



Firmas del Documento

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma


 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	


**INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE
VIVIENDAS EN C/ ZAMORANO Nº68, MÁLAGA**

**PETICIONARIO: INSTITUTO MUNICIPAL DE LA
VIVIENDA. AYUNTAMIENTO DE
MÁLAGA.**

N/REF: 104-EG-08

FECHA: FEBRERO DE 2008

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA	
INDICE	
Expediente	Fecha
1.- PETICIONARIO 25577	SEVILLA 10/03/2008
2.- SITUACION	
3.- OBJETO DEL ESTUDIO	
4.- TRABAJOS	
4.1.- Trabajos de campo	
4.1.1.- Replanteo y cotas	
4.1.2.- Sondeo rotativo vertical	
4.1.3.- Toma de muestras	
4.1.4.- Standard Penetration Test (Ensayos S.P.T.)	
4.1.5.- Ensayos de penetración dinámica	
4.1.6.- Determinación del nivel freático	
4.2.- Ensayos de laboratorio	
5.- RESULTADOS	
5.1.- Características Geológicas del terreno	
5.2.- Características Geotécnicas del terreno	
5.2.1.- Interpretación del sondeo rotativo	
5.2.2.- Interpretación de los ensayos de penetración	
5.2.3.- Nivel freático	
5.2.4.- Interpretación de los ensayos de laboratorio	

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA</p>		
6.- CIMENTACION	Expediente	Fecha
6.1.- Consideraciones generales		SEVILLA 10/03/2008
6.2.- Cimentación con losa continua con pozos de mejora		
6.2.1.- Profundidad de cimentación		
6.2.2.- Consideraciones de carga admisible		
6.3.- Cimentación con pilotes ó micropilotes		
6.3.1.- Tipo y dimensionamiento		
6.3.2.- Longitud de pilotaje		
6.3.3.- Medidas adicionales		
7.- AGRESIVIDAD		
8.- CONCLUSIONES		
9.- ANEJOS		
9.1.- ANEJO Nº I.- Estratigrafía del terreno y clasificación de suelos		
9.2.- ANEJO Nº II.- Diagramas de penetración		
9.3.- ANEJO Nº III.- Ensayos de laboratorio		
9.4.- ANEJO Nº IV.- Planos		
9.4.1.- Situación		
9.4.2.- Localización de ensayos		
9.5.- ANEJO Nº V.- Cálculos geotécnicos		
9.6.- ANEJO Nº VI.- Documentación fotográfica		

INFORME GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE VIVIENDAS EN CA/ ZAMORANO Nº68, MÁLAGA.	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
VISADO	

1.- PETICIONARIO

INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA, AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA ha solicitado de **ENYPSA**, (Laboratorio Acreditado por la **Junta de Andalucía**), el Estudio Geotécnico de un solar en Málaga.

2.- SITUACION

El solar se sitúa en calle Zamorano nº68, Málaga.

El Proyecto constará con las alturas de edificación siguientes:

- Una planta baja
- Una planta general

3.- OBJETO DEL ESTUDIO

El presente Estudio Geotécnico tiene por objeto determinar la capacidad portante del terreno, el tipo de cimentación más idónea, así como la cota de cimentación.

El nuevo Código Técnico de la Edificación (C.T.E.) aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, se establece como la Norma de aplicación a las edificaciones públicas o privadas.

Según el C.T.E., la edificación que se proyecta en el solar de estudio se clasifica según tipo:

- C-0
Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida total inferior a 300 m².

Según el C.T.E., el tipo del terreno existente en la zona donde se ubicará la vivienda se clasifica según tipo:


- T-2
Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 metros.

A la hora de evaluar el número de puntos de reconocimiento necesarios para caracterizar correctamente el subsuelo, y la profundidad de los sondeos rotativos, se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos:

1. Existe un nivel de rellenos de en torno a 6,00 metros, corroborado tanto por la columna estratigráfica del sondeo, como por el ensayo de penetración EP-2'.
2. El substrato natural existente es claramente diferenciable respecto de los rellenos, tanto por su naturaleza como por su cohesión, y así han sido claramente identificados mediante la testificación.

4.- TRABAJOS

4.1.- TRABAJOS DE CAMPO

 <div>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA</div>	
Los trabajos de campo realizados son los siguientes:	
Expediente	Fecha
<ul style="list-style-type: none">• Replanteo y cotas• Sondeo rotativo vertical con recuperación de muestra continua• Toma de muestras en sondeo rotativo• Ensayos S.P.T. de penetración dinámica en sondeo rotativo• Ensayos de penetración dinámica (EP)• Determinación del nivel freático.	SEVILLA 10/03/2008

4.1.1.- Replanteo y cotas

Se ha procedido a replantear los puntos donde se realizan el sondeo y ensayos de penetración, así como al levantamiento altimétrico de las bocas de los mismos.

La situación se puede observar en el plano de “Localización de ensayos” del Anejo “PLANOS”.

4.1.2.- Sondeo rotativo vertical

El objeto primordial de los sondeos es el de extraer muestras representativas de aquellos estratos que más condicionan el comportamiento conjunto del suelo al ser solicitado por los esfuerzos procedentes del futuro edificio.

Subsidiariamente a esta tarea principal, se acostumbra a obtener del sondeo un testigo continuo de los estratos que se van atravesando sobre el cual, y si no está demasiado alterado, se pueden realizar ensayos de identificación.

Con este testigo continuo se construye una columna estratigráfica que nos ayuda a definir la estratigrafía y naturaleza del subsuelo.

El tipo de sondeo empleado es el sondeo rotativo vertical con sonda tipo Cibeles y recuperación de muestra, con tubo sencillo.

Como complemento se realizan, en el interior del sondeo, ensayos S.P.T. a niveles seleccionados a fin de conocer la resistencia a la penetración de las capas atravesadas.

La máquina utilizada para realizar el sondeo es de accionamiento mecánico, que comienza el sondeo con \varnothing 101 mm. y termina con 86 mm.


Se ha realizado un (1) sondeo, siendo la profundidad alcanzada la siguiente:

Sondeo	Profundidad (m.)
SRV-1	15.45

4.1.3.- Toma de muestras

Durante la realización del sondeo rotativo, se han obtenido un total de cuatro (4) muestras.

En el cuadro que se adjunta podemos observar la profundidad a la que fueron extraídas.

 UNIVERSIDAD DE SEVILLA FACULTAD DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA	
25577	SEVILLA 10/03/2008
Sondeo	Profundidad (m.)
SRV-1	1.00-1.45
	3.00-3.45
	6.00-6.45
	9.00-9.45

4.1.4.- “Standard Penetration Test” (Ensayos S.P.T.)

Junto a los ensayos de penetración pura en los que el único dato que se obtiene es la resistencia al descenso de una barra, existen muchos ensayos, entre ellos el S.P.T. en los que se hince un tubo dentro del cual penetra el terreno, lo cual permite recuperar una muestra que nos informa de la naturaleza de la capa atravesada.

Se define el ensayo Standard de penetración dinámica (S.P.T.) como el número de golpes necesarios para conseguir una penetración de treinta centímetros (30 cm.) de un tomamuestras cuchara Standard de dos pulgadas (2”) de diámetro exterior y 1 3/8” interior, con una maza de 63.5 Kg. Cayendo desde una altura de setenta y seis centímetros (76 cm.).

La medida de 35 mm. de diámetro interior es demasiado pequeña para que pueda considerarse que la muestra del suelo que extrae es inalterada.

El modo de operar es el siguiente: sobre el fondo de la perforación se hunde el tomamuestras 15 cm. A partir de aquí el sondista contabiliza el número de golpes, N, que le son necesarios para hundir de nuevo la cuchara una profundidad de 30 cm. (15 + 15 con una parada en medio). El resultado del ensayo es la suma de golpes para las dos andanadas últimas, es decir:

$N = n^{\circ}$ de golpes para 30 cm. de penetración dinámica.

Se han realizado un total de seis (6) ensayos S.P.T.

En el cuadro que se adjunta podemos observar sondeo, profundidad, golpes necesarios y valor de N en este ensayo:

Sondeo	Profundidad	Golpes	N
SRV-1	1.45-1.90	5-6-5	11
	3.45-3.90	1-2-3	5
	6.45-6.90	9-16-21	37
	9.45-9.90	9-14-21	35
	12.00-12.45	6-11-16	27
	15.00-15.45	8-14-20	34

4.1.5.- Ensayos de penetración dinámica


El penetrómetro utilizado tiene las siguientes características

- Peso de la maza.....	63.5 Kg.
- Altura de caída.....	50 cm.
- Puntaza cónica de base cuadrada. Sección.....	16 cm ²
- Diámetro de las varillas.....	3.2 cm.
- Longitud total.....	18 cm.
- Angulo de ataque.....	90°

El ensayo continuo de penetración dinámica consiste en la hincia de una varilla en el terreno mediante golpes de maza con altura de caída constante.

La resistencia del terreno a la penetración dinámica se expresa por los golpes necesarios para hincar la varilla 20 cm. En lo sucesivo se designará por N_{20} el número de golpes necesarios para hincar el varillaje estos 20 cm.

En el Anejo “DIAGRAMAS DE PENETRACIÓN” se presentan los diagramas de penetración de los ensayos realizados. Así mismo, la localización de los ensayos se puede observar en el Anejo “PLANOS” en el plano de “Localización de ensayos”.



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS
DE ANDALUCÍA

25577

Los diagramas de penetración presentan en ordenadas negativas las profundidades, mientras que en abscisas el número de golpes N₂₀.

Fecha

SEVILLA

10/03/2008

Se han realizado un total de dos (2) ensayos de penetración, más uno de repetición (EP-2') por rechazo somero, siendo las profundidades alcanzadas las siguientes:


Ensayo	Profundidad (m.)
EP-1	11.20
EP-2	2.20
EP-2'	9.60

4.1.6.- Determinación del nivel freático

La determinación del nivel freático se realiza mediante la introducción de tubo piezométrico en los sondeos rotativos verticales.

4.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO


A las muestras obtenidas en el sondeo rotativo se les han realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

 <ul style="list-style-type: none">• Análisis granulométrico por tamizado• Clasificación: I.G., H.R.B., UNIFIED• Límites de Atterberg• Humedad natural	
<ul style="list-style-type: none">• Compresión simple• Agresividad química de suelos:<ul style="list-style-type: none">- Contenido en sulfatos- Acidez Bauman Gully• Densidad, índice de poros, grado de saturación• Peso específico de las partículas• Agresividad química del agua freática.	SEVILLA 10/03/2008

Los resultados de estos ensayos figuran en el Anejo “ENSAYOS DE LABORATORIO”.

5.- RESULTADOS

5.1.- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL TERRENO

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
ANDALUCÍA
El solar objeto de estudio se localiza en la calle Zamorano nº68, Málaga. Se encuentra delimitado, por el Este, por una vivienda de planta baja y por el Oeste por otra vivienda de planta baja más dos generales (ver foto 1).

Desde el punto de vista geológico, el solar se encuentra ubicado sobre una formación de limos marrones verdosos del plioceno. En superficie, se observa un nivel de relleno de en torno a 6.00 metros, los cuales han podido ser corroborados por el sondeo rotativo vertical y por el ensayo EP-2' (ver columna estratigráfica y diagrama de penetración).

La sismicidad local y general de la zona, según la norma sísmica NCSR-02, viene definida por una aceleración sísmica básica de $a_b/g = 0.11$ (Coeficiente de contribución a la peligrosidad sísmica $K = 1.0$).

Para el cálculo del coeficiente del terreno, se han considerado a la hora de ponderar los tramos prospectados los siguientes valores:

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE (C)	SRV-1		
		NIVEL GEOTÉCNICO	HASTA LA PROFUNDIDAD DE (mts)	C PARCIALES PONDERADOS
I	2.0	Base I	5.40	10.8
II	1.6	Base I y II	7.00	2.56
III	1.3	II	15.45	10.99
IV	1.0	II	30.00	14.55

Resultando un valor aplicable a la zona de estudio de:

C MEDIO DEL EMPLAZAMIENTO	1.30
----------------------------------	------

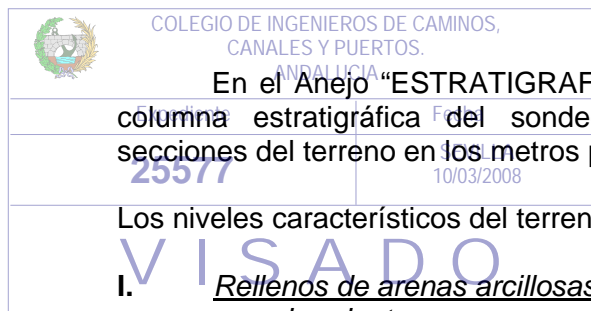
NOTA

1. A la hora de calcular el **C medio del emplazamiento** se ha redondeado a la unidad superior (del lado de la seguridad).

La aplicación de la NORMA NCSR-02 es obligatoria para las construcciones de normal y especial importancia cuando la aceleración sísmica de cálculo a_c es igual o mayor de 0.04 g.

5.2.- CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL TERRENO

5.2.1.- Interpretación de los sondeos rotativos



En el Anejo “ESTRATIGRAFÍA DEL TERRENO” se adjunta la columna estratigráfica del sondeo rotativo realizado, así como secciones del terreno en los metros prospectados.

Los niveles característicos del terreno son:

I. Rellenos de arenas arcillosas marrones, rojizas y blanquecinas, con abundantes gravas y gravillas.

Se detectan a la siguiente profundidad:

- De 0.00 m. hasta 5.50 m. en el SRV-1.

II. Limos arcillosos marrones verdosos.


Se detectan a la siguiente profundidad:

- De 5.50 m. hasta 15.45 m. (fin de sondeo) en el SRV-1.

NOTA: Un resumen de las características geotécnicas de dichos niveles se incluye en el ap. “Interpretación de los ensayos de laboratorio”.

5.2.2.- Interpretación de los ensayos de penetración

En el Anejo “DIAGRAMAS DE PENETRACIÓN” se adjuntan los diagramas de los ensayos continuos de penetración dinámica realizados en el solar.

	
De su análisis se destaca:	Fecha
1.	SEVILLA 10/03/2008

1. Presencia de suelos flojos, con registros de valores inferiores a 10 golpes, a profundidades en torno a 6.00 metros, como se ha podido apreciar en el ensayo EP-2', coincidiendo con el nivel geotécnico I.

2. Posteriormente a estos suelos flojos, se da una subida del golpeo hasta dar con el rechazo, el cual se obtiene a profundidades de 11.20 metros y 9.60 metros, en los ensayos EP-1 y EP-2', respectivamente, coincidiendo con el nivel geotécnico I.

5.2.3.- Nivel freático


Se ha detectado a profundidad de:

Sondeo	Profundidad (m.)	Fecha
SRV-1	4.80	18/01/08
	6.80	21/01/08
	6.00	29/01/08

No obstante, se recomienda se realice un seguimiento de dicho nivel, debido a las oscilaciones que puede tener por variaciones estacionales (estío, invierno), niveles cautivos o confinados, mareas etc.

5.2.4.- Interpretación de los ensayos de laboratorio

Las muestras extraídas del sondeo fueron sometidas a ensayos de laboratorio con el fin de obtener su clasificación y los parámetros mecánico-resistentes del terreno.


	Expediente	Fecha
Los resultados de estos ensayos se adjuntan en el Anejo "ENSAYOS DE LABORATORIO" y un resumen de sus principales características en las hojas siguientes:		
V I S A D O		

Nivel Geotécnico (ap. 5.2.1)		I	II	II
Muestra		220	221	222
Sondeo		SRV-1	SRV-1	SRV-1
Profundidad		1.00-1.45	6.00-6.45	9.00-9.45
Análisis granulométrico	% Gravas	49.6	0	0
	% Arenas	37.2	44.1	33.2
	% Finos	13.2	55.9	66.8
D ₅₀	mm.			
Partículas tamaño < 0.002 mm.	%			
Clasificación	I.G.	0	4	6
	H.R.B.	A-1-a	A-4	A-4
	UNIFIED	GM	CL-ML	CL
Límites de Atterberg	Wl	---	28.5	28.7
	Wp	NO PLÁSTICO	21.5	20.6
	Ip	---	7.0	8.1
Humedad natural	%			17.9
Corte Directo	C			
	φ			
Compresión simple	Kg/cm ²		1.72	
Hinchamiento Lambe	kp/cm ²			
	P.V.C.			
	Clasifi.			
Carbonatos (CO ₃ Ca)	%			
Contenido en sulfato	mgr/Kg.	1262.9	INDICIOS	327.8
Acidez Baumann Gully		0	0	0
Materia orgánica	%			
Peso espec. de las partículas	tn/m ³			2.639
Densidad húmeda	tn/m ³			2.11
Densidad seca	tn/m ³			1.77
Índice de poros				0.49
Grado de saturación	(%)			100
Agresividad química (EHE 98)		NO AGRESIVA	NO AGRESIVA	NO AGRESIVA

Nivel Geotécnico (ap. 5.2.1)		AGUA		
Muestra		205		
Sondeo		SRV-1		
Profundidad		6.80		
Análisis granulométrico	% Gravas			
	% Arenas			
	% Finos			
D ₅₀	mm.	Fecha		
Partículas tamaño < 0.002 mm.	%	SEVILLA 10/03/2008		
Clasificación	I.G.			
	H.R.B.			
	UNIFIED			
Límites de Atterberg	Wl			
	Wp			
	Ip			
Humedad natural	%			
Corte Directo	C			
	φ			
Compresión simple	Kg/cm ²			
Hinchamiento Lambe	kp/cm ²			
	P.V.C.			
	Clasifi.			
Carbonatos (CO ₃ Ca)	%			
Contenido en sulfato	mgr/Kg.			
Acidez Baumann Gully				
Materia orgánica	%			
Peso espec. de las partículas	tn/m ³			
Densidad húmeda	tn/m ³			
Densidad seca	tn/m ³			
Índice de poros				
Grado de saturación	(%)			
Agresividad química (EHE 98)		ATAQUE DÉBIL		

6.- CIMENTACION

6.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS DE ANDALUCÍA	
Expediente	Fecha
2557 10/07/2019 V I S A D O	

Los aspectos condicionantes fundamentales de tipo geotécnico, para la cimentación en proyecto son:

- Presencia de rellenos y/o suelos flojos superficiales inadecuados para cimentación con espesor de hasta 5.5 m. en SRV-1 y hasta 6 m. en EP-2'.
- Estructura muy floja de dichos rellenos ($N_{20} \leq 4-5$ golpes) con riesgo de colapso (asentamiento espontáneo) por acción de infiltraciones de agua.
- Fuerte heterogeneidad geotécnica en cuanto a espesor y compacidad de los suelos citados (en EP-1 su comportamiento a la penetración es diferente).
- Existencia de edificios medianeros.
- Agresividad química del agua freática.
- La ausencia de agresividad química (según EHE 98) de suelos permitirá obviar la necesidad de cementos especiales, por dicha causa.

En estas condiciones la cimentación directa convencional no se considera viable.

En todo caso la cimentación directa puede ser mediante:

- LOSA CONTINUA SOBRE POZOS DE MEJORA DEL TERRENO** ejecutados ó mediante técnicas especializadas como Jet-Grouting, pozos tipo mix...

En este Informe se ha estudiado la solución de pozos tipo mix $D = 0.45$ m. con cuadrícula 1.75×1.75 m.

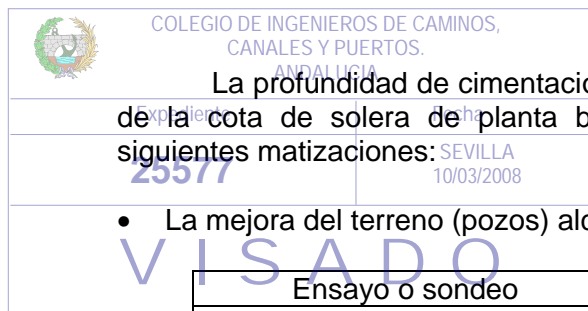
Como alternativa se puede cimentar mediante:

- PILOTES CON ENCEPADOS ARRIOSTRADOS**
- MICROPILOTES CON ENCEPADOS ARRIOSTRADOS**

Para las condiciones de profundidad, capacidad portante, carga admisible y medidas adicionales de los apartados siguientes.

6.2.- CIMENTACION CON LOSA CONTINUA CON POZOS DE MEJORA

6.2.1.- Profundidad de cimentación



La profundidad de cimentación será la necesaria para el encaje de la cota de solera de planta baja y canto de la losa; con las siguientes matizaciones:

- La mejora del terreno (pozos) alcanzará la profundidad siguiente:

Ensayo o sondeo	Profundidad (m.)
EP-1	7.00
SRV-1	6.00

- La losa no apoyará directamente sobre los pozos de mejora del terreno, interponiendo una capa granular de 50 cm. (compactada).

6.2.2.- Consideraciones de carga admisible

La presión admisible de cimentación debe satisfacer simultáneamente las dos condiciones siguientes:

- Seguridad respecto a hundimiento; considerándose normalmente para sobrecargas ordinarias, coeficiente de seguridad $F = 3$.
- Asientos, compatibles con un comportamiento satisfactorio de la estructura e instalaciones.

En nuestro caso la reducida presión media de cimentación con losa que se estima en $0.3-0.4 \text{ kg/cm}^2$ nos permite prescindir de la primera comprobación; determinando la carga admisible por el aspecto más condicionante que es el de asientos.

Suponiendo semiespacio elástico y semi-indefinido, aplicaremos la fórmula de STEINBRENNER-BOWLES para el centro de zapata rectangular, sobre terreno multicapa:

Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
$s_a = 2 \cdot q' \cdot B \cdot I_f \cdot I_r \cdot I_w \cdot I_{cr}$	
<p>V I S A D O</p> <p>$s_a =$ Asiento en cm.</p>	


$$\sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{1-n_i^2}{E_{s_i}} \right) \cdot (I_{s_i} - I_{s_{i-1}}) \right]$$

$q' =$ Presión efectiva de cimentación—subpresión si la hubiese en kg/cm^2 .

$E_m = 279 \text{ Kg/cm}^2$ (terreno mejorado con pozos tipo mix $D= 0.45 \text{ m}$. cuadrícula $1.75 \times 1.75 \text{ m}$). Ver ANEJO.- CÁLCULOS GEOTÉCNICOS.

En el ANEJO "CÁLCULOS GEOTÉCNICOS" se incluyen datos y cálculos de los que se deducen los valores siguientes.

Para la presión media de cimentación de

 <p>COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA</p>	$q_m = 0.3-0.4 \text{ kg/cm}^2$
<p>el asiento máximo es 0.85 a 1.61 cm. y, por tanto, admisible</p>	
<p>La presión máxima admisible (distribución bajo losa) será:</p>	
<p>$q_{ad} = 1.0 \text{ Kg/cm}^2$</p>	

El coeficiente de balasto (k_s) para el cálculo estructural de la losa puede determinarse de forma directa (LLORENS) a través del asiento (s_c) en el centro de la losa en hipótesis de carga flexible (q_m), aplicando el método elástico (recomendación similar a la del Código Técnico DB-SE-C, Anejo E.5, 3.b).

$$k_s = \frac{q_m}{s_c}$$

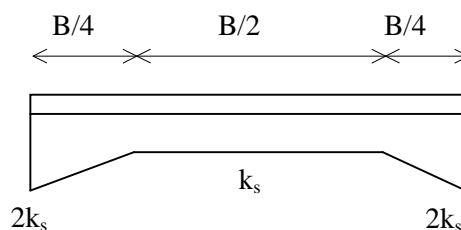
En el ANEJO "CÁLCULOS GEOTÉCNICOS" se incluyen datos y cálculos de los que se deduce el valor siguiente.

$$k_s = 0.27 \text{ kg/cm}^3 \text{ para LOSA de } B \times L = 16 \times 17 \text{ m.}$$

Para otros valores de $B \times L$ puede determinarse k_s mediante la expresión (que puede usarse también para estimar $k_{30} \cong 15 \text{ Kg/cm}^3$)


$$k_s = \frac{445}{\sqrt{B \cdot L}} \text{ kg/cm}^3 \text{ con } B \text{ y } L \text{ en cm.}$$

Para una mejor adaptación a los asientos reales bajo la losa, debe adoptarse una distribución variable de k_s bajo la misma, según croquis adjunto (LLORENS).



6.3.- CIMENTACION CON PILOTES Ó MICROPILOTES

6.3.1.- Tipo y dimensionamiento

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA	
PILOTES ó MICROPILOTES Inyectados a BAJA presión	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 09/03/2008

La carga admisible por punta (coeficiente de seguridad $F_p = 3$) y fuste (coeficiente de seguridad $F_f = 2$) para pilote aislado, reducida a su sección transversal, y según el método penetrométrico de BUSTAMANTE y GIANESELLI (DTU-13.2), tiene por expresión:

$$q_a = b \cdot \frac{k \cdot R_p}{F_p} + \sum_{i=1}^n \frac{4 \cdot L_i}{F_f \cdot D} \cdot q_{si} \quad (1)$$

Siendo:

- R_p = Resistencia a la penetración estática media, en la longitud de empotramiento más 4D bajo punta de pilote (kg/cm^2), correlacionada con N_{spt} (ROBERTSON) $R_p = aN$
- k = Factor de carga por punta
- L_i = Longitud de fuste a la que se aplica una resistencia q_{si} (m.)
- q_{si} = Resistencia de fuste (R_p/α) en Kg/cm^2 limitada en presencia de capas flojas/blandas intercaladas (N.T.E.)
- D = Diámetro de pilote (m.)
- α = Coeficiente de resistencia por fuste
- β = Factor reductor por longitud de empotramiento inferior a la crítica (L_e es variable de 6D a 3D, en función de σ_v , presión efectiva a nivel de cara superior del empotramiento)

Esta presión admisible así obtenida no debe superar el tope estructural (entendiendo por tal, no a la capacidad máxima teórica estructural, sino a la mínima esperable in situ, en condiciones reales pésimas, tras las operaciones de ejecución):

$$q_a \leq q_e \approx 40 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (pilotes) y } \frac{1}{2} \text{ resistencia acero de la armadura tubular (micropilotes)} \quad (2)$$

La capacidad portante para varios diámetros se calcula para el valor de q_a resultante de (1) y (2) como sigue:

$$Q = \frac{p \cdot D^2}{4} : q_a \quad (3)$$

Se consideran pilotes de hormigón moldeados "in situ" ó micropilotes inyectados a baja presión.

El criterio de dimensionamiento, base de los cálculos que siguen es el de conseguir un empotramiento tal, en el nivel de arcillas y limolitas de consistencia muy firme a dura del substrato, que permita aprovechar el tope estructural del pilote o micropilote.

Según los datos y resultados, que se incluyen en el ANEJO "CÁLCULOS GEOTÉCNICOS", obtenemos la siguiente Tabla.


CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTE O MICROPILOTE AISLADO

D (mm.)	q_a (kg/cm ²)	Q (t)
150	267.6 (*)	47.3
450	40	63.6
550	40	95.0
650	40	132.7

(*) armadura tubular 88.9-6.5 mm., $f_{yk} = 5620 \text{ Kg/cm}^2$

MICROPILOTES Inyectados a ALTA presión

La carga admisible por punta ($F = 3$) y fuste ($F = 2$) para micropilote inyectado a alta presión ($p_i > 0,5p_l$) Tipo III o IV aislado, reducida a su sección transversal nominal, y según el método presiométrico de BUSTAMANTE, tiene por expresión:

	
Expediente	Fecha
25577	LEVILLA 10/08/2008
VISADO	
Siendo:	

$$q_a = b \cdot r^2 \cdot \frac{k_p \cdot p_l}{3} + \frac{2}{D} \cdot \sum_{i=1}^n r_i \cdot L_i \cdot q_{si} \quad (1)$$

p_l = Presión límite (presiómetro de Menard) media, en la longitud de empotramiento más 4D bajo punta de micropilote (Kg/cm^2), correlacionada con N_{spt} .

k_p = Factor de carga por punta

L_i = Longitud de fuste a la que se aplica una resistencia q_{si} (m.)

q_{si} = Resistencia de fuste correlacionada con p_l en Kg/cm^2 .

D = Diámetro nominal del micropilote (m.)

ρ = Coeficiente de incremento de sección transversal por efecto de la presión de inyección

β = Factor reductor por longitud de empotramiento inferior a la crítica (L_e es variable de 6D a 3D, en función de σ_v)

Esta presión admisible así obtenida no debe superar el tope estructural (entendiendo por tal, no a la capacidad máxima teórica estructural, sino a la mínima esperable in situ, en condiciones reales pésimas, tras las operaciones de ejecución):


$$q_a \leq q_e \quad (2)$$

Para micropilotes inyectados a alta presión (Tipo III o IV), , solo se suele considerar para el cálculo del tope estructural la resistencia de la sección de armadura longitudinal dividida por 2:

$$q_e = \frac{f_{yk}}{2} \cdot \frac{A_s}{A} \quad (3)$$

Se consideran micropilotes inyectados a alta presión Tipo III o IGU "Inyección Global Unitaria ($p_i > 10 \text{ kg/cm}^2$, $0,5p_i < p_i < p_i$).

Según los datos y resultados, que se incluyen en el ANEJO "CÁLCULOS GEOTÉCNICOS", obtenemos la siguiente Tabla.

	CAPACIDAD PORTANTE DE MICROPILOTE AISLADO		
	Expediente	Fecha	
25577	D (mm.)	Qa (Kg/cm ²)	Q (t)
	150	267.6	47.3

6.4.2.- Longitud de pilotaje

A la vista de los ensayos dinámicos de penetración y sondeo ejecutados, y para el criterio de empotramiento del apartado anterior, la longitud de pilotaje será variable, de acuerdo con la capacidad portante del terreno natural en profundidad, y con la explanación proyectada para el solar.

De forma orientativa y para las zonas de influencia de los ensayos o sondeo realizados las profundidades a alcanzar, y respecto al terreno actual o de ejecución de ensayos, serán:

Ensayo	Profundidad (m.)			
	D= 150	D= 450	D= 550	D= 650
EP-2'	30.1	17.5	20.1	22.7
	16.0*			

* Micropilote inyectado a alta presión IGU

6.3.3.- Medidas adicionales

Debido a la presencia de rellenos y suelos flojos susceptibles de colapsar (asientos espontáneos por saturación y/o infiltraciones de agua), se recomiendan las siguientes medidas:

1. Forjado de planta baja, diseñando vigas riostras autoportantes, de forma que puedan trabajar a flexión en el caso de que el terreno de apoyo colapse, aún mínimamente. O solera armada-riostra.
2. Se cuidarán las canalizaciones de agua (potable, residuales...) y arquetas dotándolas de flexibilidad suficiente para admitir las deformaciones del terreno, evitando roturas o fugas (p.e. P.V.C....).
3. Se estudiará con detalle el drenaje superficial de toda el área del proyecto para evitar que en ningún caso por acumulación o infiltración puedan acceder aguas a la cimentación.
4. 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 (ANEJO.- CÁLCULOS GEOTÉCNICOS).

TABLA.- Rozamiento negativo (sumar a cargas de cimentación) (*)

Diámetro D (mm.)	Rozamiento negativo Q_N (t)
150	- 5.5
450	- 16.5
550	- 20.2
650	- 23.8

(*) Para 5 m. de columna colapsable.

7.- AGRESIVIDAD

Debido a la agresividad química, calificada como sigue:

Del agua freática: débil (Q_a)

Deberán tenerse en cuenta las recomendaciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE, Anejo 3, cuadro 3; recomendaciones generales para la utilización de los cementos especificados en la instrucción para la recepción de cementos RC-97).

Para los elementos de hormigón en su contacto (poco probable en el caso del agua freática para la losa, dada su profundidad detectada), la dosificación de cemento y resistencia mínima (Instrucción de Hormigón Estructural, EHE) siguiente (capítulo VII, Durabilidad. Artículo 37º. Durabilidad del hormigón y de las armaduras; 37.3.2. limitaciones a los contenidos de agua y de cemento) del mismo será:

Hormigón armado (Q_a)

- Cemento $\geq 325 \text{ kg/m}^3$
- Agua/cemento ≤ 0.50 (en peso)
- $f_{ck} \geq 30 \text{ Mpa}$ (306 kg/cm^2)

Hormigón en masa (Q_a)

- Cemento $\geq 275 \text{ kg/m}^3$
- Agua/cemento ≤ 0.50 (en peso)
- $f_{ck} \geq 30 \text{ Mpa}$ (306 kg/cm^2)

8.- CONCLUSIONES

1. **Terreno.-** Rellenos (arenas arcillosas). Limos arcillosos. Sismicidad: $a_b/g = 0.11$ ($C = 1.30$).
2. **Condicionantes de cimentación.-** Rellenos (riesgo de colapso). Heterogeneidad geotécnica. Edificios medianeros. Agresividad química del agua freática.
3. **Cimentación con losa continua con pozos de mejora.-** Profundidad (ap. 6.2.1). Consideraciones de carga admisible (ap. 6.2.2).
4. **Cimentación con pilotes ó micropilotes.-** Tipo y dimensionamiento (ap. 6.3.1). Longitud de pilotaje (ap. 6.3.2). Medidas adicionales (ap. 6.3.3).
5. **Agresividad.-** Apartado 7.
6. **Inspección en obra.-** Se recomienda un seguimiento geotécnico durante las obras de cimentación y/o explanación, para comprobar en profundidad si las características aparentes del terreno coinciden con las que han servido de base a este Estudio, dado que la información (trabajos de campo y de laboratorio) se apoya en una serie de determinaciones puntuales (sondeo y ensayos de penetración).

- *Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.*
- *Los resultados indicados en los informes de ensayos sólo afectan a las muestras y puntos ensayados.*

EL INGENIERO DE CAMINOS, C. Y P.



Fdo.: Luis Tobáruela Martínez

ENYPSA
ensayos y proyectos
Laboratorio Acreditado por
La Junta de Andalucía

Málaga, FEBRERO DE 2008

EL DIRECTOR TÉCNICO



Fdo.: Luis M. Rosa López

EL DIRECTOR GERENTE



Fdo.: Juan Martín Sánchez

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

ANEJOS

ANEJO Nº I.- ESTRATIGRAFIA DEL TERRENO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

ANEJO Nº II.- DIAGRAMAS DE PENETRACION

ANEJO Nº III- ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEJO Nº IV.- PLANOS

ANEJO Nº V- CÁLCULOS GEOTÉCNICOS

ANEJO Nº VI.- DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

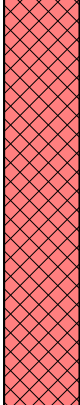
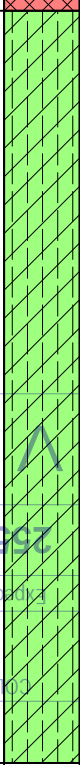
 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

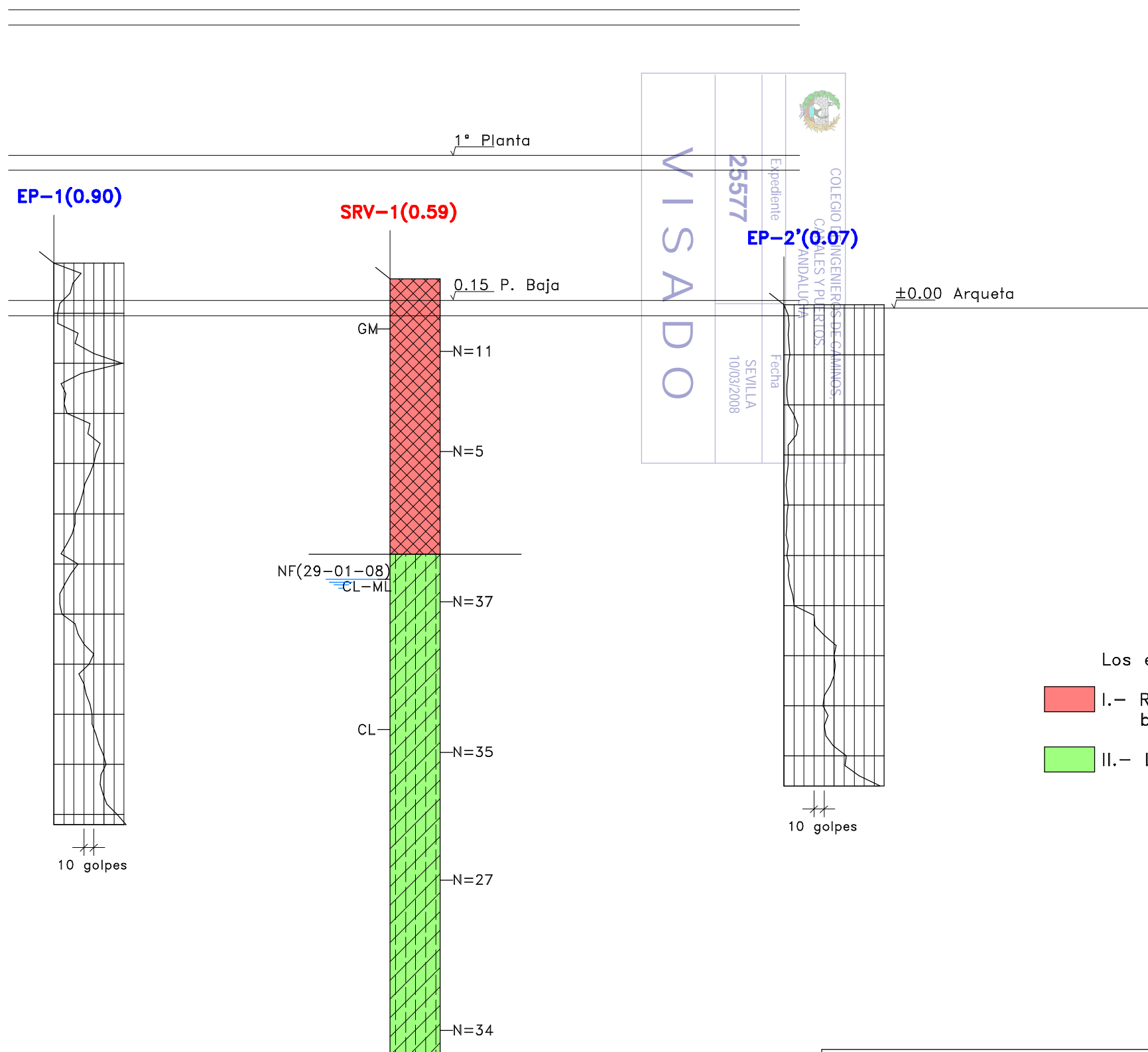
ANEJO Nº I

ESTRATIGRAFIA DEL TERRENO Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Peticionario:	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA		
Procedencia:	C/ Zamorano nº 68, Málaga.		
Sondeo nº:	1	Fecha sondeo:	18/01/08
Nivel freático:	6.00 m.	Fecha N.F.:	29/01/08
N/Ref:	104-EG-08		

SONDEO ROTATIVO

PROFUNDIDAD (m.)	Nº GOLPES EN T.M. y S.P.T.	N ₃₀	CLASIFI- CACION	PLASTICIDAD		COLUMNA ESTRATIGRÁFICA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	
				LL	IP		
1.00 1.45	TM SPT	20-24-20 5-6-5	11	GM	No Plástico	 Rellenos de arenas arcillosas marrones, rojizas y blanqueci- nas con abundante grava y gra- villas. Al final de tramo presenta bolos grisáceos.	
3.00 3.45	TM SPT	7-9-26 1-2-3	5				
5.50 6.00 6.45	TM SPT	12-16-24 9-16-21	37	CL -ML	28.5	7.0	 Limos arcillosos marrones verdo- sos, con patinas ocre y grises. Presenta escasos restos de organismos.
9.00 9.45	TM SPT	12-16-24 9-14-21	35	CL	28.7	8.1	
12.00	SPT	6-11-16	27				
15.00 15.45	SPT	8-14-20	34				

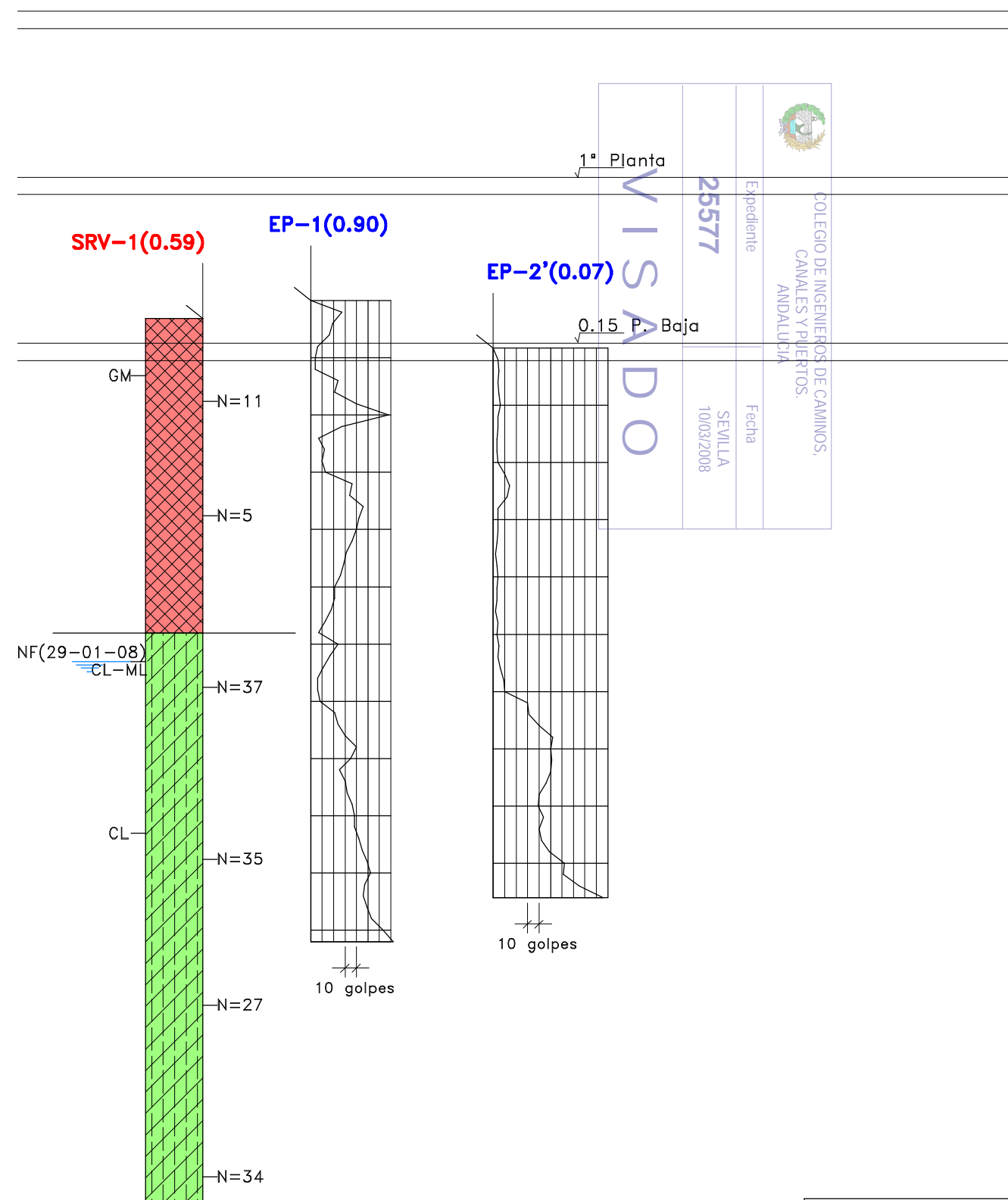


Los ensayos están proyectados sobre la sección.

- I.- Rellenos de arenas arcillosas marrones, rojizas y blanquecinas con abundantes gravas y gravillas.
- II.- Limos-arcillosos marrones verdosos.



Cliente: INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA. AYUNTAMIENTO DE MALAGA.	N/REF: 104-EG-08
Obra: Viviendas en C/ Zamorano N° 68, Málaga.	Fecha: Febrero de 2008
Título: Sección estratigráfica A-A'.	Escala V.: 1/100 Escala H.: 1/100

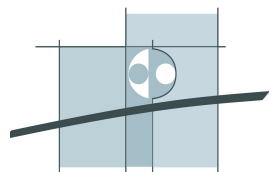


Los ensayos están proyectados sobre la sección.

- I.- Rellenos de arenas arcillosas marrones, rojizas y blanquecinas con abundantes gravas y gravillas.
- II.- Limos-arcillosos marrones verdosos.



Cliente: INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA. AYUNTAMIENTO DE MALAGA.	N/REF: 104-EG-08
Obra: Viviendas en C/ Zamorano N° 68, Málaga.	Fecha: Febrero de 2008
Título: Sección estratigráfica B-B'.	Escala V.: 1/100 Escala H.: 1/100



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

Grupos Principales			Símbolo	Descripción del suelo
SUELOS DE GRANO GRUESO (más del 50% del material es retenido por el tamiz 200)	GRAVA Y SUELOS CON GRAVA (más del 50% de la fracción gruesa es retenida por el tamiz nº 4).	GRAVAS LIMPIAS (finos < 5%)	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
		GRAVAS CON FINOS (finos > 12%)	GM	Gravas limosas, mezclas de grava - arena - limo.
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena - arcilla.
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS (más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz nº 4)	ARENAS LIMPIAS (finos < 5%)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
		ARENAS CON FINOS (finos > 12%)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena - limo.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena - arcilla.
SUELOS DE GRANO FINO (más del 50% del material pasa por el tamiz 200)	LIMOS Y ARCILLAS (límite líquido menor de 50)		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, limos arcillosos poco plásticos.
			CL	Arcillas inorgánicas poco plásticas o de plasticidad mediana, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
			OL	Limos inorgánicos y arcillas orgánicas limosas poco plásticas.
	LIMOS Y ARCILLAS (límite líquido mayor de 50)		MH	Limos inorgánicos; suelos arenosos finos o limosos, con mica o diatomeas.
			CH	Arcillas inorgánicas muy plásticas. Arcillas grasas.
			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media o muy plásticas, limos orgánicos.
SUELOS MUY ORGÁNICOS			PT	Turba, humus, suelos de alto contenido en materia orgánica.

NOTA: Para casos intermedios se utilizarán símbolos dobles.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

ANEJO Nº II

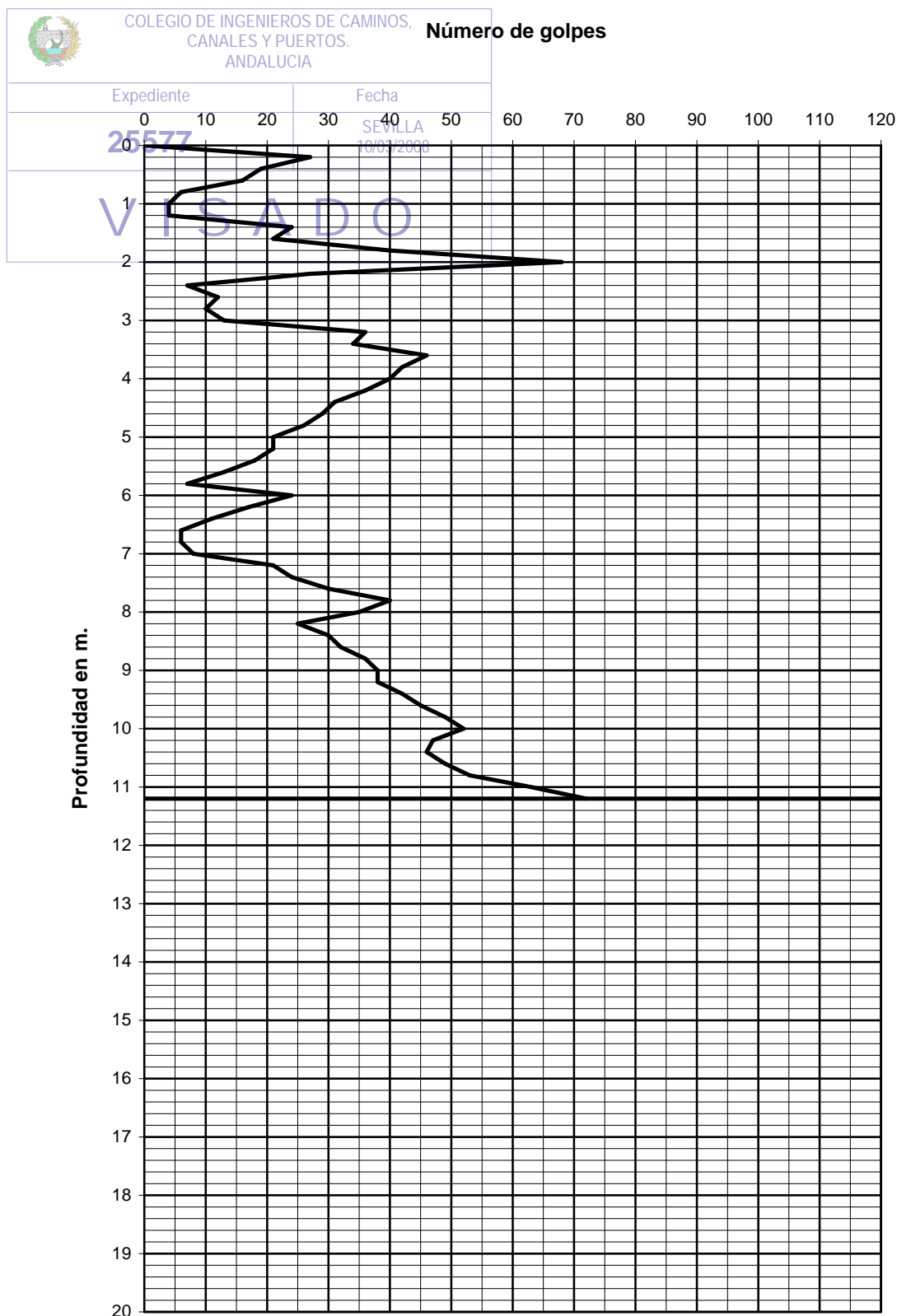
DIAGRAMAS DE PENETRACION

ENSAYO DE PENETRACIÓN

Cliente	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA		
Obra	C/ Zamorano nº 68, Málaga.		
Trabajo	104-EG-08	Equipo	MAGERIT III
Fecha	15/1/08	Penetro nº	1

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN

Prof. m.	Golpes	Prof. m.	Golpes
0.20	27	10.20	47
0.40	19	10.40	46
0.60	16	10.60	49
0.80	6	10.80	53
1.00	4	11.00	63
1.20	4	11.20	72
1.40	24	11.40	
1.60	21	11.60	
1.80	40	11.80	
2.00	68	12.00	
2.20	27	12.20	
2.40	7	12.40	
2.60	12	12.60	
2.80	10	12.80	
3.00	13	13.00	
3.20	36	13.20	
3.40	34	13.40	
3.60	46	13.60	
3.80	42	13.80	
4.00	40	14.00	
4.20	36	14.20	
4.40	31	14.40	
4.60	29	14.60	
4.80	26	14.80	
5.00	21	15.00	
5.20	21	15.20	
5.40	18	15.40	
5.60	13	15.60	
5.80	7	15.80	
6.00	24	16.00	
6.20	17	16.20	
6.40	11	16.40	
6.60	6	16.60	
6.80	6	16.80	
7.00	8	17.00	
7.20	21	17.20	
7.40	24	17.40	
7.60	30	17.60	
7.80	40	17.80	
8.00	35	18.00	
8.20	25	18.20	
8.40	30	18.40	
8.60	32	18.60	
8.80	36	18.80	
9.00	38	19.00	
9.20	38	19.20	
9.40	42	19.40	
9.60	45	19.60	
9.80	49	19.80	
10.00	52	20.00	

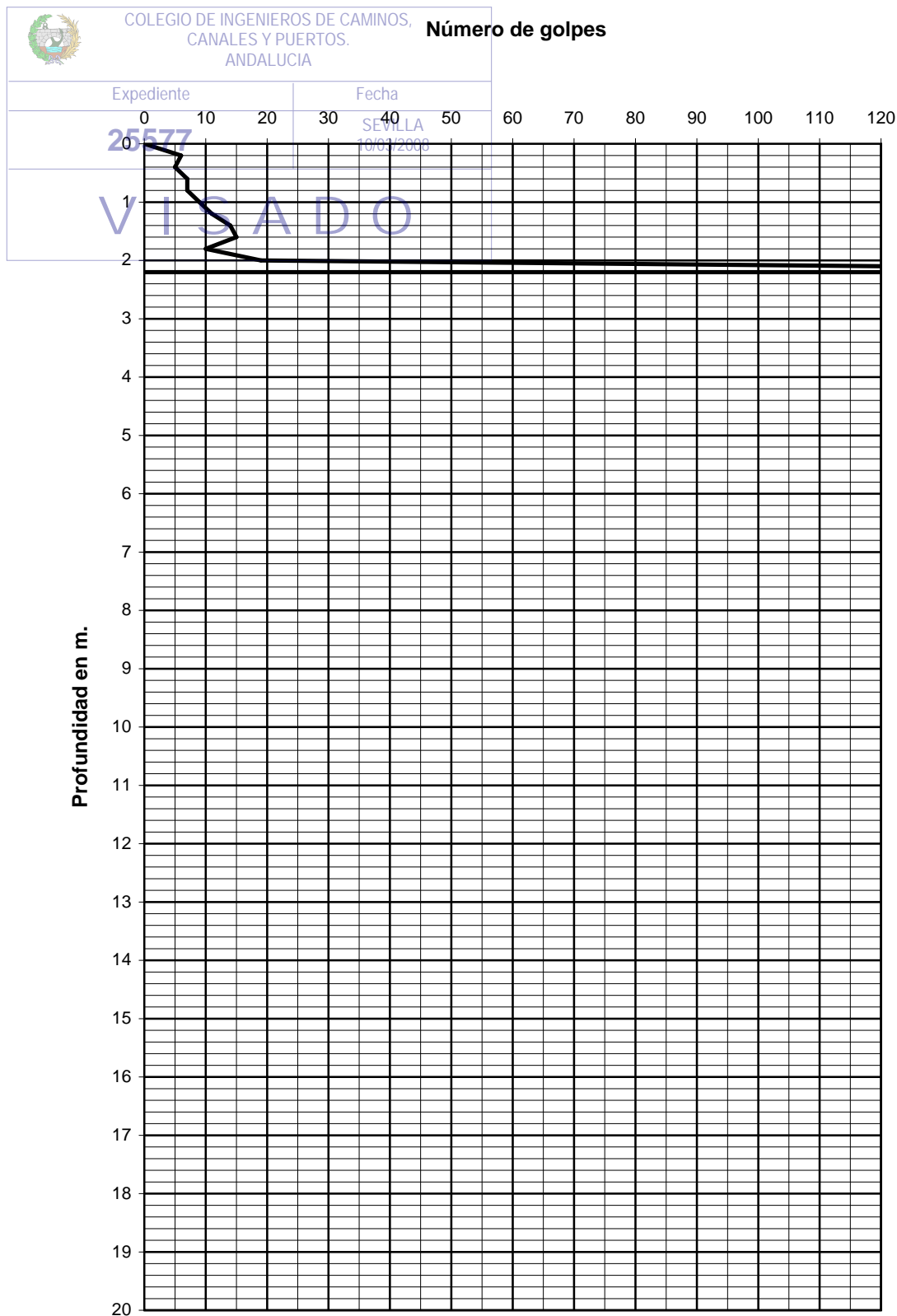


ENSAYO DE PENETRACIÓN

Cliente	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA		
Obra	C/ Zamorano nº 68, Málaga.		
Trabajo	104-EG-08	Equipo	MAGERIT III
Fecha	16/1/08	Penetro nº	2

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN

Prof. m.	Golpes	Prof. m.	Golpes
0.20	6	10.20	
0.40	5	10.40	
0.60	7	10.60	
0.80	7	10.80	
1.00	9	11.00	
1.20	11	11.20	
1.40	14	11.40	
1.60	15	11.60	
1.80	10	11.80	
2.00	19	12.00	
2.20	224	12.20	
2.40		12.40	
2.60		12.60	
2.80		12.80	
3.00		13.00	
3.20		13.20	
3.40		13.40	
3.60		13.60	
3.80		13.80	
4.00		14.00	
4.20		14.20	
4.40		14.40	
4.60		14.60	
4.80		14.80	
5.00		15.00	
5.20		15.20	
5.40		15.40	
5.60		15.60	
5.80		15.80	
6.00		16.00	
6.20		16.20	
6.40		16.40	
6.60		16.60	
6.80		16.80	
7.00		17.00	
7.20		17.20	
7.40		17.40	
7.60		17.60	
7.80		17.80	
8.00		18.00	
8.20		18.20	
8.40		18.40	
8.60		18.60	
8.80		18.80	
9.00		19.00	
9.20		19.20	
9.40		19.40	
9.60		19.60	
9.80		19.80	
10.00		20.00	

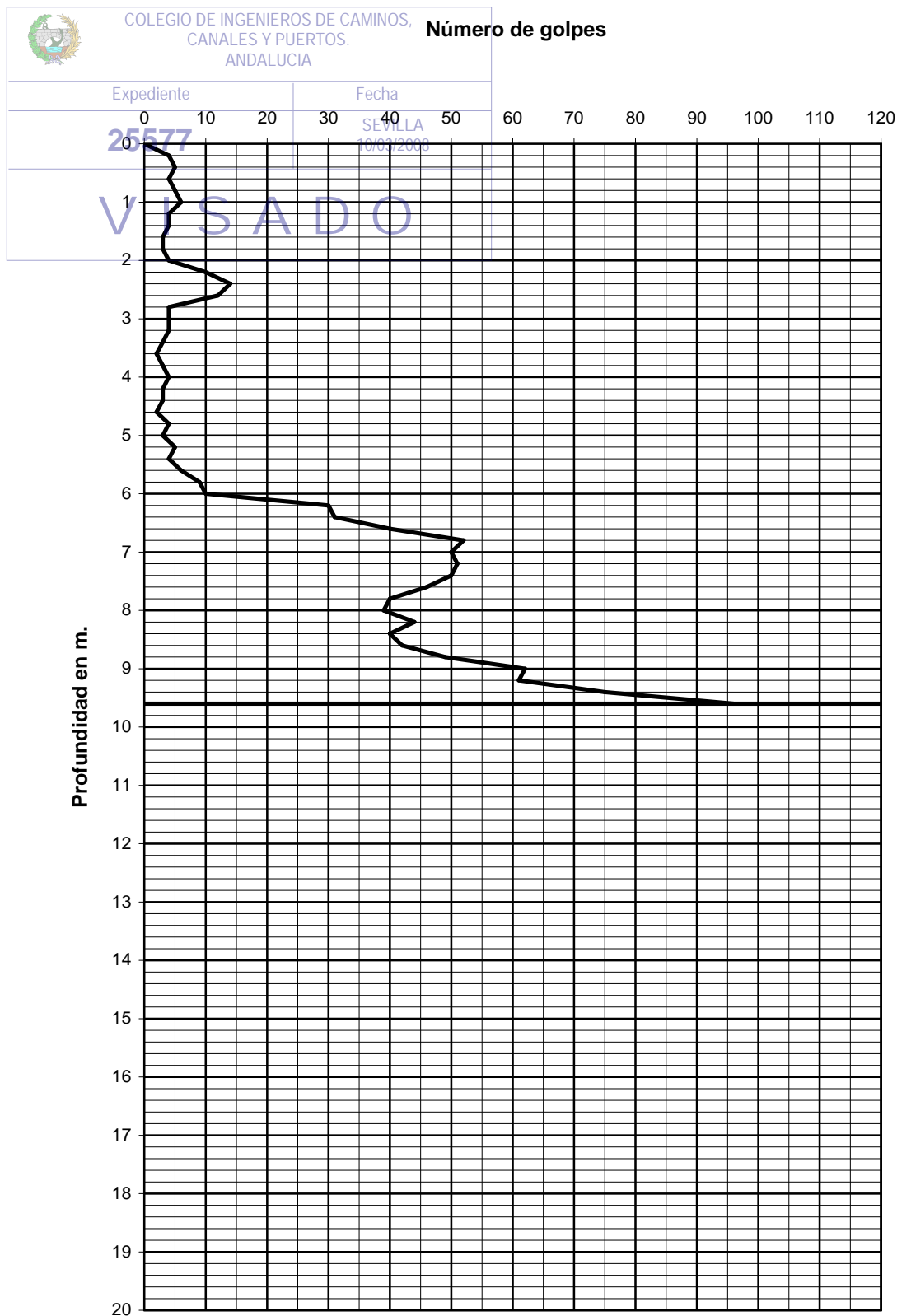


ENSAYO DE PENETRACIÓN

Cliente	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA		
Obra	C/ Zamorano nº 68, Málaga.		
Trabajo	104-EG-08	Equipo	MAGERIT III
Fecha	16/1/08	Penetro nº	2'

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN

Prof. m.	Golpes	Prof. m.	Golpes
0.20	4	10.20	
0.40	5	10.40	
0.60	4	10.60	
0.80	5	10.80	
1.00	6	11.00	
1.20	4	11.20	
1.40	4	11.40	
1.60	3	11.60	
1.80	3	11.80	
2.00	4	12.00	
2.20	10	12.20	
2.40	14	12.40	
2.60	12	12.60	
2.80	4	12.80	
3.00	4	13.00	
3.20	4	13.20	
3.40	3	13.40	
3.60	2	13.60	
3.80	3	13.80	
4.00	4	14.00	
4.20	3	14.20	
4.40	3	14.40	
4.60	2	14.60	
4.80	4	14.80	
5.00	3	15.00	
5.20	5	15.20	
5.40	4	15.40	
5.60	6	15.60	
5.80	9	15.80	
6.00	10	16.00	
6.20	30	16.20	
6.40	31	16.40	
6.60	40	16.60	
6.80	52	16.80	
7.00	50	17.00	
7.20	51	17.20	
7.40	50	17.40	
7.60	46	17.60	
7.80	40	17.80	
8.00	39	18.00	
8.20	44	18.20	
8.40	40	18.40	
8.60	42	18.60	
8.80	49	18.80	
9.00	62	19.00	
9.20	61	19.20	
9.40	75	19.40	
9.60	96	19.60	
9.80		19.80	
10.00		20.00	



 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

ANEJO Nº III

ENSAYOS DE LABORATORIO

C/ Veracruz 35, Málaga. Tfno: 952 34 34 62, Fax: 952 33 42 48

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 1.00-1.45 m.		
Trabajo :	2456/13/1	Operador :	Serrano, Rafael
Comienzo	24/01/08	Final	25/01/08
		Muestra nº	220

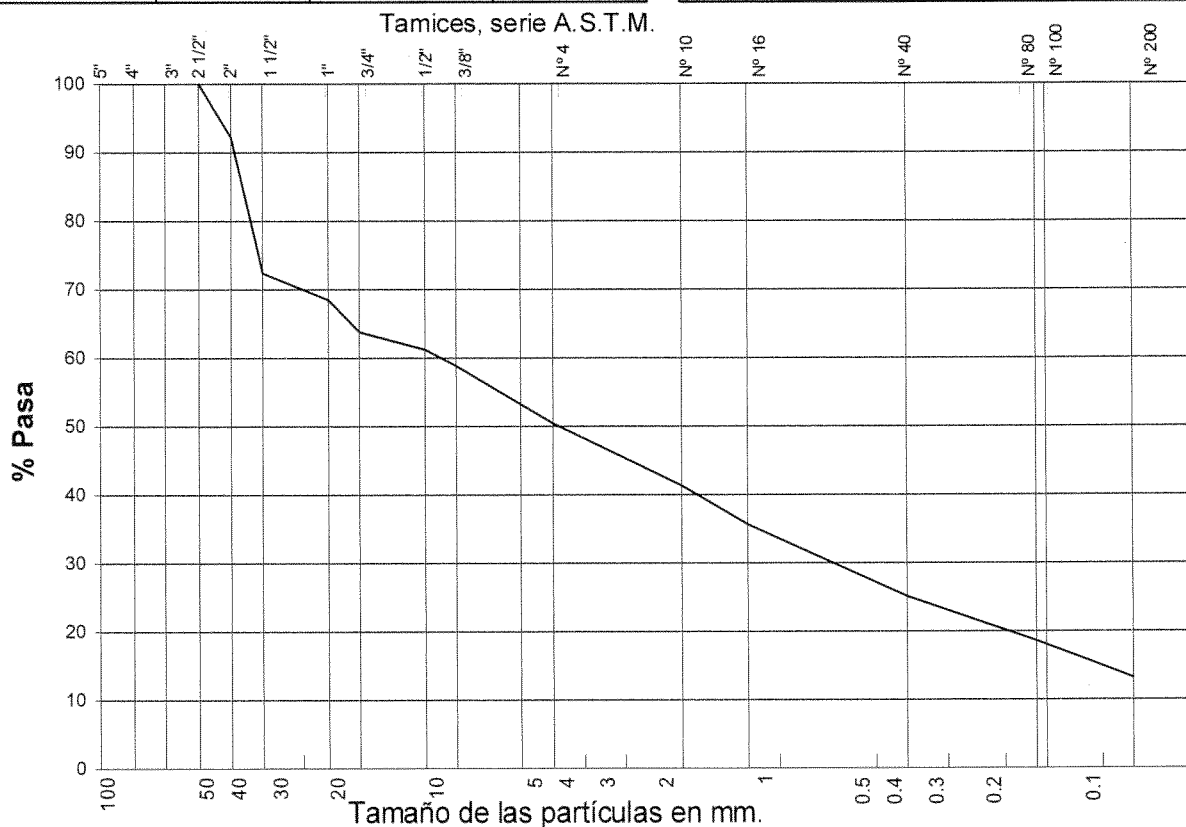
Tamiz mm.	% Pasa	Tamiz mm.	% Pasa
127		10.0	58.8
100		6.3	
80		5.0	50.4
63	100.0	2.0	41.3
50	92.2	1.25	35.6
40	72.4	0.40	25.1
25	68.5	0.16	18.6
20	63.8	0.149	
12.5	61.2	0.080	13.2

CLASIFICACIÓN ASTM D 2487 / 00	
I.G.	0
H.R.B.	A-1-a
USCS	GM

Los textos que figuran con fondo gris, no están amparados por nuestro alcance de acreditación

Observaciones:

104-EG-08



- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.
- El intervalo de incertidumbre de estos resultados está a disposición del Cliente en ENYPSA.
- El intervalo de incertidumbre de estos resultados está a disposición del Cliente en ENYPSA.

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 6 de Febrero de 2008

LA RESPONSABLE DEL ENSAYO

Fdo.: Encarnación Martín Romero
Licenciada en Ciencias Químicas

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 1.00-1.45 m.		
Trabajo :	2456/13/3	Operador :	Cruz, Eduardo J.
Comienzo	25/01/08	Final	25/01/08
		Muestra nº	220

LÍMITE LÍQUIDO UNE 103103/94

Punto	1	2
Golpes		
agua g.		
tara+suelo+agua g.		
tara+suelo g.		
tara g.		
suelo g.		
Humedad %		

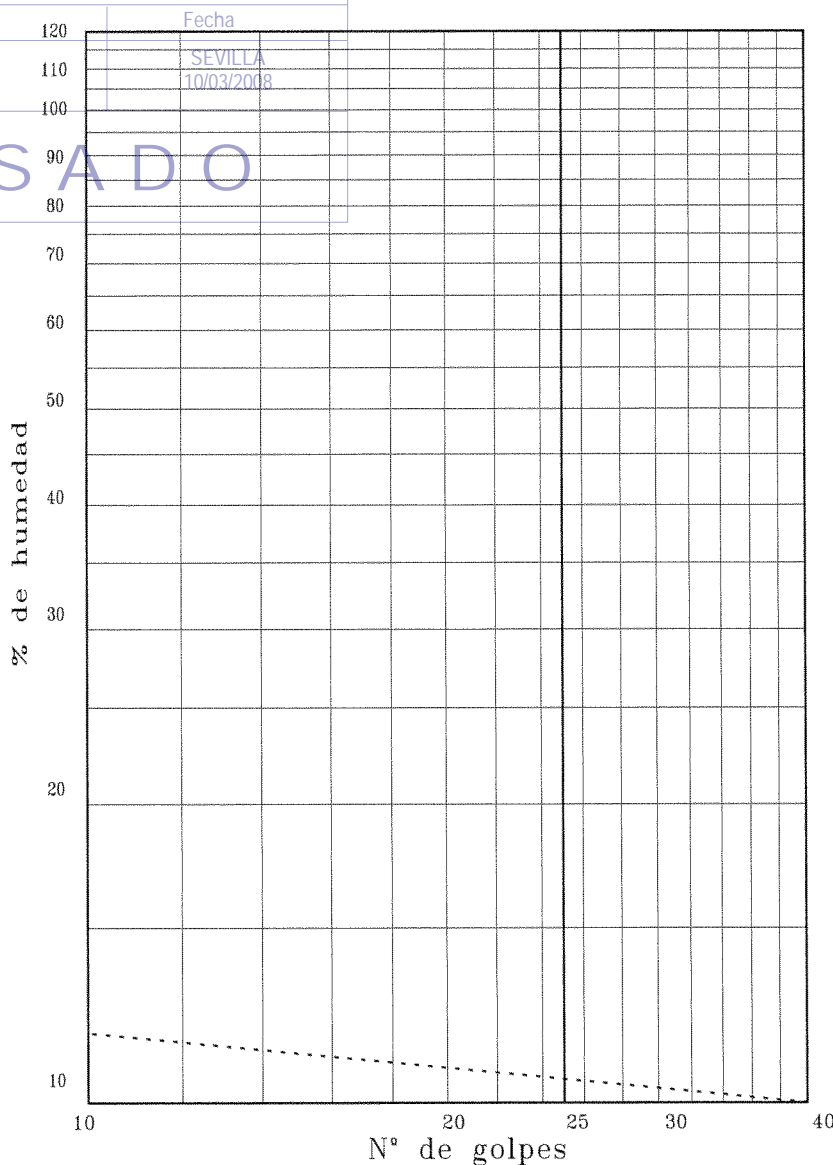
LÍMITE PLÁSTICO - UNE 103104/93

Punto	1	2
agua g.		
tara+suelo+agua g.		
tara+suelo g.		
tara g.		
suelo g.		
Humedad %		

LÍMITE LÍQUIDO	NO PLÁSTICO
LÍMITE PLÁSTICO	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	

Observaciones:

104-EG-08



- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.
- El intervalo de incertidumbre de estos resultados está a disposición del Cliente en ENYPSA.

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 6 de Febrero de 2008

LA RESPONSABLE DEL ENSAYO

Fdo. Encarnación Martín Romero

Licenciada en Ciencias Químicas

ENSAYO DE AGRESIVIDAD DE UNA MUESTRA DE SUELO, Anejo V-EHE.

C/ Veracruz 35, Málaga. Tfno: 952 34 34 62, Fax: 952 33 42 48

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 1.00-1.45 m.		
Trabajo :	2456/13/4	Muestra nº	220



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
ANDALUCIA

	Expediente	Fecha	Clasificación
	Resultados obtenidos 25577	SEVILLA 10/03/2008	
Contenido en sulfatos (mg)	1262,9		No agresiva
Acidez Baumann-Gully	0		No agresiva

Clasificación de la agresividad química			
PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
	Qa	Qb	Qc
	ATAQUE DEBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /Kg. de suelo seco)	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000
GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY	>20	(*)	(*)

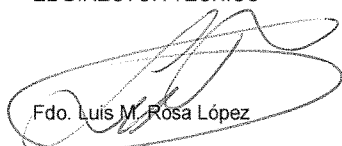
(*) Estas condiciones no se dan en la práctica.

Observaciones:

104-EG-08

- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.

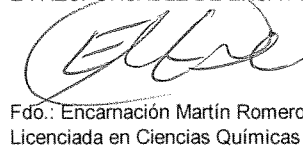
EL DIRECTOR TÉCNICO



Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 6 de Febrero de 2008

LA RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS



Fdo.: Encarnación Martín Romero
Licenciada en Ciencias Químicas

C/ Veracruz 35, Málaga. Tfno: 952 34 34 62, Fax: 952 33 42 48

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 6.00-6.45 m.		
Trabajo :	2456/13/5	Operador :	Pellitero, Juan Ant.
Comienzo	26/01/08	Final	28/01/08
		Muestra nº	221

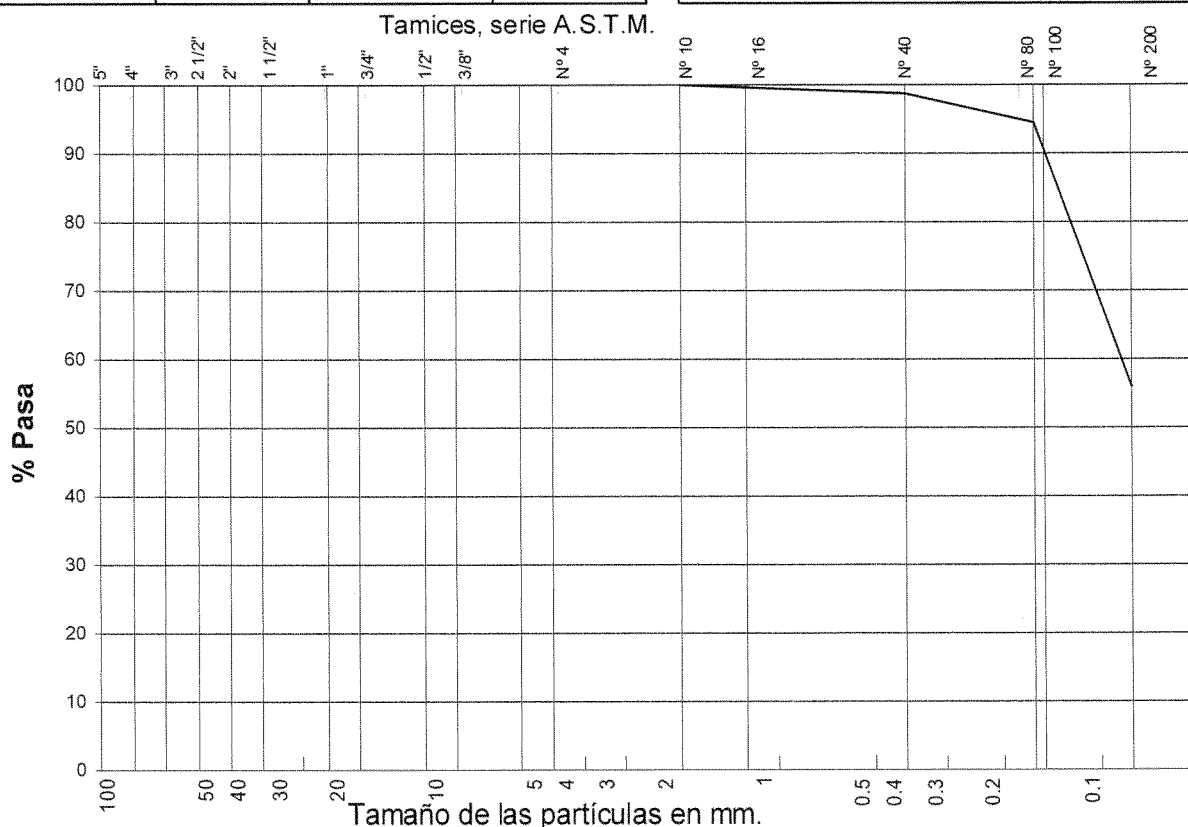
Tamiz mm.	% Pasa	Tamiz mm.	% Pasa
127		10.0	
100		6.3	
80		5.0	
63		2.0	100.0
50		1.25	99.6
40		0.40	98.7
25		0.16	94.5
20		0.149	
12.5		0.080	55.9

CLASIFICACIÓN ASTM D 2487 / 00	
I.G.	4
H.R.B.	A-4
USCS	CL-ML

Los textos que figuran con fondo gris, no están amparados por nuestro alcance de acreditación

Observaciones:

104-EG-08



- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.
- El intervalo de incertidumbre de estos resultados está a disposición del Cliente en ENYPSA.
- El intervalo de incertidumbre de estos resultados está a disposición del Cliente en ENYPSA.

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 5 de Febrero de 2008

LA RESPONSABLE DEL ENSAYO

Fdo. Encarnación Martín Romero
Licenciada en Ciencias Químicas

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 6.00-6.45 m.		
Trabajo :	2456/13/7	Operador :	Cruz, Eduardo J.
Comienzo	29/01/08	Final	30/01/08
		Muestra nº	221

LÍMITE LÍQUIDO UNE 103103/94

Punto	1	2
Golpes	30	20
agua g.	1.11	0.70
tara+suelo+agua g.	15.00	12.81
tara+suelo g.	13.89	12.11
tara g.	9.91	9.72
suelo g.	3.98	2.39
Humedad %	27.89	29.29

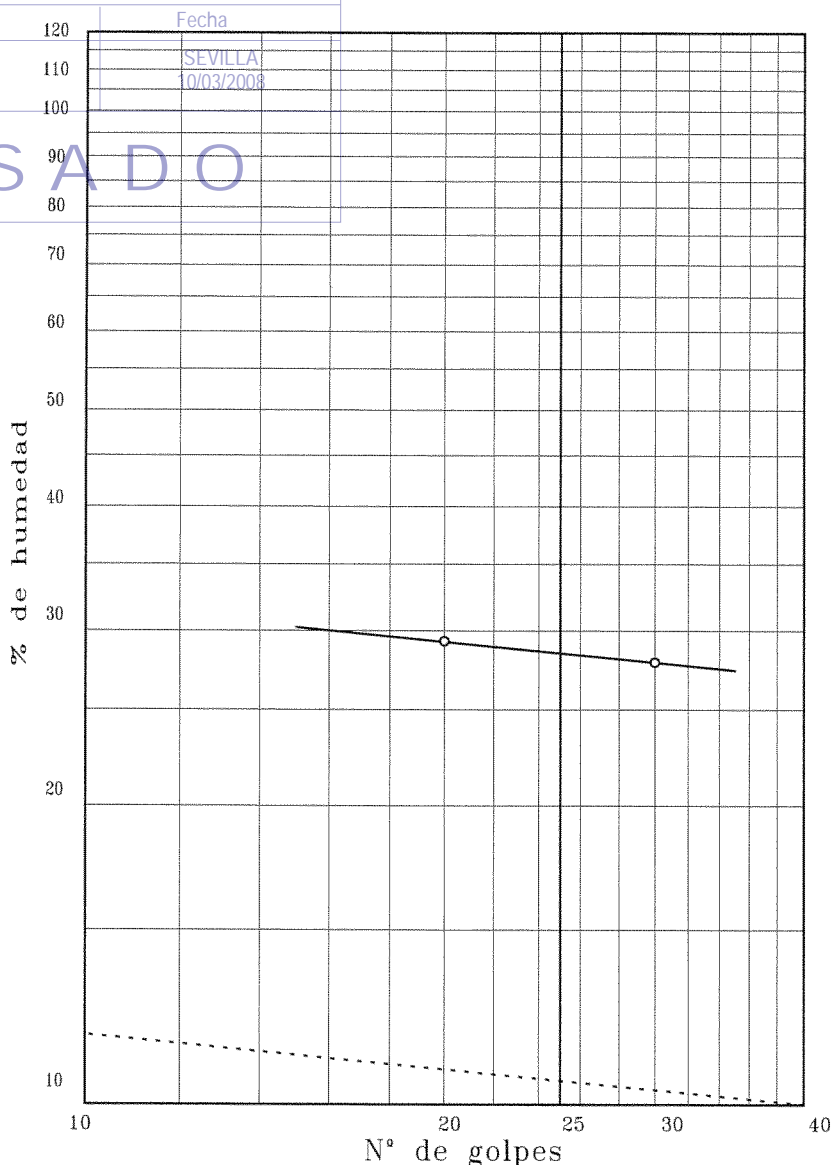
LÍMITE PLÁSTICO - UNE 103104/93

Punto	1	2
agua g.	1.27	1.13
tara+suelo+agua g.	19.99	19.78
tara+suelo g.	18.72	18.65
tara g.	12.81	13.41
suelo g.	5.91	5.24
Humedad %	21.49	21.56

LÍMITE LÍQUIDO	28.5
LÍMITE PLÁSTICO	21.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.0

Observaciones:

104-EG-08



- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.
- El intervalo de incertidumbre de estos resultados está a disposición del Cliente en ENYPSA.

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 5 de Febrero de 2008

LA RESPONSABLE DEL ENSAYO

Fdo. Encarnación Martín Romero

Licenciada en Ciencias Químicas

Compresión simple de una muestra de suelo UNE 103400 / 93

C/ Veracruz 35, Málaga. Tfno: 952 34 34 62, Fax: 952 33 42 48

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 6.00-6.45 m.		
Trabajo :	2456/13/80 DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	Muestra nº	221

Dimensiones

		Expediente	Fecha
Diámetro	cm	6.0	2.5
Altura	cm	12.0	SEVILLA 10/03/2008
Sección inicial	cm²	28.27	
Volumen	cm³	339.3	

Humedad zona rotura

Agua	g	27.1
Tara + suelo + agua	g	248.9
Tara + suelo	g	221.8
Tara	g	95.9
Suelo	g	125.9
Humedad	%	21.5

Humedad probeta

Probeta húmeda	g	691
Probeta seca	g	563
Agua probeta	g	128
Humedad	%	22.7

Densidad probeta	t/m³	1.66
------------------	------	------

Ángulo plano de rotura	°	
------------------------	---	--

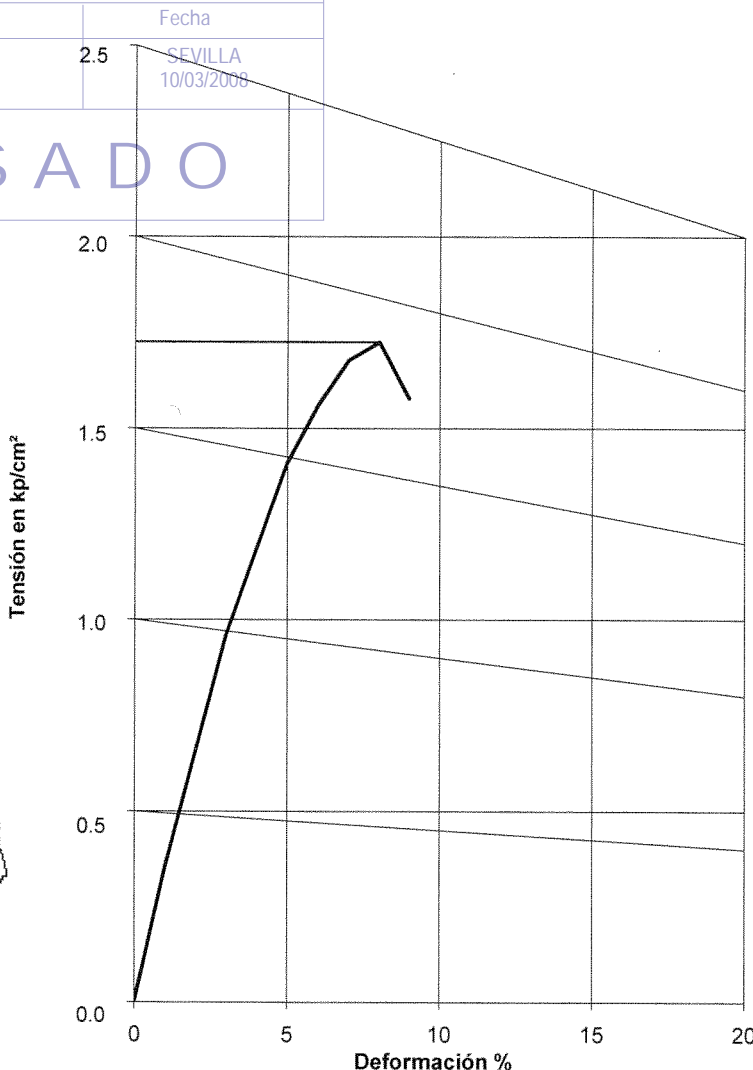
Forma de rotura



Resistencia a compresión simple	kp/cm²	1.72
	kPa	169

Observaciones:

104-EG-08



- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.
- Este Informe consta de una sola página

EL DIRECTOR TÉCNICO

(Fdo. Luis M. Rosa López)
Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 5 de Febrero de 2008

LA RESPONSABLE DEL ENSAYO

(Fdo. Encarnación Martín Romero)
Fdo.: Encarnación Martín Romero
Licenciada en Ciencias Químicas

**ENSAYO DE AGRESIVIDAD DE UNA MUESTRA
DE SUELO, Anejo V-EHE.**

C/ Veracruz 35, Málaga. Tfno: 952 34 34 62, Fax: 952 33 42 48

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 6.00-6.45 m.		
Trabajo :	2456/13/9	Muestra nº	221



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
ANDALUCIA

	Expediente	Fecha	Clasificación
	Resultados obtenidos 25577	SEVILLA 10/03/2008	
Contenido en sulfatos (mg)	Indicios		No agresiva
Acidez Baumann-Gully	0		No agresiva

Clasificación de la agresividad química			
PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
	Qa	Qb	Qc
	ATAQUE DEBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /Kg. de suelo seco)	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000
GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY	>20	(*)	(*)

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

Observaciones:

104-EG-08

- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 5 de Febrero de 2008

LA RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS

Fdo.: Encarnación Martín Romero
Licenciada en Ciencias Químicas

C/ Veracruz 35, Málaga. Tfno: 952 34 34 62, Fax: 952 33 42 48

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof 1.00-1.45 m.		
Trabajo :	2456/13/5	Operador :	Pellitero, Juan Ant.
Comienzo	26/01/08	Final	28/01/08
		Muestra nº	221

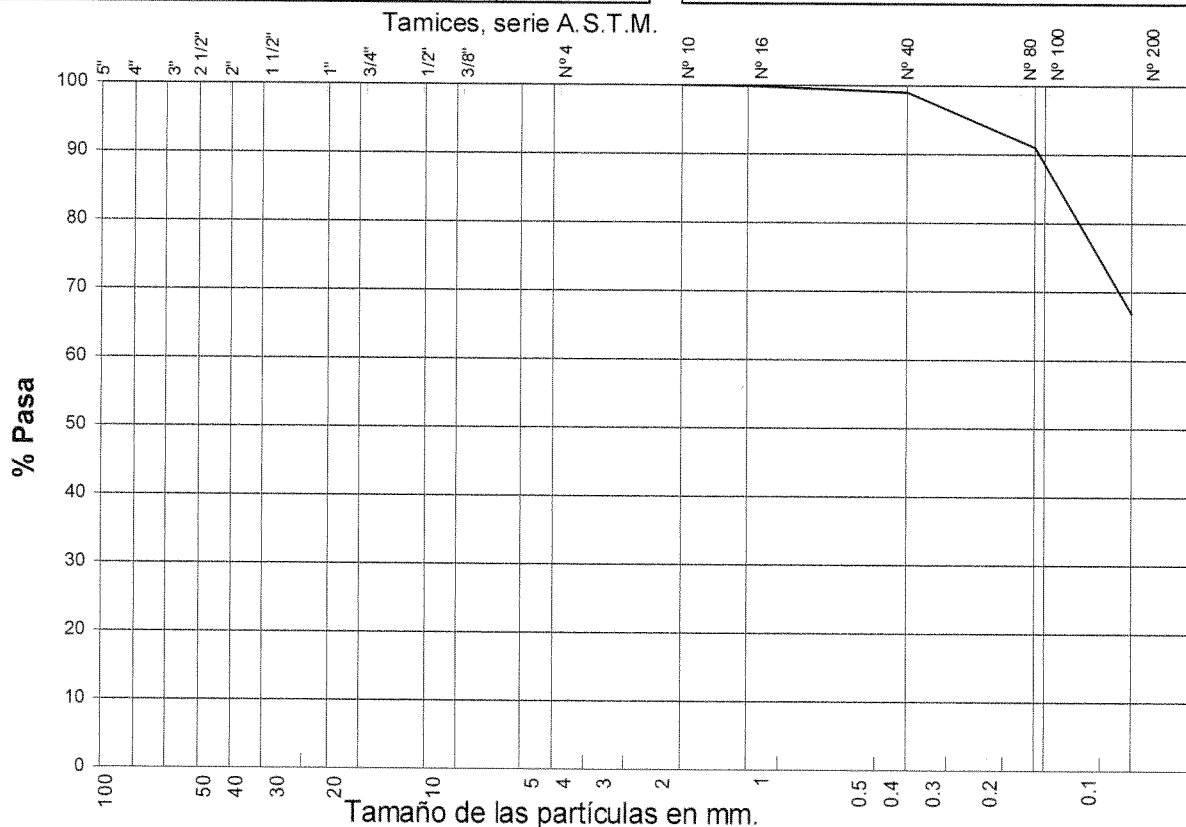
Tamiz mm.	% Pasa	Tamiz mm.	% Pasa
127		10.0	
100		6.3	
80		5.0	
63		2.0	100.0
50		1.25	99.9
40		0.40	99.0
25		0.16	91.0
20		0.149	
12.5		0.080	66.8

CLASIFICACIÓN ASTM D 2487 / 00	
I.G.	6
H.R.B.	A-4
USCS	CL

Los textos que figuran con fondo gris, no están amparados por nuestro alcance de acreditación

Observaciones:

104-EG-08



- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.
- El intervalo de incertidumbre de estos resultados está a disposición del Cliente en ENYPSA.
- El intervalo de incertidumbre de estos resultados está a disposición del Cliente en ENYPSA.

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 5 de Febrero de 2008

LA RESPONSABLE DEL ENSAYO

Fdo. Encarnación Martín Romero
Licenciada en Ciencias Químicas

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 9.00-9.45 m.		
Trabajo :	2456/13/12	Operador :	Cruz, Eduardo J.
Comienzo	29/01/08	Final	30/01/08
		Muestra nº	222

LÍMITE LÍQUIDO UNE 103103/94

Punto	1	2
Golpes	30	21
agua g.	1.37	1.34
tara+suelo+agua g.	16.73	16.18
tara+suelo g.	15.36	14.84
tara g.	10.51	10.22
suelo g.	4.85	4.62
Humedad %	28.25	29.00

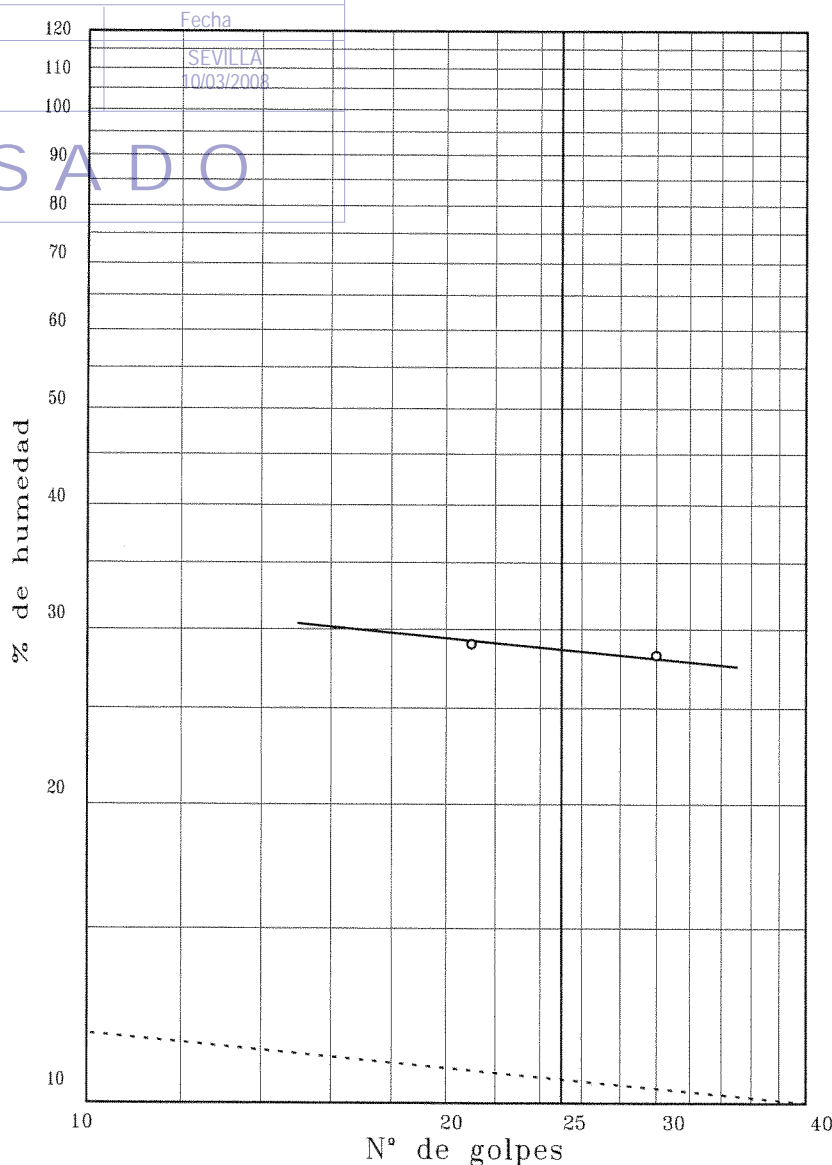
LÍMITE PLÁSTICO - UNE 103104/93

Punto	1	2
agua g.	1.02	0.95
tara+suelo+agua g.	18.30	19.71
tara+suelo g.	17.28	18.76
tara g.	12.27	14.19
suelo g.	5.01	4.57
Humedad %	20.36	20.79

LÍMITE LÍQUIDO	28.7
LÍMITE PLÁSTICO	20.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8.1

Observaciones:

104-EG-08



- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.
- El intervalo de incertidumbre de estos resultados está a disposición del Cliente en ENYPSA.

EL DIRECTOR TÉCNICO

[Signature]
Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 5 de Febrero de 2008
LA RESPONSABLE DEL ENSAYO

[Signature]
Fdo.: Encarnación Martín Romero
Licenciada en Ciencias Químicas

C/ Veracruz 35, Málaga. Tfno: 952 34 34 62, Fax: 952 33 42 48

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 9.00-9.45 m.		
Trabajo :	2456/13/13	Fecha	Muestra nº 222
Comienzo	24/01/08	Final	26/01/08

VISADO

-----	Referencia tara	53
$A = (T + S + A) - (T + S)$	Agua	26.7 g
$T + S + A$	Tara + Suelo + Agua	251.1 g
$T + S$	Tara + Suelo	224.4 g
T	Tara	75.3 g
$S = (T + S) - T$	Suelo	149.1 g
$H = A/S \times 100$	% Humedad	17.9

Observaciones:

104-EG-08

- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.
- El intervalo de incertidumbre de estos resultados está a disposición del Cliente en ENYPSA.

EL DIRECTOR TÉCNICO

Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 5 de Febrero de 2008

LA RESPONSABLE DEL ENSAYO

Fdo.: Encarnación Martín Romero
Licenciada en Ciencias Químicas

C/ Veracruz 35, Málaga. Tfno: 952 34 34 62, Fax: 952 33 42 48

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 9.00-9.45 m.		
Trabajo :	2456/13/14	Muestra nº	222



Ensayo	Unidades	Resultado
Densidad húmeda	tn/m ³	2.11
Densidad seca	tn/m ³	1.77
Peso específico de las partículas	tn/m ³	2.639
Índice de poros		0.49
Grado de saturación	%	100

Observaciones: 104-EG-08

- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.

EL DIRECTOR TÉCNICO

[Signature]
Fdo. Luis M. Rosa López

Málaga, a 5 de Febrero de 2008
LA RESPONSABLE DEL AREA DE VIALES

[Signature]
Fdo.: Encarnación Martín Romero

V. 2, 11/07

ENSAYO DE AGRESIVIDAD DE UNA MUESTRA DE SUELO, Anejo V-EHE.

C/ Veracruz 35, Málaga. Tfno: 952 34 34 62, Fax: 952 33 42 48

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 9.00-9.45 m.		
Trabajo :	2456/13/15	Muestra nº	222



COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS.
ANDALUCIA

	Expediente Resultados obtenidos 25577	Fecha SEVILLA 10/03/2008	Clasificación
Contenido en sulfatos (mg)	327.8		No agresiva
Acidez Baumann-Gully	0		No agresiva

Clasificación de la agresividad química			
PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
	Qa	Qb	Qc
	ATAQUE DEBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /Kg. de suelo seco)	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000
GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY	>20	(*)	(*)


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

Observaciones:

104-EG-08

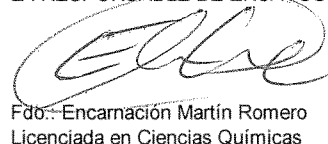
- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.

EL DIRECTOR TÉCNICO



Fdo. Luis M. Rosá López

Málaga, a 5 de Febrero de 2008
LA RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS



Fdo. Encarnación Martín Romero
Licenciada en Ciencias Químicas

ENSAYO DE AGRESIVIDAD DE UNA MUESTRA DE AGUA, Anejo V-EHE.

C/ Veracruz 35, Málaga. Tfno: 952 34 34 62, Fax: 952 33 42 48

Peticionario :	INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA AYUNTAMIENTO DE MALAGA		
Domicilio :	C/ Saint Exupery, 22 MALAGA		
Procedencia muestra :	104-EG-08. Estudio Geotécnico en C/ Zamorano, nº 68, Málaga.		
S/ref.:	SRV-1, prof. 6.80 m.		
Trabajo :	2456/13/16	Muestra nº	205

		COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	Resultados obtenidos	Clasificación
Valor del pH	Expediente	25577	7.21	No agresiva
Dióxido de carbono libre (CO ₂)	Fecha	10/03/2008	12.32 mg/l.	No agresiva
Amonio (NH ₄ ⁺)			0.00 mg/l.	No agresiva
Magnesio (Mg ²⁺)			25.29 mg/l.	No agresiva
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)			506.69 mg/l.	ATAQUE DEBIL
Residuo seco			1680.0 mg/l.	No agresiva

Clasificación de la agresividad química			
PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
	Qa	Qb	Qc
	ATAQUE DEBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
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
Ión amonio (mg. NH ₄ ⁺ /l)	15 - 30	30 - 60	>60
Ión magnesio (mg. Mg ²⁺ /l)	300 - 1000	1000 - 3000	>3000
Ión sulfatos (mg. SO ₄ ²⁻ /l)	200 - 600	600 - 3000	>3000
Residuo seco (mg./l)	75 - 150	50 - 75	< 50

Observaciones:

104-EG-08

- Este Informe consta de una sola página
- Este Informe no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito de ENYPSA.
- Los resultados indicados en este informe de ensayo sólo afectan a la muestra ensayada.

EL DIRECTOR TÉCNICO



Fdo. Luis M. Rosá López

Málaga, a 30 de Enero de 2008
LA RESPONSABLE DEL AREA DE VIALES



Fdo.: Encarnación Martín Romero
Licenciada en Ciencias Químicas

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

ANEJO Nº IV

PLANOS


 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

ANEJO Nº V

CÁLCULOS GEOTÉCNICOS

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

LOSA. ASIENTOS Y COEFICIENTE DE BALASTO.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA	
Expediente	Fecha
25577	EP-1 10/03/2008
0,00	0,0 0
104 EG 08	

NIVEL	Es (kg/cm2)	H (m.)	v
Arenas arcillosas	126	2,0	0,30
Arenas arcillosas	190	3,0	0,30
Arenas arcillosas	95	1,0	0,35
Limos arcillosos	296	5,0	0,35

B= 16,00 m.
 L= 17,00 m.
 D = 0,50 m.
 Dw0 = 5,50 m.
 Dwf = 5,50 m.

$\frac{l_{cr}}{1,145}$	$\frac{\Sigma(1-v_2)/E(l_s-l_s)}{0,0011}$	$\frac{l_f}{1,000}$	$\frac{l_r}{1,120}$	$\frac{l_w}{1,000}$
------------------------	---	---------------------	---------------------	---------------------

Asiento centro máx (ponderado)			1/2
q'a (kg/cm2)	ks (kg/cm3)	asiento en cm.	
0,30	0,25	1,21	
0,40	0,25	1,61	
0,50	0,25	2,01	

m = 410

$$k_s = \frac{m}{\sqrt{B \cdot L}}$$

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	10/03/2008
0,00	0,0
104 EG 08	

BALASTO

NIVEL	Es (kg/cm2)	H (m.)	v
Arenas arcillosas	126	2,0	0,30
Arenas arcillosas	190	3,0	0,30
Arenas arcillosas	95	1,0	0,35
Limos arcillosos	296	5,0	0,35


B= 16,00 m.
 L= 17,00 m.
 D = 0,50 m.
 Dw0 = 5,50 m.
 Dwf = 5,50 m.

$\frac{l_{cr}}{1,145}$	$\frac{\Sigma(1-v_2)/E(l_s-l_s)}{0,0011}$	$\frac{l_f}{1,000}$	$\frac{l_r}{1,120}$	$\frac{l_w}{1,000}$
------------------------	---	---------------------	---------------------	---------------------

Asiento máximo en centro cm. (flexible)	
q'a (kg/cm2)	ks (kg/cm3) asiento en cm.
0,30	0,22 1,39
0,40	0,22 1,86
0,50	0,22 2,32

m = 355

$$k_s = \frac{m}{\sqrt{B \cdot L}}$$

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA	
Expediente	Fecha
25577	EP-2 10/03/2008
0,00	0,0 0
104 EG 08	

NIVEL	Es (kg/cm2)	H (m.)	v
terreno mejorado	279	5,5	0,25
Limos arcillosos	296	2,0	0,35
Limos arcillosos	296	2,0	0,35
Limos arcillosos	296	2,0	0,35

B= 16,00 m.
 L= 17,00 m.
 D = 0,50 m.
 Dw0 = 5,50 m.
 Dwf = 5,50 m.

$\frac{l_{cr}}{1,143}$	$\frac{\Sigma(1-v_2)/E(l_s-l_s)}{0,0008}$	$\frac{l_f}{1,000}$	$\frac{l_r}{1,120}$	$\frac{l_w}{1,000}$
------------------------	---	---------------------	---------------------	---------------------

Asiento centro máx (ponderado)			1/2
q'a (kg/cm2)	ks (kg/cm3)	asiento en cm.	
0,30	0,35	0,85	
0,40	0,35	1,13	
0,50	0,35	1,42	

m = 582

$$k_s = \frac{m}{\sqrt{B \cdot L}}$$

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA	
Expediente	Fecha
25577	10/03/2008
0,00	0,0
104 EG 08	

BALASTO

NIVEL	Es (kg/cm2)	H (m.)	v
terreno mejorado	279	5,5	0,25
Limos arcillosos	296	2,0	0,35
Limos arcillosos	296	2,0	0,35
Limos arcillosos	296	2,0	0,35

B= 16,00 m.
 L= 17,00 m.
 D = 0,50 m.
 Dw0 = 5,50 m.
 Dwf = 5,50 m.

$\frac{l_{cr}}{1,143}$	$\frac{\Sigma(1-v_2)/E(l_s-l_s)}{0,0008}$	$\frac{l_f}{1,000}$	$\frac{l_r}{1,120}$	$\frac{l_w}{1,000}$
------------------------	---	---------------------	---------------------	---------------------

Asiento máximo en centro cm. (flexible)	
q'a (kg/cm2)	ks (kg/cm3) asiento en cm.
0,30	0,31 0,98
0,40	0,31 1,31
0,50	0,31 1,64

m = 504

$$k_s = \frac{m}{\sqrt{B \cdot L}}$$

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

PILOTES Ó MICROPILOTES. ROZAMIENTO NEGATIVO.

VISADO

q es	D (m)	exe	σ amm
0,40	0,45	1,75	10,00

104 EG 08

Acol	Atot	Ecol	Et	Em	s col
0,16	3,06	5.000,00	20,00	278,62	7,18

kg/cm2

m
14

$$\sigma_{col} = \frac{q_{es}}{\frac{A_{col}}{A_{tot}} + \frac{E_t}{E_{col}} \cdot \left(1 - \frac{A_{col}}{A_{Tot}}\right)} \leq \sigma_{amm}$$

$$E_m = \frac{A_{col}}{A_{tot}} \cdot E_{col} + \left(1 - \frac{A_{col}}{A_{tot}}\right) \cdot E_t$$

EFICACIA DEL TRATAMIENTO

$$m = \frac{E_m}{E_t}$$

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

PILOTES O MICROPILOTES. CAPACIDAD PORTANTE.

Pilote:	Injectado	I	104 EG 08							
Fuste:	Hormigón	H	CFirme	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda
Terreno:	CFirme	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Tipo:	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1

Para $\sigma'v \text{ mín} \geq$ 10,0 (t/m2) Le crítico = 3,0 D

Punta Fp= 3,0 Fuste Ff= 2,0

$\beta =$	1,00	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas
$k =$	0,45	(punta)							
$R_p =$	70	70							
$\alpha \text{ máx} =$	----	60	30	30	30	30	30	30	30
$\alpha \text{ mín} =$	----	60	30	30	30	30	30	30	30
$R_p/\alpha \text{ mín} =$	----	0,80	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
$R_p/\alpha \text{ mín} =$	----	0,80	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
$q_s \text{ mín} (R_p/\alpha) =$	----	0,80							
$q_s \text{ máx} (R_p/\alpha) =$	----	0,80							
$L =$	160,7	D	24,10						

Lo= (longitud no considerada por explanación, expansividad, rellenos ...) m.

$q_a \text{ mín} = 10,5 + \Sigma (38,6) / D$

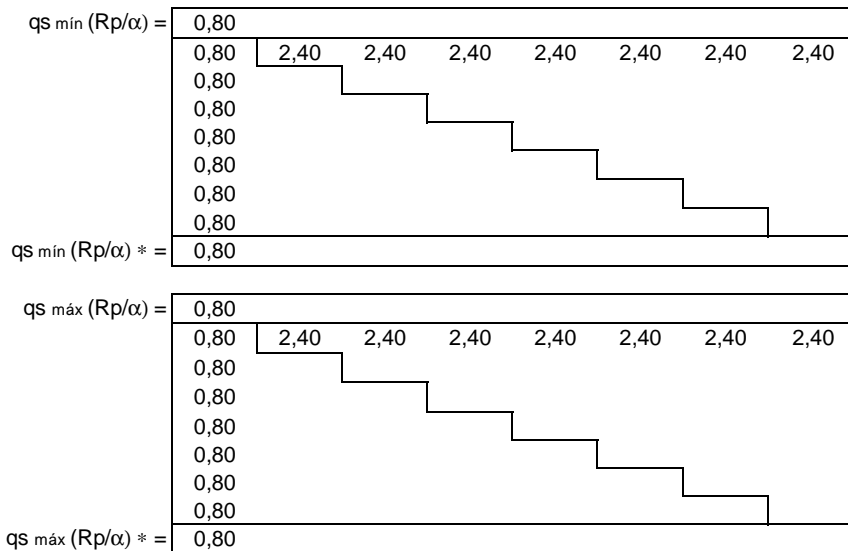
$q_a \text{ máx} = 10,5 + \Sigma (38,6) / D$

$q_e = 267,6 \text{ kg/cm}^2$ (tope estructural)

2 ponderación 0-1-2-3-4

ROZAMIENTO NEGATIVO DE PILOTE AISLADO

D (mm.)	q_a	(kg/cm2)	Q	(t)
150	267,6	a 267,6	267,6	47,3
				a 47,3
				47,3

(*) REDUCCION DE FUSTE POR CAPA BLANDA/FLOJA INTERMEDIA ($\leq 3f$ arcillas o $\leq 2f$ arenas)

PROFUNDIDAD DE PILOTE PARA EMPOTRAMIENTO 160,7 D

D (mm.)	Empotramiento a partir de ...	Profundidad total
150	m.	24,1 m.

Pilote: Perforado **P** **104 EG 08**

Fuste: Hormigón **H** CFirme CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda

Terreno: CFirme **C** **C** **C** **C** **C** **C** **C** **C** **C**

Tipo: 3 3 1 1 1 1 1 1 1

Para $\sigma'v \text{ mín} \geq$ **10,0** (t/m2) **Le crítico =** **3,0** **D**

Punta **Fp=** **3,0** **Fuste** **Ff=** **2,0**

Arcillas

$\beta =$ 1,00

$k =$ 0,45

$R_p =$ **70**

$\alpha \text{ máx} =$ ---- 60 30 30 30 30 30 30 30

$\alpha \text{ mín} =$ ---- 60 30 30 30 30 30 30 30

$R_p/\alpha \text{ mín} =$ ---- 0,35 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15

$R_p/\alpha \text{ mín} =$ ---- 0,80 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15

$q_s \text{ mín} (R_p/\alpha) =$ ---- 0,35

$q_s \text{ máx} (R_p/\alpha) =$ ---- 0,80

$L =$ **25,7** **D** 11,54 m.

$L_o =$ (longitud no considerada por explanación, expansividad, rellenos ...) m.

$q_a \text{ mín} =$ 10,5 $+\Sigma$ (8,1)/D

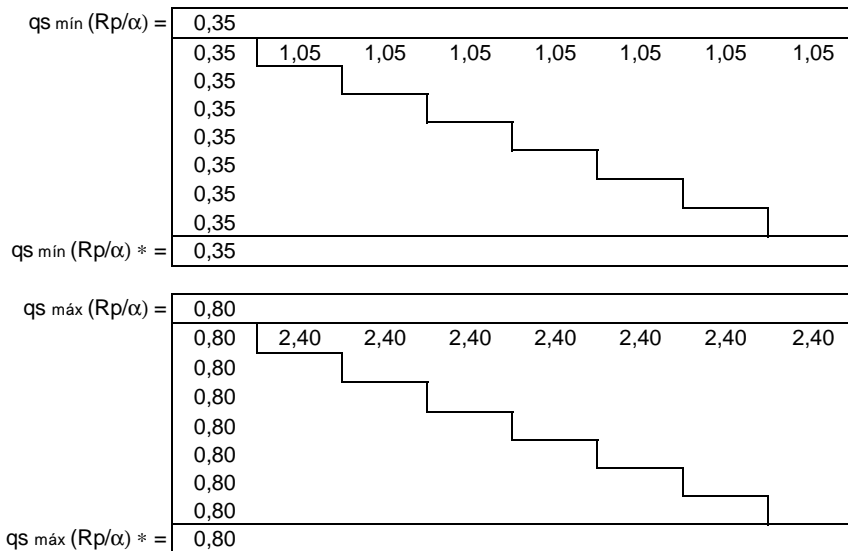
$q_a \text{ máx} =$ 10,5 $+\Sigma$ (18,5)/D

$q_e =$ **40,0** **kg/cm2** (tope estructural)

2
ponderación
0-1-2-3-4

CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTE AISLADO

D (mm.)	q_a	(kg/cm2)	Q	(t)
450	28,5	a 51,5	45,3	a 82,0 63,6

(*) REDUCCION DE FUSTE POR CAPA BLANDA/FLOJA INTERMEDIA ($\leq 3f$ arcillas o $\leq 2f$ arenas)

PROFUNDIDAD DE PILOTE PARA EMPOTRAMIENTO 25,7 D

D (mm.)	Empotramiento a partir de ...	Profundidad total
450	m.	11,5 m.

Pilote: Perforado **P** **104 EG 08**

Fuste: Hormigón **H** CFirme CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda

Terreno: CFirme **C** **C** **C** **C** **C** **C** **C** **C** **C**

Tipo: 3 3 1 1 1 1 1 1 1

Para $\sigma'v \text{ mín} \geq$ **10,0** (t/m2) **Le crítico =** **3,0** **D**

Punta **Fp= 3,0** **Fuste** **Ff= 2,0**

Arcillas

$\beta =$ 1,00

$k =$ 0,45

$R_p =$ **70** **70** **70** **70** **70** **70** **70** **70** **70**

$\alpha \text{ máx} =$ ---- 60 30 30 30 30 30 30 30

$\alpha \text{ mín} =$ ---- 60 30 30 30 30 30 30 30

$R_p/\alpha \text{ mín} =$ ---- 0,35 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15

$R_p/\alpha \text{ mín} =$ ---- 0,80 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15

$q_s \text{ mín} (R_p/\alpha) =$ ---- 0,35

$q_s \text{ máx} (R_p/\alpha) =$ ---- 0,80

$L =$ **25,7** **D** 14,11 m.

$L_o =$ (longitud no considerada por explanación, expansividad, rellenos ...) m.

$q_a \text{ mín} =$ 10,5 $+\Sigma$ (9,9)/D

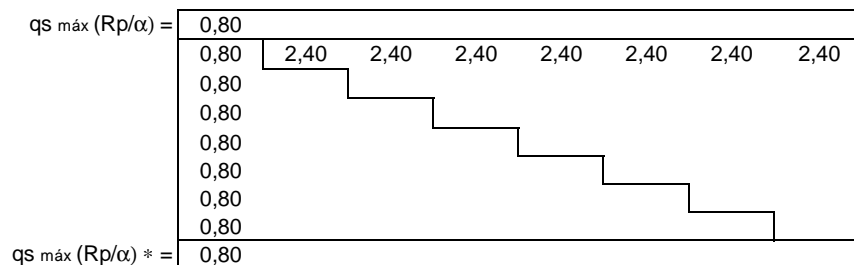
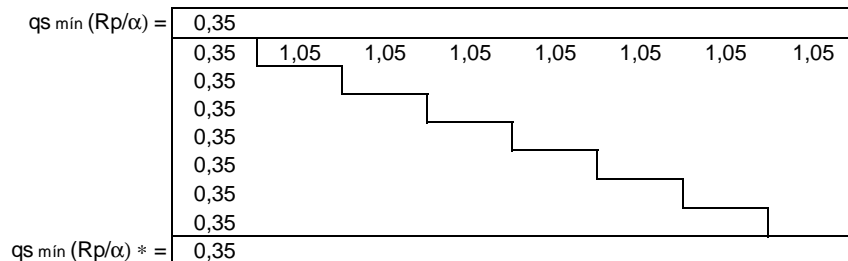
$q_a \text{ máx} =$ 10,5 $+\Sigma$ (22,6)/D

$q_e =$ **40,0** **kg/cm2** (tope estructural)

2
ponderación
0-1-2-3-4

CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTE AISLADO

D (mm.)	q_a	(kg/cm2)	Q	(t)
550	28,5	a 51,5	67,6	a 122,5 95,0

(*) REDUCCION DE FUSTE POR CAPA BLANDA/FLOJA INTERMEDIA ($\leq 3f$ arcillas o $\leq 2f$ arenas)

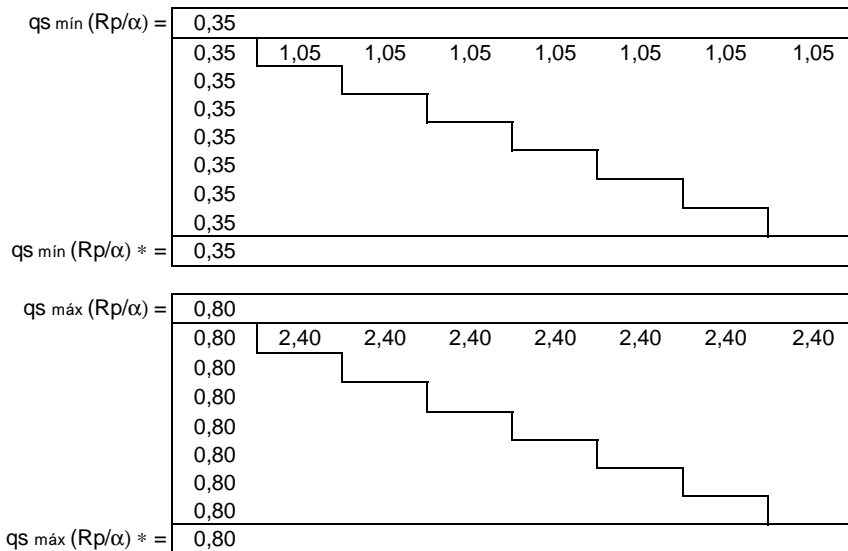
PROFUNDIDAD DE PILOTE PARA EMPOTRAMIENTO 25,7 D

D (mm.)	Empotramiento a partir de ...	Profundidad total
550	m.	14,1 m.

Pilote:	Perforado	P	104 EG 08								
Fuste:	Hormigón	H	CFirme	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	
Terreno:	CFirme	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
Tipo:	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	
Para $\sigma'v \text{ mín} \geq$	10,0	(t/m2)	Le crítico = 3,0 D								
	Punta	Fp=	3,0	Fuste							
	Arcillas			Ff= 2,0							
$\beta =$	1,00	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	
$k =$	0,45	(punta)									
$R_p =$	70		70								
$\alpha \text{ máx} =$	----		60	30	30	30	30	30	30	30	
$\alpha \text{ mín} =$	----		60	30	30	30	30	30	30	30	
$R_p/\alpha \text{ mín} =$	----		0,35	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
$R_p/\alpha \text{ mín} =$	----		0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
$q_s \text{ mín} (R_p/\alpha) =$	----		0,35								
$q_s \text{ máx} (R_p/\alpha) =$	----		0,80								
$L =$	25,7	D	16,67								
$L_o =$	(longitud no considerada por explanación, expansividad, rellenos ...)										
$q_a \text{ mín} =$	10,5	$+\Sigma$	11,7								
$q_a \text{ máx} =$	10,5	$+\Sigma$	26,7								
$q_e =$	40,0	kg/cm2	(tope estructural)								
			2 ponderación 0-1-2-3-4								

CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTE AISLADO

D (mm.)	q_a	(kg/cm2)	Q	(t)
650	28,5	a	51,5	40,0
			94,4	a
			171,0	132,7

(*) REDUCCION DE FUSTE POR CAPA BLANDA/FLOJA INTERMEDIA ($\leq 3f$ arcillas o $\leq 2f$ arenas)

PROFUNDIDAD DE PILOTE PARA EMPOTRAMIENTO 25,7 D

D (mm.)	Empotramiento a partir de ...	Profundidad total
650	m.	16,7 m.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCÍA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

fcy (kg/cm²) = **5.620** F = **2** **104 EG 08**

Diámetro micropilote (mm) = **150**

Area (cm²) = 176,7

D ext (mm) =	88,9
D int (mm) =	75,9
espesor (mm) =	6,5
Tadm (t) =	47,3
T.E. (kg/cm ²) =	267,6
Area (cm ²) =	16,83

D ext (mm) =	88,9
D int (mm) =	73,9
espesor (mm) =	7,5
Tadm (t) =	53,9
T.E. (kg/cm ²) =	305,0
Area (cm ²) =	19,18

Para $\sigma'v$ mín= **10,0** (t/m2) Le crítico = 3 D

104 EG 08

	<u>Punta</u> Arcillas	Arcillas	<u>Fuste</u> Arcillas	Arcillas
$\beta =$	1,00			
$k_p =$	1,6			
$P_l =$	23,3			
ρ máx=	1,2	1,2	1,2	1,2
ρ mín=	1,1	1,1	1,1	1,1
$q_s =$	1,76	0,10	0,10	0,10
$L =$	65,23 D	m.	m.	m.
	IGU	IGU	IGU	IGU

q_a mín= 267,6 + (/D + /D + /D)
 q_a máx= 293,4 + (/D + /D + /D)

$q_e =$ **267,6** kg/cm2 (tope estructural estimado)

TABLA .- Capacidad portante micropilote aislado

D (mm.)	q_a (kg/cm2)			Q (t)		
150	267,6	267,6	267,6)	47,3	47,3	47,3)
150	267,6	267,6	267,6)	47,3	47,3	47,3)

Pilote: Perforado **P** **104 EG 08**

Fuste: Hormigón **H** CBlanda SMedia CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda

Terreno: CBlanda **C** **C** **S** **C** **C** **C** **C** **C** **C**

Tipo: 1 1 5 1 1 1 1 1 1

Para $\sigma'v \text{ mín} \geq$ **10,0** (t/m2) **Le crítico =** **3,0** D

Punta **Fp= 1,0** Fuste **Ff= 1,0**

Arcillas

$\beta =$ 0,50

$k =$ 0,40

$R_p =$ **25577**

$\alpha \text{ máx} =$ ---- 30 180 30 30 30 30 30 30

$\alpha \text{ mín} =$ ---- 30 100 30 30 30 30 30 30

$R_p/\alpha \text{ mín} =$ ---- 0,15 0,80 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15

$R_p/\alpha \text{ mín} =$ ---- 0,15 1,20 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15

$q_s \text{ mín} (R_p/\alpha) =$ ---- 0,17

$q_s \text{ máx} (R_p/\alpha) =$ ---- 0,30

$L =$ **D** **-5,00** m.

$L_o =$ (longitud no considerada por explanación, expansividad, rellenos ...) m.

$q_a \text{ mín} =$ $+\Sigma$ (-3,3)/D

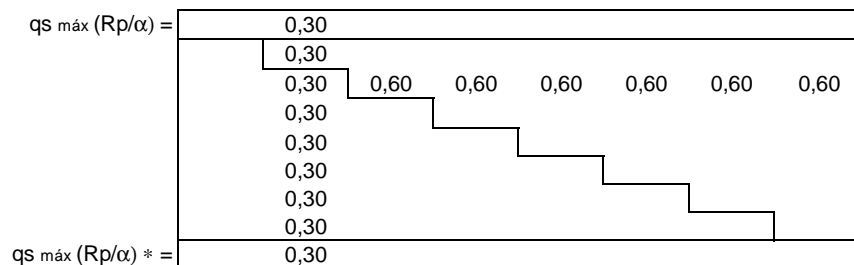
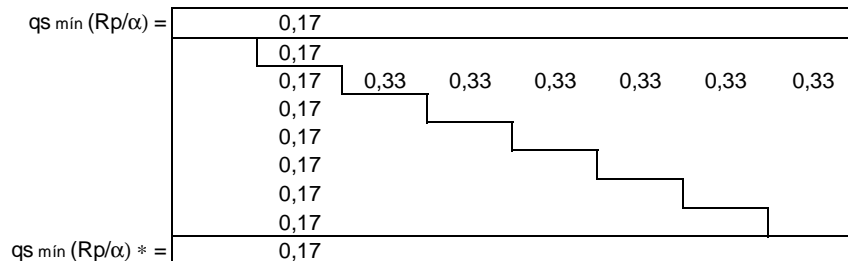
$q_a \text{ máx} =$ $+\Sigma$ (-6,0)/D

$q_e =$ **267,6** kg/cm2 (tope estructural)

2
ponderación
0-1-2-3-4

CAPACIDAD PORTANTE DE PILOTE AISLADO

D (mm.)	q_a	(kg/cm2)	Q	(t)
150	-22,2	a -40,0	-31,1	-3,9 a -7,1 -5,5



(*) REDUCCION DE FUSTE POR CAPA BLANDA/FLOJA INTERMEDIA ($\leq 3f$ arcillas o $\leq 2f$ arenas)

PROFUNDIDAD DE PILOTE PARA EMPOTRAMIENTO

D

D (mm.)	Empotramiento a partir de ...	Profundidad total
150	-5,0 m.	-5,0 m.

Pilote:	Perforado	P	104 EG 08							
Fuste:	Hormigón	H	CBlanda	SMedia	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda
Terreno:	CBlanda	C	C	S	C	C	C	C	C	C
Tipo:	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1

Para $\sigma'v \text{ mín} \geq$ 10,0 (t/m²) Le crítico = 3,0 D

Punta Fp= 1,0 Fuste Ff= 1,0

$\beta =$	0,50	Arcillas	Arenas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas	Arcillas
$k =$	0,40	(punta)							
$R_p =$	25577	30	30	30	30	30	30	30	30
$\alpha \text{ máx} =$	----	30	180	30	30	30	30	30	30
$\alpha \text{ mín} =$	----	30	100	30	30	30	30	30	30
$R_p/\alpha \text{ mín} =$	----	0,15	0,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
$R_p/\alpha \text{ mín} =$	----	0,15	1,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
$q_s \text{ mín} (R_p/\alpha) =$	----	0,17							
$q_s \text{ máx} (R_p/\alpha) =$	----	0,30							
$L =$	D	-5,00 m.							

Lo= (longitud no considerada por explanación, expansividad, rellenos ...) m.

$q_a \text{ mín} = +\Sigma (-3,3))/D$

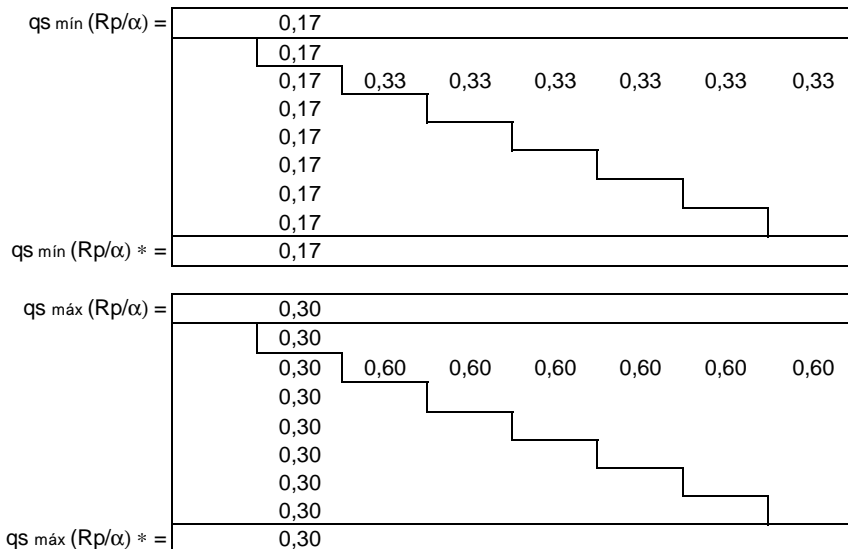
$q_a \text{ máx} = +\Sigma (-6,0))/D$

$q_e = 40,0 \text{ kg/cm}^2$ (tope estructural)

2
ponderación
0-1-2-3-4

ROZAMIENTO NEGATIVO DE PILOTE AISLADO

D (mm.)	q_a	(kg/cm ²)	Q	(t)
450	-7,4	a -13,3	-10,4	-11,8 a -21,2 -16,5



(*) REDUCCION DE FUSTE POR CAPA BLANDA/FLOJA INTERMEDIA ($\leq 3f$ arcillas o $\leq 2f$ arenas)

PROFUNDIDAD DE PILOTE PARA EMPOTRAMIENTO

D (mm.)	Empotramiento a partir de ...	Profundidad total
450	-5,0 m.	-5,0 m.

Pilote:	Perforado	P	104 EG 08							
Fuste:	Hormigón	H	CBlanda	SMedia	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda	CBlanda
Terreno:	CBlanda	C	C	S	C	C	C	C	C	C
Tipo:	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1

Para $\sigma'v \text{ mín} \geq$ (t/m2) D

Punta $F_p =$ Fuste $F_f =$

Arcillas $\beta =$ Arcillas Arenas Arcillas Arcillas Arcillas Arcillas Arcillas Arcillas

$k =$ (punta)

$R_p =$ 30

$\alpha \text{ máx} =$ 30 180 30 30 30 30 30 30

$\alpha \text{ mín} =$ 30 100 30 30 30 30 30 30

$R_p/\alpha \text{ mín} =$ 0,15 0,80 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15

$R_p/\alpha \text{ mín} =$ 0,15 1,20 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15

$q_s \text{ mín} (R_p/\alpha) =$ 0,17

$q_s \text{ máx} (R_p/\alpha) =$ 0,30

$L =$ D m.

$L_o =$ (longitud no considerada por explanación, expansividad, rellenos ...) m.

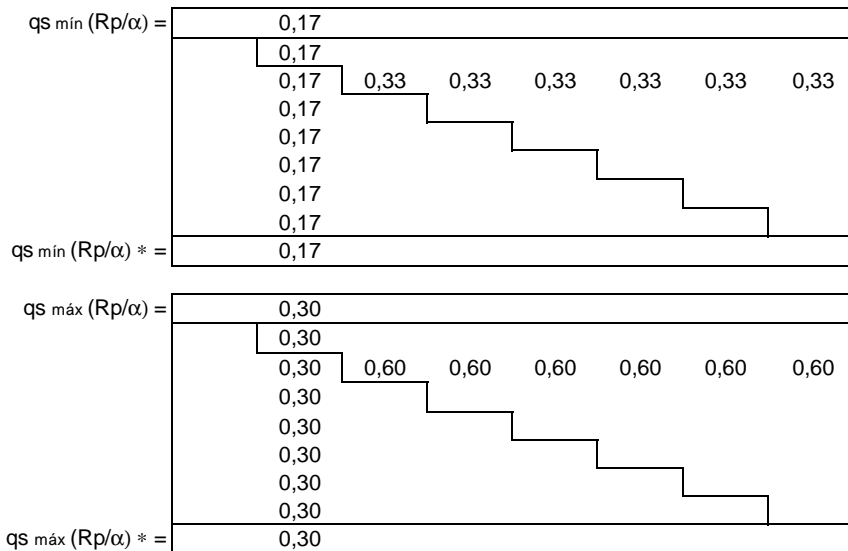
$q_a \text{ mín} =$ $+\Sigma$ ()/D

$q_a \text{ máx} =$ $+\Sigma$ ()/D

$q_e =$ kg/cm2 (tope estructural) ponderación 0-1-2-3-4

ROZAMIENTO NEGATIVO DE PILOTE AISLADO

D (mm.)	q_a	(kg/cm2)	Q	(t)
550	-6,1	a -10,9	-8,5	-14,4 a -25,9 -20,2

(*) REDUCCION DE FUSTE POR CAPA BLANDA/FLOJA INTERMEDIA ($\leq 3f$ arcillas o $\leq 2f$ arenas)

PROFUNDIDAD DE PILOTE PARA EMPOTRAMIENTO

D

D (mm.)	Empotramiento a partir de ...	Profundidad total
550	-5,0 m.	-5,0 m.

Pilote: Perforado **P** **104 EG 08**

Fuste: Hormigón **H** CBlanda SMedia CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda CBlanda

Terreno: CBlanda **C** **C** **S** **C** **C** **C** **C** **C** **C**

Tipo: 1 1 5 1 1 1 1 1 1

Para $\sigma'v \text{ mín} \geq$ **10,0** (t/m2) **Le crítico =** 3,0 D

Punta **Fp= 1,0** Fuste **Ff= 1,0**

Arcillas

$\beta =$ 0,50

$k =$ 0,40

$R_p =$ 25577

$\alpha \text{ máx} =$ ---- 30 180 30 30 30 30 30 30

$\alpha \text{ mín} =$ ---- 30 100 30 30 30 30 30 30

$R_p/\alpha \text{ mín} =$ ---- 0,15 0,80 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15

$R_p/\alpha \text{ mín} =$ ---- 0,15 1,20 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15 0,15

$q_s \text{ mín} (R_p/\alpha) =$ ---- 0,17

$q_s \text{ máx} (R_p/\alpha) =$ ---- 0,30

$L =$ D -5,00 m.

$Lo =$ (longitud no considerada por explanación, expansividad, rellenos ...) m.

$q_a \text{ mín} =$ $+\Sigma$ (-3,3))/D

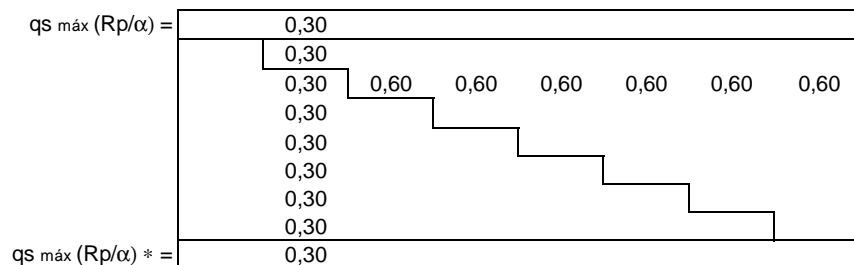
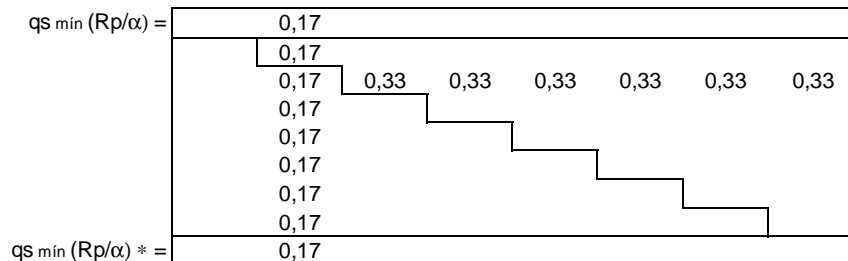
$q_a \text{ máx} =$ $+\Sigma$ (-6,0))/D

$q_e =$ **40,0** kg/cm2 (tope estructural)

2 ponderación 0-1-2-3-4

ROZAMIENTO NEGATIVO DE PILOTE AISLADO

D (mm.)	q_a	(kg/cm2)	Q	(t)
650	-5,1	a -9,2	-7,2	-17,0 a -30,6 -23,8

(*) REDUCCION DE FUSTE POR CAPA BLANDA/FLOJA INTERMEDIA ($\leq 3f$ arcillas o $\leq 2f$ arenas)

PROFUNDIDAD DE PILOTE PARA EMPOTRAMIENTO

D

D (mm.)	Empotramiento a partir de ...	Profundidad total
650	-5,0 m.	-5,0 m.

 COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS. ANDALUCIA	
Expediente	Fecha
25577	SEVILLA 10/03/2008
V I S A D O	

ANEJO Nº VI

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

VISADO



CAJAS DE TESTIGOS DE SRV-1



104-EG-08

VISADO

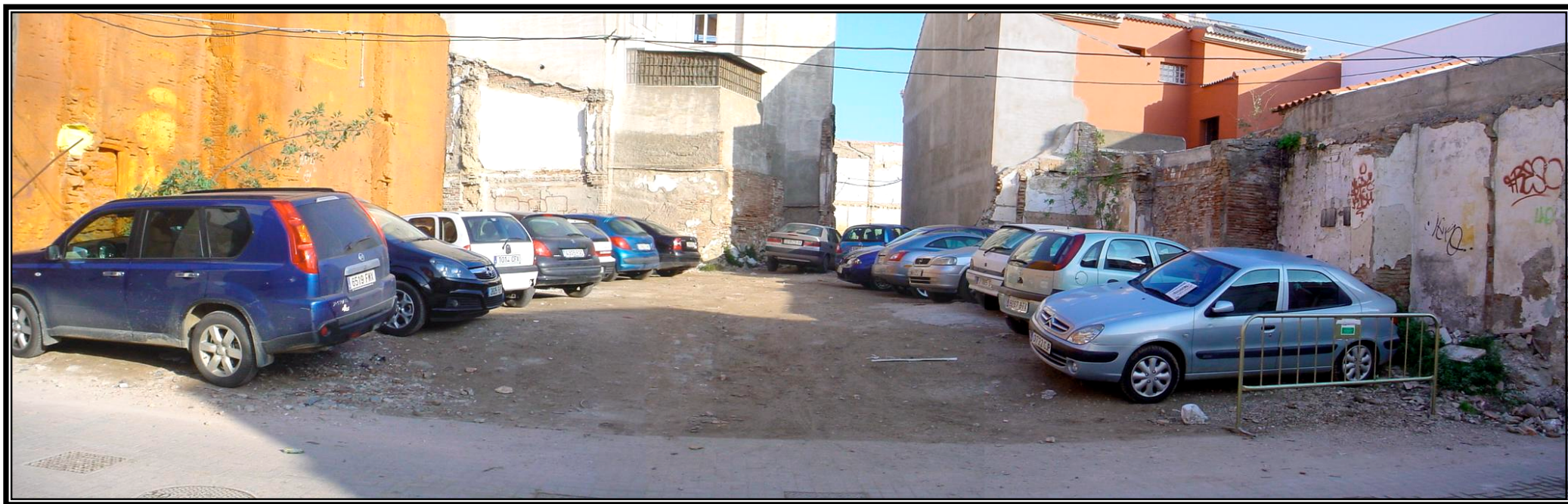


FOTO 1

104-EG-08