excavación de sótano se obtiene una carga admisible del terreno por consideración de hundimiento superior a 3,00 kp/cm²; no obstante este valor de carga admisible no puede considerarse aisladamente dado que la problemática viene condicionada por los asientos que la carga pueda inducir en el terreno.

Estudio de asientos - Tensión admisible:

Adoptamos el modelo elástico, según la expresión de Steinbrenner. Aplicamos un coeficiente de seguridad de 3, que nos asegura que la carga admisible es menor del 30 % de la carga de rotura y, de este modo, permanecemos dentro de un régimen elástico.

El método seguido para el cálculo de los asientos inducidos en el terreno es el Steinbrenner, modelo multicapa sobre capa rígida, que calcula para cada capa el asiento al comienzo y al final de la misma, obteniéndose el asiento total por:

$$S_i = S_o - S_z$$

S_o = Asiento al comienzo
 S_z = Asiento al final de la capa

$$S_z = \frac{P \times b}{2E} (A\phi_1 - B\phi_2)$$

Siendo:

P = Presión neta transmitida por la estructura

b = Ancho de la cimentación

$A = 1 - \mu$

$B = 1 - \mu - 2\mu^2$

μ = Coeficiente de Poisson

ϕ_1 y ϕ_2 son coeficientes que dependen de las dimensiones de la cimentación y de la profundidad de cada capa.

E = Módulo de deformación, que puede estimarse a partir de los ensayos edométricos y de los ensayos de Penetración.

El módulo de deformación se puede obtener también a partir de los ensayos SPT.

A partir de los resultados aportados por los ensayos SPT y Dinámicos DPSH puede calcularse el módulo de deformación elástica para las capas arcillosas mediante la expresión: $E=5N = 5N_{20}$ (kg/cm²) y para suelos granulares mediante la expresión $E=8N = 8N_{20}$ (kg/cm²).

Teniendo en cuenta en general los valores medios más bajos que dejan del lado de la seguridad. El asiento medio de la cimentación con una distribución parabólica del mismo, bajo la cimentación es:

$$S_{\text{medio}} = S_{\text{esquina}} + 0.66 (S_{\text{esquina}} + S_{\text{centro}})$$

Aplicando la corrección debida al empotramiento de la cimentación, obtenemos los asientos indicados a continuación, en función de la presión de trabajo, el ancho de la cimentación y el tipo de solución de cimentación adoptada:

1) Estudio de asientos para la opción de 2 sótanos

Cálculo de Asientos por el método de Steinbrenner

VORSEVI

Salida de Resultados.

DATOS DEL TERRENO

Capa	Espesor de capa(m)	Mod. Elasticidad(kg/cm ²)	Coef. Poisson
Nivel 1	3,00	50,00	0,30
Nivel 2 ₁	3,20	120,00	0,30
Nivel 2 ₂	1,80	220,00	0,30
Nivel 2 ₁	4,60	120,00	0,30
Nivel 2 ₂	2,40	220,00	0,30
Nivel 2 ₃	2,70	140,00	0,30
Nivel 3 ₁	5,00	130,00	0,30
Nivel 3 ₂	35,30	175,00	0,30

DATOS DE LA CIMENTACION

LONGITUD DE LA CIMENTACION (m):	110,00
ANCHURA DE LA CIMENTACION (m):	95,00
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (m):	8,00
PRESION TOTAL (kg/cm ²):	1,66
PESO ESP. APARENTE TERRENO (gr/cm ³):	1,80
PRESION NETA (kg/cm ²):	0,22

Cálculo de Asientos por el método de Steinbrenner

VORSEVI

ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

Capa	Asiento (cm)	Asiento Acumulado (cm)
Nivel 1	0,00	0,00
Nivel 2 ₁	0,00	0,00
Nivel 2 ₂	0,00	0,00
Nivel 2 ₁	0,35	0,35
Nivel 2 ₂	0,11	0,45
Nivel 2 ₃	0,20	0,65
Nivel 3 ₁	0,42	1,07
Nivel 3 ₂	2,38	3,44
TOTAL		3,44

Por lo tanto se considera como carga última admisible el valor de 1,66 kp/cm² limitado por asientos.

2) Estudio de asientos para la opción de 3 sótanos

Cálculo de Asientos por el método de Steinbrenner

VORSEVI

Salida de Resultados.

DATOS DEL TERRENO

Capa	Espesor de capa(m)	Mod. Elasticidad(kg/cm ²)	Coef. Poisson
Nivel 1	3,00	50,00	0,30
Nivel 2 ₁	3,20	120,00	0,30
Nivel 2 ₂	1,80	220,00	0,30
Nivel 2 ₁	4,60	120,00	0,30
Nivel 2 ₂	2,40	220,00	0,30
Nivel 2 ₃	2,70	140,00	0,30
Nivel 3 ₁	5,00	135,00	0,30
Nivel 3 ₂	54,30	175,00	0,30

DATOS DE LA CIMENTACION

LONGITUD DE LA CIMENTACION (m):	110,00
ANCHURA DE LA CIMENTACION (m):	95,00
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (m):	11,00
PRESION TOTAL (kg/cm ²):	2,16
PESO ESP. APARENTE TERRENO (gr/cm ³):	1,80
PRESION NETA (kg/cm ²):	0,18

Cálculo de Asientos por el método de Steinbrenner

VORSEVI

ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

Capa	Asiento (cm)	Asiento Acumulado (cm)
Nivel 1	0,00	0,00
Nivel 2 ₁	0,00	0,00
Nivel 2 ₂	0,00	0,00
Nivel 2 ₁	0,09	0,09
Nivel 2 ₂	0,08	0,18
Nivel 2 ₃	0,15	0,33
Nivel 3 ₁	0,31	0,64
Nivel 3 ₂	2,86	3,50
TOTAL		3,50

Por lo tanto se considera como carga última admisible el valor de 2,16 kp/cm² limitado por asientos.

3) Estudio de asientos para la opción de 4 sótanos

Cálculo de Asientos por el método de Steinbrenner

VORSEVI

Salida de Resultados.

DATOS DEL TERRENO

Capa	Espesor de capa(m)	Mod. Elasticidad(kg/cm ²)	Coef. Poisson
Nivel 1	3,00	50,00	0,30
Nivel 2 ₁	3,20	120,00	0,30
Nivel 2 ₂	1,80	220,00	0,30
Nivel 2 ₁	4,60	120,00	0,30
Nivel 2 ₂	2,40	220,00	0,30
Nivel 2 ₃	2,70	140,00	0,30
Nivel 3 ₁	5,00	135,00	0,30
Nivel 3 ₂	65,30	175,00	0,30

DATOS DE LA CIMENTACION

LONGITUD DE LA CIMENTACION (m):	110,00
ANCHURA DE LA CIMENTACION (m):	95,00
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (m):	14,00
PRESION TOTAL (kg/cm ²):	2,68
PESO ESP. APARENTE TERRENO (gr/cm ³):	1,80
PRESION NETA (kg/cm ²):	0,16

Cálculo de Asientos por el método de Steinbrenner

VORSEVI

ASIENTO DE LA CIMENTACIÓN

Capa	Asiento (cm)	Asiento Acumulado (cm)
Nivel 1	0,00	0,00
Nivel 2 ₁	0,00	0,00
Nivel 2 ₂	0,00	0,00
Nivel 2 ₁	0,00	0,00
Nivel 2 ₂	0,03	0,03
Nivel 2 ₃	0,13	0,16
Nivel 3 ₁	0,26	0,42
Nivel 3 ₂	2,97	3,38
TOTAL		3,38

Por lo tanto se considera como carga última admisible el valor de 2,68 kp/cm² limitado por asientos.

Los asientos máximos admisibles o tolerables han sido expresados por varios autores en las cifras que se expresan en el siguiente cuadro:

ASIENTOS ADMISIBLES	Suelos arenosos	Suelos cohesivos
Cimentación por zapatas:	2,5 – 4,0 cm Asiento diferencial máx: 2,0 – 2,5 cm	6,5 cm Asiento diferencial máx: 4,0 – 5,0 cm
Cimentación por losa	4,0 – 6,5 cm	6,5 – 10 cm

La Norma Básica de Edificación NBE – AE – 88 ofrece los siguientes valores de asientos admisibles en función del tipo de suelo y características de la edificación:

ASIENTOS ADMISIBLES (cm) NBE – AE - 88			
Características edificación		Suelo arenoso	Suelo cohesivo
Obras de carácter monumental		1,2	2,5
Estructura de hormigón armado de gran rigidez		3,5	5,0
Edificio de hormigón armado de pequeña rigidez		5,0	7,5
Estructura metálica hiperestática			
Edificio con muro de fábrica			
Estructura metálica isostática	Comprobando que no se produce desorganización de estructura ni cerramientos	5,0	7,5
Estructura de madera			
Estructura provisional			

Como coeficiente de balasto puede adoptarse un valor estimado de $k_{30} = 6,0 \text{ kp/cm}^3$.

- Cimentación mediante pilotes para cuatro sótanos (método descendente)

Desde la oficina técnica de **SMASSA** también se solicitan los debidos cálculos para la ejecución del cuarto sótano mediante el *método descendente* que consiste en la perforación de pilotes “in situ” de gran diámetro cuya función será la de pilares de la estructura, permitiendo la construcción de los forjados en el momento en que la excavación del solar alcanza la cota adecuada.

En este caso los pilotes deberán empotrarse en las arcillas grises referidas como nivel 3₂, situadas a partir de los 22,00 m.

Pilotes perforados e hincados

La expresión general de la carga de hundimiento es:

$$Q_h = Q_p + Q_f$$

$$Q_p = B \cdot \frac{D}{4} \cdot R_p,$$

siendo:

R_p = resistencia por punta.
D el diámetro del pilote.

$$Q_f = \sum \pi D L R_f$$

Siendo R_f la resistencia por fuste de cada capa distinguida.

D = Diámetro del pilote
L = Espesor de la capa

El esquema seguido para el cálculo de R_p y R_f es análogo al recogido en la Norma Tecnológica Española - Pilotes in situ (NTE - CPI), a partir de los valores de N , para terrenos granulares y de q_u (resistencia a compresión simple) en los terrenos cohesivos. La resistencia total por fuste es la suma de la resistencia unitaria por el fuste de cada capa, por la superficie lateral.

La resistencia unitaria por la punta es la media entre la resistencia unitaria por la punta de la zona activa y la zona activa inferior.

El espesor que se considera para la zona activa superior es:

- 4 veces el diámetro del pilote (suelo cohesivo)
- 8 veces el diámetro del pilote (suelo granular)

La resistencia por la punta de la zona activa superior es la media ponderada de la resistencia por la punta de cada una de las capas que se encuentran en dicha zona.

Para la zona activa inferior se consideran los siguientes espesores:

- 1,5 veces el diámetro del pilote (suelo cohesivo).
- 3 veces el diámetro del pilote (suelo granular).

El cálculo de esta zona se hace de manera similar a la zona superior.

La resistencia admisible geotécnica se calcula con un factor de seguridad $F = 3$.

El modelo geotécnico adoptado recoge los datos más desfavorables encontrados en la zona de estudio, de los sondeos y de las Penetraciones Dinámicas DPSH, lo cual deja del lado de la seguridad.

$$Q_{adm} = Q_h / 3$$

A continuación se refleja en la siguiente tabla las resistencias unitarias por fuste y por punta de cada nivel tomando como referencia el sondeo S-1:

	Resistencia unitaria por fuste, q_f (t/m ²)	Resistencia unitaria por punta, q_p (t/m ²)
<i>Nivel 1.: Rellenos</i>	-	-
<i>Nivel 2₁: Arenas limosas con gravas de color marrón</i>	5.00	0.00
<i>Nivel 2₂: Gravas y bolos en matriz areno-limosa gris</i>	7.40	0.00
<i>Nivel 2₁: Arenas limosas con gravas de color marrón</i>	5.00	0.00
<i>Nivel 2₂: Gravas y bolos en matriz areno-limosa gris</i>	7.40	0.00
<i>Nivel 2₃: Limos areno-arcillosos con gravillas anaranjados</i>	5.60	0.00
<i>Nivel 3₁: Arcilla marrón-verdosa con lentes grisáceas</i>	6.57	202.95
<i>Nivel 3₂: Arcilla de color gris azulado</i>	7.99	269.55

Resistencia de pilotes perforados

Dado que geológicamente puede garantizarse la continuidad en profundidad del substrato geológico alcanzado mediante los ensayos de reconocimiento y por el conocimiento de la geología de la zona, a continuación se apuntan las siguientes cargas admisibles en función de la profundidad y el diámetro del pilote:

RESISTENCIA (t)			
Empotramiento (m)	Diámetro pilote (mm)		
	650	850	1000
21,0	95.21	134.74	174.16
22,0	100.72	142.23	176.60
23,0	108.55	152.47	188.65
24,0	115.41	161.44	199.20
25,0	122.27	170.40	209.75
26,0	128.13	179.37	220.30
27,0	133.57	186.67	230.19
28,0	139.01	193.78	238.56
29,0	144.45	200.89	246.93
30,0	149.89	208.01	255.30
31,0	155.33	215.12	263.67
32,0	160.77	222.23	272.04
33,0	166.21	229.35	280.41
34,0	171.65	236.46	288.77
35,0	177.09	243.57	297.14

Hay que indicar que las resistencias estimadas corresponden con la longitud apuntada de pilote trabajando por fuste y punta.

Como Factor de Seguridad se ha tomado $F_s = 3$.

El máximo aprovechamiento del pilote se consigue cuando la resistencia estructural del mismo se asemeja a la carga admisible geotécnica.

Las resistencias estructurales de los pilotes "in situ" según la Norma NTE-CPI, son:

RESISTENCIA ESTRUCTURAL (t)	Diámetro (mm)		
	650	850	1000
	116,1	198,6	274,9

Cotejando esta tabla con las tablas de resistencia anterior, los pilotes alcanzarían el tope estructural en el nivel geotécnico 3₂ de arcillas grises a partir de 25,0 m de profundidad en el caso del menor diámetro considerado, y de 33,0 m para los pilotes de 1,0 m de diámetro.

Carga de hundimiento de grupos de pilotes

Es recomendable establecer una separación mínima entre ejes de pilotes de 2,5 diámetros dentro de un encepado.

A efectos de grupo la NTE-CPI considera que para encepados de 3 y 4 pilotes la eficiencia es 1, que se ve reducida a 0,87 en el caso de dos pilotes y a 0,75 en el caso de un pilote.

Otro criterio que se suele seguir es el de considerar el grupo de pilotes de un encepado como un solo pilote equivalente con longitud igual a la media del grupo, y con área de la sección transversal igual al área interior de la línea de geometría simple (círculo, cuadrilátero) que pueda circunscribir al grupo de planta. Como contorno del pilote equivalente se adoptará la longitud de esa línea. Se considerará el peso del pilote equivalente como la suma de todos los pesos de los pilotes y el terreno interior.

La regla o fórmula de Converse-Labarre fija la resistencia del grupo como la suma de las resistencias individuales multiplicada por un coeficiente de eficiencia menor que la unidad y de valor:

$$\epsilon = 1 - \theta \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \right]$$

La fórmula de acción de grupo de los Ángeles es:

$$\epsilon = 1 - \frac{\phi}{\pi} \frac{[m(n-1) + n(m-1) \sqrt{2(m-1)(n-1)}]}{mn}$$

$n = n_1$ de pilotes por fila

$m = m_1$ de filas del grupo

D = Diámetro

S = Separación entre ejes

$\theta = \text{Arctg } D/S$ en grados

Cálculo de asientos.

A efectos de comprobaciones, el asiento de un pilote vertical aislado sometido a una carga vertical de servicio en su cabeza viene dado por la expresión:

$$S_i = \left(\frac{D}{40 Q_h} + \frac{I_1 + \alpha I_2}{AE} \right) P$$

Donde:

S_i = Asiento del pilote individual
 D = Diámetro del pilote
 P = Carga sobre la cabeza
 Q_h = Carga de hundimiento
 I_1 = Longitud del pilote fuera del terreno
 I_2 = Longitud del pilote dentro del terreno
 A = Área de la sección transversal del pilote
 E = Módulo de elasticidad del pilote
 α = Parámetro variable según el tipo de transmisión de cargas
 $\alpha = 0.5$ para pilotes flotantes

Los asientos del grupo pueden ser mayores por el efecto de interferencia, y se considerará que toda la carga del grupo está uniformemente repartida en un plano situado a la profundidad “Z” bajo la superficie del terreno.

$$Z = \alpha I_2$$

Siendo α e I_2 los parámetros definidos anteriormente, con unas dimensiones transversales dadas por:

$$\begin{aligned}
 B_1 &= B_{\text{grupo}} + (1 - \alpha)I_2 \\
 L_1 &= L_{\text{grupo}} + (1 - \alpha)I_2
 \end{aligned}$$

El cálculo del asiento de la carga definida anteriormente puede estimarse por una solución como la de Steimbrenner.

Efecto rozamiento negativo

Ante la posibilidad de que no se garantizase la ausencia de asentamiento local del terreno por colapso, hay que prever acciones verticales de rozamiento negativo sobre los pilotes a través de su fuste embebido en los rellenos: cargas a sumar a las de cimentación de la estructura. Se recuerda que con sólo un asiento relativo terreno-pilote de 2 cm puede movilizarse la totalidad del rozamiento negativo.

Por ello se considerará éste (máximo rozamiento negativo movilizable) dado por:

$$Q_N = \pi \cdot D \cdot L \cdot K_s \cdot \text{tg} \delta \cdot \left(\frac{\gamma \cdot L}{2} + \Delta \sigma_v \right)$$

Donde:

D = diámetro de pilote (m)
 L = espesor colapsable (m)
 K_s = coeficiente de empuje al reposo ($1 - \text{sen}^2 \varphi'$)
 γ = densidad de tierras (t/m^3)
 δ = rozamiento terreno-pilote ($\text{tg} \delta = \text{tg} \frac{2}{3} \varphi'$)

$\Delta\sigma'_v$ = sobrecarga posterior a ejecución de pilotes (t/m^2) (cualquier explanación adicional mediante terraplenado se ejecutará antes de la cimentación con pilotes e incluso antes de hacer los muros con talud provisional).

Rozamiento negativo que deberá sumar a las cargas de cimentación.

4.5.-CONSIDERACIONES SOBRE LA EXCAVACIÓN DE LOS SÓTANOS

El proyecto contempla la ejecución de dos, tres o cuatro plantas de sótano, ya que no existe aún proyecto definitivo, quedando en todos los casos el plano de apoyo de la cimentación por debajo del nivel freático reconocido.

En la realización de la excavación de los sótanos deberán considerarse los siguientes puntos:

- La posición del nivel freático, muy por encima de la cota prevista de excavación de sótano, condicionará la forma de ejecución de los sótanos proyectados.
- La magnitud de la excavación de sótano proyectada junto con la existencia de suelos poco estables (nivel 1 de rellenos de hasta 3,60 m y la intercalación de gravas y arenas del nivel 2), obligará proteger los taludes con un sistema de ejecución previo a la excavación.

Teniendo en cuenta los puntos expuestos y las características del proyecto, con realización de dos, tres o cuatro sótanos, a la hora de ejecutarlos deberán tenerse en cuenta las siguientes indicaciones:

- En primer lugar la envergadura del vaciado proyectado, comprendido entre 8,00 m y 14,00 m; la naturaleza de los terrenos afectados por la excavación, constituidos fundamentalmente por relleno, arenas y gravas, y la presencia de aguas subterráneas por encima de la cota de cimentación obligarán a la ejecución del vaciado proyectado al abrigo de un muro pantalla que contenga las paredes a la vez que garantice la estanqueidad del vaso del aparcamiento junto con la losa de cimentación.
- Los suelos implicados en la excavación son excavables mediante maquinaria convencional.
- Dada la existencia del nivel freático por encima de la cota de cimentación, se deberá prever el empleo de un drenaje y sistema de agotamiento de las aguas que pudieran aparecer.

En todo caso se cuidará especialmente el sistema de juntas para evitar problemas de filtraciones.

Para el cálculo de los muros se recomienda adoptar los siguientes parámetros:

Nivel 2₁: Arenas limosas con gravas de color marrón

- Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 31,7^\circ$
- Cohesión efectiva estimada: $c_u = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente estimada: $D_{ap} = 2,07 \text{ t/m}^3$

Nivel 2₂: Gravas y bolos en matriz areno-limosa de color grisáceo

- Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 36,1^\circ$
- Cohesión efectiva estimada: $c_u = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente estimada: $D_{ap} = 2,15 \text{ t/m}^3$

Nivel 2₃: Limos areno-arcillosos de color naranja

- Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 28,6^\circ$
- Cohesión efectiva estimada: $c_u = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente estimada: $D_{ap} = 1,98 \text{ t/m}^3$

Nivel 3₁: Arcillas de color marrón-verdoso

- Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 23,4^\circ$
- Cohesión efectiva estimada: $c' = 0,74 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente: $D_{ap} = 2,01 \text{ t/m}^3$

Nivel 3₂: Arcillas de color gris

- Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 28,9^\circ$
- Cohesión efectiva estimada: $c' = 0,56 \text{ kp/cm}^2$
- Densidad aparente: $D_{ap} = 2,02 \text{ t/m}^3$

Por último indicar que la realización de bataches para la opción de excavación de dos sótanos se considera inviable.

4.7.-CONSIDERACIONES DE SIFONAMIENTO.

En una excavación con taludes estabilizados mediante entibación y con niveles freáticos altos, existe el peligro relacionado con la inestabilidad del fondo. La condición de sifonamiento se produce al anularse las presiones efectivas, comportándose el terreno como un líquido. Desde el punto de vista práctico, antes de llegar a esta situación, la excavación estará en una situación inaceptable. Además al acercarse a la condición de sifonamiento crecen las posibilidades de tubificación.

Gradiente admisible.

La condición de sifonamiento está ligada a las tensiones efectivas, y sólo indirectamente al gradiente hidráulico. Sin embargo suele hablarse de un gradiente crítico, que es el que produce la condición de sifonamiento si el movimiento es uniforme en toda la altura de la masa de suelo. Este gradiente es igual a:

$$i_c = \frac{\gamma_{saturado}}{\gamma_w} - 1$$

y por tanto aproximadamente igual a 1.

El gradiente admisible es menor, para tener un coeficiente de seguridad respecto a errores en los datos, variaciones en el terreno y posibles desviaciones de las líneas de corriente. Suelen admitirse valores de gradiente admisible no superiores a 0.4.

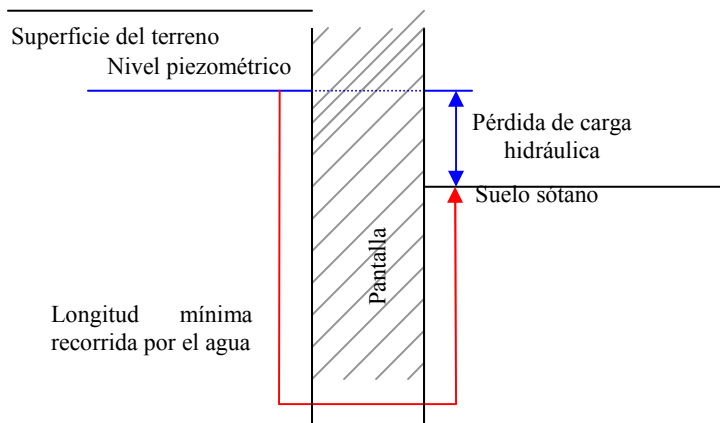
Estimación del gradiente.

Para el cálculo suponemos el gradiente hidráulico constante, siendo este igual a:

$$i_{estimado} = \frac{\Delta h}{L} \quad \text{siendo}$$

Δh :	Pérdida de carga hidráulica
L:	Longitud mínima recorrida por el agua
$i_{estimado}$:	Gradiente estimado

Mediante las consideraciones anteriores se obtiene un valor aproximado (siempre del lado de la seguridad) del valor de gradiente de salida máximo. Para obtener valores más exactos del gradiente hay que realizar un estudio detallado construyendo la red de flujo para cada caso en concreto.



En la práctica los casos más graves de sifonamiento sólo se producen en terrenos de arena fina uniforme. En suelos granulares bien graduados el terreno se ablanda terminando con tubificaciones o a lo más en zonas con inestabilidad local. En terrenos con alguna cohesión por presencia de limo o pequeñas cantidades de arcilla suele acabarse también en tubificación.

A continuación se consideran las 3 opciones de excavación analizando la posible ejecución de 2, 3 y 4 sótanos:

- Para el caso de una excavación de 8,00 m donde se considera la hipótesis de ejecución de dos sótanos, obtenemos a modo orientativo los siguientes gradientes hidráulicos en función de la longitud de las pantallas:

Longitud pantalla (m)	Δh (m)	L (m)	i_{estimado}
9	3,6	6.20	0.58
10	3,6	8.20	0.44
11	3,6	10.20	0.35
12	3,6	12.20	0.30

Δh : Pérdida de carga hidráulica

L: Longitud mínima recorrida por el agua

i_{estimado} : Gradiente estimado

La pantalla deberá alcanzar una longitud que garantice un coeficiente de seguridad frente a sifonamiento, mínimo de $F=2.5$, $i \geq 0.4$.

Como se puede observar la longitud mínima de pantalla para que no se produzca gradiente hidráulico superior al admisible ($i_{\text{adm}} = 0.4$) es de 11,00 m. en el caso de optarse por la realización de dos sótanos con un vaciado de 8,0 m. (Vaciados mayores requerirán longitudes de pantalla superiores). Dado que en torno a 17,0 m existe un nivel arcilloso se recomienda empotrar las pantallas en este nivel cohesivo, puesto que de esta forma se minimizan los problemas de sifonamiento y de drenaje.

- Para el caso de una excavación de 11,00 m donde se considera la hipótesis de ejecución de tres sótanos, obtenemos a modo orientativo los siguientes gradientes hidráulicos en función de la longitud de las pantallas:

Longitud pantalla (m)	Δh (m)	L (m)	i_{estimado}
14	6,6	13,20	0.50
15	6,6	15,20	0.43
16	6,6	17,20	0.38
17	6,6	19,20	0.34

Δh : Pérdida de carga hidráulica
L: Longitud mínima recorrida por el agua
 i_{estimado} : Gradiente estimado

La pantalla deberá alcanzar una longitud que garantice un coeficiente de seguridad frente a sifonamiento, mínimo de $F=2.5$, $i \geq 0.4$.

Como se puede observarse la longitud mínima de pantalla para que nos se produzca gradiente hidráulico superior al admisible ($i_{\text{adm}} = 0.4$) es de 16,00 m. en el caso de optarse por la realización de tres sótanos con un vaciado de 11,0 m. (Vaciados mayores requerirán longitudes de pantalla superiores). Dado que en torno a 17,00 m existe un nivel arcilloso se recomienda empotrar las pantallas en este nivel arcilloso, puesto que de esta forma se minimizan los problemas de sifonamiento y de drenaje.

- Para el caso de una excavación de 14,00 m donde se considera la hipótesis de ejecución de cuatro sótanos, obtenemos a modo orientativo los siguientes gradientes hidráulicos en función de la longitud de las pantallas:

Longitud pantalla (m)	Δh (m)	L (m)	i_{estimado}
20	9,6	22,20	0.43
21	9,6	24,20	0.40
22	9,6	26,20	0.37
23	9,6	28,20	0.34

Δh : Pérdida de carga hidráulica
L: Longitud mínima recorrida por el agua
 i_{estimado} : Gradiente estimado

La pantalla deberá alcanzar una longitud que garantice un coeficiente de seguridad frente a sifonamiento, mínimo de $F=2.5$, $i \geq 0.4$.

Como se puede observarse la longitud mínima de pantalla para que nos se produzca gradiente hidráulico superior al admisible ($i_{\text{adm}} = 0.4$) es de 22,00 m. en el caso de optarse por la realización de cuatro sótanos con un vaciado de 14,0 m. (Vaciados mayores requerirán longitudes de pantalla superiores).

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.

5.1.- CONCLUSIONES.

En este apartado se incluyen, a manera de resumen, los principales datos recopilados a lo largo del estudio geotécnico y que se han desarrollado en apartados anteriores, a los cuales remitimos para su completa y mejor comprensión.

El presente estudio se realiza a petición de **D. Álvaro García** en representación de la empresa **SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A.** con el objeto de determinar el sistema de cimentación óptimo en función de las características geotécnicas del terreno y del proyecto considerado, consistente en la construcción de un aparcamiento subterráneo para residentes y la reordenación del depósito municipal de la grúa en el solar situado en la calle Carril de la Cordobesa perteneciente a la Barriada La Princesa que se localiza en el núcleo urbano de Málaga capital.

Proyecto:

El proyecto contempla la construcción de un aparcamiento subterráneo para residentes que estará destinado en superficie a las nuevas instalaciones del depósito municipal de la grúa. Aún no existe un proyecto definitivo, por lo que se plantean las opciones de 2, 3 y 4 sótanos.

Características de la parcela:

- Presenta una topografía plana y asfaltada, morfología poligonal y ocupa una superficie en planta aproximada de unos 9.400 m². Además se encuentra elevado en torno a 0,50-1,0 m respecto al nivel rasante del vial colindante (Carril de la Cordobesa).
- Geomorfológicamente el área de estudio se encuentra en la llanura aluvial del río Guadalmedina y próximo a la línea de costa (distancia inferior a 1 km).
- Presenta un espesor de rellenos antrópicos de hasta 3,60 m como se ha podido constatar en los sondeos realizados.

Trabajos geotécnicos realizados:

Para el reconocimiento geotécnico del subsuelo, se han realizado ocho sondeos mecánicos a rotación de unos 30,0 m de profundidad y otros nueve ensayos de penetración dinámica continua tipo DPSH.

En el interior de los sondeos se ejecutaron 63 ensayos de penetración estándar (SPT), y se tomaron 35 muestras inalteradas de terreno para su posterior análisis en laboratorio. También se procedió al parafinado de 13 testigos de suelo.

Además se han realizado los ensayos de laboratorio necesarios para la caracterización de los distintos niveles.

Niveles geotécnicos diferenciados:

A partir de los reconocimientos realizados se han diferenciado los siguientes niveles geotécnicos:

Nivel 1: Rellenos antrópicos:

- Nivel constituido por una capa superficial de aglomerado asfáltico con su correspondiente capa de regularización que tapiza materiales de origen antrópico identificados como arcilla areno-limosa con gravas y restos cerámicos.
- Como se ha comentado este nivel aparece en superficie con espesores comprendidos entre los 2,20-3,60 m. de profundidad.
- Este nivel se considera no apto para el apoyo de la cimentación.

Nivel 2: Aluvial (Cuaternario)

Nivel 2₁: Arenas limosas con gravas de color marrón.

- Se trata de materiales de origen aluvial compuestos en general por arenas limosas con gravas de color marrón y algunos bolos aislados.
- Este nivel aparece bajo los rellenos antrópicos e intercalado con el nivel 2₂ que se describirá a continuación.
- Los parámetros geotécnicos que lo caracterizan son:
 - Ángulo de rozamiento interno efectivo: $\phi' = 31,7^\circ$
 - Cohesión efectiva: $c' = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
 - Densidad aparente: $d_a = 2,07 \text{ t/m}^3$

Nivel 2₂: Gravas y bolos en matriz areno-limosa de color grisáceo.

- En este caso como nivel 2₂ se engloban a todos los materiales detríticos más groseros de origen aluvial, de manera que se han descrito como gravas y bolos en matriz areno-limosa.
- Este nivel aparece intercalado junto con el 2₁.
- Los parámetros geotécnicos que lo caracterizan son:
 - Ángulo de rozamiento interno efectivo estimado: $\phi' = 36,1^\circ$
 - Cohesión efectiva estimada: $c' = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
 - Densidad aparente estimada: $d_a = 2,15 \text{ t/m}^3$

Nivel 2₃: Limos areno-arcillosos con algunas gravillas de color naranja.

- Se trata de unos limos y arenas muy finas con algunas gravillas de tonos anaranjados que aparecen a modo de transición entre el aluvial constituido por los niveles 2₁ y 2₂ y las arcillas infrayacentes.
- Los parámetros geotécnicos que lo caracterizan son:
 - Ángulo de rozamiento interno efectivo: $\phi' = 28,6^\circ$
 - Cohesión efectiva estimada: $c' = 0,00 \text{ kp/cm}^2$
 - Densidad aparente: $d_a = 1,98 \text{ t/m}^3$

Nivel 3: Formación arcillosa marina (Mio-Plioceno)

Nivel 3₁: Arcilla marrón-verdosa con lentes grisáceas.

- Las arcillas que constituyen este nivel son depósitos de origen marino y color marrón-verdoso con vetas grises.
- Este nivel aparece en torno a unos 17 m de profundidad respecto a la cota de realización de los ensayos.
- Los parámetros geotécnicos que lo caracterizan son:
 - Ángulo de rozamiento interno efectivo: $\phi' = 23,4^\circ$
 - Cohesión efectiva: $c' = 0,74 \text{ kp/cm}^2$
 - Densidad aparente: $d_a = 2,01 \text{ t/m}^3$

Nivel 3₂: Arcillas de color gris-azulado.

- Por último estas arcillas corresponden a los materiales anteriores, aunque su tonalidad denota un ambiente de deposición anóxico y en general son de mayor consistencia.
- Aparecen de forma sistemática bajo las arcillas anteriores a partir de los 20-25 m de profundidad, pudiéndose garantizar su continuidad muy por debajo de las cotas reconocidas debido al conocimiento del contexto geológico en el que nos encontramos.
- Los parámetros geotécnicos que lo caracterizan son:
 - Ángulo de rozamiento interno efectivo: $\phi' = 28,9^\circ$
 - Cohesión efectiva: $c' = 0,56 \text{ kp/cm}^2$
 - Densidad aparente: $d_a = 2,02 \text{ t/m}^3$

Medida del nivel freático:

Una vez finalizado los sondeos mecánico a rotación, se comprobó la posible presencia de agua en el terreno, detectándose esta por última vez a fecha de 12 de Septiembre de 2007 a una profundidad comprendida entre 4,30-4,50 m.

En cualquier caso se deberá comprobar la posición del nivel piezométrico con un margen temporal más amplio, haciéndolo al menos de manera previa al comienzo de la fase de excavación.

Agresividad:

El tipo de cemento recomendado en función del tipo de ambiente en lo que agresividad se refiere es de tipo marinorresistente.

Estudio de la cimentación:

Aún no existe un proyecto definitivo, por lo que se ha estudiado la cimentación para un aparcamiento subterráneo estructurado en 2, 3 o 4 sótanos; en todos los casos se superará el nivel 1 de rellenos antrópicos, quedando situado el plano de apoyo de la cimentación en los materiales aluviales que componen los niveles 2₁ y 2₂.

En cualquiera de los tres casos de proyecto (2, 3 o 4 sótanos) se propone una cimentación mediante losa armada gracias a la cual garantizar la estanqueidad de los sótanos y evitar los problemas que resultarían de apoyar cimentaciones aisladas en terrenos heterogéneos (en las diferentes cotas de cimentación aparecen conjuntamente las arenas y gravas referidas como niveles 2₁ y 2₂ respectivamente); bajo la losa se deberá disponer un colchón de regularización consistente en un enchado de bolos de 0,30 m mediante los cuales romper la capilaridad y facilitar el compactado de un suelo seleccionado.

Debido a la envergadura de tales excavaciones, se deberán ejecutar muros pantalla al abrigo de la losa que empotrarán en los niveles arcillosos 3₁ o 3₂ como medida de contención de dichos taludes.

Como tensión de trabajo admisible tanto por consideración de hundimiento y asentamientos deberá adoptarse un valor de 1,66 kp/cm² para la opción de 2 sótanos, 2,16 kp/cm² para 3 sótanos y 2,68 kp/cm² en el caso de la ejecución de 4 sótanos.

Como coeficiente de balasto de referencia para placa de 0,30x0,30 m² recomendamos adoptar un valor de 6,00 kp/cm³.

A causa de la posición del nivel freático a cotas muy superficiales y el emplazamiento profundo de la estructura, existe riesgo de subpresión para los casos de 3 y 4 sótanos. No obstante este riesgo depende de la carga finalmente transmitida y de la profundidad de la losa respecto del nivel freático; variables estas estimadas de forma aproximada, por lo que una vez definido el proyecto deberá estudiarse el riesgo de sifonamiento de forma más precisa.

Dado que en el caso de que se opte por la ejecución de 4 sótanos el sistema constructivo será descendente (tal como indica la propiedad en el pliego de prescripciones técnicas facilitado) los pilotes que este sistema obligará a efectuar deberán empotrarse en el nivel 32 de arcillas grises entre los 25,0 y 3,0 m de profundidad en función del diámetro de pilote que finalmente se adopte.

La cuantía resultante de aplicar en el cálculo las resistencias unitarias por punta y fuste están recogidas en el apartado 4.5 Estudio de la cimentación.

Consideraciones sobre excavación del sótano:

La excavación de los sótanos debería realizarse bajo el abrigo de unos muros pantalla, los cuales se recomienda empotrarlos en el substrato arcilloso referido como nivel 3₂

Se deberá cuidar especialmente el sistema de juntas para evitar problemas de filtraciones. Durante la excavación deberán emplearse sistemas de bombeo que permitan evacuar las aguas.

Las cotas de cimentación y materiales reconocidos deberán comprobarse in situ para verificar que el terreno existente corresponde con los niveles descritos en el informe.

Por último indicar que estamos a su entera disposición para cualquier cuestión técnica que pueda plantearse.

Málaga a 26 de Septiembre de 2007

JEFE DE SECCIÓN



JOSE CARLOS BLANCO MARÍN

DIRECTOR DE LABORATORIO



MATÍAS CAMACHO PARRILLA

5.2.- RECOMENDACIONES GENERALES.

Tanto la elección de la cota de cimentación como la verificación de las tensiones admisibles consideradas en el cálculo deberán ser aprobadas en último término por la Dirección Facultativa de la obra.

Todos los elementos extraños que pudieran aparecer en el fondo de la excavación, como rocas, restos de cimentaciones antiguas, lentejones de terreno más resistentes, etc., se retirarán, rebajándose el nivel del fondo lo suficiente para que las zapatas apoyen en condiciones homogéneas.

Cuando los elementos extraños sean más compresibles que el terreno en su conjunto, serán excavados y sustituidos por un suelo de relleno compactado para tener una compresibilidad equivalente a la del conjunto.

Es importante que todas aquellas obras que se pretendan realizar junto a los elementos de cimentación (soleras, arquetas de pie de pilar, saneamientos, etc.) se estudien convenientemente para no alterar las condiciones de trabajo de los mismos o bien dar lugar, mediante fugas, a vías de agua que produzcan lavados del terreno, descalzamientos, encharcamientos, fenómenos de expansividad, etc...

Para losas de gran longitud (>30-40 m.) conviene disponer de juntas intermedias.

La planta de la losa es procurable que sea regular evitando entrantes, ángulos agudos, etc... que darían lugar a torsiones y sollicitaciones anómalas.

Si en el edificio hay zonas muy desigualmente cargadas las losas deben separarse mediante juntas.

El centro de gravedad de cargas verticales debe de coincidir lo más exactamente posible con el centro de gravedad de la losa, para evitar cualquier giro de la estructura debida a su propio peso.

El hormigonado debe hacerse, a ser posible, sin interrupciones que pueden dar lugar a planos de debilidad. En caso necesario, las juntas de trabajo se situarán en zonas de cortantes bajos, lejos de pilares.

Es aconsejable que la excavación del terreno por encima del plano de apoyo de la losa, si es de naturaleza arenosa, se realice por bandas de forma que inmediatamente después de poner dicho plano se efectúe un riego muy superficial mediante lechada de cemento una vez endurecida esta superficie, se colocará sobre ella la capa de hormigón compacto de limpieza y regularización para el apoyo.

En terrenos cohesivos arcillo limosos la excavación hasta el plano de apoyo de la losa, se realizará en dos fases. La primera, hasta profundidad máxima de 30 cm por encima del nivel de apoyo, quedando esta capa como protección del plano de apoyo de la losa. En la segunda fase se eliminará por bandas, la capa de cobertura; se limpia la superficie descubierta y seguidamente se aplica una capa de protección de hormigón compacto de limpieza proporcionando regularización para el apoyo.

Ello no es óbice, para que puedan producirse variaciones con respecto al esquema definido, derivadas de la heterogeneidad que pueda presentar el terreno, o bien de alteraciones posteriores antrópicas (rellenos, excavaciones, etc) realizadas con anterioridad al comienzo de la obra.

En excavaciones como la prevista en esta parcela los peligros accidentales derivan del hecho de que la estabilidad de la excavación efectuada de esta manera es un proceso dinámico, mantenido por la potencia de las bombas. Si estas se paran, el agua comenzará a entrar en la excavación, pero, además, según los casos, puede aflojarse el terreno, levantarse el fondo, y derrumbarse los taludes. El tiempo necesario para esto es muy corto, dependiendo del terreno y de la configuración, pero puede variar desde minutos a pocas horas.

Por ello, es preciso tener siempre unidades de reserva, con fuentes de energía autónoma o al menos diversificada, para la eventualidad de un corte de corriente. Conviene tener también algunos pozos construidos, aunque sin bombas, o lanzas hincadas, según los casos. Estos elementos de reserva pueden servir para cubrir la falta durante reparaciones, y también para un bombeo suplementario, por ejemplo, para el caso de unas lluvias excepcionales levanten el nivel freático por encima de lo previsto.

Por otro lado debe contemplarse también los peligros inherentes dado que no es posible limitar el rebajamiento al área concreta que nos interesa. Así pues, resulta inevitable afectar a cierta área circundante, en la cual se aumentará temporalmente las presiones efectivas y en consecuencia, se producirá un asiento. Si dentro de ella hay construcciones, pueden producirse daños, variables según el terreno y según las estructuras. No es fácil concretar la extensión de este peligro, quedando ésto demostrado por el hecho que describe D'Applonia (1971).


El rebajamiento del nivel freático bajo los edificios vecinos puede tener otras consecuencias graves: si existen pilotajes de madera, estos pueden quedar, al menos en su parte superior, por encima del nivel rebajado. Es posible que se inicie la pudrición aerobia, que ya no se detendrá aunque vuelva a subir el nivel, pues el suelo quedará con muchas burbujas, suficientes para mantener la actividad biológica. Por otra parte, puede producirse una erosión interna y arrastre de finos. El colapso de la estructura del suelo puede producirse simplemente al volver a ser inundado, o mucho tiempo después, por ejemplo, con ocasión de algún pequeño sismo o conmoción de cualquier género.

Por último indicar que las consideraciones que se exponen en los anteriores párrafos se refieren a ensayos puntuales realizados. Cabe pensar que en su conjunto son extrapolables al resto de la parcela aunque no se descarta que aparezcan zonas con diferentes características a las indicadas como fallos localizados, niveles de menor resistencia bajo la cota de rechazo de los penetrómetros, etc.

6.-ANEXOS

6.1.- PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS

6.2.- PARTES DE SONDEOS



PETICIONARIO: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

SITUACIÓN: APARCAMIENTOS PARA RESIDENTES

LOCALIDAD: MÁLAGA

FECHA: 05-06/07/07REF. TRABAJO: I-MGE-106/07

COORDENADAS: X= Y= Z=

SONDEO: S-1

SONDA: TP-50

SUPERVISOR: ANTONIO J. GARCÍA

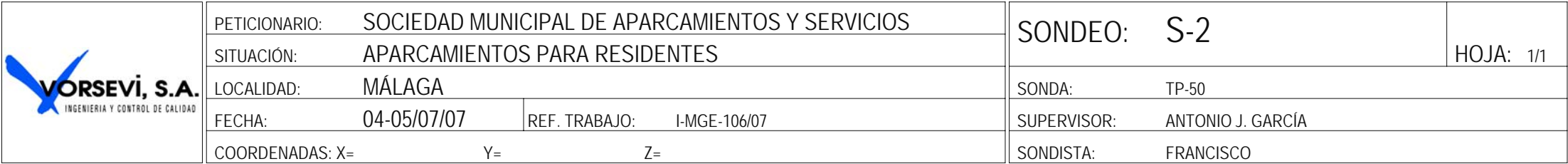
SONDISTA: FRANCISCO

HOJA: 1/1


Escala 1:218.79	Ø Revestimiento [mm]	Ø Perforación [mm]	Maniobra	% Recuperación	Profundidad	Espesor	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Vane Test [kp/cm²]	Penetrómetro de bolsillo	Muestra	S.P.T.	Nspt	Presiómetro	Ensayo Lefranc	Inclinómetro	% Humedad	Dap [kg/cm³]	Densidad Seca [g/cm³]	% T5 [UNE]	% T0.08 [UNE]	WI	I P	Clasificación U.S.C.S.	qu [kp/cm²]	Def. %	Cohesión [kg/cm²] Kg/cm	Ang. Rozam. [°]	Ind. Poros eo	Ind. Comp Cc	Hinchamiento libre %	Pr. Hincham. [kp/cm²]	Colapso	Sulfatos %	Acidez Bauman-Gully	Materia orgánica %	% Sales solubles	
1			0.80	20 40 60 80	0.80	0.80		Nivel 1.1: Relleno antrópico. Hasta 0.05 aglomerado asfáltico, hasta 0.40 capa de regulariz, hasta 0.80 gravas y gravillas con arenas.					1.20																										
2						2.20							1.65	4																									
3			3.00		3.00								3.00																										
4			4.40			3.20		Nivel 1.2: Arcilla areno-limosa con algunas gravillas y cerámicas. Marrón oscuro.	4.20			3.50	3.45	10							97.8	7.3		SP-SM												0.00			
5								Nivel 2.1: Arena media limosa de color marrón con alguna gravilla.				4.00																											
6			6.20		6.20							6.00																											
7			8.00		8.00	1.80		Nivel 2.2: Gravas y gravillas con arenas. Aparecen bolos hacia muro. Color gris oscuro.				6.60	7.50	52																									
8								Nivel 2.1: Arena fina limosa con algunas gravillas de color marrón grisáceo.				7.95	7.95																										
9						4.60						9.00																											
10												9.60																											
11																																							
12																																							
13			12.60		12.60			Nivel 2.2: Gravas y arenas en matriz limo-arcillosa con algunos bolos. Color gris oscuro.				12.00	12.60					24.49			100.0	90.4		ML													0.00		
14						2.40																																	
15			15.00		15.00							15.00		28																									
16						2.70		Nivel 2.3: Limo areno-arcilloso de color marrón claro y tonos anaranjados.				16.00	15.45																										
17												16.70																											
18			17.70		17.70							18.00						24.47	1.96	1.57	83.5	79.5	40.0	19.1	CL	5.00	13.51			0.622	0.108				0.00				
19						5.00		Nivel 3.1: Arcilla marrón-verdosa con lentes grisáceas (a techo es algo arenosa).				18.60																											
20																																							
21												20.80		25																									
22												21.25																											
23			22.70		22.70																																		
24								Nivel 3.2: Arcilla gris.				23.40									100.0	98.3	41.2	21.0	CL														
25												24.00																											
26												25.60																											
27												26.05		30																									
28																																							
29												27.60																											
30			30.45		30.45							28.20		49																									
												30.00																											
												30.45																											

Observaciones:
Arqueta metálica:
Cajas de sondeo:
ml de PVC:
Fecha testificación cajas:

MI: Muestra inalterada a presión o percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada.
PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T: Batería doble; W: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm)

[illegible]

Observaciones:	MI: Muestra inalterada a presión o percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada.
Arqueta metálica:	PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T: Batería doble; W: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm)
Cajas de sondeo:	
ml de PVC:	
Fecha testificación cajas:	



PETICIONARIO: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

SITUACIÓN: APARCAMIENTOS PARA RESIDENTES

LOCALIDAD: MÁLAGA

FECHA: 16-18/07/07REF. TRABAJO: I-MGE-106/07

COORDENADAS: X= Y= Z=

SONDEO: S-3

SONDA: TP-50

SUPERVISOR: ANTONIO J. GARCÍA

SONDISTA: FRANCISCO

HOJA: 1/1

Escala 1:218.79	Ø Revestimiento [mm]	Ø Perforación [mm]	Maniobra	% Recuperación	Profundidad	Espesor	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Vane Test [kp/cm²]	Penetrómetro de bolsillo	Muestra	S.P.T.	Nspt	Presiómetro	Ensayo Lefranc	Inclinómetro	% Humedad	Dap [kg/cm³]	Densidad Seca [g/cm³]	% T5 [UNE]	% T0.08 [UNE]	WI	I P	Clasificación U.S.C.S.	qu [kp/cm²]	Def. %	Cohesión [kg/cm²] Kg/cm	Ang. Rozam. [°]	Ind. Poros eo	Ind. Comp Cc	Hinchamiento libre %	Pr. Hincham. [kp/cm²]	Colapso	Sulfatos %	Acidez Bauman-Gully	Materia orgánica %	% Sales solubles		
1			0.50	20406080	0.50	0.50		Nivel 1.1: Relleno antrópico. Hasta 0.05 aglomerado asfáltico, hasta 0.50 capa de regular, gravas y gravillas con arenas.					1.20																											
2						3.10						MI-5	1.65	3																										
3																																								
4			3.60		3.60			Nivel 1.2: Arcilla areno-limosa con algunas gravillas y restos cerámicos. Presencia de materia orgánica. Color marrón oscuro. Presencia de materia orgánica.				3.00																												
5						2.85						3.60																												
6												5.20	6.00																											
7			6.45		6.45	0.85		Nivel 2.1: Arena media limosa con algunas gravillas y gravas. Color marrón.				6.00	6.45	19							91.8	5.0			SW													0.00		
8			7.30		7.30			Nivel 2.2: Gravas y gravillas con arenas. Color gris oscuro.																																
9												9.00																												
10						5.60		Nivel 2.1: Arena limosa de color marrón grisáceo con algunas gravas.				9.60									99.8	4.3			SP													0.00		
11												11.60																												
12												MA	12.20								100.0	13.7			SM													0.00		
13			12.90		12.90	1.50		Nivel 2.2: Gravas y bolos en matriz areno-limosa. Color gris oscuro.	13.00				13.50																											
14			14.40		14.40	2.90		Nivel 2.3: Limo areno-arcilloso de color marrón claro y tonos anaranjados.				15.00																												
15												15.60																												
16												18.00																												
17			17.30		17.30			Nivel 3.1: Arcilla marrón-verdosa con lentes grisáceas. A techo presente algo de arena.				MI-26																												
18						4.90						18.60																												
19												21.08																												
20												21.45																												
21												23.40																												
22			22.20		22.20			Nivel 3.2: Arcilla gris.				MI-60																												
23												24.00																												
24												26.60																												
25						7.97						27.05																												
26												29.60																												
27												MI-70																												
28			30.17		30.17																																			
29																																								
30																																								

Observaciones:
Arqueta metálica:
Cajas de sondeo:
ml de PVC:
Fecha testificación cajas:


MI: Muestra inalterada a presión o percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada.
PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T: Batería doble; W: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm)



PETICIONARIO: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		SONDEO: S-4		HOJA: 1/1
SITUACIÓN: APARCAMIENTOS PARA RESIDENTES				
LOCALIDAD: MÁLAGA		SONDA: ROLATEC RL 48L		
FECHA: 06-09/07/07	REF. TRABAJO: I-MGE-106/07	SUPERVISOR: ANTONIO J. GARCÍA		
COORDENADAS: X= Y= Z=		SONDISTA: PACO MASTÚS		

Escala 1:218.79	Ø Revestimiento [mm]	Ø Perforación [mm]	Maniobra	% Recuperación	Profundidad	Espesor	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Vane Test [kp/cm²]	Penetrómetro de bolsillo	Muestra	S.P.T.	Nspt	Presiómetro	Ensayo Lefranc	Inclinómetro	% Humedad	Dap [kg/cm³]	Densidad Seca [g/cm³]	% T5 [UNE]	% T0.08 [UNE]	Wl	I P	Clasificación U.S.C.S.	qu [kp/cm²]	Def. %	Cohesión [kg/cm²] Kg/cm	Ang. Rozam. [°]	Ind. Poros eo	Ind. Comp Cc	Hinchamiento libre %	Pr. Hincham. [kp/cm²]	Colapso	Sulfatos %	Acidez Bauman-Gully	Materia orgánica %	% Sales solubles	
1			0.15	20406080	0.15	0.15		Nivel 1.1: Relleno antrópico. Hasta 0.05 aglomerado asfáltico, hasta 0.15 capa de regulariz, gravas con arenas.				1.50 MA																											
2						2.55						2.20 MI-12																											
3			2.70		2.70	3.80		Nivel 1.2: Arcilla areno-limosa con gravas y restos cerámicos. Presencia de materia orgánica.Color marrón oscuro.	4.10			3.60 MI-12		11							98.4	1.0			SP														
4												4.20 MI-12																											
5																																							
6																																							
7			6.50		6.50	2.20		Nivel 2.1: Arena media limosa con algunas gravas. Color marrón.				6.60 MI-R		49																									
8								Nivel 2.2: Gravas y bolos en matriz areno-limosa. Color gris oscuro.				7.00 MI-R																											
9			8.70		8.70			Nivel 2.1: Arena fina limosa de color marrón grisáceo.																															
10						3.90																																	
11																																							
12												11.40 MI-22		10							96.8	12.6			SM														
13			12.60		12.60	1.90		Nivel 2.2: Gravas y bolos en matriz areno-limosa de color marrón-grisáceo.				12.00 MA																											
14												14.00 MA									97.4	23.7			SM														
15			14.50		14.50							15.00 MI-38		20																									
16						3.10		Nivel 2.3: Limo areno-arcilloso de color marrón anaranjado.				15.60 MI-38																											
17												16.20 MI-38																											
18			17.60		17.60							17.60 TP																											
19								Nivel 3.1: Arcilla marrón-verdosa con lentes grisáceas.				18.00 MI-42		22																									
20												19.20 MI-42																											
21												19.80 MI-42																											
22						8.40						20.40 MI-42																											
23																																							
24												23.40 MI-63		24																									
25												24.00 MI-63																											
26			26.00		26.00							24.60 MI-63																											
27																																							
28						4.00		Nivel 3.2: Arcilla gris azulada.				27.60 MI-R		36																									
29												28.00 MI-R																											
30			30.00		30.00							28.60 MI-R																											

Observaciones: Arqueta metálica: Cajas de sondeo: ml de PVC: Fecha testificación cajas:	MI: Muestra inalterada a presión o percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada. PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T: Batería doble; W: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm)
---	---



PETICIONARIO: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

SITUACIÓN: APARCAMIENTOS PARA RESIDENTES

LOCALIDAD: MÁLAGA

FECHA: 10-11/07/07REF. TRABAJO: I-MGE-106/07

COORDENADAS: X= Y= Z=

SONDEO: S-5

HOJA: 1/1

SONDA: ROLATEC RL 48L

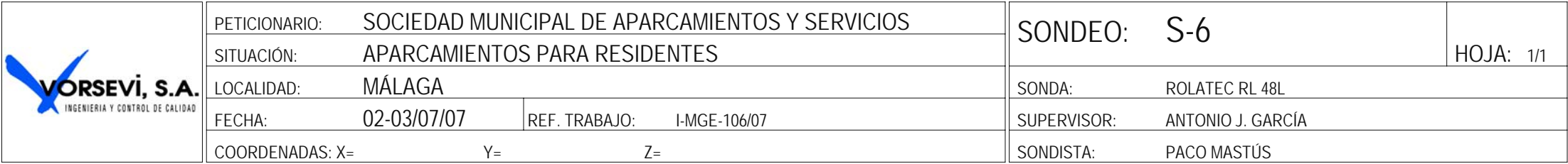
SUPERVISOR: ANTONIO J. GARCÍA

SONDISTA: PACO MASTÚS

Escala 1:218.79	Ø Revestimiento [mm]	Ø Perforación [mm]	Maniobra	% Recuperación	Profundidad	Espesor	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Vane Test [kp/cm²]	Penetrómetro de bolsillo	Muestra	S.P.T.	Nspt	Presiómetro	Ensayo Lefranc	Inclinómetro	% Humedad	Dap [kg/cm³]	Densidad Seca [g/cm³]	% T5 [UNE]	% T0.08 [UNE]	Wl	I P	Clasificación U.S.C.S.	qu [kp/cm²]	Def. %	Cohesión [kg/cm²] Kg/cm	Ang. Rozam. [°]	Ind. Poros eo	Ind. Comp Cc	Hinchamiento libre %	Pr. Hincham. [kp/cm²]	Colapso	Sulfatos %	Acidez Bauman-Gully	Materia orgánica %	% Sales solubles		
1			0.90	20406080	0.90	0.90		Nivel 1.1: Relleno antrópico. Hasta 0.05 aglomerado asfáltico, hasta 0.90 capa de regularización. Gravas y bolos en matriz arenosa.																																
2						2.50																																		
3																																								
4			3.40		3.40	1.35		Nivel 1.2: Arcilla areno-limosa con gravillas y restos cerámicos. Marrón oscuro. Presencia de materia orgánica.Color marrón oscuro. Presencia de materia orgánica.				3.60 4.20	4.20 4.80	9					13.16	2.13	1.88	100.0	61.1	27.4	12.1	CL	2.46	5.36	0.26	24.35						0.00				
5			4.75		4.75							6.00 7.00	7.00 7.60	24								66.2	22.0	19.2	3.8	SM										0.00				
6																																								
7						9.35		Nivel 2.1: Arena fina arcillo-limosa con algunas gravillas. Color marrón.																																
8																																								
9																																								
10																																								
11																																								
12																																								
13																																								
14																																								
15			14.10		14.10	1.80		Nivel 2.1: Arena fina limosa marrón grisáceo con algunas gravillas aisladas.																																
16			15.90		15.90	0.80		Nivel 2.2: Gravas en matriz areno-limosa.																																
17			16.70		16.70			Nivel 3.1: Arcilla marrón verdosa con lentes grisáceas.																																
18																																								
19																																								
20						4.60																																		
21																																								
22			21.30		21.30			Nivel 3.2: Arcilla gris.																																
23																																								
24																																								
25																																								
26																																								
27																																								
28																																								
29																																								
30			30.00		30.00																																			


Observaciones:
Arqueta metálica:
Cajas de sondeo:
ml de PVC:
Fecha testificación cajas:

MI: Muestra inalterada a presión o percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada.
PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T: Batería doble; W: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm)

[illegible]

Observaciones:
Arqueta metálica:
Cajas de sondeo:
ml de PVC:
Fecha testificación cajas:

MI: Muestra inalterada a presión o percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada.
PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T: Batería doble; W: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm)



PETICIONARIO: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

SITUACIÓN: APARCAMIENTOS PARA RESIDENTES

LOCALIDAD: MÁLAGA

FECHA: 0-04/07/07REF. TRABAJO: I-MGE-106/07

COORDENADAS: X= Y= Z=

SONDEO: S-7

SONDA: ROLATEC RL 48L

SUPERVISOR: ANTONIO J. GARCÍA


SONDISTA: PACO MASTÚS

HOJA: 1/1

Escala 1:218.79	Ø Revestimiento [mm]	Ø Perforación [mm]	Maniobra	% Recuperación	Profundidad	Espesor	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Vane Test [kp/cm²]	Penetrómetro de bolsillo	Muestra	S.P.T.	Nspt	Presiómetro	Ensayo Lefranc	Inclinómetro	% Humedad	Dap [kg/cm³]	Densidad Seca [g/cm³]	% T5 [UNE]	% T0.08 [UNE]	Wl	I P	Clasificación U.S.C.S.	qu [kp/cm²]	Def. %	Cohesion [kg/cm²] Kg/cm	Ang. Rozam. [°]	Ind. Poros eo	Ind. Comp Cc	Hinchamiento libre %	Pr. Hincham. [kp/cm²]	Colapso	Sulfatos %	Acidez Bauman-Gully	Materia orgánica %	% Sales solubles		
1			0.50	20.40	0.50	0.50		Nivel 1.1: Relleno antrópico. Hasta 0.05 aglomerado asfáltico, hasta 0.50 capa de regularización.																																
2			2.30		2.30	1.80		Nivel 1.2: Arcilla arenosa con gravillas. Marrón oscuro. Presencia de materia orgánica.	4.40			MI-14	2.40	8							99.7	3.7			SP															
3						5.30		Nivel 2.1: Arena arcillo-limosa con gravas y algún bolo aislado. Color marrón.					3.00																											
4													3.60																											
5													6.10	41																										
6													6.65																											
7													7.80																											
8			7.60		7.60	1.50		Nivel 2.2: Gravas y bolos en matriz areno-limosa. Color marrón grisáceo.				MA	8.50								20.2	2.4			GW															
9			9.10		9.10	2.90		Nivel 2.1: Arena limosa de color marrón grisáceo con algunas gravas.					9.40	13																										
10													10.00																											
11																																								
12			12.00		12.00	3.30		Nivel 2.2: Gravas y bolos en matriz areno-limosa. Color gris oscuro.					12.60	R																										
13													12.89																											
14																																								
15			15.30		15.30	4.00		Nivel 2.3: Limo areno-arcilloso de color marrón con tonos anaranjados.				MA	15.70	21																										
16													16.30																											
17													16.30																											
18													17.00																											
19			19.30		19.30			Nivel 3.1: Arcilla marrón-verdosa con lentes grisáceas.				TP	18.60	20																										
20													19.20																											
21													19.00																											
22													21.00																											
23													21.60	25																										
24													21.60																											
25													22.20																											
26													23.60																											
27													24.10	29																										
28													24.70																											
29													27.20																											
30			29.30		29.30								27.80																											
31			30.60		30.60	1.30		Nivel 3.2: Arcilla gris.				TP	28.45	43																										
													28.80																											
													30.00																											
													30.00																											

Observaciones:
Arqueta metálica:
Cajas de sondeo:
ml de PVC:
Fecha testificación cajas:

MI: Muestra inalterada a presión o percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada.
PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T: Batería doble; W: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm)



PETICIONARIO: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

SITUACIÓN: APARCAMIENTOS PARA RESIDENTES

LOCALIDAD: MÁLAGA

FECHA: 04-05/07/07REF. TRABAJO: I-MGE-106/07

COORDENADAS: X= Y= Z=

SONDEO: S-8

SONDA: ROLATEC RL 48L

SUPERVISOR: ANTONIO J. GARCÍA

SONDISTA: PACO MASTÚS

HOJA: 1/1

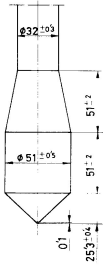
Escala 1:218.79	Ø Revestimiento [mm]	Ø Perforación [mm]	Maniobra	% Recuperación	Profundidad	Espesor	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Vane Test [kp/cm²]	Penetrómetro de bolsillo	Muestra	S.P.T.	Nspt	Presiómetro	Ensayo Lefranc	Inclinómetro	% Humedad	Dap [kg/cm³]	Densidad Seca [g/cm³]	% T5 [UNE]	% T0.08 [UNE]	Wl	I P	Clasificación U.S.C.S.	qu [kp/cm²]	Def. %	Cohesión [kg/cm²] Kg/cm	Ang. Rozam. [°]	Ind. Poros eo	Ind. Comp Cc	Hinchamiento libre %	Pr. Hincham. [kp/cm²]	Colapso	Sulfatos %	Acidez Bauman-Gully	Materia orgánica %	% Sales solubles		
1			0.80	20406080	0.80	0.80		Nivel 1.1: Relleno antrópico. Hasta 0.05 aglomerado asfáltico, hasta 0.80 capa de regularización. Nivel 1.2: Arcilla areno-limosa con algunas gravas y restos cerámicos. Color marrón oscuro. Nivel 2.1: Arena media limosa de color marrón con algunas gravas.																																
2			2.40		2.40	1.60			4.40				MI-16	3.00	10							100.0	2.0			SP														
3																																								
4																																								
5																																								
6																																								
7																																								
8																																								
9																																								
10																																								
11																																								
12			11.90		11.90			Nivel 2.2: Gravas y bolos en matriz areno-limosa.				MI-35	12.30	R							99.3	3.3			SW										0.00					
13						2.80						MA	12.58								79.6	16.5			SM															
14			14.70		14.70																																			
15																																								
16			16.80		16.80	2.10		Nivel 2.3: Limo arcillo-arenoso de color marrón claro y tonos anaranjados.				MI-24	16.20	23				23.96	2.09	1.69	100.0	50.7			ML			0.03	28.65											
17																																								
18								Nivel 3.1: Arcilla marrón verdosa con lentes grisáceas.				TP	18.00																											
19																																								
20																																								
21																																								
22																																								
23																																								
24			24.00		24.00			Nivel 3.2: Arcilla gris.				TP	23.40	24																										
25																																								
26																																								
27																																								
28																																								
29																																								
30			30.00		30.00																100.0	98.1	39.4	19.9	CL									2424.13						

Observaciones:
Arqueta metálica:
Cajas de sondeo:
ml de PVC:
Fecha testificación cajas:

MI: Muestra inalterada a presión o percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada.
PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T: Batería doble; W: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm)

6.3.- GRÁFICOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH

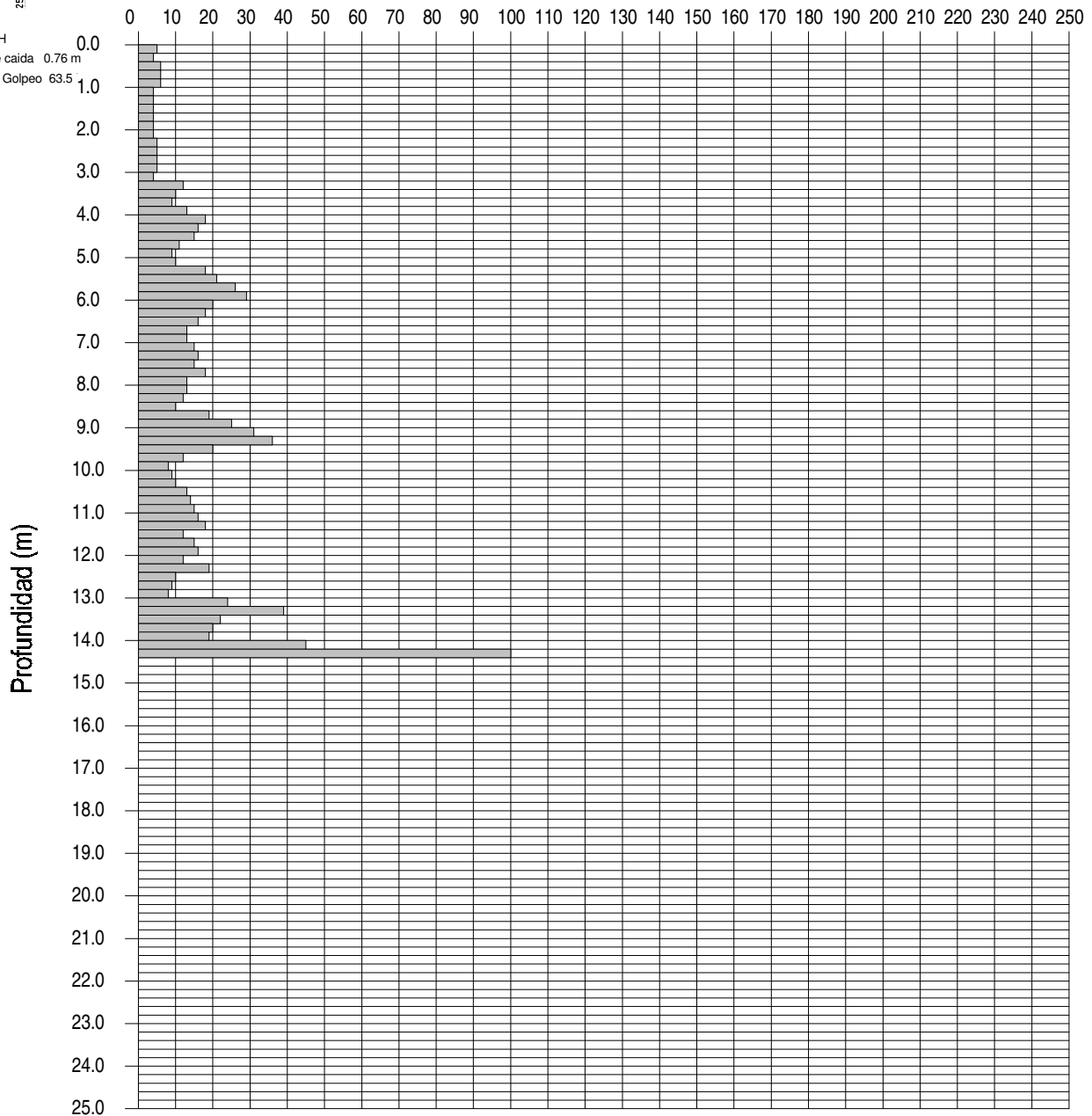
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



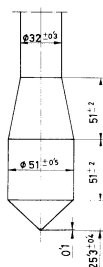
DPSH
 Altura de caída 0.76 m
 Maza de Golpeo 63.5

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO : 01
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente : M0710601
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha : 18/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota : 00,00

Golpes por 20 cm

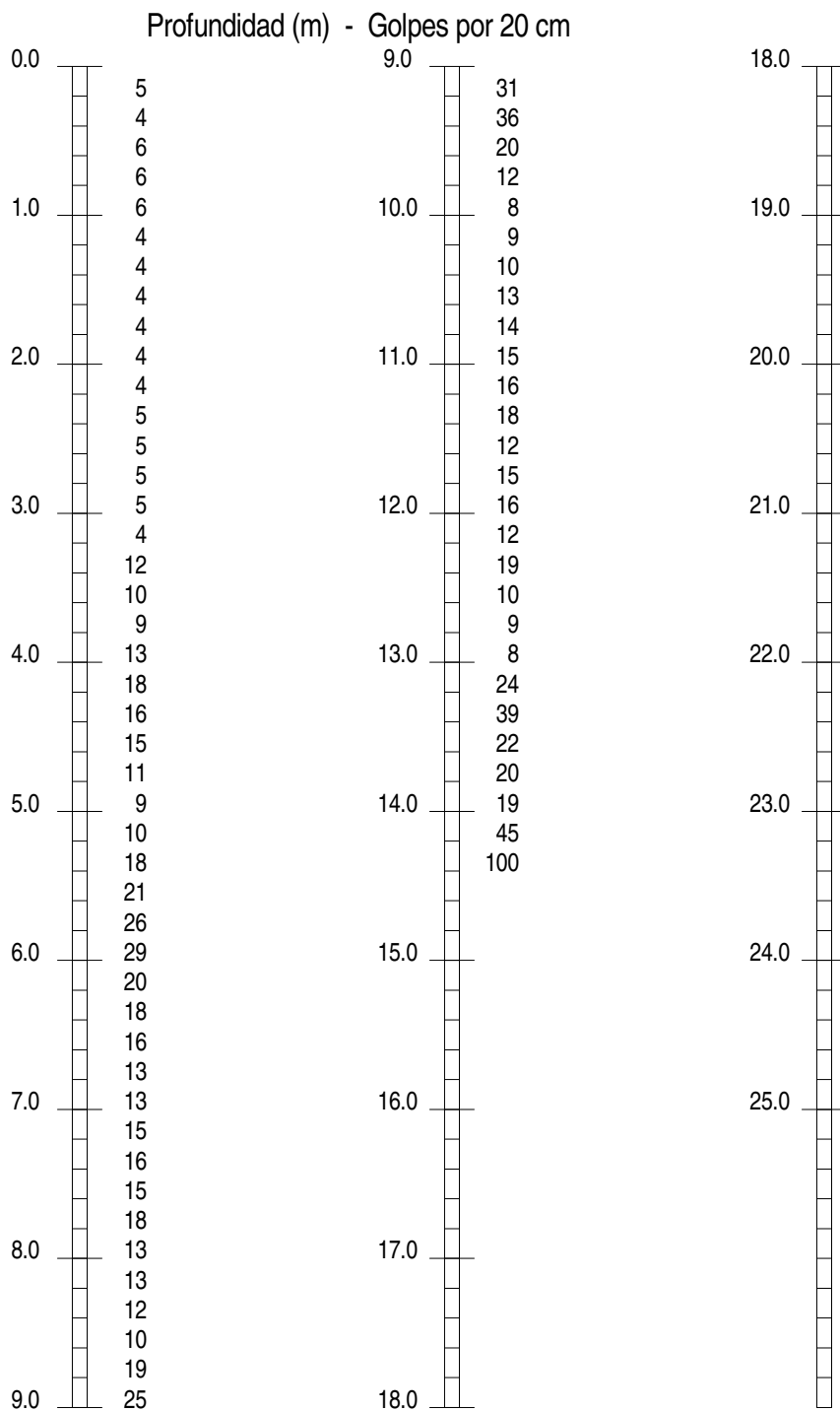


ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

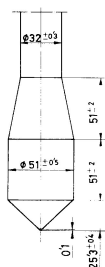


DPSH
 Altura de caída 0,76 m
 Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO : 01
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente : M0710601
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha : 18/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota : 00,00



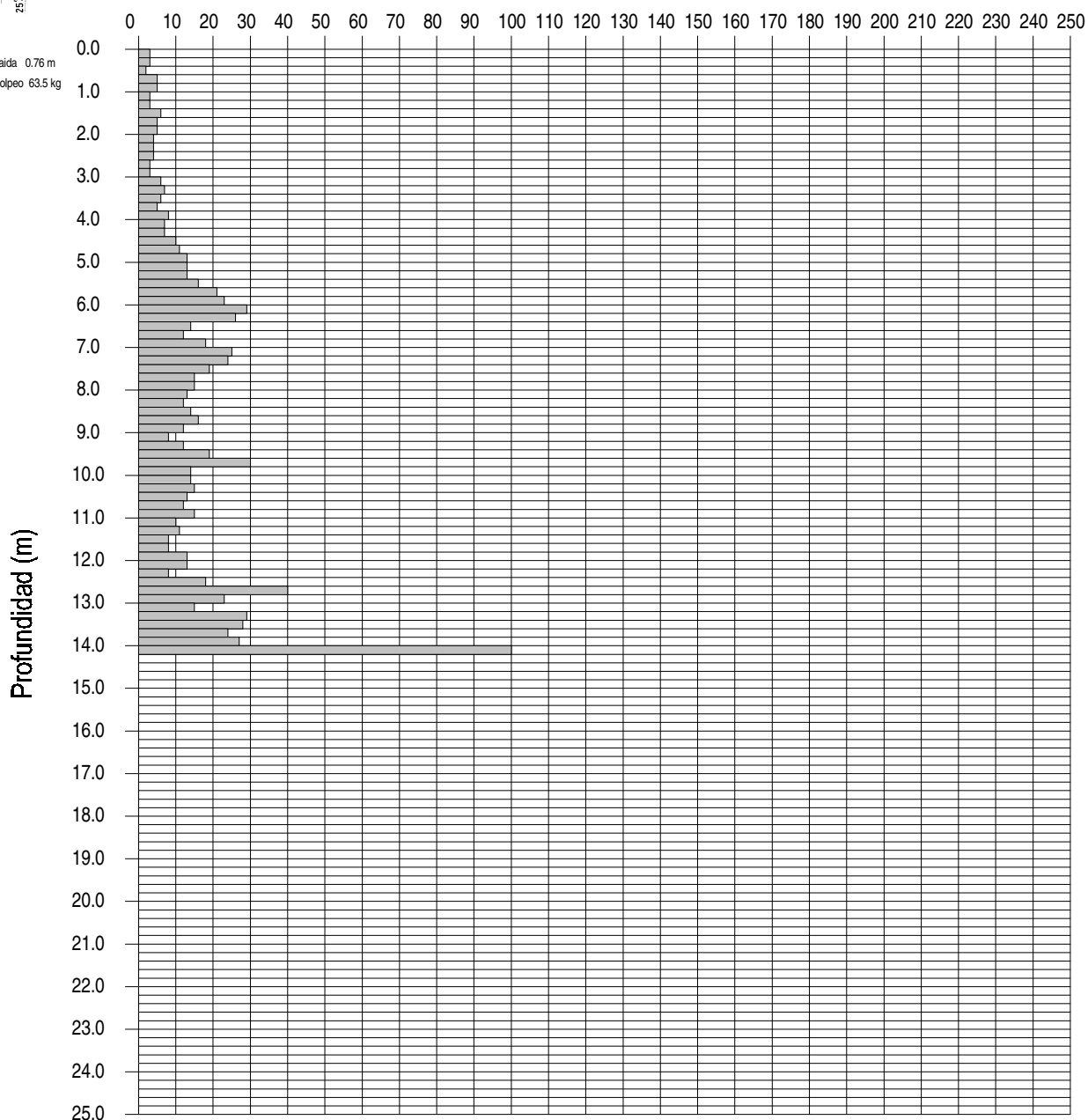
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



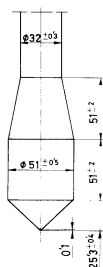
DPSH
Altura de caída 0,76 m
Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO : 02
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente : M0710602
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha : 26/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota : 00,00

Golpes por 20 cm

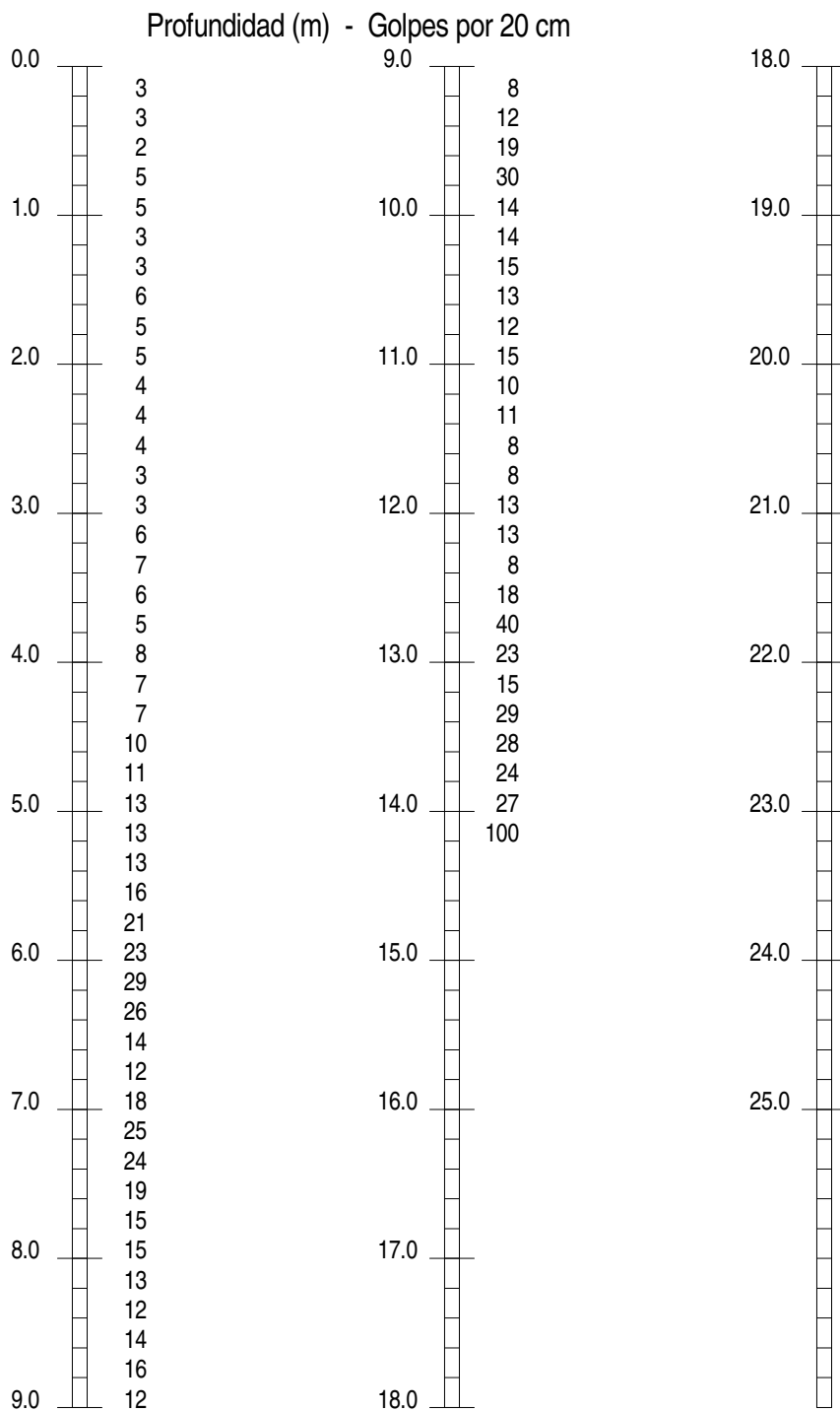


ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

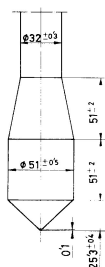


DPSH
 Altura de caída: 0,76 m
 Maza de Golpeo: 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO :	02
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente :	M0710602
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha :	26/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota :	00,00



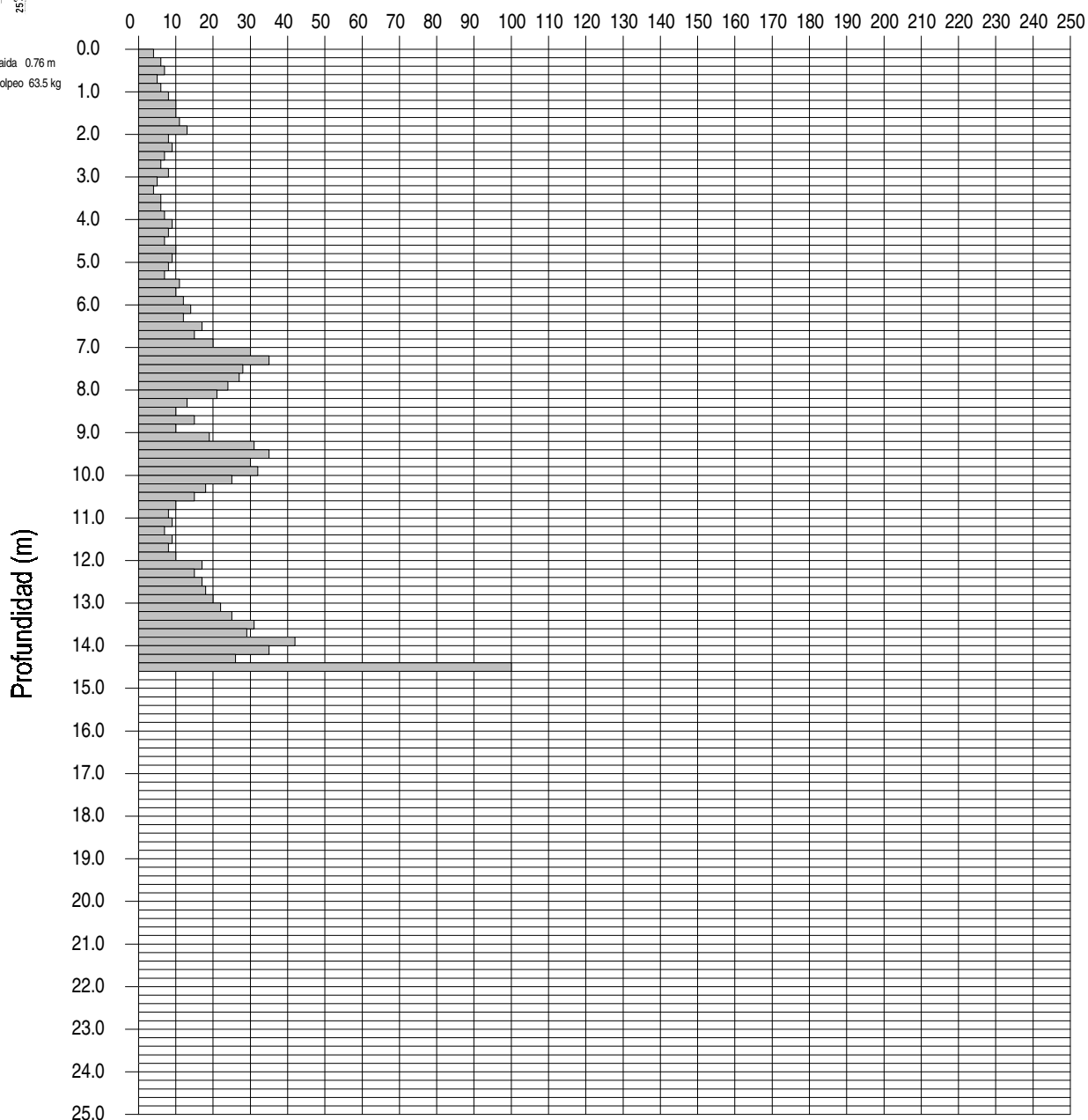
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



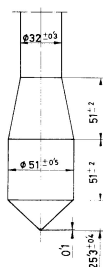
DPSH
Altura de caída 0,76 m
Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO : 03
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente : M0710603
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha : 30/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota : 00,00

Golpes por 20 cm

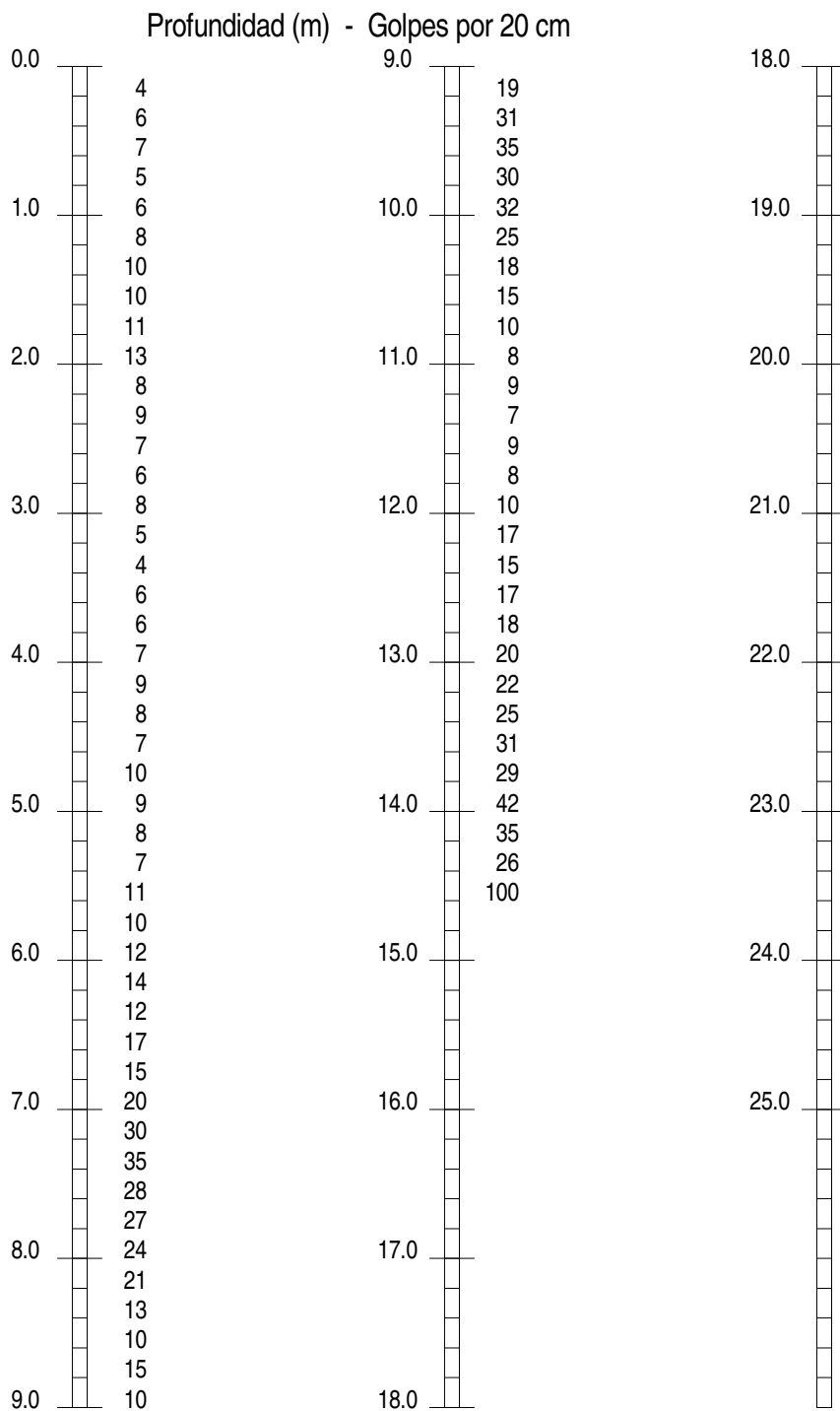


ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

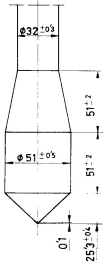


DPSH
 Altura de caída 0,76 m
 Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO : 03
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente : M0710603
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha : 30/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota : 00,00



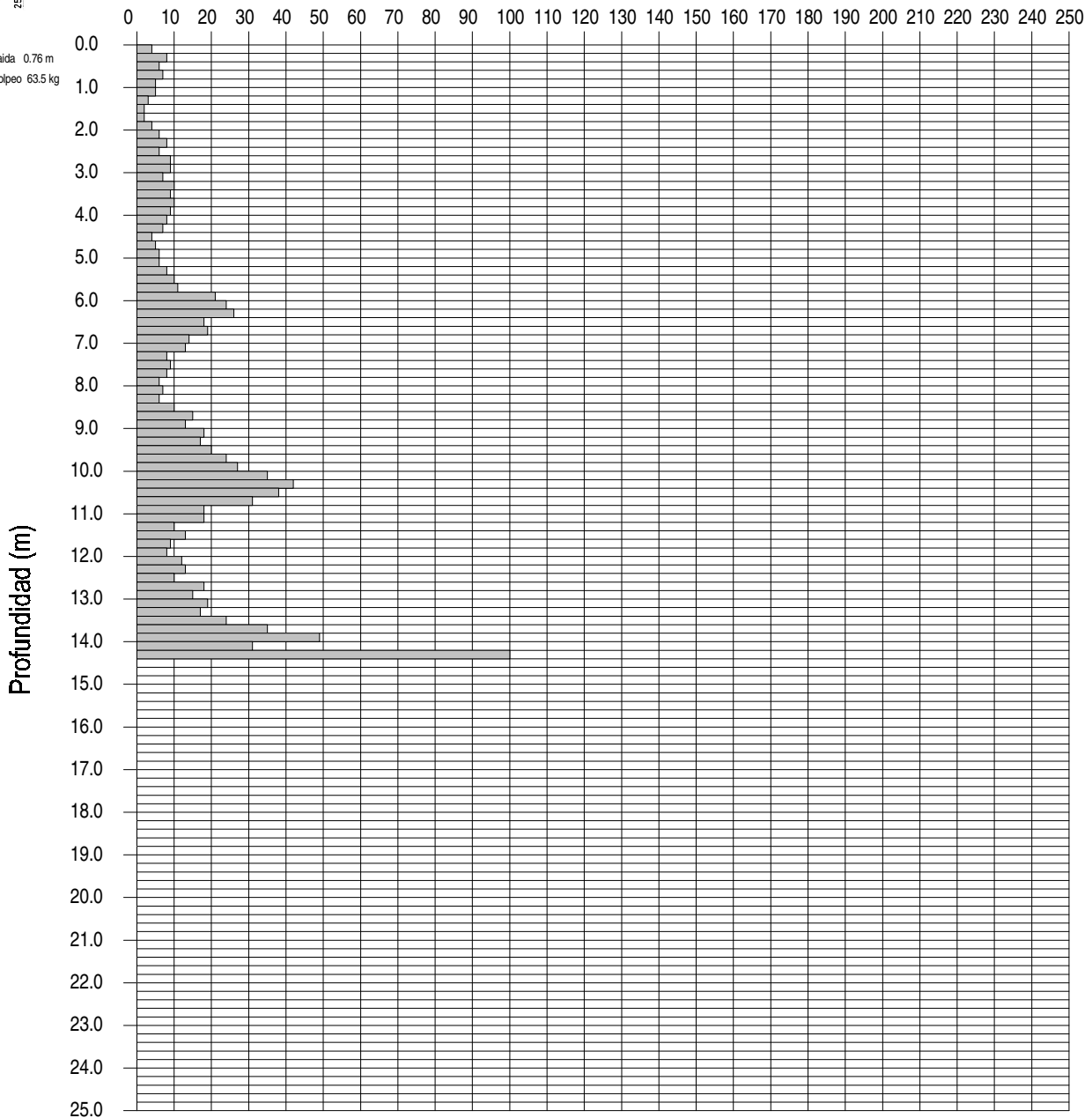
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



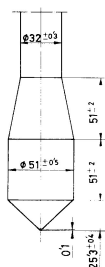
DPSH
 Altura de caída 0,76 m
 Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO :	04
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente :	M0710604
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha :	30/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota :	00,00

Golpes por 20 cm

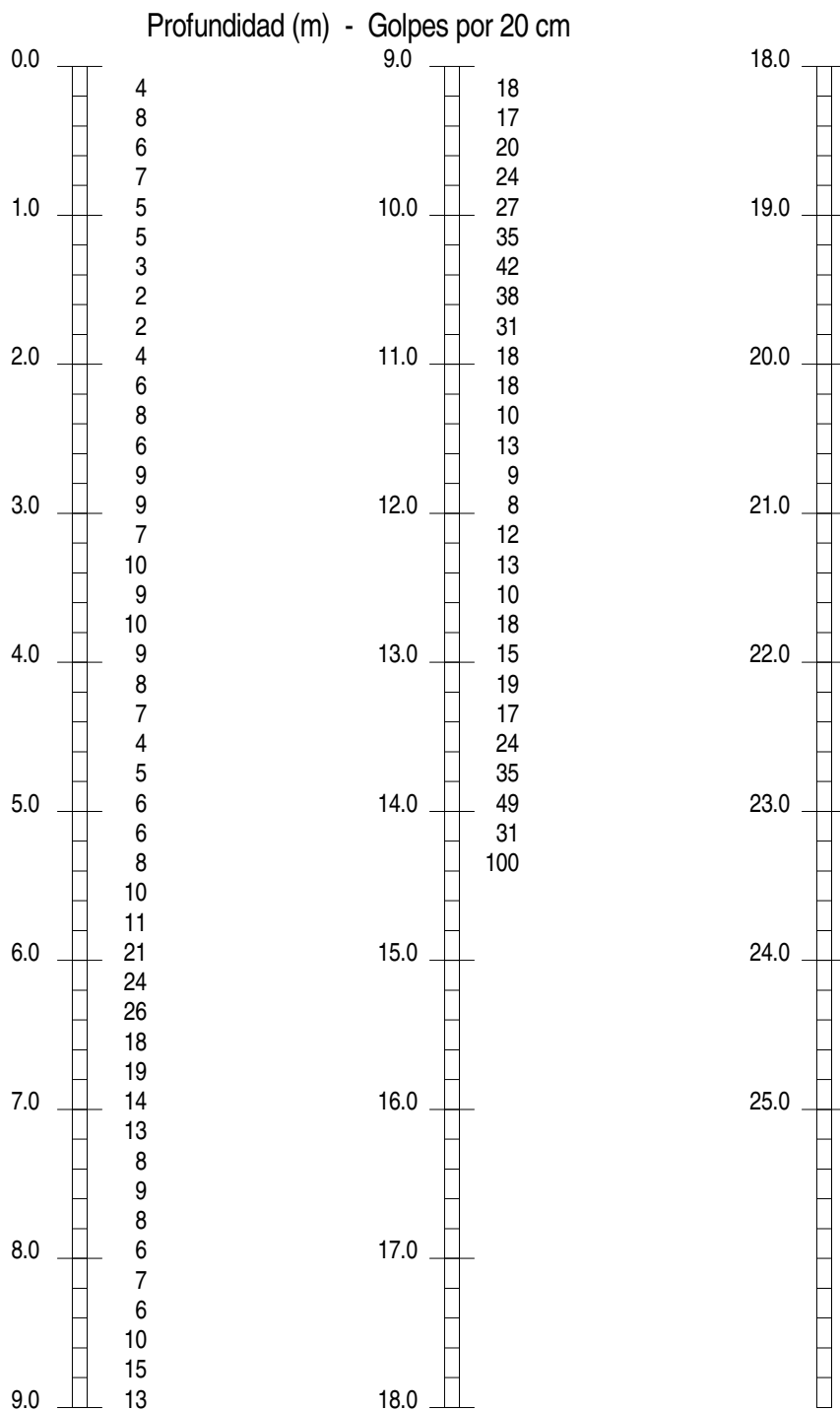


ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

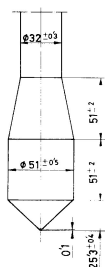


DPSH
 Altura de caída: 0,76 m
 Maza de Golpeo: 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO :	04
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente :	M0710604
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha :	30/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota :	00,00



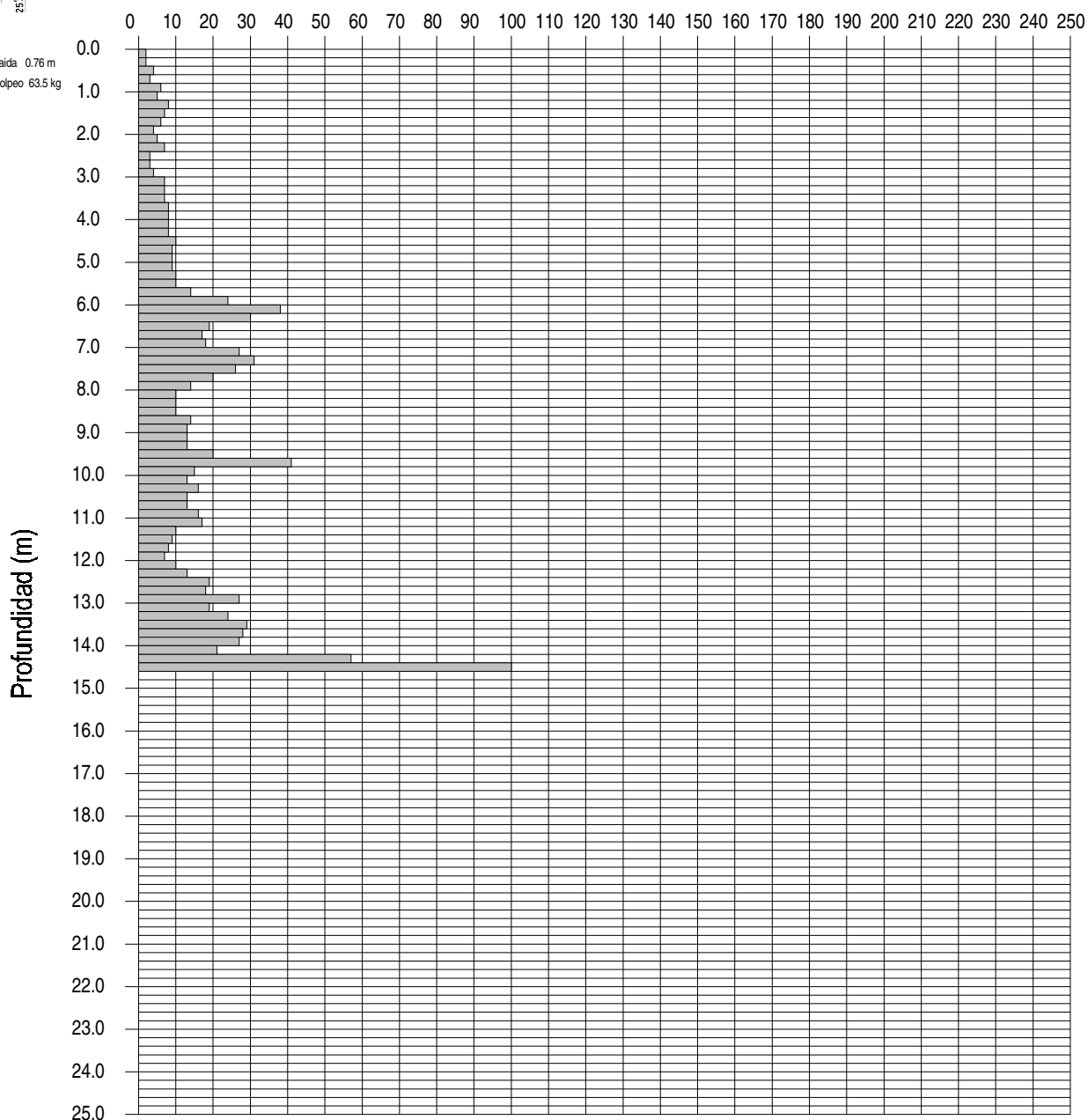
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



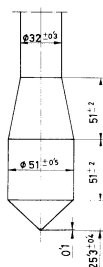
DPSH
Altura de caída 0,76 m
Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO : 05
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente : M0710605
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha : 26/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota : 00,00

Golpes por 20 cm

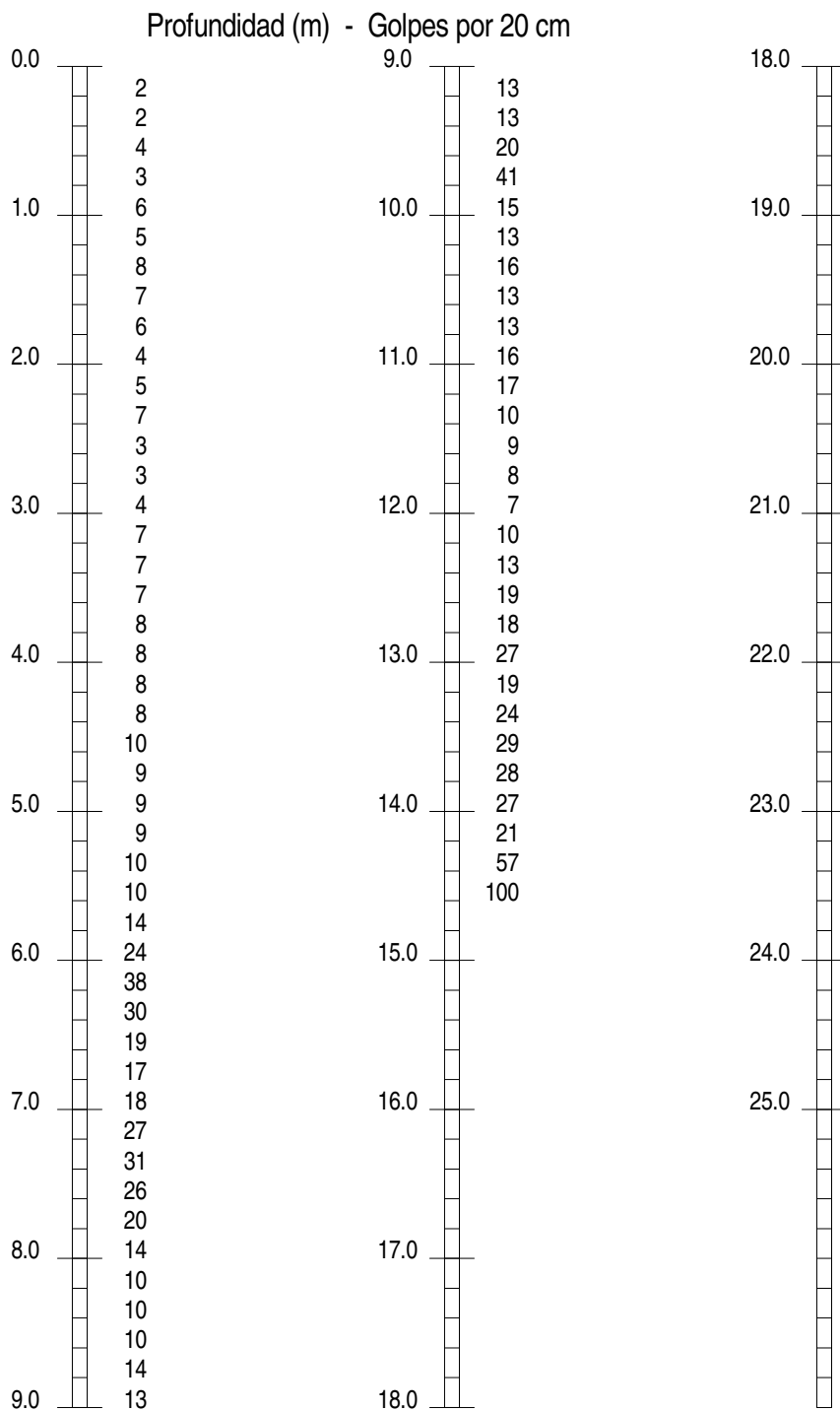


ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

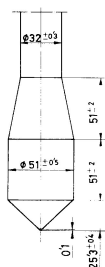


DPSH
 Altura de caída: 0,76 m
 Maza de Golpeo: 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO :	05
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente :	M0710605
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha :	26/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota :	00,00



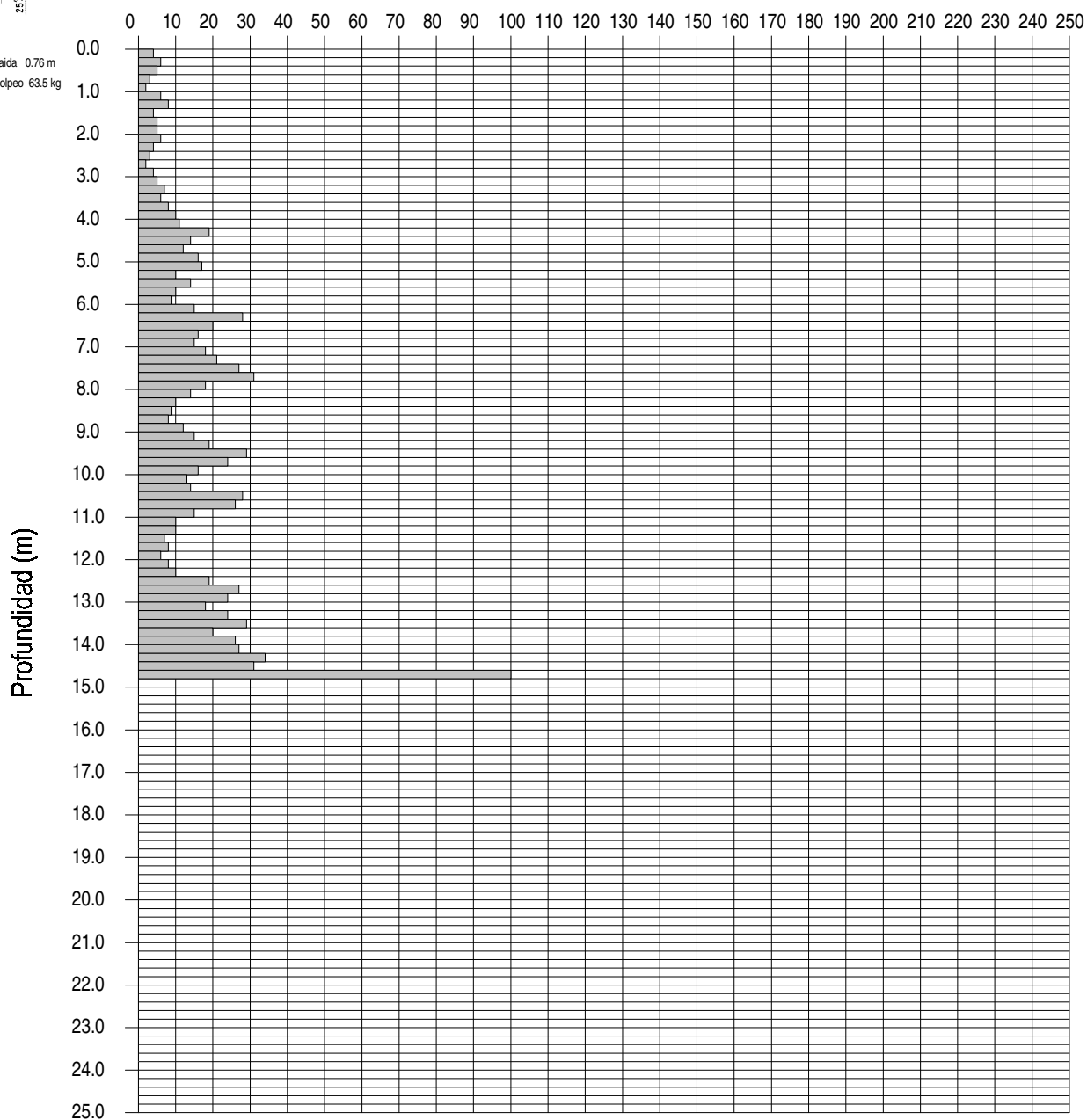
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



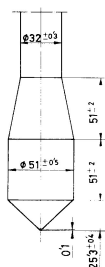
DPSH
Altura de caída 0,76 m
Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO : 06
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente : M0710606
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha : 26/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota : 00,00

Golpes por 20 cm

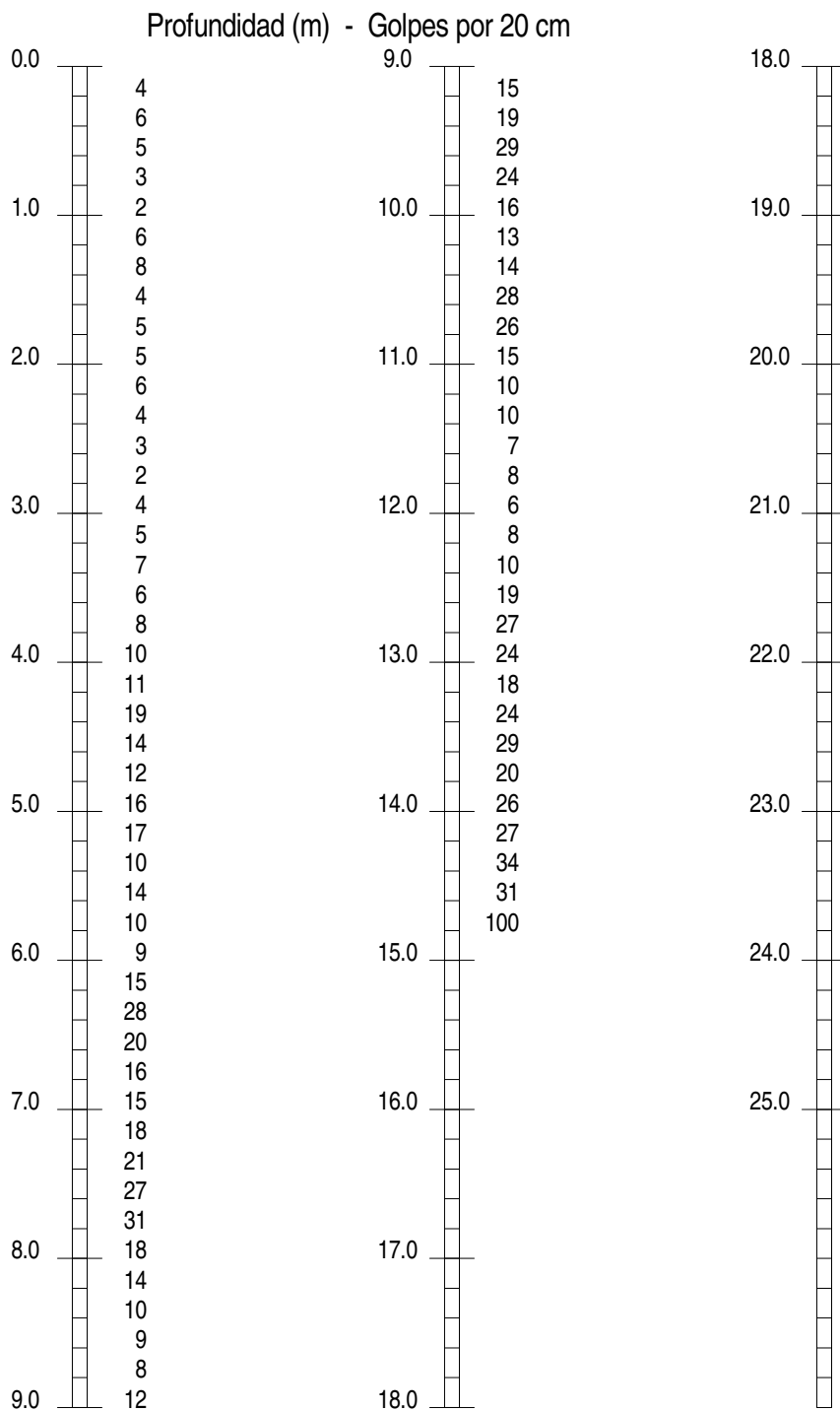


ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

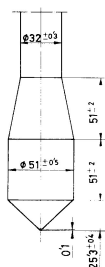


DPSH
 Altura de caída: 0.76 m
 Maza de Golpeo: 63.5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO :	06
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente :	M0710606
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha :	26/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota :	00,00



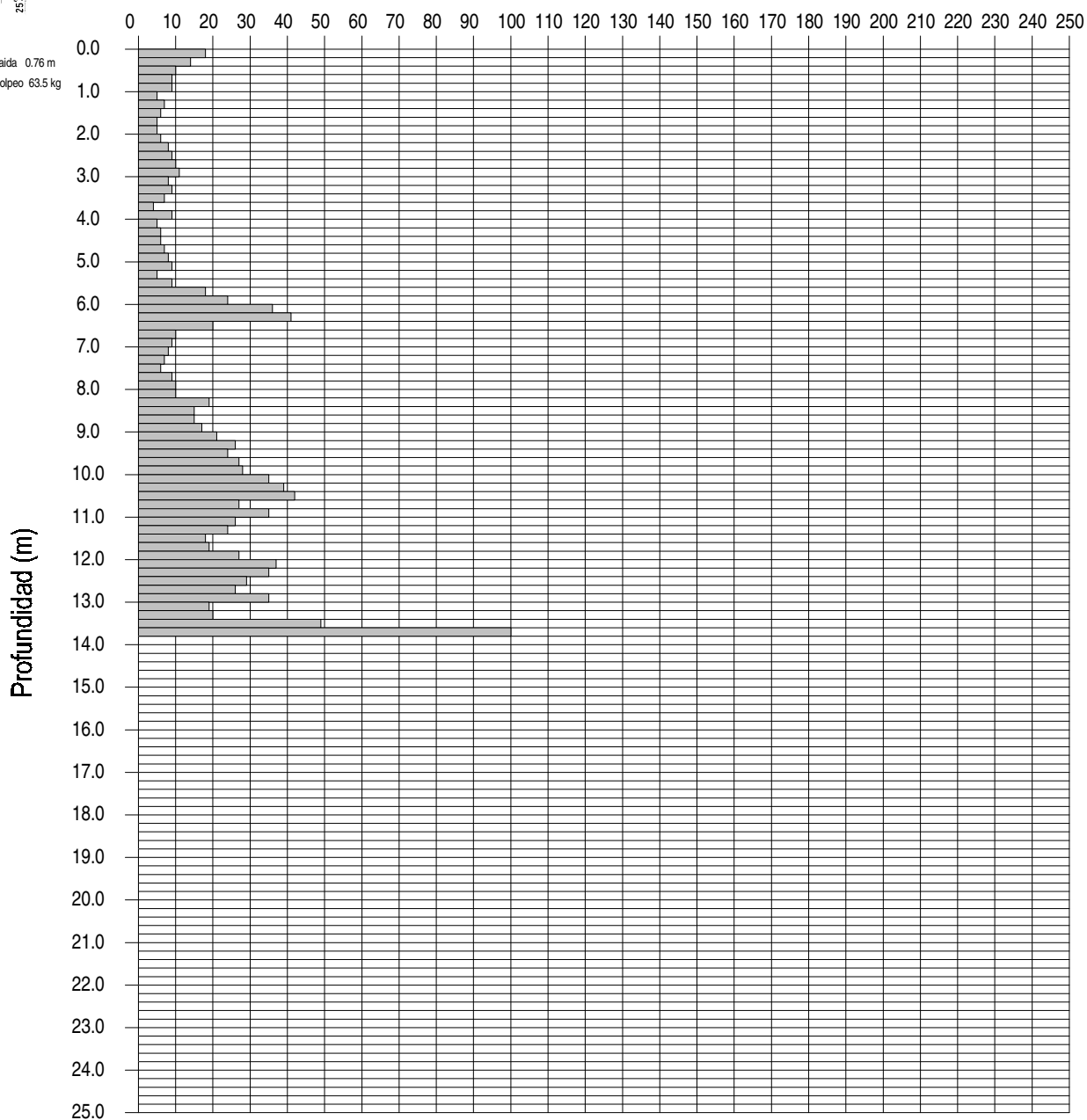
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



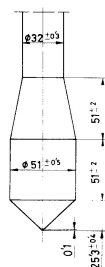
DPSH
Altura de caída 0,76 m
Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO :	07
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente :	M0710607
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha :	30/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota :	00,00

Golpes por 20 cm

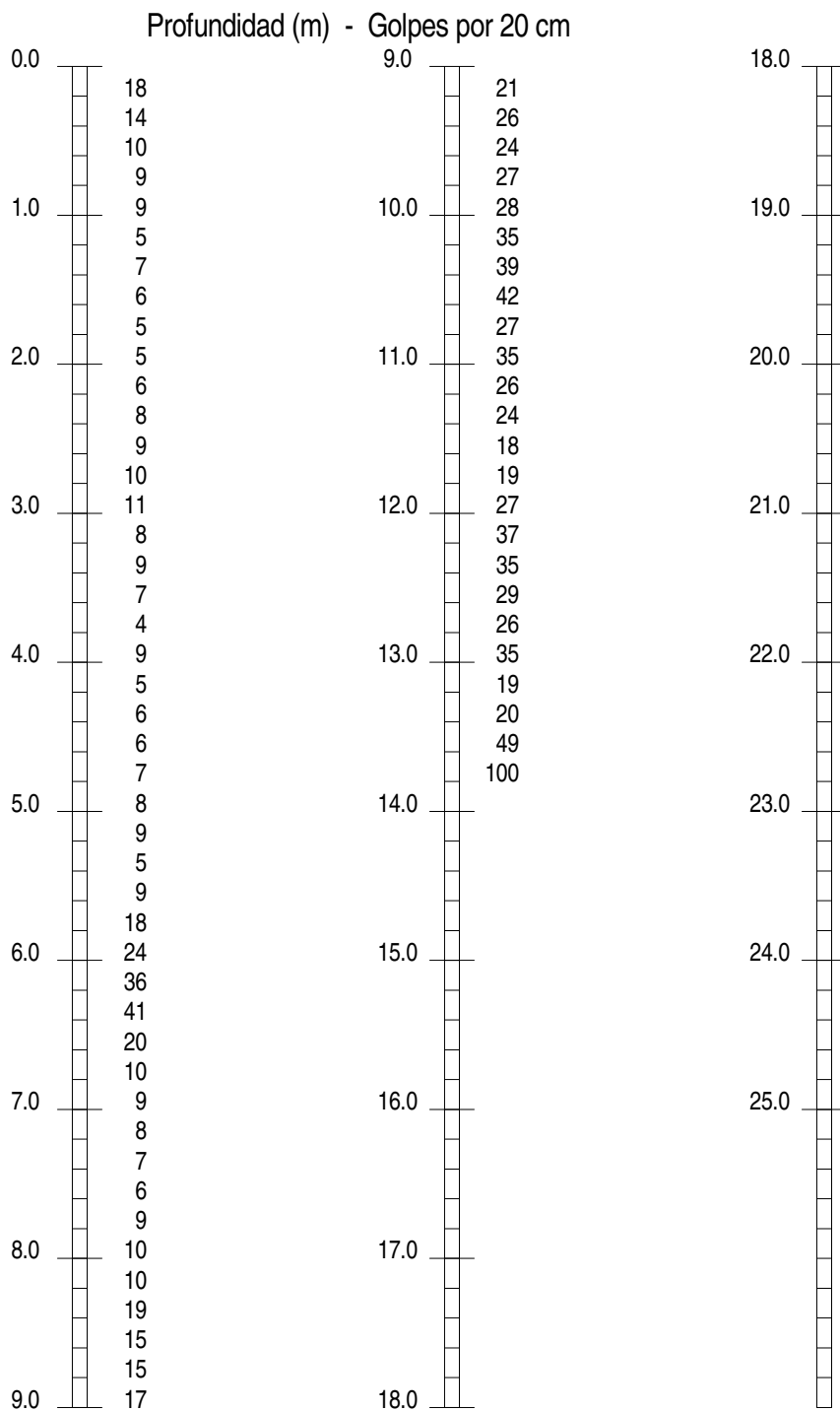


ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

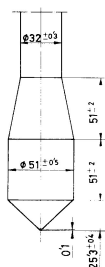


DPSH
 Altura de caída 0,76 m
 Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO : 07
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente : M0710607
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha : 30/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota : 00,00



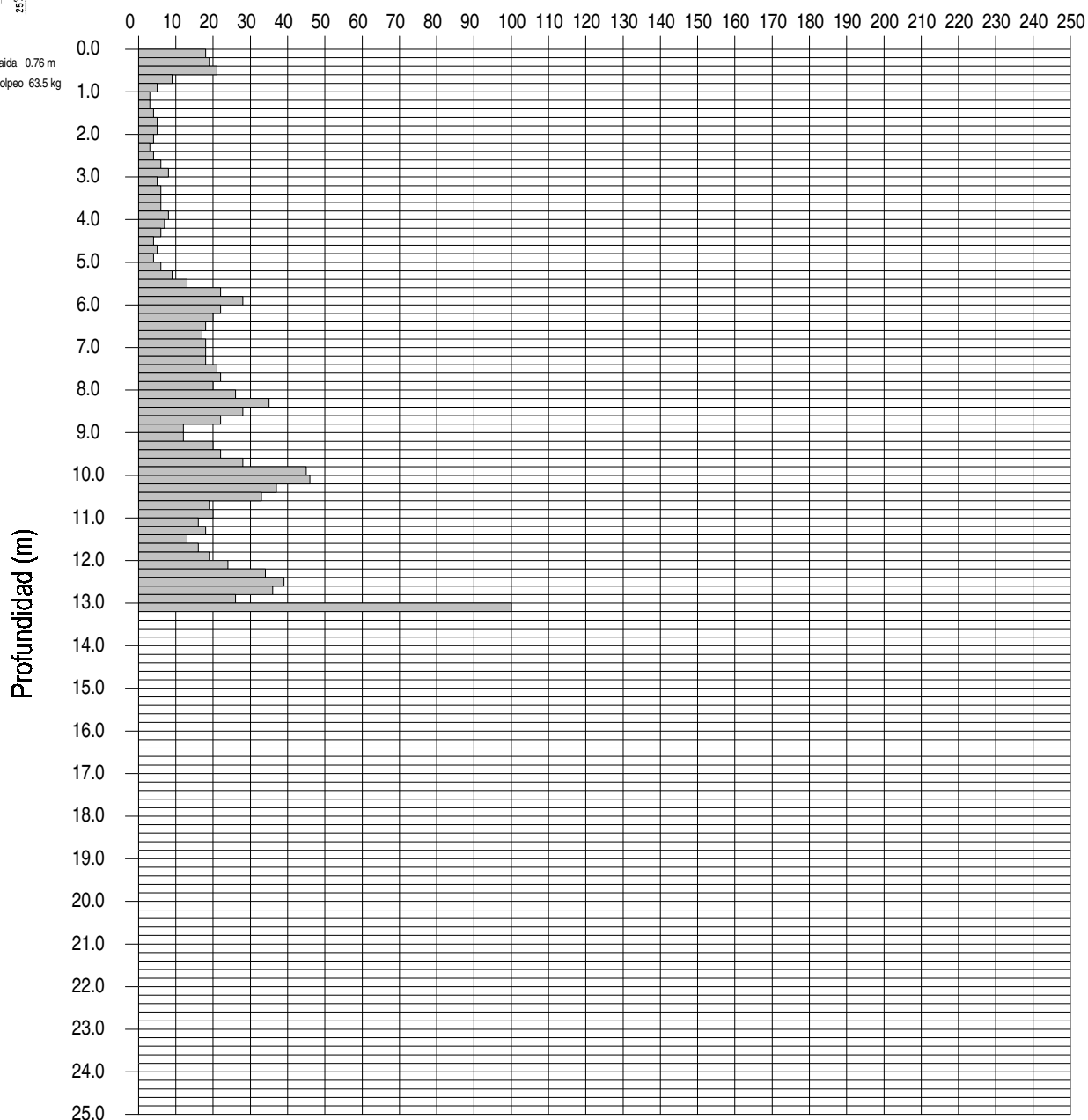
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



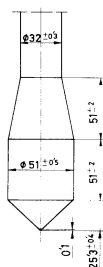
DPSH
Altura de caída 0,76 m
Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO : 08
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente : M0710608
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha : 30/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota : 00,00

Golpes por 20 cm



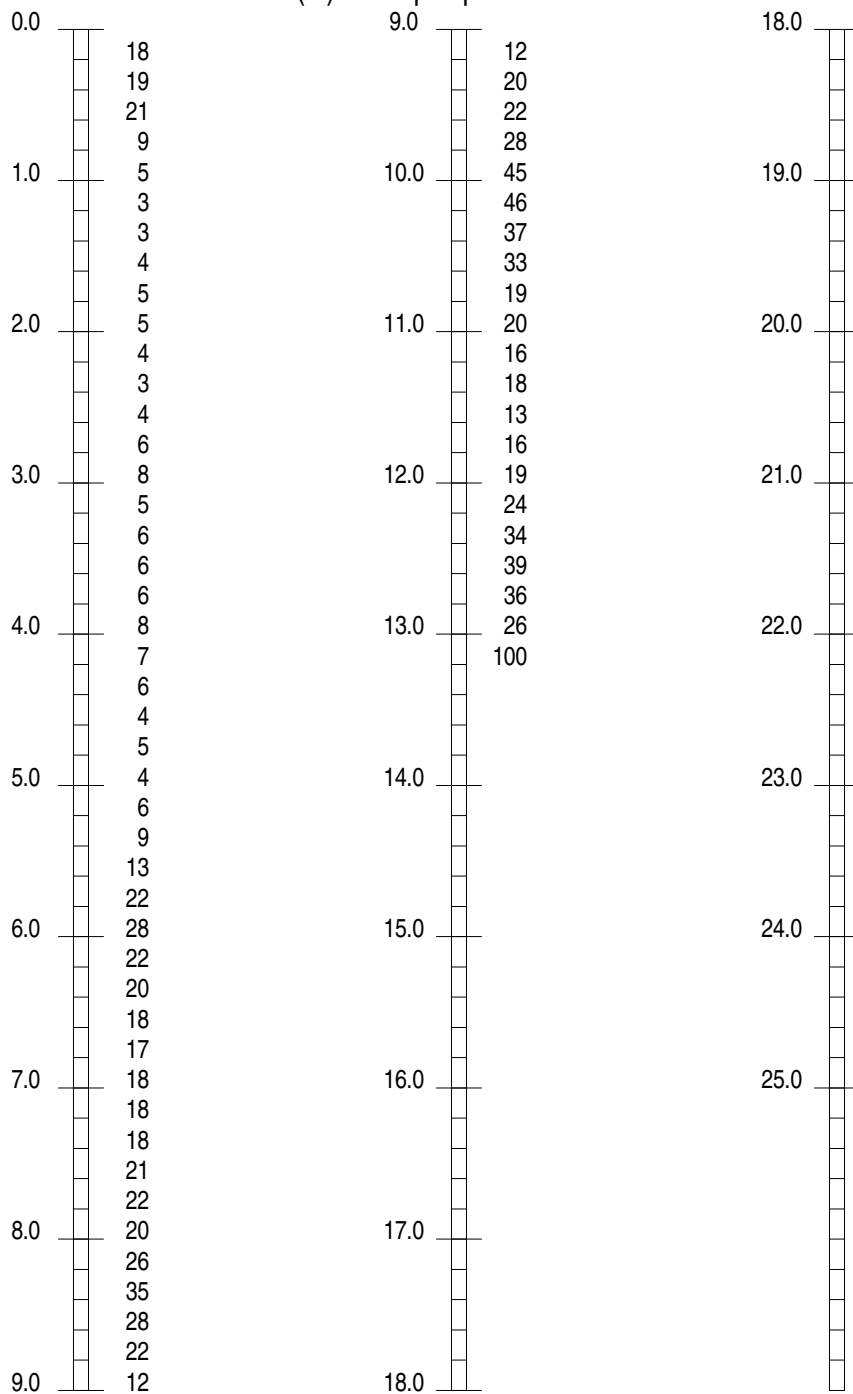
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



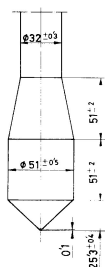
DPSH
 Altura de caída: 0.76 m
 Maza de Golpeo: 63.5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO :	08
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente :	M0710608
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha :	30/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota :	00,00

Profundidad (m) - Golpes por 20 cm



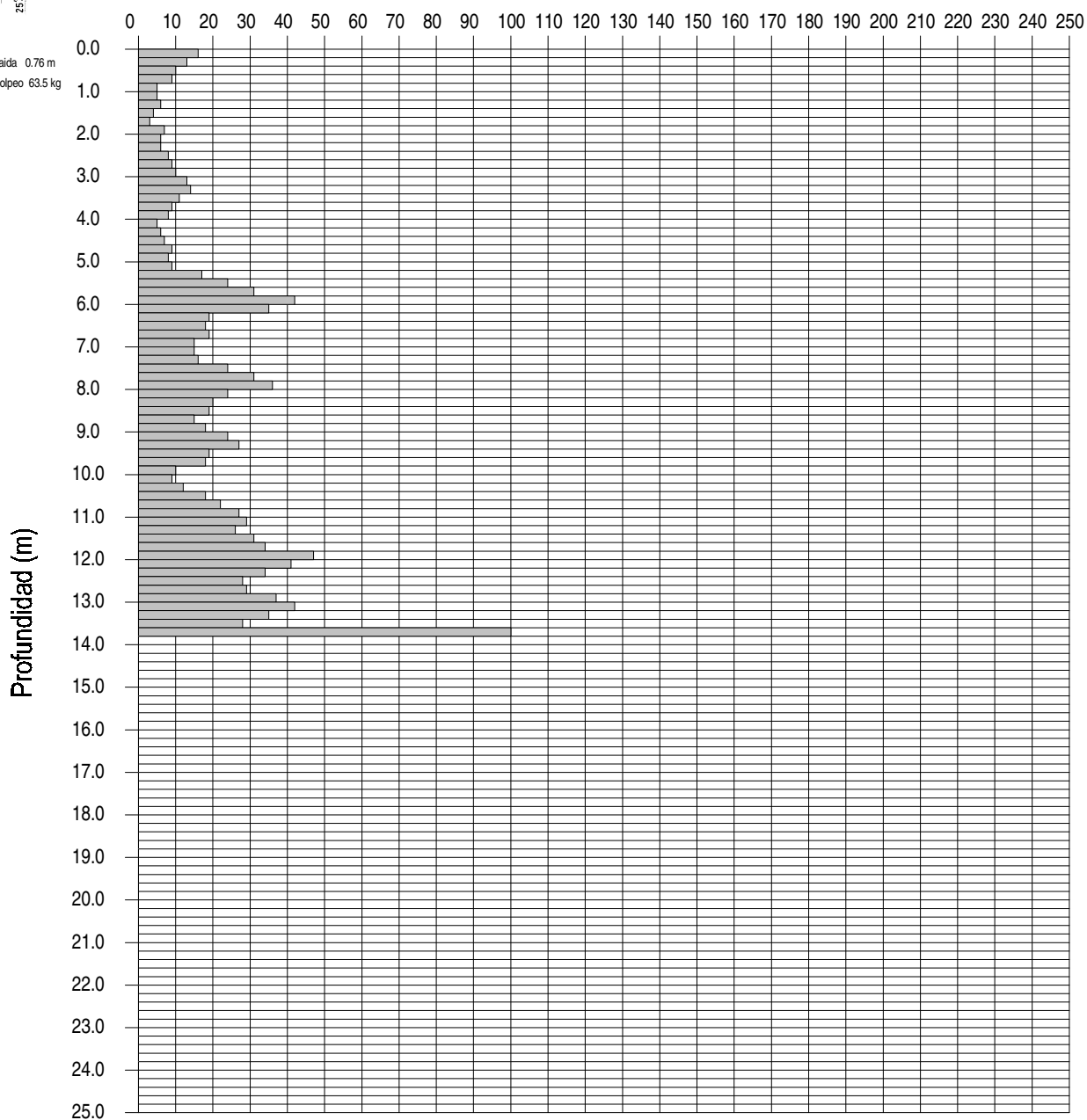
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



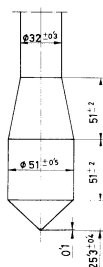
DPSH
Altura de caída 0,76 m
Maza de Golpeo 63,5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO :	09
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente :	M0710609
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha :	30/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota :	00,00

Golpes por 20 cm



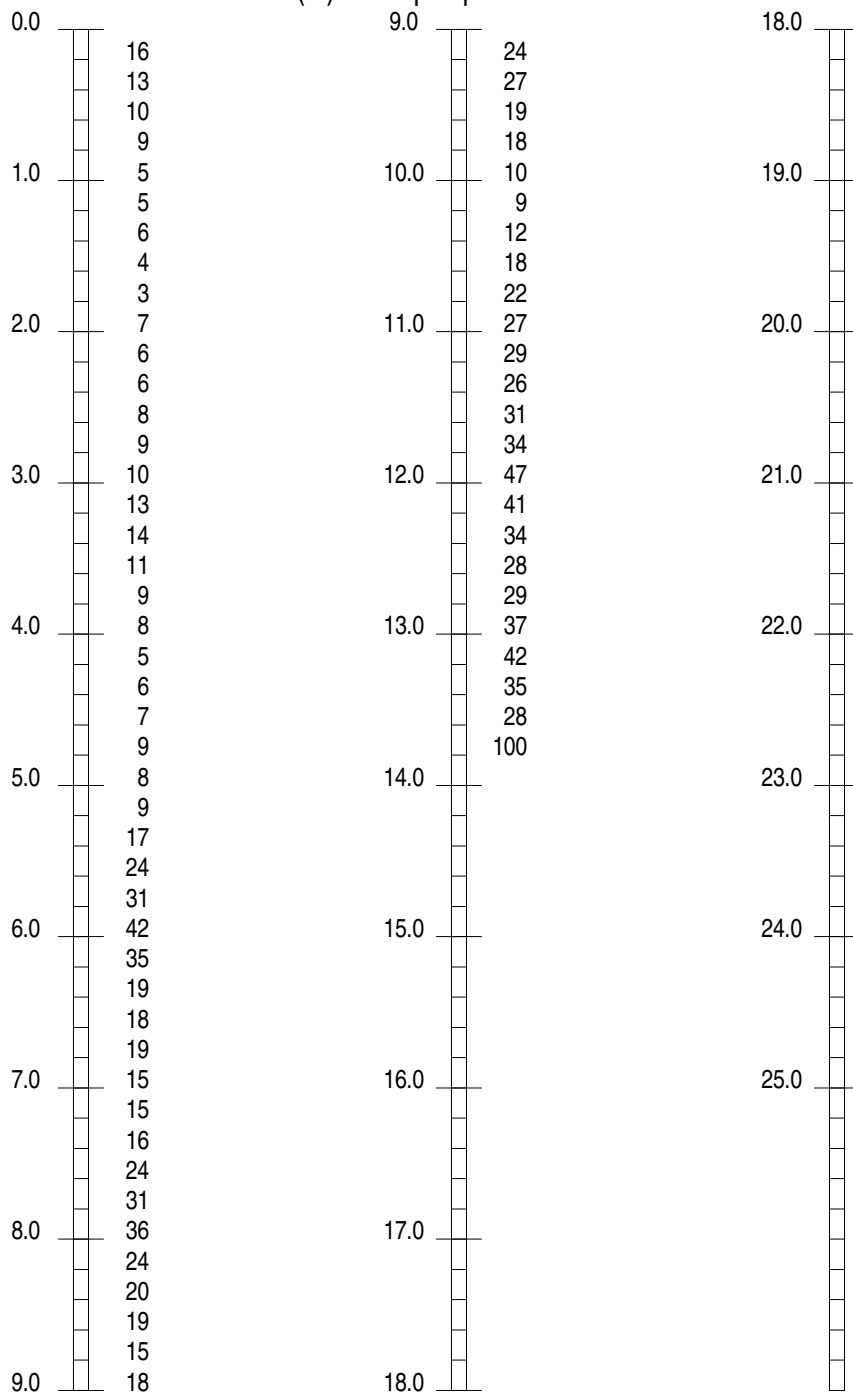
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH



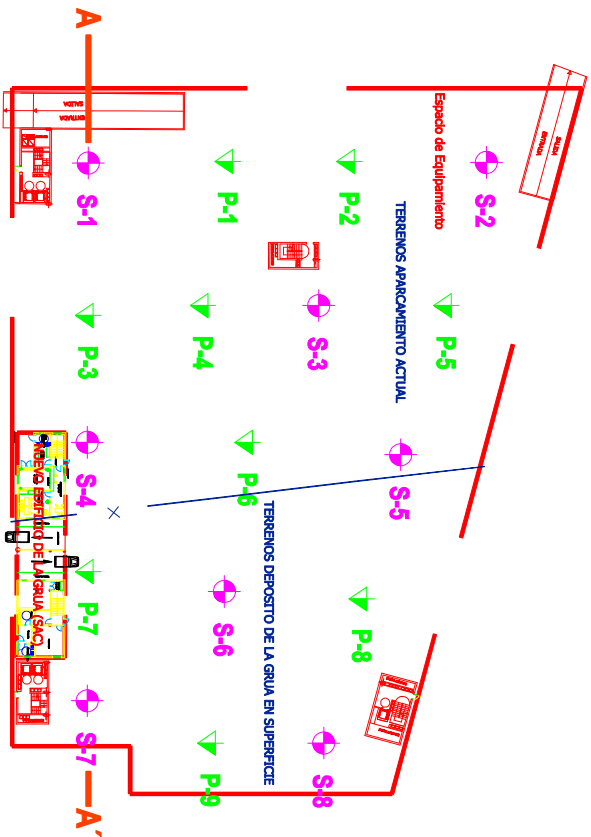
DPSH
 Altura de caída 0.76 m
 Maza de Golpeo 63.5 kg

Peticionario:	SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARC. Y SERVICIOS	Nº ENSAYO :	09
Situación :	Aparcamientos C/Carril de la Cordobesa	Expediente :	M0710609
Población :	Bda. La Princesa. Málaga.	Fecha :	30/07/2007
Coordenadas X:	Y:	Cota :	00,00

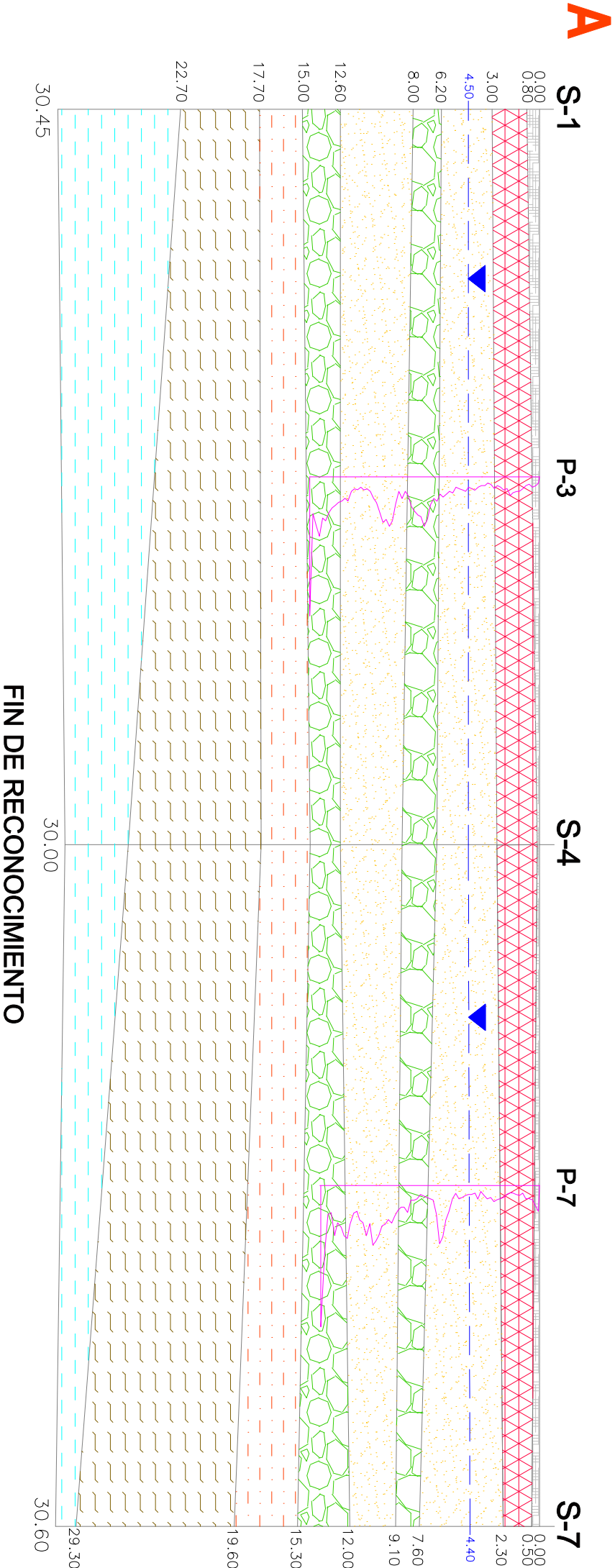
Profundidad (m) - Golpes por 20 cm



6.4.- PERFILES GEOTÉCNICOS



SECCION A - A'



FIN DE RECONOCIMIENTO

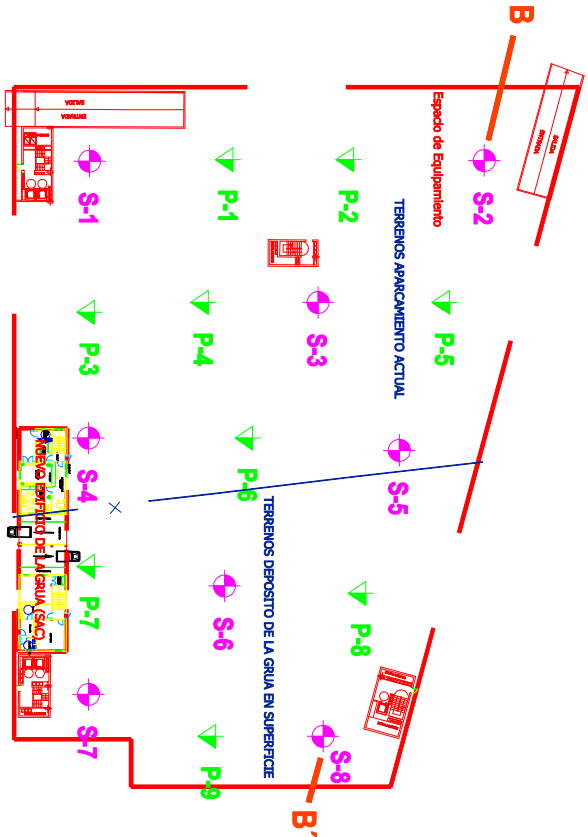
- NIVEL 1.1: AGLOMERADO + CAPA REGULARIZACION
- NIVEL 1.2: RELLENO ANTRÓPICO
- NIVEL 2.1: ARENAS LIMOSAS CON GRAVAS
- NIVEL 2.2: GRAVAS Y BOLOS CON ARENAS
- NIVEL 2.3: LIMOS ARENO-ARCILLOSOS
- NIVEL 3: ARCILLAS MARRONES
- NIVEL 1: ARCILLAS GRISES

PLANO: LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS			
FECHA	ESCALAS	IDENTIFICACION	
Septiembre 2007		H-MGE-106/07	
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:	PLANO N.º	
José Carlos Blanco Martín	José Carlos Blanco Martín	PERFIL A - A'	

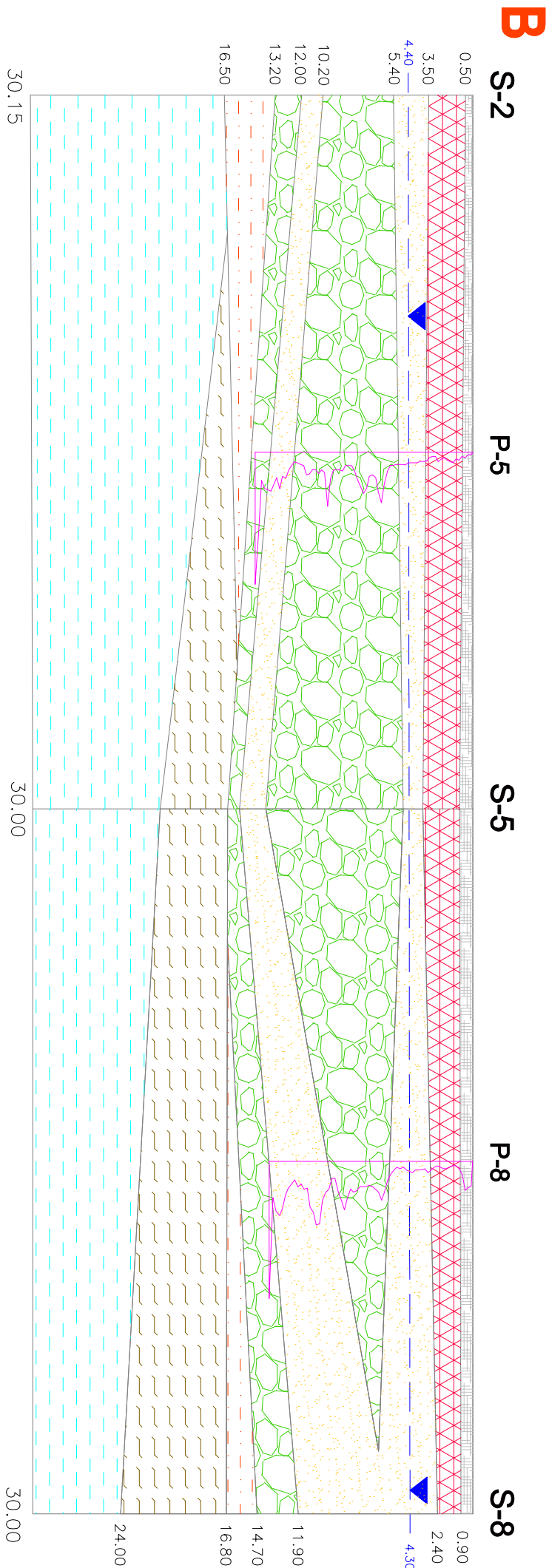


SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A.

ESTUDIO GEOTÉCNICO APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO PARA RESIDENTES, CARRIL DE LA CORDOBESA - MÁLAGA -



SECCION B - B'



FIN DE RECONOCIMIENTO

- NIVEL 1.1: AGLOMERADO + CAPA REGULARIZACIÓN
- NIVEL 1.2: RELLENO ANTRÓPICO
- NIVEL 2.1: ARENAS LIMOSAS CON GRAVAS
- NIVEL 2.2: GRAVAS Y BOLOS CON ARENAS
- NIVEL 2.3: LIMOS ARENO-ARCILLOSOS
- NIVEL 3: ARCILLAS MARRONES
- NIVEL 1: ARCILLAS GRISES

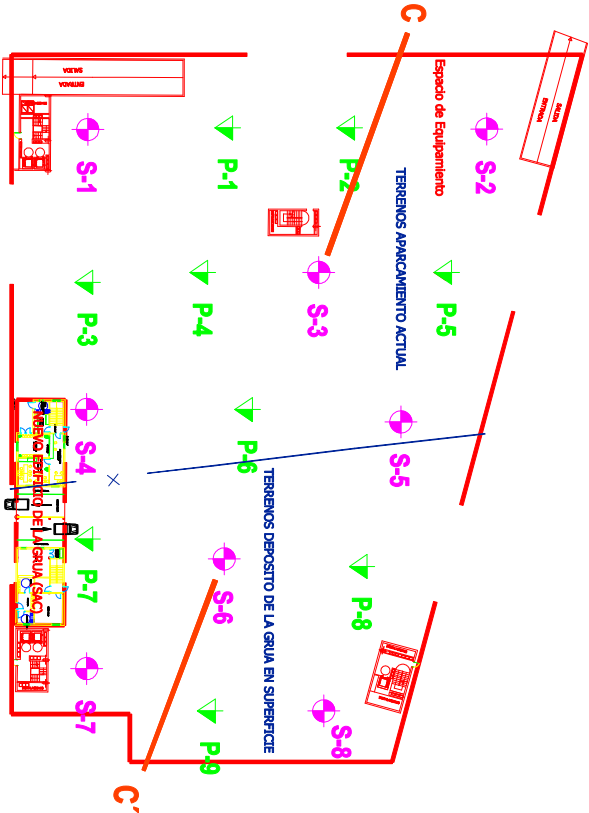
LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS

PLANO:		
FECHA	ESCALAS	IDENTIFICACION
Septiembre 2007		I-MGE-106/07
DIBUJADO POR: José Carlos Blanco Martín	REVISADO POR: José Carlos Blanco Martín	PLANO N.º PERFIL B - B'

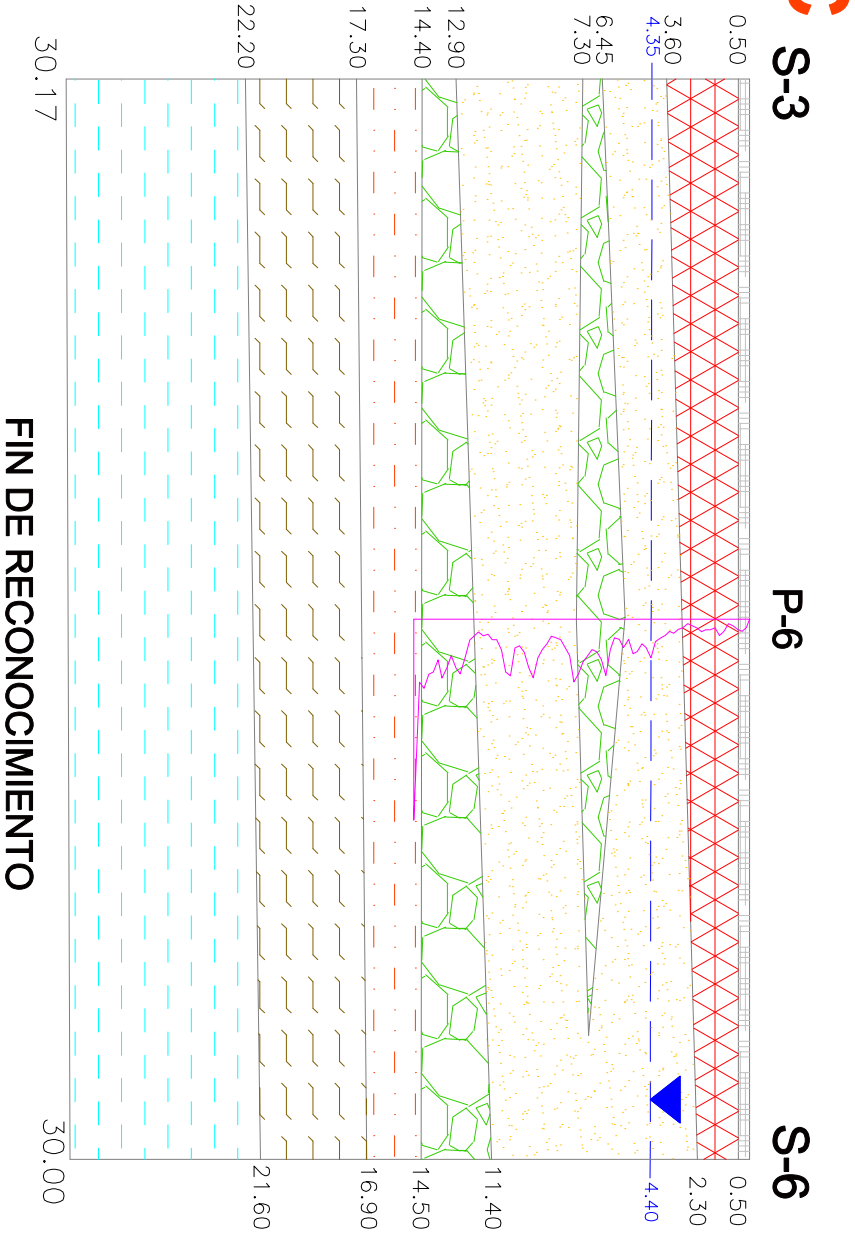


SOCIEDAD MUNICIPAL
DE APARCAMIENTOS Y
SERVICIOS, S.A.

ESTUDIO GEOTÉCNICO
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO
PARA RESIDENTES,
CARRIL DE LA CORDOBEZA
- MÁLAGA -



SECCION C - C'



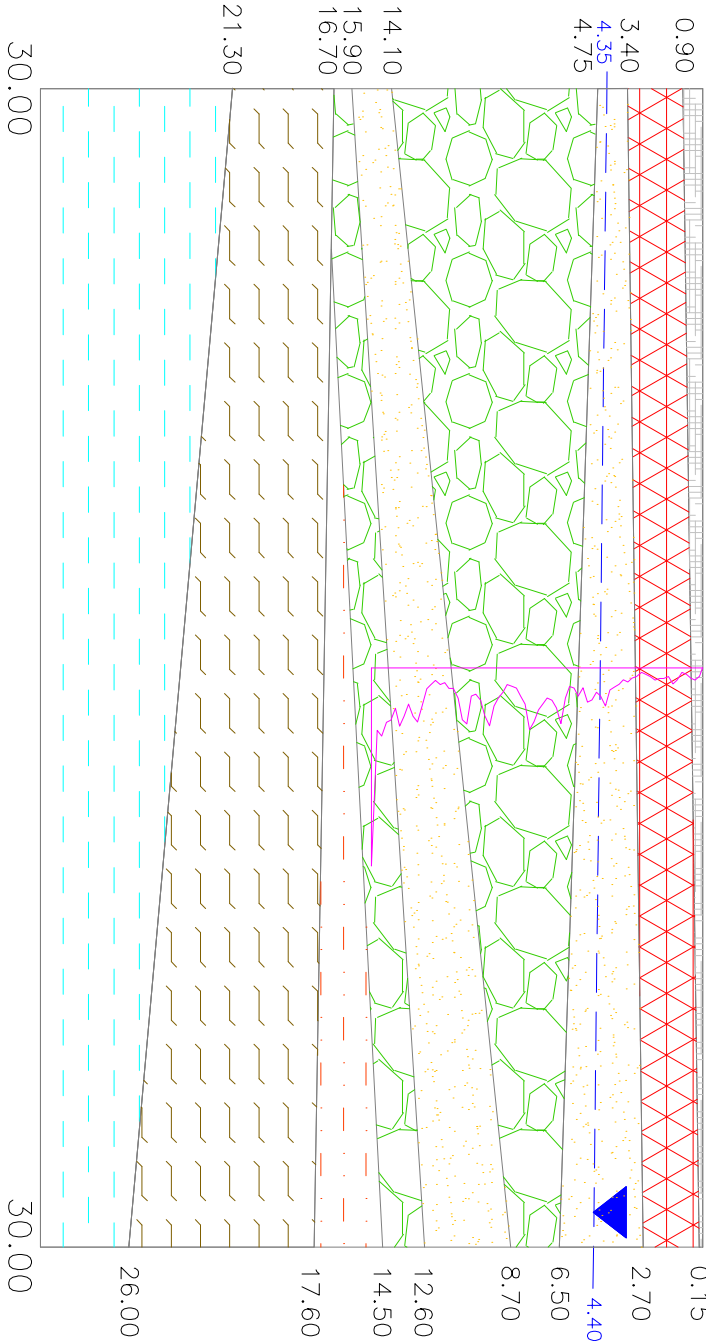
- NIVEL 1.1: AGLOMERADO + CAPA REGULARIZACIÓN
- NIVEL 1.2: RELLENO ANTROPICO
- NIVEL 2.1: AREMAS LIMOSAS CON GRAVAS
- NIVEL 2.2: GRAVAS Y BOLOS CON ARENAS
- NIVEL 2.3: LIMOS ARENO-ARCILLOSOS
- NIVEL 3: ARCILLAS MARRONES
- NIVEL 1: ARCILLAS GRISES

SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A.

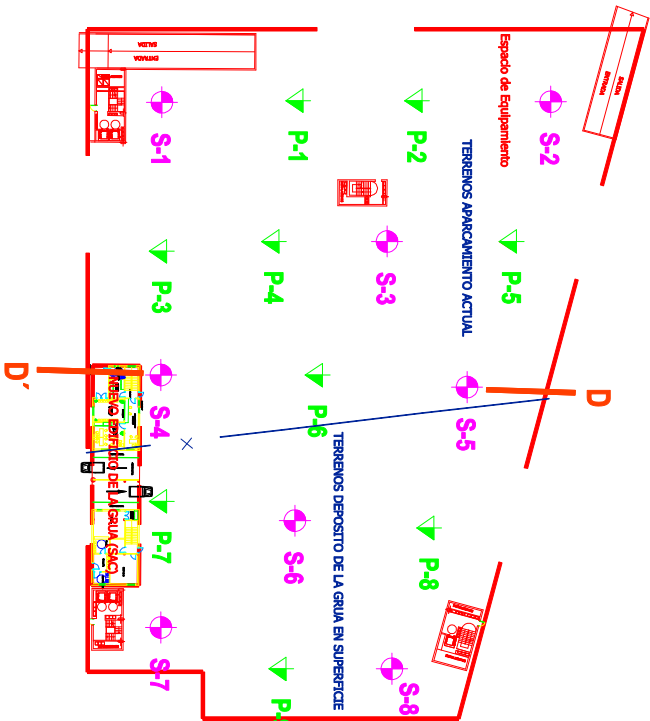
ESTUDIO GEOTÉCNICO APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO PARA RESIDENTES, CARIL DE LA CORDOBESA - MÁLAGA -

LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS		
FECHA	ESCALAS	IDENTIFICACION
Septiembre 2007		LMGE-106/07
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:	PLANO N º
José Carlos Blanco Martín	José Carlos Blanco Martín	PERFIL C - C'

SECCION D - D'



FIN DE RECONOCIMIENTO



FECHA	ESCALAS	IDENTIFICACION
Septiembre 2007		I-MGE-106/07
DIBUJADO POR: José Carlos Blanco Martín	REVISADO POR: José Carlos Blanco Martín	PLANO N.º 2 PERFIL D - D'

6.5.- PARTES DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE SONDEOS

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07

PROYECTO:

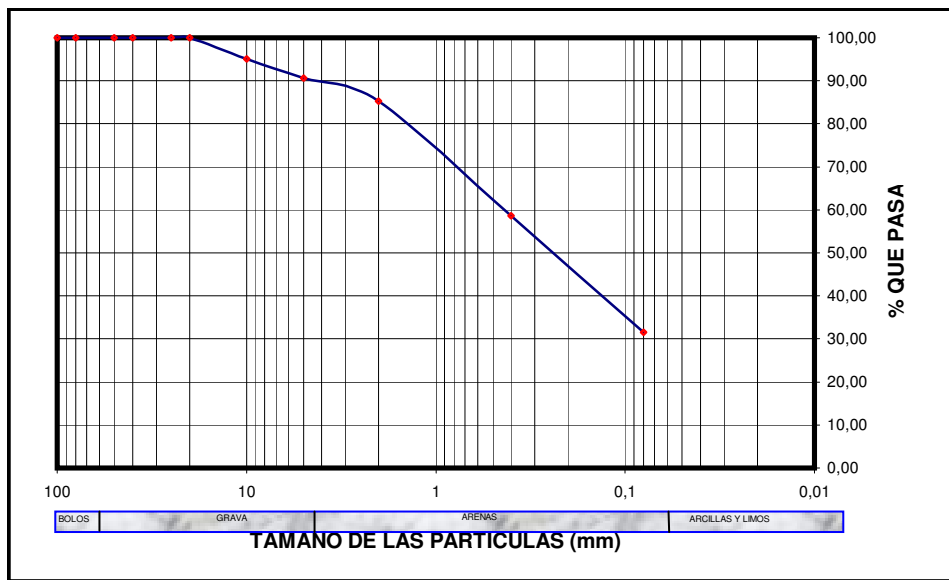
S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

MUESTRA: S-1

PROFUNDIDAD:

3,50-4,00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 18,9$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	95,06	90,63	85,32	58,67	31,60

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

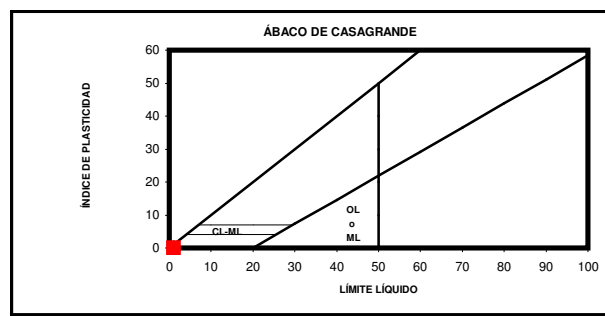
SM

HRB/AASHTO

A-2-4

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 3.50-4.00	Muestra: S-1	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

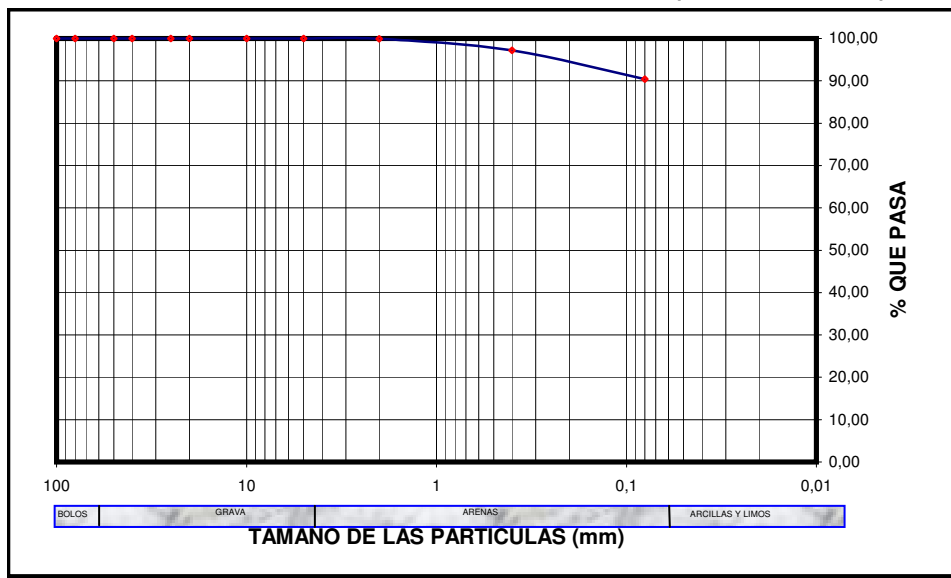
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-1

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 12,00-12,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,92	97,20	90,40

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

N.P.

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

N.P.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

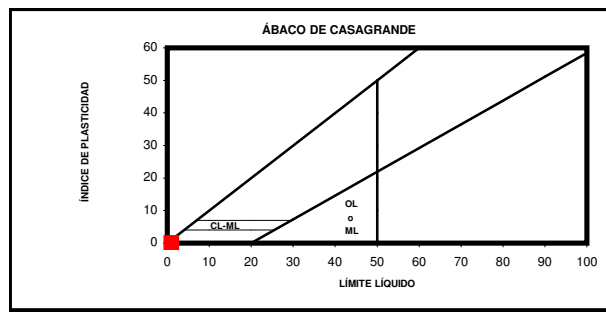
ML

HRB/AASHTO

A-4

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00): **Limo**

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

24,49

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)				
<u>1.- Información general</u>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 12.00-12.60	Muestra: S-1	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<u>4.- Evaluación del conjunto</u>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS N° DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05 BOJA N°: 59 DE 28/03/05
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

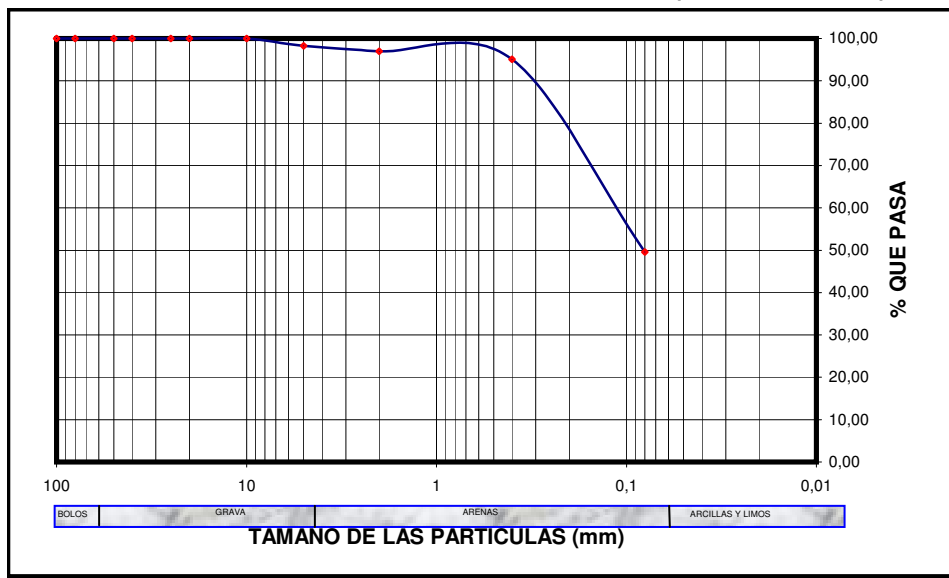
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-1

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 16,00-16,70

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,9$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 9,5$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,28	97,01	95,12	49,55

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

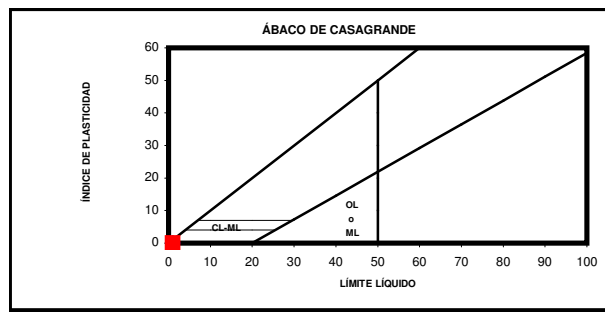
SM

HRB/AASHTO

A-4

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm^3) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm^3) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm^2)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

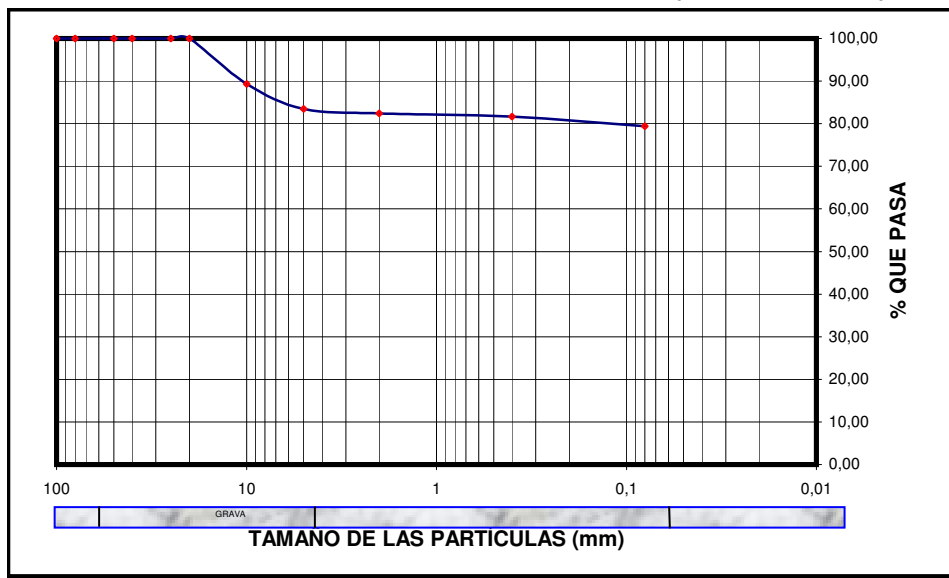
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-1

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 18,00-18,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	89,35	83,45	82,45	81,70	79,45

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) **40,0**

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) **20,9**

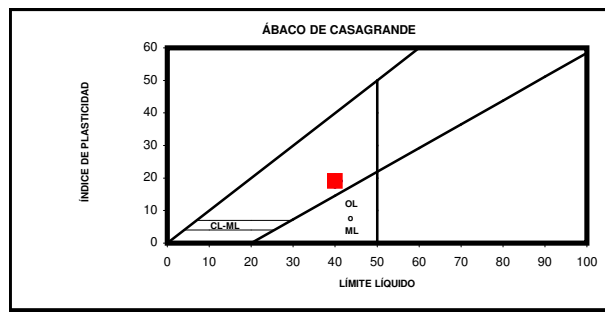
ÍNDICE DE PLASTICIDAD **19,1**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM **CL**

HRB/AASHTO **A-6**

ÍNDICE DE GRUPO **78**



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arcillas de baja plasticidad

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93) **24,47**

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **1,96**

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **1,57**

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 18.00-18.60	Muestra: S-1	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

(UNE 103-400/93)

REFERENCIA: I-MGE-106/07

PROYECTO S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

MUESTRA: S-1

PROFUNDIDAD: 18,00-18,60

DIMENSIONES DE LA PROBETA

DIAMETRO (cm): 5,90

LADO (cm): -

LADO (cm): -

SECCION (cm²): 27,34

ALTURA (cm): 11,10

VOLUMEN (cm³): 303,47

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

HUMEDAD (%): 24,47

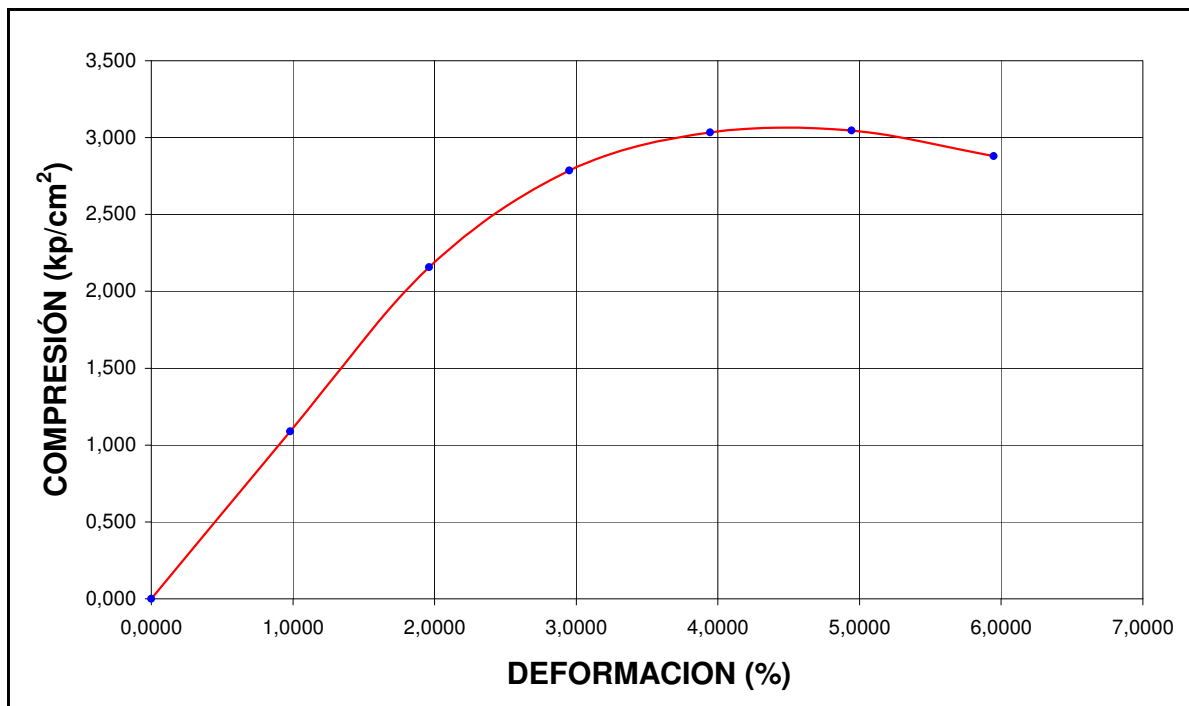
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³): 1,96

DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1,57

PARÁMETROS DEL ENSAYO

CONSTANTE (K): 1,000

V. ROTURA(%): 2



RESULTADOS DEL ENSAYO

RESIST. COMPRES. SIMPLE (q_u):

5,00 kp/cm²

490,17 kPa

DEFORMACION EN ROTURA:

13,51 %

15,00 mm

CONSISTENCIA (Según NTE-CEG):

DURA

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga 11/09/2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL EN EDÓMETRO (UNE 7392)

Cliente:

SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A.

Trabajo:

APARCAMIENTO EN C/ CARRIL DE LA CORDOBESA (MÁLAGA)

Muestra:

S-1

Cota (m):

18,00

Inicio

18,60

Fin

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Diámetro (cm):

5,00

Altura (cm):

2,00

Sección (cm²):

19,63

Volumen (cm³):

39,27

Peso esp. partículas (g/cm³):

2,670

Densidad Seca (KN/m³):

1,65

PARÁMETROS DE LA PROBETA

Humedad Inicial (%):

23,60

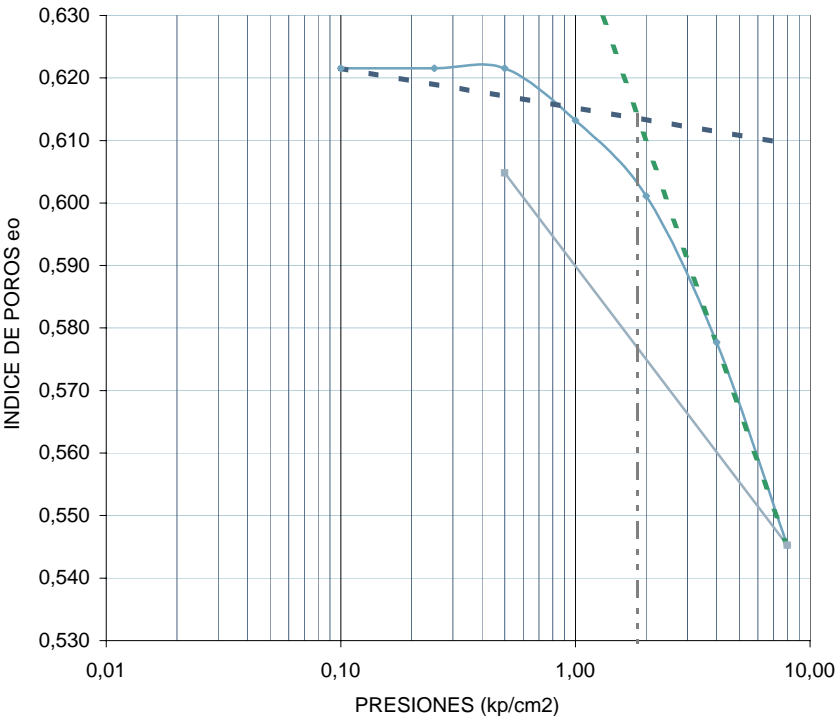
Humedad final (%):

24,70

Índice de Poros Inicial (e₀):

0,622

CURVA EDOMÉTRICA



Cargas (kp/cm ²)	Tiempos	Lecturas (0,001mm)	Índice de Poros (e)
0,00	0	8000	0,622
0,10	0	8000	0,622
	30"	8000	0,622
0,25	0	7983	0,622
	5'	8000	0,622
0,50	0	7990	0,622
	32'	8000	0,622
1,00	0	7970	0,622
	24h	7897	0,613
2,00	0	7880	0,613
	24h	7748	0,601
4,00	0	7695	0,601
	24h	7459	0,578
8,00	0	7400	0,578
	24h	7059	0,545
0,50	0	7248	0,545
	72h	7793	0,605

Ind. Hinchamiento (C_s):

0,008

Ind. De compresión (C_c):

0,108

Presión de preconsolidación (kp/cm²):

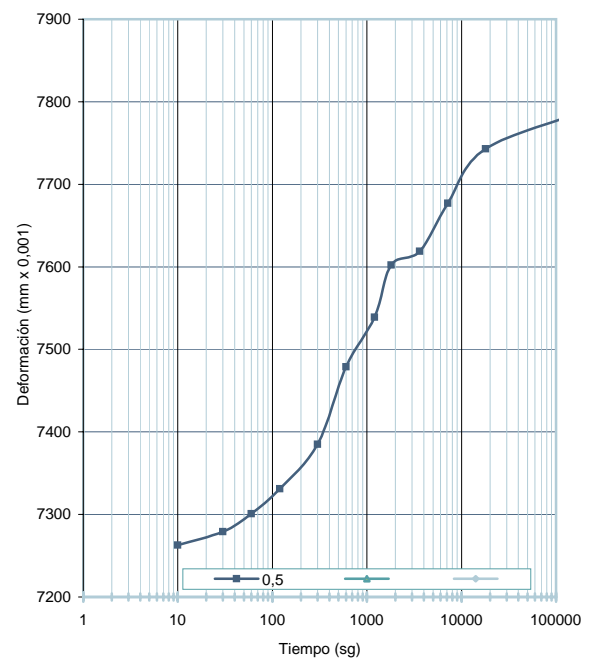
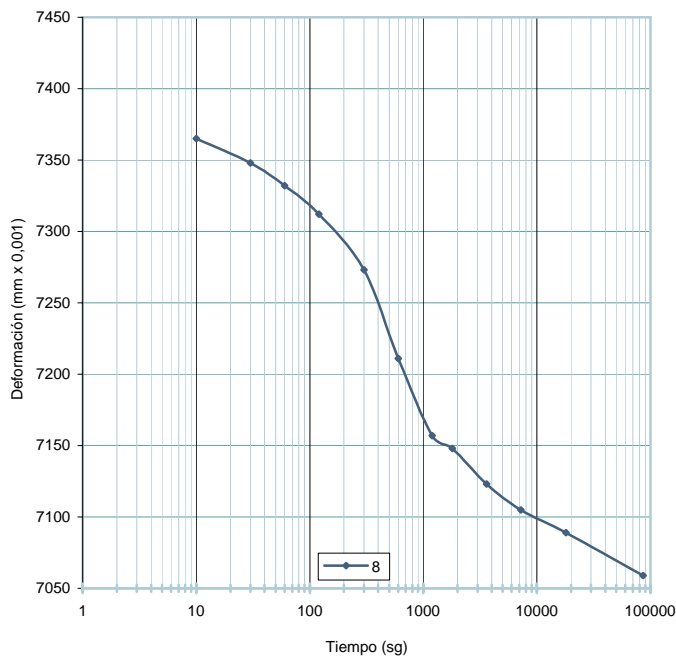
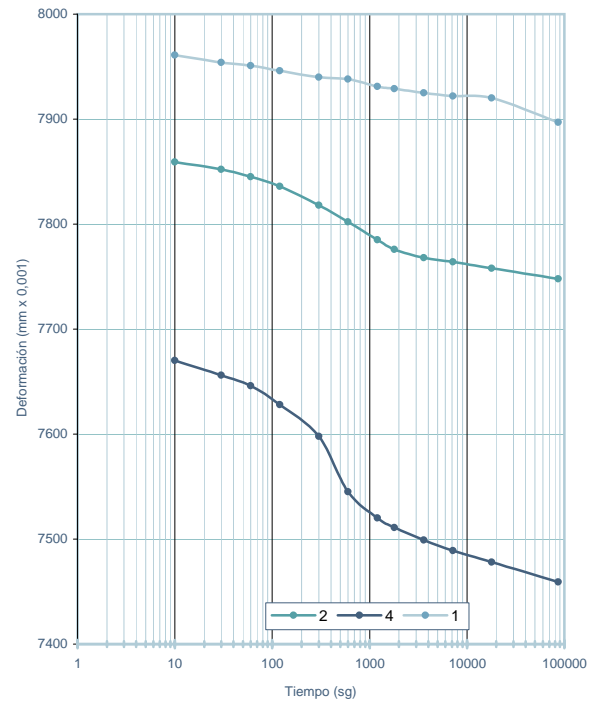
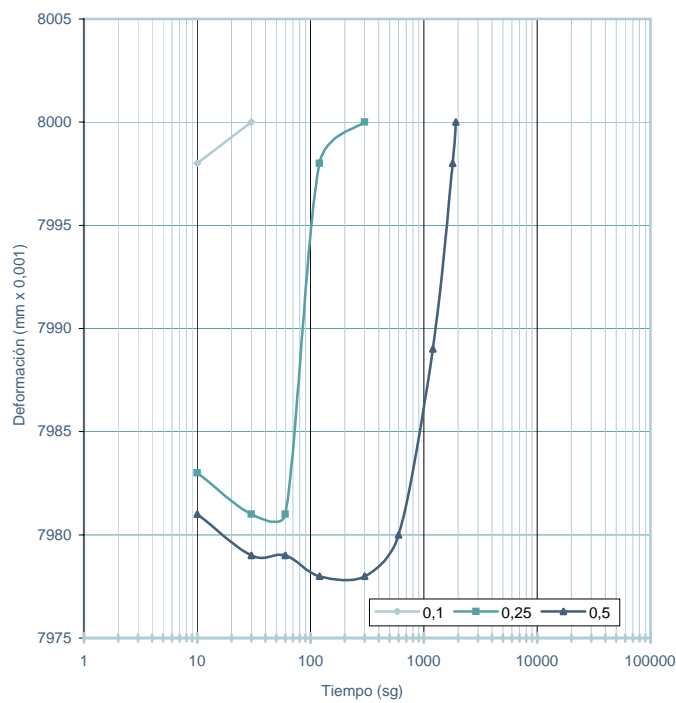
1,837

OBSERVACIONES:

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL EN EDÓMETRO (UNE 7392)

Cliente: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A.
 Trabajo: APARCAMIENTO EN C/ CARRIL DE LA CORDOBESA (MÁLAGA)
 Muestra: S-1

Inicio Fin
 Cota (m): 18,00 18,60



VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Angel Martínez Girón

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SEO5
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luís Rojas de la Puerta

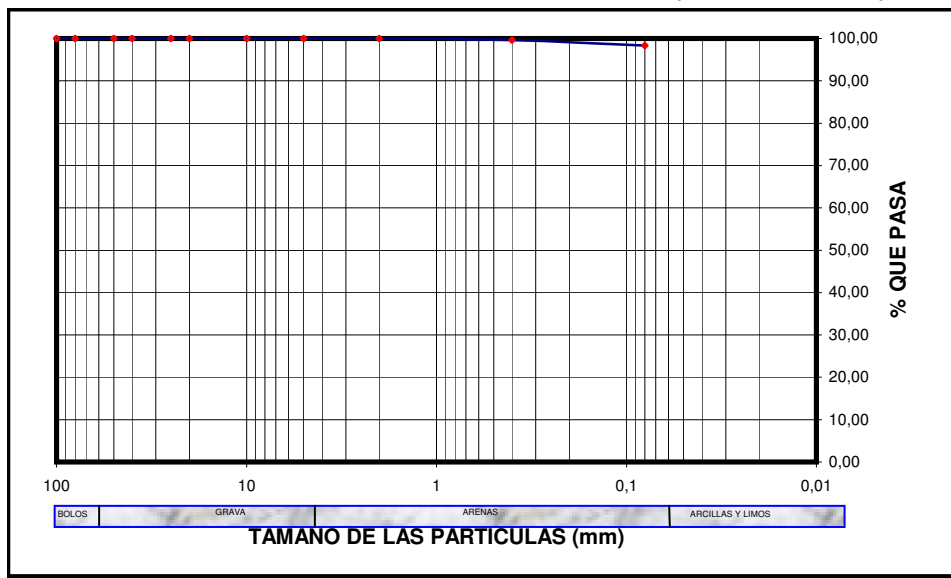
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-1

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 23,40-24,00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,61	98,34

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) 41,2

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) 20,2

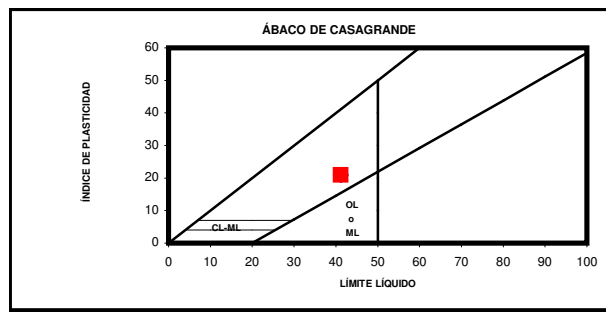
ÍNDICE DE PLASTICIDAD 21,0

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM CL

HRB/AASHTO A-7

ÍNDICE DE GRUPO 22



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arcillas inorgánicas de baja plasticidad

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE AGUA DE CONTACTO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)				
<u>1.- Información general</u>				
Referencia: I-MGE-106/07		Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		
Muestra: S-1		Profundidad: 4.20 m		
Fecha de toma: 18/07/07				
<u>2.- Análisis del agua según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.- Grado de agresividad</u>		
Parámetro	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Valor del pH	8,80	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5
Magnesio (Mg ²⁺) (mg/l)	252,72	300-1000	1000-3000	>3000
Amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	0,7	15-30	30-60	>60
Sulfatos (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	257,96	200-600	600-3000	>3000
CO ₂ (mg/l)	0,0	15-40	40-100	>100
Residuo seco (mg/l)	1.179	75-150	50-75	<50
Cloruros (Cl ⁻) (mg/l) UNE 7178/60	461,5	-	-	-
La evaluación del agua se ha basado en el valor que se considera en el grado más elevado de la categoría de agresividad, incluso si este valor representa sólo uno de los parámetros. Cuando dos o más valores estén por encima del cuantil superior de una categoría particular o en el cuantil inferior en el caso del pH, el agua se asignará al nivel próximo más elevado (excepto en el caso del agua de mar o de lluvia).				
<u>4.- Evaluación</u>				
El agua presenta un grado de agresividad débil por consiguiente la clase específica de exposición es: (Q _A).				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

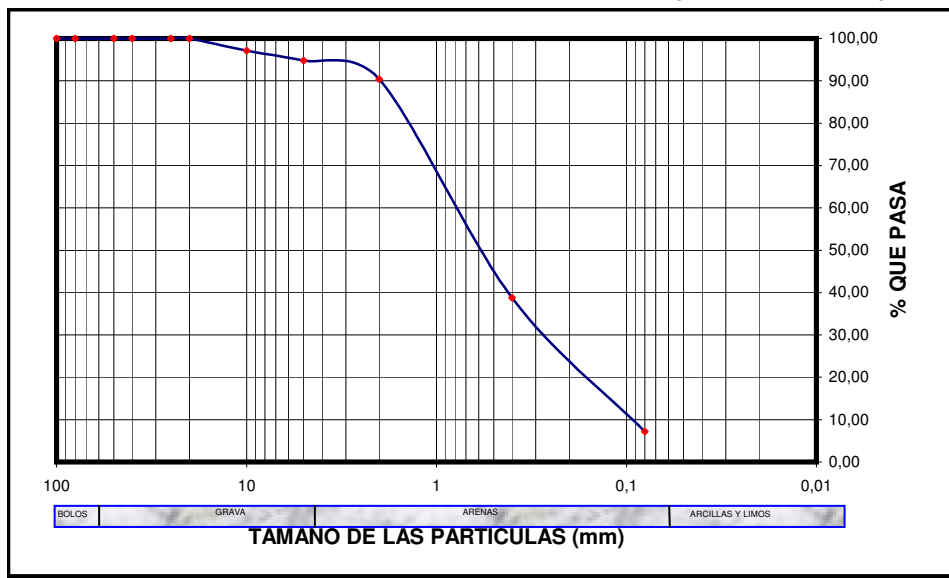
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-2

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 4,80-5,40

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,8$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 9,8$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,16	94,75	90,39	38,77	7,19

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

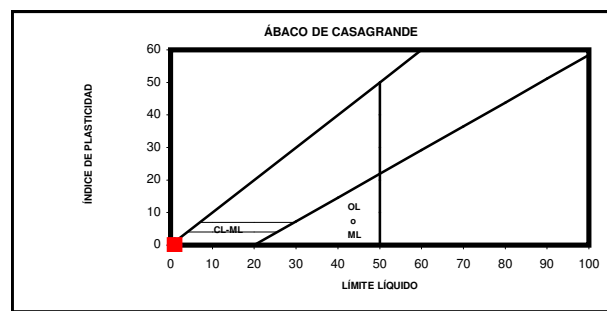
HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO

SP-SM

A-1-b

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas mal graduadas con limos

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 4.80-5.40	Muestra: S-2	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

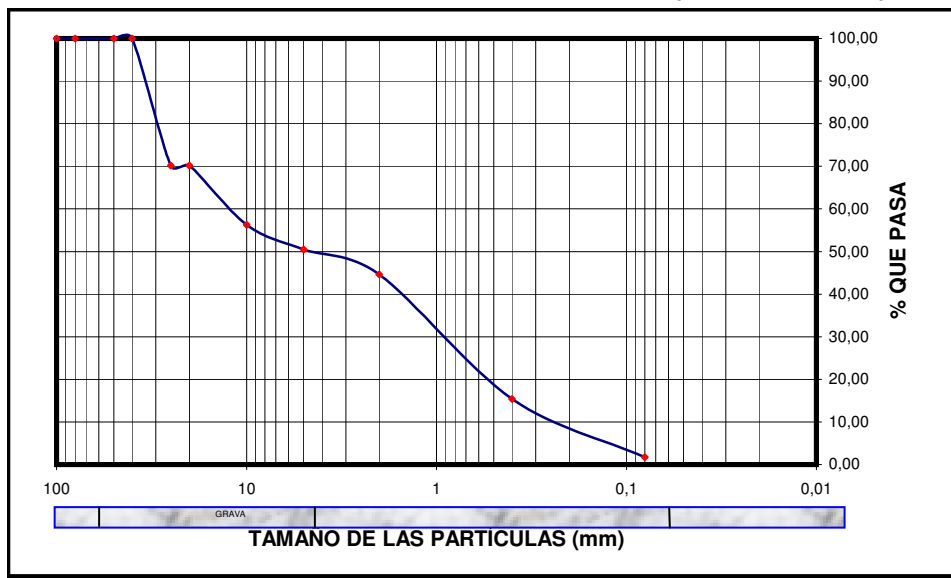
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-2

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 10,20-10,80

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,4$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 46,2$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	70,20	70,20	56,30	50,50	44,60	15,40	1,70

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

N.P.

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

N.P.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

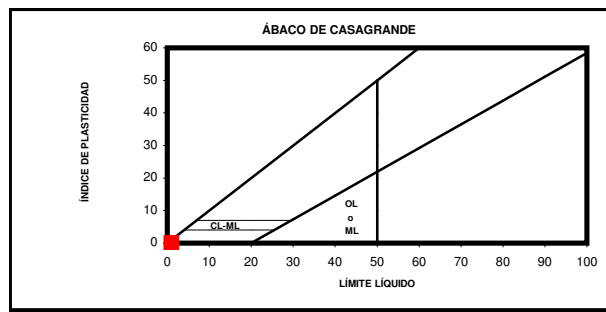
CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO

GP
A-1-a
0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arena

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

14,31

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

2,02

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

1,77

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL EN EDÓMETRO (UNE 7392)

Cliente: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A. Inicio Fin
 Trabajo: APARCAMIENTO EN C/ CARRIL DE LA CORDOBESA (MÁLAGA) Cota (m): 10,20 10,80
 Muestra: S-2

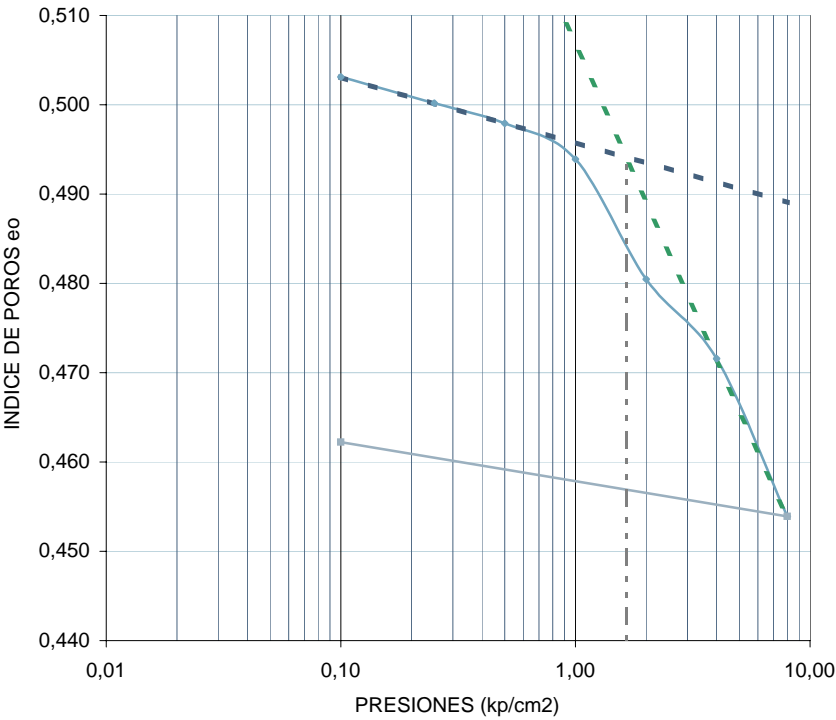
DIMENSIONES DE LA PROBETA

Diámetro (cm): 5,00
 Altura (cm): 2,00
 Sección (cm²): 19,63
 Volumen (cm³): 39,27
 Peso esp. partículas (g/cm³): 2,670
 Densidad Seca (KN/m³): 1,77

PARÁMETROS DE LA PROBETA

Humedad Inicial (%): 14,31
 Humedad final (%): 14,22
 Índice de Poros Inicial (e₀): 0,509

CURVA EDOMÉTRICA



Cargas (kp/cm²)	Tiempos	Lecturas (0,001mm)	Índice de Poros (e)
0,00	0	8000	0,509
0,10	0	8000	
	24h	7921	0,503
0,25	0	7903	
	48h	7882	0,500
0,50	0	7879	
	24h	7852	0,498
1,00	0	7847	
	24h	7799	0,494
2,00	0	7795	
	24h	7621	0,480
4,00	0	7619	
	24h	7503	0,472
8,00	0	7492	
	72h	7269	0,454
0,10	0	7360	
	24h	7379	0,462

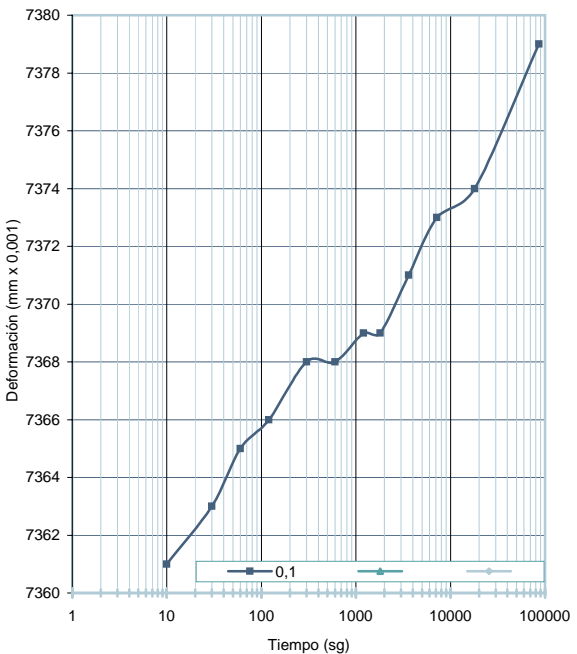
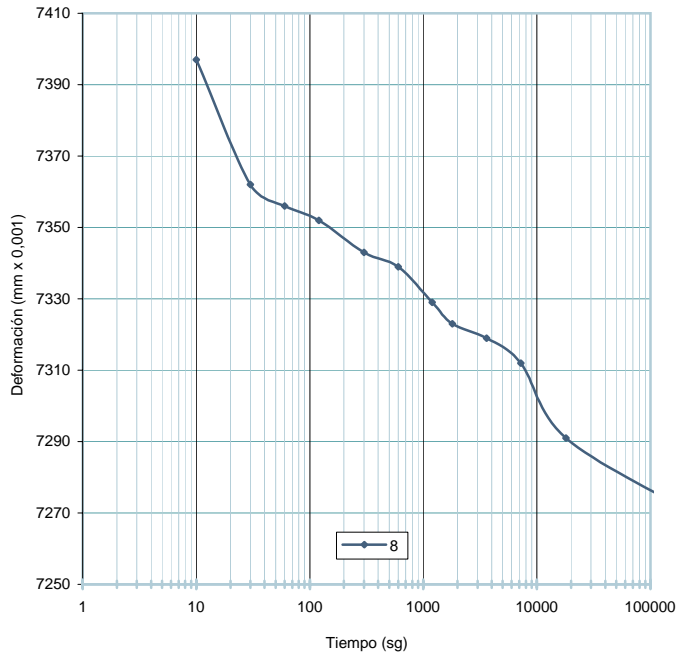
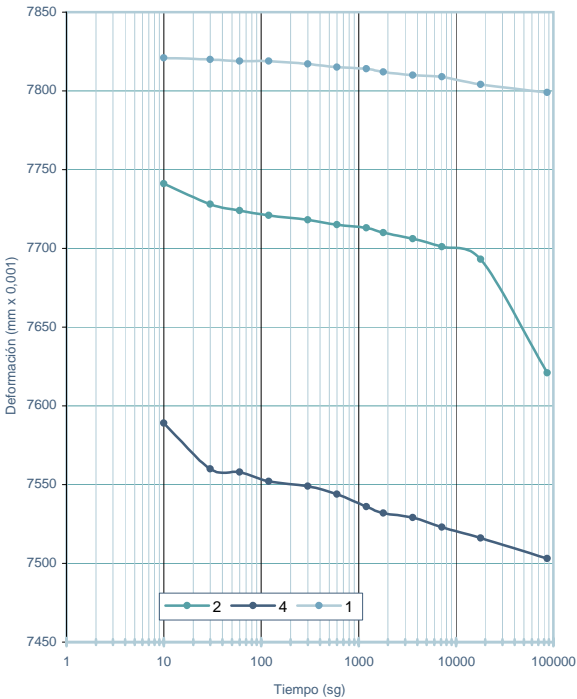
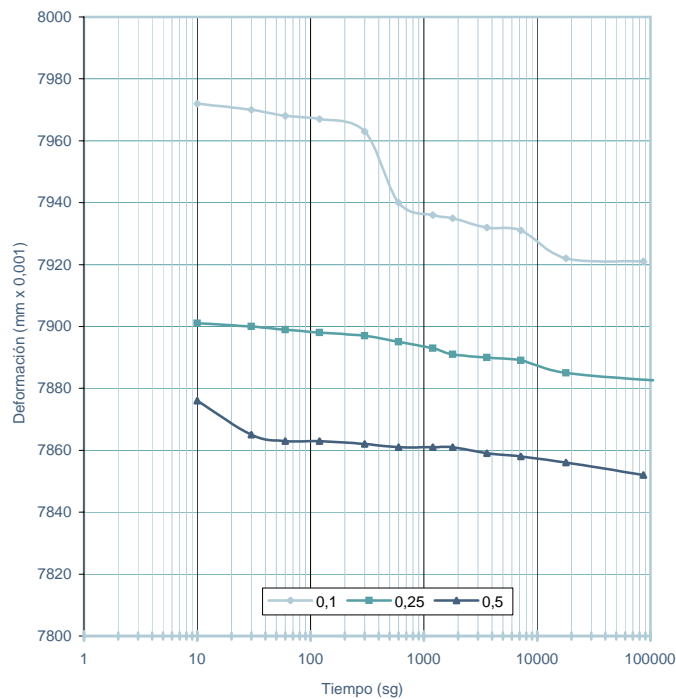
Ind. Hinchamiento (C_s): 0,007
 Ind. De compresión (C_c): 0,059
 Presión de preconsolidación (kp/cm²): 1,651

OBSERVACIONES:

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL EN EDÓMETRO (UNE 7392)

Cliente: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A.
 Trabajo: APARCAMIENTO EN C/ CARRIL DE LA CORDOBESA (MÁLAGA)
 Muestra: S-2

Inicio: 10,20
 Fin: 10,80
 Cota (m):



VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Angel Martínez Girón

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SE05
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luís Rojas de la Puerta

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 10.20-10.80	Muestra: S-2	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

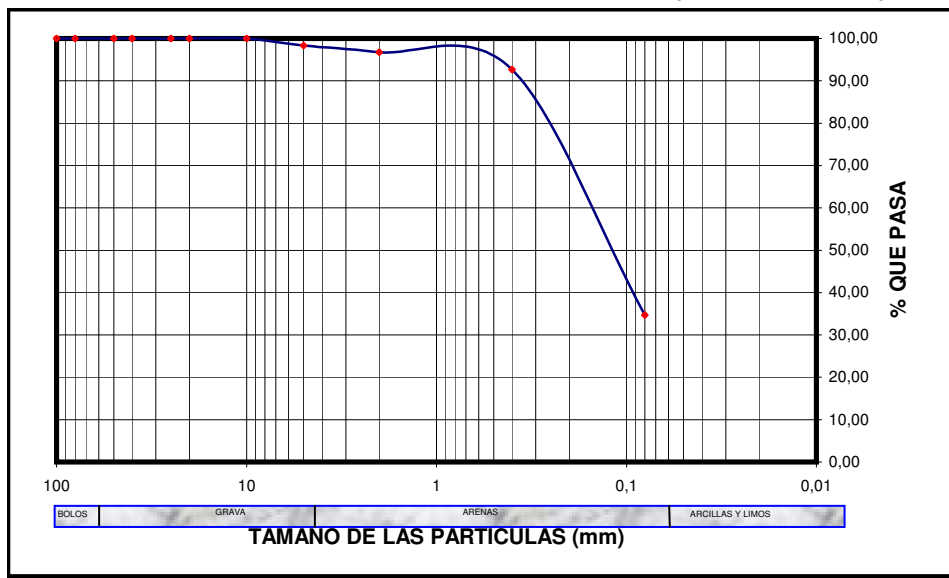
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-2

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 14,00-14,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,9$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 9,5$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,35	96,76	92,67	34,70

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

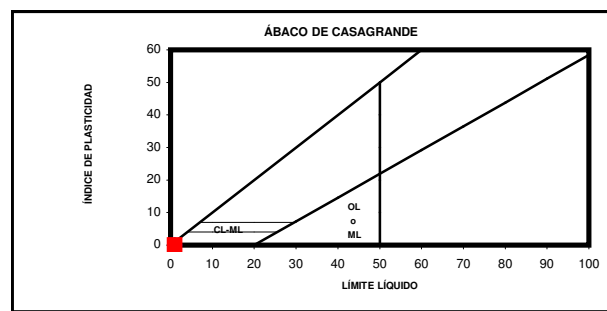
SM

HRB/AASHTO

A-2-4

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

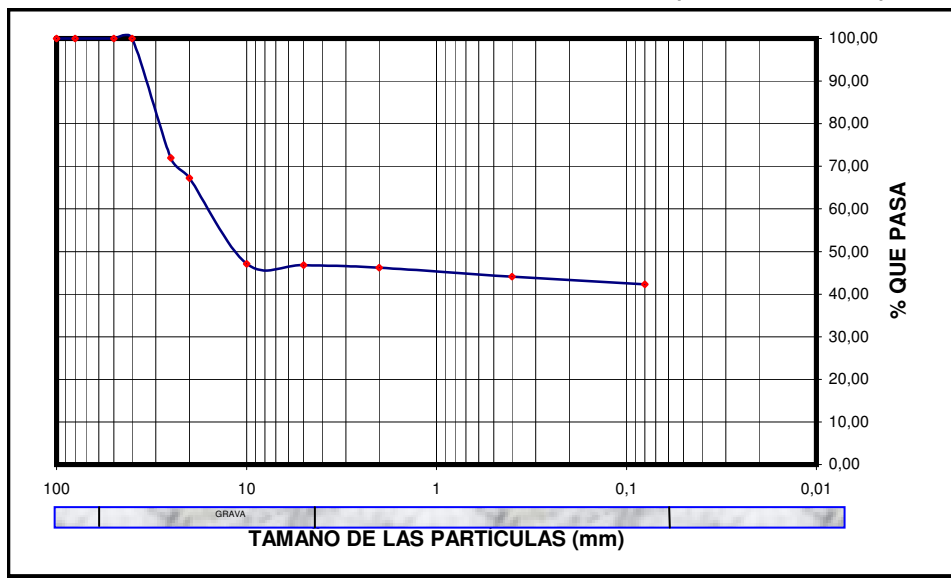
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-2

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 16,20-16,50

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,0$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 866,9$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	72,00	67,26	47,13	46,77	46,17	44,13	42,30

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) **50,4**

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) **22,6**

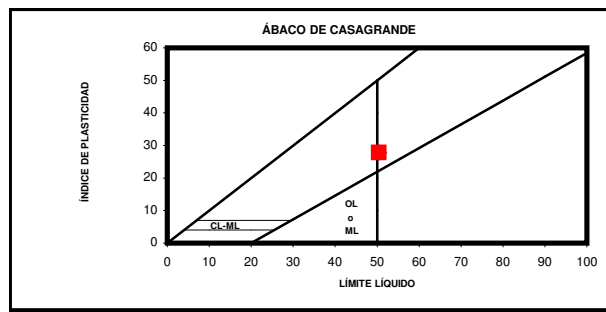
ÍNDICE DE PLASTICIDAD **27,8**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM **GC**

HRB/AASHTO **A-7**

ÍNDICE DE GRUPO **38**



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arena arcillosa

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93) **26,20**

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **1,98**

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **1,57**

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ENSAYO TRIAXIAL RAPIDO

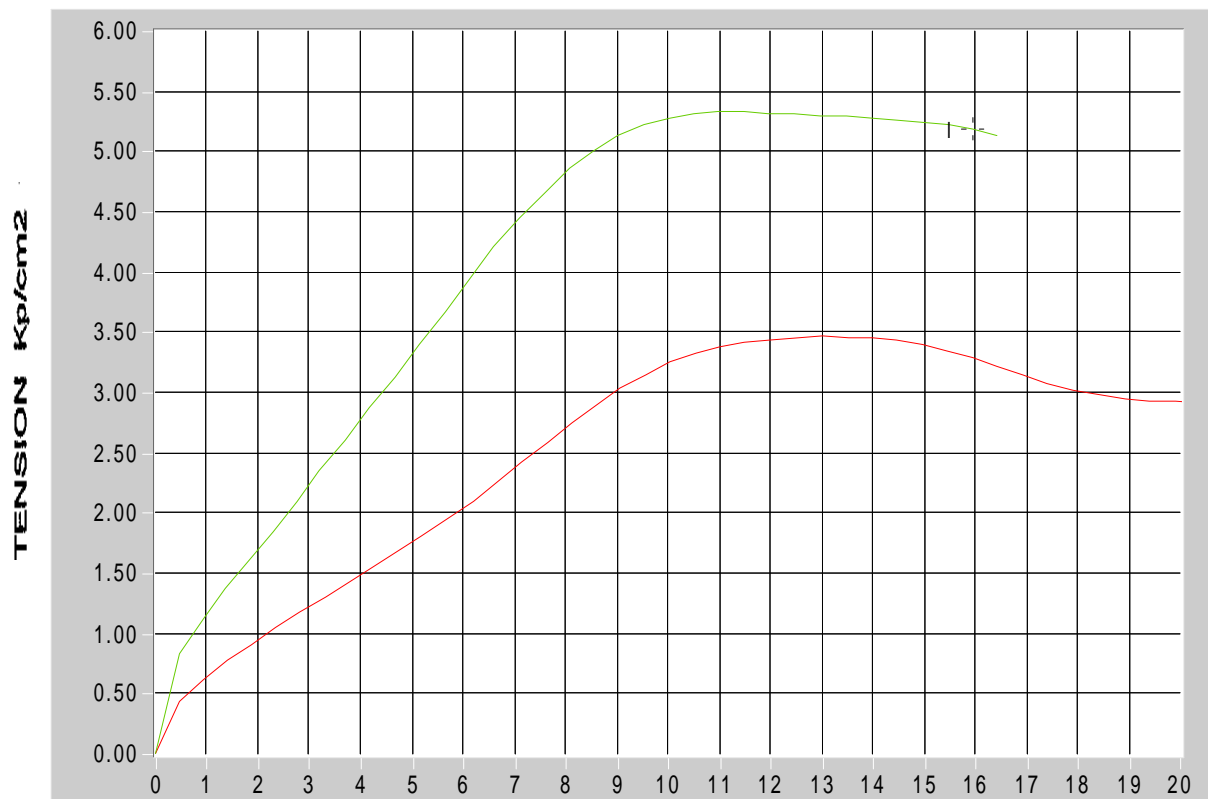
Trabajo: IMGE106

Denominación: MALAGA

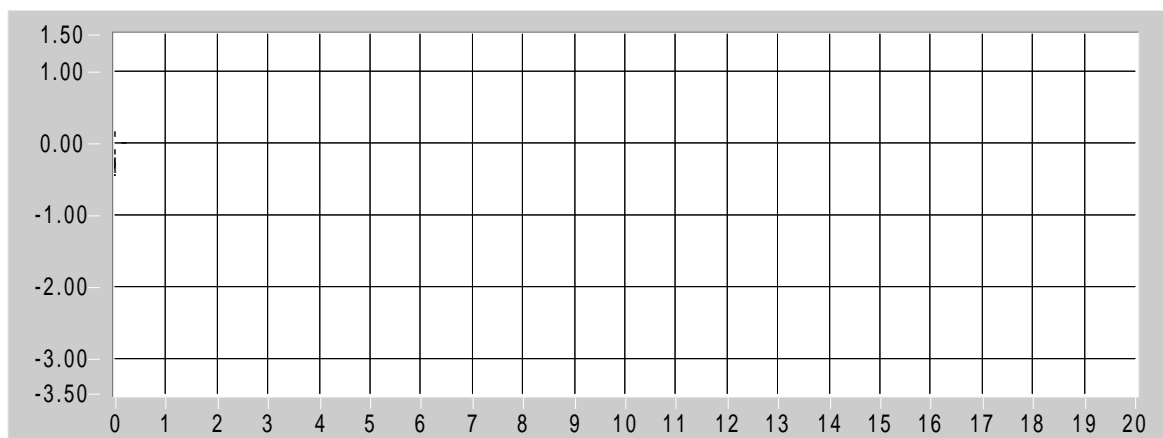
Muestra: S2-1620M

PROBETA N°.	I	II				
P.Lateral	5.000	1.000				
Tensión Rotura	5.293	3.462				

CURVAS DE ROTURA



% DE DEFORMACION



Trabajo: **IMGE106**

Denominación: **MALAGA**

Muestra: **S2-1620M**

	I	II	III	IIII	V	VI
P. LATERAL (kp/cm2)	5.0	1.0				
% HUMEDAD INICIAL	25.4	27.0				
% HUMEDAD FINAL	25.4	27.0				
DENSIDAD SECA	1.59	1.55				
% DEF. A LA ROTURA	12.98	13.04				
TENSION EN ROTURA	5.29	3.46				
V. ENSAYO % / min	0.9402	0.9404				

Tipo de muestra: *Inalterada*

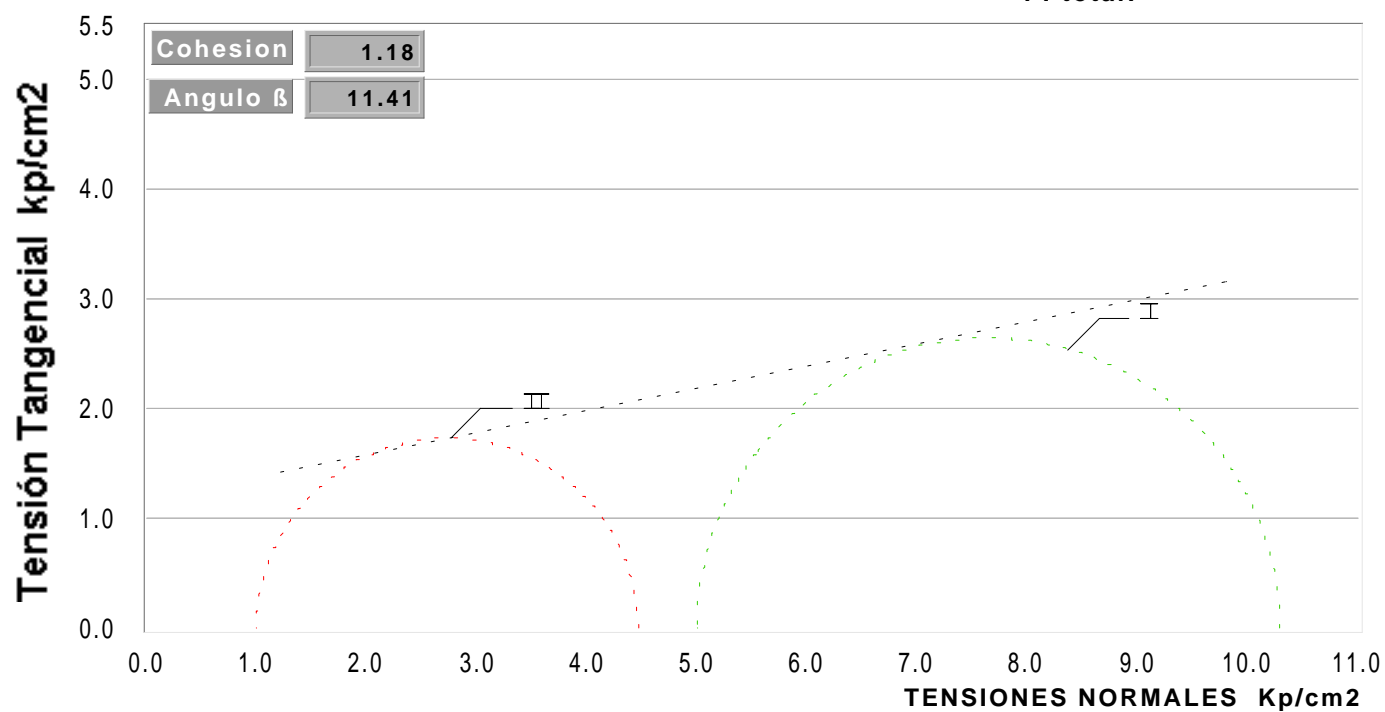
Tipo de ensayo: *SIN CONSOLIDACION PREVIA Y ROTURA SIN DRENAJE TUU*

Diametro: *1.5"*

OBSERVACIONES:

Saturación con contrapresión de 6 kg/cm2. Las presiones totales están dibujadas una vez descontada la presión neutra de 6 kg/cm2

P. total: P. efect: -----



<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 16.20-16.80	Muestra: S-2	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

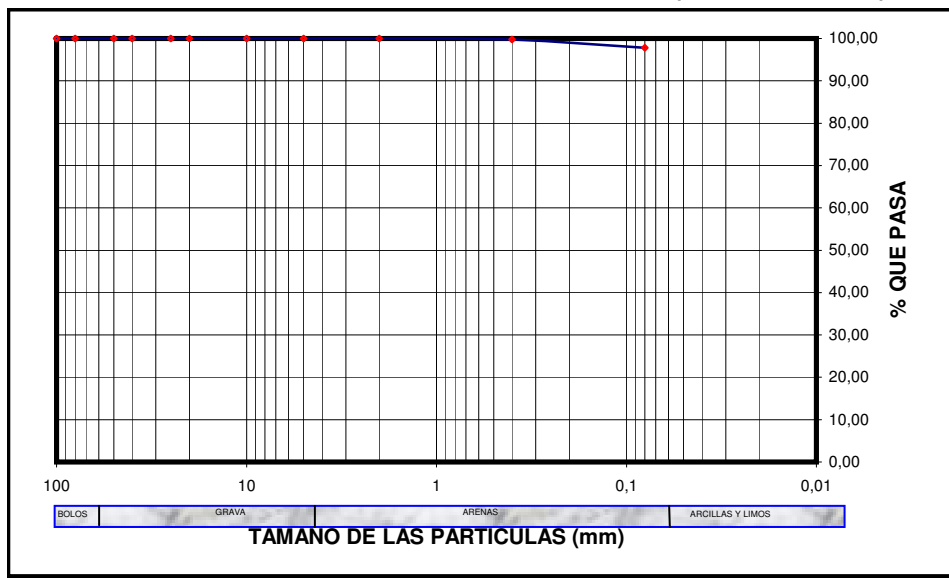
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-2

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 26,40-26,92

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,75	97,81

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) **40,1**

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) **19,7**

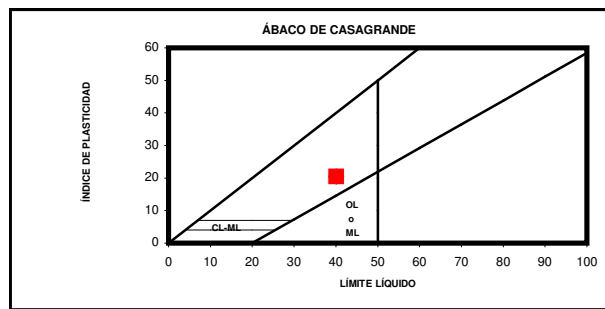
ÍNDICE DE PLASTICIDAD **20,4**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM **CL**

HRB/AASHTO **-**

ÍNDICE DE GRUPO **21**



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arcillas inorgánicas de baja plasticidad

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93) **22,64**

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **2,05**

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **1,67**

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

(UNE 103-400/93)

REFERENCIA: I-MGE-106/07

PROYECTO S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

MUESTRA: S-2

PROFUNDIDAD: 26,40-26,90

DIMENSIONES DE LA PROBETA

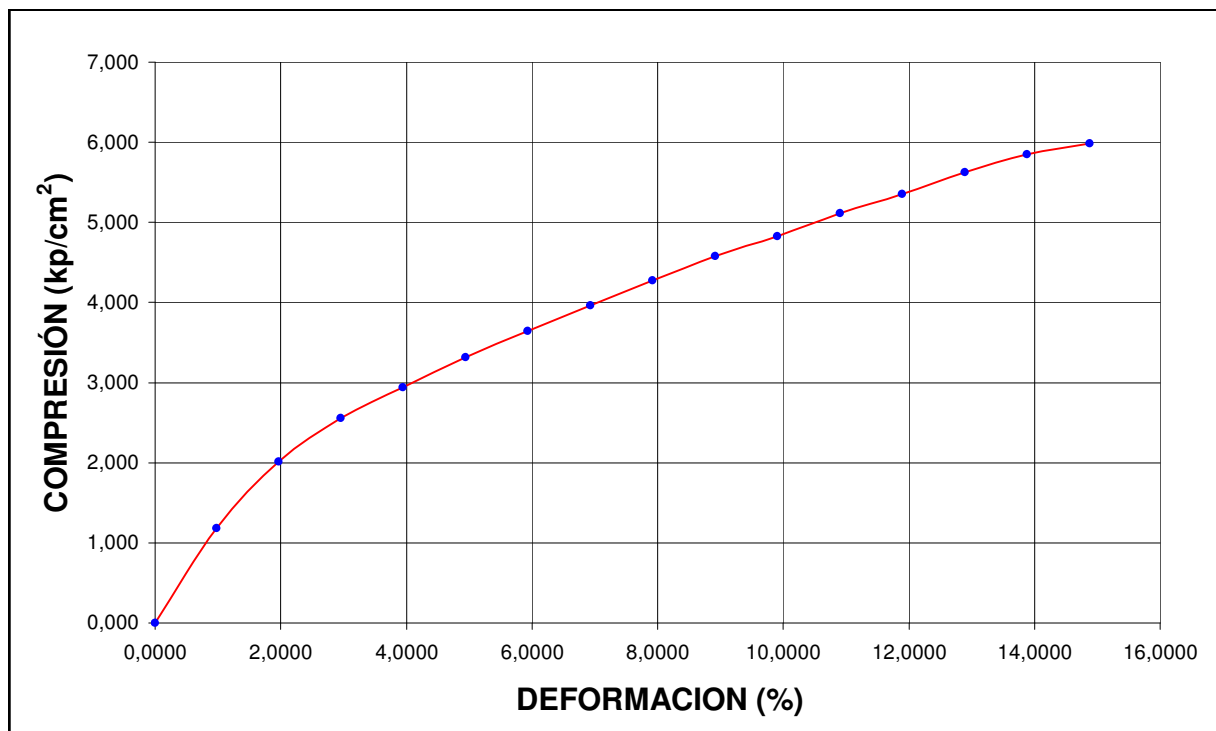
DIÁMETRO (cm): 5,80
LADO (cm): -
LADO (cm): -
SECCIÓN (cm²): 26,42
ALTURA (cm): 12,00
VOLUMEN (cm³): 317,05

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

HUMEDAD (%): 22,64
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³): 2,05
DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1,67

PARÁMETROS DEL ENSAYO

CONSTANTE (K): 1,264
V. ROTURA(%): 2



RESULTADOS DEL ENSAYO

RESIST. COMP. SIMPLE (q_u):

5,99 kp/cm²

589,66

kPa

DEFORMACION EN ROTURA:

14,88 %

17,85

mm

CONSISTENCIA (Según NTE-CEG):

DURA

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

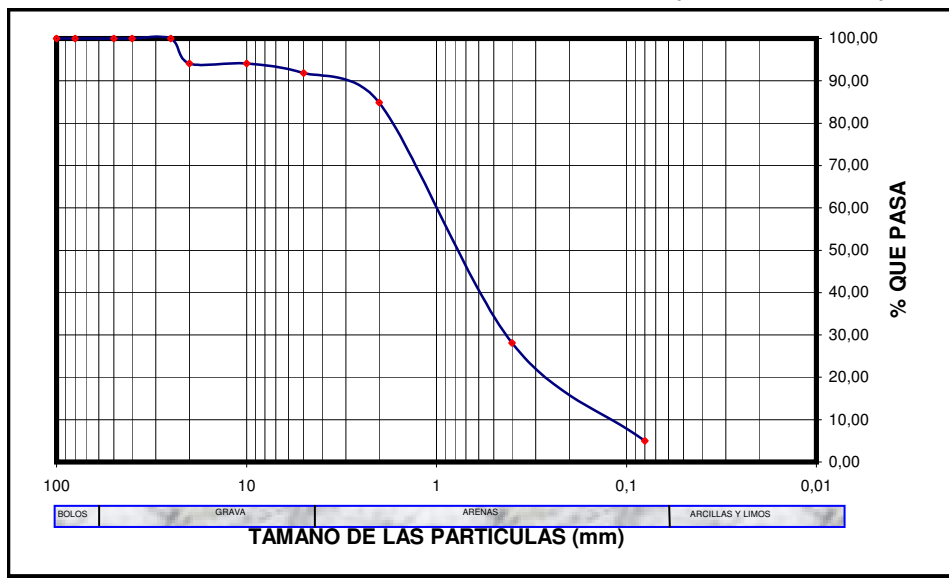
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-3

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 5,20-6,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,1$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 8,7$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	94,07	94,07	91,84	84,88	28,11	4,97

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

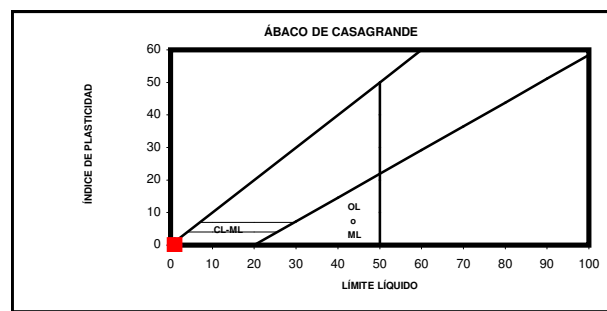
CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO

SW
A-1-b
0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas bien graduadas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)				
<u>1.- Información general</u>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 5.20-6.60	Muestra: S-3	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<u>4.- Evaluación del conjunto</u>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS N° DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05 BOJA N°: 59 DE 28/03/05
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

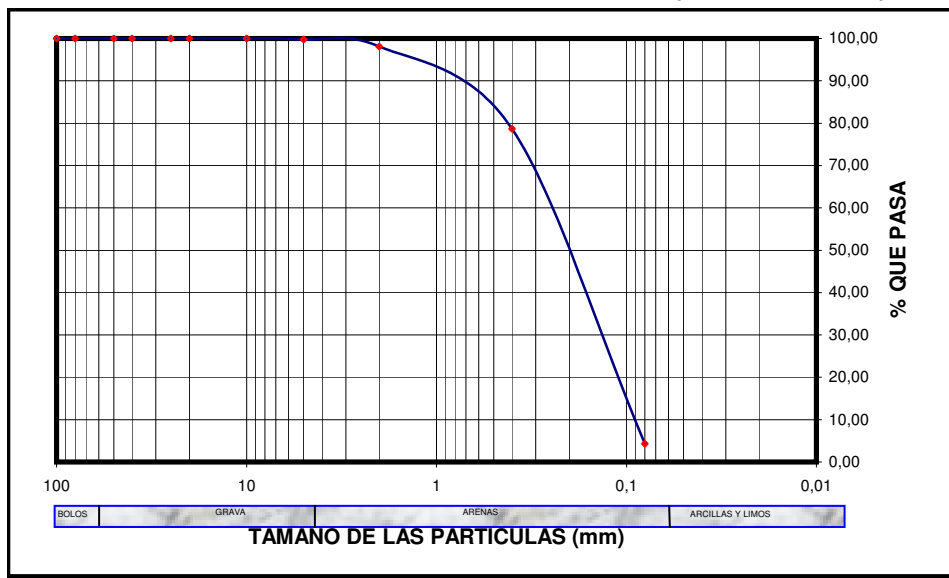
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-3

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 9,00-9,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,1$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 3,1$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,79	98,09	78,66	4,33

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

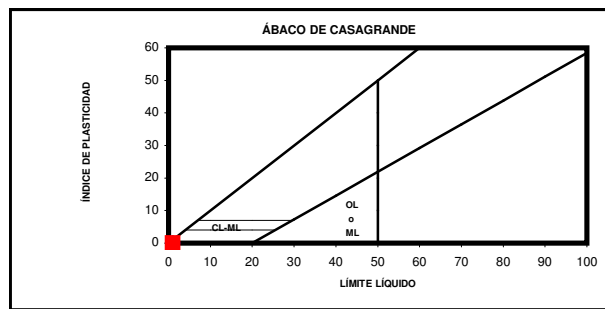
SP

HRB/AASHTO

A-2-4

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas mal graduadas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)				
<u>1.- Información general</u>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 9.00-9.60	Muestra: S-3	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<u>4.- Evaluación del conjunto</u>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS N° DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05 BOJA N°: 59 DE 28/03/05
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

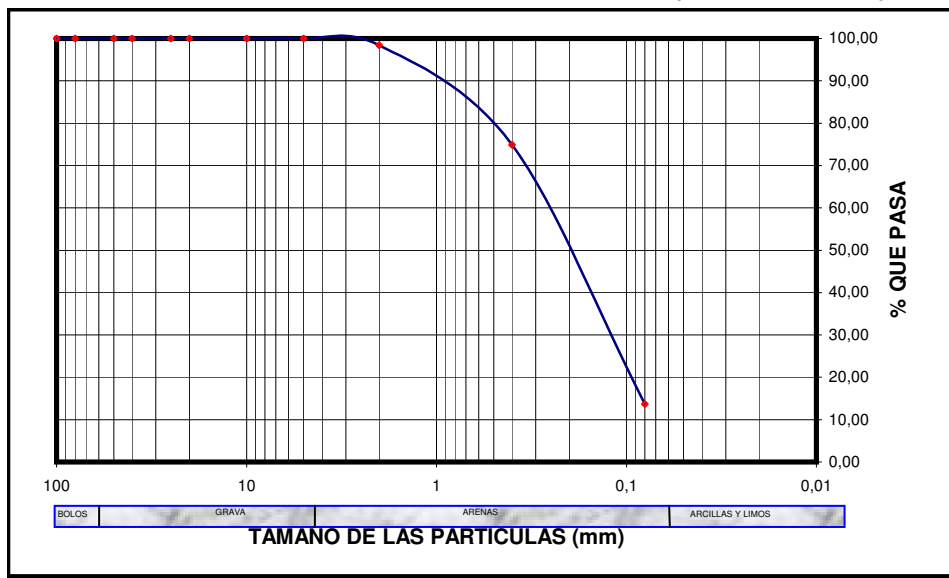
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-3

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 11,60-12,20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,4$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 5,5$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,40	74,91	13,66

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) --

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) --

ÍNDICE DE PLASTICIDAD N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

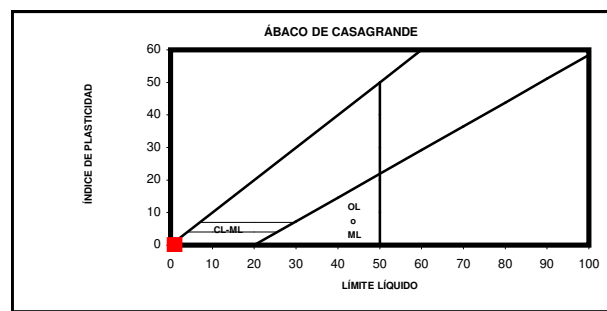
SM

HRB/AASHTO

A-2-4

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm^3) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm^3) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm^2)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 11.60-12.20	Muestra: S-3	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

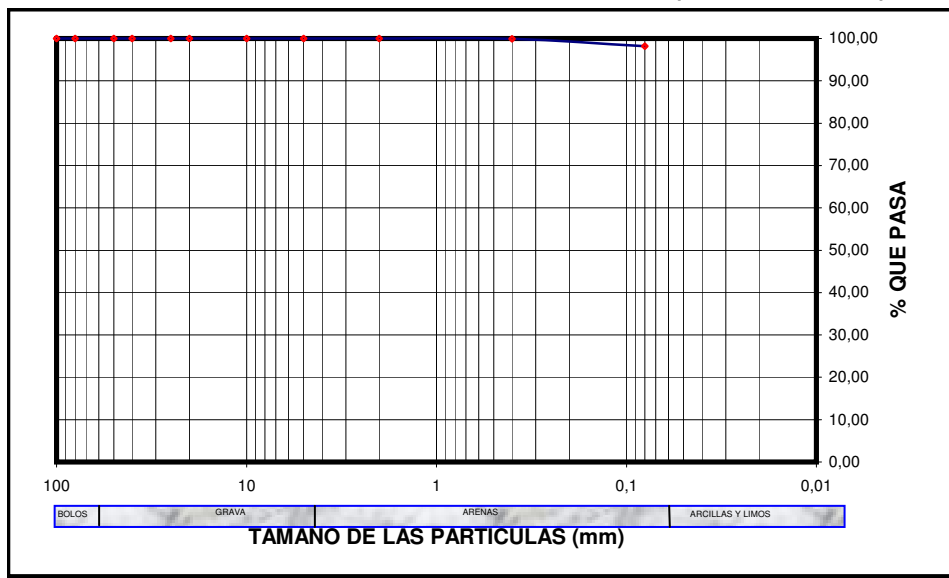
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-3

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 18,00-18,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,90	98,20

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) 41,4

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) 19,6

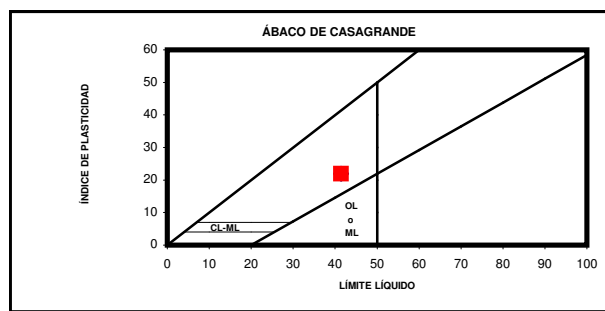
ÍNDICE DE PLASTICIDAD 21,9

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM CL

HRB/AASHTO A-7

ÍNDICE DE GRUPO 101



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arcillas de baja plasticidad

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93) 24,85

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94) 2,05

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94) 1,63

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ENSAYO TRIAXIAL RAPIDO

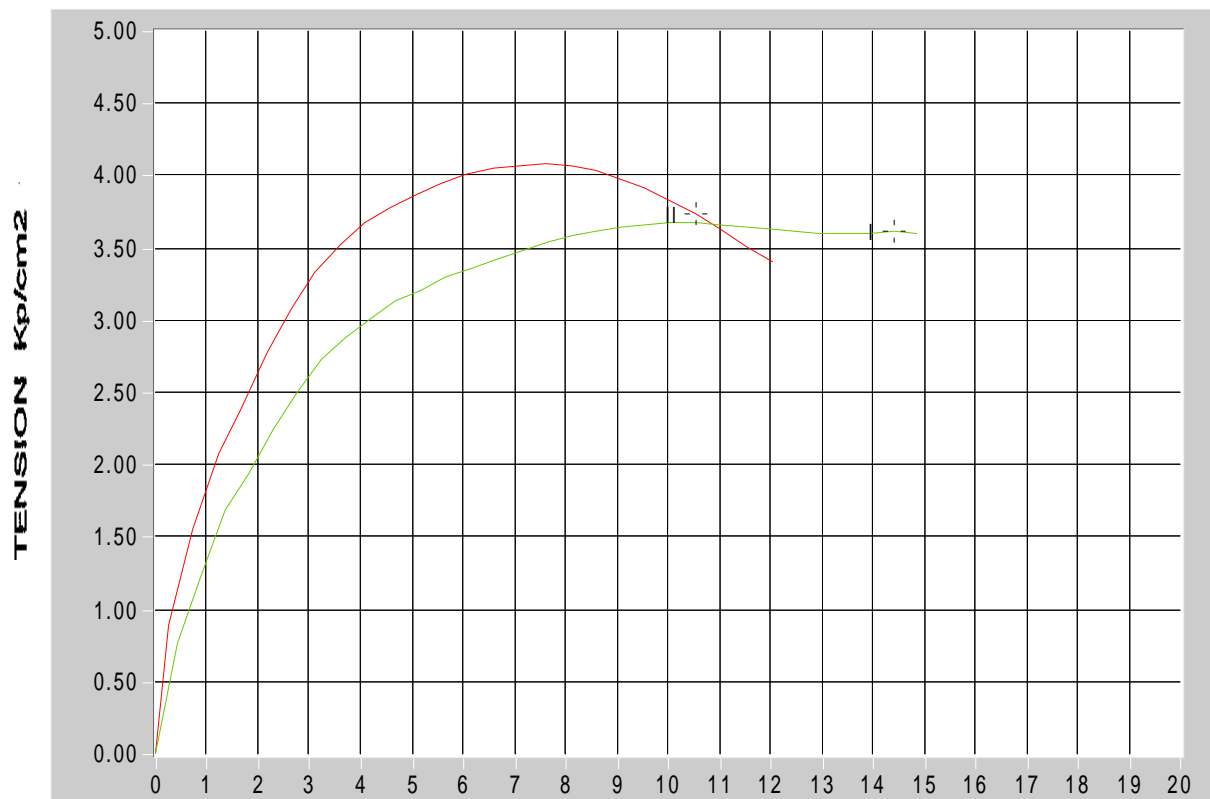
Trabajo: IMGE106

Denominación:

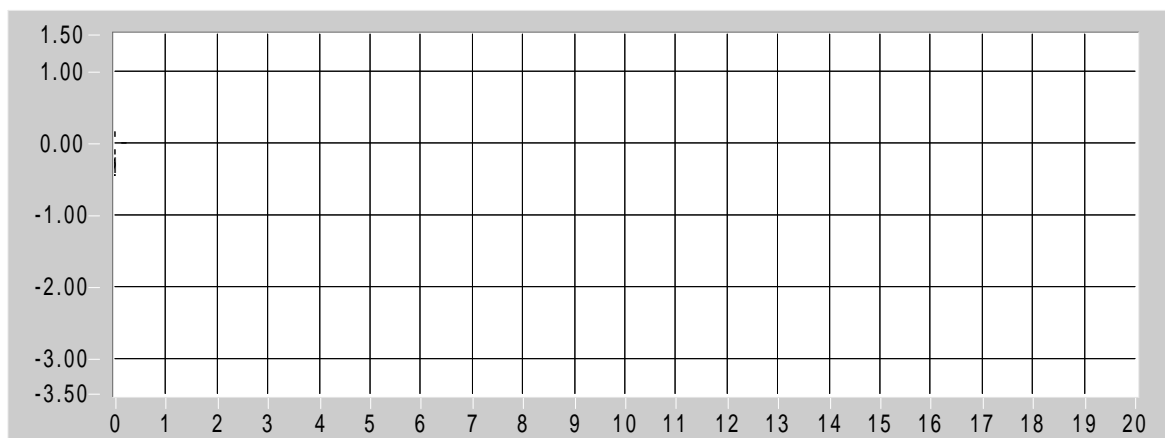
Muestra: S3-1800M

PROBETA N°.	I	II				
P.Lateral	5.000	1.000				
Tensión Rotura	3.673	3.506				

CURVAS DE ROTURA



% DE DEFORMACION



Trabajo: **IMGE106**

Denominación:

Muestra: **S3-1800M**

	I	II	III	IIII	V	VI
P. LATERAL (kp/cm2)	5.0	1.0				
% HUMEDAD INICIAL	25.4	24.3				
% HUMEDAD FINAL	25.4	24.3				
DENSIDAD SECA	1.61	1.66				
% DEF. A LA ROTURA	10.05	11.55				
TENSION EN ROTURA	3.67	3.51				
V. ENSAYO % / min	0.9334	0.9373				

Tipo de muestra: **Inalterada**

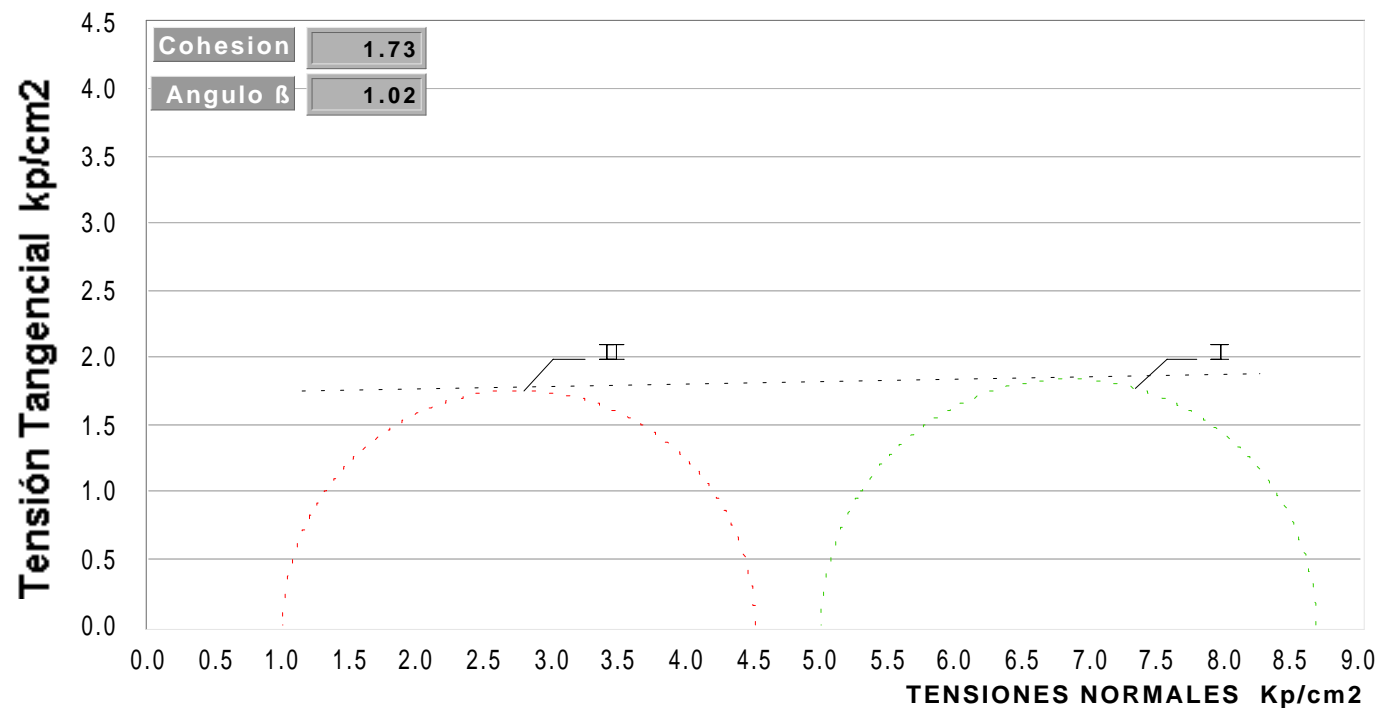
Tipo de ensayo: **SIN CONSOLIDACION PREVIA Y ROTURA SIN DRENAJE
TUU**

Diametro: **1.5"**

Saturación con contrapresión de 6 kg/cm2. Las presiones totales
están dibujadas una vez descontada la presión neutra de 6 kg/cm2

OBSERVACIONES:

P. total: P. efect: -----



ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE AGUA DE CONTACTO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)				
<u>1.- Información general</u>				
Referencia: I-MGE-106/07		Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		
Muestra: S-3		Profundidad: 4.35 m		
Fecha de toma: 24/09/07				
<u>2.- Análisis del agua según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.- Grado de agresividad</u>		
Parámetro	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Valor del pH	7,79	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5
Magnesio (Mg ²⁺) (mg/l)	136,08	300-1000	1000-3000	>3000
Amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	0,2	15-30	30-60	>60
Sulfatos (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	420,47	200-600	600-3000	>3000
CO ₂ (mg/l)	NC	15-40	40-100	>100
Residuo seco (mg/l)	1514	75-150	50-75	<50
Cloruros (Cl ⁻) (mg/l) UNE 7178/60	390,5	-	-	-
La evaluación del agua se ha basado en el valor que se considera en el grado más elevado de la categoría de agresividad, incluso si este valor representa sólo uno de los parámetros. Cuando dos o más valores estén por encima del cuantil superior de una categoría particular o en el cuantil inferior en el caso del pH, el agua se asignará al nivel próximo más elevado (excepto en el caso del agua de mar o de lluvia).				
<u>4.- Evaluación</u>				
El agua presenta un grado de agresividad débil por consiguiente la clase específica de exposición es: (Q _A).				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 25 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 1.50-2.20	Muestra: S-4	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	2.128,58	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
El suelo presenta un grado de agresividad débil por consiguiente la clase específica de exposición es: (Q _A).				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p>REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p>Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p>BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

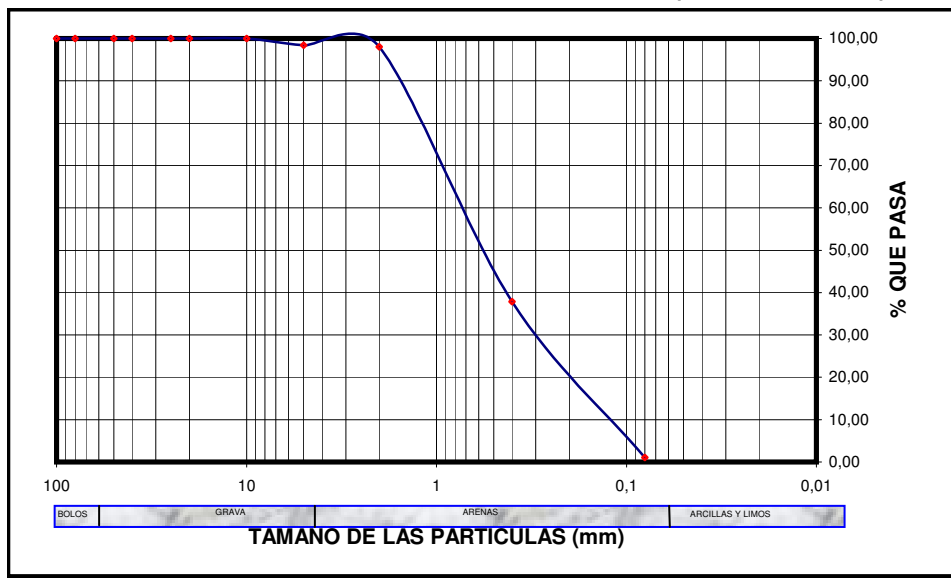
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-4

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 3,00-3,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,7$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,3$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,44	98,07	37,86	1,03

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

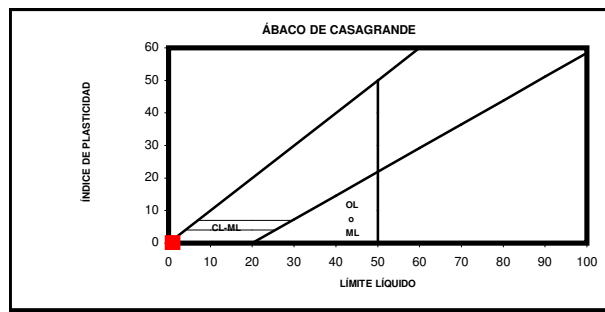
CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO

SP
A-1-b
0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas mal graduadas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 3.00-3.60	Muestra: S-4	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

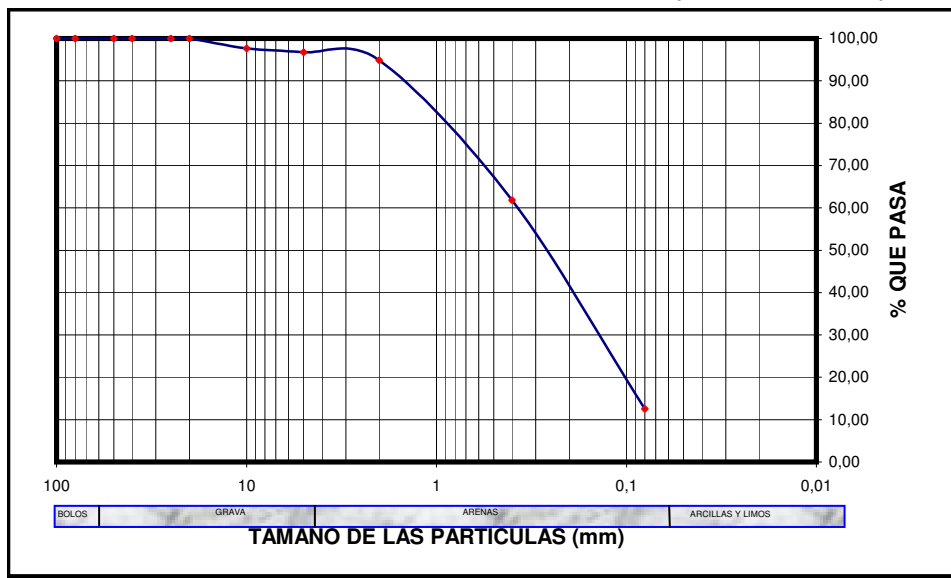
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-4

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 11,40-12,00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,1$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,65	96,75	94,89	61,85	12,55

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

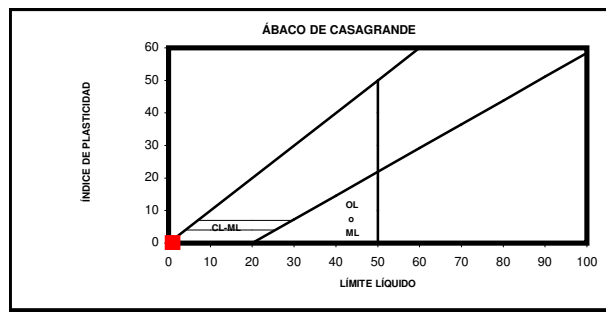
SM

HRB/AASHTO

A-2-4

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)				
<u>1.- Información general</u>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 11.40-12.00	Muestra: S-4	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<u>4.- Evaluación del conjunto</u>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS N° DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05 BOJA N°: 59 DE 28/03/05
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

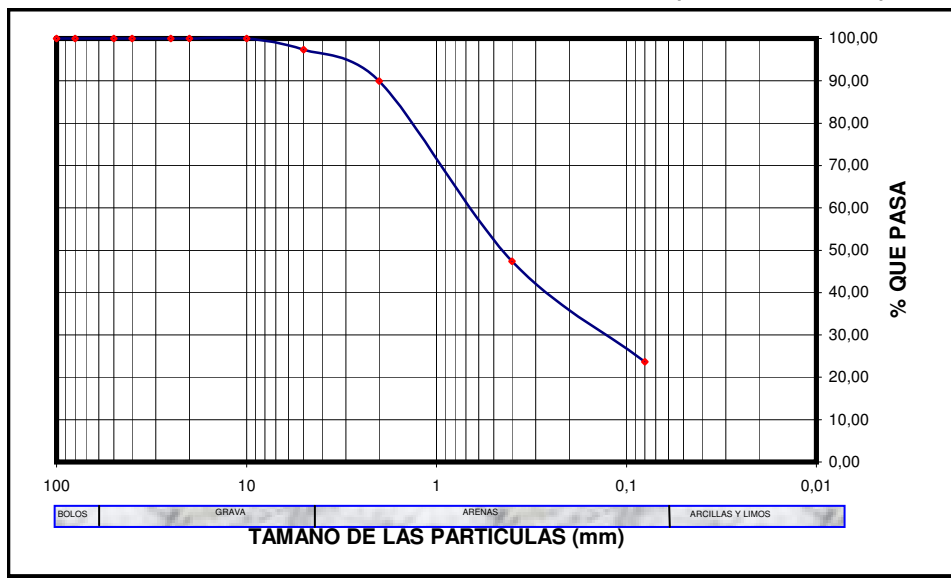
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-4

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 12,60-14,00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,9$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 25,9$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,39	89,95	47,40	23,68

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

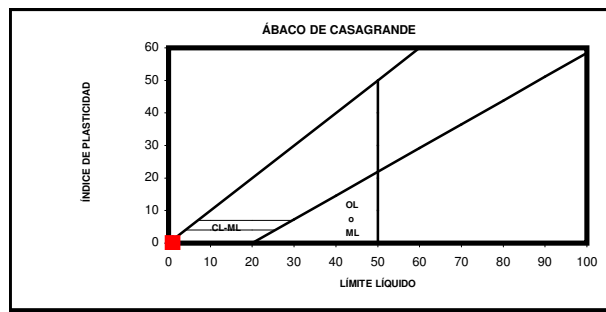
SM

HRB/AASHTO

A-1-b

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

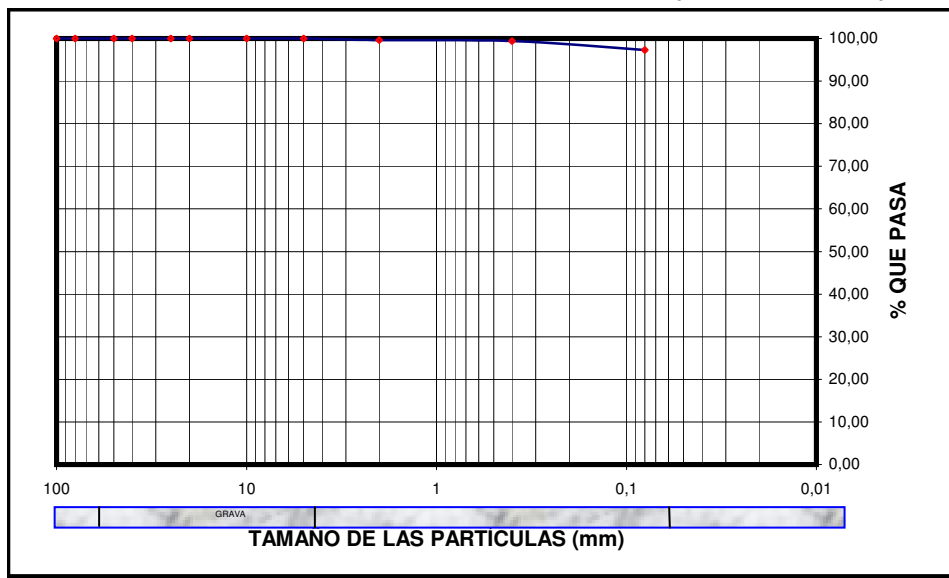
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-4

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 19,20-19,80

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,60	99,40	97,30

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) **39,4**

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) **18,8**

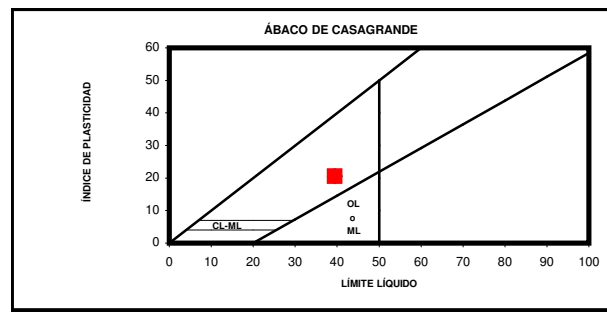
ÍNDICE DE PLASTICIDAD **20,6**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM **CL**

HRB/AASHTO **A-6**

ÍNDICE DE GRUPO **99**



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arcillas de baja plasticidad

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93) **22,71**

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **2,00**

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **1,63**

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103 401 98)

Cliente: SDAD. MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A.
 Trabajo: APARCAMIENTO (MÁLAGA)
 Muestra: S-4 Cota (m): 19.20-19.80

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Diámetro (mm): 50
 Altura (mm): 25
 Área (cm²): 19,63
 Volumen (cm³): 49,08

PARÁMETROS FÍSICOS DE LAS PROBETAS

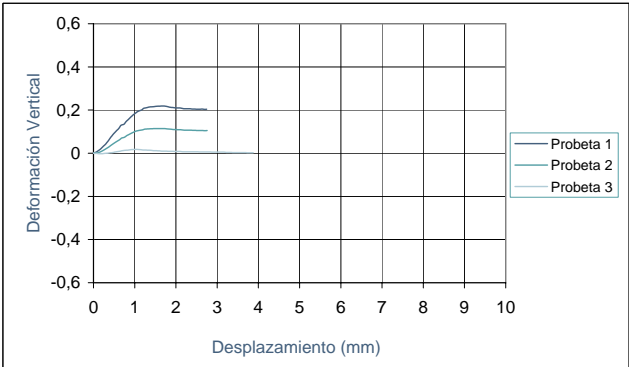
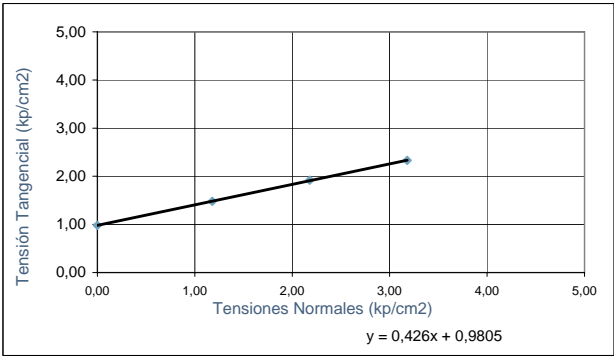
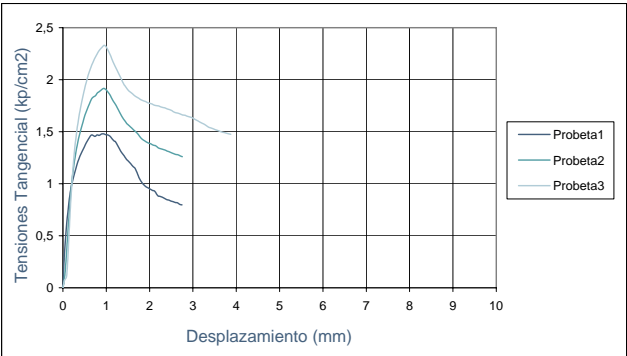
	I	II	III
Humedad inicial (%):	21,56	21,46	21,2
Humedad final (%):	22,78	22,76	22,59
Densidad seca (g/cm³):	1,7	1,7	1,71

PARÁMETROS DEL ENSAYO

Velocidad del Ensayo (mm/min): 0,05
 Tipo de Ensayo: CD

TENSIONES APLICADAS A LAS PROBETAS

	I	II	III
T. Normal (kp/cm²):	1,18	2,18	3,18
T. Tangencial (kp/cm²):	1,48	1,92	2,33



COHESIÓN (kp/cm²): 0,98
 ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°): 24,35

VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Angel Martínez Girón

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SEO5
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luís Rojas de la Puerta

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

(UNE 103-400/93)

REFERENCIA: I-MGE-106/07

PROYECTO S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

MUESTRA: S-4

PROFUNDIDAD: 19,20-19,80

DIMENSIONES DE LA PROBETA

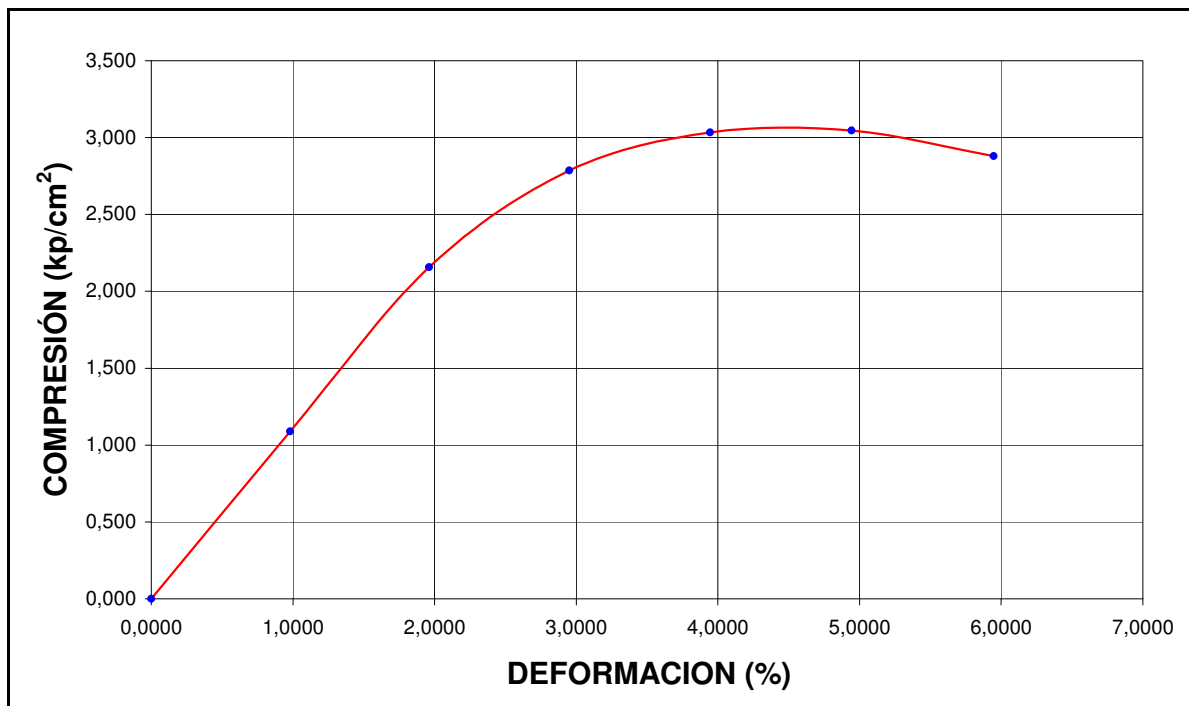
DIAMETRO (cm): 5,90
LADO (cm): -
LADO (cm): -
SECCION (cm²): 27,34
ALTURA (cm): 9,80
VOLUMEN (cm³): 267,93

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

HUMEDAD (%): 22,71
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³): 2,00
DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1,63

PARÁMETROS DEL ENSAYO

CONSTANTE (K): 1,000
V. ROTURA(%): 2



RESULTADOS DEL ENSAYO

RESIST. COMPRES. SIMPLE (q_u):

6,10 kp/cm²

598,68

kPa

DEFORMACION EN ROTURA:

11,22 %

11,00

mm

CONSISTENCIA (Según NTE-CEG):

DURA

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga 11/09/2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 19.20-19.80	Muestra: S-4	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

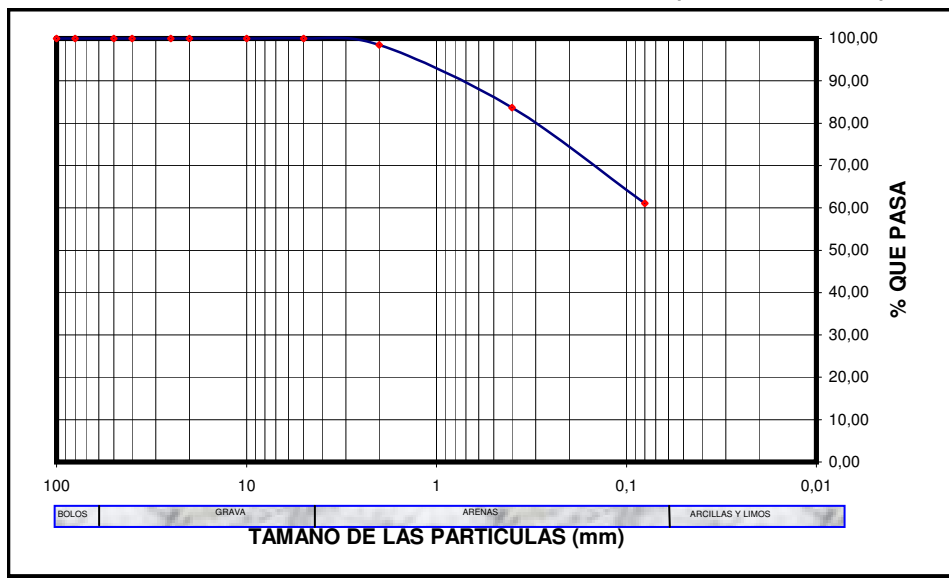
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-5

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 3,60-4,20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,50	83,70	61,10

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) **27,4**

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) **15,4**

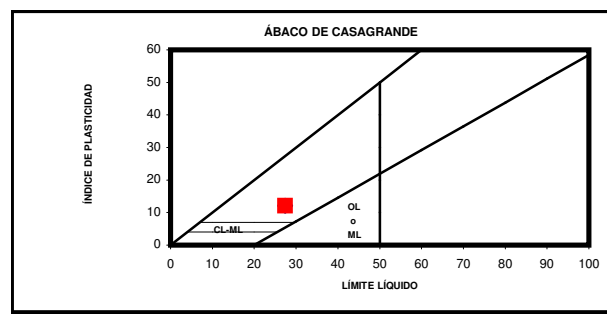
ÍNDICE DE PLASTICIDAD **12,1**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM **CL**

HRB/AASHTO **A-6**

ÍNDICE DE GRUPO **57**



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arcillas de baja plasticidad

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm^3) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm^3) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm^2)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

(UNE 103-400/93)

REFERENCIA: I-MGE-106/07

PROYECTO S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

MUESTRA: S-5

PROFUNDIDAD: 3,60-4,20

DIMENSIONES DE LA PROBETA

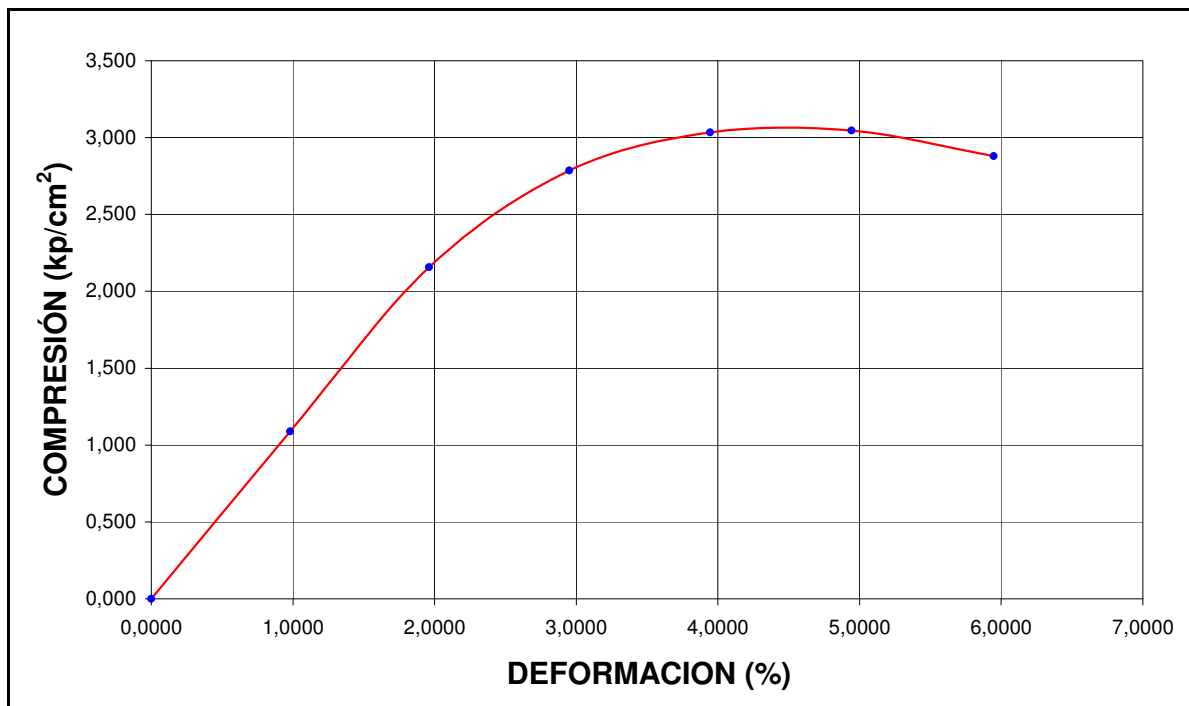
DIAMETRO (cm): 5,90
LADO (cm): -
LADO (cm): -
SECCION (cm²): 27,34
ALTURA (cm): 11,20
VOLUMEN (cm³): 306,20

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

HUMEDAD (%): 13,16
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³): 2,13
DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1,88

PARÁMETROS DEL ENSAYO

CONSTANTE (K): 1,000
V. ROTURA(%): 2



RESULTADOS DEL ENSAYO

RESIST. COMPRES. SIMPLE (q_u):

2,46 kp/cm²

241,04

kPa

DEFORMACION EN ROTURA:

5,36 %

6,00

mm

CONSISTENCIA (Según NTE-CEG):

MUY FIRME

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga 11/09/2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103 401 98)

Cliente: SDAD.MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A.
 Trabajo: APARCAMIENTO (MÁLAGA)
 Muestra: S-5 Cota (m): 3.60-4.20

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Diámetro (mm): 50
 Altura (mm): 25
 Área (cm²): 19,63
 Volumen (cm³): 49,08

PARÁMETROS FÍSICOS DE LAS PROBETAS

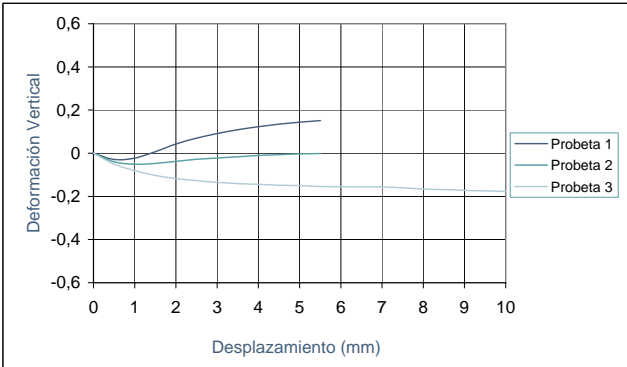
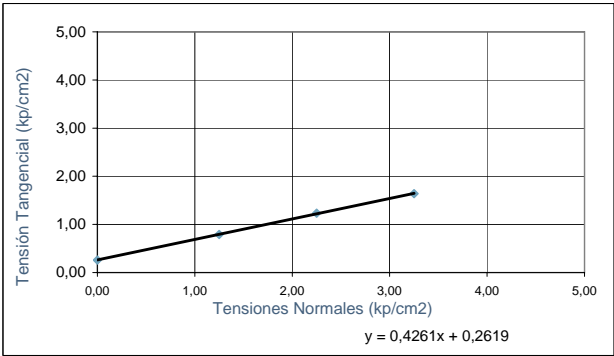
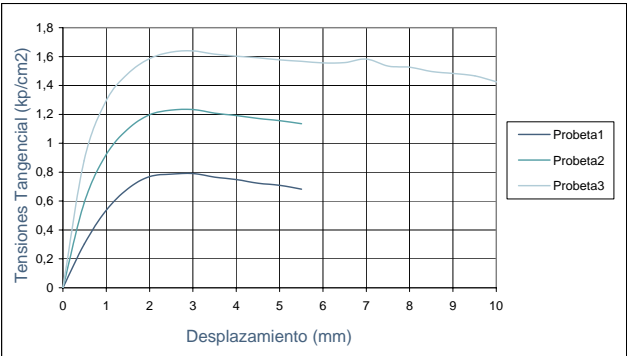
	I	II	III
Humedad inicial (%):	14,25	14,61	3,96
Humedad final (%):	14,25	14,61	3,96
Densidad seca (g/cm³):	1,92	1,92	2,13

PARÁMETROS DEL ENSAYO

Velocidad del Ensayo (mm/min): 0,5
 Tipo de Ensayo: U

TENSIONES APLICADAS A LAS PROBETAS

	I	II	III
T. Normal (kp/cm²):	1,25	2,25	3,25
T. Tangencial (kp/cm²):	0,79	1,23	1,64



COHESIÓN (kp/cm²): 0,26
 ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°): 24,35

VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Angel Martínez Girón

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SEO5
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luís Rojas de la Puerta

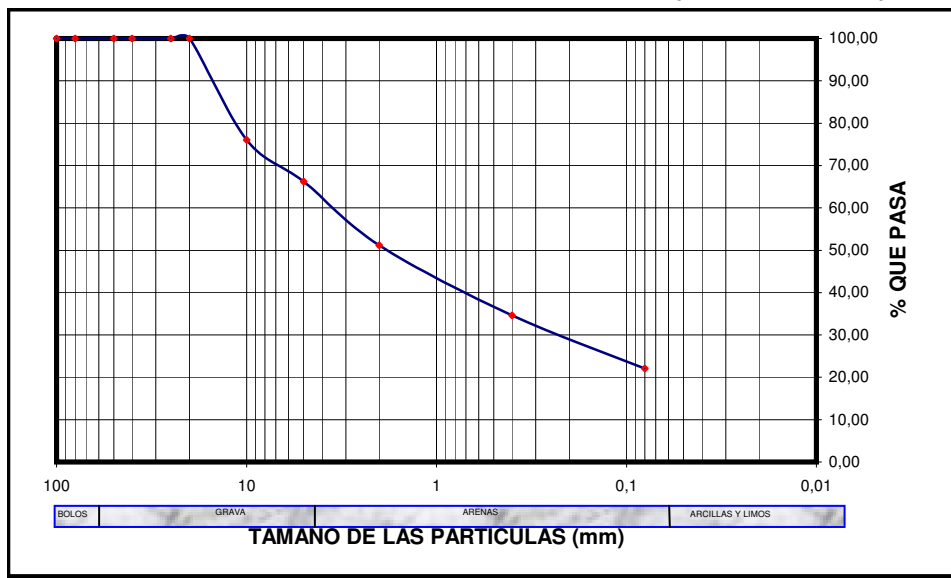
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-5

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 6,00-7,00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,6$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 103,5$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	76,04	66,23	51,19	34,65	22,03

LÍMITES DE ATTERBERG.

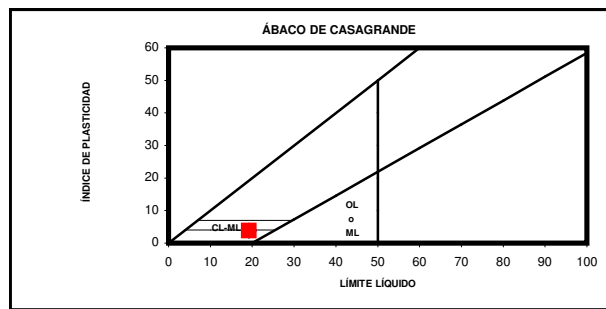
LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) **19,2**

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) **15,4**

ÍNDICE DE PLASTICIDAD **3,8**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM **SM**
HRB/AASHTO **A-1-b**
ÍNDICE DE GRUPO **0**



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)
D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)
D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.
ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)
CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 6.00-7.00	Muestra: S-5	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

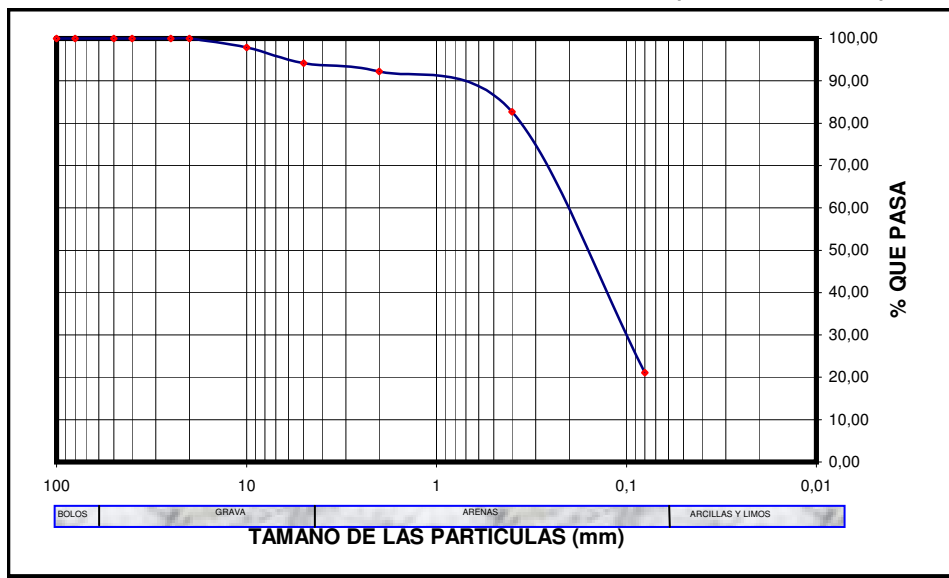
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-5

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 15,60-16,20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 7,4$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,92	94,20	92,21	82,72	21,12

LÍMITES DE ATTERBERG.

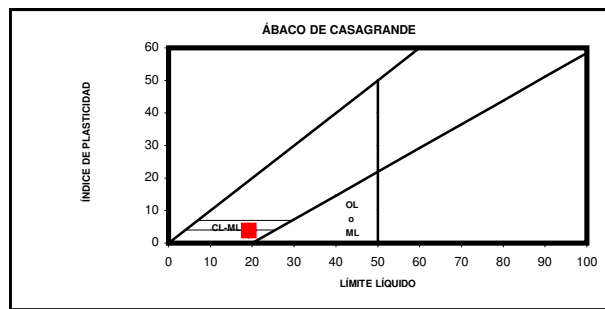
LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) **19,2**

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) **15,4**

ÍNDICE DE PLASTICIDAD **3,8**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM **SM**
HRB/AASHTO **A-2-4**
ÍNDICE DE GRUPO **0**



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)
D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)
D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.
ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)
CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

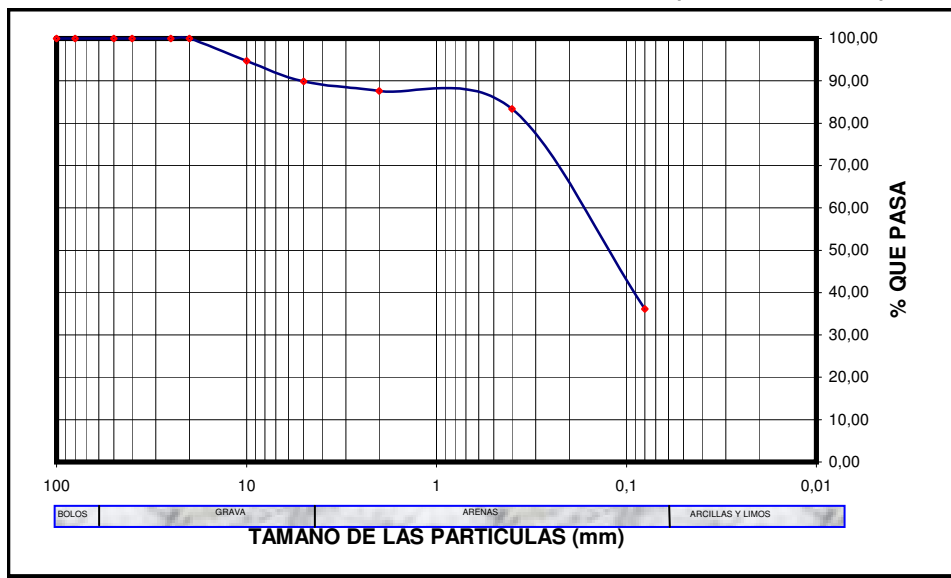
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-5

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 16,20-16,70

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,8$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 10,9$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	94,71	89,84	87,57	83,40	36,16

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

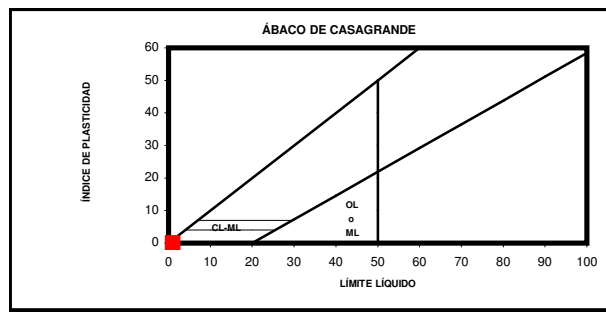
SM

HRB/AASHTO

A-4

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

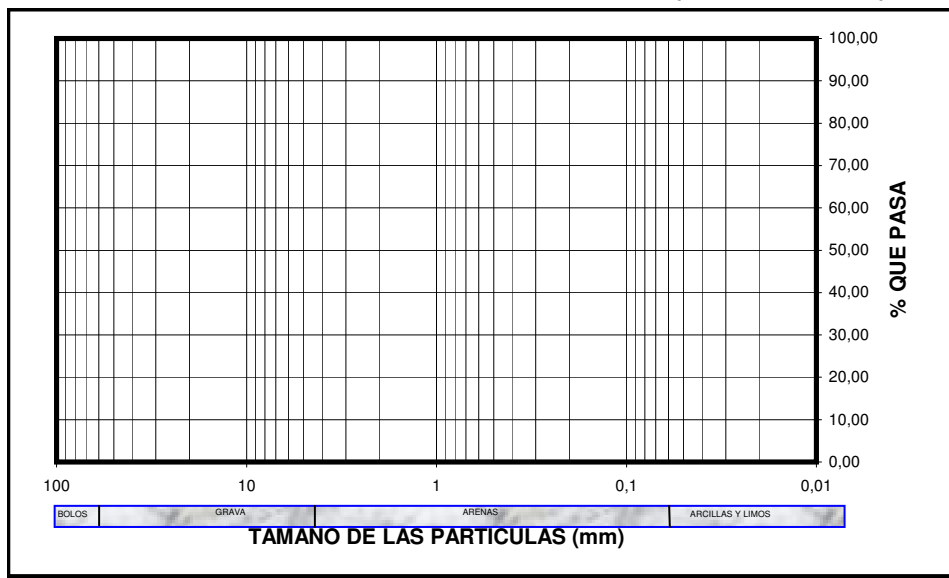
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-5

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 18,00-18,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$C_c =$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$C_u =$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA											

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

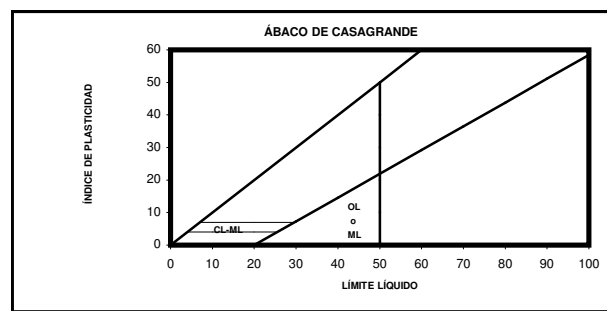
ÍNDICE DE PLASTICIDAD

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

25,85

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

1,99

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

1,58

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

(UNE 103-400/93)

REFERENCIA: I-MGE-106/07

PROYECTO S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

MUESTRA: S-5

PROFUNDIDAD: 18,00-18,60

DIMENSIONES DE LA PROBETA

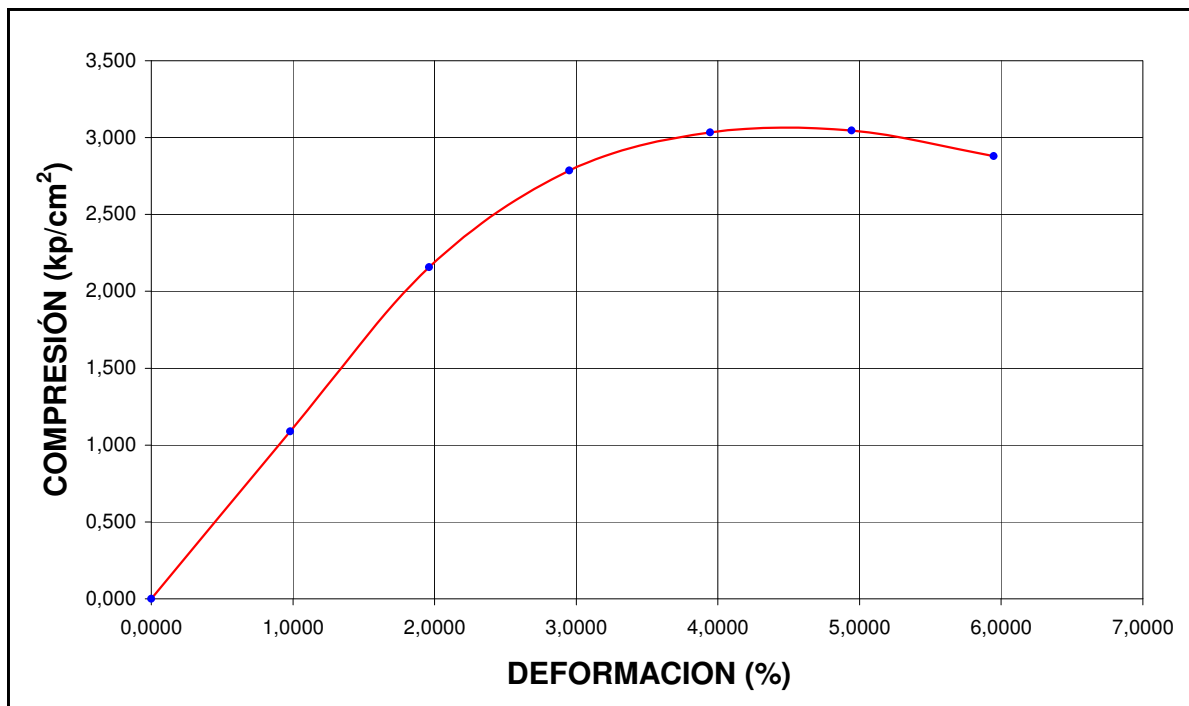
DIAMETRO (cm): 5,80
LADO (cm): -
LADO (cm): -
SECCION (cm²): 26,42
ALTURA (cm): 12,00
VOLUMEN (cm³): 317,05

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

HUMEDAD (%): 25,85
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³): 1,99
DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1,58

PARÁMETROS DEL ENSAYO

CONSTANTE (K): 1,264
V. ROTURA(%): 2



RESULTADOS DEL ENSAYO

RESIST. COMPRES. SIMPLE (q_u):

3,05 kp/cm²

300,12

kPa

DEFORMACION EN ROTURA:

4,94 %

5,93

mm

CONSISTENCIA (Según NTE-CEG):

MUY FIRME

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga 11/09/2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

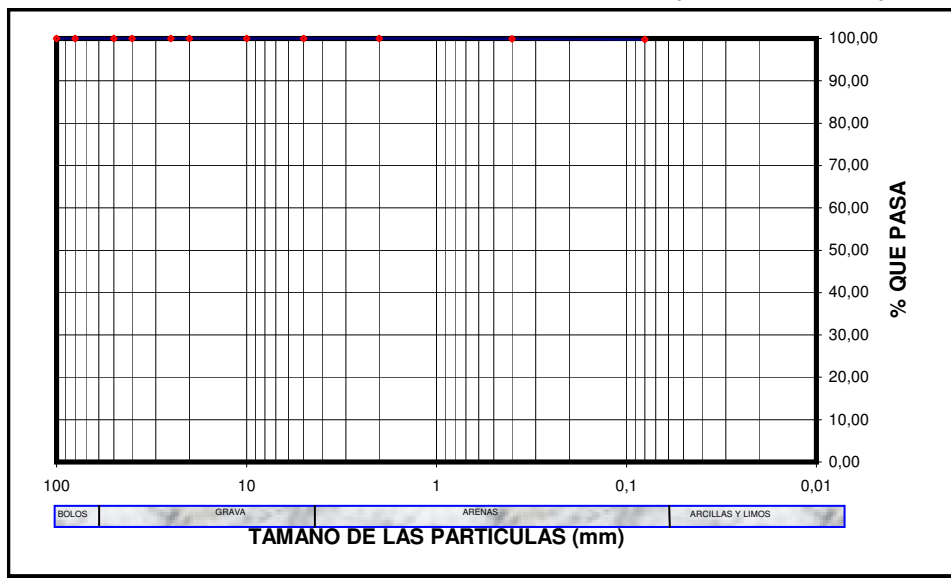
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-5

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 22,20-22,63

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,90	99,80

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) 55,5

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) 23,8

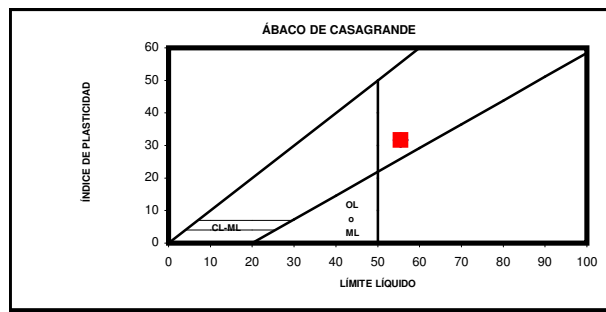
ÍNDICE DE PLASTICIDAD 31,7

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM CH

HRB/AASHTO A-7

ÍNDICE DE GRUPO 108



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arcillas de alta plasticidad

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93) 25,46

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94) 1,94

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94) 1,55

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL EN EDÓMETRO (UNE 7392)

Ciente:

SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A.

Trabajo:

APARCAMIENTO EN C/ CARRIL DE LA CORDOBESA (MÁLAGA)

Muestra:

S-5

Cota (m):

22,20

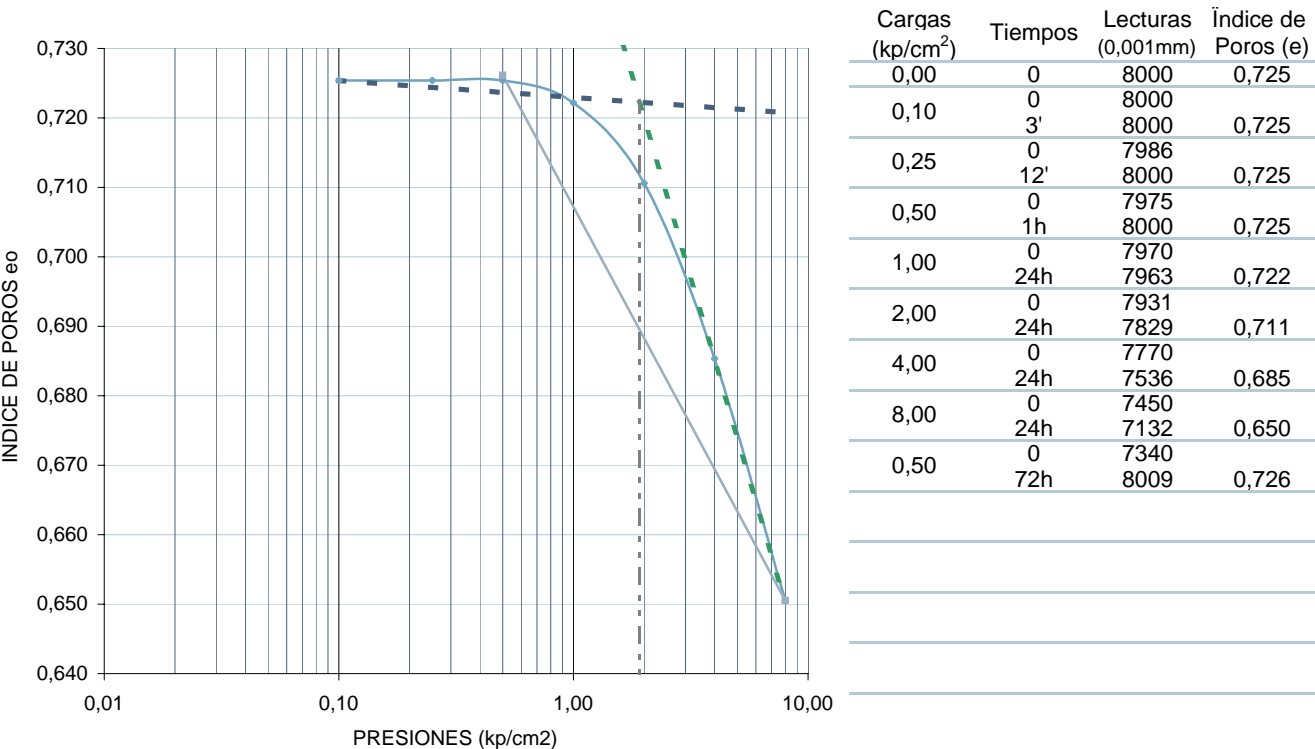
Inicio

22,63

Fin

DIMENSIONES DE LA PROBETA		PARÁMETROS DE LA PROBETA	
Diámetro (cm):	5,00	Humedad Inicial (%):	25,46
Altura (cm):	2,00	Humedad final (%):	27,65
Sección (cm²):	19,63	Índice de Poros Inicial (e ₀):	0,725
Volumen (cm³):	39,27		
Peso esp. partículas (g/cm³):	2,670		
Densidad Seca (KN/m³):	1,55		

CURVA EDOMÉTRICA



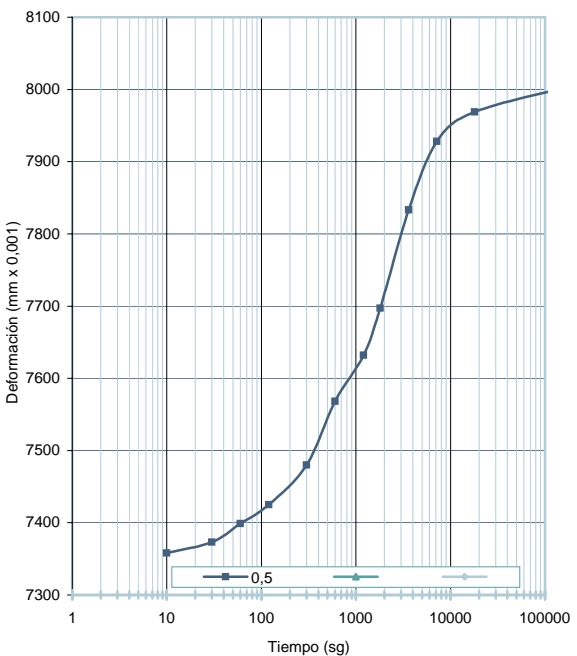
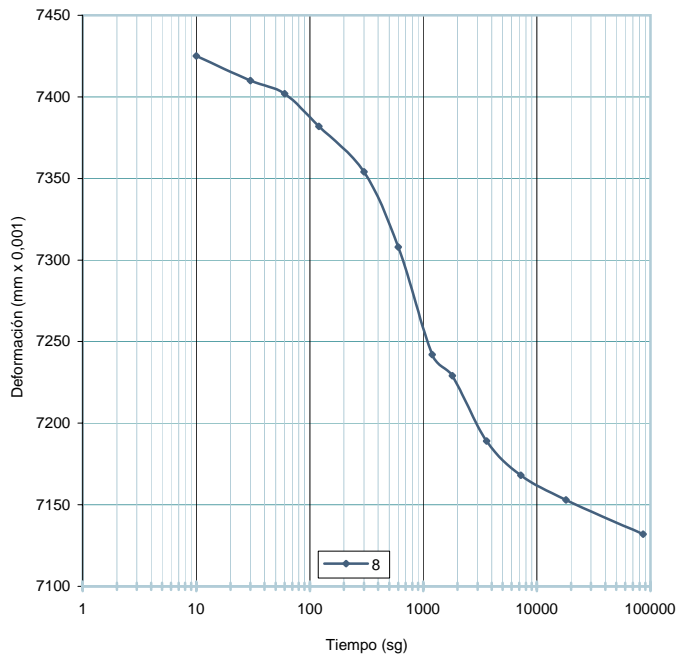
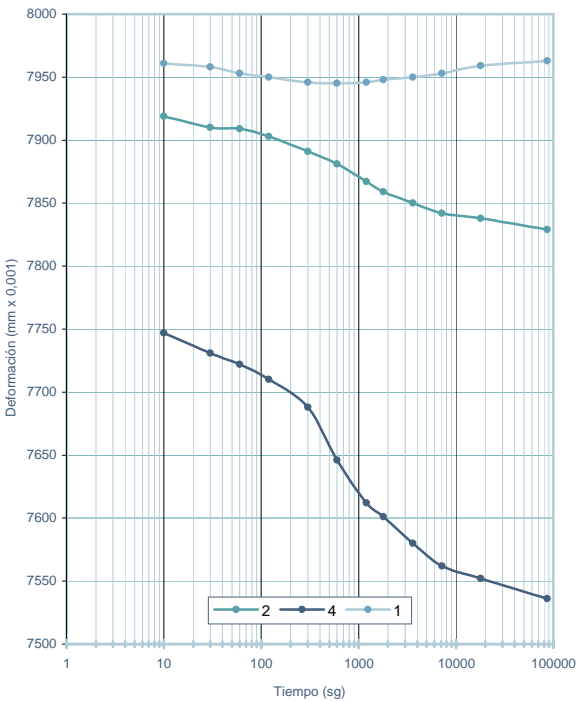
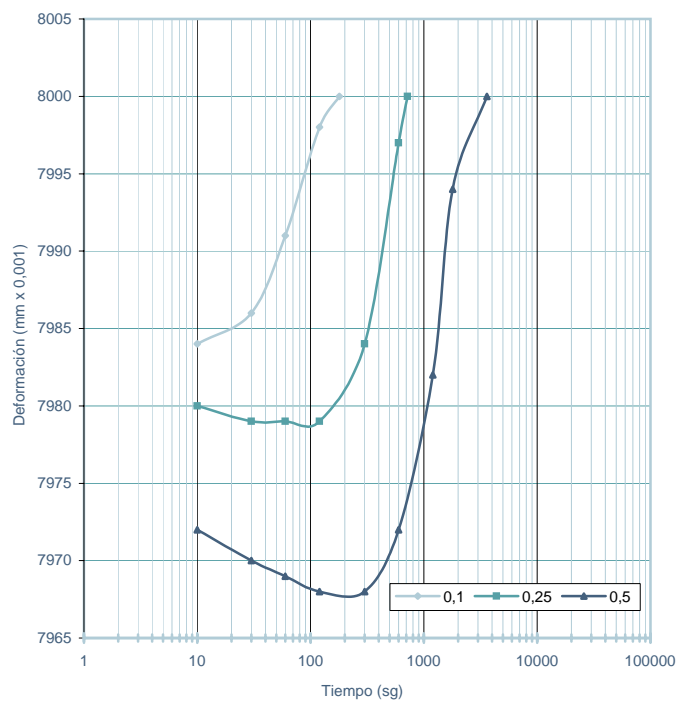
Ind. Hinchamiento (C _s):	0,003
Ind. De compresión (C _c):	0,116
Presión de preconsolidación (kp/cm²):	1,911

OBSERVACIONES:

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL EN EDÓMETRO (UNE 7392)

Cliente: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A.
 Trabajo: APARCAMIENTO EN C/ CARRIL DE LA CORDOBESA (MÁLAGA)
 Muestra: S-5

Inicio: 22,20
 Fin: 22,63
 Cota (m):



VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Angel Martínez Girón

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SEO5
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luís Rojas de la Puerta

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)				
<u>1.- Información general</u>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 22.20-22.63	Muestra: S-5	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	2.466,0	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<u>4.- Evaluación del conjunto</u>				
El suelo presenta un grado de agresividad débil por consiguiente la clase específica de exposición es: (Q _A).				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS N° DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05 BOJA N°: 59 DE 28/03/05
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 3.60-4.20	Muestra: S-5	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

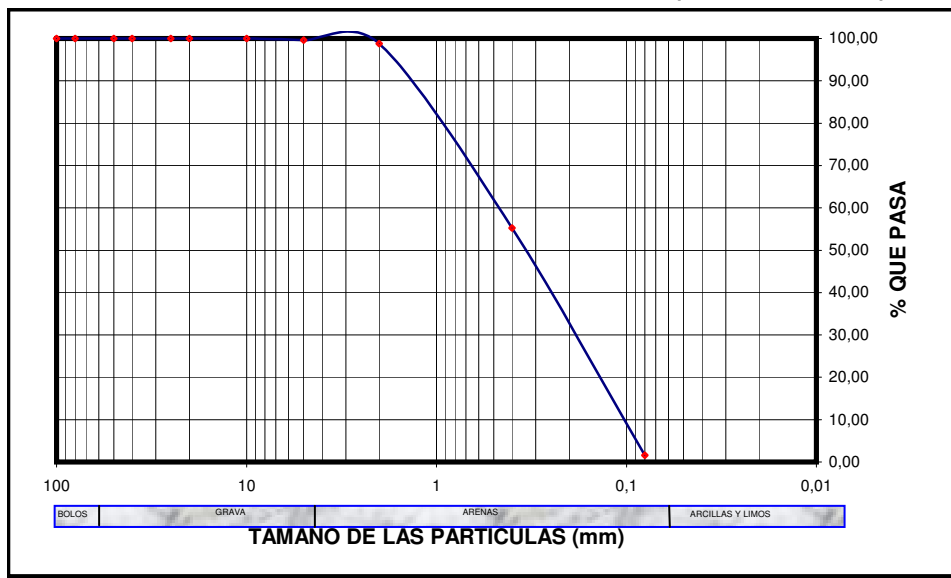
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-6

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 3,00-3,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,8$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 4,4$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,60	98,81	55,24	1,58

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

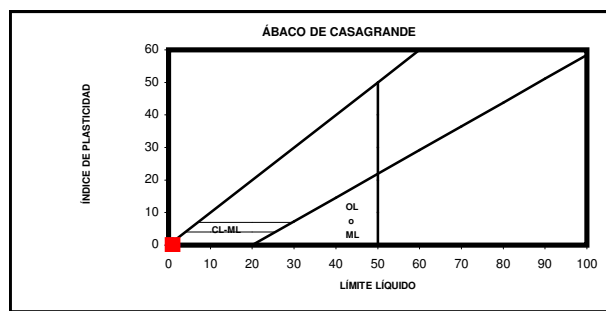
CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO

SP
A-2-4
0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas mal graduadas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

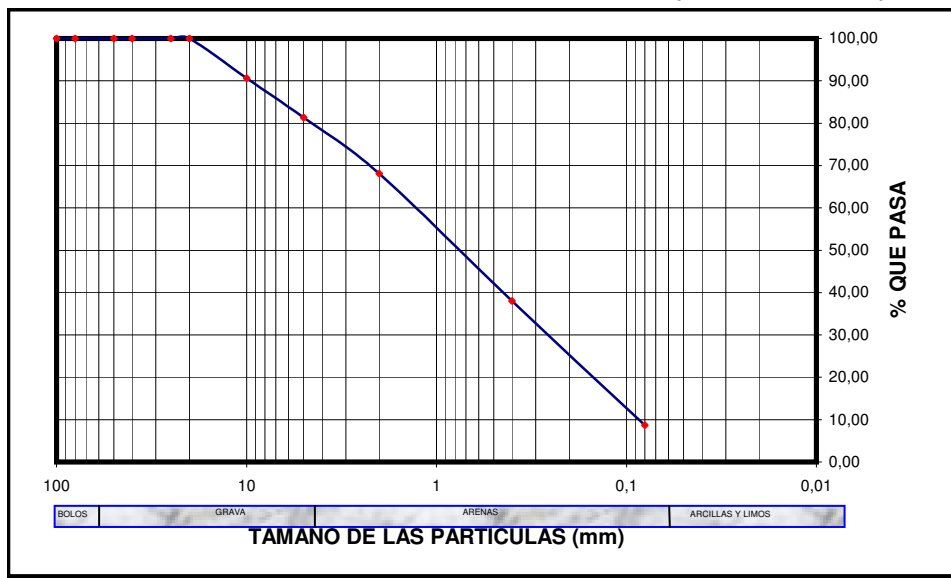
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-6

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 7,50-8,20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,7$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 16,7$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	90,61	81,37	68,10	37,99	8,72

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) --

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) --

ÍNDICE DE PLASTICIDAD N.P.

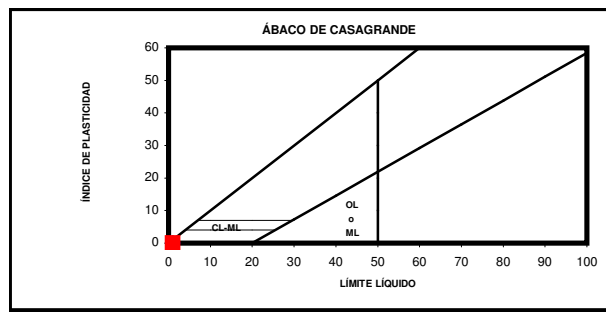
CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO

SP-SM
A-1-b
0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas mal graduadas con limos

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 7.50-8.20	Muestra: S-6	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

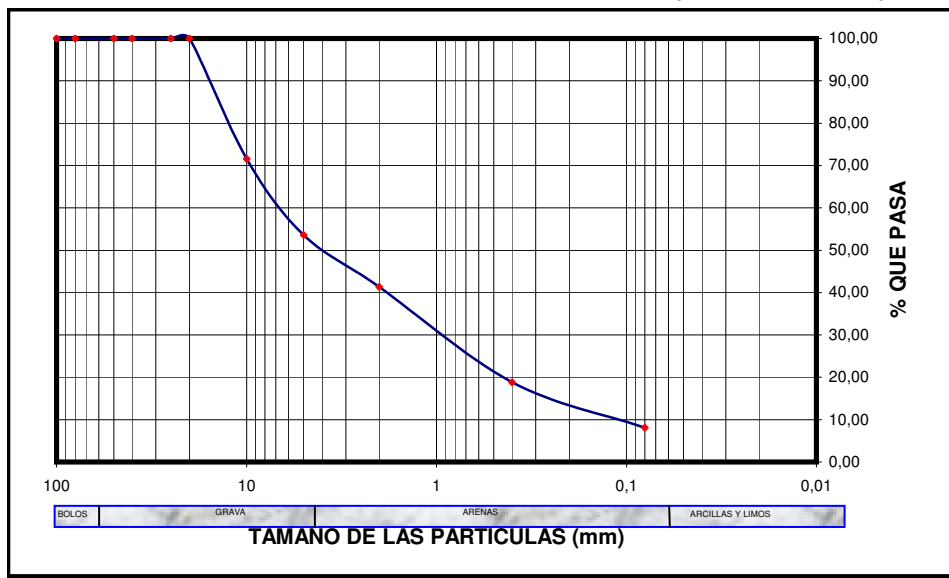
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-6

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 13,20-14,50

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 49,7$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	71,59	53,58	41,34	18,83	8,11

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

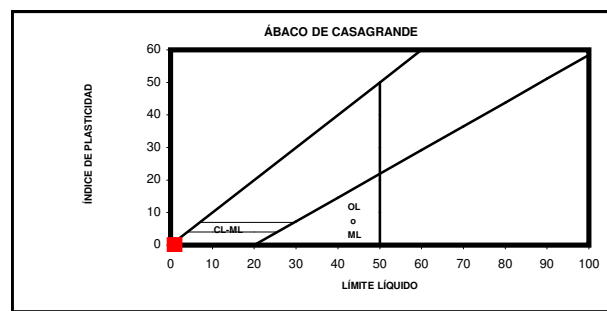
HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO

GW-GM

A-1-a

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Gravas bien graduadas con matriz limosa

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 13.20-14.50	Muestra: S-6	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

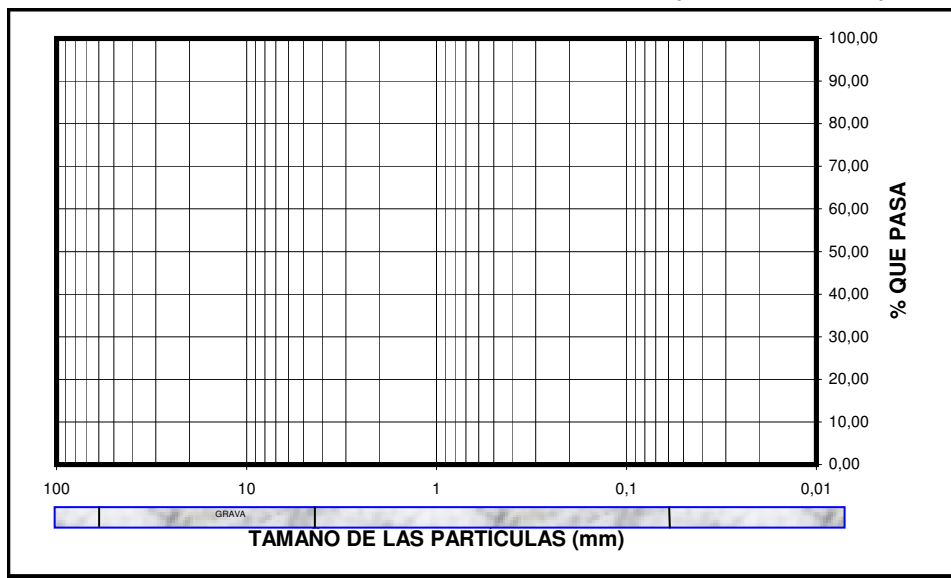
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-6

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 17,40-17,75

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$C_c =$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$C_u =$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA											

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

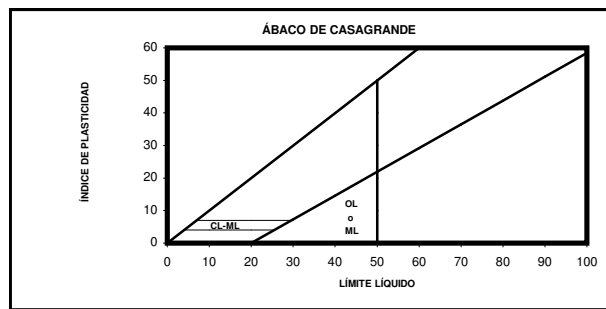
ÍNDICE DE PLASTICIDAD

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93) **24,80**
D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **2,02**
D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **1,62**

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

(UNE 103-400/93)

REFERENCIA: I-MGE-106/07

PROYECTO S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

MUESTRA: S-6

PROFUNDIDAD: 17,40-17,75

DIMENSIONES DE LA PROBETA

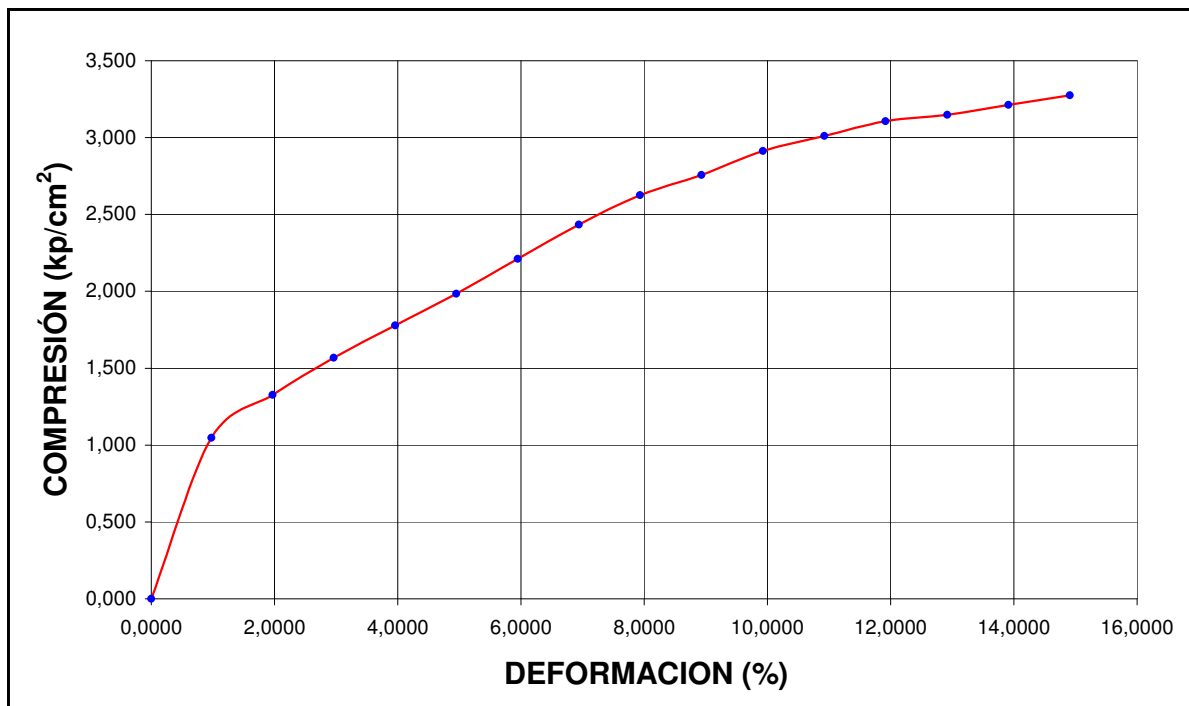
DIAMETRO (cm): 7,40
LADO (cm): -
LADO (cm): -
SECCION (cm²): 43,01
ALTURA (cm): 14,80
VOLUMEN (cm³): 636,52

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

HUMEDAD (%): 24,80
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³): 2,02
DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1,62

PARÁMETROS DEL ENSAYO

CONSTANTE (K): 1,264
V. ROTURA(%): 2



RESULTADOS DEL ENSAYO

RESIST. COMPRES. SIMPLE (q_u):

3,28 **kp/cm²**

322,68

kPa

DEFORMACION EN ROTURA:

14,91 **%**

22,07

mm

CONSISTENCIA (Según NTE-CEG):

MUY FIRME

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga 11/09/2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

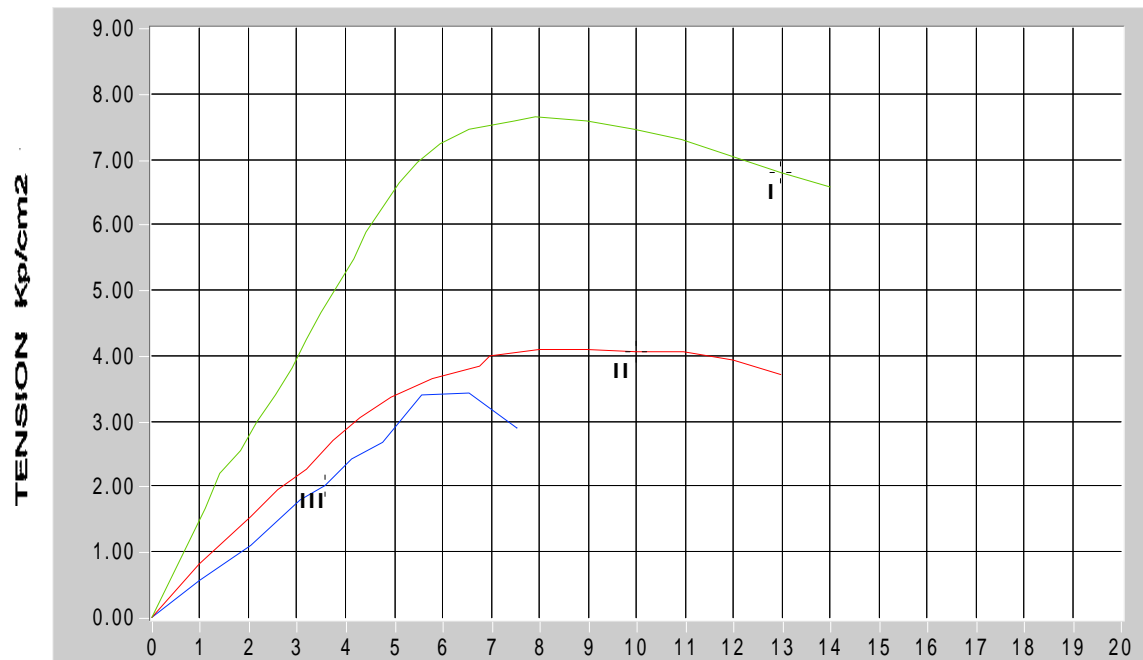
ENSAYO TRIAXIAL CONSOLIDADO Y DRENADO

Trabajo: IMGE106	Denominación:	Muestra: S6-2160M
-------------------------	---------------	--------------------------

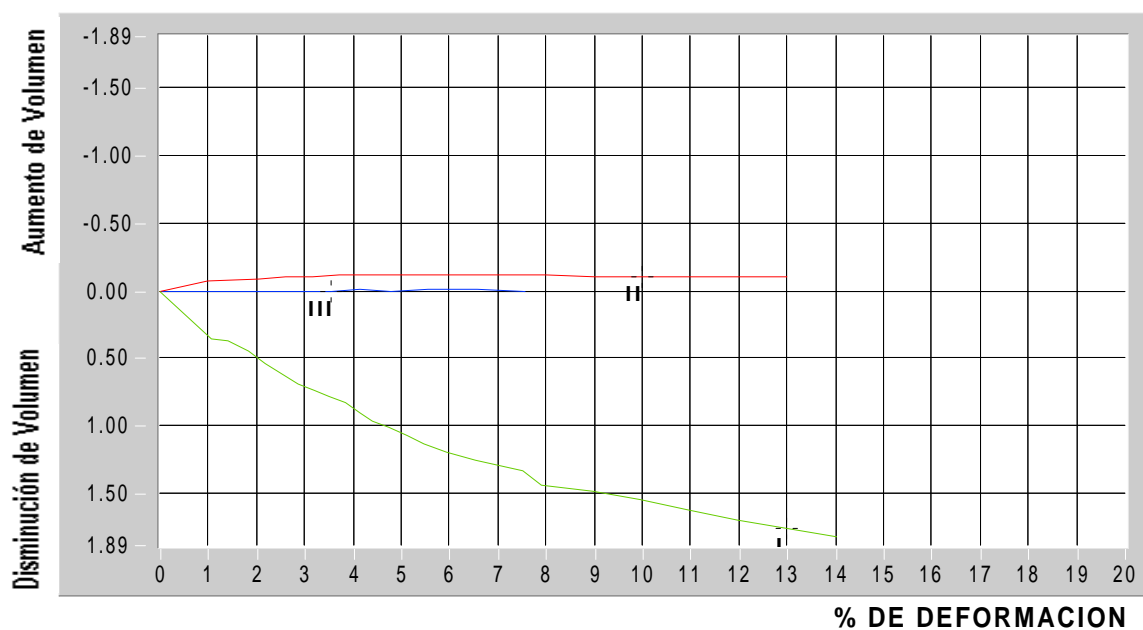
PROBETA N°.	I	II	III			
P.Lateral	9.000	7.500	6.500			

P. cola **6.00**

CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE CAMBIO DE VOLUMEN



Trabajo: **IMGE106**

Denominación:

Muestra: **S6-2160M**

	I	II	III	IIII	V	VI
P. LATERAL (kp/cm2)	9.0	7.5	6.5			
% HUMEDAD INICIAL	21.2	20.8	21.2			
% HUMEDAD FINAL	22.2	22.6	24.7			
DENSIDAD SECA	1.73	1.71	1.72			
% DEF. A LA ROTURA	8.96	9.00	7.55			
TENSION EN ROTURA	7.59	4.10	2.89			
V. ENSAYO % / min	0.0679	0.0671	0.0672			

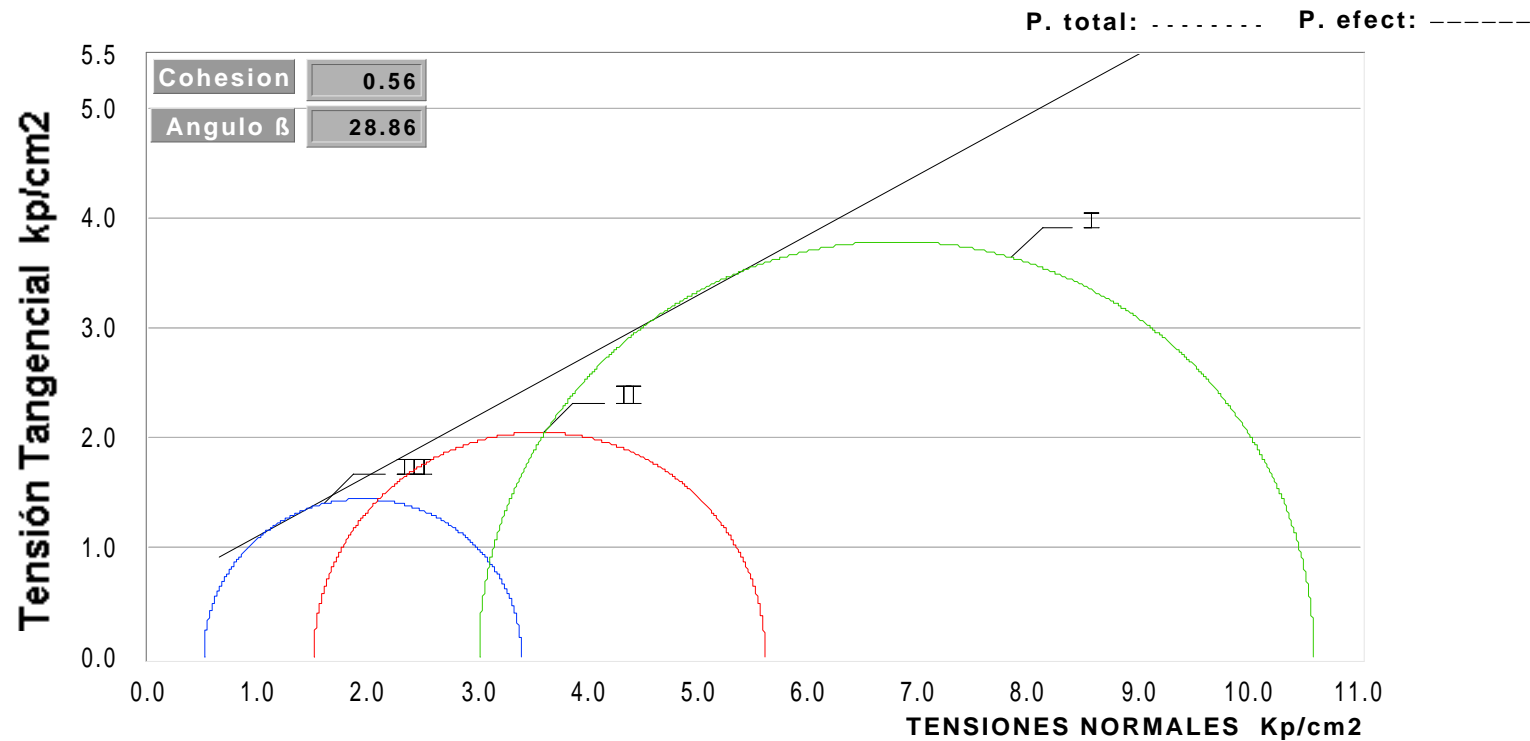
Tipo de muestra: **Inalterada**

Tipo de ensayo: **CON CONSOLIDACION PREVIA Y ROTURA CON DRENAJE TCD**

Diametro: **1.5"**

OBSERVACIONES:

Saturación con contrapresión de 6 kg/cm2. Las presiones totales están dibujadas una vez descontada la presión neutra de 6 kg/cm2



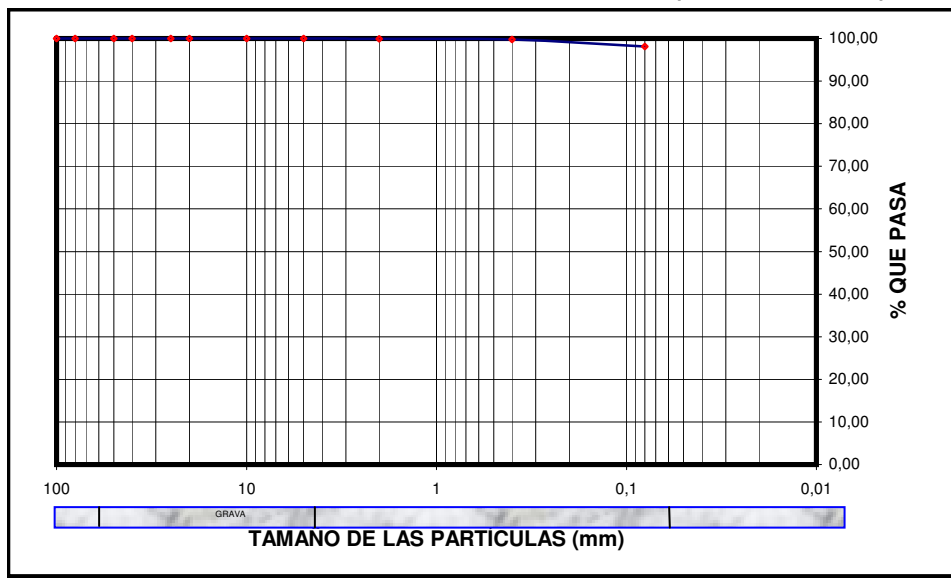
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-6

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 27,70-28,20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,92	99,74	98,15

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) **39,9**

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) **19,8**

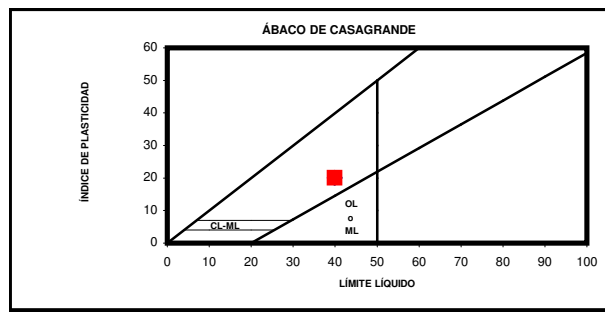
ÍNDICE DE PLASTICIDAD **20,1**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM **CL**

HRB/AASHTO **A-6**

ÍNDICE DE GRUPO **21**



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arcillas inorgánicas de baja plasticidad

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93) **21,10**

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **2,08**

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **1,72**

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)				
<u>1.- Información general</u>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 27.70-28.20	Muestra: S-6	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	2.923,08	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<u>4.- Evaluación del conjunto</u>				
El suelo presenta un grado de agresividad débil por consiguiente la clase específica de exposición es: (Q _A).				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS N° DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05 BOJA N°: 59 DE 28/03/05
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

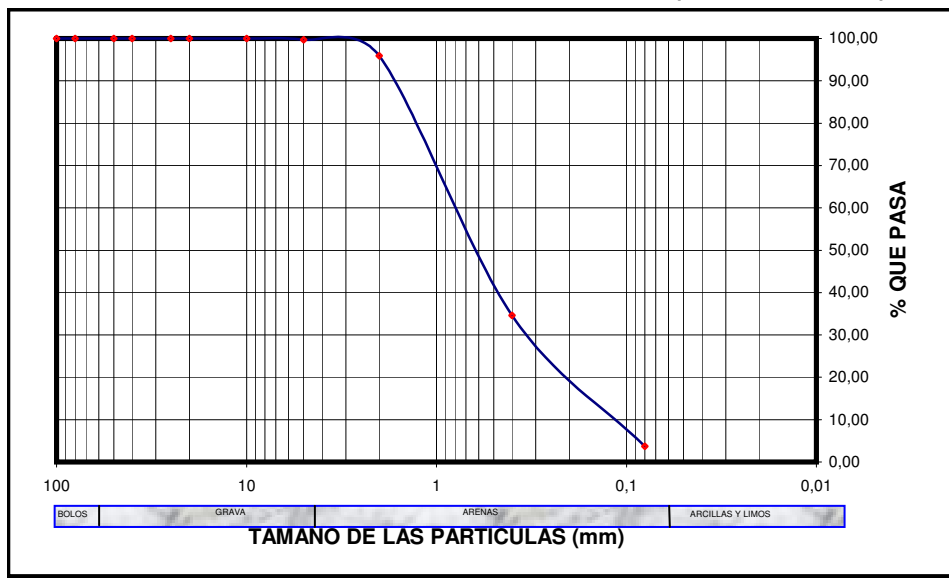
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-7

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 2,40-3,00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,8$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 7,3$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,71	95,88	34,65	3,70

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

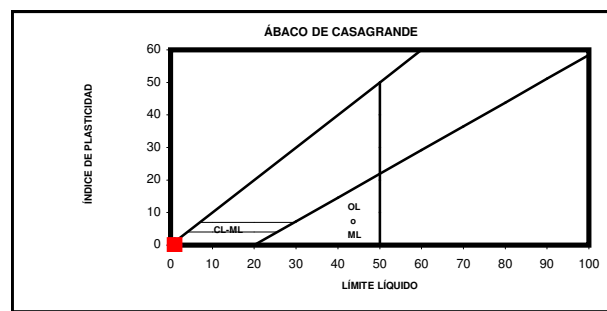
CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO

SP
A-1-b
0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas mal graduadas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

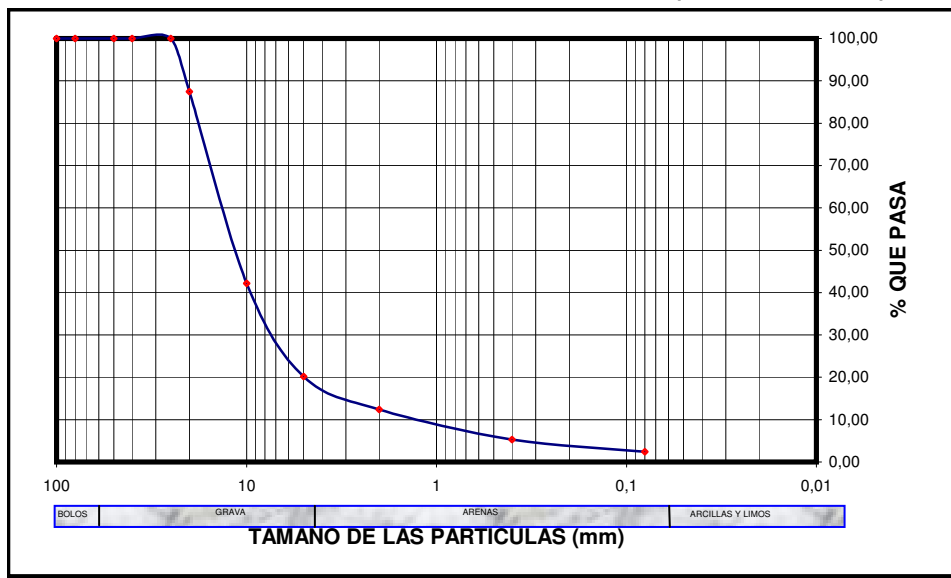
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-7

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 7,80-8,50

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 2,6$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 9,5$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	87,47	42,20	20,21	12,38	5,26	2,41

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

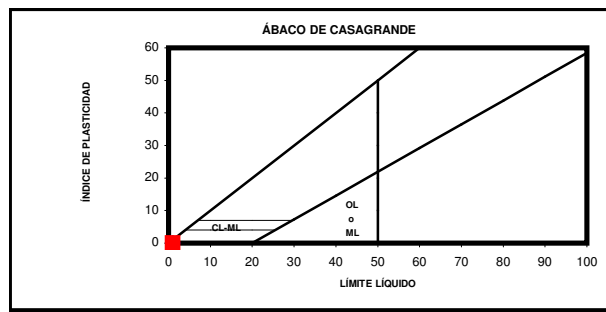
GW

HRB/AASHTO

A-1-a

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Gravas bien graduadas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 7.80-8.50	Muestra: S-7	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

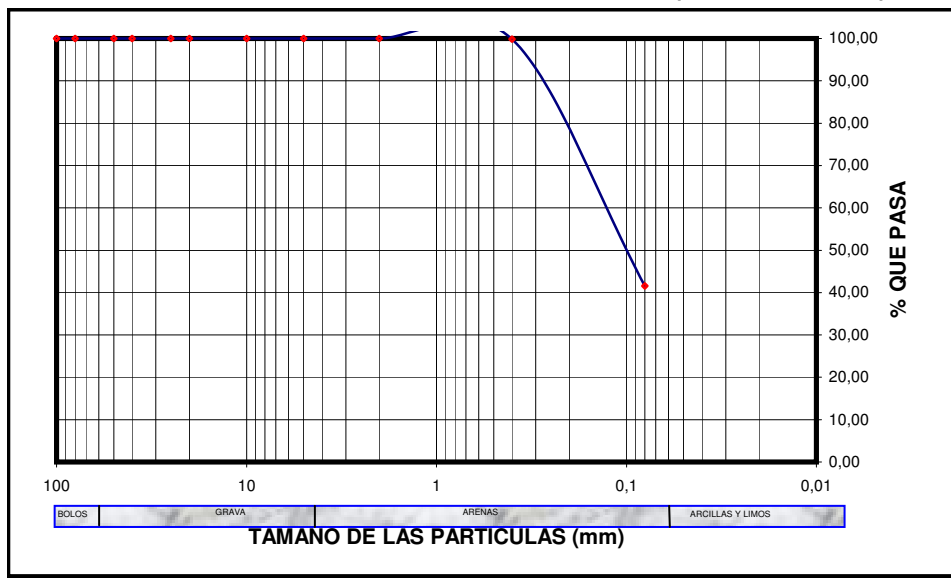
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-7

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 16,30-17,00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,0$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 9,4$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,83	41,55

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) --

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) --

ÍNDICE DE PLASTICIDAD N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

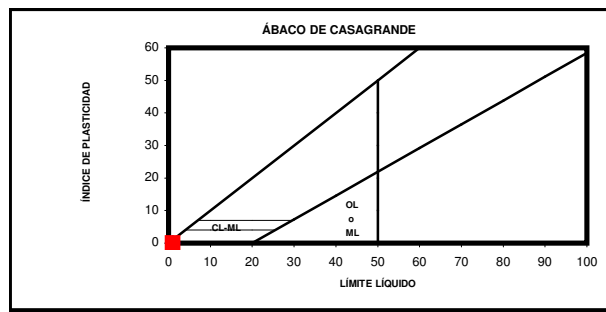
SM

HRB/AASHTO

A-4

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 16.30-17.00	Muestra: S-7	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

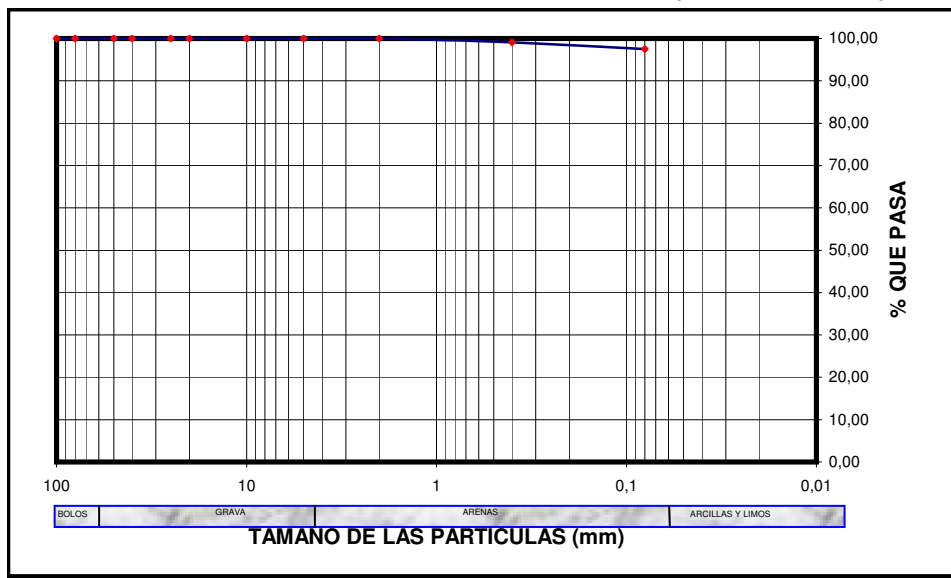
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-7

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 21,00-21,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,10	97,50

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) **43,9**

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) **20,9**

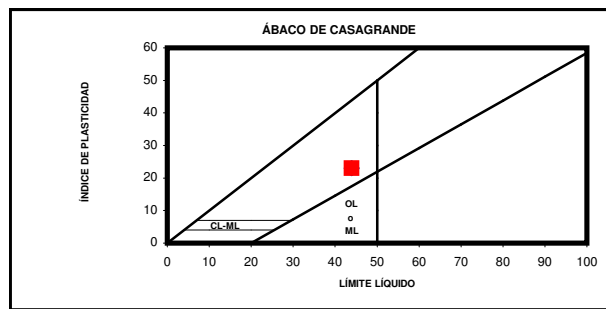
ÍNDICE DE PLASTICIDAD **23,0**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM **CL**

HRB/AASHTO **A-7**

ÍNDICE DE GRUPO **101**



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arcillas de baja plasticidad

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93) **22,01**

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **2,01**

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94) **1,65**

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

(UNE 103-400/93)

REFERENCIA: I-MGE-106/07

PROYECTO S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS

MUESTRA: S-7

PROFUNDIDAD: 21,00-21,60

DIMENSIONES DE LA PROBETA

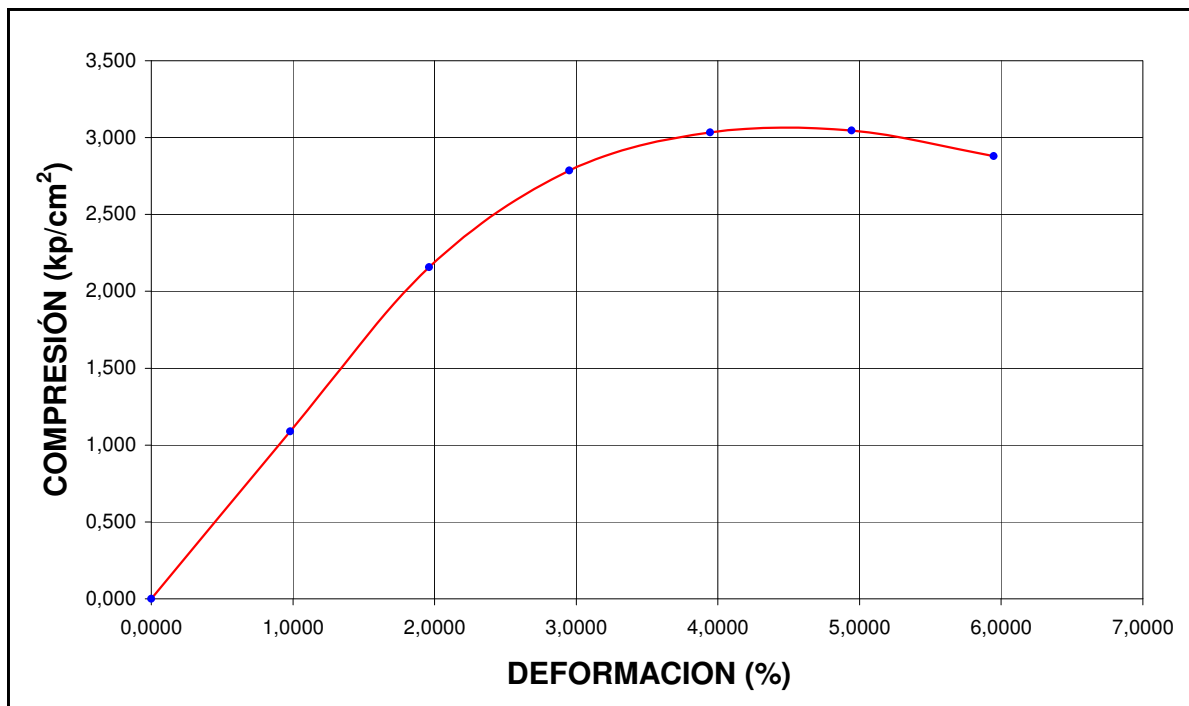
DIAMETRO (cm): 5,90
LADO (cm): -
LADO (cm): -
SECCION (cm²): 27,34
ALTURA (cm): 11,50
VOLUMEN (cm³): 314,41

PARÁMETROS FÍSICOS DE LA PROBETA

HUMEDAD (%): 22,01
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³): 2,01
DENSIDAD SECA (gr/cm³): 1,65

PARÁMETROS DEL ENSAYO

CONSTANTE (K): 1,000
V. ROTURA(%): 2



RESULTADOS DEL ENSAYO

RESIST. COMPRES. SIMPLE (q_u):

5,11 kp/cm²

500,91

kPa

DEFORMACION EN ROTURA:

12,17 %

14,00

mm

CONSISTENCIA (Según NTE-CEG):

DURA

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga 11/09/2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL EN EDÓMETRO (UNE 7392)

Ciente:

SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A.

Trabajo:

APARCAMIENTO EN C/ CARRIL DE LA CORDOBESA (MÁLAGA)

Muestra:

S-7

Cota (m):

21,00

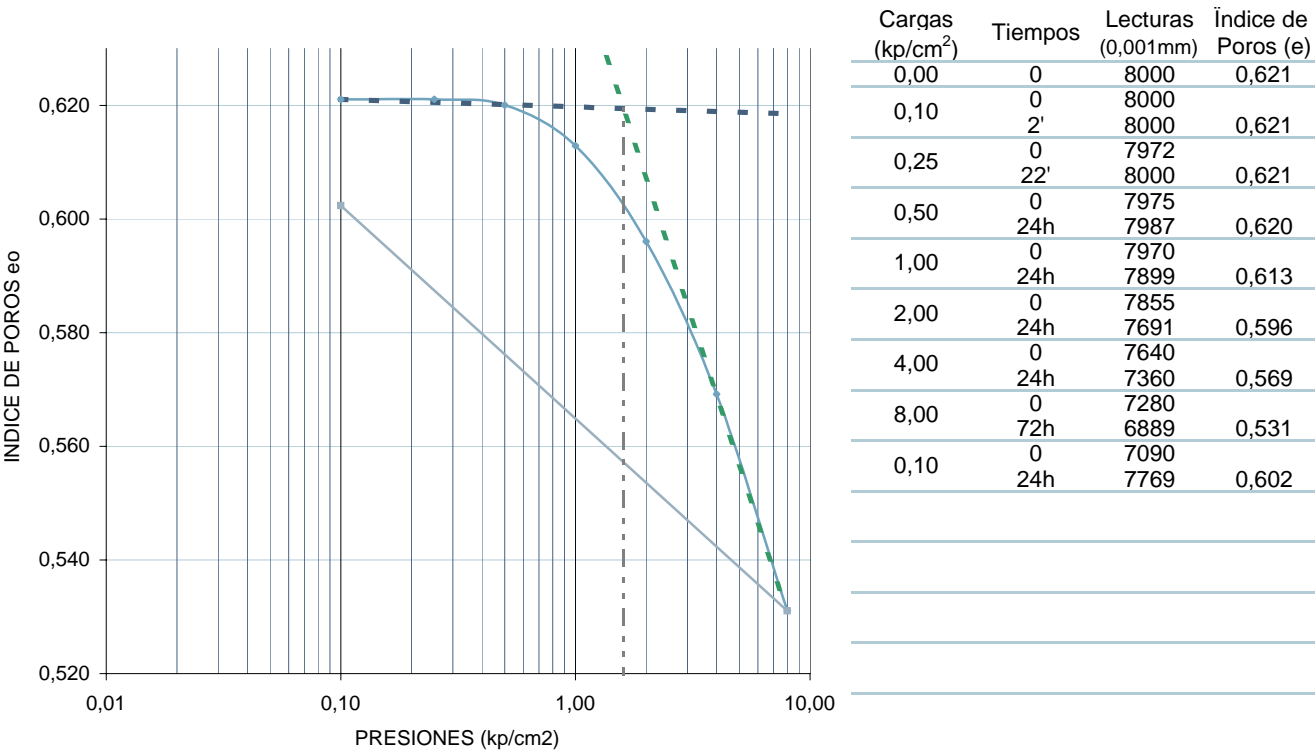
Inicio

21,60

Fin

DIMENSIONES DE LA PROBETA		PARÁMETROS DE LA PROBETA	
Diámetro (cm):	5,00	Humedad Inicial (%):	23,62
Altura (cm):	2,00	Humedad final (%):	24,97
Sección (cm²):	19,63	Índice de Poros Inicial (e ₀):	0,621
Volumen (cm³):	39,27		
Peso esp. partículas (g/cm³):	2,670		
Densidad Seca (KN/m³):	1,65		

CURVA EDOMÉTRICA

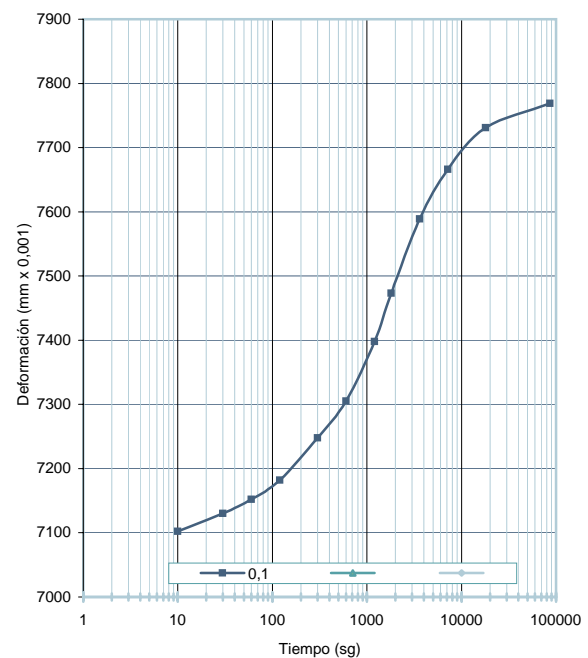
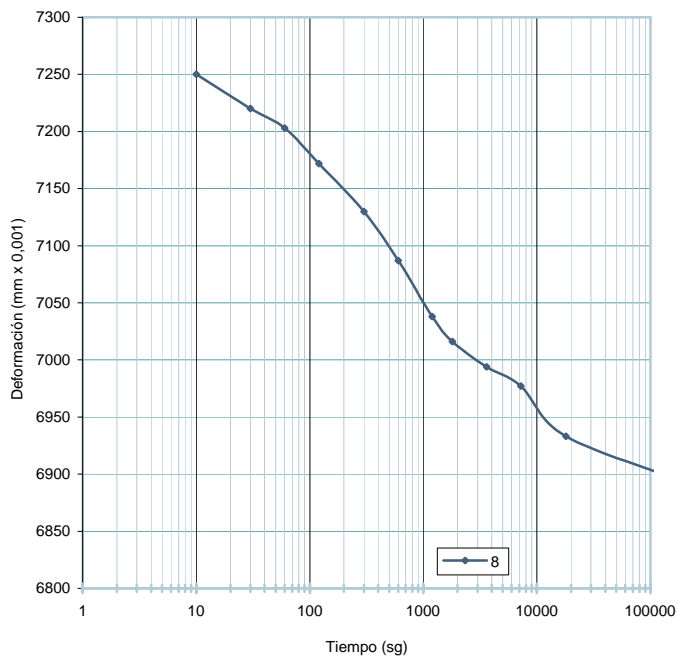
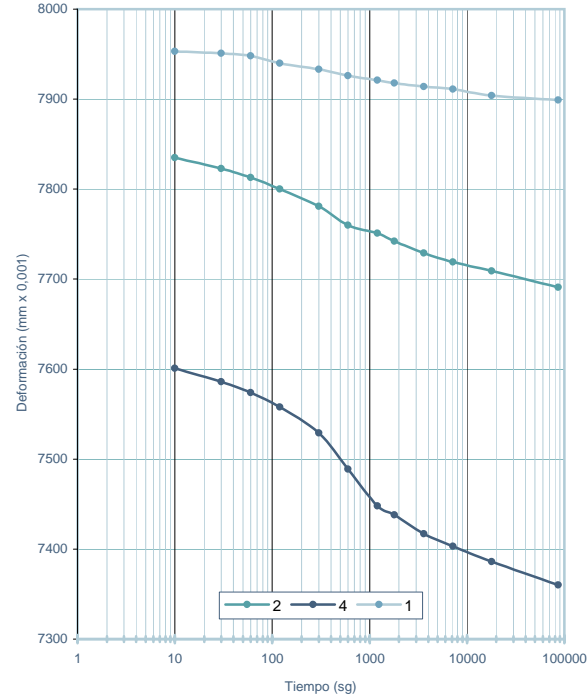
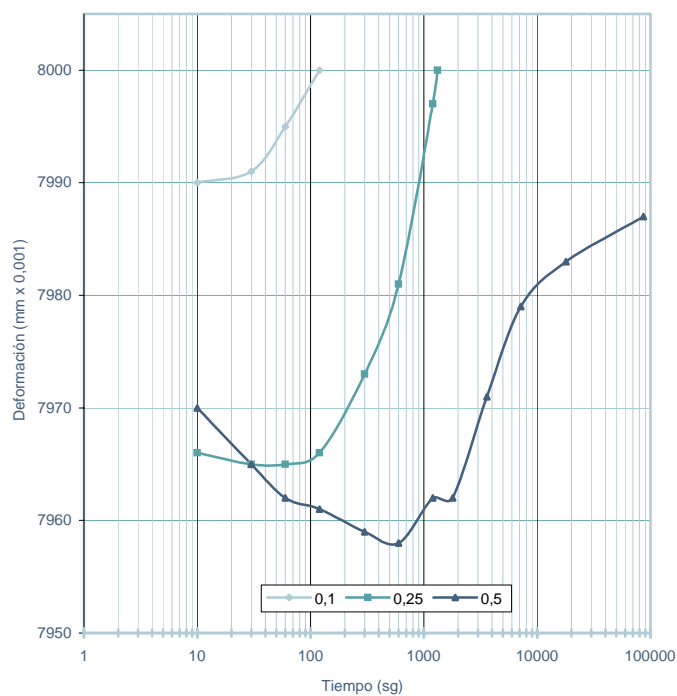


Ind. Hinchamiento (C _s):	0,002
Ind. De compresión (C _c):	0,127
Presión de preconsolidación (kp/cm²):	1,604

OBSERVACIONES:

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL EN EDÓMETRO (UNE 7392)

Cliente: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A. Inicio Fin
 Trabajo: APARCAMIENTO EN C/ CARRIL DE LA CORDOBESA (MÁLAGA) Cota (m): 21,00 21,60
 Muestra: S-7



VºBº

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Angel Martínez Girón

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SEO5
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº

DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luís Rojas de la Puerta

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)				
<u>1.- Información general</u>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 21.00-21.60	Muestra: S-7	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	11.516,0	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<u>4.- Evaluación del conjunto</u>				
El suelo presenta un grado de agresividad medio por consiguiente la clase específica de exposición es: (Q _B).				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS N° DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05 BOJA N°: 59 DE 28/03/05
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

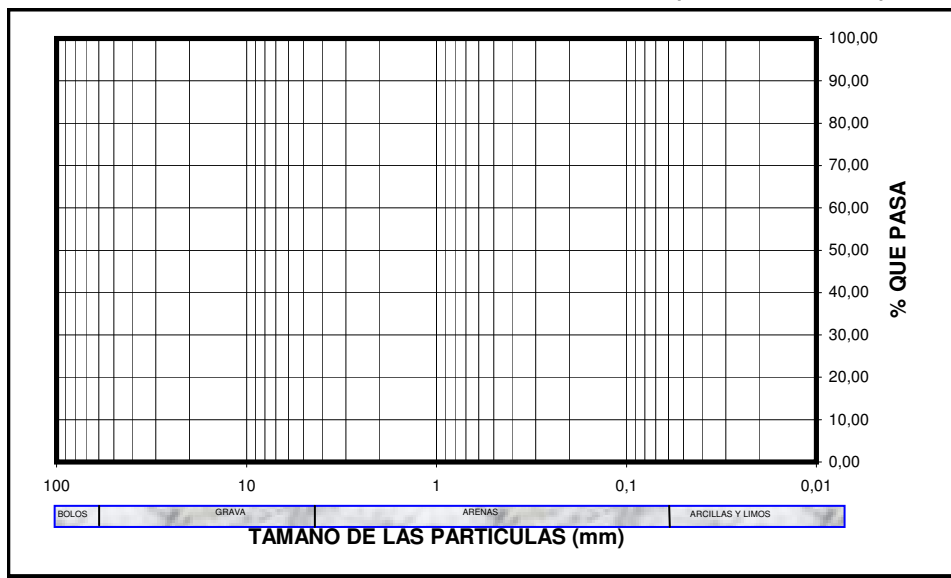
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-7

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 28,45-28,80

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c =$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u =$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA											

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

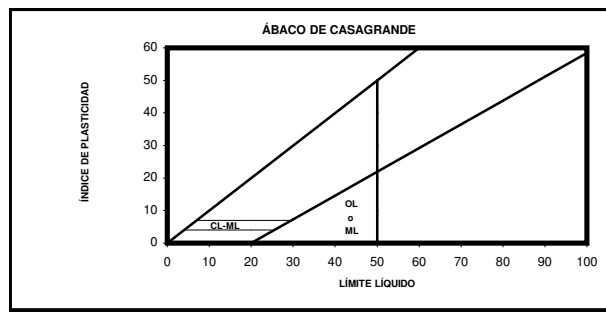
ÍNDICE DE PLASTICIDAD

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

23,30

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

2,05

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

1,66

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103 401 98)

Cliente: SDAD. MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A.
 Trabajo: APARCAMIENTO (MÁLAGA)
 Muestra: S-7 Cota (m): 28.45-28.80

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Diámetro (mm): 50
 Altura (mm): 25
 Área (cm²): 19,63
 Volumen (cm³): 49,08

PARÁMETROS FÍSICOS DE LAS PROBETAS

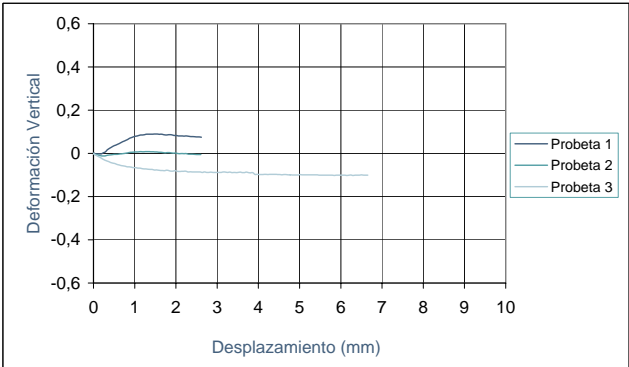
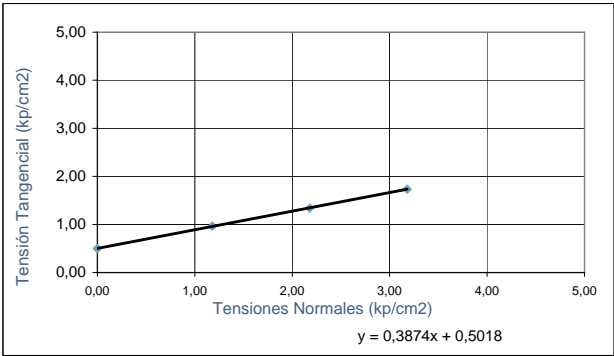
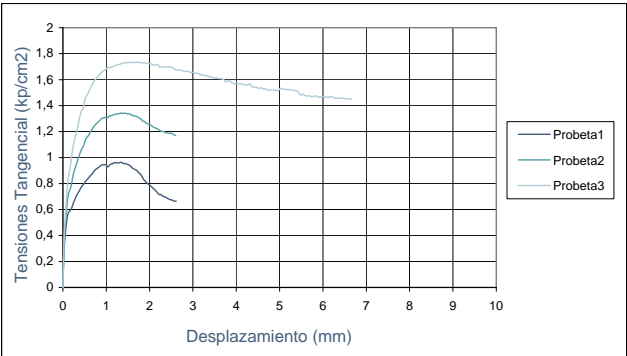
	I	II	III
Humedad inicial (%):	24,6	23,28	22,03
Humedad final (%):	25,63	24,33	23,09
Densidad seca (g/cm³):	1,62	1,66	1,69

PARÁMETROS DEL ENSAYO

Velocidad del Ensayo (mm/min): 0,05
 Tipo de Ensayo: CD

TENSIONES APLICADAS A LAS PROBETAS

	I	II	III
T. Normal (kp/cm²):	1,18	2,18	3,18
T. Tangencial (kp/cm²):	0,96	1,34	1,74



COHESIÓN (kp/cm²): 0,5
 ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (°): 22,35

VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Angel Martínez Girón

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SEO5
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luís Rojas de la Puerta

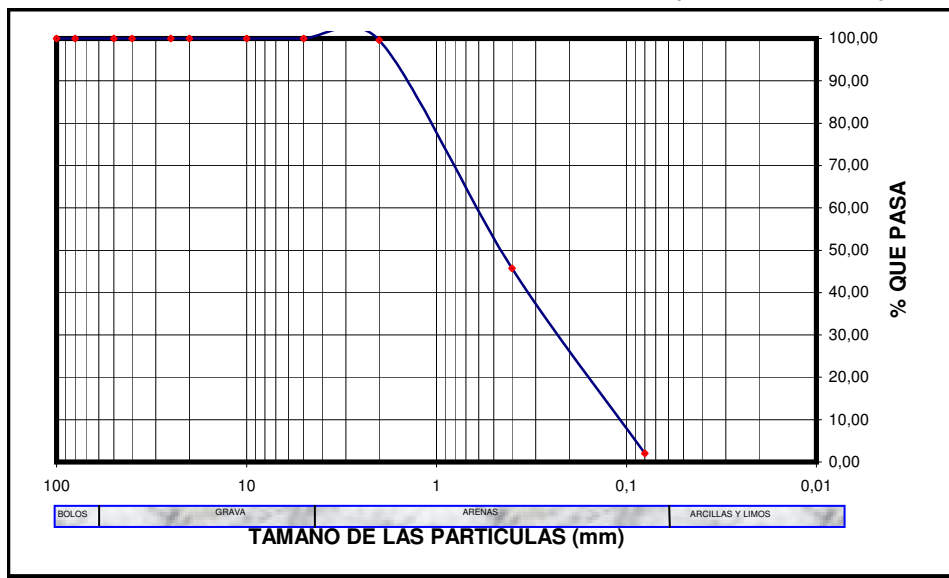
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-8

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 2,40-3,00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,7$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,62	45,70	2,03

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

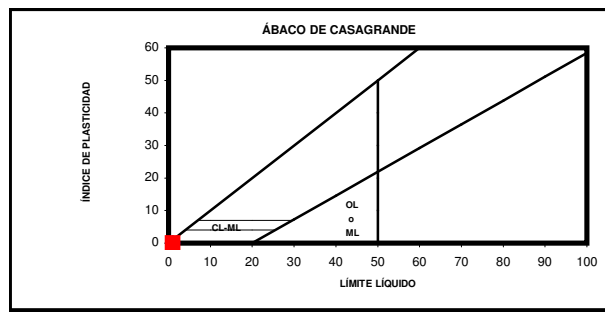
CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO

SP
A-1-b
0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas mal graduadas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

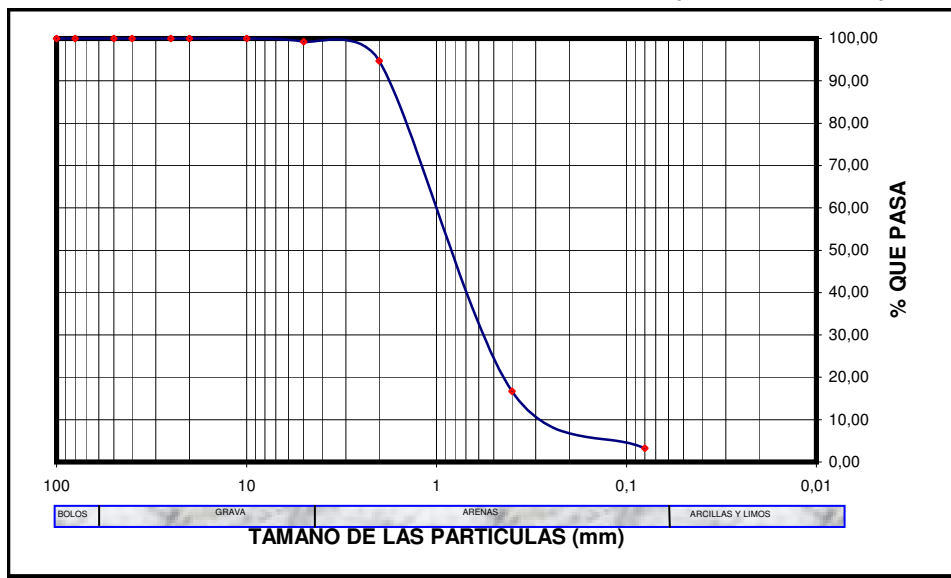
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-8

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 11,40-12,00

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 5,4$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,27	94,74	16,68	3,28

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

--

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

--

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

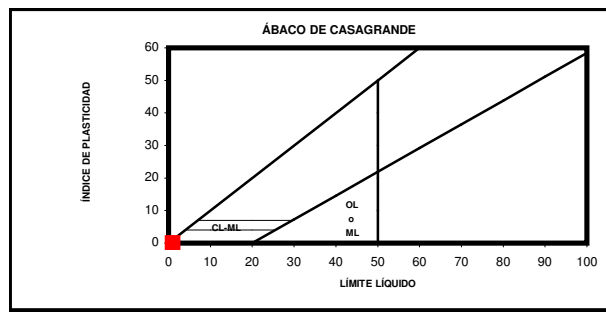
CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

HRB/AASHTO

ÍNDICE DE GRUPO

SW
A-1-b
0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas bien graduadas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 11.40-12.00	Muestra: S-8	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	NC	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
Suelo no agresivo.				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

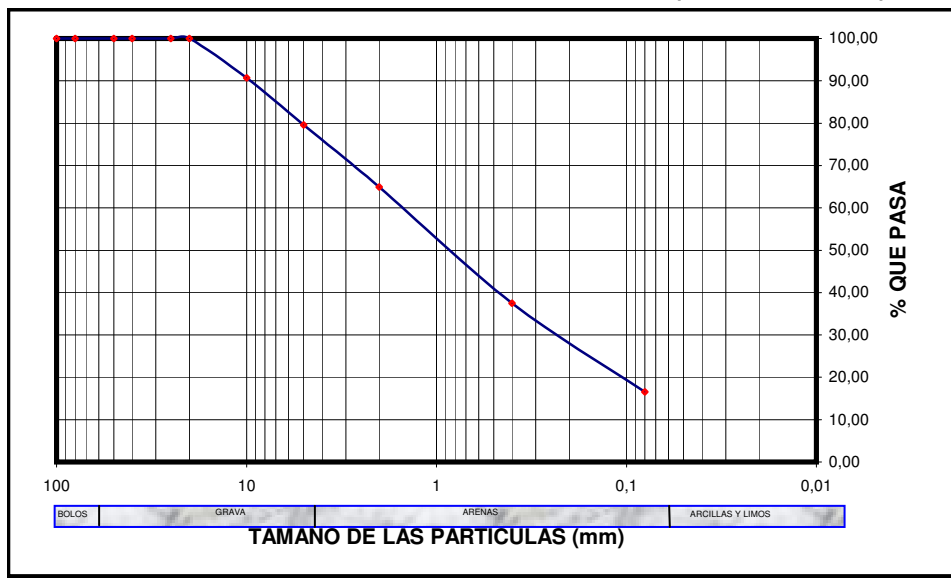
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-8

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 13,00-13,80

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,0$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 35,4$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	90,68	79,63	64,91	37,50	16,54

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) --

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) --

ÍNDICE DE PLASTICIDAD N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

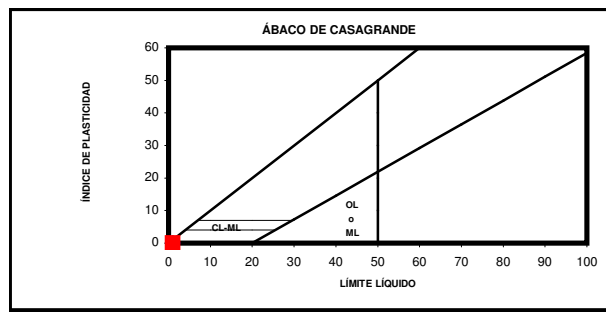
SM

HRB/AASHTO

A-1-b

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arenas limosas

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº. 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

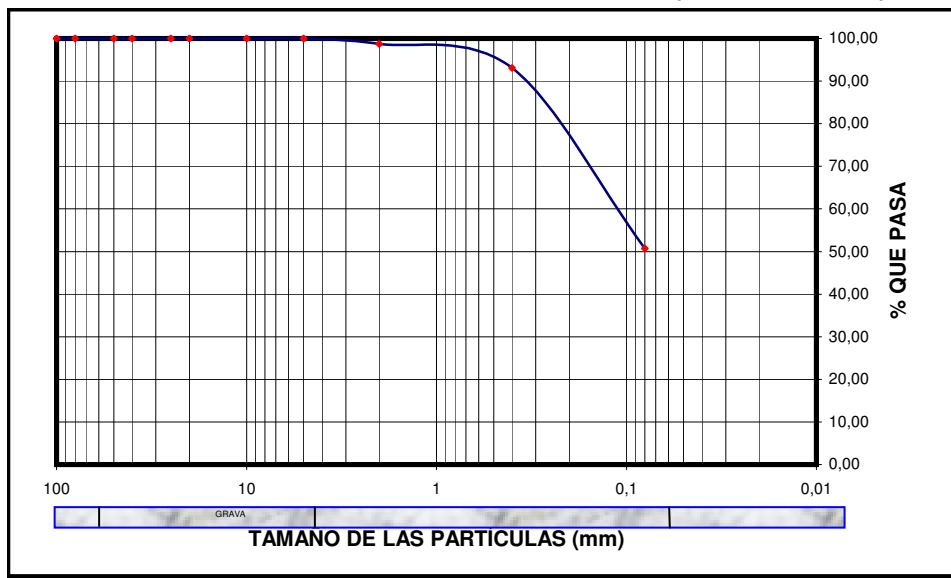
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-8

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 15,60-16,20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 0,9$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 9,5$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,70	93,10	50,70

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94)

N.P.

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93)

N.P.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

N.P.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM

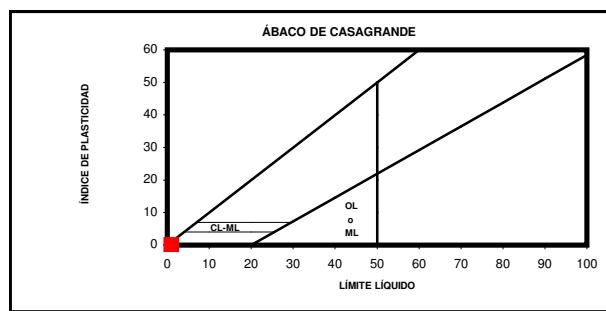
ML

HRB/AASHTO

A-4

ÍNDICE DE GRUPO

0



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Limo arenoso

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

23,96

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

2,09

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

1,69

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103 401 98)

Cliente: SDAD. MUNICIPAL DE APARCAMIENTO Y SERVICIOS S.A.
 Trabajo: APARCAMIENTO (MÁLAGA)
 Muestra: S-8 Cota (m): 15.60-16.20

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Diámetro (mm): 50
 Altura (mm): 25
 Área (cm²): 19,63
 Volumen (cm³): 49,08

PARÁMETROS FÍSICOS DE LAS PROBETAS

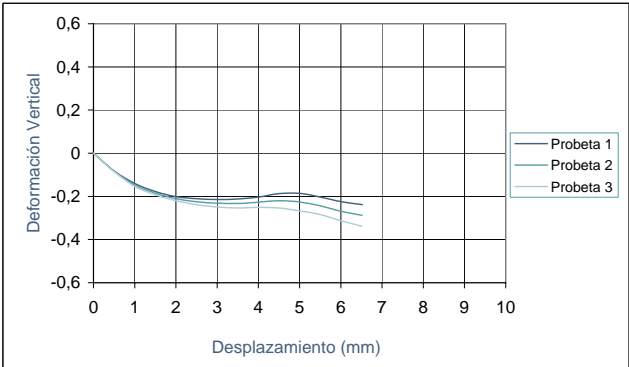
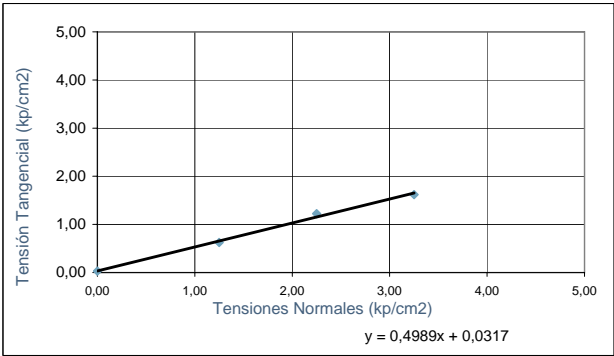
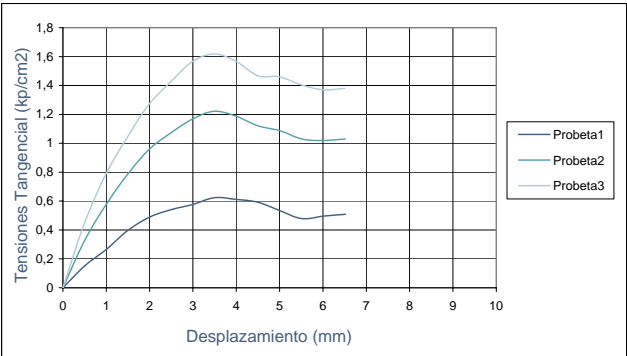
	I	II	III
Humedad inicial (%):	23,44	23,95	24,5
Humedad final (%):	23,44	23,95	24,5
Densidad seca (g/cm³):	1,71	1,69	1,66

PARÁMETROS DEL ENSAYO

Velocidad del Ensayo (mm/min): 0,5
 Tipo de Ensayo: U

TENSIONES APLICADAS A LAS PROBETAS

	I	II	III
T. Normal (kp/cm²):	1,25	2,25	3,25
T. Tangencial (kp/cm²):	0,62	1,22	1,62



COHESIÓN (kp/cm²): 0,03
 ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO (º): 28,65

VºBº
 RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
 DEL GRUPO DE AREAS DE GEOTECNIA
 Fdo. D. Angel Martínez Girón

ENSAYO ACREDITADO
 Nº INSCRIPCIÓN LABORATORIO LE044-SEO5
 BOJA Nº 103 DE 30/05/2005

VºBº
 DIRECTOR DE LABORATORIO
 Fdo. D. Jose Luís Rojas de la Puerta

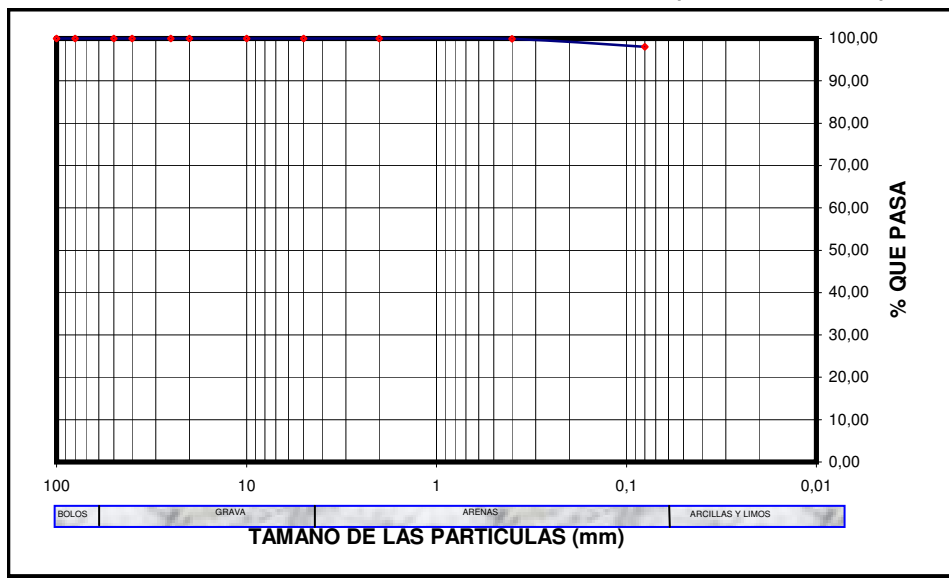
ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

REFERENCIA: I-MGE-106/07
MUESTRA: S-8

PROYECTO: S.M. APARCAMIENTOS Y SERVICIOS
PROFUNDIDAD: 28,40-28,80

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)



$$C_c = D_{30}^2 / D_{60} \cdot D_{10}$$

$$C_c = 1,5$$

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

$$C_u = 6,0$$

TAMICES (% QUE PASA)

UNE	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	4"	3"	2"	1,5"	1"	3/4"	3/8"	N.º 4	N.º 10	N.º 40	N.º 200
% QUE PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,97	99,90	98,06

LÍMITES DE ATTERBERG.

LÍMITE LÍQUIDO (UNE 103-103/94) **39,4**

LÍMITE PLÁSTICO (UNE 103-104/93) **19,5**

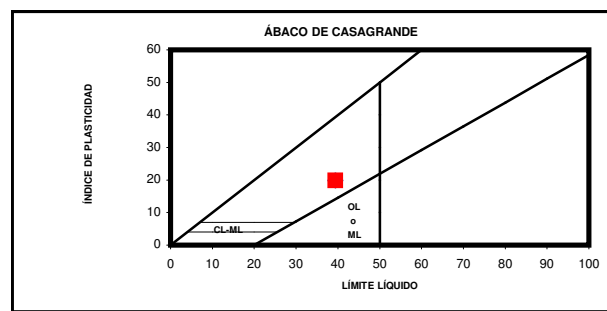
ÍNDICE DE PLASTICIDAD **19,9**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

USCS/ASTM **CL**

HRB/AASHTO **A-6**

ÍNDICE DE GRUPO **21**



DESCRIPCIÓN DEL SUELO (ASTM.D-2487/00):

Arcillas inorgánicas de baja plasticidad

OTRAS PROPIEDADES

%HUMEDAD NT.(UNE103-300/93)

D. APARENTE(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

D. SECA(gr/cm³) (UNE 103-301/94)

CAMBIO POTENCIAL DE VOLUMEN

(E. LAMBE) (UNE 103-600/96)

P.V.C.

ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (kp/cm²)

CLASIFICACIÓN

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo: Juan Carlos Illescas Navarro
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

Málaga a 11 de Septiembre del 2007

Fdo: Matias Camacho Parrilla
Ing De Caminos, Canales y Puertos

<p align="center">ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE SUELO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)</p>				
<p align="center"><u>1.- Información general</u></p>				
Referencia: I-MGE-106/07				
Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		Profundidad: 28.40-28.80	Muestra: S-8	
Fecha de muestreo:				
<u>2.- Resultados de los ensayos según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.-Grado de agresividad</u>		
Parámetro comprobado	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Acidez Baumann-Gully (en ml/kg)	---	>20	-	-
Contenido en sulfatos, SO ₄ ²⁻ (en mg/kg)	2.424,13	2.000 a 3.000	3.000 a 12.000	> 12.000
<p align="center"><u>4.- Evaluación del conjunto</u></p>				
El suelo presenta un grado de agresividad débil por consiguiente la clase específica de exposición es: (Q _A).				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

<p align="center">REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS</p> <p align="center">Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05</p> <p align="center">BOJA Nº: 59 DE 28/03/05</p>
--

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 11 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

ACTA DE RESULTADO DE ENSAYOS INFORME DEL ENSAYO PARA EL ANÁLISIS DE AGUA DE CONTACTO ANEXO 5 EHE (DETERMINACIÓN DE CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN)				
<u>1.- Información general</u>				
Referencia: I-MGE-106/07		Proyecto: SOCIEDAD MUNICIPAL DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS		
Muestra: S-8		Profundidad: 4.50 m		
Fecha de toma: 24/09/07				
<u>2.- Análisis del agua según Anejo 5 de la EHE</u>		<u>3.- Grado de agresividad</u>		
Parámetro	Resultado ensayo	Ataque Débil (Q _A)	Ataque Medio (Q _B)	Ataque Fuerte (Q _C)
Valor del pH	7,57	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5
Magnesio (Mg ²⁺) (mg/l)	126,36	300-1000	1000-3000	>3000
Amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	0,2	15-30	30-60	>60
Sulfatos (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	282,23	200-600	600-3000	>3000
CO ₂ (mg/l)	NC	15-40	40-100	>100
Residuo seco (mg/l)	1506	75-150	50-75	<50
Cloruros (Cl ⁻) (mg/l) UNE 7178/60	369,2	-	-	-
La evaluación del agua se ha basado en el valor que se considera en el grado más elevado de la categoría de agresividad, incluso si este valor representa sólo uno de los parámetros. Cuando dos o más valores estén por encima del cuantil superior de una categoría particular o en el cuantil inferior en el caso del pH, el agua se asignará al nivel próximo más elevado (excepto en el caso del agua de mar o de lluvia).				
<u>4.- Evaluación</u>				
El agua presenta un grado de agresividad débil por consiguiente la clase específica de exposición es: (Q _A).				

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS

DIRECTOR DE LABORATORIO

REGISTRO DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
Nº DE INSCRIPCIÓN LABORATORIO. LE-032-MA05
BOJA Nº: 59 DE 28/03/05

Fdo: Silvia Heredia Guerrero
Químico

Málaga a 25 de Septiembre de 2007

Fdo: Matías Camacho Parrilla
Ing. De Caminos, Canales y Puertos

6.6.- PARTES DE ENSAYOS DE PERMEABILIDAD

PARTE DE ENSAYO LEFRANC

Referencia trabajo: I-MGE-106/07 **Cliente:** SDAD. MUNICIPAL. DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A.
Obra: Aparcamiento subterráneo para residentes
Barriada La Princesa (MÁLAGA)

Sondeo: S-1 **Profundidad:** 16,00-16,50

Diámetro cavidad (d):	0,101 m
Altura cavidad (l):	0,50 m
Prof. N.F. respecto a boca entubación (H):	4,60 m
Altura de la lámina de agua sobre la rasante (Hr):	0,50 m
Diámetro revestimiento (dr):	0,98 m
Prof. Cavidad (H):	16,50 m

ENSAYO LEFRANC CON CARGA CONSTANTE

Tiempo (min)	Lectura (m ³)	Caudales parciales (m ³ /s)	Caudal medio aportado régimen estacionario (m ³ /s)	Coefficiente de toma m (m ⁻¹)	Permeabilidad k (m/s)
0	6,4307		1,26E-05	0,73	2,00E-06
2	6,4321	1,17E-05			
5	6,4342	1,17E-05			
7	6,4357	1,25E-05			
10	6,4380	1,28E-05			
15	6,4429	1,63E-05			
20	6,4457	9,33E-06			
25	6,4497	1,33E-05			
30	6,4536	1,30E-05			

ENSAYO LEFRANC CON CARGA VARIABLE

Tiempo (min)	Descenso (m)	Δt (seg)	H (m)	Permeabilidad k (m/s)	Permeabilidad media (m/s)
5	3,50	300	12,75	1,5918E-06	7,56E-07
10	4,50	300	11,75	5,0406E-07	
15	4,80	300	11,45	1,7096E-07	
20	4,90	300	11,35		
25	4,90	300	11,35		
30		300	16,25		

PARTE DE ENSAYO LEFRANC

Referencia trabajo: I-MGE-106/07 **Cliente:** SDAD. MUNICIPAL. DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A.
Obra: Aparcamiento subterráneo para residentes
Barriada La Princesa (MÁLAGA)

Sondeo: S-1 **Profundidad:** 25,00-25,60

Diámetro cavidad (d):	0,101 m
Altura cavidad (l):	0,60 m
Prof. N.F. respecto a boca entubación (H):	0,50 m
Altura de la lámina de agua sobre la rasante (Hr):	0,50 m
Diámetro revestimiento (dr):	0,98 m
Prof. Cavidad (H):	25,60 m

ENSAYO LEFRANC CON CARGA CONSTANTE

Tiempo (min)	Lectura (m ³)	Caudales parciales (m ³ /s)	Caudal medio aportado régimen estacionario (m ³ /s)	Coefficiente de toma m (m ⁻¹)	Permeabilidad k (m/s)
0	6,4617		1,41E-06	0,66	1,86E-06
2	6,4620	2,50E-06			
5	6,4623	1,67E-06			
7	6,4625	1,67E-06			
10	6,4627	1,11E-06			
15	6,4631	1,33E-06			
20	6,4634	1,00E-06			
25	6,4637	1,00E-06			
30	6,4640	1,00E-06			

ENSAYO LEFRANC CON CARGA VARIABLE

Tiempo (min)	Descenso (m)	Δt (seg)	H (m)	Permeabilidad k (m/s)	Permeabilidad media (m/s)
5	0,70	300	24,60	4,3293E-07	2,66E-07
10	1,30	300	24,00	3,6912E-07	
15	1,80	300	23,50	2,2526E-07	
20	2,10	300	23,20	1,5180E-07	
25	2,30	300	23,00	1,5312E-07	
30	2,50	300	22,80		

PARTE DE ENSAYO LEFRANC

Referencia trabajo: I-MGE-106/07 **Cliente:** SDAD. MUNICIPAL. DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A.

Obra: Aparcamiento subterráneo para residentes
Barriada La Princesa (MÁLAGA)

Sondeo: S-3 **Profundidad:** 10,00-10,50

Diámetro cavidad (d):	0,98 m
Altura cavidad (l):	0,50 m
Prof. N.F. respecto a boca entubación (H):	3,00 m
Altura de la lámina de agua sobre la rasante (Hr):	0,50 m
Diámetro revestimiento (dr):	0,98 m
Prof. Cavidad (H):	10,50 m

ENSAYO LEFRANC CON CARGA CONSTANTE

Tiempo (min)	Lectura (m ³)	Caudales parciales (m ³ /s)	Caudal medio aportado régimen estacionario (m ³ /s)	Coefficiente de toma m (m ⁻¹)	Permeabilidad k (m/s)
0	6,4912		1,27E-05	0,16	6,58E-07
2	6,4926	1,17E-05			
5	6,4946	1,11E-05			
7	6,4960	1,17E-05			
10	6,4983	1,28E-05			
15	6,5023	1,33E-05			
20	6,5063	1,33E-05			
25	6,5104	1,37E-05			
30	6,5145	1,37E-05			

ENSAYO LEFRANC CON CARGA VARIABLE

Tiempo (min)	Descenso (m)	Δt (seg)	H (m)	Permeabilidad k (m/s)	Permeabilidad media (m/s)
5	3,50	300	6,75	5,9524E-05	4,02E-05
10	4,45	300	5,80	2,0841E-05	
15	4,75	300	5,50		
20	4,75	300	5,50		
25	4,75	300	5,50		
30		300	10,25		

PARTE DE ENSAYO LEFRANC

Referencia trabajo: I-MGE-106/07 **Cliente:** SDAD. MUNICIPAL. DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A.
Obra: Aparcamiento subterráneo para residentes
Barriada La Princesa (MÁLAGA)

Sondeo: S-3 **Profundidad:** 20,00-21,00

Diámetro cavidad (d):	0,101 m
Altura cavidad (l):	1,00 m
Prof. N.F. respecto a boca entubación (H):	3,40 m
Altura de la lámina de agua sobre la rasante (Hr):	1,00 m
Diámetro revestimiento (dr):	0,98 m
Prof. Cavidad (H):	21,00 m

ENSAYO LEFRANC CON CARGA CONSTANTE

Tiempo (min)	Lectura (m ³)	Caudales parciales (m ³ /s)	Caudal medio aportado régimen estacionario (m ³ /s)	Coefficiente de toma m (m ⁻¹)	Permeabilidad k (m/s)
0	6,5181		7,58E-06	0,48	1,06E-06
2	6,5191	8,33E-06			
5	6,5204	7,22E-06			
7	6,5213	7,50E-06			
10	6,5226	7,22E-06			
15	6,5248	7,33E-06			
20	6,5269	7,00E-06			
25	6,5291	7,33E-06			
30	6,5317	8,67E-06			

ENSAYO LEFRANC CON CARGA VARIABLE

Tiempo (min)	Descenso (m)	Δt (seg)	H (m)	Permeabilidad k (m/s)	Permeabilidad media (m/s)
5	2,50	300	18,00	8,7558E-07	3,80E-07
10	3,70	300	16,80	4,6154E-07	
15	4,30	300	16,20	3,1729E-07	
20	4,70	300	15,80	1,6167E-07	
25	4,90	300	15,60	8,1613E-08	
30	5,00	300	15,50		

PARTE DE ENSAYO LEFRANC

Referencia trabajo: I-MGE-106/07 **Cliente:** SDAD. MUNICIPAL. DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A.
Obra: Aparcamiento subterráneo para residentes
Barriada La Princesa (MÁLAGA)

Sondeo: S-4 **Profundidad:** 8,50-9,80

Diámetro cavidad (d):	0,101 m
Altura cavidad (l):	1,30 m
Prof. N.F. respecto a boca entubación (H):	4,10 m
Altura de la lámina de agua sobre la rasante (Hr):	0,50 m
Diámetro revestimiento (dr):	0,113 m
Prof. Cavidad (H):	9,80 m

ENSAYO LEFRANC CON CARGA CONSTANTE

Tiempo (min)	Lectura (m ³)	Caudales parciales (m ³ /s)	Caudal medio aportado régimen estacionario (m ³ /s)	Coefficiente de toma m (m ⁻¹)	Permeabilidad k (m/s)
0			2,63E-04	0,40	2,55E-05
2	0,0530	4,42E-04			
5	0,0980	2,50E-04			
7	0,1270	2,42E-04			
10	0,2030	4,22E-04			
15	0,2690	2,20E-04			
20	0,3390	2,33E-04			
25	0,3850	1,53E-04			
30	0,4270	1,40E-04			

ENSAYO LEFRANC CON CARGA VARIABLE

Tiempo (min)	Descenso (m)	Δt (seg)	H (m)	Permeabilidad k (m/s)	Permeabilidad media (m/s)
5	3,37	300	5,78	1,1230E-06	3,73E-07
10	3,95	300	5,20	6,3108E-07	
15	4,25	300	4,90	6,5220E-08	
20	4,28	300	4,87	4,3704E-08	
25	4,30	300	4,85	0,0000E+00	
30	4,30	300	4,85		

PARTE DE ENSAYO LEFRANC

Referencia trabajo: I-MGE-106/07 **Cliente:** SDAD. MUNICIPAL. DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A.
Obra: Aparcamiento subterráneo para residentes
Barriada La Princesa (MÁLAGA)

Sondeo: S-5 **Profundidad:** 9,50-10,00

Diámetro cavidad (d):	0,101 m
Altura cavidad (l):	0,50 m
Prof. N.F. respecto a boca entubación (H):	4,30 m
Altura de la lámina de agua sobre la rasante (Hr):	0,50 m
Diámetro revestimiento (dr):	0,113 m
Prof. Cavidad (H):	10,00 m

ENSAYO LEFRANC CON CARGA CONSTANTE

Tiempo (min)	Lectura (m ³)	Caudales parciales (m ³ /s)	Caudal medio aportado régimen estacionario (m ³ /s)	Coefficiente de toma m (m ⁻¹)	Permeabilidad k (m/s)
0	0,0000		2,12E-04	0,73	3,61E-05
2	0,0330	2,75E-04			
5	0,0700	2,06E-04			
7	0,1070	3,08E-04			
10	0,1610	3,00E-04			
15	0,2020	1,37E-04			
20	0,2420	1,33E-04			
25	0,2900	1,60E-04			
30	0,3430	1,77E-04			

ENSAYO LEFRANC CON CARGA VARIABLE

Tiempo (min)	Descenso (m)	Δt (seg)	H (m)	Permeabilidad k (m/s)	Permeabilidad media (m/s)
5	2,80	300	6,95	1,5460E-06	8,14E-07
10	3,33	300	6,42	6,7957E-07	
15	3,55	300	6,20	1,6387E-06	
20	4,05	300	5,70	1,7171E-07	
25	4,10	300	5,65	3,4525E-08	
30	4,11	300	5,64		

PARTE DE ENSAYO LEFRANC

Referencia trabajo: I-MGE-106/07 **Cliente:** SDAD. MUNICIPAL. DE APARCAMIENTOS Y SERVICIOS, S.A.
Obra: Aparcamiento subterráneo para residentes
Barriada La Princesa (MÁLAGA)

Sondeo: S-8 **Profundidad:** 17,50-30,00

Diámetro cavidad (d):	0,086 m
Altura cavidad (l):	12,50 m
Prof. N.F. respecto a boca entubación (H):	21,80 m
Altura de la lámina de agua sobre la rasante (Hr):	0,30 m
Diámetro revestimiento (dr):	0,113 m
Prof. Cavidad (H):	17,80 m

ENSAYO LEFRANC CON CARGA CONSTANTE

Tiempo (min)	Lectura (m ³)	Caudales parciales (m ³ /s)	Caudal medio aportado régimen estacionario (m ³ /s)	Coefficiente de toma m (m ⁻¹)	Permeabilidad k (m/s)
0			2,15E-04	0,07	7,12E-07
2	0,0410	3,42E-04			
5	0,1390	5,44E-04			
7	0,1950	4,67E-04			
10	0,2610	3,67E-04			
15	0,2610	0,00E+00			
20	0,2610	0,00E+00			
25	0,2610	0,00E+00			
30	0,2610	0,00E+00			

ENSAYO LEFRANC CON CARGA VARIABLE

Tiempo (min)	Descenso (m)	Δt (seg)	H (m)	Permeabilidad k (m/s)	Permeabilidad media (m/s)
5	0,03	300	11,52	2,4299E-09	1,70E-09
10	0,05	300	11,50	2,4341E-09	
15	0,07	300	11,48	1,2187E-09	
20	0,08	300	11,47	1,2197E-09	
25	0,09	300	11,46	1,2208E-09	
30	0,10	300	11,45		

6.7.- DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA









































































CAJA 1



CAJA 2









Sondeo mecánico rotativo S-1



Sondeo mecánico rotativo S-2



Sondeo mecánico rotativo S-3



Sondeo mecánico rotativo S-4



Sondeo mecánico rotativo S-5



Sondeo mecánico rotativo S-6



Sondeo mecánico rotativo S-7



Sondeo mecánico rotativo S-8



Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH P-1



Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH P-2



Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH P-3



Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH P-4



Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH P-5



Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH P-6



Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH P-7



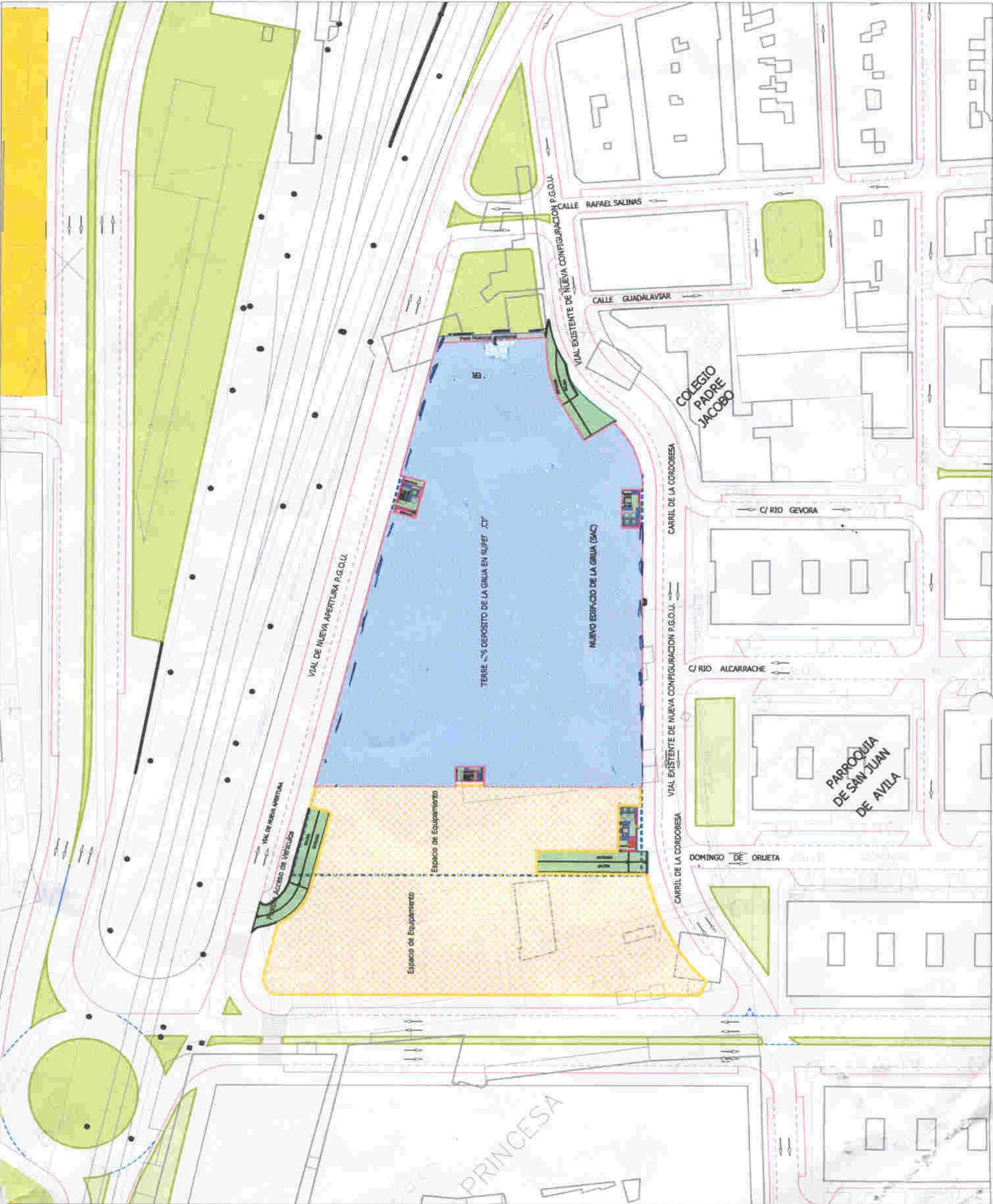
Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH P-8



Ensayo de penetración dinámica tipo DPSH P-9



6.8.- DOCUMENTACIÓN FACILITADA POR EL CLIENTE



Superficie Destinada a Equipamiento:	5.339,15 m²
Superficie Destinada a S.A.C.:	7.928,14 m²
Superficie de aparcamiento ocupada en cubierta:	758,71 m²

Superficie Total:	14.026 m²
-------------------	-----------

Ayuntamiento de Málaga
 Plana de Proyecto Local, Trámite de Declaración de Interés Municipal y Aprobación de la Ordenanza Municipal de Urbanismo y Movilidad Urbana

PROYECTO MUNICIPAL DE LA GRUA
 APARCAMIENTO PARA EL DEPOSITO MUNICIPAL DE LA GRUA
 (MÁLAGA) (MÁLAGA) (MÁLAGA)

PLANTA CUARTA
 1:1000
 JUNIO 2007