

## **ANEJO Nº3 GEOTECNIA**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>GEOLOGÍA .....</b>	<b>3</b>
3.1.	<b>ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL .....</b>	<b>3</b>
3.2.	<b>ENCUADRE GEOLÓGICO LOCAL.....</b>	<b>5</b>
3.3.	<b>CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA ZONA .....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>CAMPAÑA GEOTÉCNICA.....</b>	<b>7</b>
4.1.	<b>ENSAYOS SPT .....</b>	<b>8</b>
4.2.	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO .....</b>	<b>9</b>
<b>5.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....</b>	<b>10</b>
5.1.	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL.....</b>	<b>10</b>
5.2.	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
5.3.	<b>NIVELES GEOTÉCNICOS .....</b>	<b>12</b>
5.3.1	R. Relleno antrópico .....	12
5.3.2	UG-1. Qcb. Arcillas grises de consistencia blanda-media.....	14
5.3.3	UG-2. Qcf. Arcillas marrones de consistencia firme .....	15
5.3.4	UG-3. Qg. Gravas.....	16
5.3.5	UG-4. M. Arcillas margosas grises azuladas .....	17
5.3.6	RESUMEN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.....	17
5.4.	<b>NIVEL FREÁTICO .....</b>	<b>17</b>
5.5.	<b>AGRESIVIDAD DEL SUELO Y EL AGUA.....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>CARACTERIZACIÓN SÍSMICA .....</b>	<b>18</b>
6.1.	<b>CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DEL PROYECTO .....</b>	<b>18</b>
6.2.	<b>ACELERACIÓN BÁSICA DE CÁLCULO Y COEFICIENTE DE CONTRIBUCIÓN.....</b>	<b>18</b>
6.3.	<b>OBLIGATORIEDAD DE APLICACIÓN DE LA NORMA.....</b>	<b>19</b>
6.4.	<b>PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO .....</b>	<b>19</b>
<b>7.</b>	<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....</b>	<b>20</b>
7.1.	<b>MICROPILOTES.....</b>	<b>20</b>
7.1.1	Resistencia de cálculo por fuste .....	20
7.1.2	Correlaciones empíricas .....	20
<b>8.</b>	<b>ACTUACIONES .....</b>	<b>22</b>
8.1.	<b>NUEVO EDIFICIO EXTERIOR DE TALLERES Y COCHERAS.....</b>	<b>22</b>
8.2.	<b>AMPLIACIÓN DE VÍAS.....</b>	<b>23</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>23</b>

**APÉNDICE Nº1. CAMPAÑA TALLERES Y COCHERAS. ELABORA 2006**

**APÉNDICE 2. PLANTA DE SITUACION DE CAMPAÑA GEOTÉCNICA**

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es establecer los condicionantes geológicos y geotécnicos para la realización de las obras incluidas dentro del presente proyecto de construcción de Remodelación de Talleres y Cocheras del Metro Ligero en superficie del centro de Sevilla.

## 2. BIBLIOGRAFÍA

El presente anejo se ha realizado tomando como base toda la información disponible de estudios geológicos y geotécnicos anteriores en el entorno en el que se desarrolla el proyecto. Para ello se han revisado los siguientes trabajos:

- Proyecto constructivo Línea 3 del Metro de Sevilla. 2011

Además, se ha contado con la siguiente información bibliográfica:

- Mapa Geológico de España (IGME) Escala 1:50.000. Hoja Nº 984 (Sevilla)
- Mapa Geológico de España (IGME) Escala 1:200.000. Hoja Nº 75 (Sevilla)
- Mapa Geotécnico de España (IGME) Escala 1:200.000. Hoja Nº 75 (Sevilla)
- Mapa Hidrogeológico de España (IGME) Escala 1:200.000. Hoja Nº 75 (Sevilla)
- Geología de España (J.A. Vera). IGME y Sociedad Geológica de España (SGE). 2004.
- Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis. IGME y Sociedad Geológica de España (SGE). 1989.
- Las margas azules del Guadalquivir. Oteo, Carlos S. Revista Rutas, Nº 77 abril 2000.
- Problemas geotécnicos en la Línea 1 del Metro de Sevilla. Oteo, Carlos. ROP (2009)

## 3. GEOLOGÍA

### 3.1. ENCUADRE GEOLÓGICO REGIONAL

La zona objeto de este estudio se localiza en el borde suroccidental de la Depresión del Guadalquivir. Esta limita al sur con los relieves alpinos de las cordilleras Béticas, mientras que al norte de la cuenca encontramos los materiales paleozoicos del Macizo Hespérico.

Desde el punto de vista geológico, la zona de estudio se encuentra situada en la parte central de la ciudad de Sevilla, que se encuentra en la hoja 984 de la cartografía MAGNA 1:50.000 y se enclava en el centro de una amplia llanura fluvial conformada por el río Guadalquivir, cuyos bordes presentan una acusada disimetría originada por la diferente constitución geológica de ambas márgenes.

El borde Oeste del Aljarafe limita la forma brusca con la llanura aluvial del río, por medio de un escarpe rectilíneo de entre 60 a 100 m de desnivel, constituido por materiales de edad Terciaria (Plioceno Mioceno) compuesto de Margas, limos y arenas.

El borde Este de la llanura, de topografía más suave y de relieve relativamente más elevado (Los Alcores), se alinea en la dirección NE SO, desde Carmona a Dos Hermanas y está constituido preferentemente por arenas calcáreas cementadas (albero).

Volviendo al centro de la llanura que ocupa la ciudad, el río discurre por la misma con un trazado meandriforme que cruza la ciudad de Norte a Sur, recibiendo los afluentes de los arroyos Rivera de Huelva, Tagarete, Tamarguillo y Guadaira, cuyos cauces antiguos han desaparecido, habiendo sido modificados algunos de ellos.

El carácter divagante del río, además, dio lugar en el pasado a la formación de meandros o de cortas naturales (Paleocauces antiguos), que discurren por zonas céntricas de la actual ciudad.

Los materiales que sirven de relleno a la Depresión del Guadalquivir muestran una altísima variabilidad de facies, controladas por la morfología del fondo de la cuenca y del sector considerado. No obstante, dentro de la cuenca es posible distinguir dos grandes subdominios, separados tectónicamente y diferenciados por el origen de los materiales que los forman: relleno alóctono (procedente de las Zonas Externas de las Cordilleras Béticas) y relleno autóctono (sedimentos terciarios y cuaternarios).

Todas las unidades que van a ser descritas a continuación pertenecen al Relleno Autóctono de cuenca. De manera genérica, los materiales que predominan en esta unidad son sedimentos terciarios generalmente finos y consistentes, de litología margosa, arcillosa y arenosa a techo, depositados en aguas tranquilas con escasos aportes gruesos. Finalmente se depositan los sedimentos cuaternarios relacionados con la dinámica deposicional del río Guadalquivir, que, según la zona, pueden pasar de arenas y gravas a materiales más finos (arcillas y limos).

En la figura siguiente se reproduce una parte de la Hoja 984 (Sevilla) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (IGME) donde se localiza la geología de la zona de estudio:

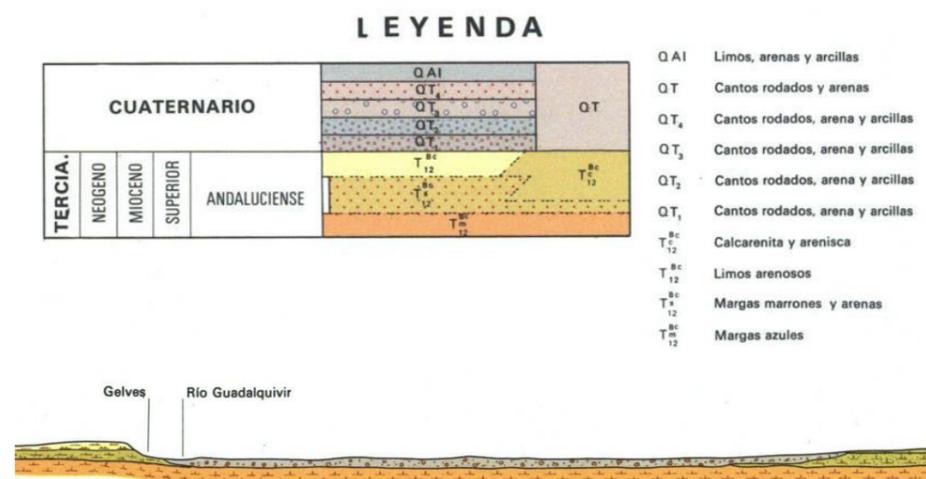


Figura 1. Mapa geológico de la zona de estudio (MAGNA 1:50 000)

Aunque el conjunto deposicional está claramente influenciado por la presencia del río Guadalquivir, que recorre la ciudad de norte a sur, en la secuencia estratigráfica de la ciudad resulta determinante conocer la posición de los arroyos históricos.



Figura 2. Comparativa de los cauces históricos al río Guadalquivir

Para la zona que nos ocupa resulta relevante el trazado histórico del río Tagarete, que rodeaba la ciudad por el Este, paralelo a la muralla, y desembocaba en el Guadalquivir junto a la Torre del Oro. A partir de 1849 fue entubado, y, posteriormente, incorporado al Tamarguillo.

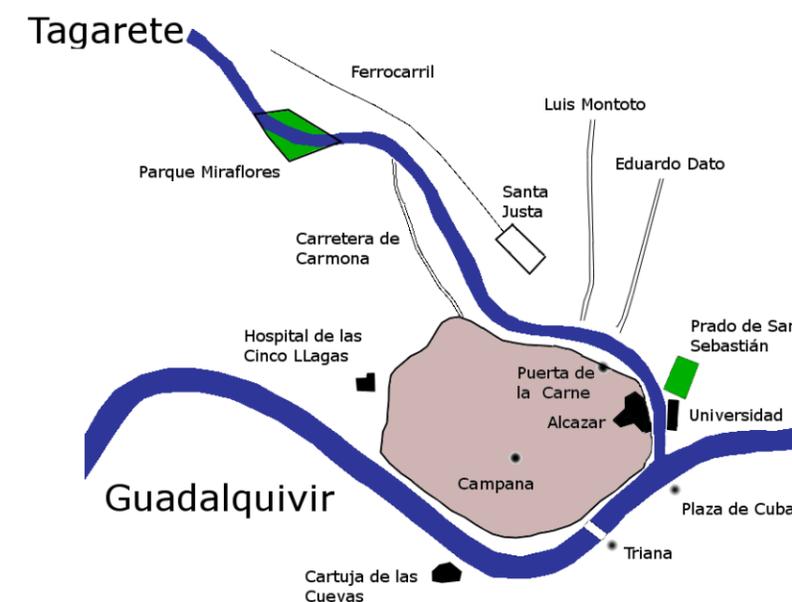


Figura 3. Esquema del cauce antiguo del Tagarete

Por otro lado, estableciendo un perfil representativo medio del subsuelo bajo la ciudad, situaríamos en la zona más baja a las denominadas "Margas Azules" del Mioceno, cuyo techo se localiza a profundidades que oscilan entre los 5.00-6.00 m. en la zona Norte y los 25 m. en el sector Central

Oeste. Estas margas azules del Tortoniense constituyen el principal relleno de la Depresión del Guadalquivir y está constituida por margas azules (amarillas en superficie debido a la presencia de sales de hierro) compactas, y en ocasiones plásticas, que pasan de modo progresivo a margas arenosas en techo y muro.

Por encima de las Margas Azules se sitúan sedimentos cuaternarios de origen fluvial, integrados por gravas arenosas (zahorras) situadas inmediatamente encima de las Margas y de compacidad en general elevada. A las gravas se superponen un conjunto de arenas limosas y limos arenosos de hasta 10,00 m. de espesor. Finalmente, los suelos más superficiales corresponden a arcillas de tonalidades mayoritarias marrones, a veces grisáceas, de media a baja consistencia.

El espesor de los distintos conjuntos es muy variable de unos sectores a otros de la ciudad por el propio origen fluvial de dichos depósitos.

Ligado al río Guadalquivir se desarrolla un nivel freático bajo toda la ciudad, cuya profundidad es variable de unos puntos a otros en función de la cota topográfica y de condicionantes locales, pudiendo oscilar entre los 2 - 3 m. hasta los 9,00 m., susceptible de variar con las oscilaciones del río.

También hay que indicar la frecuente formación de niveles freáticos colgados en los niveles arcillosos superiores por roturas de tuberías o saneamientos, que no deben de confundirse con el principal del río.

### 3.2. ENCUADRE GEOLÓGICO LOCAL

Acercándonos más a la zona de estudio, se pueden distinguir dos tipos de formaciones principales, comenzando por la de mayor edad:

#### **Mioceno medio-superior**

Las margas azules (Ts<sub>12</sub><sup>BC</sup>) son margas arcillosas o carbonatadas, en algunos casos ligeramente limosas, de color gris azulado (cuando se presentan frescas) y estratificación difusa o nula. Cuando el contenido en carbonato cálcico es elevado se presentan compactas, duras y con fracturas concoidea. Los tramos con alto contenido en materia orgánica pueden presentar aspecto bituminoso, tacto graso y color casi negro. En superficie se alteran a colores pardo-amarillentos por la presencia de óxidos de hierro y en ocasiones puede observarse la presencia de yeso cristalizado en las fracturas.

Composicionalmente se caracterizan por:

- Arcilla: 35-55% (alto contenido en montmorillonita)
- Carbonatos: 40-60%

- Arena: 0-10%
- Yeso: 0-3%

Es la formación más importante en toda la depresión del Guadalquivir como se ha comentado anteriormente, y si nos circunscribimos al casco urbano de Sevilla, es sustrato indefinido a efectos del proyecto. El espesor de esta formación es variable y puede alcanzar los 500 m e incluso 900 m.

#### **Cuaternario**

Las terrazas aluviales se tratan de depósitos constituidos por niveles de gravas, generalmente cuarcíticas, englobadas en una matriz arenosa, que alternan con otros de composición predominantemente arenosa. No se aprecian grandes diferencias de cota entre los sucesivos niveles de terrazas, en parte debido a la gran anchura del cauce, siendo frecuentes los fenómenos de solapamiento de las mismas.

Está normalmente constituido por una capa superior de limos, más o menos arcillosos y por una capa inferior de cantos rodados y gravas, más o menos arenosas.

La potencia de esta terraza es variable, comprendida entre 5 y 30 m a lo largo de los ríos principales y se supone que esta potencia crece hacia las desembocaduras.

También destacan los depósitos aluviales, asociados a la actividad más reciente de los cauces de agua, los cuales son depósitos detríticos constituidos por limos y arcillas arenosas de color marrón claro con algo de gravas redondeadas, que alternan con niveles areno-limosos de potencia reducida.

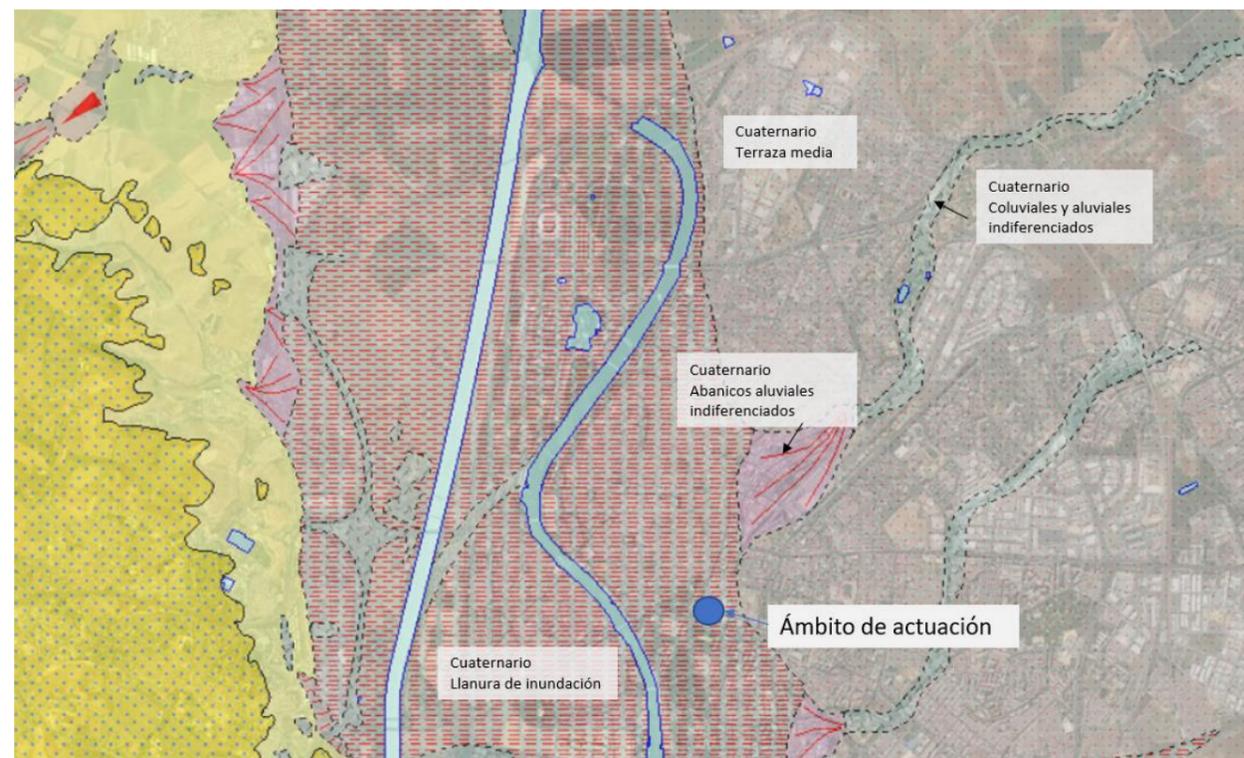


Figura 4. Detalle de la zona de estudio (GEODE 1:50 000)

Por otra parte, dado que el ámbito de actuación se sitúa en el entorno urbano de la ciudad de Sevilla, es de destacar la presencia de rellenos antrópicos de potencia significativa .

### 3.3. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA ZONA

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona de estudio se encuentra en la hoja 75 del mapa Hidrogeológico de España 1:200.000 y se enclava en el centro de la Depresión del Guadalquivir como se ha indicado anteriormente.

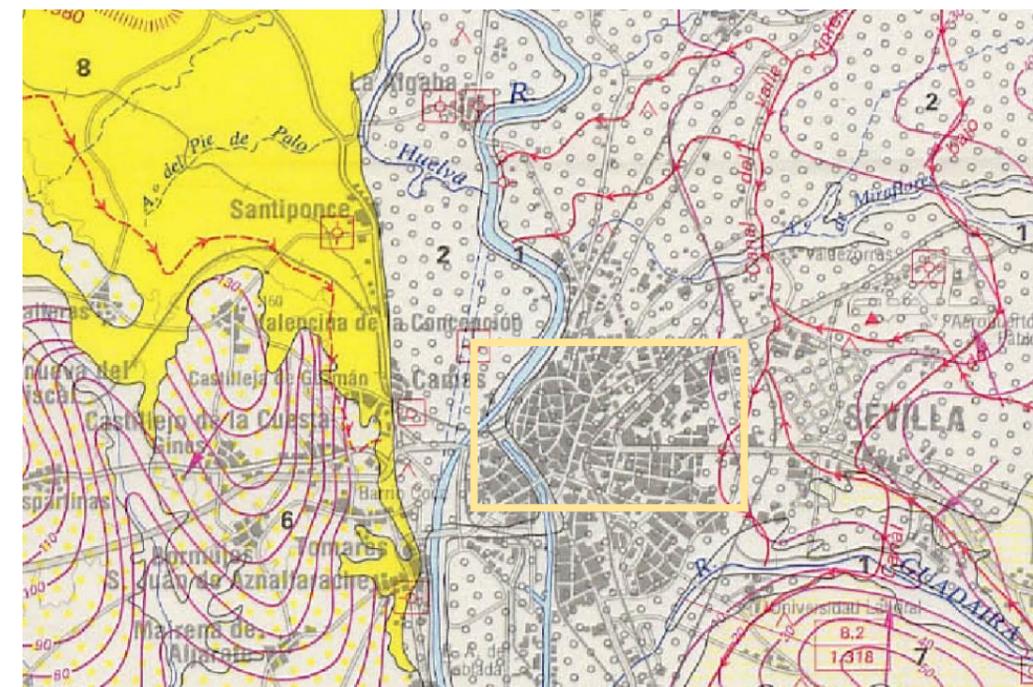


Figura 5. Mapa hidrogeológico de la zona de estudio (1:200 000)

En las formaciones cuaternarias (extensas en esta zona de estudio), se encuentra agua con gran facilidad, si bien gran parte de estas formaciones se encuentran actualmente colgadas, suprayacentes a formaciones margosas y muy erosionadas, de forma que no resultan muy adecuadas como acuíferos.

Aunque cabe destacar el acuífero de la zona Sevilla-Carmona, en el que afloran las terrazas del río Guadalquivir. Los espesores de estos acuíferos libres oscilan entre los 50 m para las calcarenitas y los 20 m en el Cuaternario, mientras que los niveles piezométricos están comprendidos entre 0 y 30 m siendo en su mayor parte inferiores a 10 m. Las oscilaciones de nivel estacionales son más pequeñas en la terraza del Cuaternario reciente (0 a 2 m) ya que se encuentra hidráulicamente conectada al río Guadalquivir, y mayores en las calcarenitas (2 a 8 m) en donde, además, se observa un descenso progresivo del nivel como consecuencia de la sobreexplotación, aunque en años húmedos se recupera con rapidez.

Los parámetros hidráulicos tienen valores de transmisividades comprendidas entre  $5 \times 10^{-3}$  a  $8 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/sg para las calcarenitas y entre  $10^{-2}$  a  $4 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/sg para el Cuaternario, con coeficientes de almacenamiento del 1 al 2 por ciento en las calcarenitas y del 1 al 20 por ciento en el Cuaternario.

La alimentación y recarga del sistema se realiza a partir de la infiltración del agua de lluvia principalmente. El aluvial reciente, unos 60 km<sup>2</sup>, está hidráulicamente conectado con el río Guadalquivir, por lo que existe una relación río-acuífero dependiendo su comportamiento del régimen del río.

El drenaje se realiza a través del río Guadaira y el río Guadalquivir con un comportamiento efluente normalmente e influente en las crecidas.

En cuanto a la calidad de estas aguas subterráneas, se trata de una mineralización notable y de dureza media produciéndose en el Cuaternario, una contaminación orgánica de gran importancia con valores en ión nitrato que normalmente sobrepasan los 50 mg/l admitidos.

Reconocimiento	Profundidad (m)
P-7 (E06)	11,60
P-8 (E06)	12,80
P-9 (E06)	11,60
P-10 (E06)	11,40
P-11 (E06)	11,00
P-12 (E06)	11,00

Tabla 1. Características reconocimientos campaña previa (Elabora 2006)

#### 4. CAMPAÑA GEOTÉCNICA

La campaña geotécnica específica disponible fue realizada por Elabora en diciembre de 2006.

Además de estos reconocimientos, se disponen de otros ensayos realizados para otros proyectos próximos cuyos resultados son usados de manera complementaria para la caracterización geotécnica de los materiales. Estos proyectos son:

- Proyecto constructivo Línea 3 del Metro de Sevilla. 2011

A final del 2006, a petición de Tussam, Elabora realizó una campaña geotécnica en la actual parcela de talleres y cocheras del Metrocentro.

Esta campaña consistió en la perforación de 5 sondeos mecánicos, y, posteriormente, se realizaron 12 ensayos de penetración tipo Borros

En la siguiente tabla se resumen las longitudes de cada uno de los ensayos:

Reconocimiento	Profundidad (m)
S-1 (E06)	21,00
S-2 (E06)	22,05
S-3 (E06)	14,58
S-4 (E06)	14,76
SC-1 (E06)	10,00
P-1 (E06)	14,54
P-2 (E06)	11,40
P-3 (E06)	11,80
P-4 (E06)	14,34
P-5 (E06)	11,00
P-6 (E06)	11,20

En el Apéndice 1 se incluyen los resultados de la campaña geotécnica previa.

Los ensayos de penetración realizados, tipo Borros, no pueden ser ubicados con precisión en la planta de los talleres y cocheras. Los resultados de los golpes obtenidos se incluyen en la siguiente figura:

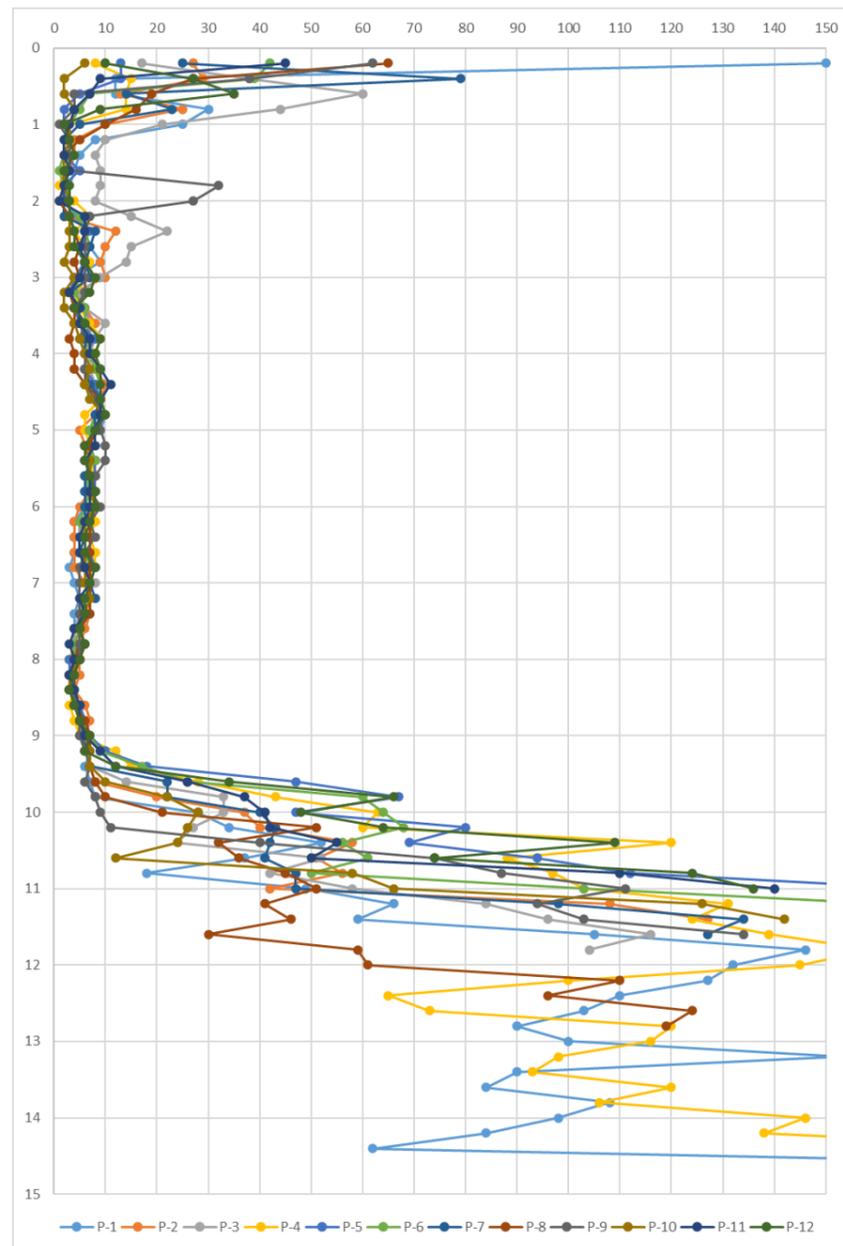


Figura 6 Ensayos borros en Talleres y Cocheras

#### 4.1. ENSAYOS SPT

En los sondeos se ha realizado ensayos SPT en el interior de los sondeos a distintas profundidades.

En el siguiente gráfico se han representado los golpes de los ensayos SPT realizados en el interior de los distintos sondeos:

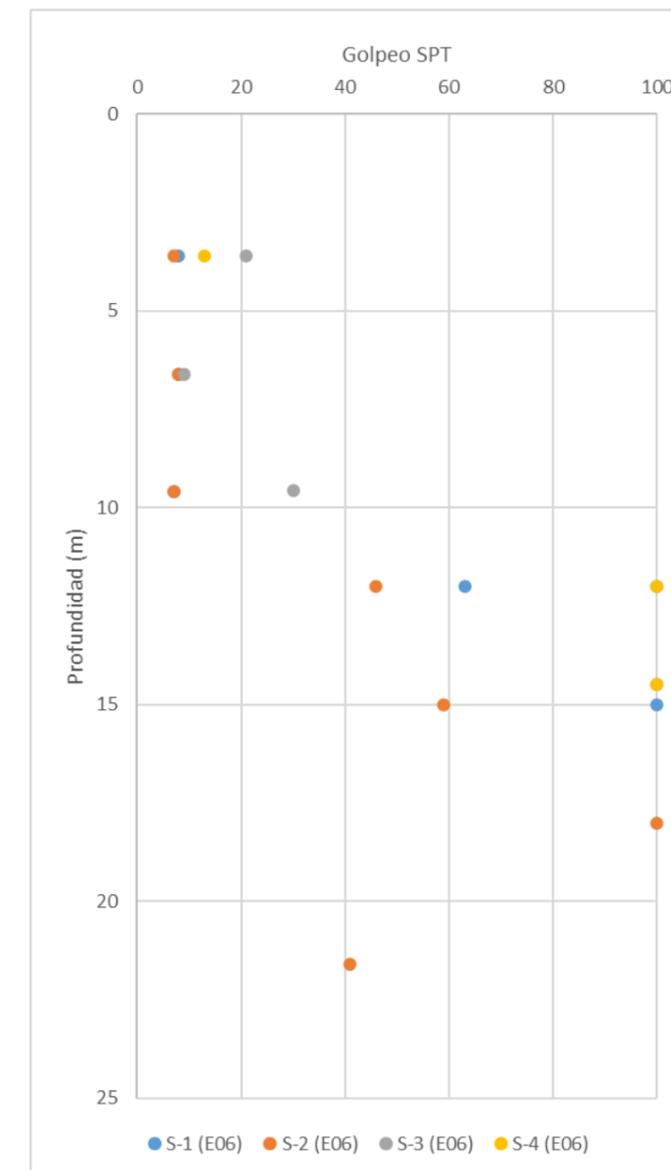


Figura 7 Ensayos SPT en sondeos

#### 4.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre las muestras tomadas en campo, se han realizado ensayos de laboratorio para conocer las características de identificación, estado, resistencia, deformabilidad y composición de los materiales atravesados, así como la agresividad del agua y del suelo.

Sondeo	Tipo	Profundidad		Granulometria			Límites de Atterberg			Humedad y densidad			RCS	Edómetro			Corte directo			Hinch. libre	Químicos			Clasificación	
		Inicio	Fin	#2	#0,4	#0,08	LL	LP	IP	w (%)	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{ap}$ (t/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	e0	Cc	Cs	Tipo	c (kPa)	$\phi$ (°)	(%)	Sulfatos (mg/kg)	Bauman-Gully	Materia orgánica (%)	Casagrande	
SC-1 (E06)	MI	2,50	3,00	100	99	97,60	-	-	-														0,83		
SC-1 (E06)	MI	5,50	6,00	98	94	89,80	-	-	-														0,67		
S-1 (E06)	MI	3,00	3,60	100	99	97,40	35,36	19,57	15,79												0,00	2,00	1,01	CL	
S-1 (E06)	MI	6,00	6,60	99	97	96,20	59,20	24,96	34,24	30,19	1,52	1,98	153,37								0,00	6,00	1,05	CH	
S-1 (E06)	MI	9,00	9,60	94	84	70,40	45,96	23,81	22,15	38,98	1,36	1,89	39,80				CD	42,17	17,94					CL	
S-2 (E06)	MI	3,00	3,60	94	91	87,70	37,47	21,73	15,74	22,62	1,57	1,97		0,76	0,10	0,01	CU	5,88	33,03					CL	
S-2 (E06)	MI	6,00	6,60	91	88	84,70	48,27	23,85	24,42												0,00	4,00	0,88	CL	
S-2 (E06)	MI	21,00	21,60	100	100	98,50	63,10	23,25	39,85															CH	
S-3 (E06)	MI	6,00	6,60	99	97	91,50	49,80	35,38	14,42	30,24	1,52	1,98	181,09								0,00				ML
S-3 (E06)	MI	9,00	9,60																		0,00		4,6		
S-4 (E06)	MI	3,00	3,60	100	96	92,90	42,97	20,61	22,36															CL	
S-4 (E06)	TP	7,45	7,80	100	99	98,20	58,42	15,97	42,45	28,98	1,52	1,96	205,89											CH	

Tabla 2. Ensayos de laboratorio campaña Talleres y Cocheras (Elabora 2006)

## 5. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

### 5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

En el Apéndice 3 se incluye un plano con la ubicación de la campaña geotécnica.

Se observan, bajo un primer nivel de rellenos antrópicos, una mezcla de materiales arcillosos marrones con consistencias firmes y niveles de gravas y arenas con bolos, bajo las cuales, se han detectado arcillas margosas de consistencia dura a muy dura de tonalidad marrón a grisácea.

Por tanto, se distinguen las siguientes unidades geotécnicas:

Relleno antrópico (R)

UG-1. Arcillas grises de consistencia blanda-media (Qcb)

UG-2. Arcillas marrones de consistencia firme (Qcf)

UG-3. Gravas (Qg)

UG-4. Arcillas margosas grises azuladas (M)

### 5.2. METODOLOGÍA

Para la obtención de los parámetros geotécnicos característicos de cada unidad, se utilizan correlaciones de uso habitual, a partir de los resultados de los distintos ensayos.

A continuación, se incluyen las correlaciones utilizadas para la obtención de los distintos parámetros, así como las referencias bibliográficas empleadas.

Existe una relación entre el golpeo del SPT y tanto el ángulo de rozamiento en suelos granulares como la resistencia a compresión simple en suelos arcillosos. Se consideran las siguientes correlaciones:

SUELOS GRANULARES COMPACIDAD	NSPT	$\varphi$ (º)
Muy suelta	<4	28
Suelta	4 - 10	28-30
Media	10 - 30	30-36
Densa	30 - 50	36-41
Muy densa	>50	>41

Tabla 3. Suelos granulares: compacidad, ángulo de rozamiento y SPT (Karol 1960)

SUELOS COHESIVO CONSISTENCIA	NSPT	Resistencia al corte sin drenaje Su (kPa)
Muy dura	>30	>200
Dura o muy firme	15-30	100-200
Firme	8-15	50-100
Medio	4-8	25-50
Blando	2-4	12-25
Muy blando	<2	<12

Tabla 4. Suelos cohesivos: consistencia, resistencia al corte sin drenaje y SPT (Terzaghi y Peck. 1948)

De manera aproximada, es habitual utilizar la siguiente correlación entre los golpes de los SPT y la resistencia a la compresión simple para suelos cohesivos:

$$q_u (kPa) = \frac{N_{SPT}}{8} \cdot 100$$

Como referencia para la valoración de los de parámetros de cohesión drenada y el ángulo de rozamiento interno se han considerado los valores típicos incluidos en "Curso aplicado de Cimentaciones" de J.M. Rodríguez Ortiz y C. Oteo, según la naturaleza de los materiales detectados.

Tabla 1-2 Valores estimativos propuestos por Grundbau Taschenbuch (1980) – Tomada de Oteo (1989)

TIPO DE SUELO	GRANULOMETRIA		LIMITES DE ATTERBERG (Fracción <0,04 mm)			PESO ESPECIFICO		HDAD. NATURAL	PROCTOR NORMAL	DEFORMABILIDAD (2)		RESISTENCIA AL CORTE			PERM.	
	mm <0,06	mm <2,0	w <sub>L</sub>	w <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	$\gamma$	$\gamma_{sum}$	w	D. seca	w <sub>PN</sub>	$E_s = E_o \left( \frac{\sigma}{\sigma_{at}} \right)^n$	$\sigma'_{at}$	c'	$\varphi'_r$	K	
	%	%	%	%	%	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	%	t/m <sup>3</sup>	%	$E_s \frac{kp}{cm^2}$	$\alpha$	(°)	t/m <sup>2</sup>	m/s	
Grava	<5	<60	—	—	—	1,60	0,95	5	1,70	8	400	0,60	34	—	32	2.10 <sup>-1</sup>
Grava arenosa con pocos finos	<5	<60	—	—	—	1,90	1,05	2	1,90	5	900	0,40	42	—	35	1.10 <sup>-2</sup>
Grava arenosa con finos limosos o arcillosos que no alteran la estructura granular	8 15	<60	20 45	16 25	4 25	2,10 2,40	1,15 1,45	9 3	2,10 2,35	7 3	400 1200	0,70 0,50	35 43	0	35	1.10 <sup>-3</sup> 1.10 <sup>-4</sup>
Mezcla de gravas y arenas envueltas por finos	20 40	<60	20 50	16 25	4 30	2,00 2,25	1,05 1,30	13 5	1,90 2,20	10 5	150 400	0,90 0,70	28 35	3 0,5	22	1.10 <sup>-8</sup> 1.10 <sup>-11</sup>
Arena uniforme	a) Fina	<5	100	—	—	1,60 1,90	0,95 1,10	22 8	1,60 1,75	15 10	150 300	0,75 0,60	32 40	—	30	2.10 <sup>-4</sup> 1.10 <sup>-5</sup>
	b) Gruesa	<5	100	—	—	1,60 1,90	0,95 1,10	16 6	1,60 1,75	13 8	250 700	0,70 0,55	34 42	—	30	5.10 <sup>-3</sup> 2.10 <sup>-4</sup>
Arena bien graduada y arena con grava	<5	60	—	—	—	1,80 2,10	1,00 1,20	11 5	1,90 2,15	10 6	200 600	0,70 0,55	33 41	—	32	5.10 <sup>-4</sup> 2.10 <sup>-5</sup>
Arena con finos que no alteran la estructura granular	8 15	>60	20 45	16 25	4 25	1,90 2,25	1,05 1,30	15 4	2,00 2,20	13 7	150 500	0,80 0,65	32 40	1	30	1.10 <sup>-5</sup> 1.10 <sup>-7</sup>
Arena con finos que alteran la estructura granular	20 40	>60	20 50	16 30	4 30	1,80 2,15	0,90 1,10	20 8	1,70 2,00	18 12	50 250	0,90 0,75	25 32	5	22	1.10 <sup>-7</sup> 1.10 <sup>-10</sup>
Limo poco plástico	>50	>80	25 35	20 28	4 11	1,75 2,10	0,95 1,10	28 15	1,60 1,80	22 15	40 110	0,80 0,60	28 35	2	25	1.10 <sup>-5</sup> 1.10 <sup>-8</sup>
Limo de plasticidad media a alta	>80	>100	35 50	22 25	7 20	1,70 2,00	0,85 1,05	35 20	1,55 1,75	23 16	30 70	0,90 0,70	25 33	3	22	2.10 <sup>-4</sup> 1.10 <sup>-9</sup>
Arcilla de baja plasticidad	>80	100	25 35	15 22	7 16	1,90 2,20	0,95 1,20	28 14	1,65 1,85	20 14	20 50	1,00 0,90	24 32	6	20	1.10 <sup>-7</sup> 2.10 <sup>-9</sup>
Arcilla de plasticidad media	>90	100	40 50	18 25	16 28	1,80 2,10	0,85 1,10	38 18	1,55 1,75	23 17	10 30	1,00 0,95	20 30	8	10	5.10 <sup>-8</sup> 1.10 <sup>-10</sup>
Arcilla de alta plasticidad	100	100	60 85	20 35	33 55	1,65 2,00	0,70 1,00	55 20	1,45 1,65	27 20	6 20	1,00 1,00	17 27	10	6	1.10 <sup>-9</sup> 1.10 <sup>-11</sup>
Limo o arcilla orgánicos	>80	100	45 70	30 45	10 30	1,55 1,90	0,55 0,90	60 30	1,45 1,70	27 18	5 20	1,00 0,85	20 26	7	15	1.10 <sup>-8</sup> 1.10 <sup>-11</sup>
Turba	—	—	—	—	—	1,04 1,30	0,04 0,30	800	—	—	3	1,00	25	1,5	—	1.10 <sup>-5</sup> 1.10 <sup>-8</sup>
Fango	—	—	100 250	30 80	50 170	1,25 1,60	0,25 0,60	200	—	—	4	1,00	22	2	—	1.10 <sup>-7</sup> 1.10 <sup>-9</sup>

(1) Según el Grundbau-Taschenbuch, 3.ª ed. 1.ª Parte, 1980.  
 (2)  $\sigma_{at} = 0,1 \text{ kp/cm}^2$

Tabla 5. Valores estimativos propuestos por Grundbau Taschenbuch (1980)

Adicionalmente, como referencia para la estimación de los módulos de deformación del suelo se atiende a las siguientes referencias:

Suelo	Es, MPa / kg/cm <sup>2</sup>
> Arcilla	
Muy Blanda	2-15 / 20-150
Blanda	5-25 / 50-250

Suelo	Es, MPa / kg/cm <sup>2</sup>
Media	15-50 / 150-500
Dura	50-100 / 500-1000
Arenosa	25-250 / 250-2500
> Arrastre Glacial	
Blando	10-150 / 100-1500
Denso	150-720 / 1500-7200
Muy Denso	500-1440 / 5000-14400
> Eólicos	15-60 / 150-600
> Arena	
Limosa	5-20 / 50-200
Suelta	10-25 / 100-250
Densa	50-81 / 500-810
> Arena y Gravas	
Suelta	50-150 / 500-1500
Densa	100-200 / 1000-2000
> Pizarra	150-5000 / 1500-50000
> Turba	2-20 / 20-200

Tabla 6. Módulos de deformación recomendados para distintos tipos de suelo (Joseph E. Bowles. FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN. Fifth Edition Edit. Mc Graw-Hill Companies, Inc. Table 2-8, Pag. 125)

Soil Type	Typical Range of Young's Modulus Values, $E_s$ (ksi)	Poisson's Ratio, $\nu$ (dim)
Clay:		
Soft sensitive	0.347-2.08	0.4-0.5
Medium stiff to stiff	2.08-6.94	(undrained)
Very stiff	6.94-13.89	
Loess	2.08-8.33	0.1-0.3
Silt	0.278-2.78	0.3-0.35
Fine Sand:		
Loose	1.11-1.67	0.25
Medium dense	1.67-2.78	
Dense	2.78-4.17	
Sand:		
Loose	1.39-4.17	0.20-0.36
Medium dense	4.17-6.94	
Dense	6.94-11.11	0.30-0.40
Gravel:		
Loose	4.17-11.11	0.20-0.35
Medium dense	11.11-13.89	
Dense	13.89-27.78	0.30-0.40
Estimating $E_s$ from SPT $N$ Value		
Soil Type	$E_s$ (ksi)	
Silts, sandy silts, slightly cohesive mixtures	0.056 $N_{160}$	
Clean fine to medium sands and slightly silty sands	0.097 $N_{160}$	
Coarse sands and sands with little gravel	0.139 $N_{160}$	
Sandy gravel and gravels	0.167 $N_{160}$	
Estimating $E_s$ from $q_c$ (static cone resistance)		
Sandy soils	0.028 $q_c$	

Tabla 7. Módulos de elasticidad para varios tipos de suelo (Department of the Navy, 1982; Bowles, 1988.)

Descripción de rocas o suelos			Módulo de elasticidad E para rocas y módulos de rigidez E' y E'' para suelos (kg/cm <sup>2</sup> )					
Clase	Grupo	Tipo	Masiva	Ligeramente fracturada	Muy fracturada			
Roca	Dura	Igneas y metamórficas	E	> 100.000	100.000-50.000	Se determinará a partir de ensayos con placa de carga in situ		
	Blanda	Sedimentarias: caliza, arenisca, argilita	E	> 40.000	40.000-20.000			
		Marga, pizarra, arenisca ligeramente cementada, etc.	E	2.000	1.000			
Suelo inorgánico	Bolos y bloques	Bolos, canchales	E	Se determinará a partir de ensayos con placa de carga in situ				
		Suelos de grano grueso		Los huecos entre los granos están rellenos con material:				
	Suelos de grano fino	Gravas, suelos residuales, bloques		sin cohesión	cohesivo			
				$I_p=1$	$I_p=0,33$	$I_p=1$	$I_p=0,5$	$I_p=0$
			E''	3.000-1.000	1.500	1.500-400	400-50	
			E'	2.000-800	1.000	1.000-200	200-50	
				Denso	Medio	Suelto		
				$I_p<1$	$I_p=0,67$	$I_p=0,33$	$I_p=0$	
				E''	2.000-1.500	1.500-800	800-200	
				E'	1.500-800	800-500	500-200	
		E''	1.500-1.000	1.000-500	500-150			
		E'	1.000-500	500-300	300-150			
		Suelos cohesivos		Muy dura	Dura o muy firme	Firme	Media	Blanda a muy blanda
		$I_p>1$		$w=LR$	$I_c=1$	$I_c=0,75$	$I_c=0,5$	$I_c=0$
		Limos arenosos, limos, suelos arcillosos, arcillas arenosas, arcillas limosas y limos	E''	1.200	1.200-600	600-300	300-120	120-20
			E'	600	600-300	300-120	120-40	40-2
		Suelos metastables, loess		Si $I_m \leq 0,02$ se toma un valor de E como para un suelo cohesivo con el mismo índice de consistencia $I_c$				
				Si $I_m \geq 0,02$ la estructura del suelo es inestable y E se determina a partir de ensayos de laboratorio o in situ				
		Material aluvial reciente, limos arcillosos	E'	Se determinará a partir de ensayos de laboratorio o in situ				
Suelo orgánico	Suelos con restos de materia orgánica	Arena orgánica	E''	Para $I_p=1$	300	Para $I_p=0,33$	50	
			E'		150		20	
	Fango orgánico	Limo orgánico	E''	Para $I_p=1$	200	Para $I_p=0,5$	20	
			E'		100		10	
Turba	Turbas		E''	Para turbas antiguas con $w < 100\%$	50	Para turbas recientes con $w < 300\%$	5	
			E'		20		2	
Relleno		Rellenos arenosos		Como si fuera una arena, dependiendo de $I_p$				
		Rellenos cohesivos inorgánicos		Se determinará a partir de ensayos in situ				
		Rellenos orgánicos		No apto para cimentar sobre él				

- (1) Los valores dados del módulo elástico E y de los módulos de rigidez E' y E'' se refieren a las condiciones in situ
- (2) Para valores intermedios del índice de densidad ( $I_p$ ) o del índice de consistencia ( $I_c$ ), interpolar linealmente para obtener E' o E''
- (3) E' se usa para la primera carga de suelos post-glaciales o para suelos recientes. E'' se usa para la primera carga de suelos sobreconsolidados y para la recarga de suelos recientes.
- (4) Se supone que el módulo de rigidez de suelos granulares es independiente del grado de saturación
- (5) Para valores intermedios del índice de densidad ( $I_p$ ), del índice de consistencia ( $I_c$ ) o de la humedad ( $w$ ), interpolar linealmente para obtener E' o E''

Tabla 8. Valores promedios de módulos de deformación recomendado (Polish Code PN-59. Soil Mechanics in Foundation Engineering. Wilun and Starzewski)

### 5.3. NIVELES GEOTÉCNICOS

A partir de la información geotécnica disponible se distinguen los siguientes niveles geotécnicos:

#### 5.3.1 R. Relleno antrópico

Este material se ha detectado en todos los reconocimientos realizados. Se presenta como una arcilla marrón con fragmentos y restos cerámicos.

En la siguiente tabla se indican los espesores de relleno detectados en los distintos reconocimientos.

El espesor es muy variable dependiendo del reconocimiento, oscilando entre 2.90 y 5.50 m:

Sondeo	Campaña	Prof. Inicio	Prof. Fin	Espesor	Descripción
S-1	Previa (06)	0,00	2,90	2,90	Arcilla marrón, con fragmentos rocosos y cerámicos y materia orgánica
S-2	Previa (06)	0,00	5,50	5,50	Arcilla marrón, con fragmentos rocosos y cerámicos y materia orgánica
S-3	Previa (06)	0,00	5,50	5,50	Arcilla marrón, con fragmentos rocosos y cerámicos y materia orgánica
S-4	Previa (06)	0,00	5,10	5,10	Arcilla marrón, con fragmentos rocosos y cerámicos y materia orgánica
SC-1	Previa (06)	0,00	3,10	3,10	Arcilla marrón, con fragmentos rocosos y cerámicos

Tabla 9. Relleno. Reconocimientos

Se han extraído varias muestras que han sido analizadas en laboratorio posteriormente. La fracción arcillosa es predominante y se clasifican como CL.

Sondeo	Tipo	Profundidad		Granulometría					Límites de Atterberg			Humedad y densidad			Corte directo		Clasificación	
		Inicio	Fin	#20	#5	#2	#0,4	#0,08	LL	LP	IP	w (%)	$\gamma_d$ (t/m3)	$\gamma_{ap}$ (t/m3)	Tipo	c (kPa)	$\phi$ (°)	Casagrande
S-2 (E06)	MI	3,00	3,60	100	95	94	91	87,70	37,47	21,73	15,74	22,62	1,57	1,97	CU	5,88	33,03	CL
S-4 (E06)	MI	3,00	3,60	100	100	100	96	92,90	42,97	20,61	22,36							CL

Tabla 10. Relleno. Ensayos de laboratorio.

En la siguiente figura se incluyen los golpes SPT de los distintos sondeos realizados en este nivel. Se observa un rango de variación muy amplio, característico de los rellenos, oscilando entre 7 y 21 golpes.

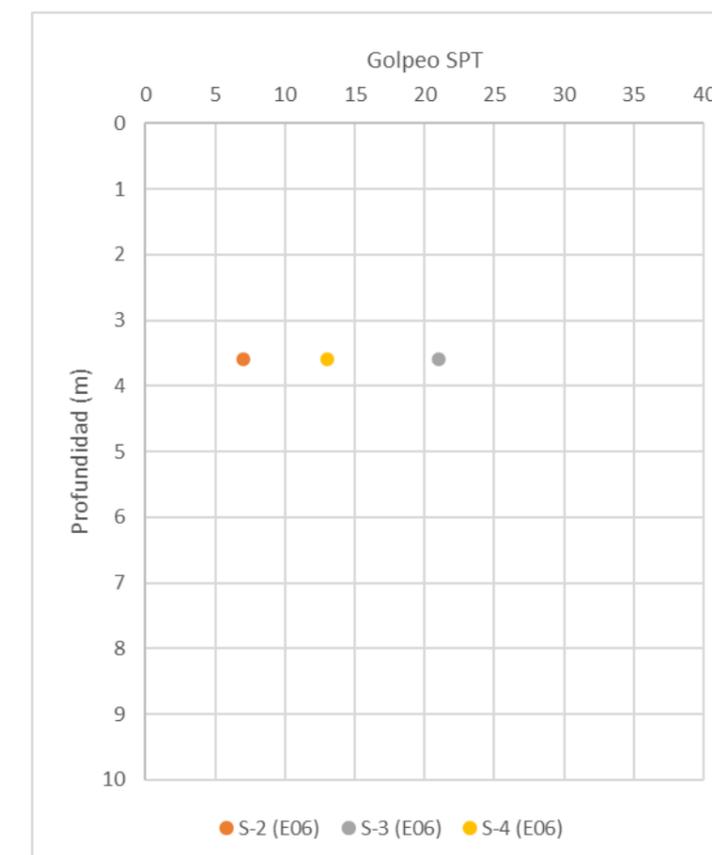


Figura 8. Relleno. Golpeo SPT

En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que los rellenos antrópicos urbanos pueden presentar tanto una naturaleza como una consistencia/compacidad y espesor muy variable, debido a su propia génesis. De manera conservadora, para el cálculo del empuje sobre los elementos de contención, pueden considerarse los siguientes parámetros geotécnicos:

Ángulo de rozamiento:  $\phi = 22-25^\circ$

Cohesión efectiva:  $c' = 5 \text{ kPa}$

Densidad aparente:  $\gamma_{aparente} = 20 \text{ kN/m}^3$

Módulo de deformación:  $E = 5-10 \text{ MPa}$

### 5.3.2 UG-1. Qcb. Arcillas grises de consistencia blanda-media

Este nivel se corresponde con unas arcillas y limos de color de consistencia blanda a media, de tonalidades grises, que se encuentra por lo general, debajo de los rellenos anteriormente mencionados y del nivel de arcillas de consistencia firme (UG-2).

Este nivel se describe como arcilla marrón grisácea, o arcilla gris oscuro con arena y materia orgánica.

Ha sido detectado en los siguientes reconocimientos:

Sondeo	Campaña	Prof. Inicio	Prof. Fin	Espesor	Descripción
S-1	Previa (06)	8,60	10,00	1,40	Arcilla gris oscuro con arena y materia orgánica
S-2	Previa (06)	9,20	11,70	2,50	Arcilla gris oscuro con arena y materia orgánica
S-3	Previa (06)	7,80	9,50	1,70	Arcilla gris oscuro con materia orgánica
S-4	Previa (06)	6,50	9,70	3,20	Arcilla gris oscuro con materia orgánica
SC-1	Previa (06)	7,80	9,70	1,90	Arcilla gris oscuro con materia orgánica

Tabla 11. UG-1. Qcb Reconocimientos

Se han extraído muestras correspondientes a este nivel en los sondeos, exponiéndose a continuación los resultados de dichos ensayos:

Sondeo	Tipo	Profundidad		Granulometría			Límites de Atterberg			Humedad			RCS	Corte directo			Químicos		Clasificación
		Inicio	Fin	#2	#0,4	#0,08	LL	LP	IP	w (%)	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{ap}$ (t/m <sup>3</sup> )	qu (kPa)	Tipo	c (kPa)	$\phi$ (°)	Sulfatos (mg/kg)	Materia orgánica (%)	Casagrande
S-1 (E06)	MI	9,00	9,60	94	84	70,40	45,96	23,81	22,15	38,98	1,36	1,89	39,80	CD	42,17	17,94			CL
S-3 (E06)	MI	9,00	9,60														0,00	4,6	
S-4 (E06)	TP	7,45	7,80	100	99	98,20	58,42	15,97	42,45	28,98	1,52	1,96	205,89						CH

Tabla 12. UG-1. Qcb Ensayos de laboratorio.

Las muestras de este nivel han sido clasificadas como CL y CH (arcillas de baja y alta plasticidad) y según Casagrande.

El contenido en finos (porcentaje que pasa por el tamiz #0,08, n°200) oscila entre 70 y 98 %, con un valor medio de 83 % y los ensayos de plasticidad indican unos valores de límite líquido de 46 y 58 % y unos valores de índice de plasticidad entre 22 y 42 %

En cuanto al valor de la humedad obtenido mediante los ensayos realizados, se ha obtenido una media de 34 % y unos valores de densidad aparente oscilan entre 1,89 t/m<sup>3</sup> y 1,96 t/m<sup>3</sup>. Se considerará como valor de cálculo el valor inferior del rango, coherente con una arcilla de consistencia blanda a media.

Para caracterizar la resistencia de este nivel se dispone de los golpes de los ensayos SPT y de los ensayos de resistencia a la compresión simple realizados.

En el ensayo SPT se han obtenido valores de 7 golpes en ambos sondeos, lo que indica una consistencia media.

Teniendo en cuenta estos golpes medios, mediante la correlación expuesta previamente, se observa un valor promedio de 90 kPa de resistencia a la compresión simple, lo que equivaldría a 45 kPa de resistencia a la cohesión sin drenaje ( $q_u/2$ ).

Por otro lado, se dispone de dos ensayos de resistencia a la compresión simple. El realizado en la muestra inalterada del S-1 (E06) indica un valor de 40 kPa, coherente con la naturaleza del nivel y los golpes observados. Sin embargo, el obtenido en el S-4 (E06) indica un valor de 206 kPa, muy elevado para la naturaleza de este material, por lo que no se tendrá en cuenta para la caracterización. Por otra parte, el ensayo de corte directo realizado en el sondeo S-1 (E06) indica un valor de 42 kPa de cohesión y un ángulo de rozamiento de 18 °, valores coherentes con las características del material.

Todos estos valores indican que se trata de una arcilla de consistencia media.

Al respecto de los ensayos químicos, por contenido en sulfatos no se observa agresividad de este nivel.

Por todo lo expuesto, se observa que este nivel está constituido por arcillas grises de media plasticidad y consistencia media, a la que pueden asignarse los siguientes parámetros geotécnicos:

Ángulo de rozamiento:  $\phi = 18-20^\circ$

Cohesión efectiva:  $c' = 10-15$  kPa

Cohesión sin drenaje:  $C_u = 20-45$  kPa

Densidad aparente:  $\gamma_{aparente} = 19$  kN/m<sup>3</sup>

Módulo de deformación:  $E = 5-8$  MPa

Sus características geotécnicas pueden resumirse en:

**Litología:** Arcillas de plasticidad media, de consistencia media con tonalidades grisáceas.

**Excavabilidad:** Excavable

**Clasificación:** Suelo tolerable

### 5.3.3 UG-2. Qcf. Arcillas marrones de consistencia firme

Este nivel se corresponde con materiales cuaternarios aluviales y se presenta como arcillas y limos de baja plasticidad de consistencia firme y de color marrón, observados bajo el nivel de rellenos. Presentan, en ocasiones, nódulos carbonatados, y algunos niveles de arenas.

Han sido detectado en los siguientes reconocimientos:

Sondeo	Campaña	Prof. Inicio	Prof. Fin	Espesor	Descripción
S-1	Previa (06)	2,90	8,60	5,70	Arcilla marrón con lentes limosas
S-2	Previa (06)	5,50	9,20	3,70	Arcilla marrón con lentes limosas
S-3	Previa (06)	5,50	7,80	2,30	Arcilla marrón oscura
S-4	Previa (06)	5,10	6,50	1,40	Arcilla marrón oscura
SC-1	Previa (06)	3,10	7,80	4,70	Arcilla marrón con lentes limosas

Tabla 13. UG-2. Qcf. Reconocimientos

Se han extraído muestras correspondientes a este nivel en los sondeos, exponiéndose a continuación los resultados de dichos ensayos:

Sondeo	Tipo	Profundidad		Granulometría			Límites de Atterberg			Humedad y densidad			RCS	Hinch. libre (%)	Químicos			Clasificación Casagrande		
		Inicio	Fin	#2	#0,4	#0,08	LL	LP	IP	w (%)	$\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{ap}$ (t/m <sup>3</sup> )			qu (kPa)	Sulfatos (mg/kg)	Bauman-Gully (ml/kg)		Materia orgánica (%)	
SC-1 (E06)	MI	2,50	3,00	100	99	97,60	-	-	-								0,83			
SC-1 (E06)	MI	5,50	6,00	98	94	89,80	-	-	-								0,67			
S-1 (E06)	MI	3,00	3,60	100	99	97,40	35,36	19,57	15,79								0,00	2,00	1,01	CL
S-1 (E06)	MI	6,00	6,60	99	97	96,20	59,20	24,96	34,24	30,19	1,52	1,98	153,37				0,00	6,00	1,05	CH
S-2 (E06)	MI	6,00	6,60	91	88	84,70	48,27	23,85	24,42								0,00	4,00	0,88	CL
S-3 (E06)	MI	6,00	6,60	99	97	91,50	49,80	35,38	14,42	30,24	1,52	1,98	181,09	0,00						ML

Tabla 14. UG-2. Qcf. Ensayos de laboratorio.

Según Casagrande, las muestras ensayadas se clasifican en su mayor parte como arcillas y limos de baja plasticidad (CL o ML), con una muestra clasificada como arcillas de alta plasticidad, CH.

El contenido en finos (porcentaje que pasa por el tamiz #0,08, n°200) oscila entre 85 y 98 %, con un valor medio de 93 % y los ensayos de plasticidad indican un valor de límite líquido entre 35.36 y 59.20 % y un valor de índice de plasticidad entre 14.42 y 34.24%. Los valores medios del límite líquido y del índice de plasticidad son 48 % y 22 % respectivamente, lo que indica una plasticidad media.

En cuanto al valor de la humedad obtenido mediante los ensayos realizados, se ha obtenido una media de 30 % y un valor medio de densidad de 2 t/m<sup>3</sup>, lo que es coherente con la naturaleza de este nivel.

Para caracterizar la resistencia de este nivel se dispone de los golpes de los ensayos SPT, de los golpes de los borros y de los ensayos de resistencia a la compresión simple realizados.

En el ensayo SPT se han obtenido valores entre 8 y 9 golpes. Esto indica una consistencia media-firme.

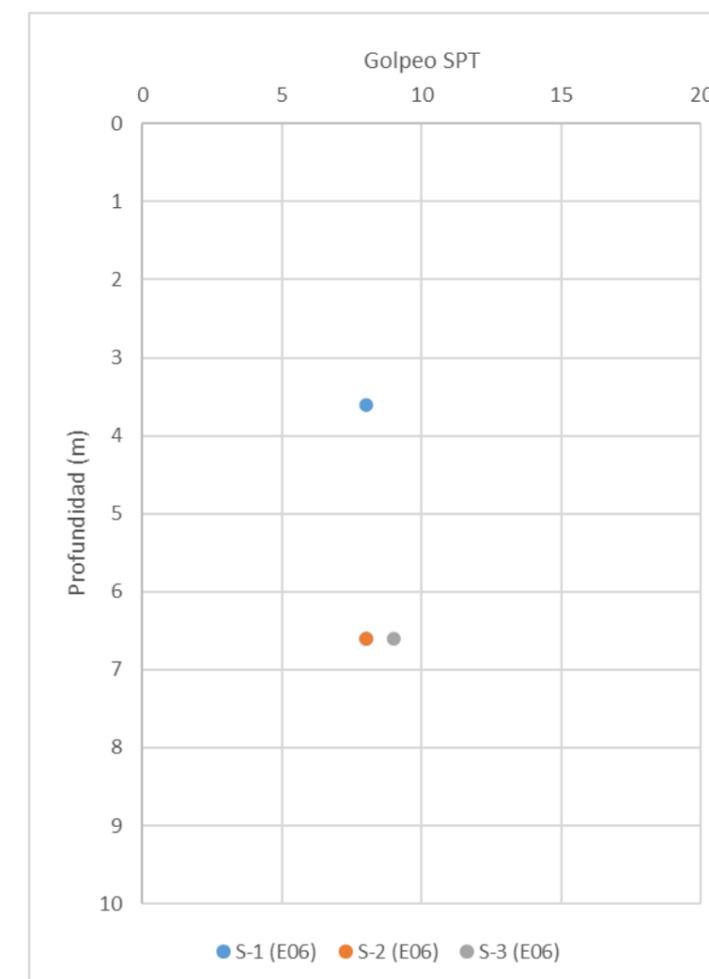


Figura 9. UG-2. Qcf. Ensayos SPT

De acuerdo con las correlaciones indicadas, para estos golpes medios se obtendría un valor de resistencia a la compresión simple de 100 kPa, que se corresponde con una resistencia al corte sin drenaje del orden de 50 kPa.

Por otro lado, los ensayos de resistencia a la compresión simple arrojan valores entre 153 y 181 kPa, con un valor medio de 167 kPa, lo que supone una cohesión sin drenaje del orden de 85 kPa.

Por todo ello, se considera que este nivel tiene una consistencia firme.

Se han realizado 1 ensayo hinchamiento libre, obteniéndose un valor nulo.

Por último, los ensayos químicos indican los siguientes porcentajes:

- Contenido en materia orgánica: 0.67-1.05 %
- Contenido en sulfatos: 0 ml/kg
- Acidez Baumann Gully: 2-6 ml/Kg

Ninguno de estos valores implica una agresividad hacia el hormigón.

Este material está constituido por arcillas de plasticidad media y consistencia firme, a la que pueden asignarse los siguientes parámetros geotécnicos:

Ángulo de rozamiento:	$\phi = 22^\circ$
Cohesión efectiva:	$c' = 25 \text{ kPa}$
Cohesión sin drenaje:	$C_u = 50 \text{ kPa}$
Densidad aparente:	$\gamma_{\text{aparente}} = 20.5 \text{ kN/m}^3$
Módulo de deformación:	$E = 15 \text{ MPa}$

Sus características geotécnicas pueden resumirse en:

**Litología:** Arcillas de media plasticidad, de consistencia firme y de color marrón

**Excavabilidad:** Excavable

**Clasificación:** suelo tolerable

#### 5.3.4 UG-3. Qg. Gravas

Este nivel se corresponde con materiales de naturaleza granular, compuesto por gravas arenosas con indicios de bolos. Ha sido detectado en los siguientes reconocimientos:

Sondeo	Campaña	Prof. Inicio	Prof. Fin	Espesor	Descripción
S-1	Previa (06)	10,80	19,80	9,00	Gravas y bolos heterométricos con bastante arena
S-2	Previa (06)	11,70	18,70	7,00	Gravas y bolos heterométricos con bastante arena
S-3	Previa (06)	9,50	fin	>5,08	Gravas y bolos heterométricos con bastante arena
S-4	Previa (06)	9,70	fin	>5,06	Gravas y bolos heterométricos con bastante arena
SC-1	Previa (06)	9,70	fin	>0,2	Gravas y bolos heterométricos con bastante arena

Tabla 15. UG-3 Qg. Reconocimientos

El espesor detectado por este nivel es muy variable, pero en el entorno de talleres y cocheras es del orden de 9 m.

No se dispone de ensayos de laboratorio específicos sobre los sondeos ejecutados en los Talleres y Cocheras, pero, por lo general, en la ciudad de Sevilla este nivel se clasifica como GM o GC, con un porcentaje en finos inferior a 20 % y una plasticidad nula.

Para caracterizar la resistencia de este nivel se dispone de los golpes de los ensayos SPT .

Se observan valores mínimos de 30 y 46 golpes en los ensayos mas someros, dando rechazo en el resto.

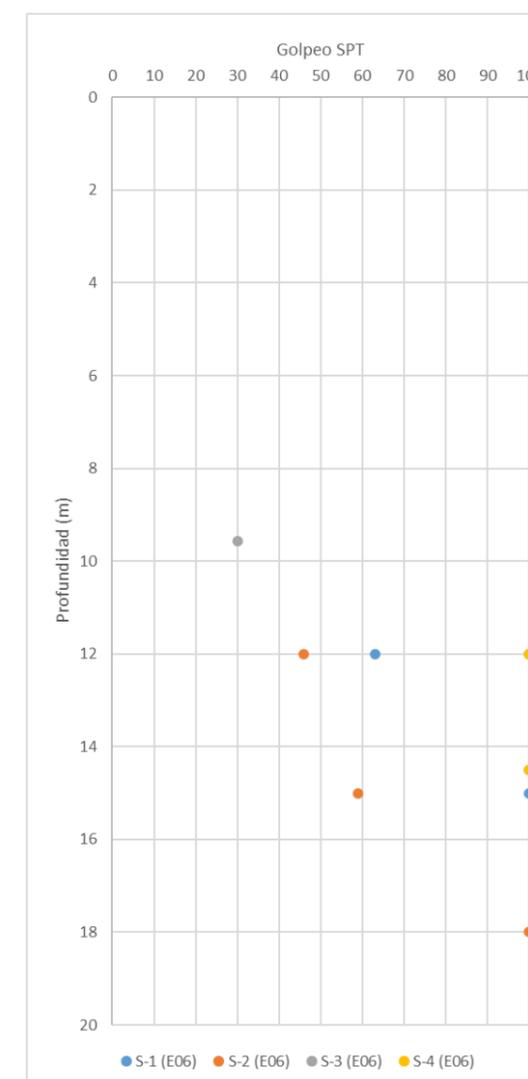


Figura 10. UG-3. Qg Ensayos SPT

Este material está constituido por gravas arenosas de compacidad media a densa, a la que pueden asignarse los siguientes parámetros geotécnicos:

Ángulo de rozamiento:	$\phi = 38-40^\circ$
Cohesión efectiva:	$c' = 0 \text{ kPa}$
Densidad aparente:	$\gamma_{\text{aparente}} = 20 \text{ kN/m}^3$
Módulo de deformación:	$E = 50 - 70 \text{ MPa}$

Sus características geotécnicas pueden resumirse en:

**Litología:** Gravas arenosas de compacidad media a densa

**Excavabilidad:** Excavable

**Clasificación:** suelo adecuado

### 5.3.5 UG-4. M. Arcillas margosas grises azuladas

Este nivel se corresponde arcillas margosas y margas de tonalidades azules de alta plasticidad y de consistencia dura que constituyen el sustrato de la ciudad de Sevilla.

Han sido detectado en los siguientes reconocimientos.

Sondeo	Campaña	Prof. Inicio	Prof. Fin	Espesor	Descripción
S-1	Previa (06)	19,80	fin	>1,20	Arcilla margosa gris
S-2	Previa (06)	18,70	fin	>4,35	Arcilla margosa gris

Tabla 16. UG-4. M. Reconocimientos

Este nivel se detecta bajo todas las capas anteriormente mencionadas y se extiende hasta el final de los sondeos. En la parte más superficial de los sondeos, presenta un mayor grado de alteración y un color amarronado

La longitud de testigo en este nivel es reducida, por lo que solo se ha analizado una muestra, cuyos resultados se observan a continuación:

Sondeo	Tipo	Profundidad		Granulometría			Límites de Atterberg			Clasificación
		Inicio	Fin	#2	#0,4	#0,08	LL	LP	IP	
S-2 (E06)	MI	21,00	21,60	100	100	98,50	63,10	23,25	39,85	CH

Tabla 17. UG-5. M. Ensayos de laboratorio

Según Casagrande, la muestra se clasifica como CH, es decir, arcillas de alta plasticidad.

El contenido en finos (porcentaje que pasa por el tamiz #0,08, n°200) es de 98.50 % y la plasticidad alta, con un valor del límite líquido de 63 % y de 40 % para el índice de plasticidad. Estos valores son habituales en este nivel en la ciudad de Sevilla.

Se dispone de un ensayo SPT, que indica un valor de 41 golpes, que se corresponde con una consistencia dura.

A efectos del presente proyecto, no es necesario asignar parámetros geotécnicos específicos a esta unidad. Sus características geotécnicas pueden resumirse en:

**Litología:** Arcillas margosas de plasticidad media de consistencia dura y de tonalidades azuladas.

**Excavabilidad:** Excavable

### 5.3.6 RESUMEN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

A continuación, se resumen los parámetros geotécnicos considerados para los distintos niveles:

UNIDAD GEOTÉCNICA	PARÁMETROS				
	Peso específico aparente (kN/m <sup>3</sup> )	Resistencia al corte sin drenaje, Cu (kPa)	Cohesión efectiva, c' (kPa)	Ángulo de rozamiento efectivo (°)	Módulo de deformación drenado, E (MPa)
R	20	-	5	22-25	5-10
UG-1. Qcb	19	20-45	10-15	18-20	5-8
UG-2. Qcf	20.5	50	25	22	15
UG-3. Qg	20	-	0	38-40	50-70
UG-4. M	-	-	-	-	-

Tabla 18. Resumen de parámetros geotécnicos

### 5.4. NIVEL FREÁTICO

Se dispone de las medidas en los sondeos de la campaña previa.

En la siguiente tabla se resume las mediciones realizadas, así como la profundidad, a considerar en el diseño.

	Profundidad NF (m)
<b>Reconocimiento</b>	<b>2006</b>
S-1 (E06)	-
S-2 (E06)	6,05
S-3 (E06)	7,10
S-4 (E06)	6,45
SC-1 (E06)	6,10

Tabla 19. Profundidad nivel freático

### 5.5. AGRESIVIDAD DEL SUELO Y EL AGUA

Sobre las muestras de suelo se realizaron ensayos de agresividad, obteniendo los siguientes resultados:

Sondeo	Tipo	Profundidad		Químicos	
		Inicio	Fin	Sulfatos (mg/kg)	Bauman-Gully ml/kg
S-1 (E06)	MI	3,00	3,60	0,00	2,00
S-1 (E06)	MI	6,00	6,60	0,00	6,00
S-2 (E06)	MI	6,00	6,60	0,00	4,00
S-3 (E06)	MI	9,00	9,60	0,00	

Tabla 20. Agresividad del suelo

Las muestras de suelo no presentan agresividad hacia el hormigón.

Sobre las muestras de agua no se dispone de ensayos de agresividad. Sin embargo, lo habitual en la ciudad de Sevilla es considerar un grado de agresividad débil y una clase específica de exposición XA1, frente al hormigón, de acuerdo a la tabla 27.1.b del Código Estructural que define el tipo de exposición a diferentes procesos de degradación del hormigón en contacto directo con el terreno y/o con el agua freática:

Tipo de medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		XA1 Ataque débil	XA2 Ataque medio	XA3 Ataque fuerte
AGUA.	VALOR DEL pH, según UNE 83952	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO <sub>2</sub> AGRESIVO (mg CO <sub>2</sub> /l), según UNE-EN 13577.	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / l), según UNE 83954.	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg <sup>2+</sup> / l), según UNE 83955.	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / l), según UNE 83956.	200 - 600	600 - 3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83957.	75 - 150	50 - 75	< 50
SUELO.	GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE-EN 16502.	> 200	(*)	(*)
	IÓN SULFATO (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / kg de suelo seco), según UNE 83963.	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000

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

Tabla 21. Clasificación de la agresividad química (Código Estructural. Art. 27)

## 6. CARACTERIZACIÓN SÍSMICA

Se aplica la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02), aprobada mediante Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre. Esta Norma tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en la realización de los diferentes proyectos en el artículo 1.2.1.

### 6.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DEL PROYECTO

De acuerdo con el artículo 1.2.2. Clasificación de las construcciones de la norma NCSE-02, la clasificación de las estructuras de este proyecto se considera como estructuras de "importancia normal" por tratarse de instalaciones que no dan un servicio imprescindible a la sociedad y cuya destrucción en ningún caso dará lugar a efectos catastróficos.

### 6.2. ACELERACIÓN BÁSICA DE CÁLCULO Y COEFICIENTE DE CONTRIBUCIÓN

En el anejo 1 de la norma NCSE-02 se detalla por municipios los valores de la aceleración sísmica básica iguales o superiores a 0.04 g. De esta forma se fija, para cada zona del territorio español, el valor de la aceleración sísmica básica  $a_b$ . Este valor es característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de 500 años.

Además, en el Mapa de Peligrosidad Sísmica también se recoge para cada zona del territorio español el valor de la aceleración sísmica básica  $a_b$ . Se incluye a continuación este mapa recogido en la NCSP-02:

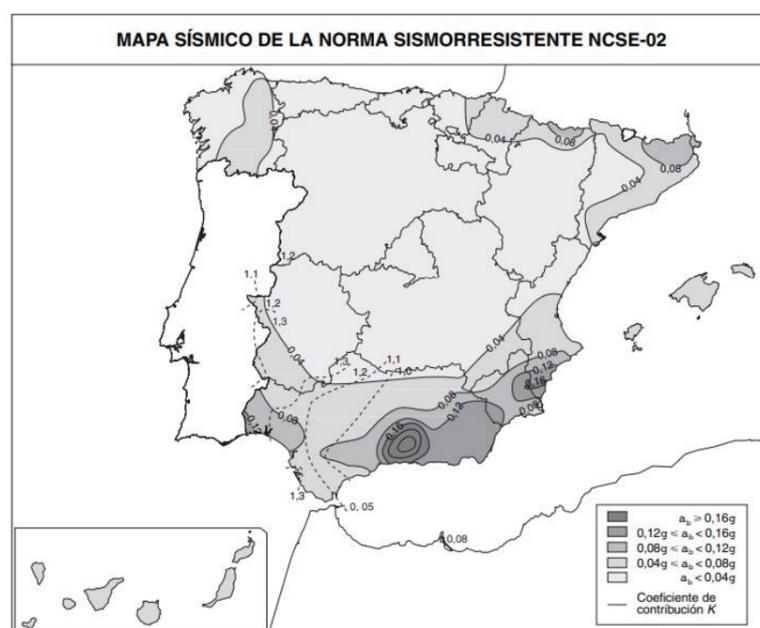


Figura 11. Mapa sísmico NCSE-02

En este caso resulta, que la aceleración sísmica básica en la zona a estudio es de:

Municipio	SEVILLA
Aceleración básica ( $a_b/g$ )	0,07
Coefficiente de contribución	1,1

Tabla 22. Coeficiente de contribución de la zona

### 6.3. OBLIGATORIEDAD DE APLICACIÓN DE LA NORMA

De acuerdo con el artículo 1.2.3 Criterios de aplicación de la norma NCSE-02, por tratarse de construcciones de importancia normal o especial y ser la aceleración sísmica básica superior a  $0.04g$ , siendo  $g$  la aceleración de la gravedad, será necesario considerar la aplicación de la norma de construcción sismorresistente NCSE-02.

### 6.4. PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO

Según el apartado 2.2 de la norma NCSE-02, la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , se define como el producto:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

donde:

$a_b$ : Aceleración sísmica básica

$\rho$ : Coeficiente adimensional de riesgo, que es función de la importancia del elemento (1,0 para construcciones de importancia normal y 1,3 para construcciones de importancia especial). En nuestro caso el proyecto se ha considerado importancia normal por lo que toma el valor de 1,0.

S: Coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor:

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

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

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

En nuestro caso, sería la aplicación  $S = C / 1,25$ , siendo C el coeficiente de terreno definido en el apartado 2.4 de la norma de la forma siguiente:

CLASIFICACIÓN	TIPO DE MATERIAL	V. DE PROPAGACIÓN DE ONDAS ELÁSTICAS	COEFICIENTE (C)
Terreno tipo I	Roca compacta	$V_s > 750m/s$	1,0
	Suelo cementado		
	Suelo granular muy denso		
Terreno tipo II	Roca muy fracturada	$750m/s > V_s > 400m/s$	1,3
	Suelo cohesivo duro		
	Suelo granular denso		
Terreno tipo III	Suelo cohesivo firme a muy firme	$400m/s > V_s > 200m/s$	1,6
	Suelo granular compactación media		
Terreno tipo IV	Suelo granular suelto	$V_s < 200m/s$	2,0
	Suelo cohesivo blando		

Tabla 23. Coeficiente C, según el término municipal

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores de los distintos tipos de terreno existentes en los primeros 30 m bajo la superficie, adoptándose como C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes Ci de cada estrato con su espesor ei.

$$C = (\sum Ci \cdot ei)/30$$

Para la zona de Talleres y cocheras se considera la siguiente columna:

0.00-9.20 m	Relleno y arcillas firmes	Tipo III	C=1.6
9.20-11.70 m	Arcillas blandas	Tipo IV	C=2.0
11.70-30.00 m	Gravas y arcillas margosas duras	Tipo II	C=1.3

Por tanto, se obtiene un C= 1.45 y un coeficiente de ampliación del terreno de  $S = C / 1,25 = 1.45 / 1,25 = 1.16$

Por lo que, la aceleración sísmica horizontal de cálculo es de valor:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b = 1.14 \cdot 1,0 \cdot 0,07g = 0.08 g$$

## 7. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

### 7.1. MICROPILOTES

A continuación se indica la metodología de cálculo de los micropilotes, obtenida a partir de la “Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera”

#### 7.1.1 Resistencia de cálculo por fuste

La resistencia de cálculo por fuste  $R_{fc,d}$ , se puede obtener mediante ensayos de carga, o a partir del valor del rozamiento unitario por fuste de cálculo deducido por métodos teóricos o por correlaciones empíricas.

Se considera más representativo obtener los valores a partir de los ensayos de carga, en el caso de ausencia de los mismos, se deberá evaluar mediante el método teórico y correlaciones empíricas, según se considere más representativo.

#### 7.1.2 Correlaciones empíricas

Utilizando correlaciones empíricas, el rozamiento unitario por fuste de cálculo se obtiene mediante la expresión:

$$r_{fc,d} = \frac{r_{f,lim}}{F_r}$$

donde:

$r_{fc,d}$  = Rozamiento unitario por fuste de cálculo frente a esfuerzos de compresión.

$r_{f,lim}$  = Rozamiento unitario límite por fuste. Puede obtenerse a partir de la figura 3.3 de la Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera, siempre que se cumplan los criterios de aplicabilidad de dicha figura.

$F_r$  = Coeficiente de minoración que tiene en cuenta la duración de función estructural de los micropilotes, se puede obtener de la siguiente tabla:

TABLA 3.2. COEFICIENTE  $F_r$

DURACIÓN	$F_r$
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración inferior o igual a seis (6) meses	1,45
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración superior a seis (6) meses	1,65

Tabla 24. Coeficiente  $F_r$ . Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera

La figura 3.3 relaciona el rozamiento unitario límite por fuste  $r_{f,lim}$ , con una serie de parámetros geotécnicos representativos como el índice N del ensayo SPT en terrenos granulares, la resistencia a compresión simple en terrenos cohesivos  $q_u$ , o la presión límite del terreno en el ensayo presiométrico  $P_{lim}$ . Aunque en abscisas se usa una escala doble, ha de entenderse como una facilidad adicional para la obtención del rozamiento unitario límite por fuste  $r_{f,lim}$ , pero nunca como correlación entre las variables indicadas en dichos ejes paralelos.

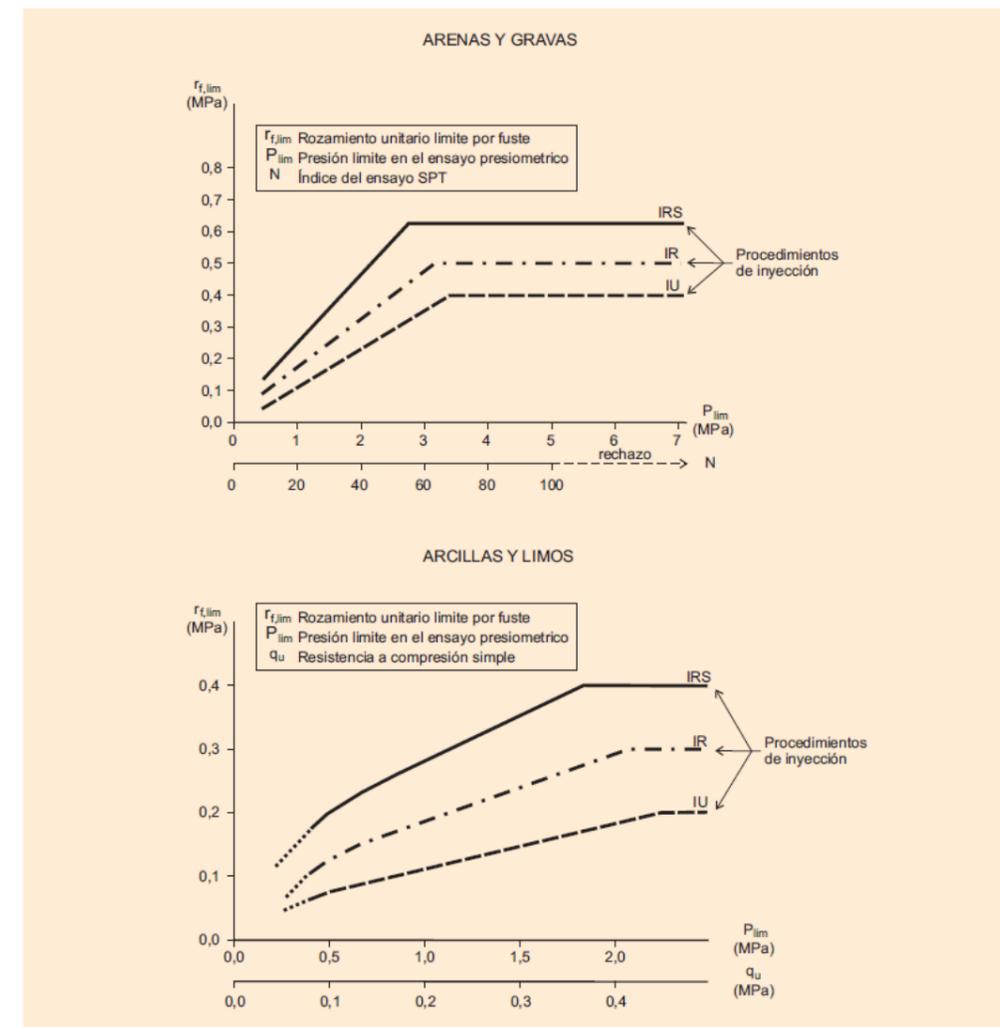


FIGURA 3.3. ROZAMIENTO UNITARIO LÍMITE POR FUSTE

Figura 12. Rozamiento unitario límite por fuste. Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carretera

Asimismo, cada figura incluye tres curvas correspondientes a otros tantos tipos de micropilotes, en función del tipo de inyección aplicada (IU, IR ó IRS).

Para la parte del fuste que se encuentre a una profundidad, medida verticalmente desde la superficie del terreno, menor de cinco metros ( $z < 5$  m), debe adoptarse en todo caso, e independientemente del procedimiento de inyección utilizado, el valor  $r_{f,lim}$  correspondiente al de una inyección del tipo IU.

## 8. ACTUACIONES

En el entorno de la parcela de talleres y cocheras se ejecutará, adosado a la subestación existente un nuevo edificio exterior de oficinas y taller. Además, se ampliarán las instalaciones mediante nuevas alineaciones de vía hacia la estación del Prado de San Sebastián.

En la siguiente imagen se observa la ubicación de las actuaciones sobre la fotografía aérea de la parcela:



Figura 13. Actuaciones en parcela de talleres y cocheras

En la parcela se realizaron 4 sondeos largos, 1 sondeo corto y 12 ensayos de penetración dinámica tipo Borros. La ubicación de los sondeos puede observarse en la imagen incluida a continuación:



Figura 14. Localización de sondeos en la parcela de talleres y cocheras

### 8.1. NUEVO EDIFICIO EXTERIOR DE TALLERES Y COCHERAS

La columna aportada por todos los sondeos y confirmada por los golpes de los borros es similar: bajo un nivel de rellenos antrópicos recientes de entre 3 y 5.50 m de espesor, se observan arcillas marrones de consistencia media a firme, que presentan golpes  $N_{SPT}=8-9$  y  $N_B=4-10$ . Entre estas arcillas y el nivel de gravas se detectan arcillas grises con elevado contenido en materia orgánica y consistencia blanda a media con  $N_{SPT}=7$  y  $N_B=3-6$ . La potencia del nivel de gravas es superior a 7 m, y se presentan como gravas y bolos con arena muy densas.

Debido al elevado espesor de relleno antrópico detectado en todos los reconocimientos realizados, la cimentación del edificio se deberá resolver mediante cimentación profunda. Se propone su ejecución mediante micropilotes, dada las cargas esperables en la estructura y las dificultades de acceso al emplazamiento por las instalaciones existentes.

A partir de todo lo expuesto se recomienda la siguiente columna geotécnica de cálculo, donde se indican los parámetros de cálculo de los micropilotes considerando inyección tipo IU.

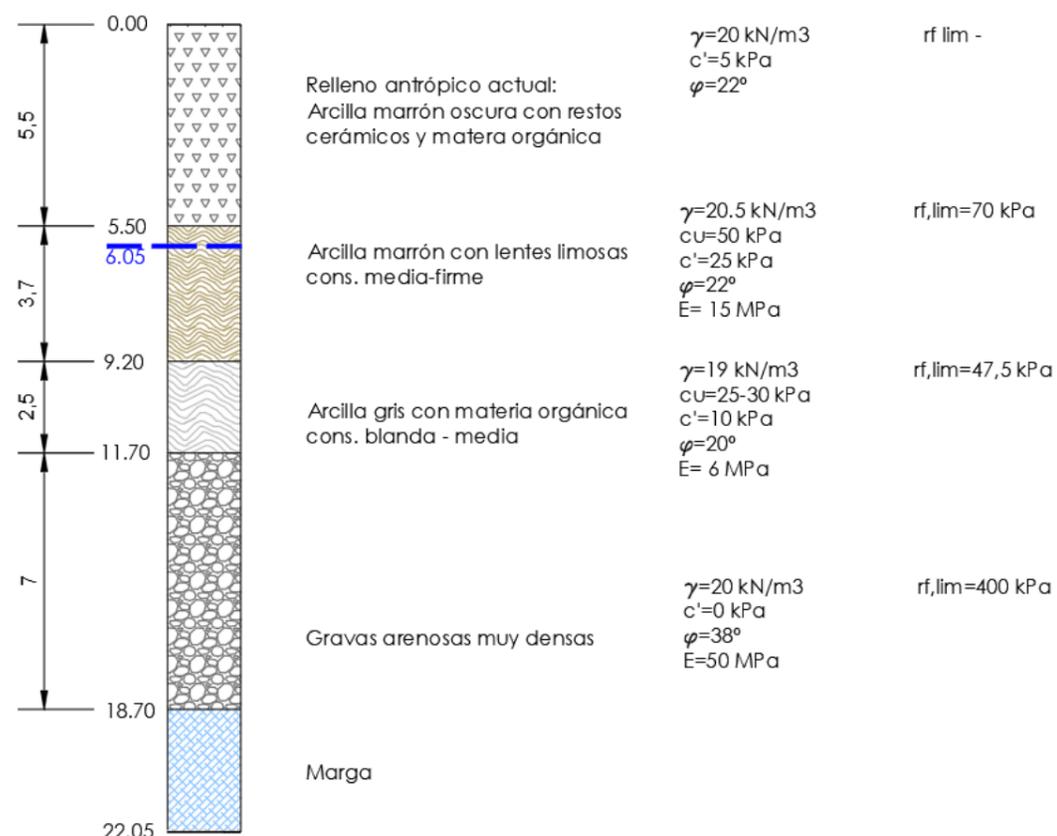


Figura 15. Talleres y cocheras. Columna de cálculo

Para el apoyo de las soleras del edificio, se deberá realizar un saneo y sustitución con suelo seleccionado correctamente compactado >98%PM en tongadas inferiores a 30 cm, de 1 m de espesor

## 8.2. AMPLIACIÓN DE VÍAS

No se dispone de reconocimientos específicos en esta zona, pero el sondeo próximo SC-1 indica un espesor de rellenos antrópicos de 3.10 m. Este relleno se encontrará en la actualidad bastante consolidado debido a la circulación de autobuses y otros vehículos.

La sección tipo propuesta en esta zona lleva 1 m de explanada de suelo seleccionado y 0.70 m de zahorra y hormigón.

Teniendo en cuenta esto, y considerando que el saneo total de este relleno implica un movimiento de tierras muy elevado en un entorno urbano, se recomienda realizar una excavación de 0.50 m adicional a la necesaria para la ejecución de explanada y superestructura de vía, y sustitución con suelo seleccionado compactado >98%PM en tongadas de 25 cm.

## 9. CONCLUSIONES

En el presente documento se incluye el informe geotécnico con la caracterización y recomendaciones geotécnicas para las actuaciones previstas dentro del Proyecto de Construcción de la Remodelación de Talleres y Cocheras del Metro Ligero en Superficie del centro de Sevilla.

Desde el punto de vista geológico, la zona de estudio se encuentra situada en la parte sur de la ciudad de Sevilla y se enclava en el centro de una amplia llanura fluvial conformada por el río Guadalquivir, cuyos bordes presentan una acusada disimetría originada por la diferente constitución geológica de ambos márgenes.

Litológicamente se distinguen dos tipos de formaciones: Mioceno Medio-superior compuesto por arcillas margosas de color gris azulado, y Cuaternario, que incluye materiales de terraza aluvial de granulometría creciente con la profundidad.

Para la caracterización geotécnica se dispone de una campaña geotécnica realizada en la parcela de talleres y cocheras, compuesta por 5 sondeos mecánicos y 12 ensayos de penetración tipo borros realizados por Elabora en 2006.

En base a estos reconocimientos se distinguen los siguientes niveles geotécnicos:

- Relleno antrópico (R)
- UG-1. Arcillas grises de consistencia blanda-media (Qcb)
- UG-2. Arcillas marrones de consistencia firme (Qcf)
- UG-3. Gravas (Qg)
- UG-4. Arcillas margosas grises azuladas (M)

La columna geotécnica de cálculo indica un espesor superior a 5 m de rellenos antrópicos con materia orgánica, así como niveles de arcillas blandas en profundidad. Además, en los edificios existentes se observan grietas debido a asientos diferenciales.

Para la cimentación del nuevo edificio exterior se propone la ejecución de micropilotes, considerando las resistencias indicadas en la Figura 15. Talleres y cocheras. Columna de cálculo. Bajo las soleras se deberá realizar un saneo y sustitución con suelo seleccionado de 1 m

En la zona de ampliación de vías no se dispone de reconocimientos específicos, pero se trata de un área bastante consolidada debido al paso de autobuses y otros vehículos. Se recomienda realizar, una excavación adicional bajo el espesor previsto de explanada y superestructura, y su sustitución con suelo seleccionado, para garantizar el correcto apoyo de la ampliación prevista.

Sevilla, octubre de 2024

Autora del informe  
Marta Martín Martín  
Ingeniera de C, C y P

**APÉNDICE 1. CAMPAÑA TALLERES Y COCHERAS. ELABORA 2006**



**INFORME DE RECOPIACIÓN DE  
ENSAYOS GEOTÉCNICOS Y DE  
CONTAMINACIÓN**  
CÓDIGO: 889-06

**COCHERAS METRO LIGERO**

**Peticionario:  
TUSSAM**

**Sevilla, 31 de enero de 2007**



## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>DATOS PREVIOS</b> .....	<b>3</b>
1.1.	ANTECEDENTES .....	3
1.1.1.	Nombre y ubicación de la obra .....	3
1.1.2.	Documentos de la oferta .....	3
1.1.3.	Documentación previa.....	3
1.2.	DATOS DEL EMPLAZAMIENTO.....	4
1.2.1.	Marco geológico.....	4
1.2.2.	Programación del reconocimiento .....	6
<b>2.</b>	<b>RECONOCIMIENTO DEL TERRENO</b> .....	<b>7</b>
2.1.	TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS .....	7
2.1.1.	Sondeos .....	7
2.1.2.	Otras pruebas de campo .....	8
2.1.3.	Toma de muestras .....	10
2.1.4.	Ensayos de laboratorio .....	12
2.1.5.	Interpretación de los resultados de laboratorio.....	13
2.1.6.	Nivel freático.....	14
	<b>ANEJO 1: PLANO DE SITUACIÓN DEL SOLAR EN ESTUDIO</b> .....	<b>15</b>
	<b>ANEJO 2: INFORME DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO</b> .....	<b>16</b>

**1. DATOS PREVIOS**

**1.1. ANTECEDENTES**

**1.1.1. Nombre y ubicación de la obra**

El presente informe de recopilación se redacta a petición de TUSSAM, para la obra cuya ubicación se detalla en la tabla siguiente:

OBRA	COCHERAS METRO LIGERO
TÉRMINO MUNICIPAL	SEVILLA
PROVINCIA	SEVILLA

**1.1.2. Documentos de la oferta**

Los trabajos del presente informe se han realizado conforme a nuestra oferta de referencia 889-06, convenientemente aceptada.

No obstante, debido a que dicha oferta se basaba en una estimación de los reconocimientos y ensayos, es posible que la realidad de los mismos difiera en su medición final debido a diferencia en profundidades, imposibilidad de ejecución de ensayos, etc..

**1.1.3. Documentación previa**

Para la elaboración del presente informe se ha empleado, aparte de la bibliografía y normativa técnica habitual, la siguiente documentación previa:

- Plano de ubicación, facilitado por el peticionario

**1.2. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO**



**1.2.1. Marco geológico**

En base a la cartografía y documentación técnica oficial, así como a la visita realizada al solar, a continuación se describen los aspectos más relevantes del mismo desde el punto de vista geológico.

La zona objeto de estudio se encuadra en la hoja 984 "Sevilla" de la serie MAGNA a escala 1:50.000 del Instituto Geológico Minero de España, cuyo extracto se recoge a continuación:

La ciudad de Sevilla se enclava en el centro de una amplia llanura fluvial conformada por el río Guadalquivir, cuyos bordes presentan una acusada asimetría originada por la diferente constitución geológica de ambos márgenes.



**LEYENDA**

CUATERNARIO			
TERCIA	NEOGENO	MIOCENO	SUPERIOR
			ANDALUCENSE
			QAI
			OT <sub>1</sub>
			OT <sub>2</sub>
			OT <sub>3</sub>
			OT <sub>4</sub>
			OT <sub>5</sub>
			OT <sub>6</sub>
			OT <sub>7</sub>
			OT <sub>8</sub>
			OT <sub>9</sub>
			OT <sub>10</sub>
			OT <sub>11</sub>
			OT <sub>12</sub>
			OT <sub>13</sub>
			OT <sub>14</sub>
			OT <sub>15</sub>
			OT <sub>16</sub>
			OT <sub>17</sub>
			OT <sub>18</sub>
			OT <sub>19</sub>
			OT <sub>20</sub>
			OT <sub>21</sub>
			OT <sub>22</sub>
			OT <sub>23</sub>
			OT <sub>24</sub>
			OT <sub>25</sub>
			OT <sub>26</sub>
			OT <sub>27</sub>
			OT <sub>28</sub>
			OT <sub>29</sub>
			OT <sub>30</sub>
			OT <sub>31</sub>
			OT <sub>32</sub>
			OT <sub>33</sub>
			OT <sub>34</sub>
			OT <sub>35</sub>
			OT <sub>36</sub>
			OT <sub>37</sub>
			OT <sub>38</sub>
			OT <sub>39</sub>
			OT <sub>40</sub>
			OT <sub>41</sub>
			OT <sub>42</sub>
			OT <sub>43</sub>
			OT <sub>44</sub>
			OT <sub>45</sub>
			OT <sub>46</sub>
			OT <sub>47</sub>
			OT <sub>48</sub>
			OT <sub>49</sub>
			OT <sub>50</sub>
			OT <sub>51</sub>
			OT <sub>52</sub>
			OT <sub>53</sub>
			OT <sub>54</sub>
			OT <sub>55</sub>
			OT <sub>56</sub>
			OT <sub>57</sub>
			OT <sub>58</sub>
			OT <sub>59</sub>
			OT <sub>60</sub>
			OT <sub>61</sub>
			OT <sub>62</sub>
			OT <sub>63</sub>
			OT <sub>64</sub>
			OT <sub>65</sub>
			OT <sub>66</sub>
			OT <sub>67</sub>
			OT <sub>68</sub>
			OT <sub>69</sub>
			OT <sub>70</sub>
			OT <sub>71</sub>
			OT <sub>72</sub>
			OT <sub>73</sub>
			OT <sub>74</sub>
			OT <sub>75</sub>
			OT <sub>76</sub>
			OT <sub>77</sub>
			OT <sub>78</sub>
			OT <sub>79</sub>
			OT <sub>80</sub>
			OT <sub>81</sub>
			OT <sub>82</sub>
			OT <sub>83</sub>
			OT <sub>84</sub>
			OT <sub>85</sub>
			OT <sub>86</sub>
			OT <sub>87</sub>
			OT <sub>88</sub>
			OT <sub>89</sub>
			OT <sub>90</sub>
			OT <sub>91</sub>
			OT <sub>92</sub>
			OT <sub>93</sub>
			OT <sub>94</sub>
			OT <sub>95</sub>
			OT <sub>96</sub>
			OT <sub>97</sub>
			OT <sub>98</sub>
			OT <sub>99</sub>
			OT <sub>100</sub>

El carácter divagante del río dio lugar en el pasado a la formación de meandros o de cortas naturales (paleocauces antiguos) que discurren por zonas céntricas de la actual ciudad.

Estableciendo un perfil representativo medio del subsuelo bajo la ciudad, situaríamos de abajo a arriba:

- "Margas azules" del Mioceno, cuyo techo se localiza a profundidades variables entre los 5,00 y 6,00 m en la zona norte y los 25,00 m en el sector centro - oeste.
- Sedimentos cuaternarios de origen fluvial integrados por gravas arenosas (zahorras) situadas inmediatamente encima de las margas, y de compacidad en general elevada.
- Arenas limosas y limos arenosos de hasta 10,00 m de espesor.

- Los suelos más superficiales corresponden a arcillas de tonalidades mayoritarias marrones, a veces grisáceas, de media a baja consistencia.

El espesor de los distintos conjuntos es muy variable de unos sectores a otros de la ciudad por el propio origen fluvial de dichos depósitos.

Ligado al río Guadalquivir se desarrolla un nivel freático bajo toda la ciudad cuya profundidad es variable de unos puntos a otros en función de la cota topográfica y de condicionantes. Este nivel local puede oscilar desde los 2,00 y 3,00 m hasta los 9,00 m, y es susceptible de variar con las oscilaciones del río.

También hay que indicar la frecuente formación de niveles freáticos colgados en los niveles arcillosos superiores por roturas de tuberías o saneamientos, que no deben confundirse con el principal del río.

## 1.2.2. Programación del reconocimiento

La campaña de reconocimiento realizada ha sido planteada de común acuerdo con el equipo redactor del proyecto de las obras con el objeto de obtener un conocimiento suficiente de las características geotécnicas del terreno con una certeza razonable.

### 1.2.2.1. Campaña programada

Se planteó una campaña compuesta por:

- 5 sondeos

## 2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

### 2.1. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS

Los trabajos de reconocimiento del terreno realizados se resumen en la siguiente tabla:

SONDEOS	Nº	Longitud perforada (m)			
		Suelos	Gravas	Roca	Total
	5	54,77	27,44		82,21
OTRAS PRUEBAS DE CAMPO	SPT	Muestras inalteradas	Testigos parafinados	Muestras de agua	Tubo piezométrico
	20	11	2	1	31

Todos ellos han sido coordinados y supervisados por personal técnico especialista de ELABORA.

*Hay que mencionar que no obstante la representatividad de los reconocimientos avalada por el diseño de la campaña y la experiencia del equipo redactor del presente informe, los resultados recogidos en el mismo se corresponden con investigaciones puntuales realizadas en una época determinada. Por ello, no son descartables irregularidades o heterogeneidades no sistemáticas cuya detección excedería con creces el alcance del presente.*



#### 2.1.1. Sondeos

Se han realizado CINCO sondeos mecánicos a rotación con la siguiente denominación y profundidad:

DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
S-1	21,00
S-2	22,05
S-3	14,58
S-4	14,76
SC-1	10,00

Los testigos continuos extraídos de los sondeos se han recogido en VEINTISIETE CAJAS ordenadas al efecto para su testificación y conservación.

Los sondeos son perforaciones de diámetros y profundidad variables que permiten reconocer la naturaleza y localización de los diferentes unidades geotécnicas del terreno, así como extraer muestras del mismo y, en su caso realizar ensayos a diferentes profundidades. Permiten:

- Llegar a profundidades superiores a las alcanzables con catas.
- Reconocer el terreno bajo el nivel freático.
- Perforar capas rocosas, o de alta resistencia.
- Extraer muestras inalteradas profundas.
- Realizar pruebas de deformabilidad o resistencia de tipo presiométrico, molinete, penetración estándar, etc.
- Tomar muestras de acuíferos profundos o realizar ensayos de permeabilidad in situ.
- Determinar valores índice de la roca en macizos rocosos.
- Detectar y controlar las variaciones del nivel freático, mediante la instalación de tubos piezométricos.

Los sondeos a rotación, mediante baterías simples, dobles o especiales pueden utilizarse en cualquier tipo de terreno, siendo necesario utilizarlos cuando el terreno a reconocer sea un macizo rocoso o exista alternancia de capas cementadas duras con otras menos cementadas. En su utilización se debe tener en cuenta que pueden existir problemas en el reconocimiento de suelos granulares finos bajo el nivel freático y en el de bolos o gravas gruesas. También deben interpretarse con cuidado los testigos extraídos de suelos colapsables bajo la acción del agua de inyección y los de rocas blandas de tipo arenoso que pueden fragmentarse excesivamente por efecto de la rotación.



Los sondeos del presente informe han sido realizados con una sonda TECOINSA TP-50/400 sobre camión. La perforación se ha realizado con un diámetro mínimo de 86 mm.

#### 2.1.2. Otras pruebas de campo

##### 2.1.2.1. Ensayos de penetración estándar en sondeos

Se han realizado VEINTE ensayos de penetración en sondeos (S.P.T.) a distintas profundidades, según sigue:

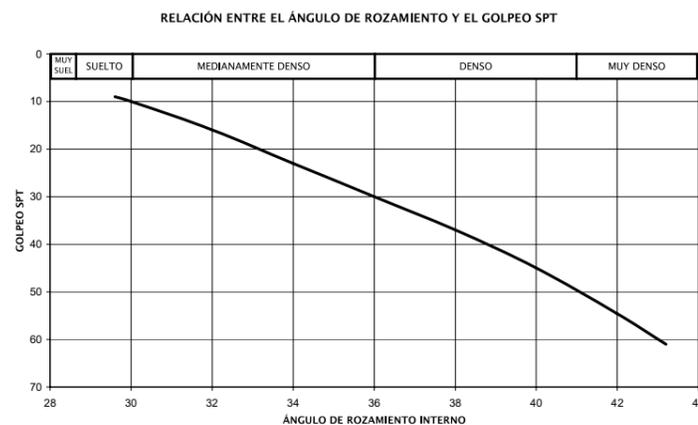
DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	
SONDEO S-1	3,60 - 4,05	12,00 - 12,45
	6,60 - 7,05	15,00 - 15,14
	9,60 - 10,05	
SONDEO S-2	3,60 - 4,05	15,00 - 15,45
	6,60 - 7,05	18,00 - 18,38
	9,60 - 10,05	21,60 - 22,05
	12,00 - 12,45	
SONDEO S-3	3,60 - 4,05	12,00 - 12,27
	6,60 - 7,05	14,50 - 14,58
	9,57 - 10,02	
SONDEO S-4	3,60 - 4,05	
	12,00 - 12,13	
	14,50 - 14,76	

El ensayo de penetración estándar o S.P.T. es una prueba discontinua de penetración que se rea

- La compacidad de suelos granulares: Densidad relativa y ángulo de rozamiento interno.
- La resistencia de arcillas preconsolidadas por encima del nivel freático.

La medida directamente obtenida del ensayo indica el número de golpes (N) preciso para hincar 30 cm de un cilindro hueco de dimensiones normalizadas mediante el golpeo de una maza de 63,5 kg cayendo desde 76 cm.

En el caso de suelos granulares limpios y sin cohesión, es posible estimar en base al SPT su ángulo de rozamiento según la tabla siguiente, contenida en el Documento Básico SE-C "Cimentaciones":



En el caso de suelos arcillosos pueden adoptarse, con las debidas precauciones, los siguientes valores indicativos de consistencia:

N	< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30	> 30
Consistencia	Muy blanda	Blanda	Media	Compacta	Muy compacta	Dura
Resistencia a compresión simple, $q_u$ (kPa)	25	25-50	50-100	100-200	200-400	>400

En el presente reconocimiento los ensayos se han realizado con un penetrómetro automático incorporado al equipo de sondeo de la marca TECOINSA.

### 2.1.2.2. Investigación del nivel freático

Se han tomado las medidas de nivel de agua en cada uno de los sondeos realizados una vez finalizados los mismos. Asimismo se han instalado tubos piezométricos en el interior de las perforaciones para permitir el seguimiento de dicho nivel a lo largo del tiempo.

De igual manera se han tomado muestras representativas del agua detectada para investigar su posible agresividad a los materiales de la cimentación.

El resumen de las mediciones realizadas en estos aspectos se recoge en la tabla siguiente:

DENOMINACIÓN DEL SONDEO	MUESTRA DE AGUA	LONGITUD TUBO PIEZOMÉTRICO (m)
S-1	SI	21,00
SC-1	SI	10,00

Con respecto a los valores de nivel freático obtenidos es preciso indicar las siguientes precauciones:

- Dado que los sondeos mecánicos han sido realizados con ayuda de agua, esto ha podido influir en el nivel obtenido.
- Por tanto, para un conocimiento real de dicho nivel es preciso realizar un seguimiento en el tiempo de la evolución de dicho nivel, con objeto de eliminar la influencia mencionada.
- Además, debe protegerse la boca de las perforaciones mediante una arqueta ó tapón de sellado que impida la entrada de agua a la perforación.
- También es preciso considerar a la hora de interpretar el nivel obtenido la posibilidad de influencia en el mismo por efectos externos a la propia perforación, que podrían indicar un falso nivel: Aguas colgadas, fugas de redes de abastecimiento, mareas, etc.

### 2.1.3. Toma de muestras

De los trabajos de reconocimientos en campo se han obtenido muestras para ejecutar sobre ellas con una fiabilidad suficiente los ensayos de laboratorio pertinentes según las determinaciones perseguidas.

Concretamente se han extraídos las siguientes muestras a distintas profundidades, según sigue:

DENOMINACIÓN	DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
SONDEO S-1	MI-1	3,00 - 3,60 m
	MI-2	6,00 - 6,60 m
	MI-3	9,00 - 9,60 m
	TB-1	19,80 - 21,00

DENOMINACIÓN	DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
SONDEO S-2	MI-1	3,00 - 3,60 m
	MI-2	6,00 - 6,60 m
	MI-3	9,00 - 9,60 m
	MI-4	21,00 - 21,60m
SONDEO S-3	MI-1	3,00 - 3,60 m
	MI-2	6,00 - 6,60 m
	MI-3	9,00 - 9,57 m
SONDEO S-4	MI-1	3,00 - 3,60 m
	MI-2	6,00 - 6,60 m
	TP -1	7,45 -7,80 m
	TP -2	9,40 - 9,60 m
SONDEO SC-1	TB-1	2,00 - 2,10
	TB-2	3,00 - 3,10
	TB-3	4,00 - 4,10
	TB-4	5,00 - 5,10
	TB-5	6,00 - 6,10
	TB-6	7,00 - 7,10
	TB-7	8,00 - 8,10
	TB-8	9,00 - 9,10

En función del proceso de toma, se pueden identificar tres tipos de muestras, atendiendo a la clasificación contenida en el Documento Básico SE-C "Cimientos", que condicionan los tipos de ensayos que son posibles aplicar sobre ellas:

- a) Muestras de categoría A: Son aquellas que mantiene inalteradas las siguientes propiedades del suelo: Estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables. Es el caso de las que se identifican en el presente informe como "muestras inalteradas" (MI). Para su obtención es preciso emplear tomamuestras con unas dimensiones normalizadas según la siguiente tabla:

Tabla 3.13. Especificaciones categoría A de tomamuestras

Tipo de suelo	Sistema de hincado	Diámetro interior D <sub>i</sub>	Despeje interior D	Relación de Areas R <sub>a</sub>	Espesor zapata E	Angulo de zapata de corte
Arcillas, Limos, Arenas finas	Presión	> 70 mm	≤ 1%	≤ 15	≤ 2 mm	≤ 5°
Arenas medias, Arenas gruesas, Mezclas	Presión golpeo	> 80 mm	≤ 3 %	≤ 15	≤ 5 mm	≤ 10°

- b) Muestras de categoría B: Son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: Humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables. Se incluyen aquí los denominados "testigos parafinados" (TP).
- c) Muestras de categoría C: Se incluyen aquí todas aquellas muestras que no cumplen las especificaciones de la categoría B, conocidas como "muestras alteradas" (MA).

#### 2.1.4. Ensayos de laboratorio

Sobre las muestras tomadas en campo se han realizado ensayos de laboratorio para conocer las características de identificación, estado, resistencia, deformabilidad y composición de los materiales atravesados, así como la agresividad del agua detectada.



El total de ensayos realizados se resume en la siguiente tabla:

DETERMINACIÓN	SONDEOS
Granulometría	11
Límites de atterberg	9
Compresión simple	4
Hinchamiento libre	1
Consolidación Edómetro	1
Corte directo	2
Materia orgánica	6
Sulfatos	4
Acidez barman -Gully	3
Determinación del pH	2
Determinación de TPH	1
Análisis de HAPs	2
Agresividad del agua	1

Las normas que regulan la realización de los ensayos anteriormente citados son las recogidas en la tabla siguiente:

Tabla 3.24. Ensayos de laboratorio

Propiedad	Ensayos	Suelos	
		Ensayos	Norma
Identificación	Granulometría por tamizado	UNE 103101	
	Granulometría por sedimentación	UNE 103102	
	Comprobación de la no plasticidad	UNE 103104	
	Límite líquido	UNE 103103	
	Límite plástico	UNE 103104	
	Límite de retracción	UNE103108	
Estado	Humedad natural	UNE 103300	
	Peso específico aparente	UNE103301	
	Peso específico de las partículas	UNE103302	
Resistencia	Compresión simple	UNE 103400	
	Corte directo consolidado y drenado (C.D)	UNE103401	
	Triaxial en cualquier situación de consolidación y drenaje	UNE 103402	
Deformabilidad	Ensayo edométrico	UNE103405	
Colapsabilidad	Inundación en edómetro	NLT254	
Expansividad	Presión de hinchamiento nulo en edómetro	UNE 103602	
	Hinchamiento libre en edómetro	UNE 103601	
	Ensayo Lambe	UNE 103600	
Compactación	Proctor normal	UNE 103500	
	Proctor modificado	UNE 103501	
Contenido químico	Contenido en carbonatos	UNE 103200	
	Contenido cualitativo de sulfatos	UNE 103202	
	Contenido en materia orgánica	UNE 103204	

### 2.1.5. Interpretación de los resultados de laboratorio

En los análisis realizados a las muestras de suelos tomadas en el sondeo SC-1 para la determinación de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP's), se han obtenido valores por debajo del límite de detección para cada uno de los compuestos, así como para la suma de todos ellos.

Se ha determinado por otra parte que se trata de un suelo ligeramente básico y con un 0,83% de materia orgánica.

En la siguiente tabla se recogen los niveles genéricos de referencia en España para la contaminación por hidrocarburos policíclicos en suelos, extraídos de los anexos V y VI del RD 9/2005, en el que se establece como criterio para la determinación de un suelo contaminado exceder en cien o más veces dichos niveles de referencia, de acuerdo con su uso.

HAP	PROTECCION DE LA SALUD HUMANA			PROTECCION DE LOS ECOSISTEMAS		
	Uso Industrial	Uso Urbano	Sin restricciones de uso	Organismos del suelo	Organismos acuáticos	Vertebrados terrestres
	(mg/Kg suelo)			(mg/Kg suelo)		
Acenafteno	100	60	6		0,02	4,85
Antraceno	100	100	45		0,01*	22
Benzo(b)fluoranteno	20	2	0,2			
Benzo(k)fluoranteno	100	20	2			
Benzo(a) antraceno	20	2	0,2	3,8	0,01	
Benzo(a)pireno	2	0,2	0,02	0,15	0,01*	
criseno	100	100	20			
Dibenzo(a,h) antraceno	3	0,3	0,03			
Fluoranteno	100	80	8	1	0,03	1,96
Fluoreno	100	50	5	0,22	0,02	2,84
Indeno(1,2,3-cd) Pireno	30	3	0,3			
naftaleno	10	8	1	0,1	0,05	0,06
Pireno	100	60	6		0,01*	1,2

\*Límite inferior de detección

Se han realizado también análisis para determinar la cantidad de hidrocarburos totales del petróleo (TPH), obteniéndose valores por debajo del límite de detección, es decir por debajo de 10 mg/Kg. Aunque el los TPH no se puede hablar de valores de de referencia. no obstante según el RD 9/2005 en su anexo IV, una concentración superior a 50 mg/Kg en el suelo es consecuencia de la actividad humana y puede hacer sospechar una contaminación de suelos confirmándose o rechazándose mediante una valoración de riesgos.

### 2.1.6. Nivel freático

Se ha detectado la presencia de agua a las siguientes profundidades en los reconocimientos realizados:

SONDEO	FECHA DE LA MEDICIÓN	PROFUNDIDAD DEL AGUA
S-1	11/1/2007	6.60 m
S-2	26/12/2006	6.05 m
SC-1	28/12/2006	6.10 m

No obstante hay que insistir, tal y como se ha mencionado en los apartados anteriores, que los niveles detectados tan sólo pueden asociarse al nivel freático si se verifica su estabilidad con el tiempo, la no influencia del fluido de perforación, y que no existe una fuente externa diferente, tal y como pueden suponer las fugas de las redes de suministro urbano, las mareas, filtraciones de captaciones cercanas, etc..

En el caso presente NO se ha realizado un seguimiento en el tiempo para verificar dicha estabilidad, y a nivel informativo se incluye en la tabla anterior la fecha de la medición realizada.

Sevilla, 31 de enero de 2007

Fdo.: Juan Diego Bauzá Castelló

Fdo.: Rocío Ahumada Rivas

Ingeniero de Caminos

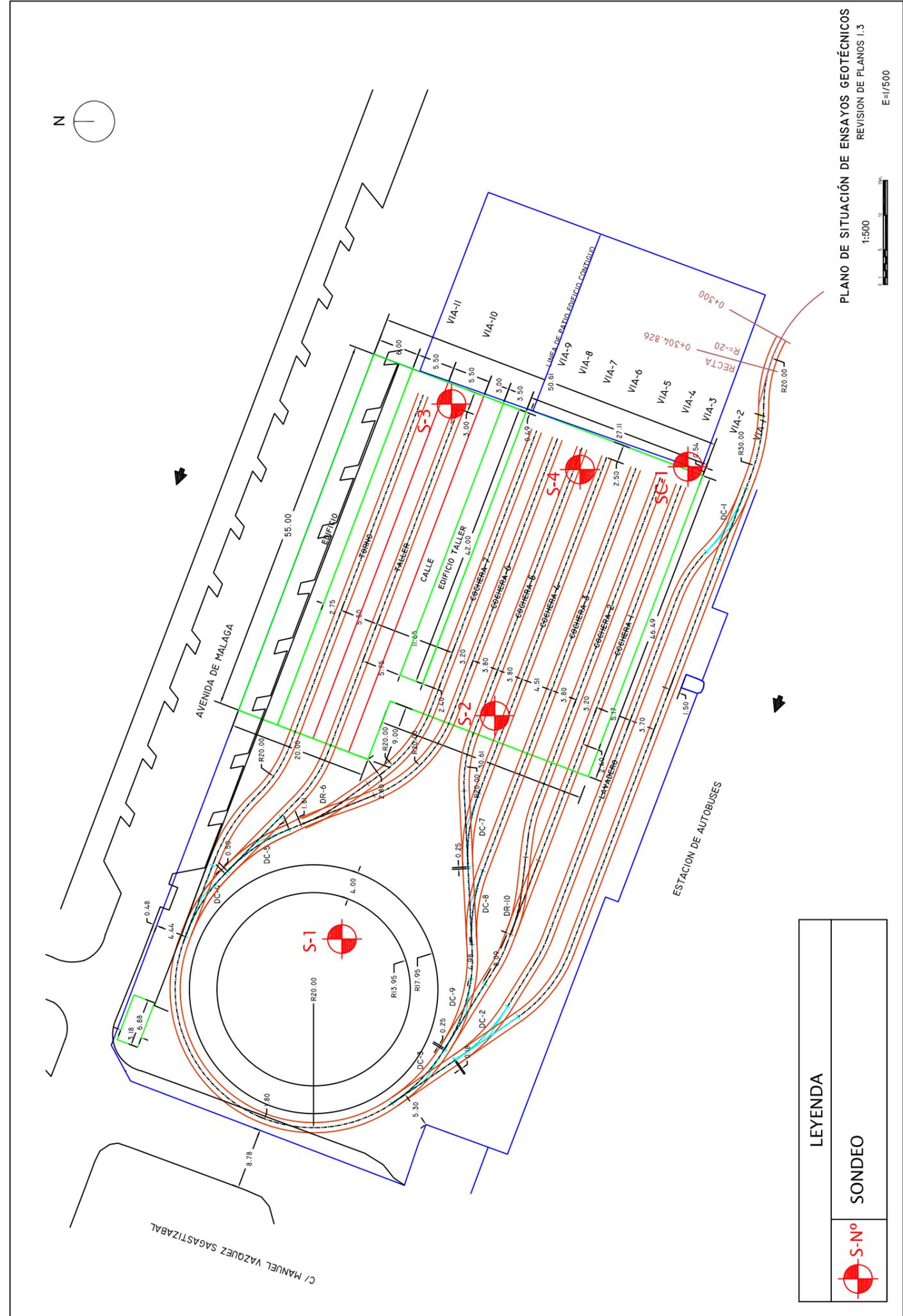
Geóloga

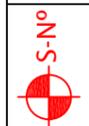
### ANEJOS

El presente estudio geotécnico consta de una Memoria de 13 páginas numeradas acompañada por los siguientes Anejos:

- Anejo 1: Plano de situación del solar en estudio.
- Anejo 2: Informe del reconocimiento del terreno: Actividades de campo y ensayos de laboratorio.

**ANEJO 1: PLANO DE SITUACIÓN DEL SOLAR EN ESTUDIO**

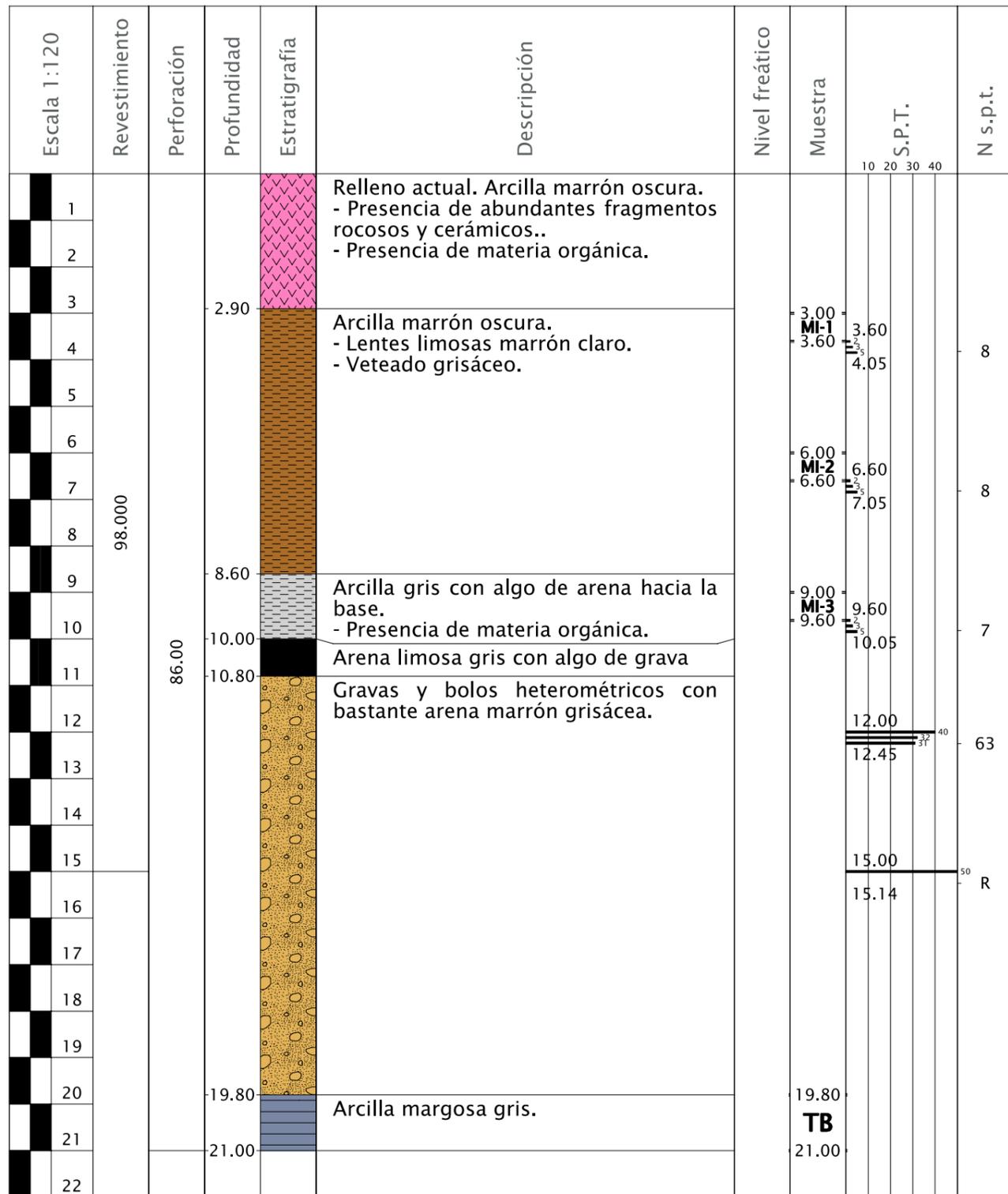


LEYENDA	
	S-Nº
	SONDEO

**ANEJO 2: INFORME DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO**

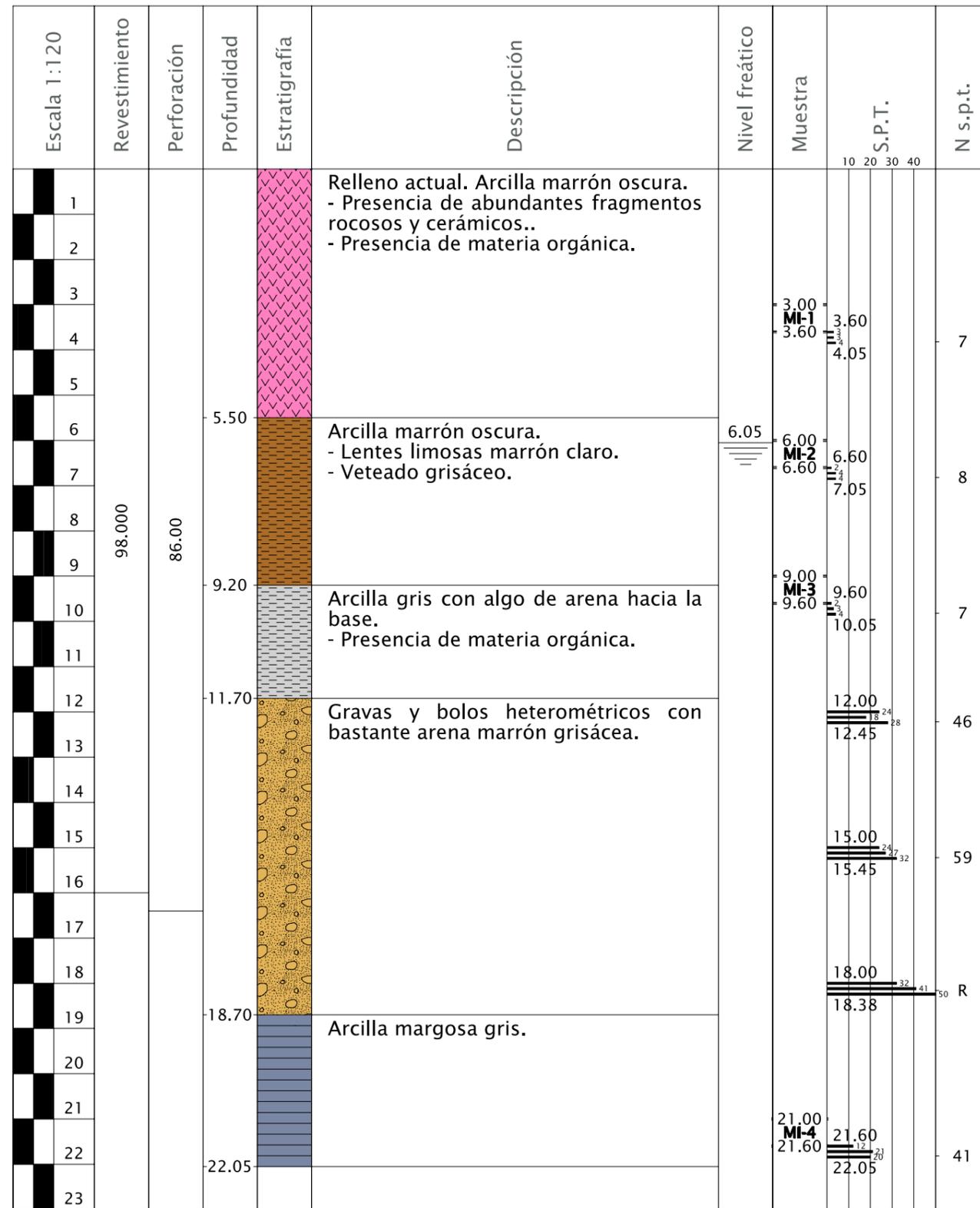
**REGISTROS DE LOS SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS**

	UTE ELABORA-INTEMAC		SONDEO	
	Obra	COCHERAS METRO LIGERO	<b>S-1</b>	
	Localidad	SEVILLA	FOLIO <b>1/1</b>	
	Fecha Inicio	22/12/2006	Fecha Fina	22/12/2006



SONDISTA: Jose Joaquín Lazo León SONDA : Tecoinsa TP 50/400 TUBERÍA PIEZOMÉTRICA: Sí MUESTRA DE AGUA: Sí.	Ensayos realizados según las Normas: ASTM D2113-99 XP P94-202 XP P94202 UNE 103800:1992 Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05
--	--

	UTE ELABORA-INTEMAC		SONDEO	
	Obra	COCHERAS METRO LIGERO	<b>S-2</b>	
	Localidad	SEVILLA	FOLIO <b>1/1</b>	
	Fecha Inicio	26/12/2006	Fecha Fina	26/12/2006



SONDISTA: Jose Joaquín Lazo León SONDA : Tecoinsa TP 50/400 TUBERÍA PIEZOMÉTRICA: Sí MUESTRA DE AGUA: Sí.	Ensayos realizados según las Normas: ASTM D2113-99 XP P94-202 XP P94202 UNE 103800:1992 Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05
--	--

	UTE ELABORA-INTEMAC		SONDEO	
	Obra	COCHERAS METRO LIGERO	<b>S-3</b>	
	Localidad	SEVILLA	FOLIO <b>1/1</b>	
	Fecha Inicio	27/12/2006	Fecha Fina	27/12/2006

Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.P.T.				N s.p.t.						
								10	20	30	40							
1	98.000	86.00	14.58		Relleno actual. Arcilla marrón oscura. - Presencia de abundantes fragmentos rocosos y cerámicos.. - Presencia de materia orgánica.	 7.10						21						
2																		
3																		
4																		
5																		
6									5.50		Arcilla marrón oscura. - Veteado grisáceo.							9
7																		
8									7.80		Arcilla gris oscuro. - elevado contenido en materia orgánica..							30
9																		
10									9.50		Gravas y bolos heterométricos con bastante arena marrón grisácea.							50 R
11																		
12																		50 R
13																		
14																		50 R
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		

SONDISTA: Jose Joaquín Lazo León  
 SONTA : Tecoinsa TP 50/400  
 TUBERÍA PIEZOMÉTRICA: Sí  
 MUESTRA DE AGUA: Sí.

Ensayos realizados según las Normas:  
 ASTM D2113-99 XP P94-202  
 XP P94202  
 UNE 103800:1992  
 Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

	UTE ELABORA-INTEMAC		SONDEO	
	Obra	COCHERAS METRO LIGERO	<b>S-4</b>	
	Localidad	SEVILLA	FOLIO <b>1/1</b>	
	Fecha Inicio	28/12/2006	Fecha Fina	28/12/2006

Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.P.T.				N s.p.t.						
								10	20	30	40							
1	98.000	86.00	14.76		Relleno actual. Arcilla marrón oscura con abundantes fragmentos rocosos y cerámicos hasta los 2,50. - Presencia de aglomerado y arena amarillenta hasta los 6,60 m de profundidad. - Presencia de abundantes fragmentos cerámicos, menos abundantes a partir de 2,50 m.	 6.45						13						
2																		
3																		
4																		
5									5.10		Arcilla marrón oscura. - Veteado grisáceo.							50 R
6																		
7									6.50		Arcilla gris oscuro. - Elevado contenido en materia orgánica a partir de 8.30 m de profundidad.							50 R
8																		
9											Gravas y bolos heterométricos con bastante arena marrón amarillenta.							50 R
10																		
11																		
12																		50 R
13																		
14																		50 R
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		

SONDISTA: Jose Joaquín Lazo León  
 SONTA : Tecoinsa TP 50/400  
 TUBERÍA PIEZOMÉTRICA: Sí  
 MUESTRA DE AGUA: Sí.

Ensayos realizados según las Normas:  
 ASTM D2113-99 XP P94-202  
 XP P94202  
 UNE 103800:1992  
 Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.P.T.	N s.p.t.
1					Relleno actual. -Fragmentos de hormigón y cerámicos con algo de arena arcillosa.				
2					- A partir de 0.60 m arena arcillosa grisácea con abundantes fragmentos cerámicos y rocosos heterométricos.				
3			3.10				2.00 TB-1		
4					Arcilla marrón oscura. - Lentes limosas marrón amarillenta. - Veteado grisáceo.		2.80 TB-2		
5		86.00					2.90 TB-3		
6							4.00 TB-4		
7						6.10	4.20 TB-5		
8			7.80		Arcilla gris oscuro. - Presencia de materia orgánica.		5.00 TB-6		
9							5.20 TB-7		
10			9.70		Gravas y bolos heterométricos con bastante arena marrón amarillenta.		6.00 TB-8		
11			10.00				6.20 TB-9		
12							7.00 TB-10		
13							7.20 TB-11		
14							8.00 TB-12		
15							8.20 TB-13		
16							9.00 TB-14		
17							9.20 TB-15		
18							10.00 TB-16		
19							10.20 TB-17		
20									
21									
22									
23									

SONDISTA: Jose Joaquín Lazo León  
 SONDA : Tecoinsa TP 50/400  
 TUBERÍA PIEZOMÉTRICA: Sí  
 MUESTRA DE AGUA: Sí.

Ensayos realizados según las Normas:  
 ASTM D2113-99 XP P94-202  
 XP P94202  
 UNE 103800:1992  
 Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

UTE ELABORA-INTEMAC  
 COCHERA METRO LIGERO  
 SEVILLA  
 Sondeo S-1



Camión sondeo



Caja 1 (0,00-3,00)



Caja 2 (3,00-6,00)



Caja 3 (6,00-9,00)



Caja 4 (9,00-12,00)



Caja 5 (12,00-15,00)



Caja 6 (15,00-21,00)

UTE ELABORA-INTEMAC  
COCHERA METRO LIGERO  
SEVILLA  
Sondeo S-2



Camión sondeo



Caja 1 (0,00-3,00)



Caja 2 (3,00-6,00)



Caja 3 (6,00-9,00)



Caja 4 (9,00-12,00)



Caja 5 (12,00-15,00)



Caja 6 (15,00-18,00)



Caja 7 (18,00-21,00)



Caja 8 (21,00-22,05)

UTE ELABORA-INTEMAC  
COCHERA METRO LIGERO  
SEVILLA  
Sondeo S-3



Camión sondeo



Caja 1 (0,00-3,00)



Caja 2 (3,00-6,00)



Caja 3 (6,00-9,00)



Caja 4 (9,00-12,00)

UTE ELABORA-INTEMAC  
COCHERA METRO LIGERO  
SEVILLA  
Sondeo S-4



Camión sondeo



Caja 1 (0,00-3,00)



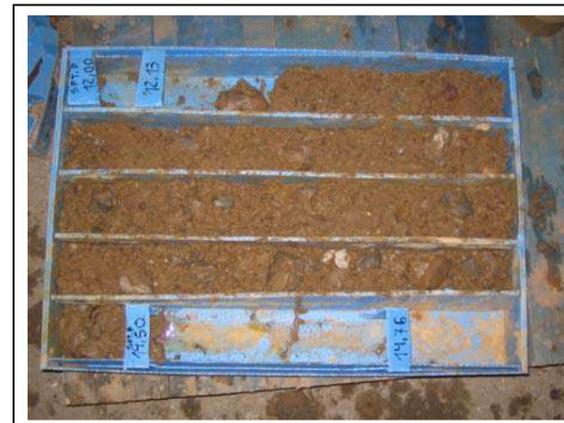
Caja 2 (3,00-6,00)



Caja 3 (6,00-9,00)

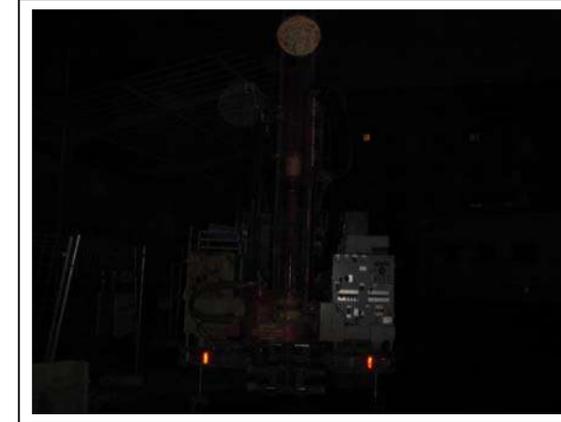


Caja 4 (9,00-12,00)



Caja 5 (12,00-14,76)

UTE ELABORA-INTEMAC  
COCHERA METRO LIGERO  
SEVILLA  
Sondeo SC-1



Camión sondeo



Caja 1 (0,00-3,00)



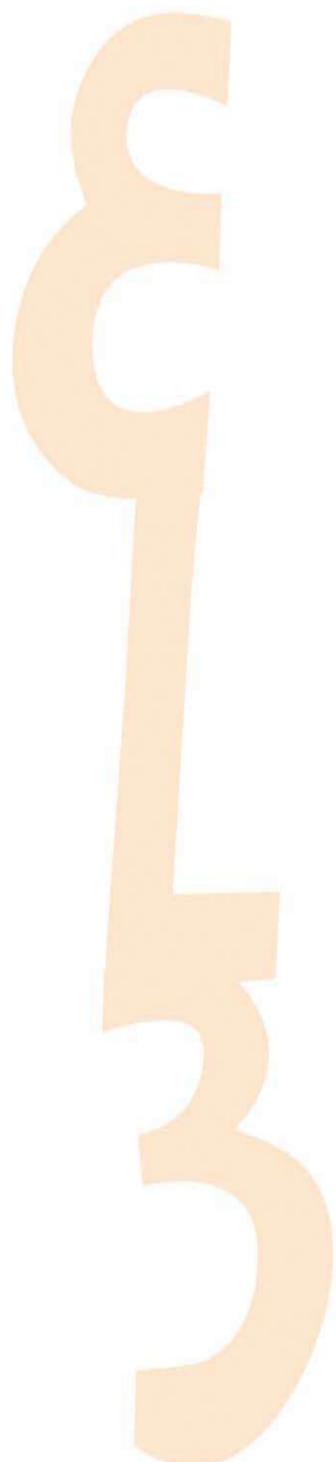
Caja 2 (3,00-6,00)



Caja 3 (6,00-9,00)



Caja 4 (9,00-10,00)



**ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO**

Registro de Laboratorios de ensayos. Junta de Andalucía, Nº de inscripción LE071-SE-05  
(BOJA nº 223 de 15-11-2005)

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

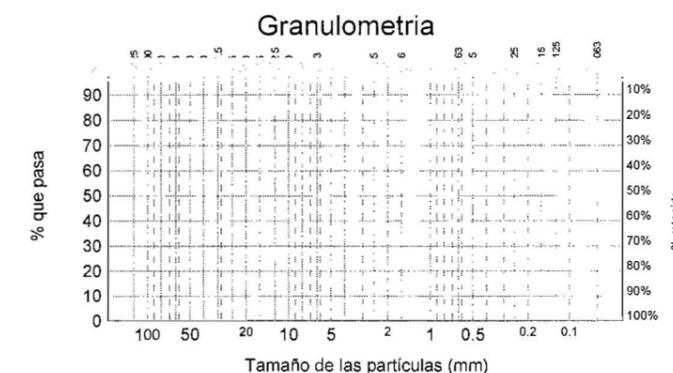
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 212  
Fecha de toma: 21/12/2006  
Número Acta: 669  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: SC-1 (2.50-3.00)m  
Descripción:

**ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)**

Tamiz (mm)	Pasa (%)
2	100
0,4	99
0,08	97,6
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



**LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)**

Límite líquido	---
Límite plástico	---
Indice de plasticidad	---

**CLASIFICACION DEL SUELO**

--

**OTRAS DETERMINACIONES**

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,83
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

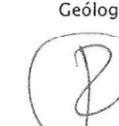
Sevilla 22 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga







DETERMINACION DEL pH ( UNE 77305/99)

CLIENTE: UTE ELABORA - INTEMAC  
OBRA: COCHERAS METRO LIGERO  
PROCEDENCIA: SC-1 (2,50-3,00 m)

MUESTRA: 212

VALOR DEL pH	7,60
--------------	------



**INFORME ANALÍTICO DE RESIDUOS - Nº RP-07/01803**

CLIENTE: ELABORA, S.L.  
PARQUE SEVILLA INDUSTRIAL PARSÍ, AVDA. DEL P  
ES-41016 Sevilla Sevilla

<b>Tipo de Muestra:</b>	SUELOS (RP)	<b>Fecha de Muestreo:</b>	21-dic-06
<b>Descripción:</b>	SEVILLA SC-1 3,00 MTS	<b>Hora:</b>	
<b>Unidad de Gestión:</b>		<b>Fecha de Recepción:</b>	19-ene-07
<b>Código de Análisis:</b>	S-2100 (HAPs_15)	<b>Fecha de Inicio:</b>	23-ene-07
<b>Proc. Análisis:</b>	PE-616	<b>Fecha de Fin:</b>	29-ene-07
		<b>Muestreador</b>	Cliente

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

<i>Residuo</i>	<i>µg/kg</i>	<i>L.D.T.</i>	<i>Residuo</i>	<i>µg/kg</i>	<i>L.D.T.</i>
Acenafeno	< L.D.T.	10	Antraceno	< L.D.T.	10
Benzo (a) antraceno	< L.D.T.	10	Benzo (a) pireno	< L.D.T.	10
Benzo (b) fluoranteno	< L.D.T.	10	Benzo (e) pireno	< L.D.T.	10
Benzo (g,h,i) perileno	< L.D.T.	10	Benzo (k) fluoranteno	< L.D.T.	10
Criseno	< L.D.T.	10	Dibenzo (a,h) antraceno	< L.D.T.	10
Fenantreno	< L.D.T.	10	Fluoranteno	< L.D.T.	10
Fluoreno	< L.D.T.	10	HAPs (Suma)	< L.D.T.	10
Indeno (1,2,3,c,d) pireno	< L.D.T.	10	Pireno	< L.D.T.	10

**Observaciones:** COCHERAS METRO. Muestra de peso 0.50 kg. en bolsa de plástico, buen estado.

Sevilla, 22 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de Caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICO  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

**Fdo: Responsable de Laboratorio.**  
**Jesús Pineda Valdecantos**  
29/01/2007

# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Registro de Laboratorios de ensayos, Junta de Andalucía, N° de inscripción LE071-SE-05  
(BOJA n° 223 de 15-11-2005)

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

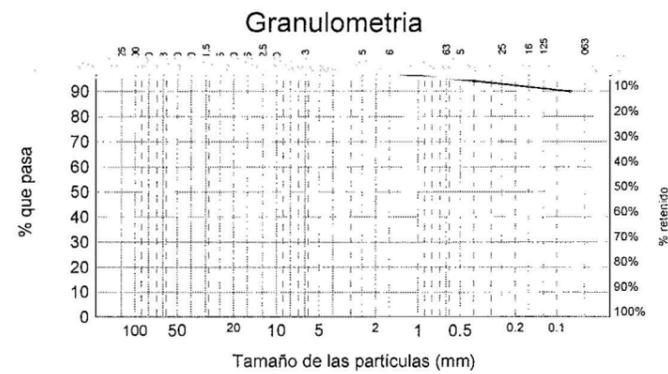
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 213  
Fecha de toma: 21/12/2006  
Número Acta: 667  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: SC-1 (5.50-6.00)m  
Descripción:

## ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	99
2	98
0,4	94
0,08	89,8
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



## LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	---
Límite plástico	---
Índice de plasticidad	---

## CLASIFICACION DEL SUELO

--

## OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,67
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 22 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de Caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga

## DETERMINACION DEL pH (UNE 77305/99)

CLIENTE: UTE ELABORA - INTEMAC  
OBRA: COCHERAS METRO LIGERO  
PROCEDENCIA: SC-1 (5,50-6,00 m)

MUESTRA: 213

VALOR DEL pH	7,75
--------------	------

Sevilla, 22 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de Caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICO  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

**INFORME ANALÍTICO DE RESIDUOS - Nº RP-07/01804**

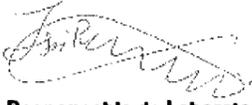
CLIENTE: ELABORA, S.L.  
PARQUE SEVILLA INDUSTRIAL PARSÍ, AVDA. DEL P  
ES-41016 Sevilla Sevilla

<b>Tipo de Muestra:</b>	SUELOS (RP)	<b>Fecha de Muestreo:</b>	21-dic-06
<b>Descripción:</b>	SEVILLA SC-1 6,00 MTS	<b>Hora:</b>	
<b>Unidad de Gestión:</b>		<b>Fecha de Recepción:</b>	19-ene-07
<b>Código de Análisis:</b>	S-2100 (HAPs_15)	<b>Fecha de Inicio:</b>	23-ene-07
<b>Proc. Análisis:</b>	PE-616	<b>Fecha de Fin:</b>	29-ene-07
		<b>Muestreador</b>	Cliente

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

<u>Residuo</u>	<u>µg/kg</u>	<u>L.D.T.</u>	<u>Residuo</u>	<u>µg/kg</u>	<u>L.D.T.</u>
Acenafeno	< L.D.T.	10	Antraceno	< L.D.T.	10
Benzo (a) antraceno	< L.D.T.	10	Benzo (a) pireno	< L.D.T.	10
Benzo (b) fluoranteno	< L.D.T.	10	Benzo (e) pireno	< L.D.T.	10
Benzo (g,h,i) perileno	< L.D.T.	10	Benzo (k) fluoranteno	< L.D.T.	10
Criseno	< L.D.T.	10	Dibenzo (a,h) antraceno	< L.D.T.	10
Fenantreno	< L.D.T.	10	Fluoranteno	< L.D.T.	10
Fluoreno	< L.D.T.	10	HAPs (Suma)	< L.D.T.	10
Indeno (1,2,3,c,d) pireno	< L.D.T.	10	Pireno	< L.D.T.	10

**Observaciones:** COCHERAS METRO. Muestra de peso 0.50 kg. en bolsa de plástico, buen estado.

  
**Fdo: Responsable de Laboratorio.**  
**Jesús Pineda Valdecantos**  
29/01/2007

Observaciones: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. \* Los parámetros así referenciados, no forman parte del Alcance de Acreditación de ENAC. Las incertidumbres están calculadas y a disposición del cliente que lo solicite. Los resultados entre paréntesis están fuera del alcance.

**INFORME ANALÍTICO DE SUELOS - Nº S-07/00096**

CLIENTE: ELABORA, S.L.  
PARQUE SEVILLA INDUSTRIAL PARSÍ, AVDA. DEL PARSÍ, S/N, C  
ES-41016 Sevilla Sevilla

<b>Tipo de Muestra:</b>	Suelos RD	<b>Fecha de Muestreo:</b>	21-dic-06
<b>Descripción:</b>	SEVILLA SC-1 6,00 MTS	<b>Hora:</b>	
<b>Unidad de Gestión:</b>		<b>Fecha de Recepción:</b>	19-ene-07
<b>Código de Análisis:</b>	S-0323	<b>Fecha de Inicio:</b>	19-ene-07
		<b>Fecha de Fin:</b>	30-ene-07
		<b>Muestreador</b>	Cliente

**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

<u>Parámetro</u>	<u>Resultado</u>	<u>Unidades</u>	<u>Procedimiento de Análisis</u>
Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH)	< 10	mg/kg	PE-905

**Observaciones:** COCHERAS METRO

  
**Fdo: Responsable de Laboratorio.**  
**Ramón Bouza Deaño**  
30/01/2007

Observaciones: L.D.T.: Límite de Determinación. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. \* Los parámetros así referenciados, no forman parte del Alcance de Acreditación de ENAC. Las incertidumbres están calculadas y a disposición del cliente que lo solicite. Los resultados entre paréntesis están fuera del alcance.

# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

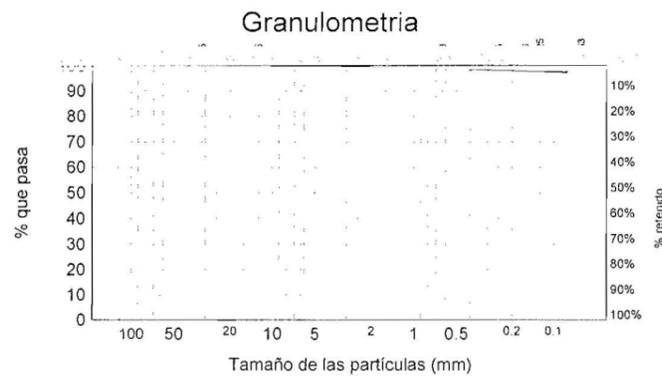
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 1  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 221  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S1-MI1 (3.00-3.60 m)  
Descripción:

## ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz	Pasa (%)
10	100
5	100
2	100
0,4	99
0,08	97,4
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



## LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	35,36
Límite plástico	19,57
Índice de plasticidad	15,79

## CLASIFICACION DEL SUELO

-CL : , Arcillas de plasticidad media

## OTRAS DETERMINACIONES

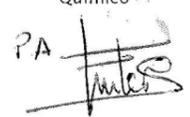
Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	1,01
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	0,00
Acidez Baumann-Gully (S/ANEJO 5 DE LA EHE)	ml/kg	2
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga


# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

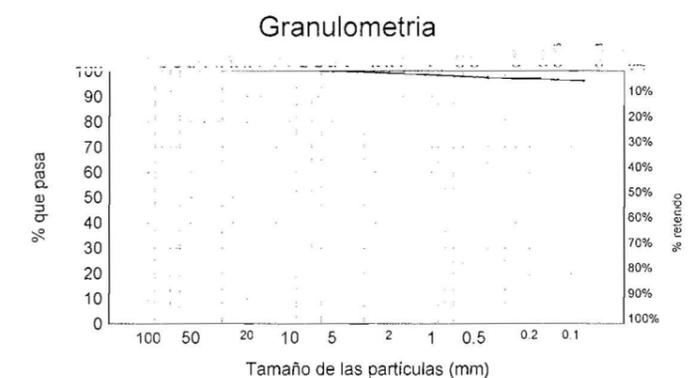
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 2  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 290  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S1-MI2 (6.00-6.60 m)  
Descripción:

## ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz	Pasa (%)
5	100
2	99
0,4	97
0,08	96,2
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



## LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	59,20
Límite plástico	24,96
Índice de plasticidad	34,24

## CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcillas de plasticidad alta

## OTRAS DETERMINACIONES

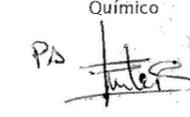
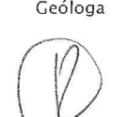
Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	1,05
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	0,00
Acidez Baumann-Gully (S/ANEJO 5 DE LA EHE)	ml/kg	6
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga

# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Ciente: UTE ELABORA - INTEMAC

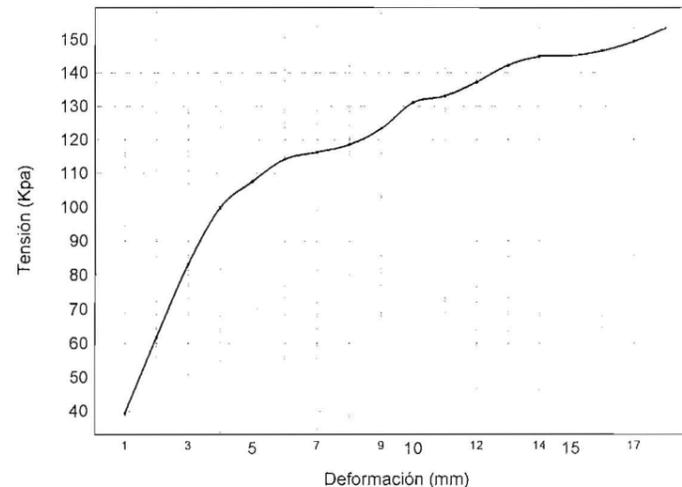
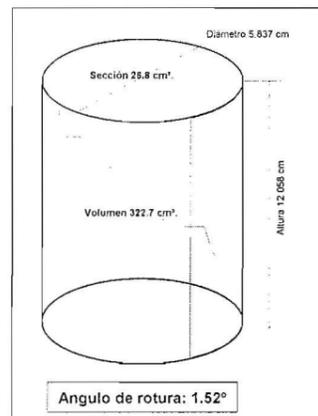
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 2  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 231  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S1-MI2 (6.00-6.60 m)  
Descripción:

## COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

Altura	cm	12.058
Diámetro	cm	5.837
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	30.19
Densidad Húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1.98
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.52
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	482.43
Resistencia	kPa	153.37
Deformación	mm	18.00



Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS  
Mª del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga

# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Ciente: UTE ELABORA - INTEMAC

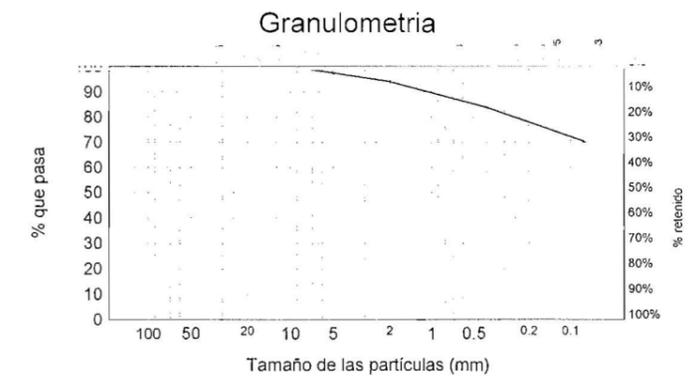
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 3  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 224  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S1-MI3 (9.00-9.60 m)  
Descripción:

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz	Pasa (%)
10	100
5	97
2	94
0,4	84
0,08	70,4
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



## LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	45,96
Límite plástico	23,81
Índice de plasticidad	22,15

## CLASIFICACION DEL SUELO

-CL : Arcillas de plasticidad media con bastante arena

## OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
Mª del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga

C.I.F. B-91433886 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

C.I.F. B-91433886 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - Inscripción 1ª

# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

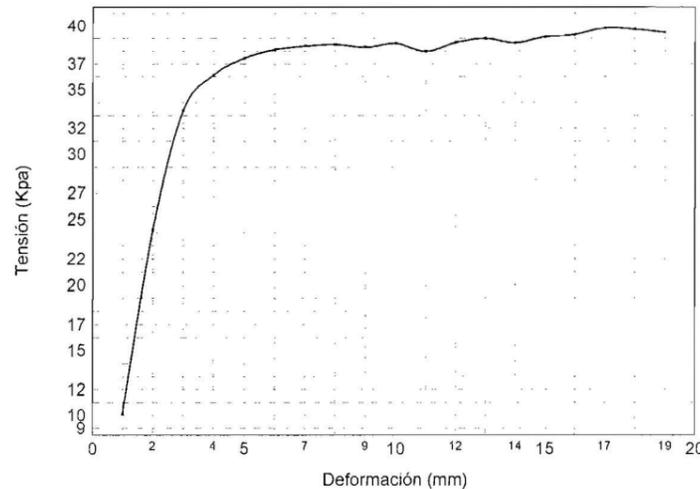
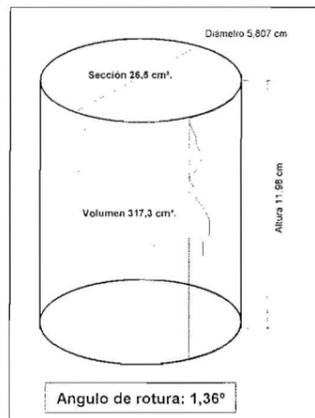
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 3  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 222  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S1-MI3 (9.00-9.60 m)  
Descripción:

## COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11,98
Diámetro	cm	5,807
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	38,98
Densidad Húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1,89
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	1,36
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	122,84
Resistencia	kPa	39,80
Deformación	mm	17,00



Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS  
Mª del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga

elabora - sevilla

# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

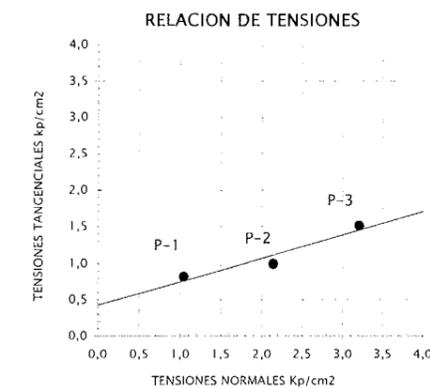
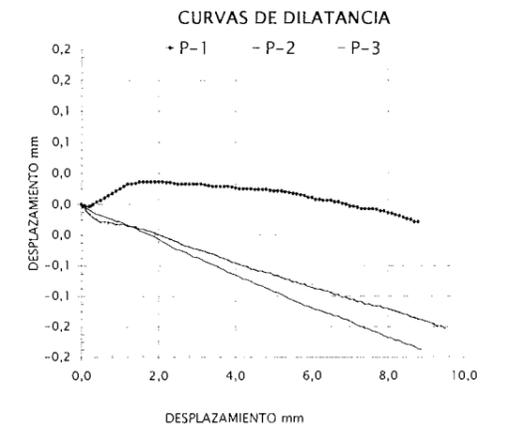
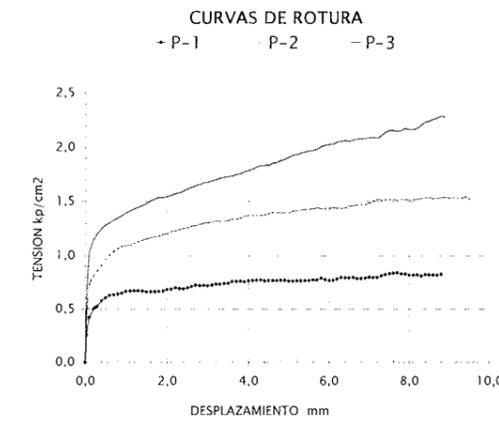
Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

UTE ELABORA INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avd. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
SEVILLA

Muestra: 3  
Número Acta: 330  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO  
COCHERAS METRO LIGERO  
Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S1-MI3 (9,00-9,60 m)  
Descripción:

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Total (%)	Humedad Final (%)	Densidad Apparente (gr/cm <sup>3</sup> )	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
P-1	30,69	34,56	1,84	1,41
P-2	29,72	31,39	1,85	1,42
P-3	30,97	30,64	1,82	1,39



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO

COHESIÓN ( Kp/cm <sup>2</sup> )	ÁNGULO $\Phi$ ( ° )
0,43	17,94

COHESIÓN ( kPa )
42,17

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
Mª del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga

# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

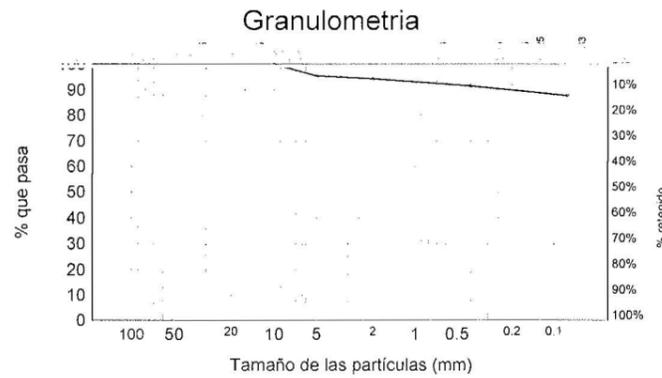
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 5  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 226  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S2-MI1 (3.00-3.60 m)  
Descripción:

## ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz	Pasa (%)
10	100
5	95
2	94
0,4	91
0,08	87,7
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



## LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	37,47
Límite plástico	21,73
Índice de plasticidad	15,74

## CLASIFICACION DEL SUELO

-CL : Arcillas de plasticidad media con indicios de arena

## OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga

# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

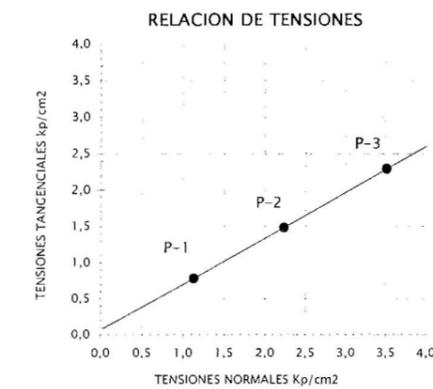
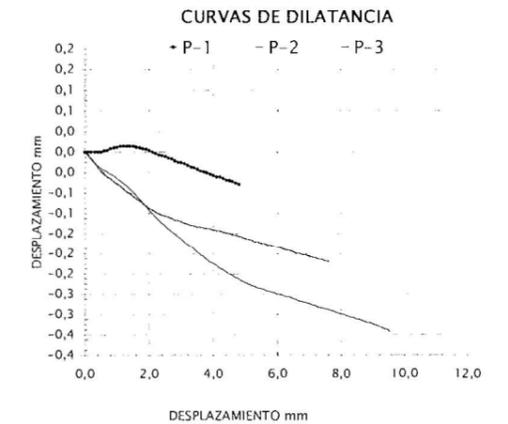
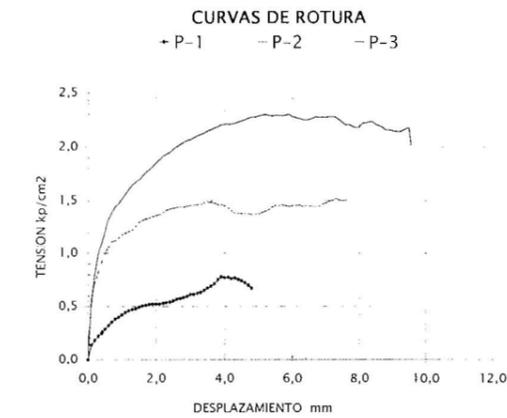
Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
SEVILLA

Muestra: 5  
Número Acta: 331  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO  
COCHERAS METRO LIGERO  
Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S2-MI1 (3,00-3,60 m)  
Descripción:

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
P-1	22,62	23,14	1,93	1,57
P-2	25,30	22,15	1,91	1,53
P-3	25,55	23,05	1,90	1,52



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	SIN DRENAR

COHESIÓN ( Kp/cm <sup>2</sup> )	ÁNGULO $\Phi$ ( ° )
0,06	33,03

COHESIÓN ( kPa )
5,88

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga

C.I.F. B-91433668 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - inscripción 1ª

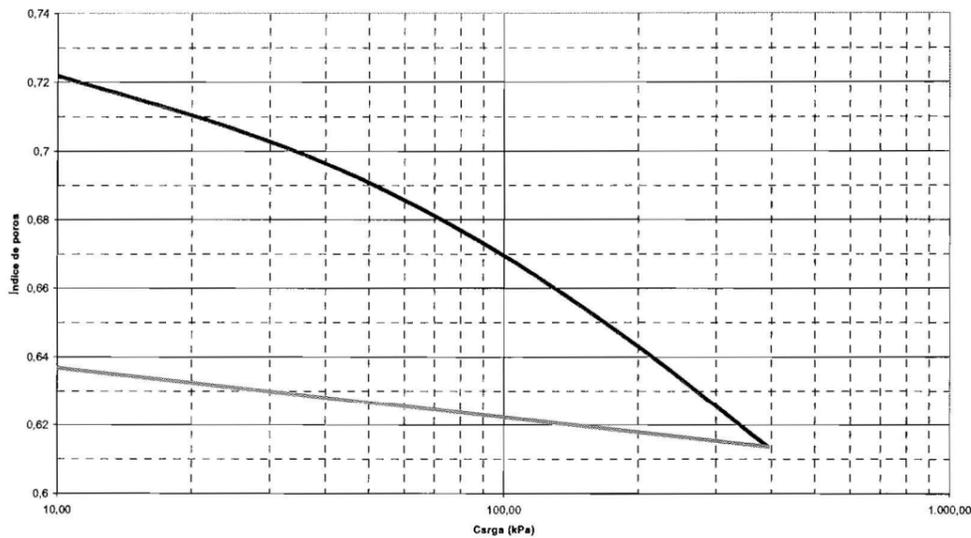
C.I.F. B-91433668 Registro Mercantil de Sevilla - Folio 121 - Tomo 4.105 - Hoja SE 61.121 - inscripción 1ª

**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN EN EDÓMETRO (103405/94)**

Obra: COCHERAS METRO LIGERO  
 Muestra: S2;MI1  
 Profundidad: 3,00-3,60 m

**PARÁMETROS DE LA PROBETA**

DIÁMETRO:.....5,00 cm  
 ALTURA:.....2,00 cm  
 ÁREA: .....19,63 cm<sup>2</sup>  
 VOLUMEN: .....39,27 cm<sup>3</sup>  
 PESO ESP. PART.:.....2,65 g/cm<sup>3</sup>  
 HUMEDAD INICIAL:.....26,79 %  
 HUMEDAD FINAL:.....22,57 %  
 IND DE POROS INICIAL:.....0,757  
 IND. DE HINCHAMIENTO (C<sub>s</sub>):.....0,014  
 IND. DE COMPRESIÓN (C<sub>c</sub>):.....0,100



Sevilla, 18 de enero de 2007

**ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO**

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

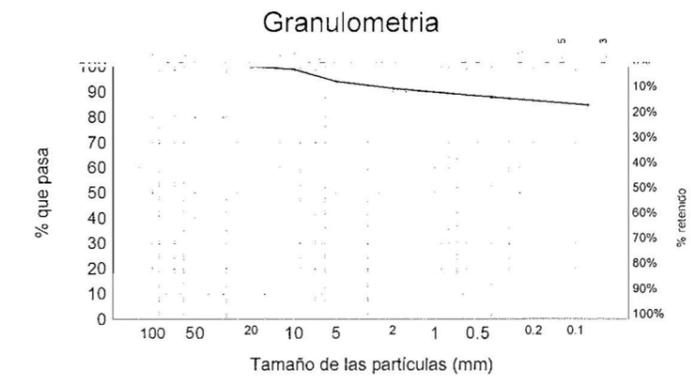
UTE ELABORA - INTEMAC  
 Parque Sevilla Industrial  
 Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
 41016-SEVILLA  
 SEVILLA

Muestra: 6  
 Fecha de toma: 22/12/2006  
 Número Acta: 228  
 Código: 889  
 Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
 Procedencia: S2-MI2 (6.00-6.60 m)  
 Descripción:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (UNE 103-101-95)**

Tamiz	Pasa (%)
20	100
10	99
5	94
2	91
0,4	88
0,08	84,7
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



**LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)**

Límite líquido	48,27
Límite plástico	23,85
Índice de plasticidad	24,42

**CLASIFICACION DEL SUELO**

-CL : Arcillas de plasticidad media con indicios de arena

**OTRAS DETERMINACIONES**

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,88
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	0,00
Acidez Baumann-Gully (S/ANEJO 5 DE LA EHE)	ml/kg	4
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 11 de enero de 2007

**DIRECTOR TÉCNICO**  
 Juan Diego Bauzá Castelló  
 Ingeniero de caminos

**RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS**  
 Fernando Fernández Díaz  
 Químico

**RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS**  
 M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
 Geóloga

# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Ciente: UTE ELABORA - INTEMAC

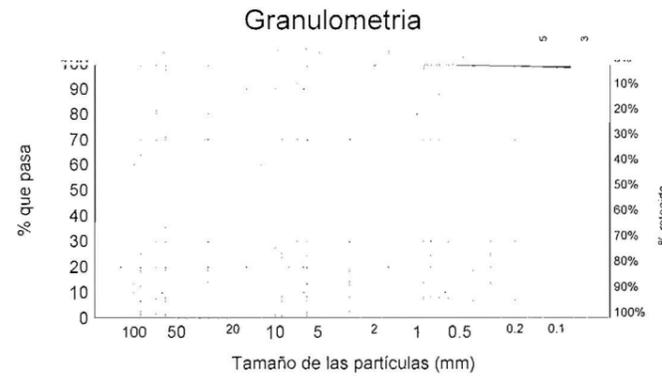
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 8  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 230  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S2-MI4 (21.00-21.60 m)  
Descripción:

## ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	100
0,08	98,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



## LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	63,10
Límite plástico	23,25
Índice de plasticidad	39,85

## CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcillas de plasticidad alta

## OTRAS DETERMINACIONES

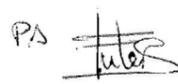
Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga


# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Ciente: UTE ELABORA - INTEMAC

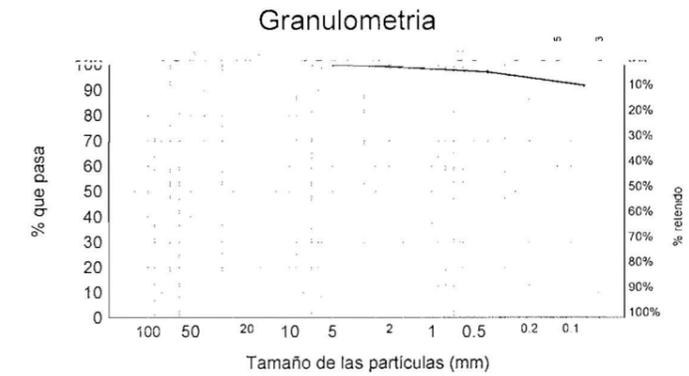
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 10  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 235  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S3-MI2 (6.00-6.60 m)  
Descripción:

## ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz	Pasa (%)
5	100
2	99
0,4	97
0,08	91,8
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



## LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	49,80
Límite plástico	35,38
Índice de plasticidad	14,42

## CLASIFICACION DEL SUELO

-ML : Limos de baja plasticidad con indicios de arena

## OTRAS DETERMINACIONES

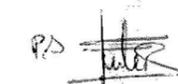
Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga


## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

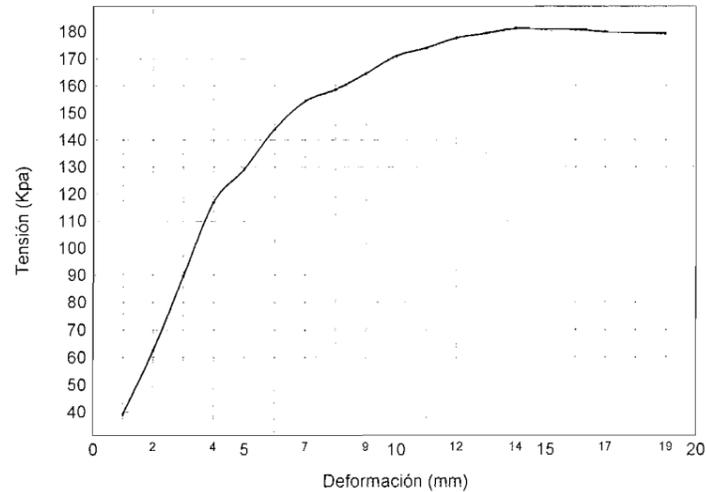
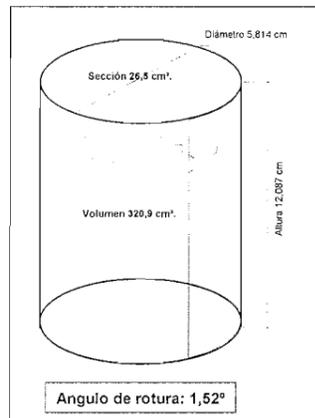
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 10  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 233  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S3-MI2 (6.00-6.60 m)  
Descripción:

### COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

Altura	cm	12,087
Diámetro	cm	5,814
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	30,24
Densidad Húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1,98
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	1,52
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	543,74
Resistencia	kPa	181,09
Deformación	mm	14,00



Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos



RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga



elabora - sevilla

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 10  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 385  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S3-MI2 (6.00-6.60 m)  
Descripción:

### HINCHAMIENTO LIBRE SOBRE MUESTRA INALTERADA S/UNE 103601/96

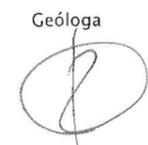
Hinchamiento libre sobre muestra inalterada (UNE 103-601-96)		
Altura Probeta	mm	20
Lectura Inicial	mm	4,36
Lectura Final	mm	4,36
% Hinchamiento libre	%	0,00

Sevilla 13 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos



RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga



elabora - sevilla

## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 11  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 237  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S3-MI3 (9.00-9.60 m)  
Descripción:

### ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----

### LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido (UNE 103-103-94)	---
Límite plástico (UNE 103-104-93)	---
Índice de plasticidad	---

### CLASIFICACION DEL SUELO

### OTRAS DETERMINACIONES

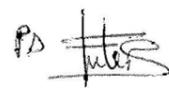
Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	4,60
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	0,00
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga


## ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

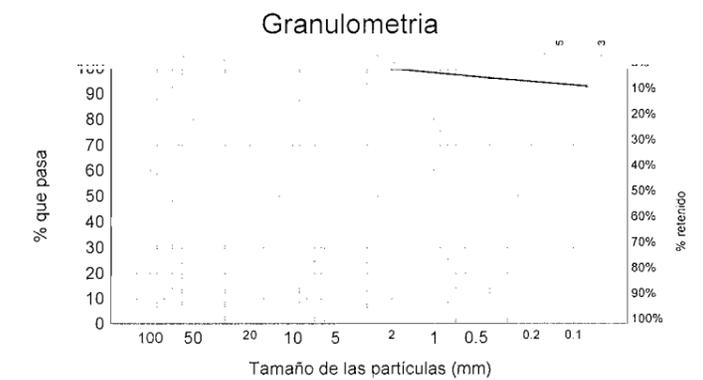
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 12  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 239  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S4-MI1 (3.00-3.60 m)  
Descripción:

### ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	96
0,08	92,9
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



### LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	42,97
Límite plástico	20,61
Índice de plasticidad	22,36

### CLASIFICACION DEL SUELO

-CL : Arcillas de plasticidad media con indicios de arena

### OTRAS DETERMINACIONES

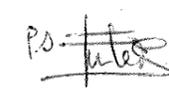
Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga


# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

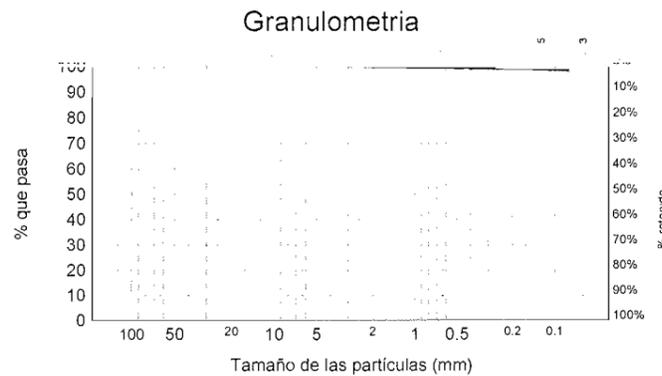
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 14  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 243  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S4-TP1 (7,45-7,80 m)  
Descripción:

## ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	98,2
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



## LIMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	58,42
Límite plástico	15,97
Índice de plasticidad	42,45

## CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcillas de plasticidad alta

## OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO <sub>3</sub>	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Contenido de sales solubles (NLT-114/99)	%	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente	t/m <sup>3</sup>	---

Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS  
Fernando Fernández Díaz  
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga

# ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05

Cliente: UTE ELABORA - INTEMAC

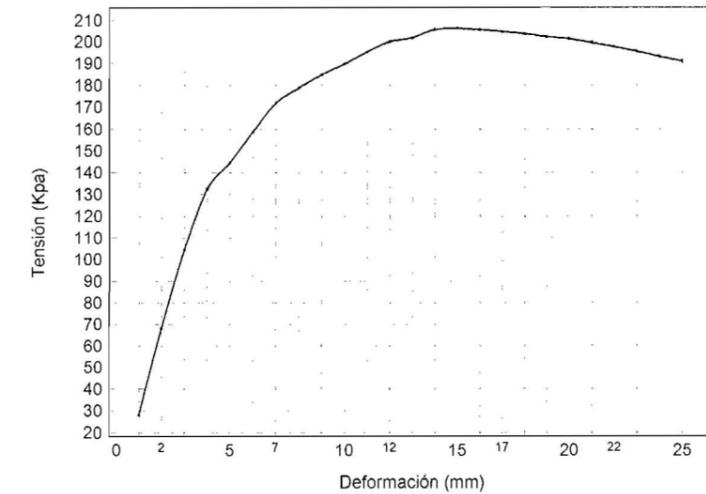
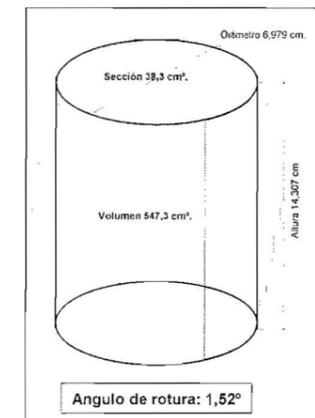
UTE ELABORA - INTEMAC  
Parque Sevilla Industrial  
Avda. del Parsi s/n "Miniparsi" nave 3  
41016-SEVILLA  
SEVILLA

Muestra: 14  
Fecha de toma: 22/12/2006  
Número Acta: 241  
Código: 889  
Obra: COCHERAS METRO LIGERO

Localidad: SEVILLA  
Procedencia: S4-TP1 (7,45-7,80 m)  
Descripción:

## COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		
Altura	cm	14,307
Diámetro	cm	6,979
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	879,87
Resistencia	kPa	205,89
Deformación	mm	15,00



Sevilla 11 de enero de 2007

DIRECTOR TÉCNICO  
Juan Diego Bauzá Castelló  
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS  
M<sup>a</sup> del Rocío Ahumada Rivas  
Geóloga



<p><b>INFORME DE RECOPIACIÓN</b> CÓDIGO: 889-06 / 01</p>
<p><b>RECOPIACIÓN DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN COCHERAS METRO LIGERO</b></p>
<p><b>Peticionario:</b> <b>TUSSAM</b></p>
<p><b>Sevilla, 12 de febrero de 2007</b></p>



## ÍNDICE

<b>1. DATOS PREVIOS.....</b>	<b>3</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	3
1.1.1. Nombre y ubicación de la obra .....	3
1.2. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO.....	3
<b>2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO .....</b>	<b>4</b>
2.1.1. Pruebas continuas de penetración .....	4
<b>ANEJO 1: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA Y FOTOGRAFÍAS DE LOS MISMOS.....</b>	<b>6</b>

**1. DATOS PREVIOS**

**1.1. ANTECEDENTES**

**1.1.1. Nombre y ubicación de la obra**

El presente estudio geotécnico se redacta a petición de TUSSAM, para la obra cuya ubicación se detalla en la tabla siguiente:

OBRA	COCHERAS METRO LIGERO
TÉRMINO MUNICIPAL	SEVILLA
PROVINCIA	SEVILLA

**1.2. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO**



**1.2.1.1. Campaña programada**

En base a lo anterior, se planteó una campaña compuesta por:

- 12 ensayos de penetración

**2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO**

**2.1.1. Pruebas continuas de penetración**

Se han realizado DOCE ensayos de penetración dinámica tipo BORROS con la siguiente denominación y profundidad:

DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
P-1	14,54
P-2	11,40
P-3	11,80
P-4	14,34
P-5	11,00
P-6	11,20
P-7	11,60
P-8	12,80
P-9	11,60
P-10	11,40
P-11	11,00
P-12	11,00

Las pruebas de penetración proporcionan una medida indirecta, continua en el caso del ensayo DPSH o Borro, de la resistencia o deformabilidad del terreno, determinándose estas propiedades a través de correlaciones empíricas. Estos ensayos proporcionan una medición de la resistencia a la penetración de una puntaza mediante golpeo con una energía normalizada.

El empleo de penetrómetros normalizados garantiza que las correlaciones empleadas tienen la suficiente garantía y justificación. Es el caso de las pruebas tipo Borro, regulado por la NLT-261 y extensamente documentadas en la bibliografía técnica, o de las de tipo DPSH, reguladas por la norma UNE 103802 y UNE 103803.

El Documento Básico SE-C "Cimientos" del Código Técnico de la Edificación regula el posible uso de las pruebas de penetración en la siguiente tabla:

Tabla 3.10. Utilización de las pruebas de penetración

Tipo de Penetrómetro	Principio de Funcionamiento	Tipo	Suelo más idóneo	Terreno en que es Impracticable
Estático	Medición de la resistencia a la penetración de una punta y un vástago mediante presión	CPTC CPTU UNE 103804	Arcillas y limos muy blandos. Arenas finas sueltas a densas sin gravas	Rocas, bolos, gravas, suelos cementados. Arcillas muy duras. Arenas muy compactas. Suelos muy pre-consolidados y/o cementados
Dinámico	Medición de la resistencia a la penetración de una puntaza mediante golpeo con una energía normalizada	DPH UNE 103803 BORRO	Arenas sueltas a medias. Limos arenosos flojos a medios	Rocas, bolos, costras, suelos muy cementados. Conglomerados
		DPSH UNE 103802	Arenas medias a muy compactas. Arcillas pre-consolidadas sobre el N.F. Gravas arcillosas y arenosas	Rocas, bolos, conglomerados

De igual manera permite utilizar las pruebas de penetración para la identificación de unidades geotécnicas, como complemento a los sondeos mecánicos o las calicatas.

Los penetrómetros mencionados tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	ENSAYO	
	DPSH	BORRO
Forma de la puntaza	Circular	Cuadrada
Sección de la puntaza (A)	20 cm <sup>2</sup>	4*4 cm <sup>2</sup>
Peso de la maza (W)	63,5 kg	63,5 kg
Altura de caída (h)	76 cm	50 cm
Avance de la puntaza (d)	20 cm	20 cm
Criterio de rechazo	N > 100	N > 200

No obstante, estas diferencias es posible establecer una equivalencia relativa entre los resultados de los ensayos en base a la energía específica aplicada mediante la expresión:

$$N_2 \left( \frac{W_1 \cdot h_1}{d_1 \cdot A_1} \right) = N_1 \left( \frac{W_2 \cdot h_2}{d_2 \cdot A_2} \right)$$

donde para cada ensayo comparado, 1 y 2:

N es el número de golpes para la penetración característica d;

A es la sección transversal de la puntaza

H, la altura de caída de la maza, de peso W.

En el presente reconocimiento las pruebas se han realizado con un penetrómetro dinámico portátil sobre orugas con golpeo automático de la marca TECOINSA.



Sevilla, 12 de febrero de 2007

Fdo.: Juan Diego Bauzá Castelló

Ingeniero de Caminos

Fdo.: Rocío Ahumada Rivas

Geóloga

## ANEJOS

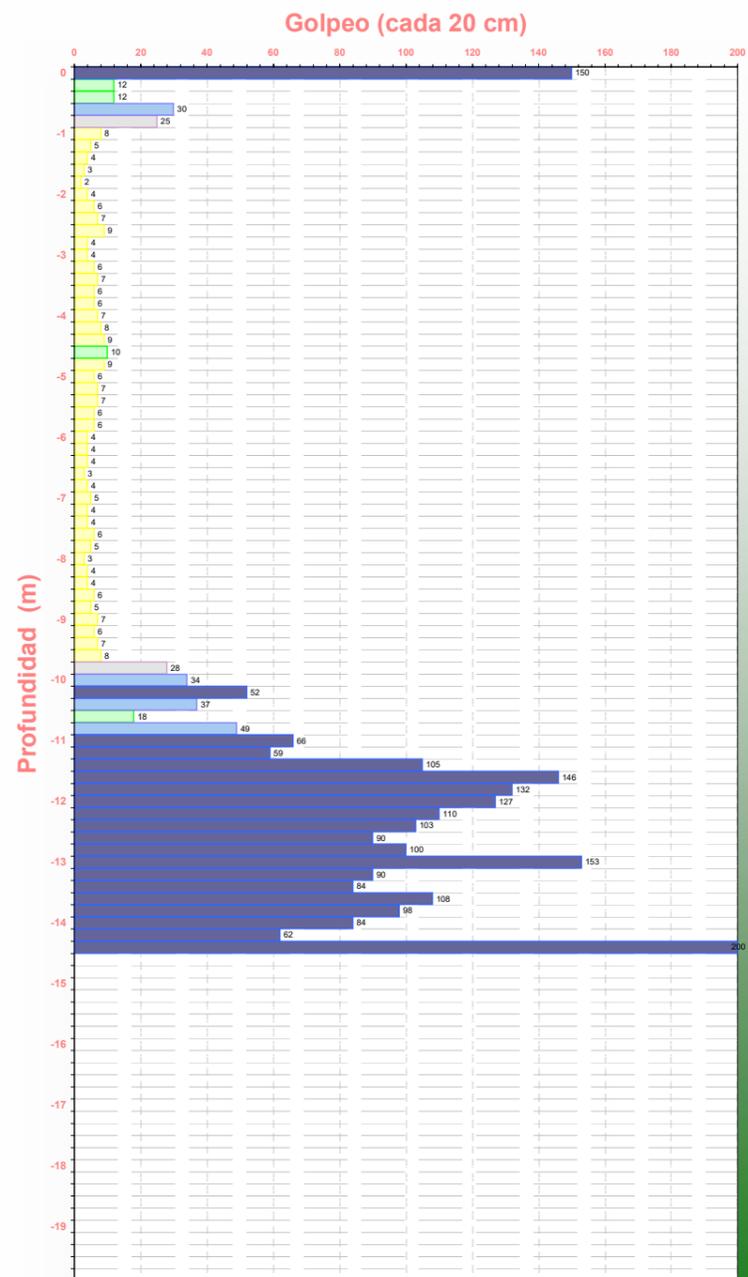
El presente informe consta de una Memoria de 5 páginas numeradas acompañada por el siguiente anejo:

- Anejo 1: Ensayos de penetración dinámica.

## ANEJO 1: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA Y FOTOGRAFÍAS DE LOS MISMOS

	<b>ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS</b>			
	<b>Peticionario:</b>	UTE ELABORA INTEMAC	<b>Fecha:</b>	08/02/2007
	<b>Obra:</b>	COCHERA METRO LIGERO	<b>P-1</b>	
	<b>Situación:</b>	SEVILLA		
	<b>Equipo</b>			
<b>Técnico</b>				

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	150	11,0	49
0,4	12	11,2	66
0,6	12	11,4	59
0,8	30	11,6	105
1	25	11,8	146
1,2	8	12,0	132
1,4	5	12,2	127
1,6	4	12,4	110
1,8	3	12,6	103
2	2	12,8	90
2,2	4	13,0	100
2,4	6	13,2	153
2,6	7	13,4	90
2,8	9	13,6	84
3	4	13,8	108
3,2	4	14,0	98
3,4	6	14,2	84
3,6	7	14,4	62
3,8	6	14,6	200
4	6	14,8	
4,2	7	15,0	
4,4	8	15,2	
4,6	9	15,4	
4,8	10	15,6	
5	9	15,8	
5,2	6	16,0	
5,4	7	16,2	
5,6	7	16,4	
5,8	6	16,6	
6	6	16,8	
6,2	4	17,0	
6,4	4	17,2	
6,6	4	17,4	
6,8	3	17,6	
7	4	17,8	
7,2	5	18,0	
7,4	4	18,2	
7,6	4	18,4	
7,8	6	18,6	
8	5	18,8	
8,2	3	19,0	
8,4	4	19,2	
8,6	4	19,4	
8,8	6	19,6	
9	5	19,8	
9,2	7	20,0	
9,4	6		
9,6	7		
9,8	8		
10	28		
10,2	34		
10,4	52		
10,6	37		
10,8	18		

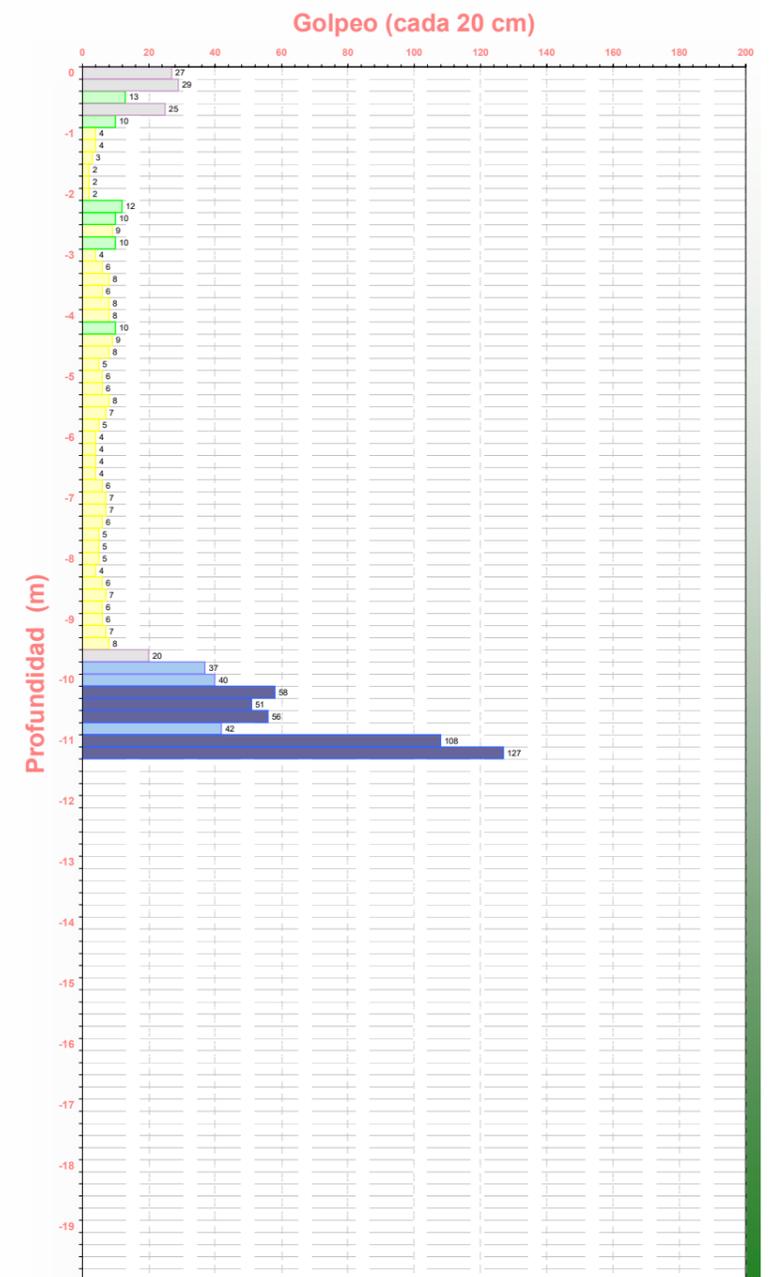


Profundidad alcanzada(m):	14,54
Alcance de rechazo	14,54

Observaciones:

	<b>ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS</b>			
	<b>Peticionario:</b>	UTE ELABORA INTEMAC	<b>Fecha:</b>	09/02/2007
	<b>Obra:</b>	COCHERA METRO LIGERO	<b>P-2</b>	
	<b>Situación:</b>	SEVILLA		
	<b>Equipo</b>			
<b>Técnico</b>				

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	27	11,0	42
0,4	29	11,2	108
0,6	13	11,4	127
0,8	25	11,6	
1	10	11,8	
1,2	4	12,0	
1,4	4	12,2	
1,6	3	12,4	
1,8	2	12,6	
2	2	12,8	
2,2	2	13,0	
2,4	12	13,2	
2,6	10	13,4	
2,8	9	13,6	
3	10	13,8	
3,2	4	14,0	
3,4	6	14,2	
3,6	8	14,4	
3,8	6	14,6	
4	8	14,8	
4,2	8	15,0	
4,4	10	15,2	
4,6	9	15,4	
4,8	8	15,6	
5	5	15,8	
5,2	6	16,0	
5,4	6	16,2	
5,6	8	16,4	
5,8	7	16,6	
6	5	16,8	
6,2	4	17,0	
6,4	4	17,2	
6,6	4	17,4	
6,8	4	17,6	
7	6	17,8	
7,2	7	18,0	
7,4	7	18,2	
7,6	6	18,4	
7,8	5	18,6	
8	5	18,8	
8,2	5	19,0	
8,4	4	19,2	
8,6	6	19,4	
8,8	7	19,6	
9	6	19,8	
9,2	6	20,0	
9,4	7		
9,6	8		
9,8	20		
10	37		
10,2	40		
10,4	58		
10,6	51		
10,8	56		

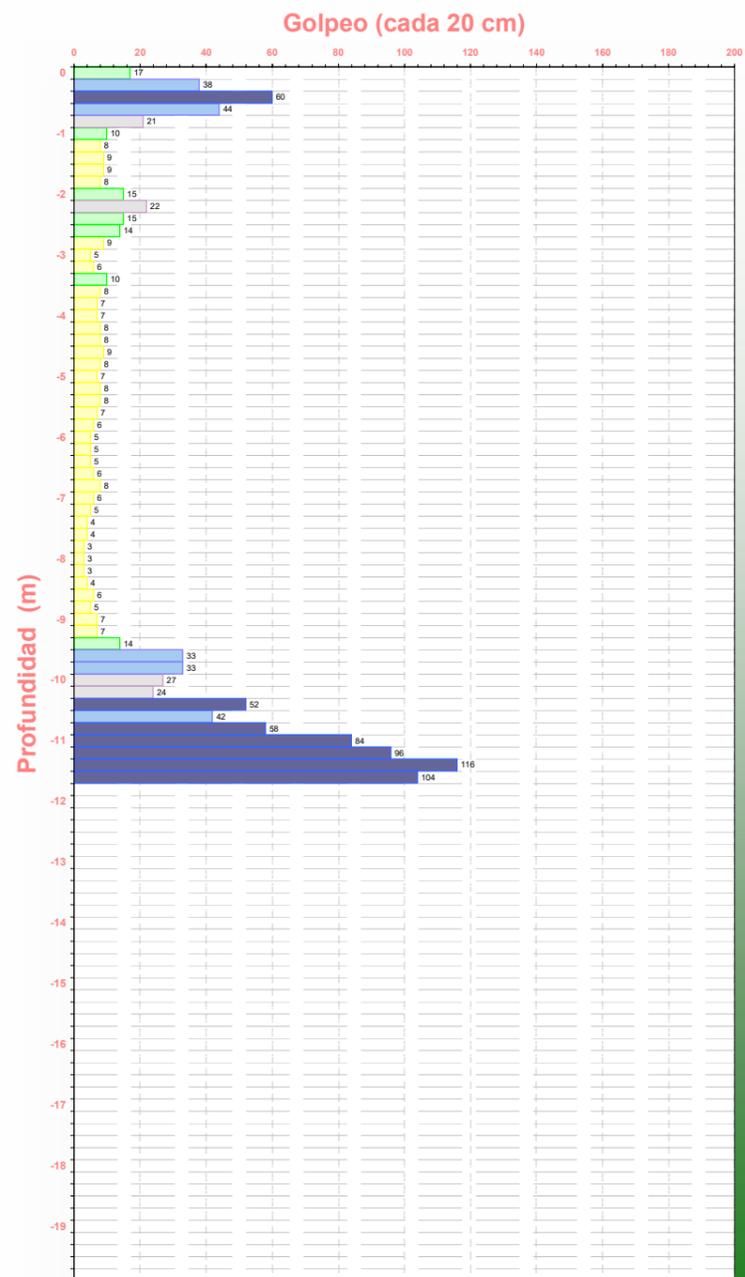


Profundidad alcanzada(m):	11,40
Alcance de rechazo	

Observaciones:

	<b>ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS</b>			
	<b>Peticionario:</b>	UTE ELABORA INTEMAC	<b>Fecha:</b>	08/02/2007
	<b>Obra:</b>	COCHERA METRO LIGERO	<b>P-3</b>	
	<b>Situación:</b>	SEVILLA		
	<b>Equipo</b>			
<b>Técnico</b>				

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	17	11,0	58
0,4	38	11,2	84
0,6	60	11,4	96
0,8	44	11,6	116
1	21	11,8	104
1,2	10	12,0	
1,4	8	12,2	
1,6	9	12,4	
1,8	9	12,6	
2	8	12,8	
2,2	15	13,0	
2,4	22	13,2	
2,6	15	13,4	
2,8	14	13,6	
3	9	13,8	
3,2	5	14,0	
3,4	6	14,2	
3,6	10	14,4	
3,8	8	14,6	
4	7	14,8	
4,2	7	15,0	
4,4	8	15,2	
4,6	8	15,4	
4,8	9	15,6	
5	8	15,8	
5,2	7	16,0	
5,4	8	16,2	
5,6	8	16,4	
5,8	7	16,6	
6	6	16,8	
6,2	5	17,0	
6,4	5	17,2	
6,6	5	17,4	
6,8	6	17,6	
7	8	17,8	
7,2	6	18,0	
7,4	5	18,2	
7,6	4	18,4	
7,8	4	18,6	
8	3	18,8	
8,2	3	19,0	
8,4	3	19,2	
8,6	4	19,4	
8,8	6	19,6	
9	5	19,8	
9,2	7	20,0	
9,4	7		
9,6	14		
9,8	33		
10	33		
10,2	27		
10,4	24		
10,6	52		
10,8	42		

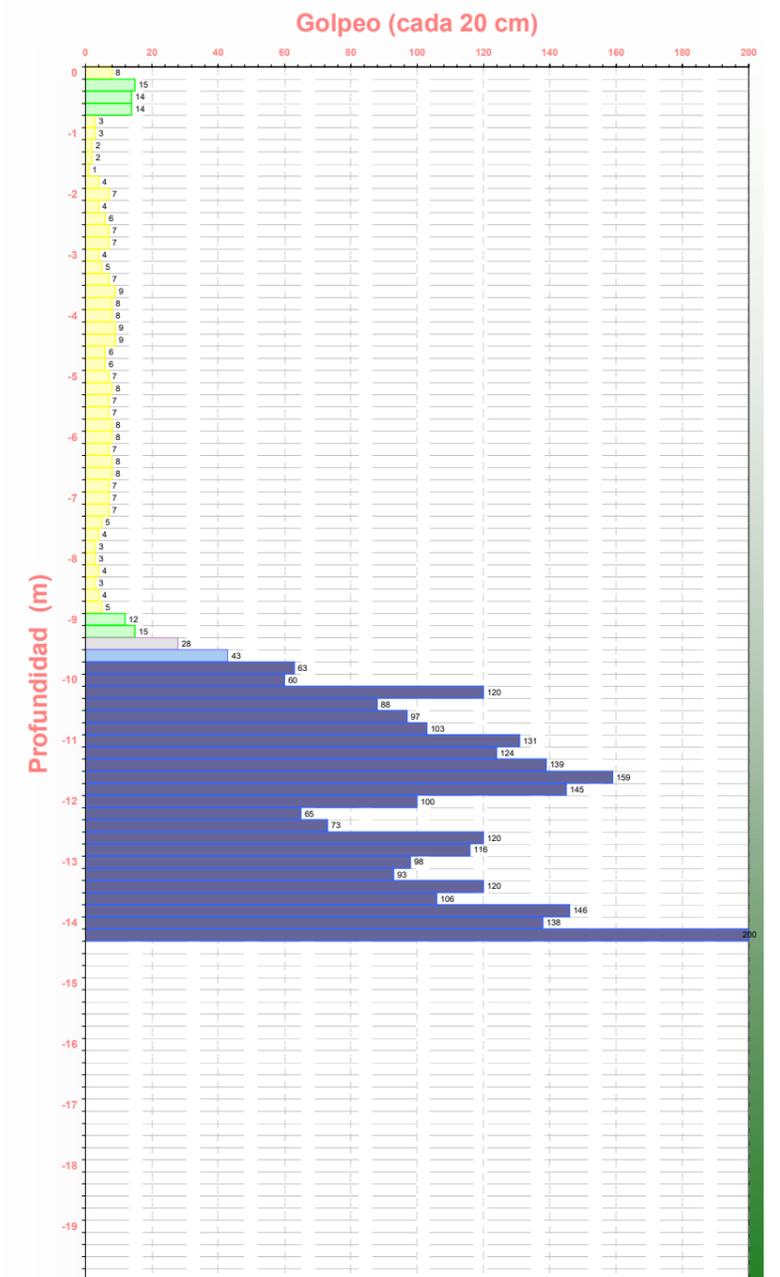


Profundidad alcanzada(m):	11,80
Alcance de rechazo	

Observaciones:

	<b>ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS</b>			
	<b>Peticionario:</b>	UTE ELABORA INTEMAC	<b>Fecha:</b>	08/02/2007
	<b>Obra:</b>	COCHERA METRO LIGERO	<b>P-4</b>	
	<b>Situación:</b>	SEVILLA		
	<b>Equipo</b>			
<b>Técnico</b>				

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	8	11,0	103
0,4	15	11,2	131
0,6	14	11,4	124
0,8	14	11,6	139
1	3	11,8	159
1,2	3	12,0	145
1,4	2	12,2	100
1,6	2	12,4	65
1,8	1	12,6	73
2	4	12,8	120
2,2	7	13,0	116
2,4	4	13,2	98
2,6	6	13,4	93
2,8	7	13,6	120
3	7	13,8	106
3,2	4	14,0	146
3,4	5	14,2	138
3,6	7	14,4	200
3,8	9	14,6	
4	8	14,8	
4,2	8	15,0	
4,4	9	15,2	
4,6	9	15,4	
4,8	6	15,6	
5	6	15,8	
5,2	7	16,0	
5,4	8	16,2	
5,6	7	16,4	
5,8	7	16,6	
6	8	16,8	
6,2	8	17,0	
6,4	7	17,2	
6,6	8	17,4	
6,8	8	17,6	
7	7	17,8	
7,2	7	18,0	
7,4	7	18,2	
7,6	5	18,4	
7,8	4	18,6	
8	3	18,8	
8,2	3	19,0	
8,4	4	19,2	
8,6	3	19,4	
8,8	4	19,6	
9	5	19,8	
9,2	12	20,0	
9,4	15		
9,6	28		
9,8	43		
10	63		
10,2	60		
10,4	120		
10,6	88		
10,8	97		

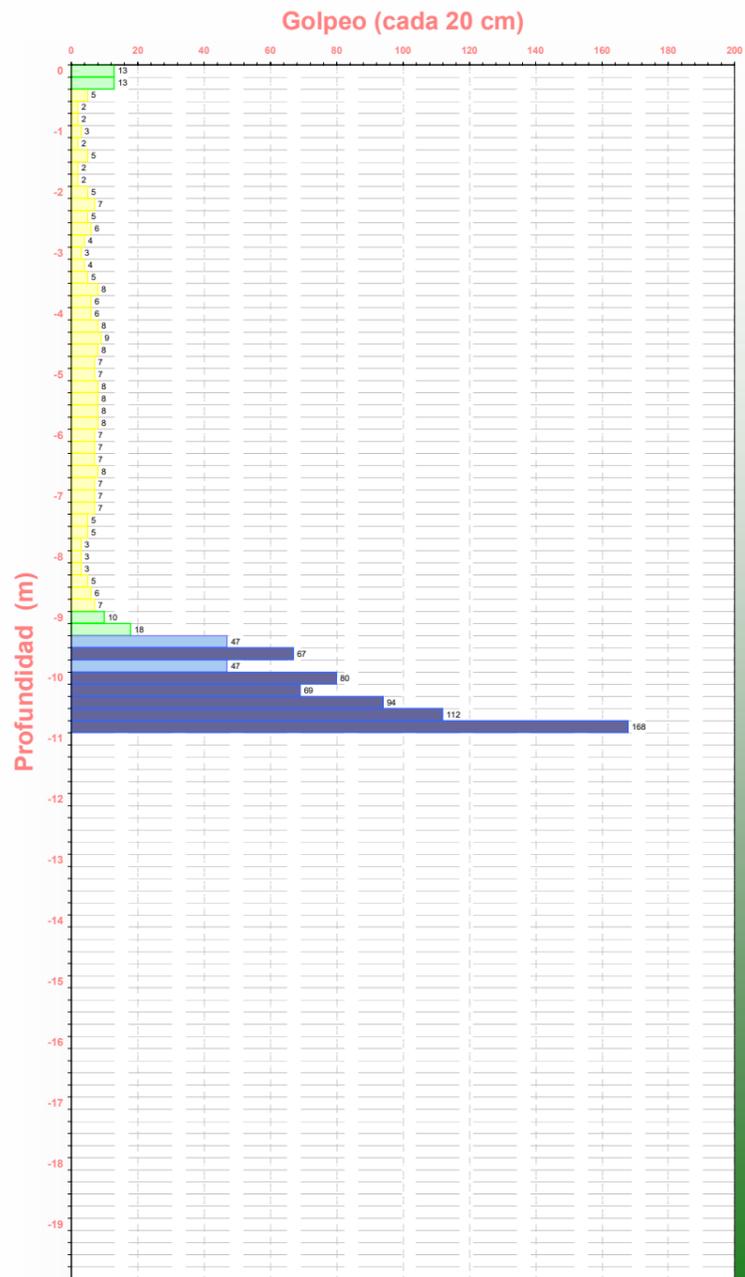


Profundidad alcanzada(m):	14,34
Alcance de rechazo	14,34

Observaciones:

	<b>ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS</b>			
	<b>Peticionario:</b>	UTE ELABORA INTEMAC	<b>Fecha:</b>	09/02/2007
	<b>Obra:</b>	COCHERA METRO LIGERO	<b>P-5</b>	
	<b>Situación:</b>	SEVILLA		
	<b>Equipo</b>			
<b>Técnico</b>				

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	13	11,0	168
0,4	13	11,2	
0,6	5	11,4	
0,8	2	11,6	
1	2	11,8	
1,2	3	12,0	
1,4	2	12,2	
1,6	5	12,4	
1,8	2	12,6	
2	2	12,8	
2,2	5	13,0	
2,4	7	13,2	
2,6	5	13,4	
2,8	6	13,6	
3	4	13,8	
3,2	3	14,0	
3,4	4	14,2	
3,6	5	14,4	
3,8	8	14,6	
4	6	14,8	
4,2	6	15,0	
4,4	8	15,2	
4,6	9	15,4	
4,8	8	15,6	
5	7	15,8	
5,2	7	16,0	
5,4	8	16,2	
5,6	8	16,4	
5,8	8	16,6	
6	8	16,8	
6,2	7	17,0	
6,4	7	17,2	
6,6	7	17,4	
6,8	8	17,6	
7	7	17,8	
7,2	7	18,0	
7,4	7	18,2	
7,6	5	18,4	
7,8	5	18,6	
8	3	18,8	
8,2	3	19,0	
8,4	3	19,2	
8,6	5	19,4	
8,8	6	19,6	
9	7	19,8	
9,2	10	20,0	
9,4	18		
9,6	47		
9,8	67		
10	47		
10,2	80		
10,4	69		
10,6	94		
10,8	112		

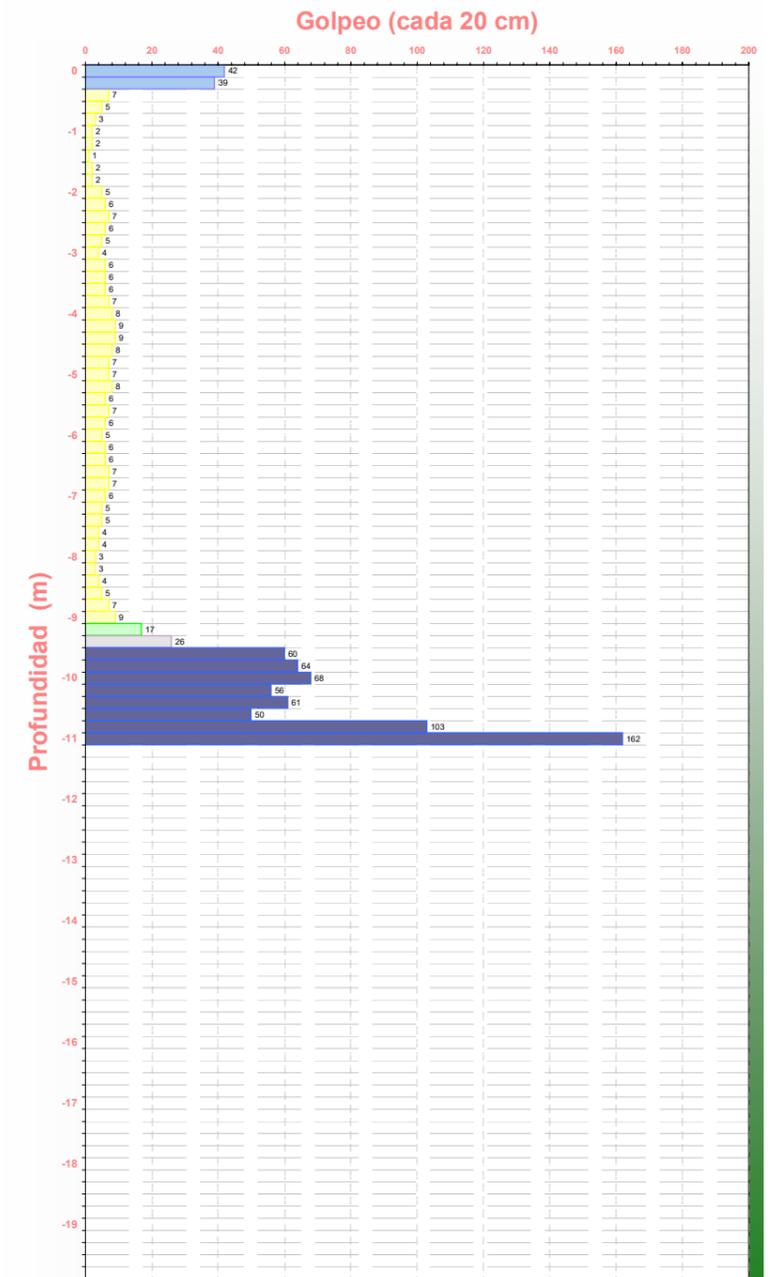


Profundidad alcanzada(m):	11,00
Alcance de rechazo	

Observaciones:

	<b>ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS</b>			
	<b>Peticionario:</b>	UTE ELABORA INTEMAC	<b>Fecha:</b>	09/02/2007
	<b>Obra:</b>	COCHERA METRO LIGERO	<b>P-6</b>	
	<b>Situación:</b>	SEVILLA		
	<b>Equipo</b>			
<b>Técnico</b>				

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	42	11,0	103
0,4	39	11,2	162
0,6	7	11,4	
0,8	5	11,6	
1	3	11,8	
1,2	2	12,0	
1,4	2	12,2	
1,6	1	12,4	
1,8	2	12,6	
2	2	12,8	
2,2	5	13,0	
2,4	6	13,2	
2,6	7	13,4	
2,8	6	13,6	
3	5	13,8	
3,2	4	14,0	
3,4	6	14,2	
3,6	6	14,4	
3,8	6	14,6	
4	7	14,8	
4,2	8	15,0	
4,4	9	15,2	
4,6	9	15,4	
4,8	8	15,6	
5	7	15,8	
5,2	7	16,0	
5,4	8	16,2	
5,6	6	16,4	
5,8	7	16,6	
6	6	16,8	
6,2	5	17,0	
6,4	6	17,2	
6,6	6	17,4	
6,8	7	17,6	
7	7	17,8	
7,2	6	18,0	
7,4	5	18,2	
7,6	5	18,4	
7,8	4	18,6	
8	4	18,8	
8,2	3	19,0	
8,4	3	19,2	
8,6	4	19,4	
8,8	5	19,6	
9	7	19,8	
9,2	9	20,0	
9,4	17		
9,6	26		
9,8	60		
10	64		
10,2	68		
10,4	56		
10,6	61		
10,8	50		

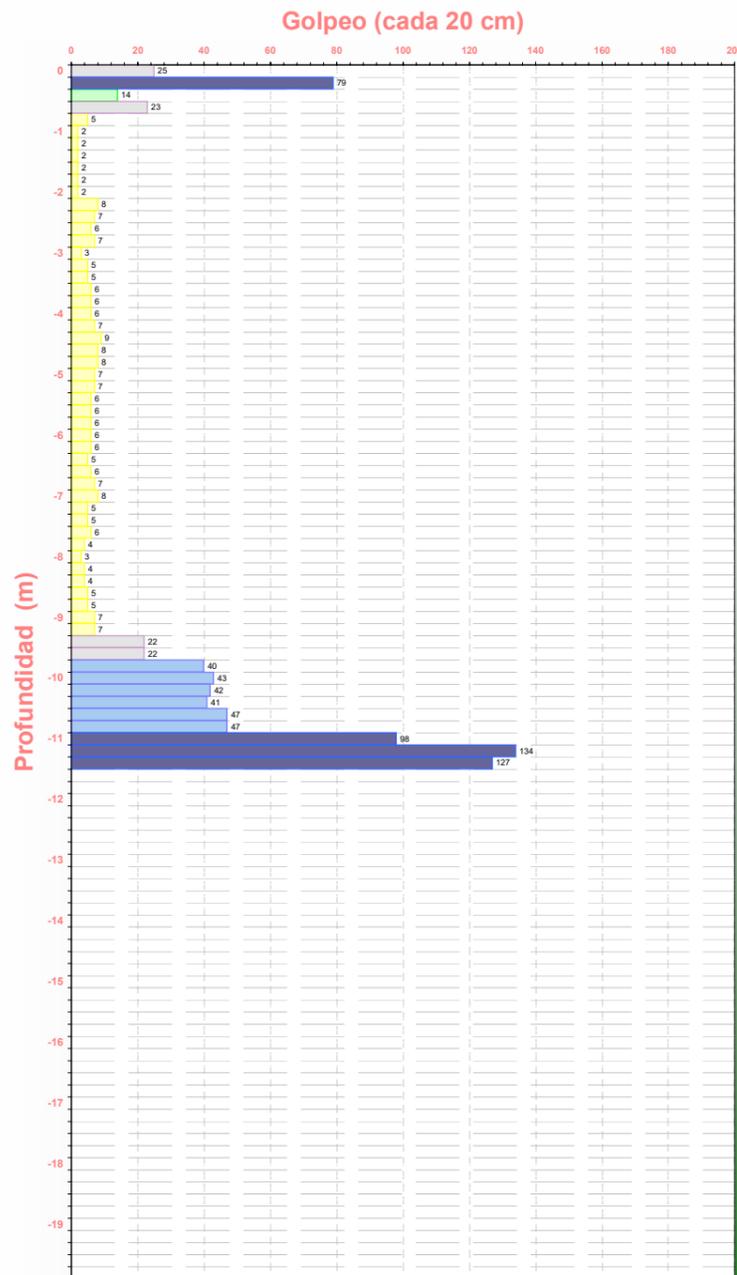


Profundidad alcanzada(m):	11,20
Alcance de rechazo	

Observaciones:

	<b>ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS</b>			
	<b>Peticionario:</b>	UTE ELABORA INTEMAC	<b>Fecha:</b>	08/02/2007
	<b>Obra:</b>	COCHERA METRO LIGERO	<b>P-7</b>	
	<b>Situación:</b>	SEVILLA		
	<b>Equipo</b>			
<b>Técnico</b>				

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	25	11,0	47
0,4	79	11,2	98
0,6	14	11,4	134
0,8	23	11,6	127
1	5	11,8	
1,2	2	12,0	
1,4	2	12,2	
1,6	2	12,4	
1,8	2	12,6	
2	2	12,8	
2,2	2	13,0	
2,4	8	13,2	
2,6	7	13,4	
2,8	6	13,6	
3	7	13,8	
3,2	3	14,0	
3,4	5	14,2	
3,6	5	14,4	
3,8	6	14,6	
4	6	14,8	
4,2	6	15,0	
4,4	7	15,2	
4,6	9	15,4	
4,8	8	15,6	
5	8	15,8	
5,2	7	16,0	
5,4	7	16,2	
5,6	6	16,4	
5,8	6	16,6	
6	6	16,8	
6,2	6	17,0	
6,4	6	17,2	
6,6	5	17,4	
6,8	6	17,6	
7	7	17,8	
7,2	8	18,0	
7,4	5	18,2	
7,6	5	18,4	
7,8	6	18,6	
8	4	18,8	
8,2	3	19,0	
8,4	4	19,2	
8,6	4	19,4	
8,8	5	19,6	
9	5	19,8	
9,2	7	20,0	
9,4	7		
9,6	22		
9,8	22		
10	40		
10,2	43		
10,4	42		
10,6	41		
10,8	47		

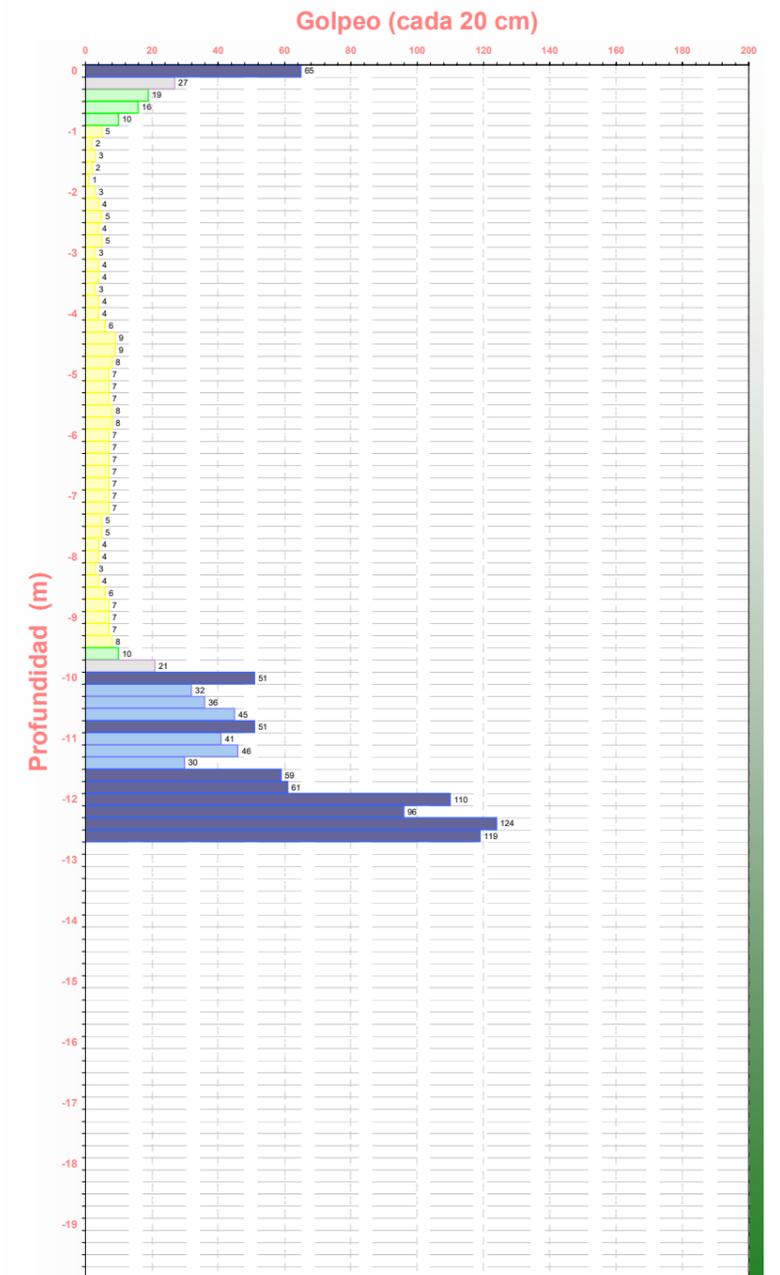


Profundidad alcanzada(m):	11,60
Alcance de rechazo	

Observaciones:

	<b>ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS</b>			
	<b>Peticionario:</b>	UTE ELABORA INTEMAC	<b>Fecha:</b>	09/02/2007
	<b>Obra:</b>	COCHERA METRO LIGERO	<b>P-8</b>	
	<b>Situación:</b>	SEVILLA		
	<b>Equipo</b>			
<b>Técnico</b>				

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	65	11,0	51
0,4	27	11,2	41
0,6	19	11,4	46
0,8	16	11,6	30
1	10	11,8	59
1,2	5	12,0	61
1,4	2	12,2	110
1,6	3	12,4	96
1,8	2	12,6	124
2	1	12,8	119
2,2	3	13,0	
2,4	4	13,2	
2,6	5	13,4	
2,8	4	13,6	
3	5	13,8	
3,2	3	14,0	
3,4	4	14,2	
3,6	4	14,4	
3,8	3	14,6	
4	4	14,8	
4,2	4	15,0	
4,4	6	15,2	
4,6	9	15,4	
4,8	9	15,6	
5	8	15,8	
5,2	7	16,0	
5,4	7	16,2	
5,6	7	16,4	
5,8	8	16,6	
6	8	16,8	
6,2	7	17,0	
6,4	7	17,2	
6,6	7	17,4	
6,8	7	17,6	
7	7	17,8	
7,2	7	18,0	
7,4	7	18,2	
7,6	5	18,4	
7,8	5	18,6	
8	4	18,8	
8,2	4	19,0	
8,4	3	19,2	
8,6	4	19,4	
8,8	6	19,6	
9	7	19,8	
9,2	7	20,0	
9,4	7		
9,6	8		
9,8	10		
10	21		
10,2	51		
10,4	32		
10,6	36		
10,8	45		



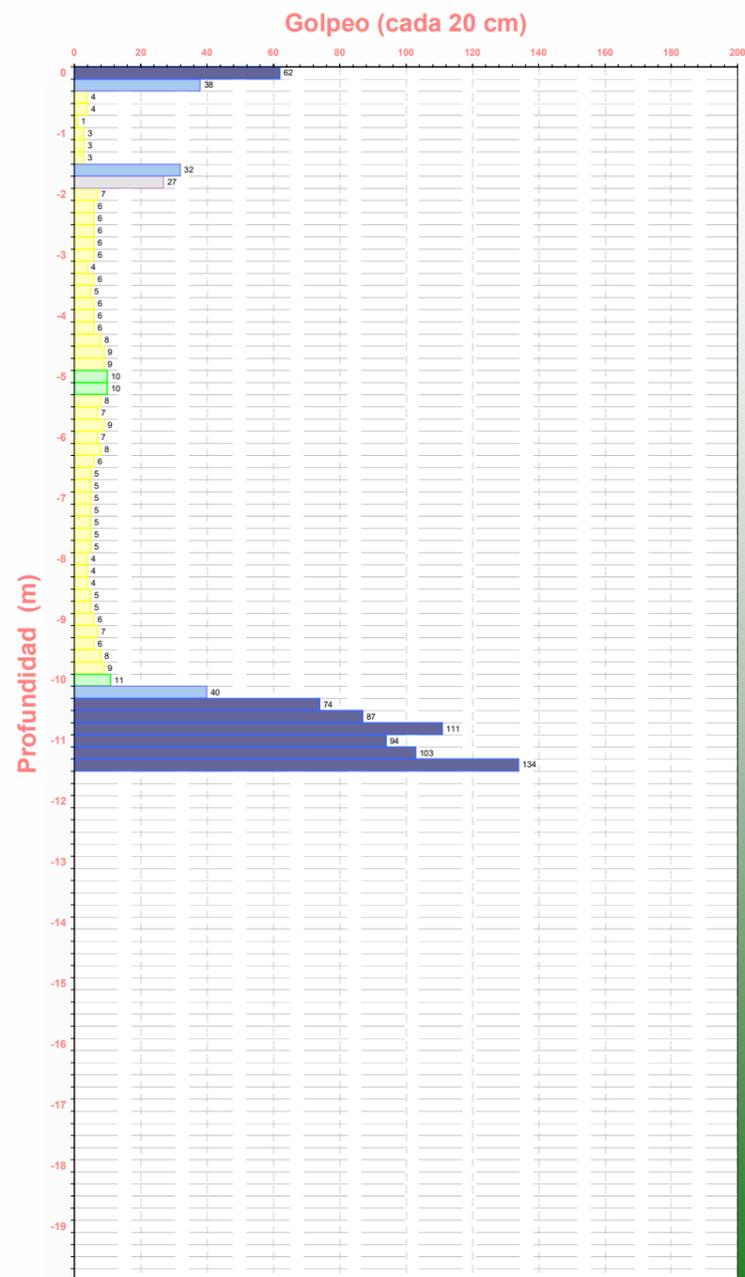
Profundidad alcanzada(m):	12,80
Alcance de rechazo	

Observaciones:



ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS		
Peticionario:	UTE ELABORA INTEMAC	Fecha: 08/02/2007
Obra:	COCHERA METRO LIGERO	
Situación:	SEVILLA	
Equipo	<b>P-9</b>	
Técnico		

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	62	11,0	111
0,4	38	11,2	94
0,6	4	11,4	103
0,8	4	11,6	134
1	1	11,8	
1,2	3	12,0	
1,4	3	12,2	
1,6	3	12,4	
1,8	32	12,6	
2	27	12,8	
2,2	7	13,0	
2,4	6	13,2	
2,6	6	13,4	
2,8	6	13,6	
3	6	13,8	
3,2	6	14,0	
3,4	4	14,2	
3,6	6	14,4	
3,8	5	14,6	
4	6	14,8	
4,2	6	15,0	
4,4	6	15,2	
4,6	8	15,4	
4,8	9	15,6	
5	9	15,8	
5,2	10	16,0	
5,4	10	16,2	
5,6	8	16,4	
5,8	7	16,6	
6	9	16,8	
6,2	7	17,0	
6,4	8	17,2	
6,6	6	17,4	
6,8	5	17,6	
7	5	17,8	
7,2	5	18,0	
7,4	5	18,2	
7,6	5	18,4	
7,8	5	18,6	
8	5	18,8	
8,2	4	19,0	
8,4	4	19,2	
8,6	4	19,4	
8,8	5	19,6	
9	5	19,8	
9,2	6	20,0	
9,4	7		
9,6	6		
9,8	8		
10	9		
10,2	11		
10,4	40		
10,6	74		
10,8	87		



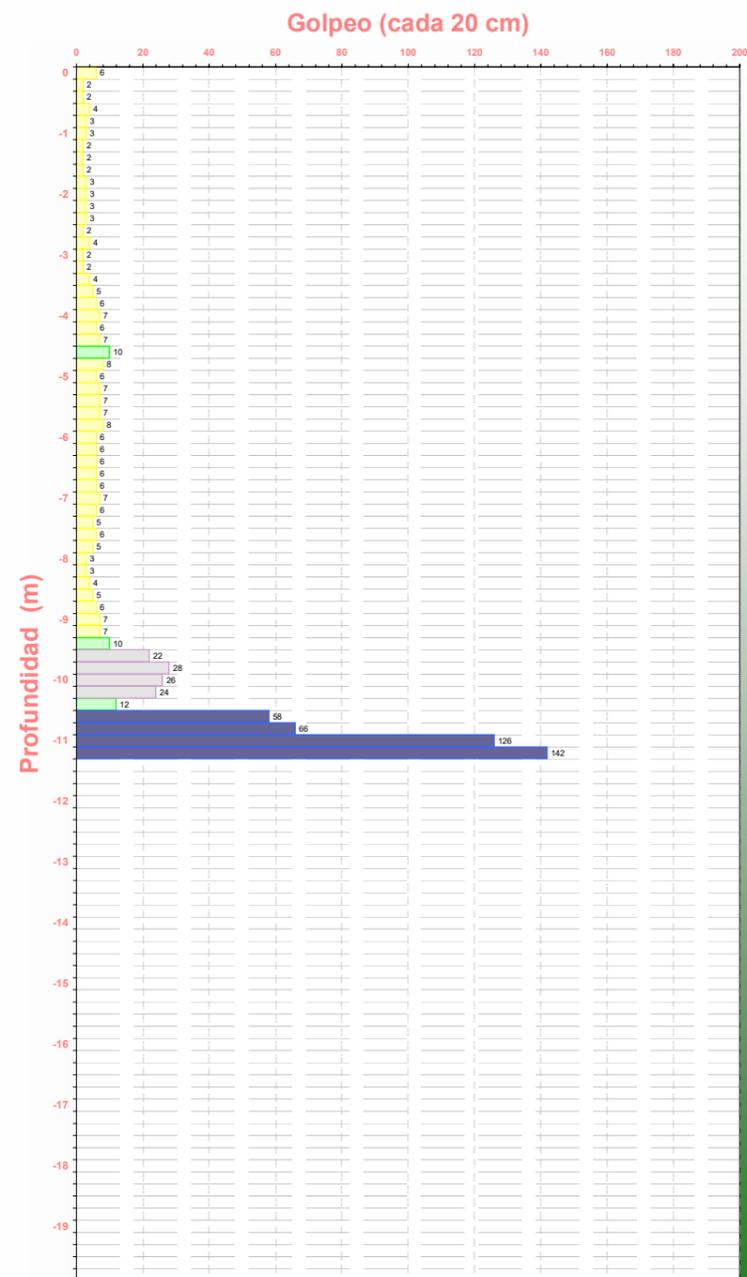
Profundidad alcanzada(m):	11,60
Alcance de rechazo	

Observaciones:



ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS		
Peticionario:	UTE ELABORA INTEMAC	Fecha: 09/02/2007
Obra:	COCHERA METRO LIGERO	
Situación:	SEVILLA	
Equipo	<b>P-10</b>	
Técnico		

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	6	11,0	66
0,4	2	11,2	126
0,6	2	11,4	142
0,8	4	11,6	
1	3	11,8	
1,2	3	12,0	
1,4	2	12,2	
1,6	2	12,4	
1,8	2	12,6	
2	3	12,8	
2,2	3	13,0	
2,4	3	13,2	
2,6	3	13,4	
2,8	2	13,6	
3	4	13,8	
3,2	2	14,0	
3,4	2	14,2	
3,6	4	14,4	
3,8	5	14,6	
4	6	14,8	
4,2	7	15,0	
4,4	6	15,2	
4,6	7	15,4	
4,8	10	15,6	
5	8	15,8	
5,2	6	16,0	
5,4	7	16,2	
5,6	7	16,4	
5,8	7	16,6	
6	8	16,8	
6,2	6	17,0	
6,4	6	17,2	
6,6	6	17,4	
6,8	6	17,6	
7	6	17,8	
7,2	7	18,0	
7,4	6	18,2	
7,6	5	18,4	
7,8	6	18,6	
8	5	18,8	
8,2	3	19,0	
8,4	3	19,2	
8,6	4	19,4	
8,8	5	19,6	
9	6	19,8	
9,2	7	20,0	
9,4	7		
9,6	10		
9,8	22		
10	28		
10,2	26		
10,4	24		
10,6	12		
10,8	58		

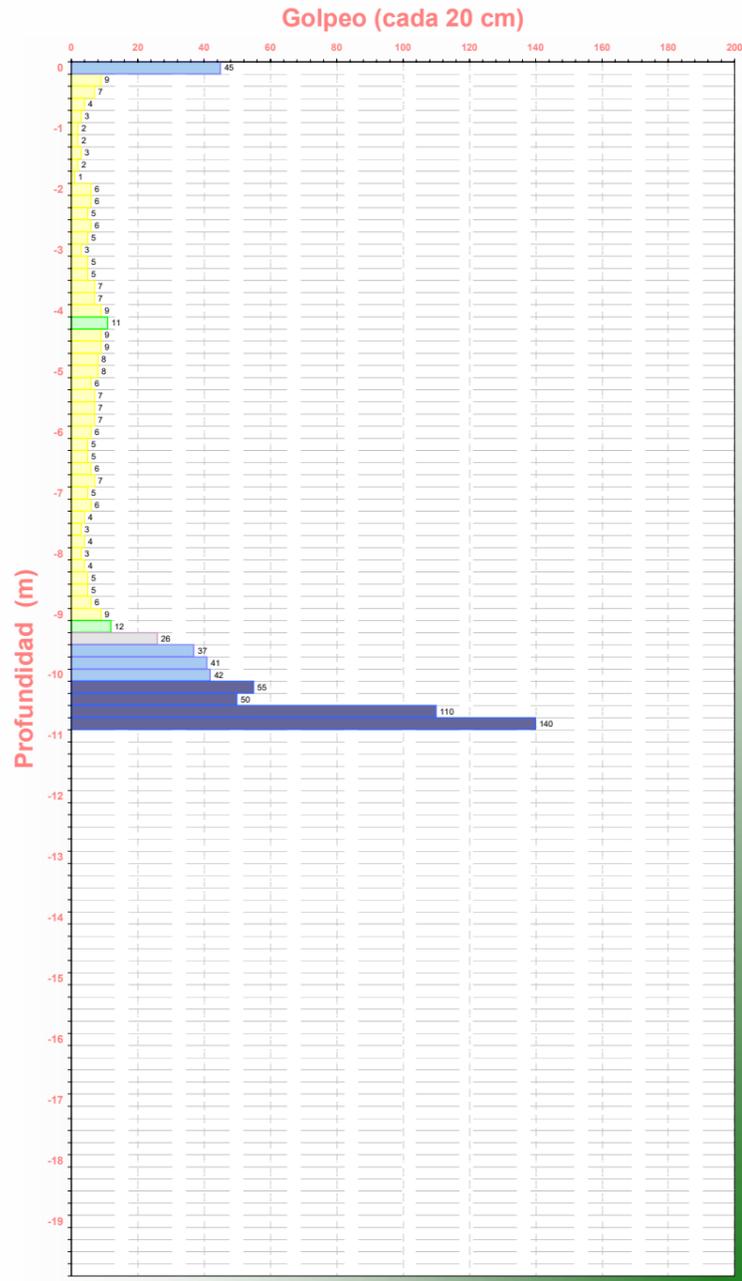


Profundidad alcanzada(m):	11,40
Alcance de rechazo	

Observaciones:

	<b>ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS</b>			
	<b>Peticionario:</b>	UTE ELABORA INTEMAC	<b>Fecha:</b>	09/02/2007
	<b>Obra:</b>	COCHERA METRO LIGERO		
	<b>Situación:</b>	SEVILLA		
	<b>Equipo Técnico</b>	<b>P-11</b>		

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	45	11,0	140
0,4	9	11,2	
0,6	7	11,4	
0,8	4	11,6	
1	3	11,8	
1,2	2	12,0	
1,4	2	12,2	
1,6	3	12,4	
1,8	2	12,6	
2	1	12,8	
2,2	6	13,0	
2,4	6	13,2	
2,6	5	13,4	
2,8	6	13,6	
3	5	13,8	
3,2	3	14,0	
3,4	5	14,2	
3,6	5	14,4	
3,8	7	14,6	
4	7	14,8	
4,2	9	15,0	
4,4	11	15,2	
4,6	9	15,4	
4,8	9	15,6	
5	8	15,8	
5,2	8	16,0	
5,4	6	16,2	
5,6	7	16,4	
5,8	7	16,6	
6	7	16,8	
6,2	6	17,0	
6,4	5	17,2	
6,6	5	17,4	
6,8	6	17,6	
7	7	17,8	
7,2	5	18,0	
7,4	6	18,2	
7,6	4	18,4	
7,8	3	18,6	
8	4	18,8	
8,2	3	19,0	
8,4	4	19,2	
8,6	5	19,4	
8,8	5	19,6	
9	6	19,8	
9,2	9	20,0	
9,4	12		
9,6	26		
9,8	37		
10	41		
10,2	42		
10,4	55		
10,6	50		
10,8	110		

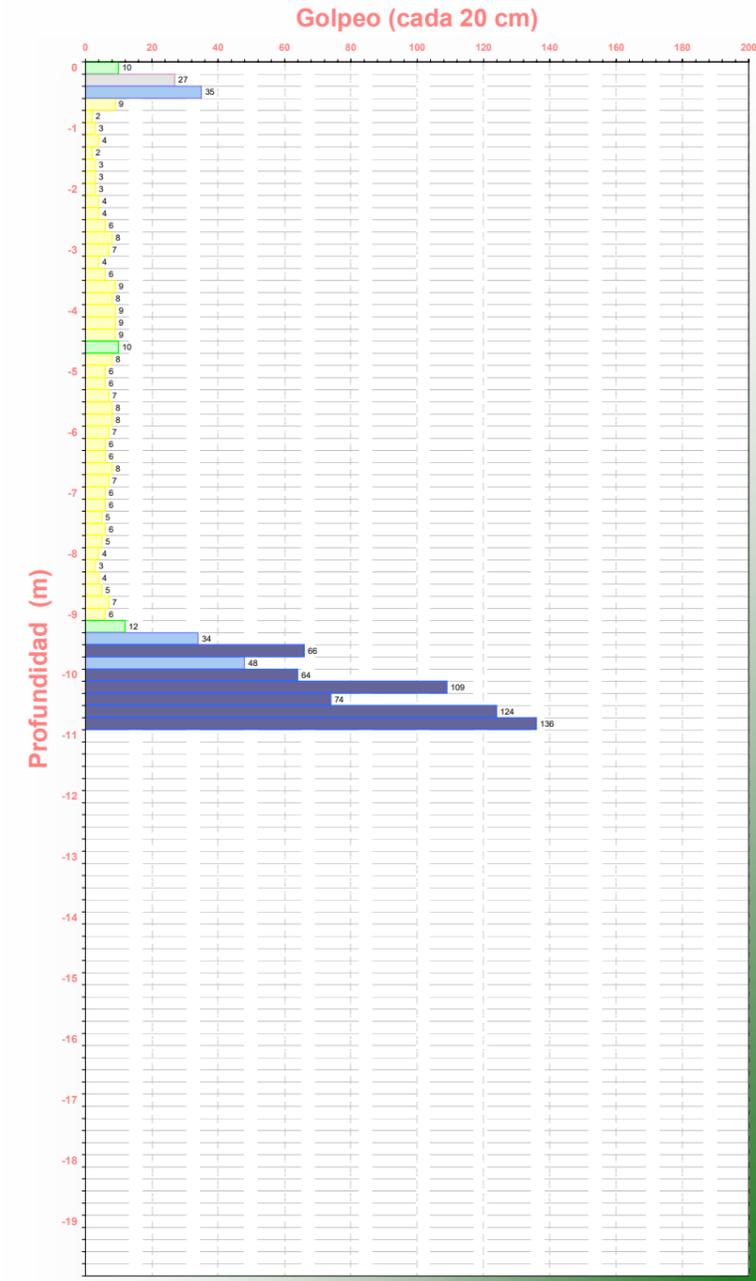


Profundidad alcanzada(m):	11,00
Alcance de rechazo	

Observaciones:

	<b>ENSAYOS DE PENETRACIÓN BORROS</b>			
	<b>Peticionario:</b>	UTE ELABORA INTEMAC	<b>Fecha:</b>	08/02/2001
	<b>Obra:</b>	COCHERA METRO LIGERO		
	<b>Situación:</b>	SEVILLA		
	<b>Equipo Técnico</b>	<b>P-12</b>		

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	10	11,0	136
0,4	27	11,2	
0,6	35	11,4	
0,8	9	11,6	
1	2	11,8	
1,2	3	12,0	
1,4	4	12,2	
1,6	2	12,4	
1,8	3	12,6	
2	3	12,8	
2,2	3	13,0	
2,4	4	13,2	
2,6	4	13,4	
2,8	6	13,6	
3	8	13,8	
3,2	7	14,0	
3,4	4	14,2	
3,6	6	14,4	
3,8	9	14,6	
4	8	14,8	
4,2	9	15,0	
4,4	9	15,2	
4,6	9	15,4	
4,8	10	15,6	
5	8	15,8	
5,2	6	16,0	
5,4	6	16,2	
5,6	7	16,4	
5,8	8	16,6	
6	8	16,8	
6,2	7	17,0	
6,4	6	17,2	
6,6	6	17,4	
6,8	8	17,6	
7	7	17,8	
7,2	6	18,0	
7,4	6	18,2	
7,6	5	18,4	
7,8	6	18,6	
8	5	18,8	
8,2	4	19,0	
8,4	3	19,2	
8,6	4	19,4	
8,8	5	19,6	
9	7	19,8	
9,2	6	20,0	
9,4	12		
9,6	34		
9,8	66		
10	48		
10,2	64		
10,4	109		
10,6	74		
10,8	124		



Profundidad alcanzada(m):	11,00
Alcance de rechazo	

Observaciones:

COCHERA METRO LIGERO  
UTE ELABORA INTEMAC  
(SEVILLA)  
PENETROS



Penetro 1



Penetro 2



Penetro 3



Penetro 4



Penetro 5



Penetro 6



Penetro 7



Penetro 8



Penetro 9



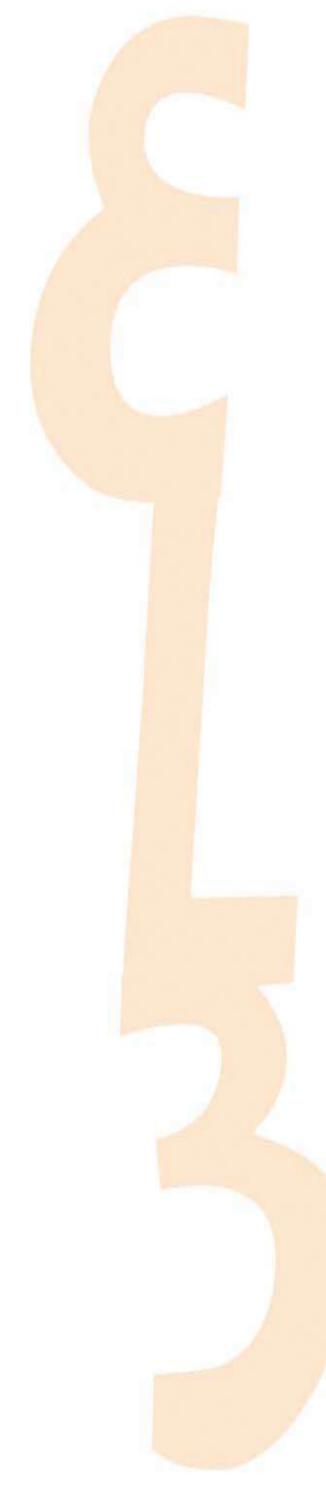
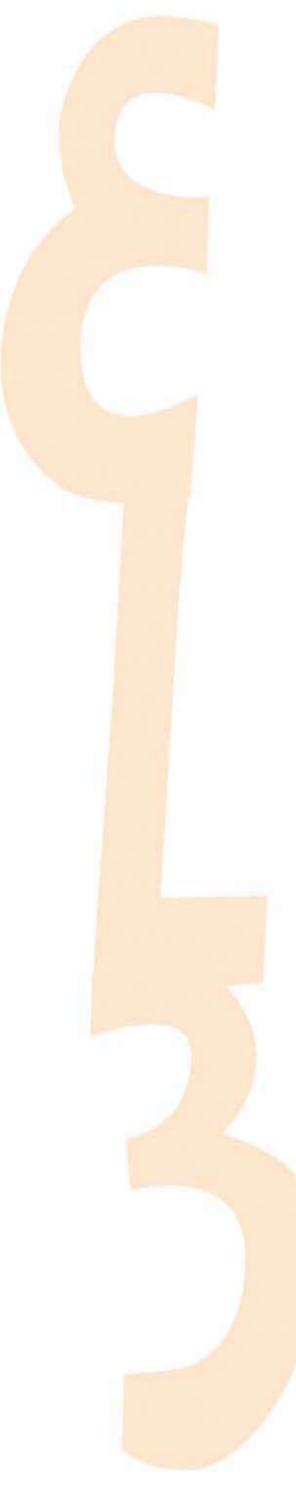
Penetro 10



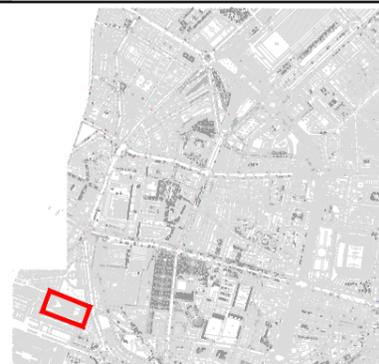
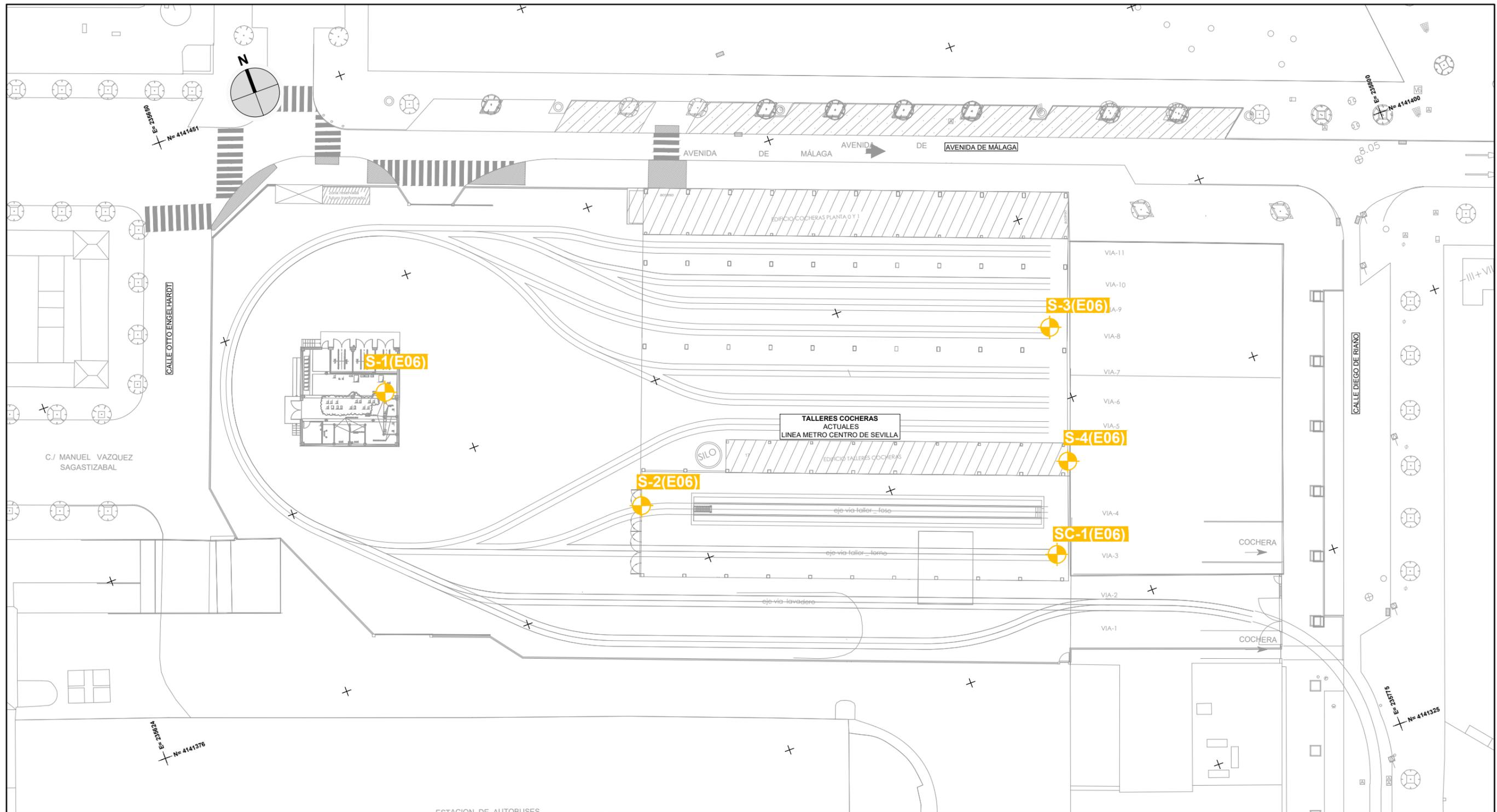
Penetro 11



Penetro 12



**APÉNDICE 2. PLANTA DE SITUACION DE CAMPAÑA GEOTÉCNICA**



LEYENDA

CAMPAÑA PROYECTO PREVIO  
ELABORA 2006

 SONDEOS