

Anejo nº 5. Geología y Geotecnia

1.	Introducción	1	4.2.4.	Terraza superior $Q_{T(F)}$	17
1.1.	Objetivos	1	4.2.5.	Resumen de parámetros geotécnicos	19
1.2.	Bibliografía	1	4.2.6.	Agresividad al hormigón	20
2.	Trabajos realizados	1	5.	Geotecnia de las obras de tierra	21
2.1.	Investigación de campo	1	5.1.	Explanada	21
2.2.	Ensayos de laboratorio.....	2	5.2.	Paso inferior Ramon y Cajal	22
3.	Geología	4	5.2.1.	Perfil del terreno	22
3.1.	Marco geológico regional.....	4	5.2.2.	Caracterización geotécnica.....	22
3.2.	Marco geológico local.....	5	5.2.3.	Recomendaciones constructivas	22
3.3.	Características sísmicas de la zona	5	6.	Resumen y conclusiones.....	24
3.3.1.	Estimación de la aceleración de cálculo en la zona de estudio	6			
4.	Geotecnia.....	7			
4.1.	Introducción y metodología.	7			
4.1.1.	Metodología del tratamiento geoestadístico en suelos	7			
4.1.2.	Análisis de los ensayos SPT	8			
4.1.2.1.	Correlaciones del SPT con otros parámetros geotécnicos	8			
4.1.2.2.	Resultados obtenidos.....	9			
4.2.	Caracterización geotécnica de los materiales	10			
4.2.1.	Margas azules T_M	10			
4.2.2.	Terraza granular (gravas) $Q_{T(G)}$	13			
4.2.3.	Terraza granular (arenas) $Q_{T(a)}$	15			

Planos

MAPA GEOLÓGICO SERIE MAGNA (ITGE). ESCALA 1:50.000

PLANTA DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS

PERFIL GEOTÉCNIO LONGITUDINAL

Apéndices

Apéndice 1. Campaña Geotécnica

Apéndice 2. Ensayos de laboratorio

1. Introducción

El objetivo principal de este anejo es aportar la información necesaria para la caracterización geológico-geotécnica de los materiales afectados por el *PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL METRO LIGERO EN SUPERFICIE DEL CENTRO DE SEVILLA: TRAMO SAN BERNARDO - CENTRO NERVIÓN*. Esta información servirá de base a todos los análisis y cálculos que se han de llevar a cabo durante la realización del mencionado proyecto.

1.1. Objetivos

Este documento tiene como objetivos fundamentales los siguientes:

- Proporcionar un conocimiento de las características geotécnicas del subsuelo para la construcción de la plataforma objeto del Proyecto. Para ello se procederá al análisis y tratamiento de los resultados de los ensayos de campo y laboratorio disponibles para la caracterización geotécnica de los materiales, estableciendo sus parámetros resistentes, de deformabilidad, estado, etc.
- Conocer y evaluar las posibles problemáticas geotécnicas de la zona que puedan incidir sobre la futura construcción.
- Definir y analizar el tipo de cimentación más recomendable para el tipo de construcción prevista de acuerdo con los condicionantes geotécnicos.

1.2. Bibliografía

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

- Proyecto de Construcción de Infraestructura, Superestructura de Vía, Ramal Técnico e Integración Urbana de la Línea de Metro Ligerero en Superficie del Centro de Sevilla. Fase 1: Prado de San Sebastián – Plaza Nueva.
- Proyecto de Trazado. Línea 1 Interurbana – Metro de Sevilla. Solución Variante

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.
- Microfábrica y mineralogía de las arcillas azules del Guadalquivir: influencia en su comportamiento geotécnico. M. Tsige, CEDEX, 1999.

2. Trabajos realizados

2.1. Investigación de campo

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

En base a lo anterior, se planteó una campaña compuesta por 7 sondeos a una profundidad suficiente para alcanzar el nivel de margas

Nombre	P.K. Proyecto	Fecha fin	Prof. (m)	Muestras-ensayos				Nivel freático	
				MI	SPT	TP	Agua	Fecha	Prof. (m)
S-2 RYC	0+280	06-02-2018	23,55	4	7	-	1	06-02-2018	8,00
S-1 SFJ	0+445	11-02-2018	27,45	6	9	-	-	13-02-2018	9,80
S-2 SFJ	0+650	12-02-2018	27,45	4	9	-	1	12-02-2018	9,70
								28-03-2018	6,00
S-3 SFJ	0+810	13-02-2018	24,00	3	7	-	-	-	-
S-4 SFJ	0+720	19-02-2018	25,05	4	8	-	-	19-02-2018	7,80
S-5 SFJ	0+580	20-02-2018	24,25	4	7	-	-	20-02-2018	8,10
S-6 SFJ	0+480	21-02-2018	33,45	8	11	-	-	21-02-2018	10,20

Tabla 1: Resumen de la campaña geotécnica utilizada

Hay que mencionar que los niveles freáticos 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.

Se han realizado 58 ensayos de penetración en sondeos (S.P.T.) a distintas profundidades, según sigue:

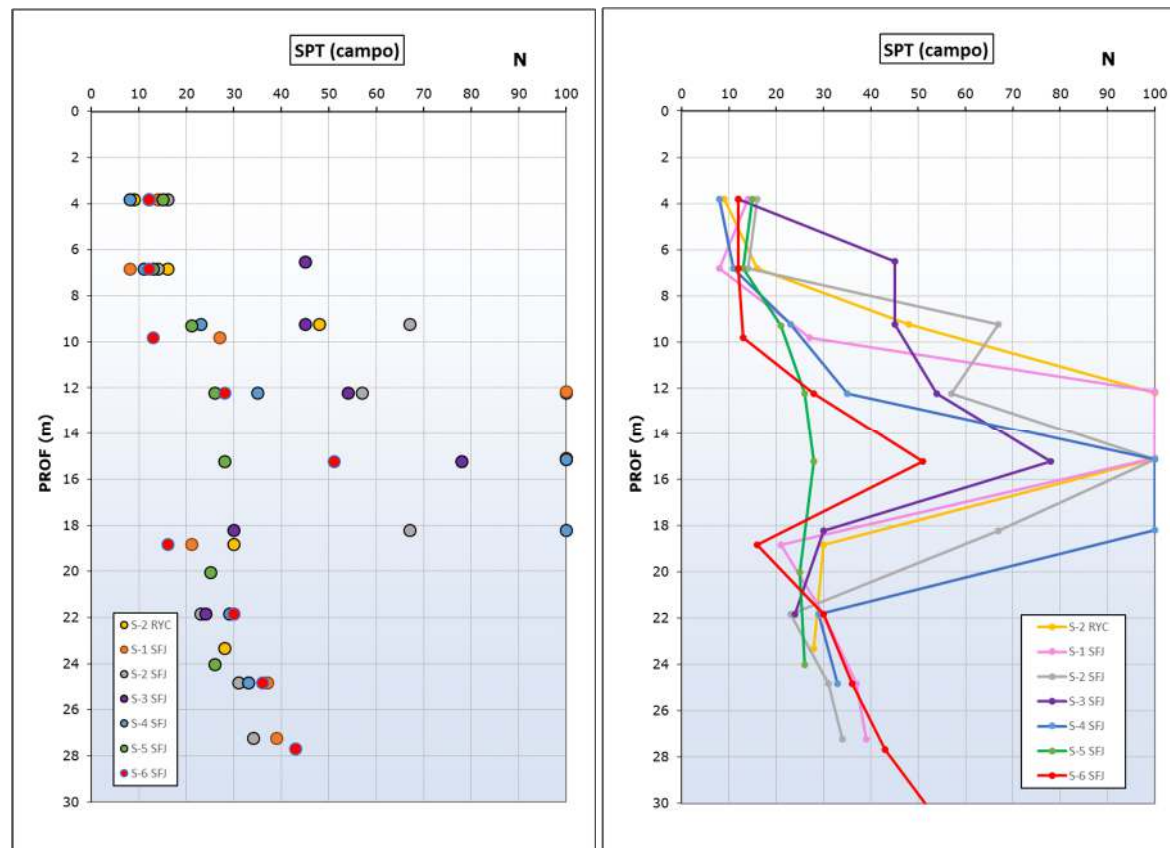


Figura 1. Distribución de los ensayos SPT (valores de campo) en cada sondeo

El ensayo de penetración estándar o S.P.T. es una prueba discontinua de penetración que se realiza en el interior de la perforación de un sondeo. Está regulado por la norma UNE 103800 y proporciona una medida indirecta de la resistencia de los suelos. Es apto para informar acerca de:

- 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.

2.2. 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 detectada.

- **Ensayos de identificación:** tienen por objeto determinar la naturaleza del material. Se han realizado Análisis granulométricos por tamizado, límites de Atterberg y clasificación de suelos según la carta de Casagrande (USCS).
- **Ensayos de resistencia:** permiten conocer los parámetros de resistencia de los suelos y rocas. Son los ensayos de corte directo CD y CU y resistencia a compresión simple en suelo y en roca.
- **Ensayos de deformabilidad:** arrojan parámetros para determinar las condiciones de asiento de los materiales que forman el terreno natural. Son el ensayo edométrico, presión de hinchamiento, hinchamiento libre y ensayo de colapso
- **Ensayos químicos:** determinan de forma cualitativa y cuantitativa el contenido en sulfatos y materia orgánica.
- **Ensayos de agresividad:** para determinar la posible agresividad del suelo frente al hormigón, y agresividad del agua según EHE, además de la agresividad Baumann-Gully

Estos ensayos han sido analizados en profundidad para establecer la caracterización geotécnica de los materiales afectados por las obras previstas.

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

Muestra					Identificación						Estado					Hinch. Lib %	Corte directo (cd)		Compresión uniaxial	Consolidación en edómetro			Clasificación	
					Granulometría por tamizado				L. Atterberg		Densidad aparente	Humedad natural	P. Químicos											
Prospección	Grupo Geotécnico	Tipo muestra	Prof. De	Prof. a	1"	Nº4	Nº10	Nº200					LL	IP	% SO4		% M.O.	Acidez BG	C (kp/cm²)	φ	qu (kg/cm²)	e0	Cc	Cs
					25,40	4,75	2,00	0,08																
S-2 RYC	QT(f)	MI	3	3,6	100,0%	86,0%	77,0%	59,9%	41,1	9,4	2,160	14,2%	0,000%	0,49%	0	1,000	0,43	36	2,99				ML	A-5
S-2 RYC	QT(f)	MI	6	6,6	100,0%	100,0%	97,0%	93,5%	37,6	18,4	2,090	25,8%	0,000%	0,59%	16	0,550	0,52	9,25	1,35				CL	A-6
S-2 RYC	QT(g)	MA	10	10,5	95,0%	54,0%	38,0%	2,9%	0,0	0,0			0,000%		4								SP	A-1-a
S-2 RYC	TM	MI	18	18,6	100,0%	99,0%	99,0%	97,0%	53,0	29,0	2,170	27,2%					0,34	21	3,77				CH	A-7-6
S-2 RYC	TM	MI	22,5	23,1	100,0%	100,0%	100,0%	98,0%	50,4	23,7	2,000	28,0%					0,32	22					CH	A-7-6
S-1 SFJ	QT(f)	MI	6	6,6	100,0%	100,0%	100,0%	96,0%	43,0	18,0	1,970	30,0%	0,000%	0,36%	6				1,02				CL	A-7-6
S-1 SFJ	QT(a)	MI	9	9,6	100,0%	75,0%	65,0%	27,0%	27,0	10,0	2,150	23,8%	0,000%		0					0,551	0,060	0,130	SC	A-2-4
S-1 SFJ	QT(g)	MA	11	11,5	100,0%	77,0%	58,0%	17,6%	0,0	0,0													SM	A-1-b
S-1 SFJ	TM	MI	18	18,6	100,0%	100,0%	100,0%	97,3%	52,0	29,0	1,960	26,0%					0,39	20	3,36				CH	A-7-6
S-2 SFJ	QT(f)	MI	3	3,6	100,0%	99,0%	98,0%	94,5%	38,0	17,0	2,024	21,2%		0,40%		1,150	1,76	22,3	3,08				CL	A-6
S-2 SFJ	QT(f)	MI	6	6,6							2,080	22,5%				0,050	0,27	33		0,652	0,080	0,018	-	
S-2 SFJ	QT(a)	MA	7,5	8	100,0%	100,0%	100,0%	48,4%	0,0	0,0			0,000%	0,12%	6								SM	A-4
S-2 SFJ	QT(g)	SPT	9	9,45	94,0%	78,0%	67,0%	29,3%	0,0	0,0			0,000%		16								SM	A-2-4
S-2 SFJ	TM	MI	21	21,6	100,0%	100,0%	100,0%	94,0%	53,7	29,4													CH	A-7-6
S-3 SFJ	QT(f)	MI	3	3,6	100,0%	99,0%	98,0%	55,0%	0,0	0,0	1,923	10,5%		0,48%		0,050	0,5	40					ML	A-4
S-3 SFJ	QT(a)	MA	5,7	6	100,0%	99,0%	99,0%	25,0%	0,0	0,0			0,000%	0,20%	2								SM	A-2-4
S-3 SFJ	QT(g)	MA	9,5	10	95,0%	86,0%	80,0%	24,5%	0,0	0,0			0,000%										SM	A-2-4
S-3 SFJ	TM	MI	21	21,6	100,0%	100,0%	98,0%	95,0%	56,6	27,9			0,000%										CH	A-7-6
S-4 SFJ	QT(f)	MI	3	3,6	100,0%	98,0%	97,0%	77,5%	28,6	11,0	1,910	14,1%	0,000%	0,62%	2		0,7	22,5	0,34				CL	A-6
S-4 SFJ	QT(a)	MI	6	6,6	100,0%	100,0%	100,0%	40,6%	0,0	0,0	1,810	10,6%	0,000%	0,65%	0		0,1	32,8	0,84				SM	A-4
S-4 SFJ	QT(g)	MA	10	10,5	79,0%	60,0%	40,0%	12,2%	0,0	0,0			0,000%										SM	A-1-a
S-4 SFJ	TM	MI	21	21,6	100,0%	100,0%	100,0%	99,4%	58,0	31,8	2,000	27,6%	0,000%		4		0,37	28,6	4,75				CH	A-7-6
S-4 SFJ	TM	MI	24	24,6	100,0%	100,0%	100,0%	98,0%	55,5	29,0													CH	A-7-6
S-5 SFJ	QT(f)	MI	6	6,6	100,0%	99,0%	99,0%	94,5%	48,0	26,0	2,047	22,6%	0,000%	0,20%		0,750	0,6	19,5	1,48				CL	A-7-6
S-5 SFJ	QT(a)	SPT	9	9,6	100,0%	100,0%	100,0%	37,5%	0,0	0,0			0,000%	0,44%	0								SM	A-4
S-5 SFJ	QT(g)	MA	14	14,5	97,0%	81,0%	66,0%	22,8%	0,0	0,0			0,000%										SM	A-1-b
S-5 SFJ	TM	MI	19	19,8	100,0%	100,0%	100,0%	97,5%	53,7	29,4	2,020	26,9%					0,72	18,6	2,39				CH	A-7-6
S-6 SFJ	QT(a)	MI	9	9,6	100,0%	100,0%	100,0%	87,4%	39,5	18,7	2,139	19,5%	0,000%	0,12%	0	0,000	0,12	27		0,583	0,139	0,021	CL	A-6
S-6 SFJ	QT(g)	SPT	15	15,5	79,0%	62,0%	50,0%	10,7%	0,0	0,0			0,000%										SM-SP	A-1-a
S-6 SFJ	TM	MI	18	18,6	100,0%	100,0%	100,0%	99,5%	57,8	31,3	1,970	30,6%	0,000%						3,25				CH	A-7-6
S-6 SFJ	TM	MI	27	27,4	100,0%	100,0%	100,0%	98,0%	49,0	26,9													CL	A-7-6

Tabla 2: Resultados de los ensayos de laboratorio disponibles.

3. Geología

En este apartado se realiza un análisis de las características geológicas de los distintos tipos de materiales que componen las formaciones geológicas existentes en la zona de estudio.

La zona objeto de este estudio se localiza en el borde suroccidental de la Depresión del Guadalquivir. Ésta 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.

3.1. Marco geológico regional

Desde el punto de vista geológico, la zona objeto de estudio está enclavada dentro del dominio geológico del Río Guadalquivir.

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:

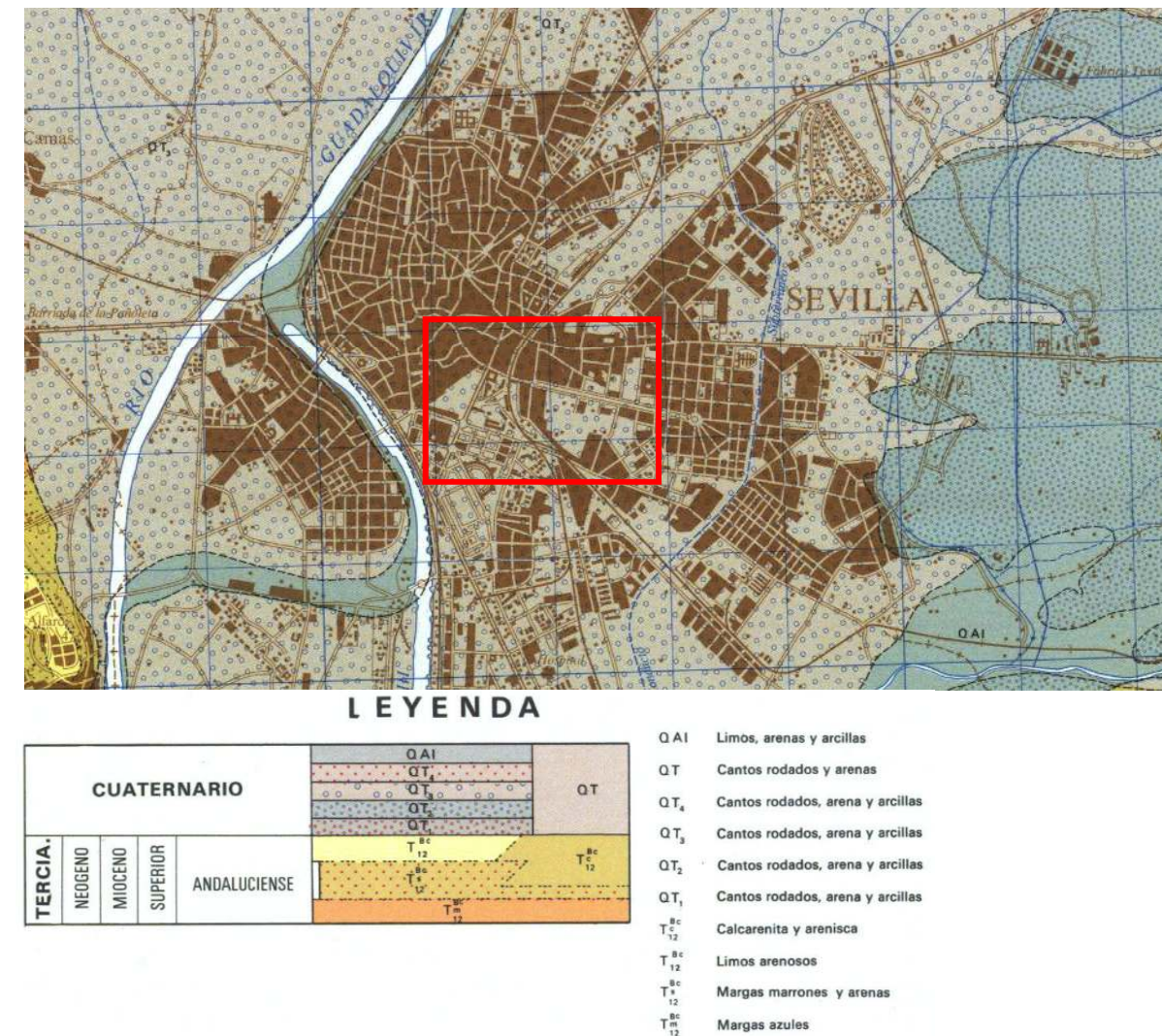


Figura 2. Esquema geológico regional (Mapa Geológico MAGNA 1:50.000. IGME).

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.

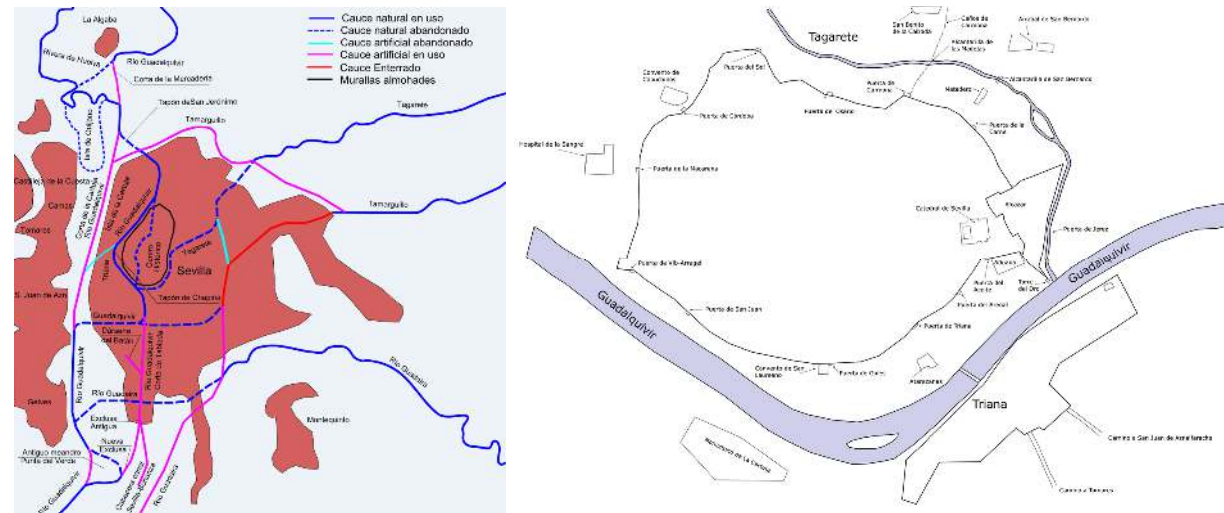


Figura 3. Cauces históricos del río Guadalquivir y arroyos tributarios en Sevilla: Ribera del Huelva, Tagarete, Tamarguillo y Guadaira (izq.) y trazado del arroyo Tagarete en un mapa de la Sevilla del siglo XVII (dcha.). Fuente: Wikipedia

Para la zona que nos ocupa resulta relevante el trazado histórico del Arroyo Tagarete, procedente de la comarca de los Alcores y que, bordeando la ciudad por su flanco oriental desembocaba junto a la Torre del Oro. Este arroyo, aunque de poco caudal, fue importante en Sevilla porque era su límite oriental, así como el Guadalquivir lo fue occidental. Actualmente aporta su caudal al Tamarguillo, que también fue desviado para desembocar en el Guadalquivir por San Jerónimo. El encauzamiento y cubrición del arroyo Tagarete se inicia en el año 1849, aunque no se concluye en su totalidad hasta los años 20 del pasado siglo, con motivo de la Exposición americana de 1929.

3.2. Marco geológico local

Comenzando por las de mayor edad se han distinguido las siguientes formaciones:

Mioceno medio-superior

- **Margas azules (M_M):** 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 fractura 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, 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.

Cuaternario

- **Terrazas fluviales:** en conjunto, se trata 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.

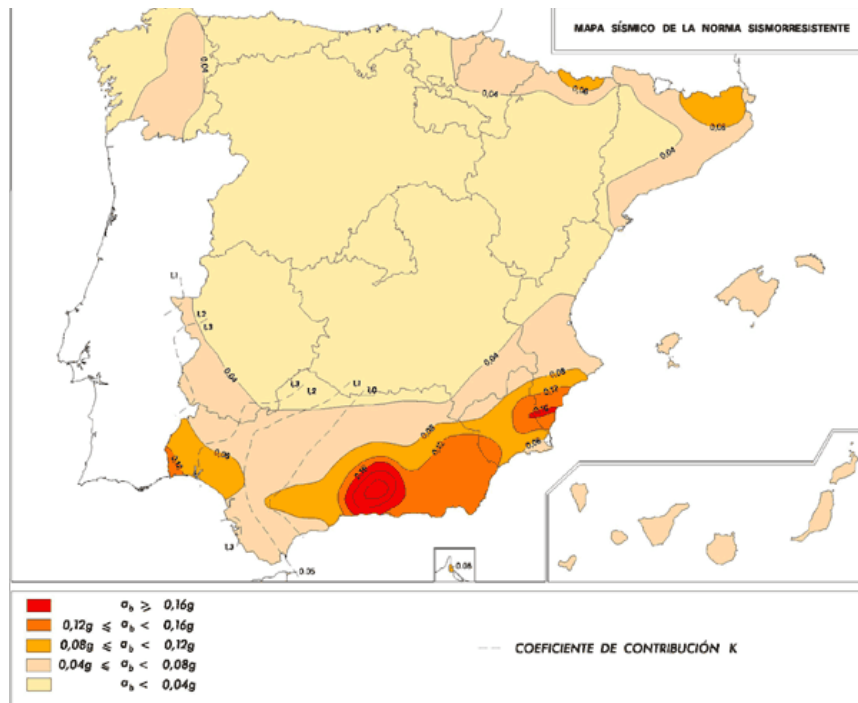
La potencia de esta terraza es variable, comprendida entre 5 y 30 m a lo largo de los ríos principales y se supone que esta potencia crece hacia las desembocaduras.

- **Aluviales:** depósitos asociados a la actividad más reciente de los cauces de agua. 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.
- **Depósitos antrópicos:** reconocidos a todo lo largo de la zona de estudio con diferente grado de consistencia y espesores variables.

3.3. Características sísmicas de la zona

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define, según la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSP-07), mediante el Mapa de Peligrosidad Sísmica. Dicho mapa suministra, para cada punto del país (y expresada en relación con el valor de la gravedad) la aceleración sísmica básica a_b , un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.

Según la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSP-07), el valor de la aceleración sísmica básica expresada en relación con el valor de la gravedad en la zona objeto de estudio es:



Municipio	ab/g	Coef. de contribución (k)
Sevilla	0,07	1,1

Figura 4. Mapa nacional de peligrosidad sísmica. (NCSP-07).

La zona acotada se encuentra, por tanto, definida por valores de a_b/g de intensidad moderada.

Por otro lado, 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
- ρ : coeficiente adimensional de riesgo:
 - Construcciones de normal importancia: $\rho = 1,0$
 - Construcciones de especial importancia: $\rho = 1,3$
- S : coeficiente de amplificación del terreno.
 - Para $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$, $S = C/1,25$
 - Para $0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$, $S = C/1,25 + 3,33 [(\rho \cdot a_b/g) - 0,1](1 - C/1,25)$
 - Para $0,4g \leq \rho \cdot a_b$, $S = 1,0$

En la fórmula anterior, C es el *coeficiente de terreno*: $C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$

Clasificación	Tipo de Material	V. de Propagación	Coef. C
Terreno Tipo I	Roca compacta Suelo cementado Suelo granular muy denso	$V_s > 750 \text{ m/s}$	1,0
Terreno Tipo II	Roca muy fracturada Suelo cohesivo duro Suelo granular	$750 \text{ m/s} > V_s > 400 \text{ m/s}$	1,3
Terreno Tipo III	Suelo cohesivo firme a muy firme Suelo granular compactación media	$400 \text{ m/s} > V_s > 200 \text{ m/s}$	1,6
Terreno Tipo IV	Suelo granular suelto Suelo cohesivo blando	$V_s < 200 \text{ m/s}$	2,0

Tabla 3: Valores de C, coeficiente del terreno, en el cálculo de la aceleración sísmica de cálculo

3.3.1. Estimación de la aceleración de cálculo en la zona de estudio

En la zona de estudio se suceden diferentes tipos de materiales con diferentes grados de compactidad – cohesión, habiéndose optado por establecer un perfil de terreno único donde se reflejen de manera apropiada las características de la zona, siempre del lado de la seguridad. Así, definimos el siguiente perfil del terreno:

- De 0,0 a 7 m de profundidad: Limos y arcillas. Terreno tipo III $\Rightarrow C = 1,6$
- De 7 a 17 m de profundidad: Arenas y gravas. Terreno tipo II $\Rightarrow C = 1,3$
- De 17 a 30,0 m de profundidad: Margas. Terreno tipo II $\Rightarrow C = 1,3$

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30} = \frac{(1,6 \cdot 7) + (1,3 \cdot 23)}{30} = 1,37$$

$$S = C/1,25 = 1,096$$

$$\Rightarrow a_c = S \cdot \rho \cdot a_b = 1,271 \cdot 1 \cdot 0,07g$$

$$\boxed{a_c = 0.077g}$$

4. Geotecnia

4.1. Introducción y metodología.

La primera labor para la caracterización geotécnica consiste en el análisis pormenorizado de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y en ensayos “in situ”, comparándolos y correlacionándolos entre sí; dando validez a todos y cada uno de los ensayos o descartando aquellos cuyo resultado no se considera fiable o representativo. A partir de este análisis se realiza un tratamiento estadístico sencillo de los datos para, finalmente, establecer modelos constitutivos acordes al tipo de terreno, que proporcionan los parámetros resistentes y deformacionales representativos en su caso.

En el siguiente apartado se describe el tratamiento o metodología estadística realizada a los resultados de ensayos obtenidos, así como otros factores tenidos en cuenta a la hora de analizar los resultados de los ensayos.

4.1.1. Metodología del tratamiento geoestadístico en suelos

La metodología geoestadística aplicada a la totalidad de los resultados obtenidos, tanto de los ensayos de laboratorio como de ensayos “in situ”, se basa en la comparación de variables estadísticas del conjunto de los datos, evaluando la dispersión de este conjunto de datos.

Para el estudio de los datos disponibles se ha realizado un proceso estadístico, en el que han obtenido y analizado los valores numéricos de las medidas de centralización (media, mediana) y los de las medidas de dispersión (varianza, desviación típica, coeficiente de variación).

- La medida de centralización más importante de una población de datos es la media aritmética. Dado un conjunto de datos, la media aritmética se calcula mediante la expresión $x = \frac{\sum (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)}{n}$. La media tiene la propiedad estadística de equilibrar las desviaciones positivas y negativas de los datos respecto a su valor, actuando, por tanto, como centro de gravedad para el conjunto de resultados. Su valor resume muy bien la magnitud de la propiedad estudiada en los ensayos de laboratorio.
- Por otro lado, la mediana es un valor tal que, ordenados los datos en función de la magnitud de su valor, el 50 % es menor que ella y el 50 % mayor. Por tanto, al ordenar los datos, la mediana es el valor central.
- La medida de dispersión más habitual de una población es la desviación típica. Este valor refleja el promedio de las desviaciones de los valores respecto a la media aritmética. Se obtiene a partir de la expresión $S = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n} \right]^{1/2}$. El valor de su cuadrado S^2 , se denomina varianza.
- El coeficiente de variación es el cociente entre la desviación típica y la media. Este parámetro es una medida de la magnitud promedio del error como porcentaje de la media aritmética. En las

poblaciones de datos homogéneas es típicamente menor de la unidad. Si este coeficiente es mayor de 1,5, hay que investigar las causas de la heterogeneidad de los datos (litotipos diferentes agrupados en una misma población, aplicación de normas de ensayo diferentes, ensayos mal realizados, etc.).

Desde un punto de vista puramente descriptivo de la población de ensayos, la media y la mediana tienen propiedades estadísticas muy distintas:

- La media utiliza todos los datos y es, por tanto, el valor que mejor describe el comportamiento general de la población, siempre que dicha población de datos tenga una distribución homogénea. Tiene el inconveniente de que es muy sensible a valores anómalos, y un error de datos o un valor anormal puede modificarla totalmente.
- La mediana utiliza menos información que la media, ya que sólo tiene en cuenta el orden de los datos y no su magnitud, pero, en contrapartida, no se ve alterada si algún valor o pequeño grupo de valores son anómalos o erróneos.

En consecuencia, se considera importante calcular la media y la mediana, y efectuar con ella el siguiente análisis: si la media y la mediana presentan valores similares, significará que la población de datos es muy homogénea, asignándose a tal población como valor representativo el valor de la media; si la media y la mediana difieren, presentando valores numéricos muy diferentes, significará que la población de resultados es asimétrica, lo cual pueden ser por dos causas:

1. La población de datos corresponde a un grupo homogéneo, pero parte de los ensayos son anómalos, bien por corresponder algunas de las muestras ensayadas a otras litologías, o bien por haberse realizado parte de los ensayos de laboratorio en condiciones distintas a los demás (aplicación de diferente norma de ensayo, diferente esbeltez, fallo en la realización del ensayo, etc.). En este caso, se procederá a analizar uno a uno los resultados de los ensayos, para tratar de eliminar de la población los correspondientes a otros grupos o los que se han realizado en condiciones diferentes a la mayoría. El proceso de eliminación tenderá a aproximar el valor de la media a la mediana.
2. Puede ser también que la población sea bimodal, es decir, que se hayan mezclado valores correspondientes a dos unidades diferentes, en cuyo caso se procederá a separar ambas poblaciones de datos, estableciéndose dos unidades en lugar de una sola, y obteniéndose la media y mediana.

Una vez homogeneizada la población de resultados y asignado un valor medio aritmético a la población de datos de ensayos de laboratorio, se analizará la magnitud de la dispersión obtenida mediante la desviación típica y el coeficiente de variación. Lo ideal sería que, para una población de datos de ensayos de laboratorio, la media y la mediana coincidiesen, y la desviación típica y el coeficiente de variación presentasen valores bajos. De no haberse dado esta situación ideal, los

valores de la desviación típica y el coeficiente de variación proporcionarían información sobre las variaciones en el valor de la propiedad medida que son esperables que puedan suceder.

Para cada uno de los grupos geotécnicos considerados, se ha realizado este sencillo análisis estadístico. En el caso de haber observado que los parámetros estadísticos, media y mediana no hayan sido casi coincidentes, y la desviación típica y el coeficiente de variación presentaran valores elevados, se habría realizado un segundo análisis de los datos para estudiar aquellos que distorsionan los valores de estos parámetros estadísticos, eliminándolos de la población si es pertinente.

Además del análisis geoestadístico de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y ensayos in situ, se han empleado correlaciones y datos bibliográficos que han servido para dar una idea de los parámetros más adecuados a adoptar.

4.1.2. Análisis de los ensayos SPT

Se describe la formulación empleada para la corrección del valor N30 obtenido en los ensayos efectuados y, posteriormente, se desarrollan las distintas correlaciones existentes de este valor N corregido ((N1)60) con otros parámetros geotécnicos.

- Corrección por la presión efectiva de sobrecarga (σ_v'): $N_1 = C_N \cdot N$
 - N1 es el valor de golpeo SPT corregido según la sobrecarga de tierras.
 - $C_N = [0.77 \cdot \log(40/\sigma_v')]$ y $C_N < 2,0$ (σ_v' : carga efectiva vertical (ksf))
 - N es el valor de golpeo SPT sin corregir.
- Corrección por la efectividad del golpeo del martillo: $N_{60} = (ER/60\%) \cdot N$
 - N60 el valor de golpeo SPT corregido según la eficiencia del martillo.
 - ER la eficiencia del martillo expresada en un porcentaje sobre la energía teórica del martillo en caída libre, en función del método empleado en el ensayo (ensayo manual corresponde a un ER=60% o automático, que corresponde a un ER=80%).

Para obtener el valor de golpeo corregido según la eficiencia del martillo y el efecto de la sobrecarga, se sigue la siguiente expresión:

$$(N1)60 = N_{60} \cdot N_1$$

4.1.2.1. Correlaciones del SPT con otros parámetros geotécnicos

Una vez se ha obtenido el (N1)60 de los ensayos SPT, a continuación, se exponen las distintas correlaciones obtenidas con otros parámetros geotécnicos:

Resistencia al corte sin drenaje: La cohesión no drenada puede obtenerse a partir del golpeo resultante en ensayos SPT a partir de la expresión de Stroud:

$$c_u \text{ (kN/m}^2\text{)} = k \cdot N_{30},$$

donde k es una constante de valor medio 4,4

También resulta habitual el uso de la correlación de Hunt entre el SPT y la resistencia a compresión uniaxial:

Consistencia	NSPT	Identificación in situ	γ_{sat} (t/m ³)	RCS (kp/cm ²)
Muy blanda	< 2	Se deshace entre los dedos	1,44-1,60	0,0-0,25
Blanda	2-4	Moldeable bajo presiones débiles	1,60-1,76	0,25-0,5
Media (firme)	4-8	Moldeable bajo presiones fuertes	1,76-1,92	0,5-1,0
Rígida	8-15	Se marca con el pulgar	1,92-2,08	1,0-2,0
Muy rígida	15-30	Se marca con la uña del pulgar	2,08-2,24	2,0-4,0
Dura	> 30	Se marca difícilmente	> 2,0	> 4,0

Tabla 4: Consistencia de un suelo arcilloso a partir del valor de golpeo del SPT (Hunt, 1984)

Asimismo, empleando también el golpeo SPT es posible obtener la cohesión sin drenaje, c_u , a partir de la propuesta de Terzaghi y Peck, la cual se muestra en la siguiente figura.

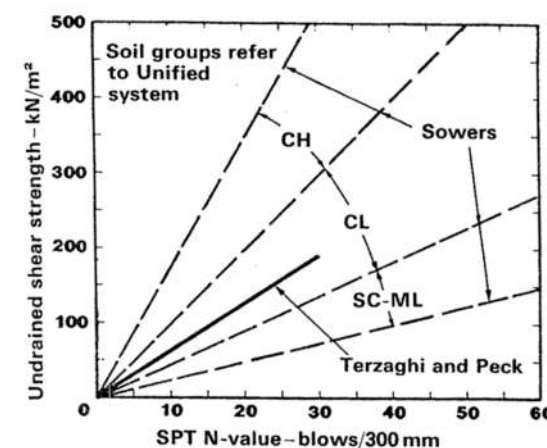


Figura 5. Correlación entre la resistencia al corte no drenado y el golpeo NSPT (Terzaghi y Peck).

Angulo de fricción: Para el caso de suelos granulares también es posible deducir el ángulo de fricción a partir del golpeo SPT corregido (N1) según la expresión siguiente de Peck, Hanson y Thornburn (1974):

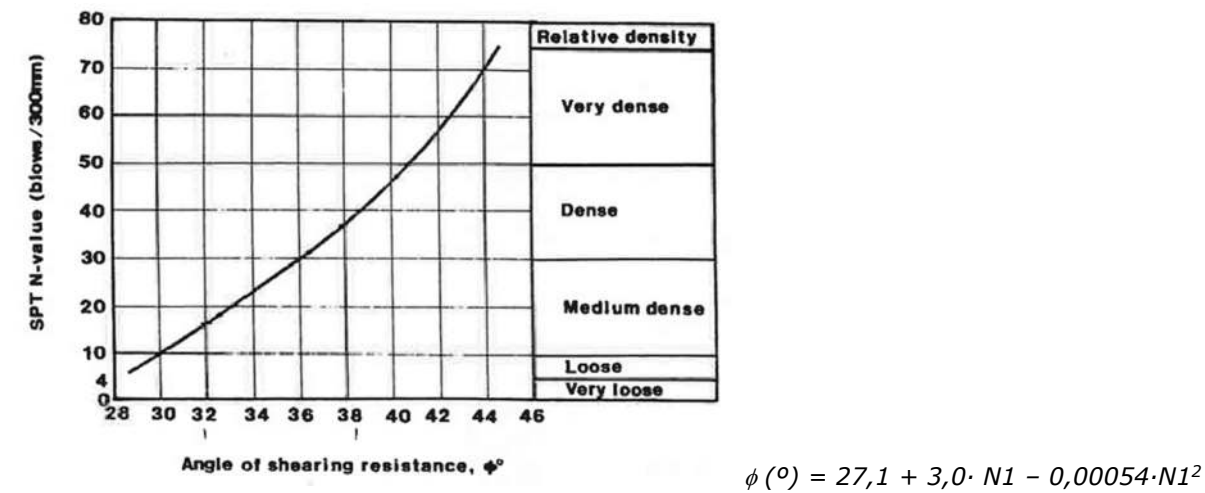


Figura 6. Estimación del ángulo de fricción en suelos granulares a partir del valor de N30 (Peck et al. 1974).

- De Mello (1971) propone el siguiente gráfico:

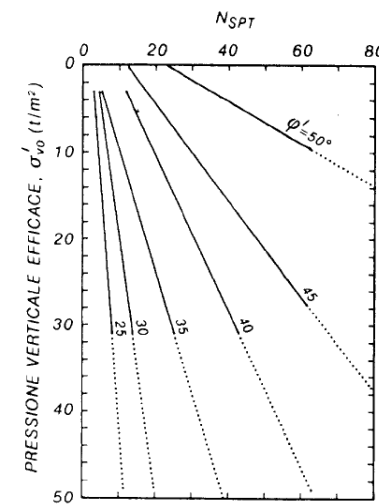


Figura 7. Estimación del ángulo de fricción en suelos granulares a partir del valor de N30 (De Mello, 1971)

- Muromachi (1974): $\phi = 20 + 3,5 \cdot \sqrt{N}$
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications:

N_{160}	ϕ_f
<4	25-30
4	27-32
10	30-35
30	35-40
50	38-43

Tabla 5: Correlación N160 - ángulo de rozamiento para suelos granulares (Mod. Bowles, 1977)

Módulo de deformación

CIRIA (1995). REP R 143 The standard penetration test (SPT): methods and use

- Suelo granular: $E' = 1 \times N_{60}$
- Suelo cohesivo: $E' = 0,9 \times N_{60}$

BEGUEMANN (1974)

- Gravas y arenas SPT > 15: $E(kp/cm^2) = 40 + 12(N_{SPT} - 6)$
- Gravas y arenas SPT < 15: $E(kp/cm^2) = 12(N_{SPT} + 6)$

WEBB (1974)

- Arenas finas por encima del freático: $E(kp/cm^2) = 5(N_{SPT} + 15)$
- Arenas arcillosas: $E(kp/cm^2) = 3,3(N_{SPT} + 15)$

4.1.2.2. Resultados obtenidos

En la siguiente tabla se incluyen los valores de SPT en todos los sondeos disponibles (realizados para este proyecto y recopilados de zonas próximas), así como los valores de N60 y N(1)60

Sondeo	Prof. Inicio (m)	Prof. Final (m)	N.F. (m)	UNIDAD	N _{SPT}	σ'_{v} (t/m ²)	C _N	N ₆₀	(N ₁) ₆₀
S-2 RYC	3,6	4,05	8	QT (f)	9	7,65	1,077	10	11
S-2 RYC	6,6	7,05	8	QT (f)	16	13,65	0,883	18	16
S-2 RYC	9	9,45	8	QT (f)	48	17,23	0,805	56	45
S-2 RYC	12	12,41	8	QT (f)	100	20,21	0,752	100	60
S-2 RYC	15	15,22	8	QT (g)	100	23,11	0,707	100	60
S-2 RYC	18,6	19,05	8	QT (g)	30	26,83	0,657	35	23
S-2 RYC	23,1	23,55	8	TM	28	31,33	0,605	32	19
S-1 SFJ	3,6	4,05	9,8	QT (f)	14	7,65	1,077	16	17
S-1 SFJ	6,6	7,05	9,8	QT (f)	8	13,65	0,883	9	8
S-1 SFJ	9,6	10,05	9,8	QT (a)	27	19,63	0,762	31	24
S-1 SFJ	12	12,28	9,8	QT (g)	100	21,94	0,725	100	60
S-1 SFJ	15	15,14	9,8	QT (g)	100	24,87	0,683	100	60
S-1 SFJ	18,6	19,05	9,8	QT (g)	21	28,63	0,636	24	15
S-1 SFJ	21,6	22,05	9,8	TM	30	31,63	0,602	35	21
S-1 SFJ	24,6	25,05	9,8	TM	37	34,63	0,572	43	25
S-1 SFJ	27	27,45	9,8	TM	39	37,03	0,550	45	25
S-2 SFJ	3,6	4,05	9,7	QT (f)	16	7,65	1,077	18	19
S-2 SFJ	6,6	7,05	9,7	QT (f)	14	13,65	0,883	16	14
S-2 SFJ	9	9,45	9,7	QT (g)	67	18,45	0,782	78	60
S-2 SFJ	12	12,45	9,7	QT (g)	57	21,93	0,725	66	48
S-2 SFJ	15	15,29	9,7	QT (g)	100	24,85	0,683	100	60

Sondeo	Prof. Inicio (m)	Prof. Final (m)	N.F. (m)	UNIDAD	N _{SPT}	σ'_v (t/m ²)	C _N	N ₆₀	(N _i) ₆₀
S-2 SFJ	18	18,45	9,7	QT (g)	67	27,93	0,644	78	50
S-2 SFJ	21,6	22,05	9,7	TM	23	33,71	0,581	26	15
S-2 SFJ	24,6	25,05	9,7	TM	31	37,01	0,550	36	20
S-2 SFJ	27	27,45	9,7	TM	34	39,65	0,527	39	21
S-3 SFJ	3,6	4,05	8,5	QT (a)	12	7,27	1,094	14	15
S-3 SFJ	6,3	6,75	8,5	QT (a)	45	12,40	0,915	52	48
S-3 SFJ	9	9,45	8,5	QT (a)	45	16,80	0,814	52	42
S-3 SFJ	12	12,45	8,5	QT (g)	54	19,50	0,764	63	48
S-3 SFJ	15	15,45	8,5	QT (g)	78	22,20	0,721	91	60
S-3 SFJ	18	18,45	8,5	QT (g)	30	24,90	0,682	35	24
S-3 SFJ	21,6	22,05	8,5	TM	24	32,51	0,593	28	17
S-4 SFJ	3,6	4,05	7,8	QT (f)	8	7,27	1,094	9	10
S-4 SFJ	6,6	7,05	7,8	QT (a)	11	12,97	0,900	12	11
S-4 SFJ	9	9,45	7,8	QT (a)	23	16,10	0,828	26	22
S-4 SFJ	12	12,45	7,8	QT (g)	35	18,80	0,776	40	31
S-4 SFJ	15	15,27	7,8	QT (g)	100	21,42	0,733	100	60
S-4 SFJ	18	18,41	7,8	QT (g)	100	24,18	0,692	100	60
S-4 SFJ	21,6	22,05	7,8	TM	29	31,81	0,600	33	20
S-4 SFJ	24,6	25,05	7,8	TM	33	35,11	0,567	38	22
S-5 SFJ	3,6	4,05	8,1	QT (f)	15	7,27	1,094	17	19
S-5 SFJ	6,6	7,05	8,1	QT (f)	13	12,97	0,900	15	14
S-5 SFJ	9	9,6	8,1	QT (a)	21	16,47	0,820	24	20
S-5 SFJ	12	12,45	8,1	QT (a)	26	19,10	0,771	30	23
S-5 SFJ	15	15,45	8,1	QT (g)	28	21,80	0,727	32	23
S-5 SFJ	19,8	20,25	8,1	TM	25	30,13	0,619	29	18
S-5 SFJ	23,8	24,25	8,1	TM	26	34,53	0,573	30	17
S-6 SFJ	3,6	4,05	10,2	QT (f)	12	7,27	1,094	14	15
S-6 SFJ	6,6	7,05	10,2	QT (f)	12	12,97	0,900	14	13
S-6 SFJ	9,6	10,05	10,2	QT (f)	13	18,67	0,779	15	12
S-6 SFJ	12	12,45	10,2	QT (a)	28	21,20	0,736	32	24
S-6 SFJ	15	15,45	10,2	QT (g)	51	23,90	0,696	59	41
S-6 SFJ	18,6	19,05	10,2	TM	16	30,91	0,610	18	11
S-6 SFJ	21,6	22,05	10,2	TM	30	34,21	0,576	35	20
S-6 SFJ	24,6	25,05	10,2	TM	36	37,51	0,545	42	23
S-6 SFJ	27,44	27,89	10,2	TM	43	40,63	0,518	50	26
S-6 SFJ	30,2	30,65	10,2	TM	53	43,67	0,494	61	30
S-6 SFJ	33	33,45	10,2	TM	54	46,75	0,472	63	30

Tabla 6: Valores de SPT en la zona de estudio, corregidos por energía y sobrecarga

4.2. Caracterización geotécnica de los materiales

En este apartado se desarrolla el análisis geotécnico a partir de los resultados disponibles con el objeto de definir los parámetros geotécnicos de las distintas unidades a utilizar en los cálculos.

4.2.1. Margas azules T_M

Los materiales que integran esta unidad se corresponden con el sustrato a lo largo de todo el recorrido, cubiertos por los depósitos asociados a la dinámica del Guadalquivir (terrazas). Aunque se denominen margas azules, por mantener la nomenclatura clásica, en realidad se trata de arcillas algo margosas de tonos grises con contenidos variables de arena, que llegan a formar lentejones donde constituyen la fracción mayoritaria. Estos lentejones, característicos en otras zonas, no se han localizado en ninguno de los sondeos realizados para este proyecto.

Identificación

En total se han ensayado 10 muestras de esta unidad. Excepto una muestra, clasificada como arcilla de plasticidad media, el resto corresponde a arcillas de alta plasticidad.

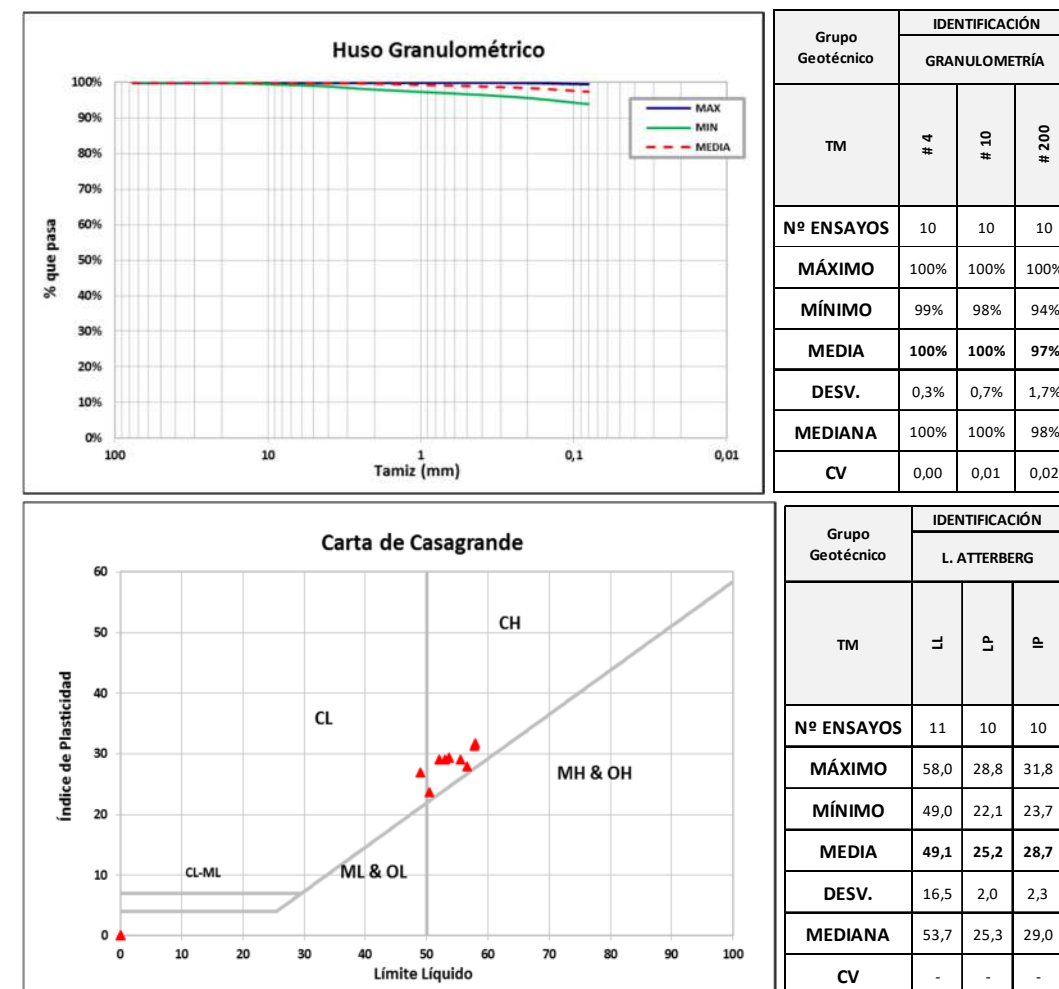


Figura 2. Resultados de los ensayos de identificación de la unidad TM

Por tanto, la clasificación de las muestras según el sistema unificado de suelos es como sigue:

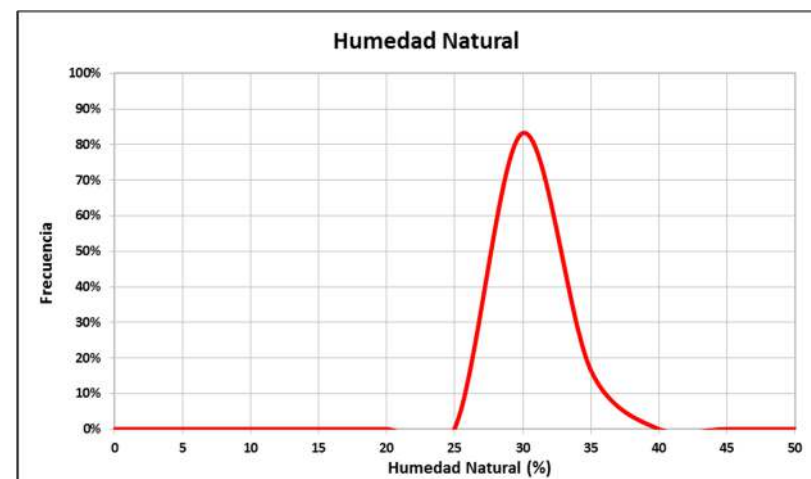


Margas azules el sondeo S-1 RYC



Estado

Se han realizado ensayos para la determinación de la humedad natural de las muestras inalteradas, así como otros ensayos en los que es necesaria la determinación de estos parámetros para su ejecución (resistencia a la compresión simple, corte directo, etc.).



Grupo Geotécnico	ESTADO	
	Densidad aparente (g/cm³)	Humedad Natural (%)
TM		
Nº ENSAYOS	6	6
MÁXIMO	2,170	30,6%
MÍNIMO	1,960	26,0%
MEDIA	2,020	27,7%
DESV.	0,077	1,6%
MEDIANA	2,000	27,4%
CV	0,038	0,06

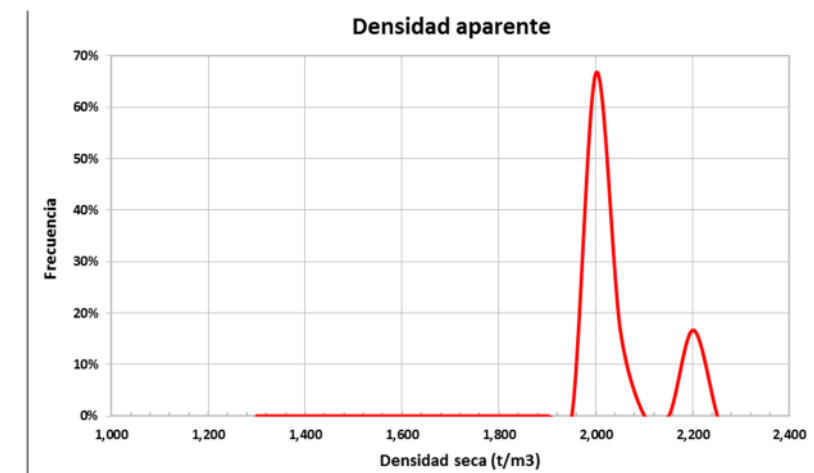


Figura 2. Resultados de los ensayos de estado de la unidad TM

La humedad natural del terreno presenta valores homogéneos en torno al 30%, mientras que el valor medio del LL se sitúa unos 20 puntos por encima. Así, el índice de consistencia oscila en torno a 0,75, lo que se traduce en un suelo plástico duro.

Parámetros resistentes

Se han realizado ensayos para determinar la resistencia natural de los materiales tanto a corto plazo como a largo plazo. En lo referente a la resistencia a corto plazo, se han ejecutado en esta unidad 5 ensayos de compresión simple, obteniéndose los siguientes resultados:

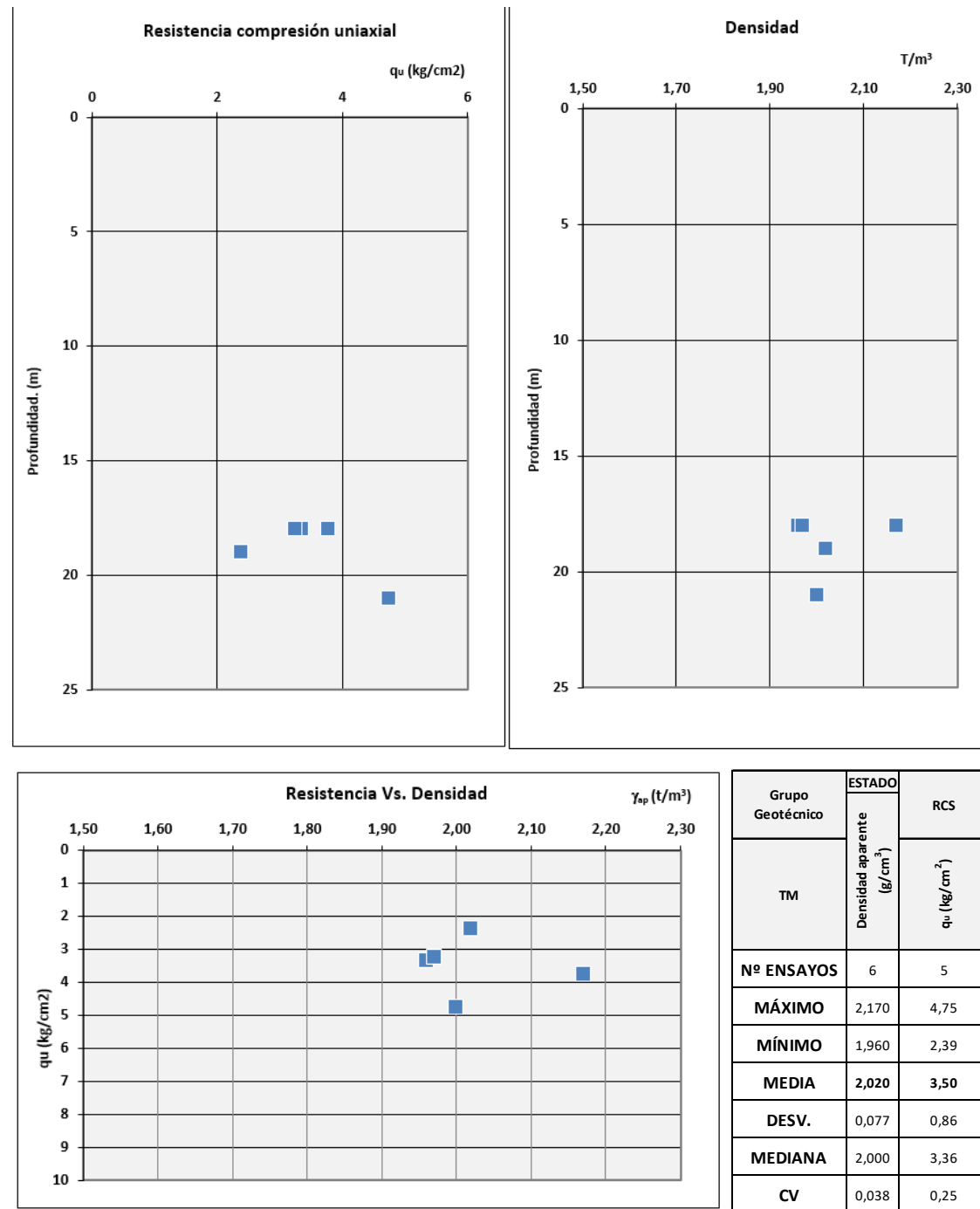


Figura 2. Resultados de los ensayos de resistencia a compresión simple de la unidad TM

El valor medio obtenido es de 3,50. Considerando la desviación típica, se considera más adecuado adoptar una resistencia uniaxial de 2,5 kg/cm².

Por otro lado, existen correlaciones en las que se relacionan los resultados del ensayo SPT (número de golpes) con la resistencia a la compresión simple.

Consistencia	N	Identificación manual	γ_{sat} (gr/cm ³)	RCS q_u (Kg/cm ²)
Dura	>30	Se marca difícilmente	>2,0	>4,0
Muy rígida	15-30	Se marca con la uña del pulgar	2,08-2,24	2,0-4,0
Rígida	8-15	Se marca con el pulgar	1,92-2,08	1,0-2,0
Media	4-8	Moldeable bajo presiones fuertes	1,76-1,92	0,5-1,0
Blanda	2-4	Moldeable bajo presiones débiles	1,60-1,76	0,25-0,5
Muy blanda	<2	Se deshace entre los dedos	1,44-1,60	0-0,25

Tabla 7: Clasificación de Hunt (1.984) que correlaciona la consistencia de los suelos cohesivos con los valores del SPT (N) y la resistencia a compresión simple (RCS).

En la siguiente gráfica se representa el golpeo en los ensayos de penetración estándar realizados en las margas azules (y aplicadas las correcciones correspondientes a la presión efectiva y energía de golpeo), observándose que la correlación entre los valores de la resistencia a la compresión obtenidos en laboratorio y los deducidos del golpeo en el ensayo SPT es bastante ajustada.

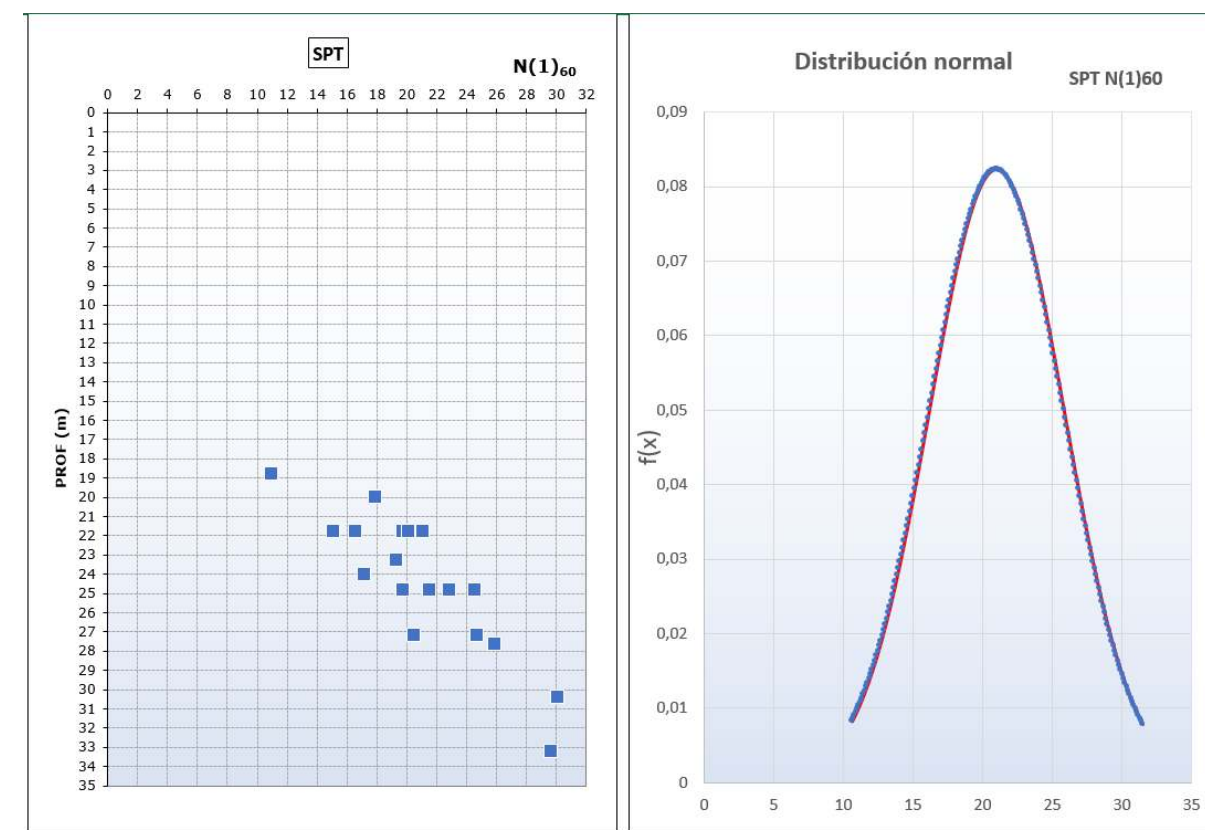


Figura 2. Resultados de los ensayos SPT de la unidad TM

El promedio de SPT de campo es de 33 golpes. Aplicando la corrección por energía, el valor medio es de N₆₀=40; sin embargo, con la corrección por tensión efectiva, el valor desciende a N(1)₆₀=21. Así, de acuerdo con la correlación de Hunt, el valor de q_u se situaría en la horquilla entre 2,0 y 4,0 kg/cm². En resumen, a partir de los ensayos in situ y de laboratorio se obtiene una aproximación de la resistencia al corte sin drenaje de la unidad de: $c_u = q_u/2 = 1,25$ kg/cm².

Para definir los parámetros de corte a largo plazo se cuenta con 5 ensayos de corte directo tipo CD.
Los valores obtenidos se resumen a continuación:

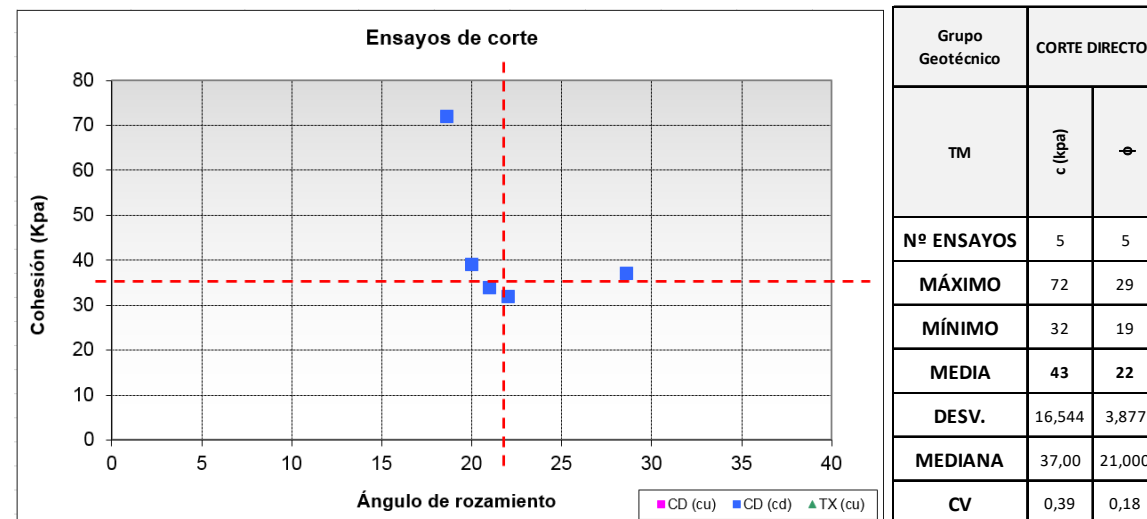


Figura 2. Resultados de los ensayos de corte de la unidad TM

Descartando el valor máximo de cohesión, se adopta una cohesión de 35 KPa y un Ángulo de rozamiento de 22° para esta unidad

Expansividad

No se dispone de ensayos de presión de hinchamiento sobre muestras inalteradas en esta unidad, por lo que la estimación del potencial expansivo se realiza a partir de métodos indirectos:

Grado	Expansividad	%Finos	Límite Líquido	Lambe (KPa)	Presión Hinch. (KPa)	Hinchamiento libre %
I	Baja	<30	<35	<80	<25	<1
II	Baja a media	30-60	35-50	80-150	25-125	1-4
III	Media a alta	60-95	50-65	150-230	125-300	4-10
IV	Muy alta	>95	>65	>230	>300	>10

Tabla 8: Estimación indirecta de la expansividad en la Unidad TM

Estos valores clasifican a esta unidad como de expansividad altas a muy alta

Ensayos químicos

El contenido en sulfatos en las 3 muestras ensayadas es nulo.

Parámetros deformacionales

El módulo de deformación se puede determinar usando los valores de N de SPT según la siguiente relación:

$$E' = 0,9 \times N60 = 0,9 \times 40 = 36 \text{ MPa}$$

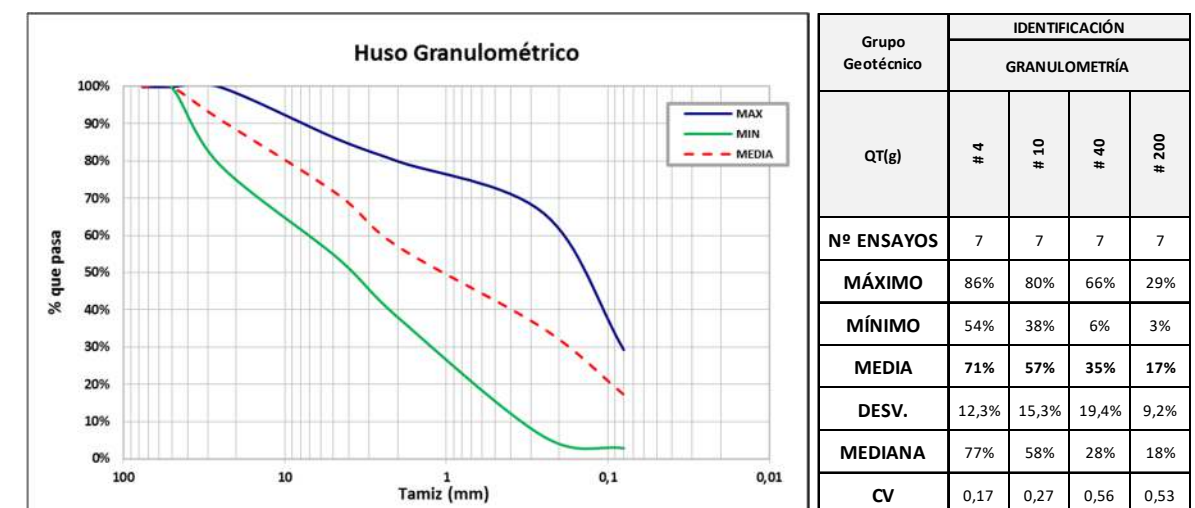
Este valor resulta excesivamente conservador respecto a las fuentes bibliográficas consultadas, en parte por el método de estimación: cuando se establece a partir de ensayos presiométricos, el módulo de deformación arroja valores sensiblemente más elevados. Así, tomando como referencia estimaciones bibliográficas, se adoptará un valor de 50 Mpa.

4.2.2. Terraza granular (gravas) QT(g)

Los depósitos de terraza en la zona estudiada son muy heterogéneos, existiendo niveles claramente granulares, con predominio de gravas arenosas y arenas y otro de carácter algo más cohesivo. Por lo general, estos últimos se presentan en superficie y se van haciendo progresivamente más granulares en profundidad, primero como arenas y posteriormente como gravas, por lo que se han dividido en tres grupos geotécnicos: un primer nivel con predominio de gravas, un segundo con predominio de arenas y una tercera cohesiva (arcillas-limos).

Identificación

Se han ensayado 7 muestras de esta unidad.



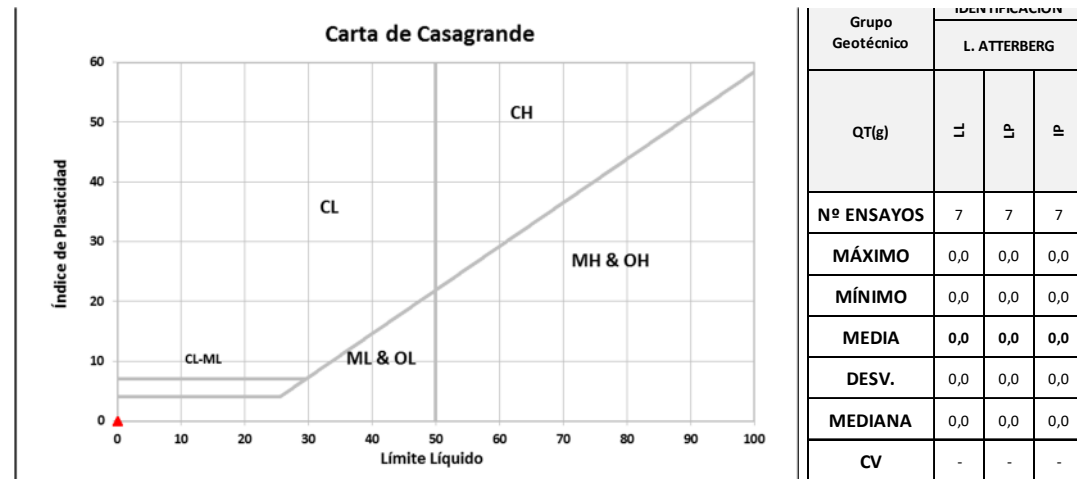


Figura 2. Resultados de los ensayos de identificación de la unidad QT(G)

La fracción fina presentan una plasticidad nula en todas las muestras. Por tanto, la clasificación de las muestras según el sistema unificado de suelos es como sigue:



Gravas del nivel inferior de terrazas en el sondeo S-1 RYC

Estado

Al no haberse podido tomar muestras inalteradas en esta unidad, no se dispone de datos de densidad ni de humedad en estos materiales

Ensayos químicos

Se han realizado 6 ensayo de contenido en sulfatos y en todos ellos el resultado ha sido nulo (0%)

Parámetros resistentes

Dadas las características de este material (suelos granulares con escasa matriz cohesiva), no se han podido tomar muestras inalteradas de este nivel. Por ello, vamos a usar los resultados en los ensayos SPT y algunas de las correlaciones ya detalladas.

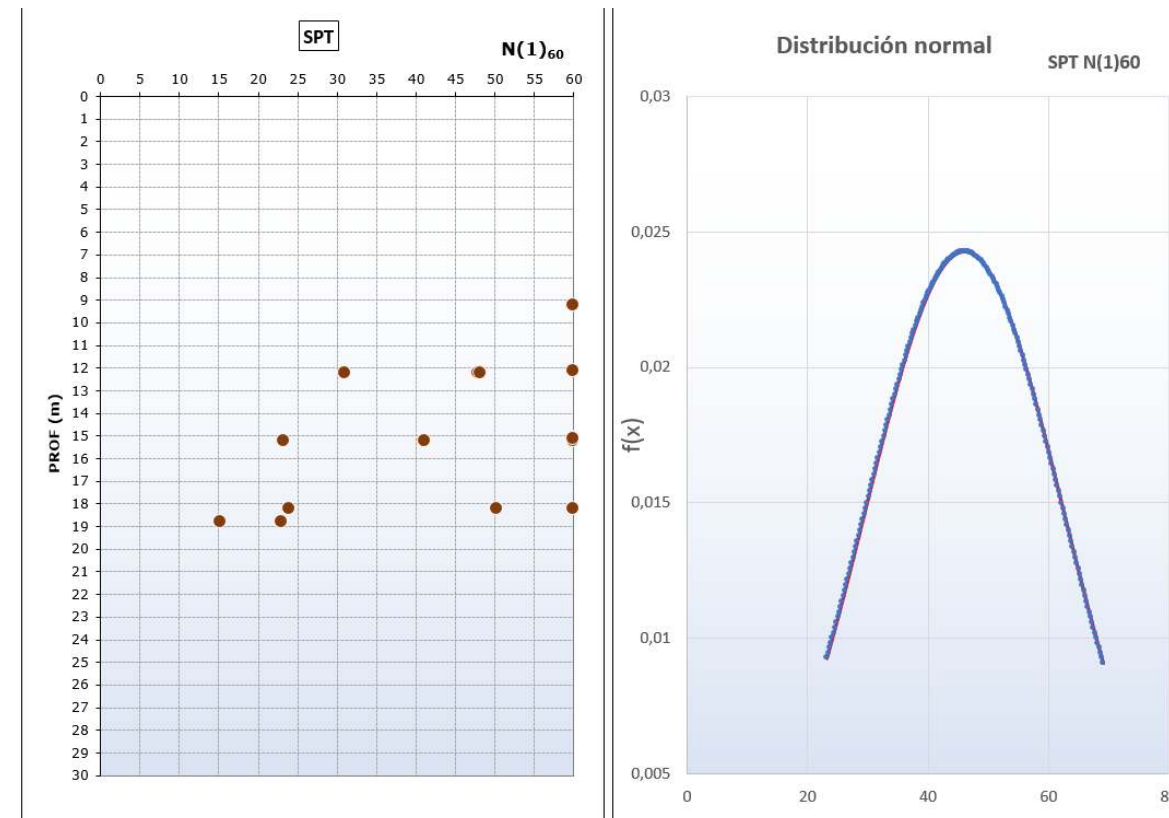


Figura 2. Resultados de los ensayos SPT de la unidad QT(G)

Una vez aplicadas las correcciones por energía de golpeo y carga efectiva se comprueba que la media de golpeo en una distribución normal es de 42. Sin embargo, los valores se distribuyen en dos grandes grupos. Así, de acuerdo con la clasificación de Sanglerat (1967) y Hunt (1984), se podrían clasificar estas gravas como compactas a muy compactas. Además, teniendo en cuenta algunas de las correlaciones mostradas anteriormente para determinar el ángulo de rozamiento en suelos granulares, tenemos:

SPT	ϕ
25	33-35
45	38-40

Parámetros deformacionales

El módulo de deformación también se ha determinado usando los valores de N de SPT según la siguiente relación:

$$E' = 1,0 \times N60 \text{ (CIRIA 143, 1995).}$$

Por tanto, el módulo de deformación se encuentra en la horquilla entre 25-45 Mpa

4.2.3. Terraza granular (arenas) $Q_{T(a)}$

El nivel de arenas se localiza por encima de las gravas anteriormente descritas. Se han detectado en todos los sondeos, con excepción del realizado en el paso inferior.

Identificación

Se han ensayado 6 muestras de esta unidad. En 4 de las muestras predomina la fracción arenosa y en otras 3 la fracción de gravas.

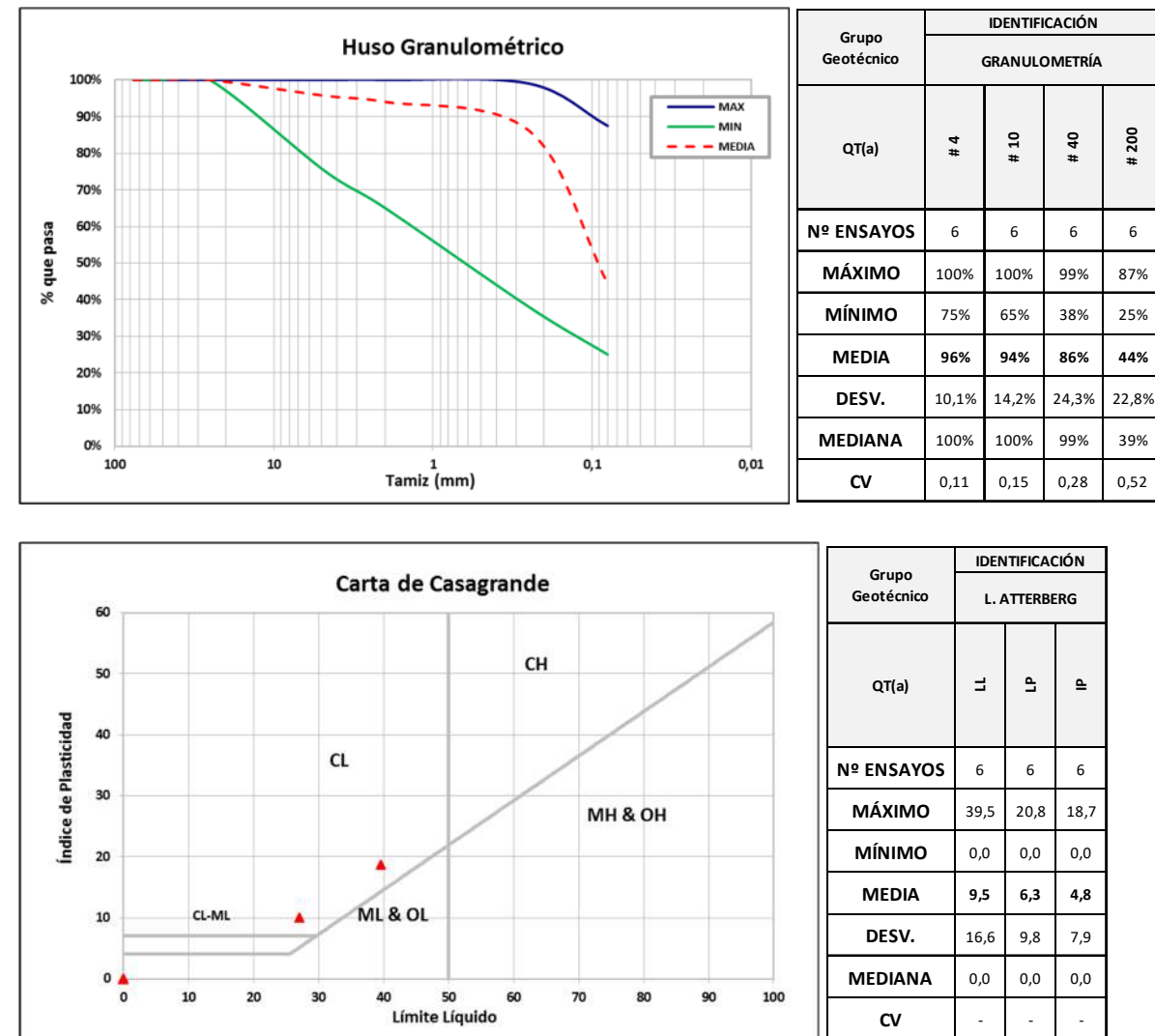
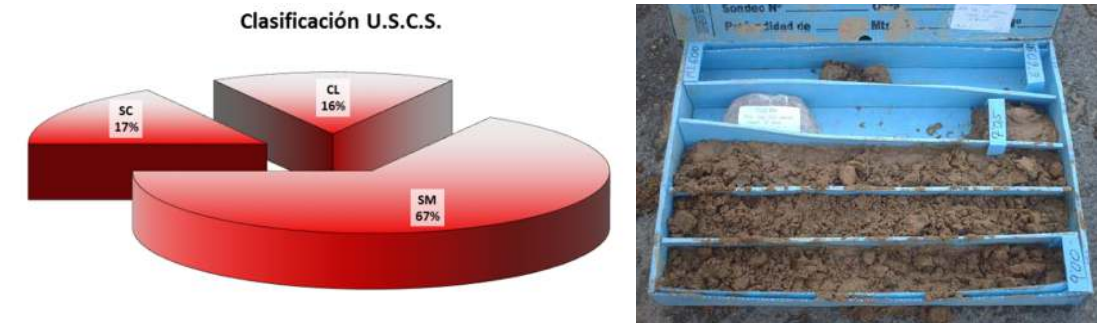


Figura 2. Resultados de los ensayos de identificación de la unidad $Q_{T(a)}$

La fracción fina presentan una plasticidad nula en cinco de las siete muestras ensayadas. Por tanto, la clasificación de las muestras según el sistema unificado de suelos es como sigue:



Arenas del nivel inferior de terrazas en el sondeo S-6 SFJ

Estado

Debido a su carácter granular, solamente se han podido tomar 3 muestras inalteradas en esta unidad. Los parámetros de estado obtenidos son:

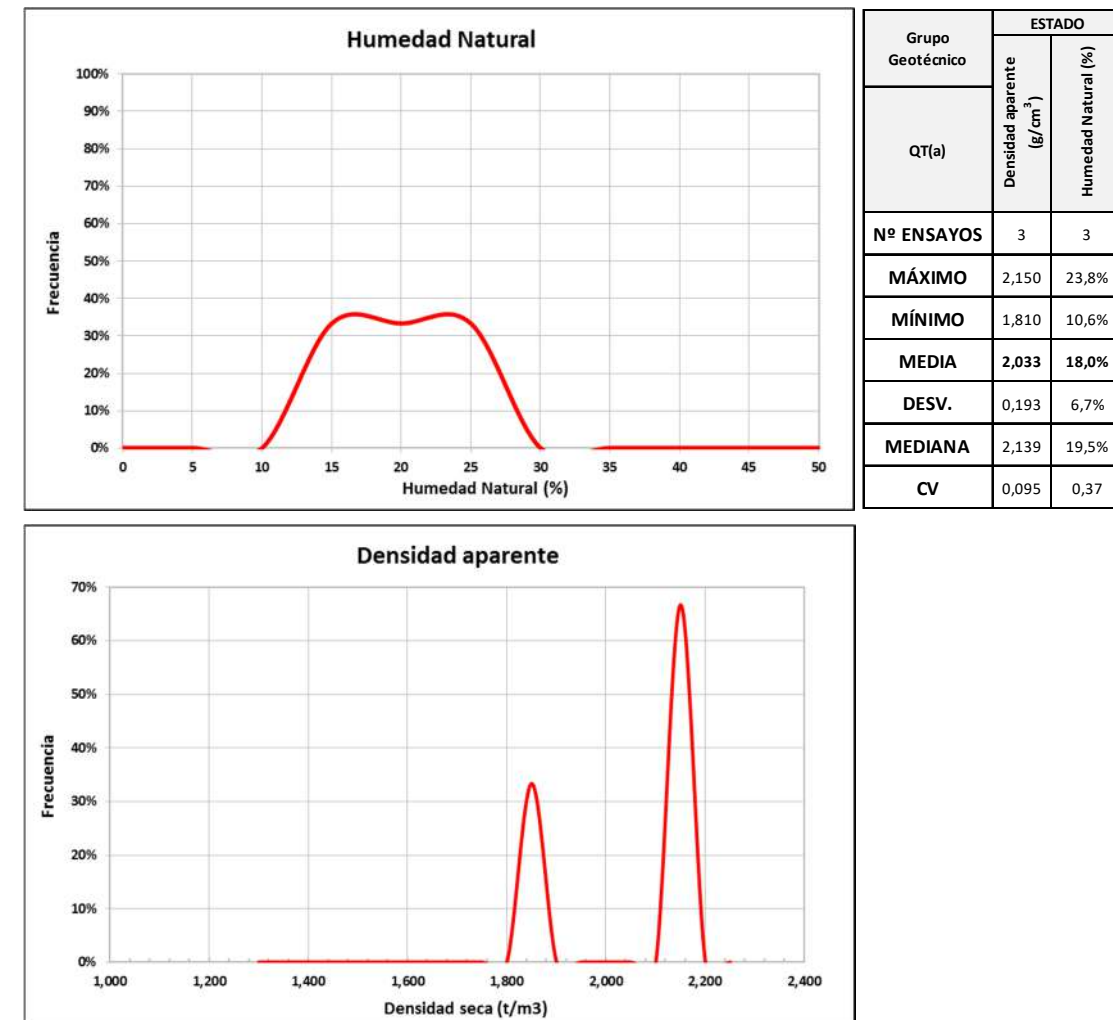


Figura 2. Resultados de los ensayos de estado de la unidad $Q_{T(a)}$

La humedad natural del terreno presenta valores en torno al 20% y la densidad aparente oscila entre 18 y 24 kg/cm³.

Ensayos químicos:

Se han realizado 6 ensayo de contenido en sulfatos y en todos ellos el resultado ha sido nulo (0%). En cuanto a materia orgánica, el valor máximo obtenido en las 5 muestras ensayadas ha sido de 0,65%.

Parámetros resistentes

Dadas las características de este material (suelos granulares con escasa matriz cohesiva), solamente se ha podido realizar un ensayo de resistencia a compresión uniaxial, con un resultado de 84 KPa. Por ello, vamos a usar los resultados en los ensayos SPT y algunas de las correlaciones ya detalladas.

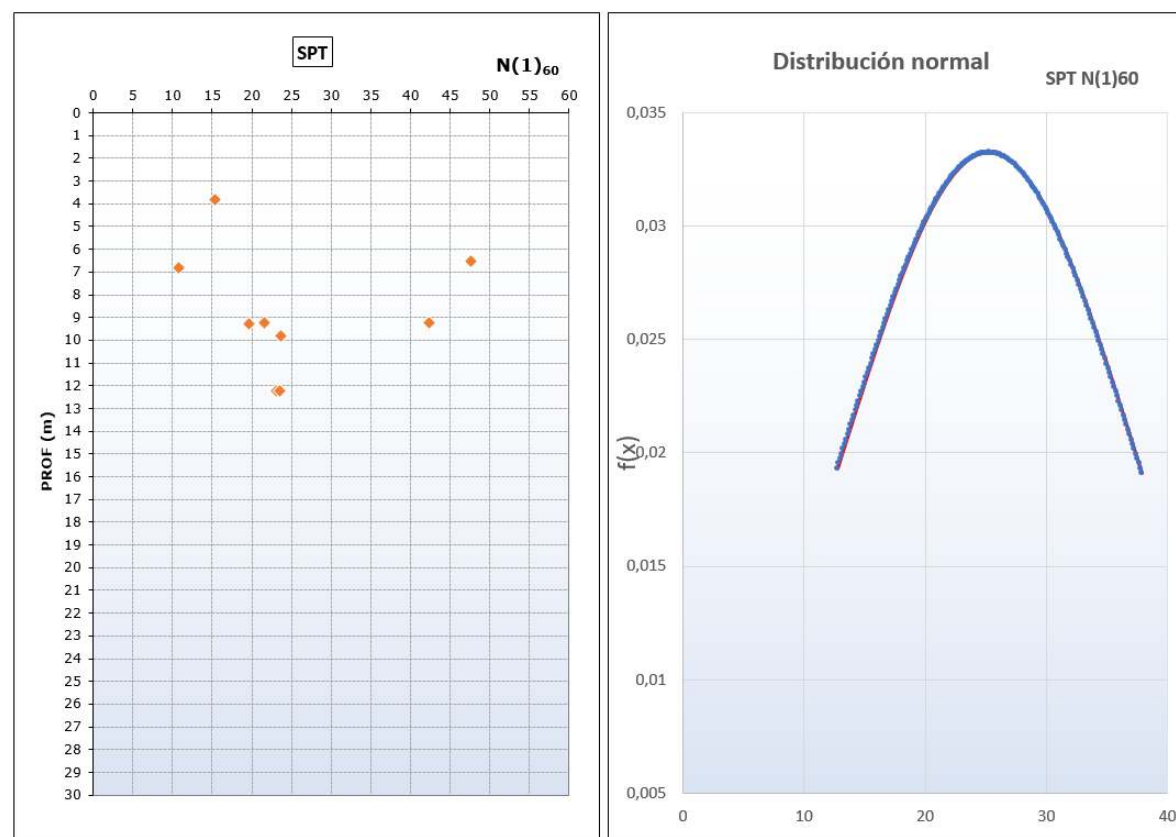


Figura 2. Resultados de los ensayos SPT de la unidad QT(a)

Una vez aplicadas las correcciones por energía de golpeo y carga efectiva la media de golpeo en una distribución normal es de $N(1)60=25$.

De acuerdo con la clasificación de Sanglerat (1967) y Hunt (1984), se podrían clasificar como arenas compactas. Teniendo en cuenta algunas de las correlaciones mostradas anteriormente para determinar el ángulo de rozamiento en suelos granulares, tenemos:

SPT	ϕ
25	32-35

Por otra parte, en dos muestras con un contenido en finos más elevado, se han llevado a cabo sendos ensayos de corte directo, con los siguientes resultados:

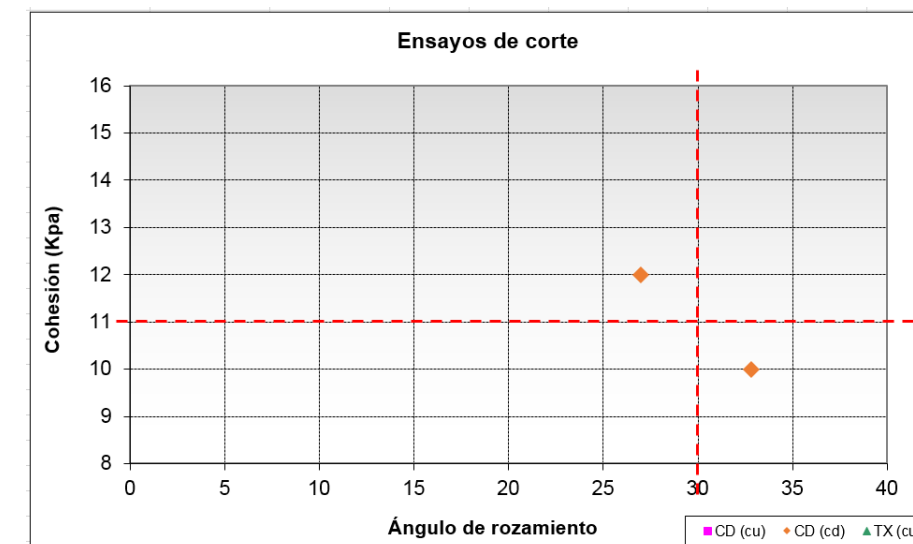


Figura 2. Resultados de los ensayos de corte de la unidad QT(a)

Se adoptan los siguientes valore medio para el cálculo:

Ensayos de corte		N.º de muestras	Medio	Máximo	Mínimo
CD _(CD)	c' (KPa)	5	11	12	10
	ϕ' (º)		30	33	27

Tabla 9: Resultados de los ensayos de corte de la unidad QT(a)

Parámetros deformacionales

El módulo de deformación también se ha determinado usando los valores de N de SPT según la siguiente relación:

$$E' = 1,0 \times N60 \text{ (CIRIA 143, 1995).}$$

Por tanto, el módulo de deformación se establece en 25Mpa

4.2.4. Terraza superior QT(F)

Esta unidad se corresponde con el nivel superficial de la terraza del Guadalquivir, representado por arcillas y limos más o menos arenosos. Se ha identificado en todas las prospecciones realizadas, con espesores que alcanzan su máximo desarrollo hacia el inicio del trazado, donde presenta 8,0m de potencia.

Identificación

Se han ensayado 8 muestras de esta unidad. Predominan las fracciones finas (principalmente arcillas), con un contenido medio en finos bastante elevado (82%):

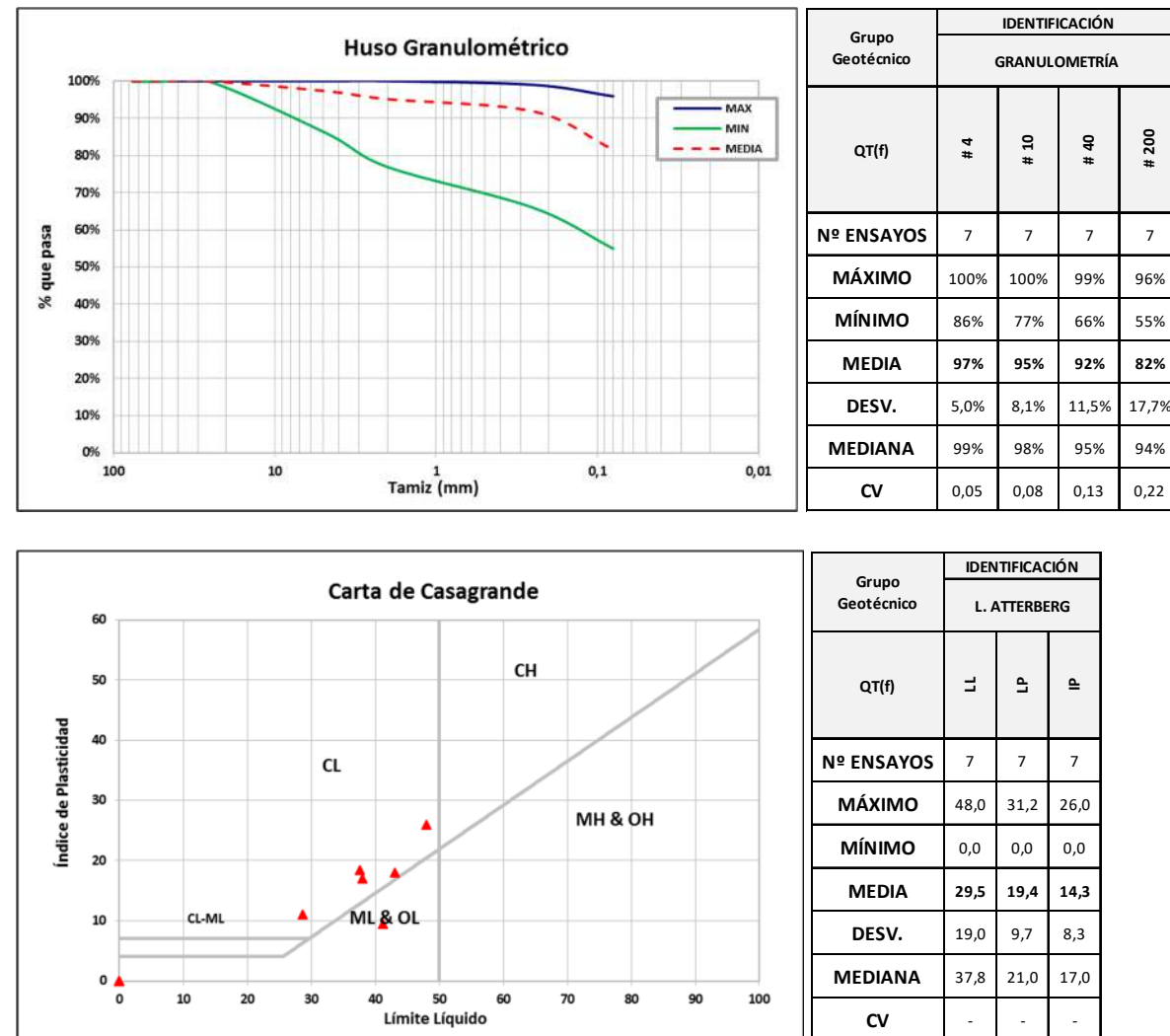
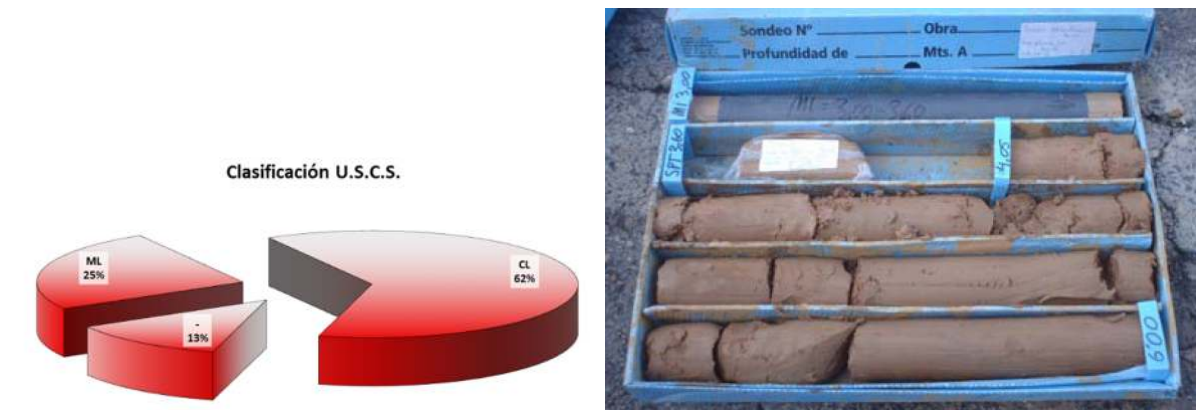


Figura 2. Resultados de los ensayos de identificación de la unidad QT(F)

La fracción fina presentan una plasticidad media-baja, con una muestra clasificada como no plástica. Por tanto, la clasificación de las muestras según el sistema unificado de suelos es como sigue:

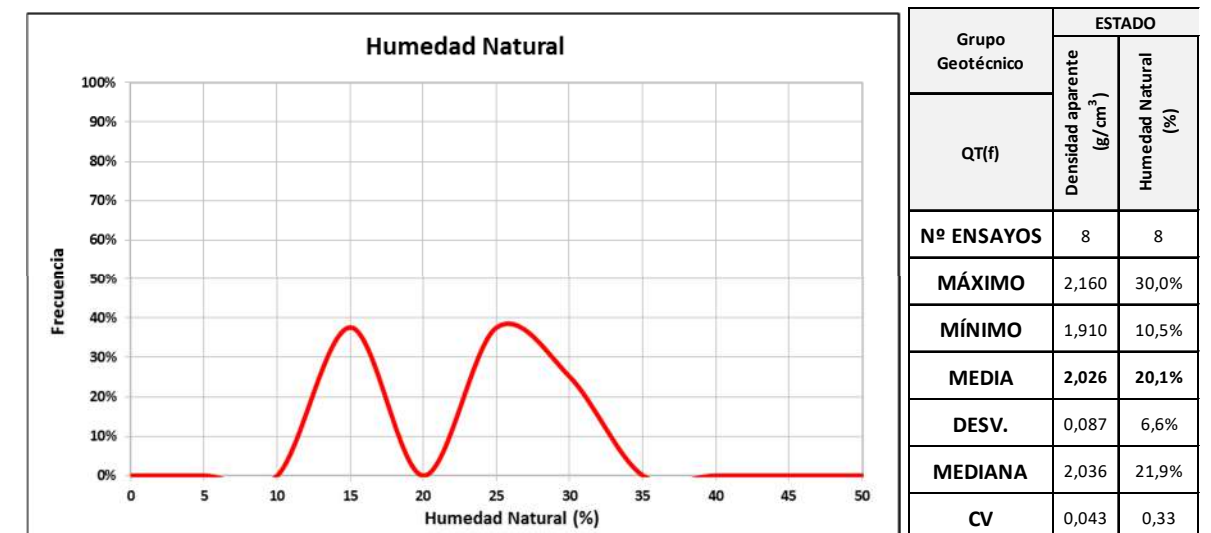


Ensayos químicos

Se han realizado 5 ensayo de contenido en sulfatos y en todos ellos el resultado ha sido nulo (0%). En cuanto a materia orgánica, el valor máximo obtenido en las 7 muestras ensayadas ha sido de 0,62%.

Estado

Se han realizado ensayos para la determinación de la humedad natural de las muestras inalteradas, así como otros ensayos en los que es necesaria la determinación de estos parámetros para su ejecución (resistencia a la compresión simple, corte directo, etc.).



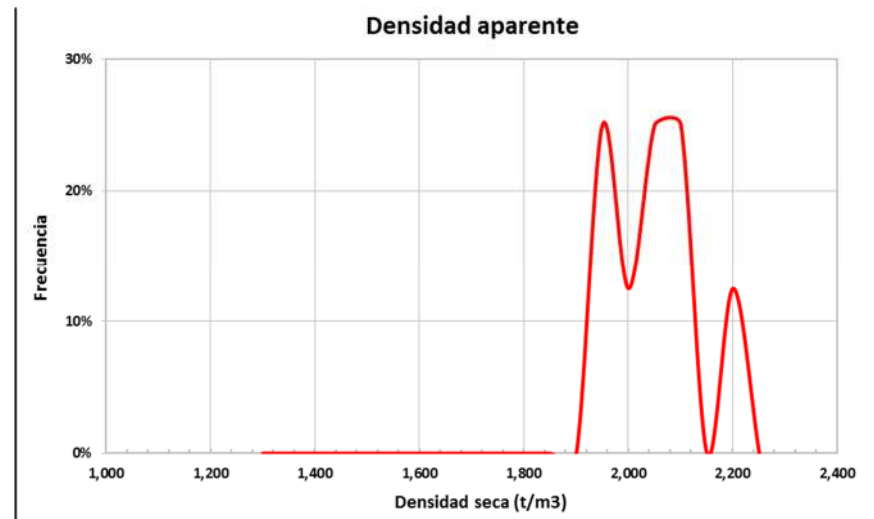


Figura 2. Resultados de los ensayos de estado de la unidad QT(F)

Puede observarse cierta dispersión en los datos obtenidos, especialmente en el caso de la humedad natural, con valores que socilan entre el 10 y el 30%. En el caso de la densidad, los resultados son mucho más homogéneos, con un valor medio de 2,0 kg/cm³

Expansividad

Dada la relevancia que un comportamiento expansivo por parte de esta unidad puede tener en la plataforma se han llevado a cabo 6 ensayos de hinchamiento libre, obteniéndose un valor máximo del 0,01%, por lo que estos materiales pueden clasificarse como no expansivos

Grado	Expansividad	%Finos	Límite Líquido	Lambe (KPa)	Presión Hinch. (KPa)	Hinchamiento libre %
I	Baja	<30	<35	<80	<25	<1
II	Baja a media	30-60	35-50	80-150	25-125	1-4
III	Media a alta	60-95	50-65	150-230	125-300	4-10
IV	Muy alta	>95	>65	>230	>300	>10

Tabla 10: Estimación indirecta de la expansividad en la Unidad QT(F)

Parámetros resistentes

Se dispone de 6 ensayos de resistencia a compresión uniaxial, con los siguientes valores:

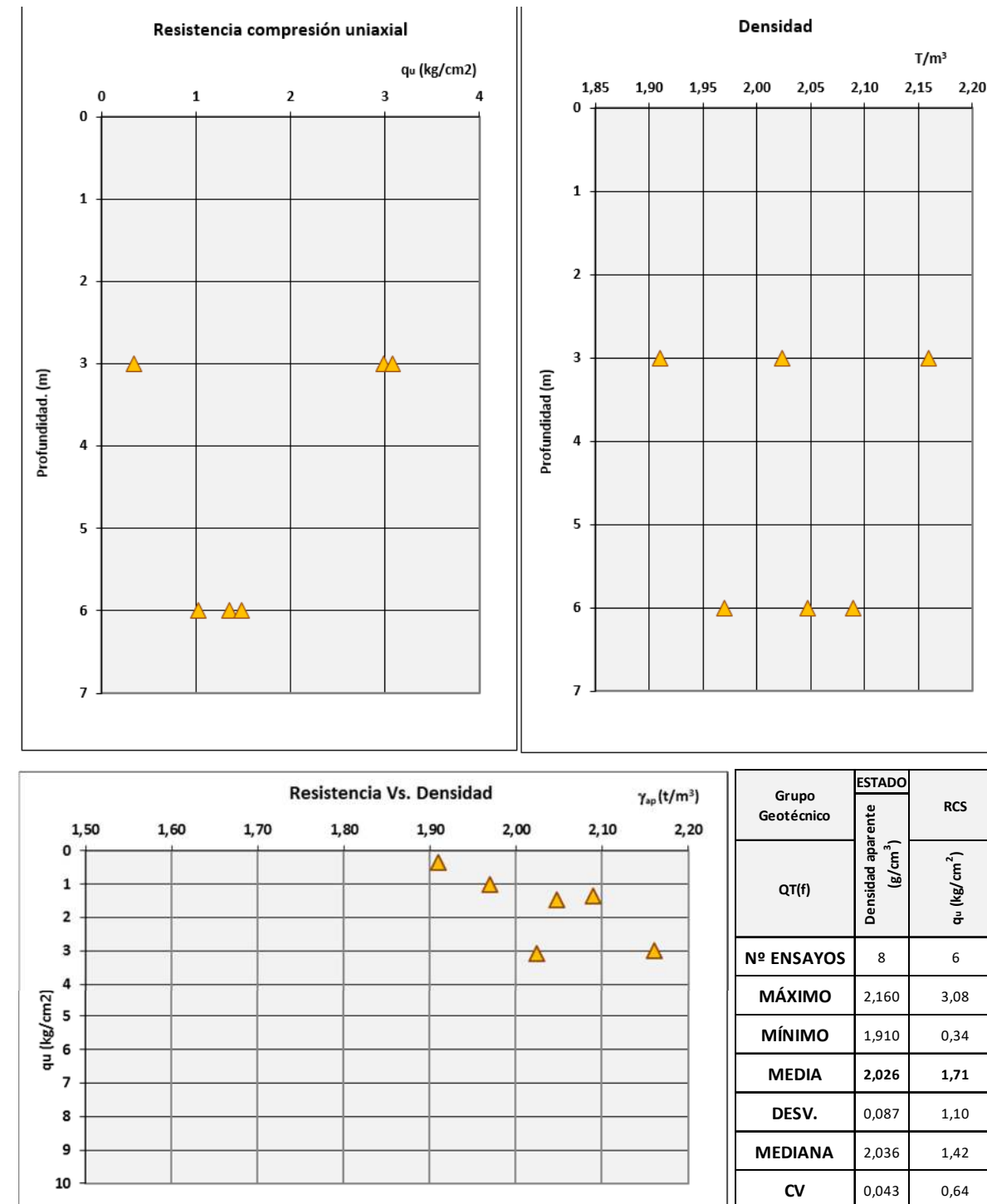


Figura 2. Resultados de los ensayos de resistencia de la unidad QT(F)

Eliminando los valores extremos, considerados no representativos, se puede adoptar una media de 1,25 kg/cm²

En cuanto a los ensayos SPT, los resultados se representan gráficamente a continuación:

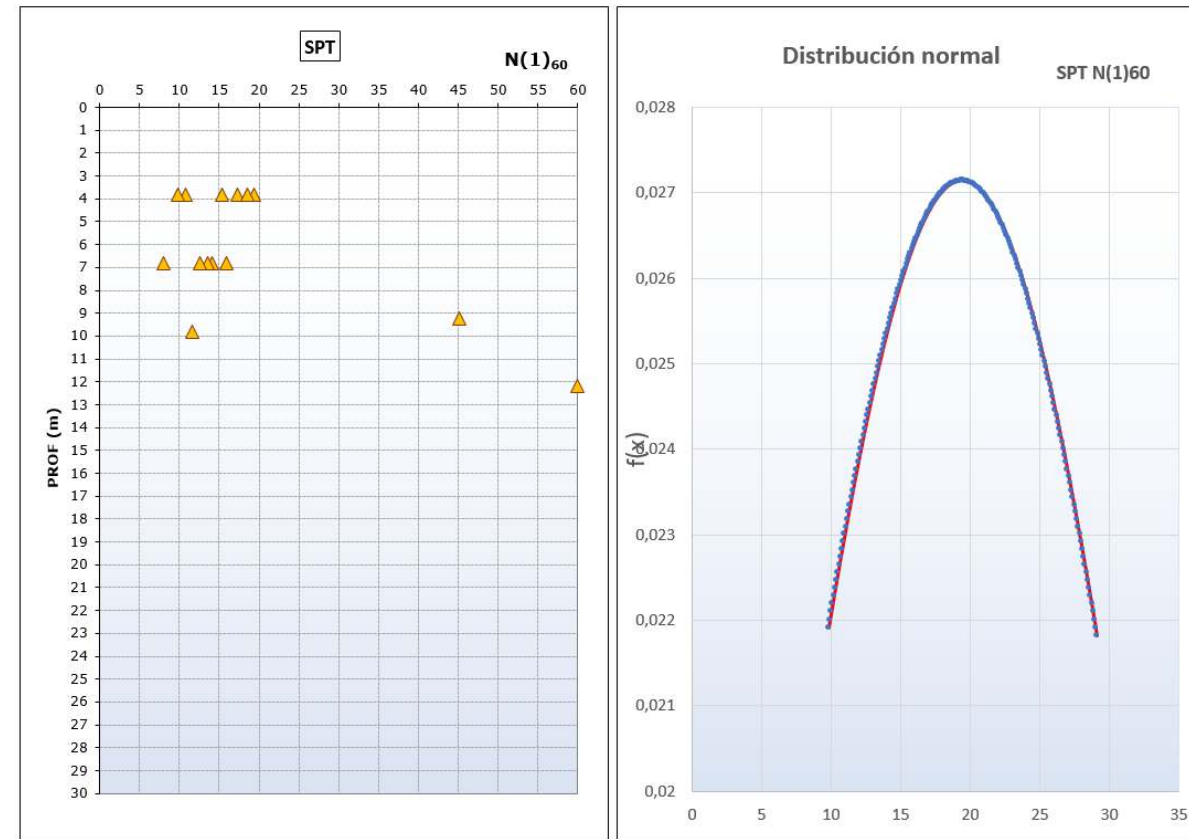


Figura 2. Resultados de los ensayos SPT de la unidad QT(F)

Una vez aplicadas las correcciones por energía de golpeo y carga efectiva se comprueba que la media de golpeo en una distribución normal es de 20. Sin embargo, prescindiendo de los dos ensayos de mayor valor, el promedio desciende a 15. Así, de acuerdo con la clasificación de Sanglerat (1967) y Hunt (1984), se podrían clasificar como suelos de consistencia/compacidad media-alta y un valor de q_u en torno a 2 kg/cm², valor algo superior a la media obtenida en laboratorio.

Para definir los parámetros de corte a largo plazo se cuenta con 7 ensayos de corte directo. Los valores obtenidos se resumen a continuación:

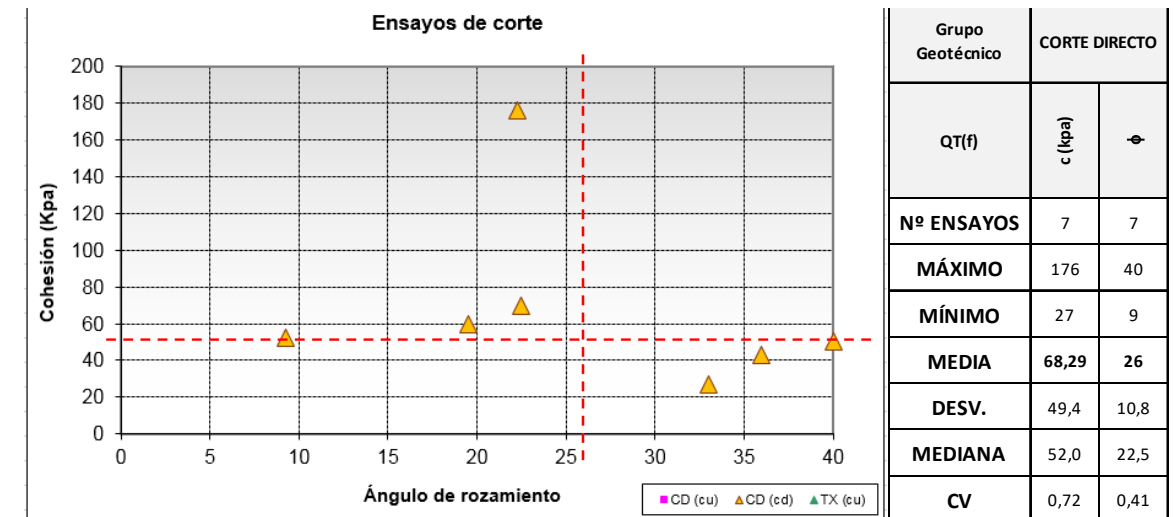


Figura 2. Resultados de los ensayos de corte de la unidad QT(F)

Eliminando los valores extremos, se adopta una cohesión de 50 KPa y un ángulo de rozamiento de 25° para esta unidad

Parámetros deformacionales

El módulo de deformación se puede determinar usando los valores de N de SPT según la siguiente relación:

$$E' = 0,9 \times N_{60} \text{ (CIRIA 143, 1995).}$$

Por tanto,

$$E' = 0,9 \times 16 = 13,5 \text{ MPa}$$

4.2.5. Resumen de parámetros geotécnicos

Una vez analizados los resultados de ensayos de laboratorio e in-situ para cada unidad, se resumen a continuación los parámetros geotécnicos de cálculo.

Parámetros		Margas azules	Terraza inferior (gravas)	Terraza inferior (arenas)	Terraza superior (arcillas)
% Finos	Pasa #0,08	97	17	44	82
Plasticidad	LL	49	NP	NP	30
	IP	28	NP	NP	14
Estado	γ_{ap} (KN/m ³)	20,0	21,0	20,5	20,0
	w (%)	27,0	-	18,0	20,0
Químicos	Sulfatos (%)	0,0	0,0	0,0	0,0

Parámetros		Margas azules	Terraza inferior (gravas)	Terraza inferior (arenas)	Terraza superior (arcillas)
	Materia O. (%)	-	-	0,65	0,6
Resistencia	Qu (kPa)	250	-	-	125
	Cu (kPa)	125	-	-	62
	c' (kPa)	35	0,0	10	50
	φ (º)	22	36	32	25
Deformabilidad	Mod. Elast. MPa	50	45	25	13,5
	Coef. Poisson υ	0,3	0,3	0,3	0,3

Tabla 11: Parámetros geotécnicos de cálculo definidos para el Proyecto

Permeabilidad

A título informativo facilitamos valores teóricos estándares de permeabilidad de los suelos.

Permeabilidad típica de los suelos		
Tipo de Suelo	Grado	Permeabilidad m/s
Gravas limpias	Alto	$>1 \times 10^{-3}$
Mezcla de arena y grava	Medio	1×10^{-3} a 1×10^{-5}
Arenas limosas y arenas finas	Bajo	1×10^{-4} a 1×10^{-7}
Limos, arena-limo, arcillas	Muy Bajo	1×10^{-6} a 1×10^{-9}
Arcillas puras	Impermeable	$<1 \times 10^{-9}$

Tabla 12: Permeabilidad Típica de los Suelos (Ingeniería geológica. Gonzalez Vallejo)

Se establecen los siguientes valores para las unidades afectadas:

Descripción		K (m/s)
Arcillas	$Q_{T(f)}$	1×10^{-8}
Arenas	$Q_{T(a)}$	1×10^{-5}
Gravas	$Q_{T(g)}$	1×10^{-3}
Margas azules	T_M	1×10^{-9}

Tabla 13: Permeabilidad de las unidades geotécnicas definidas en Proyecto

Coefficiente de balasto horizontal

Para su cálculo, se puede recurrir a los ensayos presiométricos o a partir de alguna de las siguientes correlaciones:

- Para materiales granulares, se sabe que el coeficiente de reacción horizontal (por metro lineal) aumenta con la profundidad según la expresión:

$$kh = nh \frac{z}{D}$$

Siendo n_h un factor que depende del índice de densidad del suelo. En el caso de arenas (secas o húmedas) tenemos:

Tipo de arena	Nh (kg/cm²)
Arena floja	0,22
Arena media	0,67
Arena densa	1,79

(Para arenas sumergidas, Terzaghi recomendaba adoptar valores iguales al 60%)

- Además, existen correlaciones con el golpeo del ensayo SPT, tanto para suelos granulares como cohesivos:

➤ Arenas: $Kh \text{ (t/m}^3\text{)} = 1000 \cdot 10^{\frac{N-28}{40}} \cdot \frac{z}{b}$ (en arenas sumergidas, el 60%)

➤ Arcillas: $Kh \text{ (t/m}^3\text{)} = \frac{40 N}{b(m)}$

Se establecen los siguientes valores:

Descripción		K_h (T/m³)
Arcillas	$Q_{T(f)}$	1000
Arenas	$Q_{T(a)}$	800
Gravas	$Q_{T(g)}$	2000
Margas azules	T_M	2800

Tabla 14: Coeficiente de balasto horizontal de las unidades geotécnicas definidas en Proyecto

4.2.6. Agresividad al hormigón

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y solicitaciones consideradas en el análisis estructural.

La instrucción EHE en su artículo 8.2.3, especifica la clase resistente del hormigón en cuanto a su exposición ambiental en relación con otros procesos de degradación distintos a la erosión. Así, se ha analizado la zona de estudio para ver su agresividad según la tabla 8.2.3.b de la citada instrucción:

Tipo de medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		Qa	Qb	Qc
Agua	Valor Del Ph	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5
	CO2 agresivo (Mg CO2/L)	15-40	40 -100	>100
	Ion Amonio (Mg NH4+/L)	15-30	30-60	>60
	Ion Magnesio (Mg Mg2+/L)	300-1000	1000-3000	>3000
	Ion Sulfato (Mg SO42-/L)	200-600	600-3000	>3000
	Residuo Seco (Mg/L)	75-150	50-75	< 50
Suelo	Grado de Acidez Baumann-Gully	>200	*	*
	Ion Sulfato (mg SO4/Kg de suelo seco)	2000-3000	3000-12000	>12000

* Estas condiciones no se dan en la práctica.

Tabla 15: Clasificación de la agresividad química (Tabla 8.2.3.b de la EHE)

En algunos sondeos de la campaña geotécnica se tomaron muestras de agua para proceder a su análisis químico, obteniendo los siguientes resultados:

SONDEO	Estructura	pH	Magnesio (Mg2+) (mg/l)	Sulfatos (SO4) (mg/l)	Amonio (NH4+) (mg/l)	Dióxido de carbono (CO2) (mg/l)	Residuo seco (mg/l)
S2-SFJ	Plataforma	7,31	21	89	0,1	1	366
S-2 RYC	Paso inf.	8,01	14,6	54	0,2	0	406
Qa	A. Débil	6,5-5,5	300-1000	200-600	15-30	15-40	150-75
Qb	A. Medio	5,5-4,5	1000-3000	600-3000	30-60	40-100	75-50
Qc	A. Fuerte	< 4,5	> 3000	> 3000	> 60	> 100	< 50

Tabla 16: Agresividad del agua freática en la zona de estudio

En cuanto a la agresividad del terreno, se han realizado ensayos de contenido en sulfatos que, como se ha visto en el apartado anterior, dan siempre un resultado nulo. Por tanto, puede afirmarse que tanto el suelo como el agua freática son NO AGRESIVOS.

5. Geotecnia de las obras de tierra

Se proyecta un trazado tranviario que discurre por zona urbana siguiendo las calles y viales existentes, salvo en las zonas donde está prevista un paso inferior en la Avenida Ramon y Cajal. Por esta razón los movimientos de tierra a lo largo de la actuación definitiva son escasos, siendo únicamente unos rellenos localizados que se cubrirán con material seleccionado.

5.1. Explanada

Del tipo de materiales sobre el que debemos construir, se deduce la obligatoriedad o no de mejorar el plano de cimentación, mediante saneo y posterior relleno. En la Norma 6.1 IC. Secciones de firme

quedan reflejados los procedimientos para la definición y la obtención de las distintas categorías de explanada.

Los materiales utilizables en explanadas se definen en la siguiente tabla:

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	- CBR $\geq$ 3 (*). - Contenido en materia orgánica < 1%. - Contenido en sulfatos solubles (SO ₃) < 1%. - Hinchamiento libre < 1%.
1	Suelo adecuado	330	- CBR $\geq$ 5 (*) (**).
2	Suelo seleccionado	330	- CBR $\geq$ 10 (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	- CBR $\geq$ 20 (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado <i>in situ</i> con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm. - Espesor máximo: 30 cm.

Tabla 17: Materiales para la formación de explanadas (Norma 6.1 IC. Secciones de firme)

Según la citada Norma 6.1 (Secciones de firme) y 2 IC hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En desmontes y en terraplenes de poca altura la categoría de la explanada será función de las características del terreno natural en una profundidad mínima de 1,00 m desde la explanada, o de las características y espesor del material utilizado donde se procede a sustituir o estabilizar "in situ" aquel.
- En suelos inadecuados cuyo espesor haga inviable económicamente su sustitución o estabilización, se comprobará que no son de tener cambios de volumen ni asentamientos que afecten a la explanada; de lo contrario será necesario un estudio especial.
- Según las características observadas en sector, la traza se va a situar sobre rellenos antrópicos: se trata de relleno actual de naturaleza variable, existiendo en superficie varias capas constituyentes del pavimento existente (aglomerado asfáltico, hormigón, zahorra, albero) con un espesor total algo inferior a 1m. A continuación, se reconoce arcilla arenosa y arena arcillosa con fragmentos cerámicos y materia orgánica. La potencia de este nivel, de acuerdo con los sondeos disponibles, oscila entre 1,00 y 2,20m, pero no deben descartarse potencias mayores en zonas localizadas, por lo que se requiere crear una superficie de apoyo continua sobre la que asiente la plataforma de la vía para aumentar el grado de consistencia y/o compacidad.

- Para ello, una vez realizada la excavación para alcanzar la cota de base de la plataforma, habrá que realizar un saneo en el nivel de rellenos antrópicos (1,00 m de potencia) procediendo además al saneo de posibles zonas blandas que pudieran aparecer durante la excavación. Seguidamente se compactará el fondo de la excavación y se rellenará con material homogéneo tipo 3 (suelo seleccionado con contenido menor del 5% en finos y CBR >20) compactado en tongadas de espesor no superior a 0,25 m. tras la cual se procederá a la disposición de las capas que constituyen la plataforma.
- El proceso de compactación se controlará mediante la ejecución ensayos de densidad y humedad “in situ” y de placa de carga, asegurando que el material de sustitución alcanza un valor de módulo de deformación en el segundo ciclo de carga superior a 45 MN/m³.
- La superficie de la explanada deberá quedar al menos a 120 cm por encima del nivel más alto previsible de la capa freática donde el suelo utilizado sea marginal. A tal fin se adoptarán medidas tales como la elevación de la rasante de la explanada, la colocación de drenes subterráneos, la interposición de geotextiles o de una capa drenante, etc. De acuerdo con los datos disponibles, el nivel freático se sitúa entre 6,0 y 10,0m de profundidad.

5.2. Paso inferior Ramon y Cajal

5.2.1. Perfil del terreno

El perfil geotécnico del terreno se ha definido a partir de los resultados del sondeo S-2 RYC de acuerdo con el siguiente esquema (profundidades respecto a la cota actual de la calle):

- De 0,00 a 2,40m: Relleno antrópico
- De 2,40 a 8,00m: Arcillas y limos marrones con contenidos en finos entre el 60 y el 94%
- De 8,00 a 17,10: Grava silícea heterométrica redondeada en matriz arenosa con un contenido en finos inferior al 5%
- De 17,10 a indefinido: Arcilla margosa azul con contenidos en finos por encima del 97%

El nivel freático se establece a 8m de profundidad, coincidiendo con el contacto entre el nivel superior de arcillas y limos de la terraza y las gravas del nivel inferior.

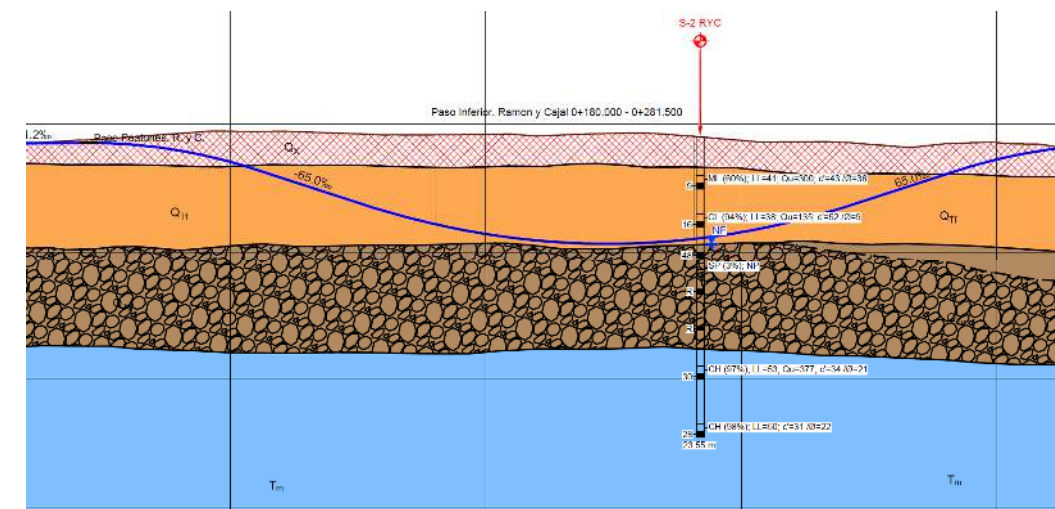


Figura 2. Perfil geotécnico longitudinal en el tramo del paso inferior (Plano 3)

5.2.2. Caracterización geotécnica

Los parámetros del terreno para el cálculo de las pantallas se resumen en la siguiente tabla:

Litología	Parámetros elásticos		Peso específico (kN/m ³)	Resistencia al corte		Permeab (m/s)	Coef. Reacción (MN/m ³)	
	Mod. Def. E (MPa)	Coef. Poisson		c' (kPa)	φ		K ₃₀	K _n
Rellenos	10	0,30	1,9	5	24	–	–	–
Terraza sup. (arcillas)	13	0,30	2,0	50	25	1 x 10 ⁻⁸	30	10
Terraza inf (gravas)	45	0,30	2,1	0	36	1 x 10 ⁻³	150	20
Margas azules	50	0,35	2,0	35	22	1 x 10 ⁻⁹	300	28

Tabla 18: Parámetros geotécnicos para el cálculo de pantallas

5.2.3. Recomendaciones constructivas

El sistema más adecuado para la ejecución del paso inferior es el llamado método de “cut and cover”, con pantallas de hormigón armado in situ de pilotes secantes y losa superior. La solera, resistente a la subpresión, se apoyará parcialmente en las gravas.

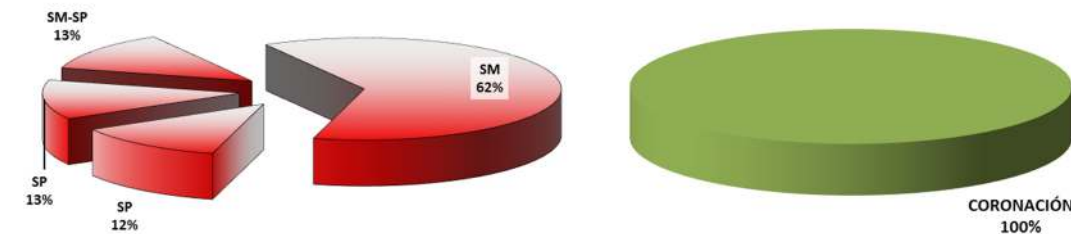
Para permitir la excavación sin problemas de achique en la parte más profunda del paso inferior, las pantallas laterales se deben empotrar en las margas azules, del orden de 1,5-2,0m., a fin de cortar las filtraciones a corto plazo (hay que tener en cuenta que la cota de nivel freático puede fluctuar en el tiempo según la estación del año; por otro lado, también deben considerarse las variaciones laterales en la cota de techo del nivel de gravas, lo que afectaría a la posición del freático). Cuando la cota de excavación no afecte al nivel de gravas (coincidente con el nivel freático), no será necesario

que las pantallas se empotren en las margas azules. Por otra parte, en la zona más profunda del paso inferior será necesaria la realización de pantallas transversales de cierre, a ejecutar con pantallas continuas de mortero y hormigón de baja resistencia (sin armar) que aseguren la estanqueidad de la excavación.

La excavación de todas las unidades se podrá realizar con medios mecánicos convencionales.

En cuanto al aprovechamiento, de acuerdo con las prescripciones del Pg-3, las dos unidades afectadas se clasifican de la siguiente manera (los rellenos antrópicos deberán ir a vertedero):

QT(G)



QT(F)

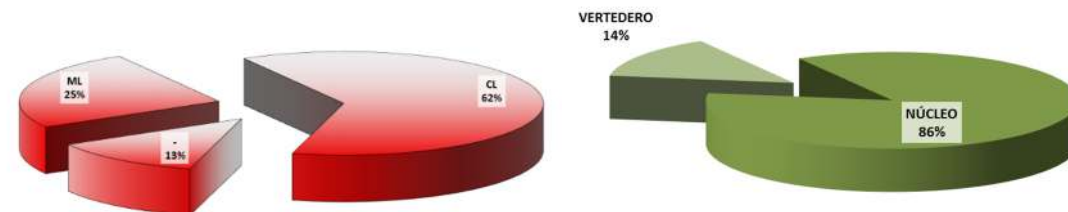


Figura 2. Clasificación USCS y clasificación para su reutilización de las unidades QT(G) y QT(F)

- Coeficiente de balasto: es un parámetro necesario para estimar las deformaciones en el terreno producto de las cargas que transmite la losa a los estratos sobre los que se apoya. En la práctica, se puede calcular de dos maneras: a partir del valor obtenido con un ensayo de placa de carga sobre el terreno y de manera analítica, a partir de la determinación de parámetros característicos del suelo (módulo de deformación, resistencia, tensión admisible, etc.).

a) Para el cálculo del módulo de balasto de una losa cuadrada a partir del ensayo de placa de carga de 30x30cm se usan las siguientes relaciones propuestas por Terzaghi (1955):

$$\text{Suelos cohesivos (arcillas): } k = \frac{k_{30} \cdot 0.3}{B}$$

$$\text{Suelos arenosos o granulares: } k = k_{30} \left(\frac{B + 0.3}{2B} \right)^2$$

Para una losa rectangular, se realiza la siguiente transformación:

$$k_{\text{rectangular}} = (2/3) k_{\text{cuadrado}} [1 + B/(2L)]$$

Por tanto, a partir de los valores de k_{30} de la Tabla 18, el módulo de balasto vertical para una losa de 8m de ancho será:

✓ En Q_{TG} : 28 MN/m³

✓ En T_M : 7,80 MN/m³

b) Para el cálculo del módulo de balasto a partir del módulo de deformación se puede recurrir a la formulación de Vesic:

$$k = \frac{E}{B \cdot (1 - \nu)^2}$$

Por tanto, a partir de los valores de E de la Tabla 18, el módulo de balasto vertical para una losa de 8 m de ancho será:

✓ En Q_{TG} : 12,8 MN/m³

✓ En T_M : 14,3 MN/m³

- Tensión admisible de los muros de acompañamiento: en suelos cohesivos, entendiendo por tales aquellos que tienen más del 15% de finos, se comprueba la seguridad frente al hundimiento mediante cálculos analíticos. Así, la tensión admisible (σ_{adm}) del terreno se determina a partir de la presión de hundimiento, dada por la expresión general de Terzaghi:

$$p_{vh} = q \cdot N_q + c \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma$$

- c = cohesión del terreno de cimiento (KN/m²). Se usarán valores efectivos para el cálculo a largo plazo y cohesión sin drenaje para el corto plazo.
- q = sobrecarga de tierras sobre el nivel de cimiento ($q = \gamma_1 \cdot D$).
 γ_1 = peso específico del terreno por encima del plano de cimiento (KN/m³).
 D = profundidad de la cimentación (m).
- γ = peso específico efectivo del terreno bajo el nivel de cimentación.
- B^* = ancho de la zapata equivalente
- N_c , N_q y N_γ = factores de capacidad de carga, función únicamente del ángulo de rozamiento interno (ϕ).

Por tanto, a partir de los parámetros geotécnicos de cálculo definidos para el Proyecto (Tabla 11) la tensión admisible para estos muros (considerando un ancho de zapata de 1,5m) será:

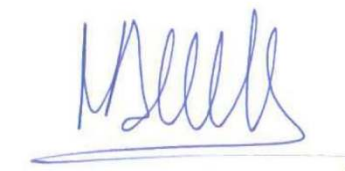
- ✓ En Q_x : 129 kPa
- ✓ En Q_{TF} : 150 kPa

6. Resumen y conclusiones

- Para la realización de este Anejo se ha dispuesto de información geotécnica procedente de 7 sondeos, incluyendo ensayos SPT y toma de muestras inalteradas y testigos parafinados que han permitido la realización de ensayos de laboratorio para la caracterización geotécnica de los materiales afectados.
- Desde el punto de vista geológico, la zona objeto de estudio está enclavada dentro del dominio geológico del río Guadalquivir. Los materiales que predominan en esta unidad son sedimentos terciarios de litología margosa, arcillosa y arenosa a techo. Es la formación más importante en toda la depresión del Guadalquivir, y si nos circunscribimos al casco urbano de Sevilla, es el sustrato a efectos del proyecto. Sobre estas margas azules se depositan las terrazas cuaternarias relacionadas con la dinámica deposicional del río, constituidas 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 es variable, comprendida entre 5 y 30 m
- El nivel freático se ha detectado entre 6,0 y 10,2m de profundidad bajo la rasante actual, coincidente con el nivel de terrazas granulares (gravas)
- Las prospecciones realizadas son de carácter puntual, por lo que se recomienda la inspección "de visu" del terreno durante la ejecución de la obra, con el fin de verificar que las características aparentes del terreno en cada punto corresponden a las que han servido de base a este informe. Si se encontrasen discordancias entre el terreno existente en algún punto y los resultados de los ensayos y del estudio del terreno, deberán ser analizadas de manera particular.
- De acuerdo con los resultados de los análisis químicos realizados (contenido en sulfatos sobre el subsuelo de la zona estudiada y análisis de agua freática) no será necesario utilizar cementos especiales para proteger del terreno a los hormigones de la futura edificación.
- El potencial expansivo de los niveles geotécnicos se considera nulo debido a que los niveles más superficiales están constituidos por rellenos antrópicos y la fracción fina del nivel superior de terrazas presenta una plasticidad media a baja
- En relación con el riesgo sísmico, son de obligada aplicación las prescripciones que se recogen en la Norma NCSE-02, habiéndose estimado una aceleración sísmica de cálculo $a_c = 0.077g$
- Para la ejecución de la explanada se propone sanear 1,0m de rellenos antrópicos por debajo de la cota de muro de la plataforma; este metro de saneo será sustituido por un suelo seleccionado de CBR >20 sobre el cual se dispondrán las capas que constituyen la plataforma. Los materiales saneados serán retirados a vertedero.

- El proceso de compactación se controlará mediante la ejecución ensayos de densidad y humedad "in situ" y de placa de carga, asegurando que el material de sustitución alcanza un valor de módulo de deformación en el segundo ciclo de carga superior a 45 MN/m³.
- Todas las excavaciones se podrán llevar a cabo mediante medios mecánicos convencionales
- Los materiales excavados para el paso inferior, con excepción de los rellenos antrópicos, podrán reutilizarse en obra de acuerdo con su clasificación según PG-3 (tolerables las arcillas y limos de la terraza superior y seleccionados las gravas del nivel inferior).
- De manera general, para cualquier excavación a realizar, se recomienda tener abierta la excavación el tiempo más corto posible, procediéndose pronto al hormigonado del cimiento para evitar la alteración o descompresión de la capa de apoyo.
- El paso subterráneo se ha proyectado en falso túnel, es decir, efectuando el vaciado desde la superficie en el caso de las rampas. El primer paso en el proceso de ejecución del túnel es la realización de la estructura de contención del terreno, para lo cual se proponen sendas pantallas de pilotes secantes que constituyen los hastiales, completando el conjunto con una losa ejecutada "in situ" que cubre el paso inferior al nivel de la calle. Una vez ejecutada la losa se realizará la excavación bajo la misma.
- Los pilotes del tramo en voladizo (rampas de acceso) no es necesario que empotren en las margas, puesto que la solera queda por encima de NF. En la zona de túnel será necesario llevar los pilotes a las margas y disponer de pantallas temporales de cierre para asegurar una excavación en seco.
- Todas las profundidades dadas en el presente informe se refieren a la rasante actual del terreno, en la fecha de ejecución de los trabajos de campo

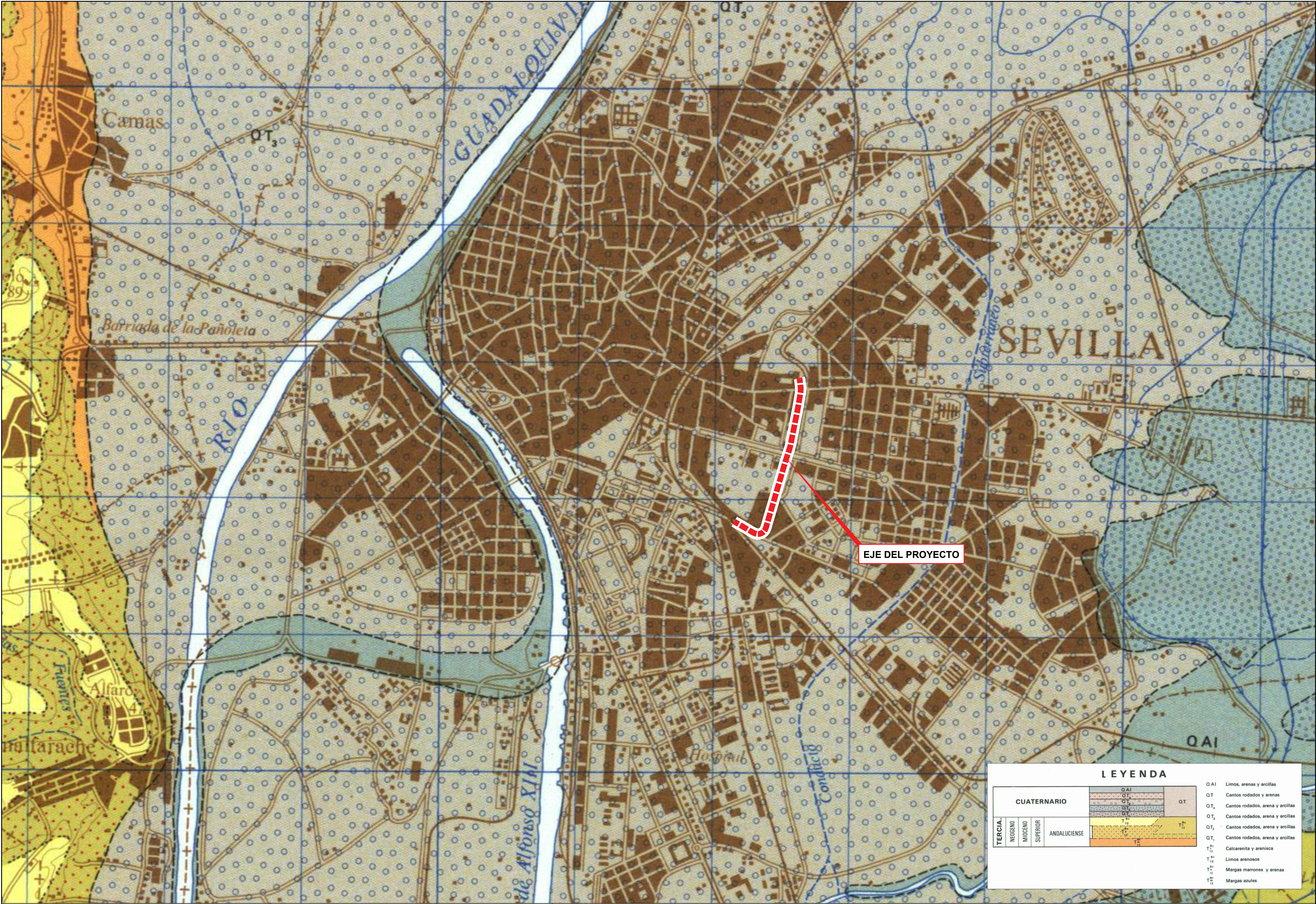
EL GEÓLOGO AUTOR DEL ANEJO



Fdo: Ignacio Ruiz García
Nº Colegiado 860

Planos

Mapa Geológico MAGNA (ITGE).1:50.000



CUATERNARIO

TERCIA

NEOGENO

MIOCENO

SUPERIOR

ANDALUCIENSE

QAI

QT

QT₄

QT₂

QT₁

T₁₂⁴

T₁₂³

T₁₂²

T₁₂¹

T₁₂⁰

QT

T₁₂⁴

T₁₂³

T₁₂²

T₁₂¹

T₁₂⁰

QAI

QT

QT₄

QT₂

QT₁

T₁₂⁴

T₁₂³

T₁₂²

T₁₂¹

T₁₂⁰

Calcarenita y arenisca

Limos arenosos

Margas marrones y arenas

Margas azules

NOSDO

AYUNTAMIENTO DE SEVILLA

Seguridad, Movilidad y Fiestas Mayores

EMPRESA CONSULTORA:

ayesa

ESCALAS:

1:12.500

0 62.5 125 187.5

FORMATO ORIGINAL UNE A-1

TÍTULO DEL PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL METRO LIGERO EN SUPERFICIE DEL CENTRO DE SEVILLA: TRAMO SAN BERNARDO - CENTRO NERVIÓN

CÓDIGO (INTERVENCIÓN):

LA0002175

CÓDIGO (AYUNTAMIENTO DE SEVILLA):

LO1410917

Nº DE PLANO:

A05.1

HOJA

1

DE

1

DESIGNACIÓN:

PLANTA MAGNA

NOMBRE DEL FICHERO DIGITAL:

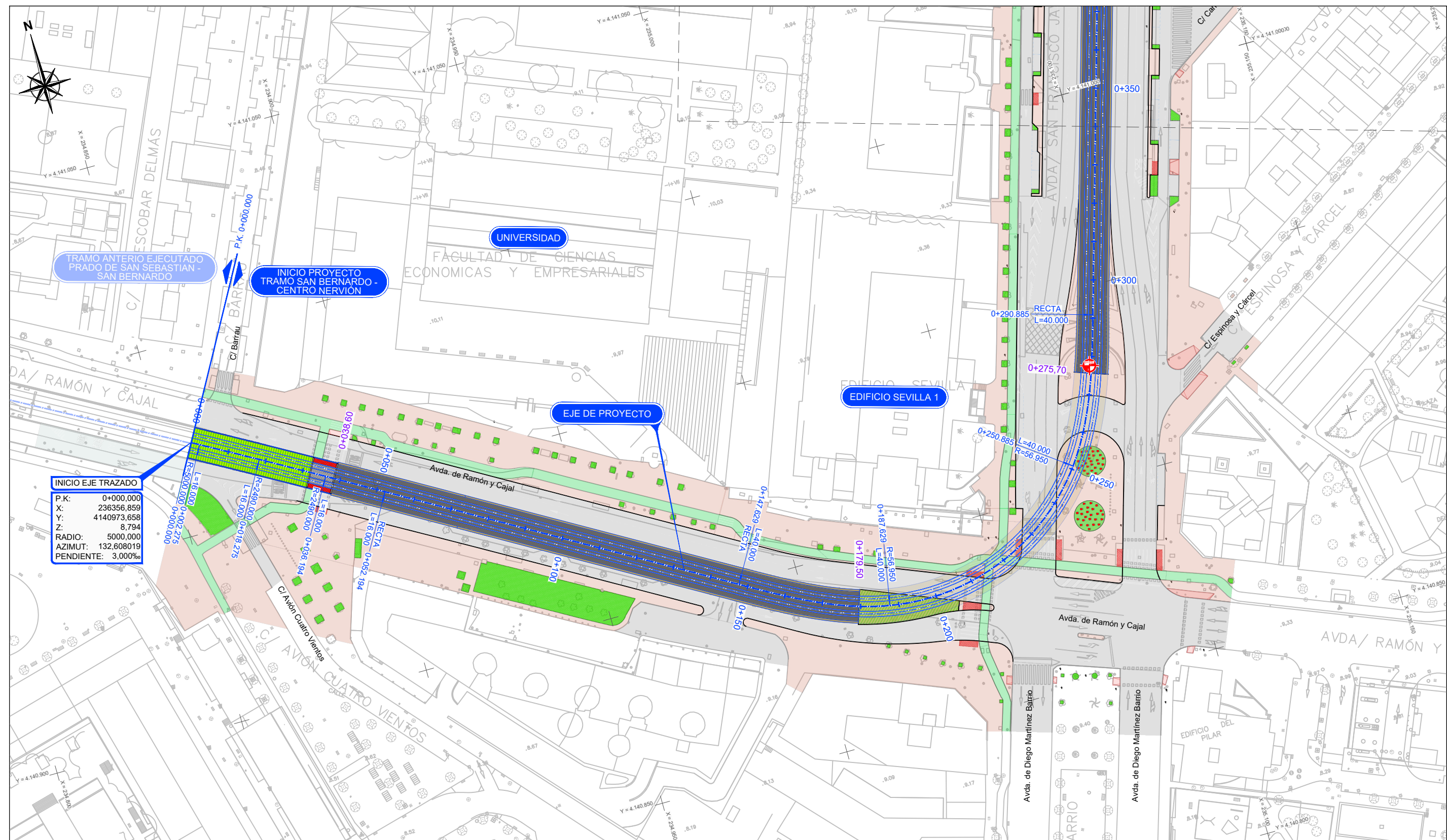
A05.1_Planta Magna_v02.dwg

FECHA:

FEBRERO - 2020

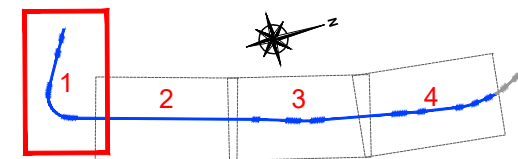
Nº. DE PÁGINA:

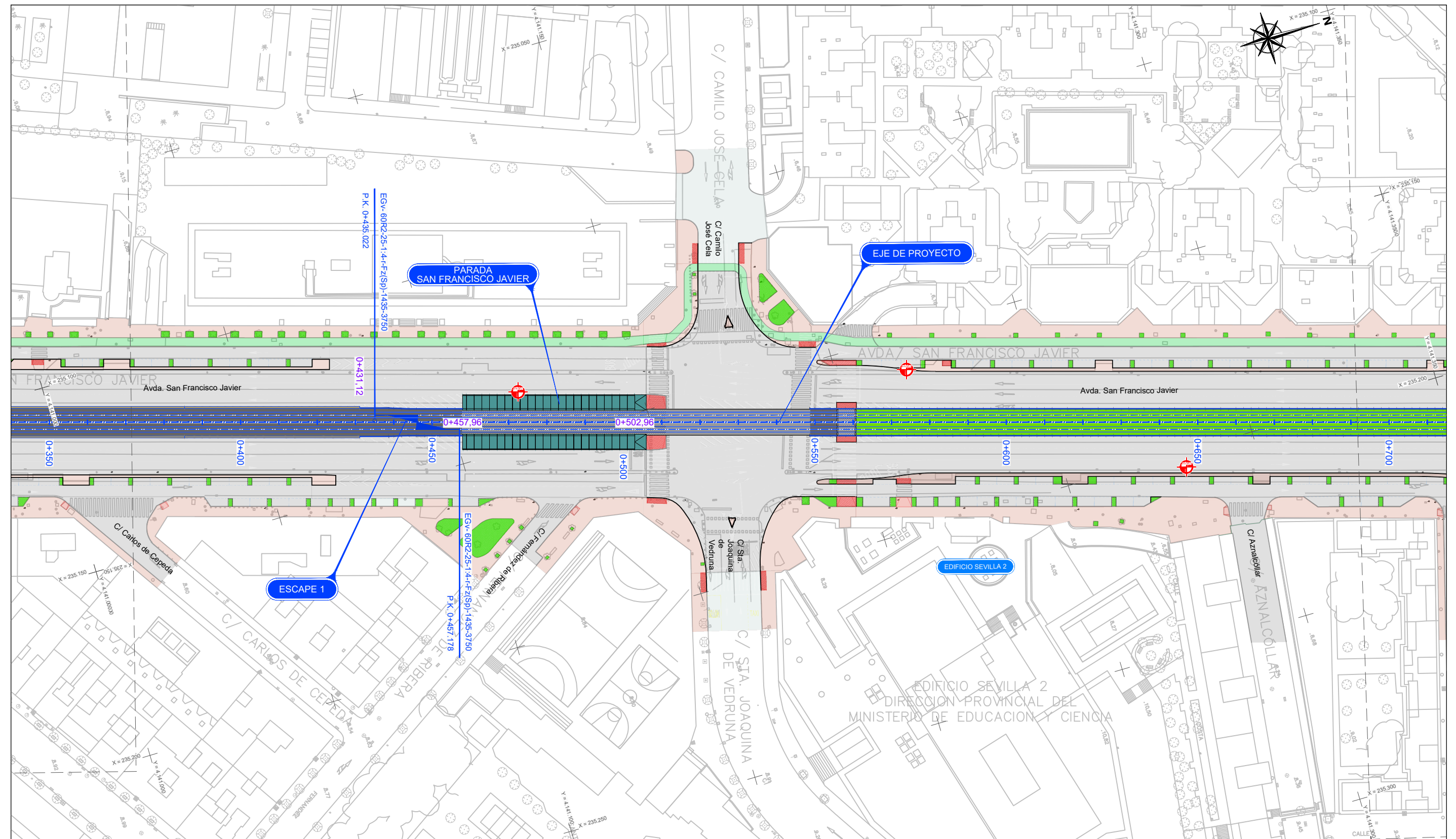
Planta de situación de reconocimientos



INICIO EJE TRAZADO
P.K.: 0+000.000
X: 236356.859
Y: 4140973.658
Z: 8.794
RADIO: 5000.000
AZIMUT: 132.608019
PENDIENTE: 3.000‰

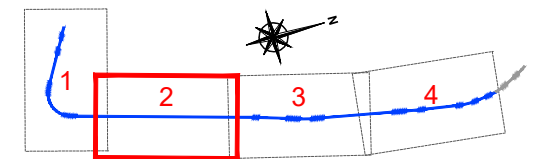
LEYENDA:
INVESTIGACIÓN GEOTECNICA:
SONDEO MECÁNICO

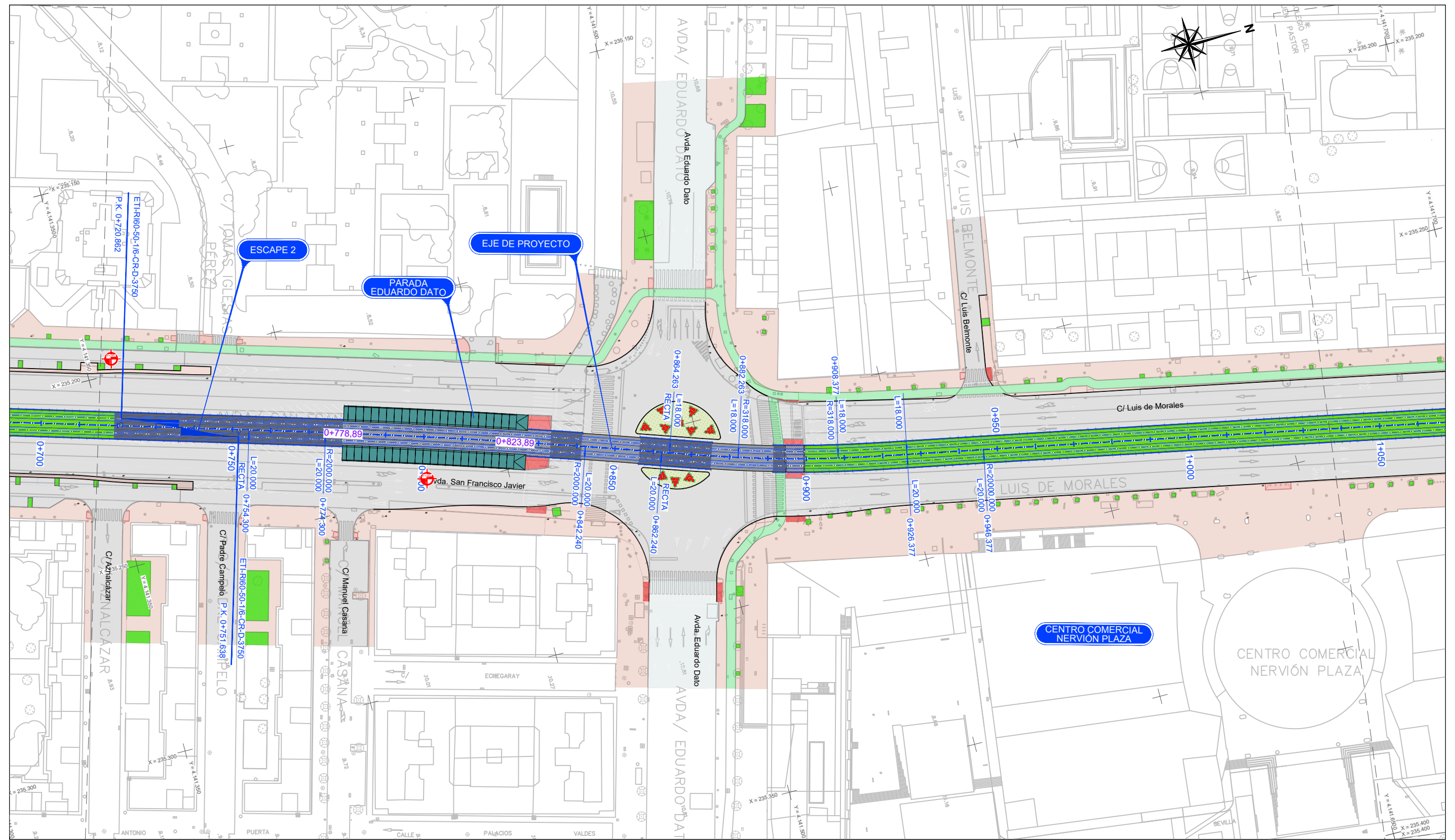




LEYENDA:
INVESTIGACIÓN GEOTECNICA:

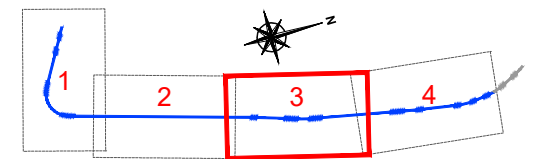
 SONDEO MECÁNICO

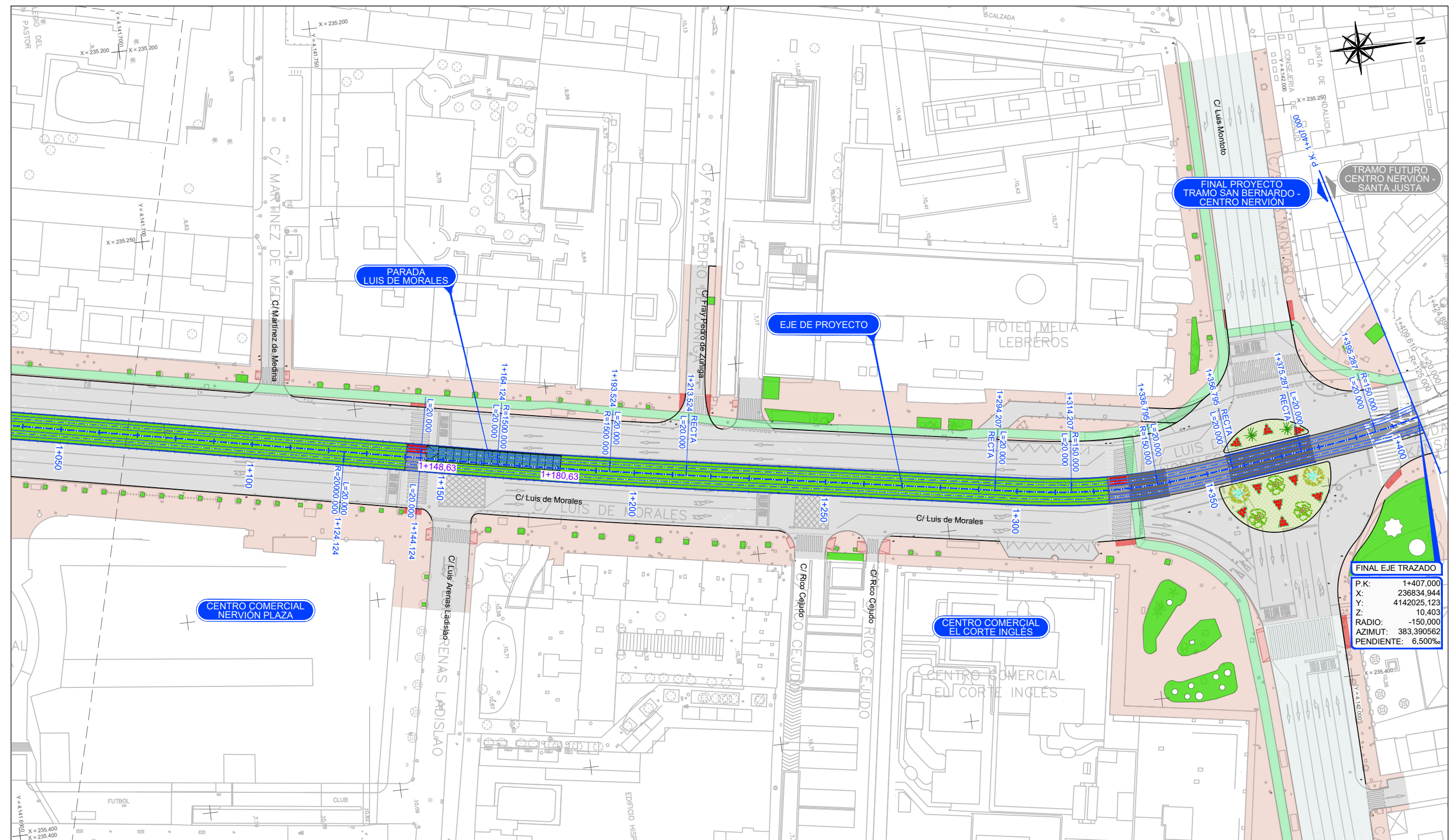




LEYENDA:
INVESTIGACIÓN GEOTECNICA:

 SONDEO MECÁNICO



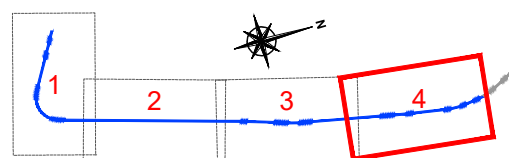


FINAL EJE TRAZADO	
P.K.	1+407.000
X:	236834.944
Y:	4142025.123
Z:	10.403
RADIO:	-150.000
AZIMUT:	383.390562
PENDIENTE:	6.500‰

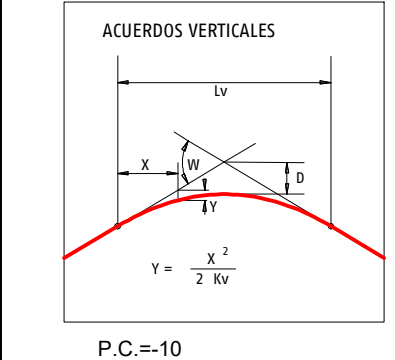
LEYENDA:

INVESTIGACIÓN GEOTECNICA:

 SONDEO MECÁNICO



Perfil geotécnico longitudinal



Apéndices

Apéndice 1. Campaña geotécnica

	Cliente	TUSSAM	SONDEO	
	Obra	2046-08 PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL	S-2	
	Localidad	SEVILLA		
	Fecha Inicio	6/02/08	Fecha Final	6/02/08
			FOLIO	1/2

Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.p.T.	N s.p.t.		
								10 20 30 40			
1	R98	B86	2.40		Relleno actual.						
2											
3				Arcilla marrón.	3.00		MI-1	3.60	3.60	4.05	9
4											
5											
6											
7											
8											
9					8.00		Grava silíceo heterométrica redondeada en matriz arenosa.				
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17			17.10		Arcilla margosa azul.						
18											

OBSERVACIONES: Sifonamiento de arenas desde 12m. TUBERIA PIEZOMETRICA: SÍ MUESTRA DE AGUA: NO SONDISTA: Gustavo de la Fuente Nadal SONDA: Tecolinsa TP 50/400 FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO: TECNICO RESPONSABLE: DIRECTOR TECNICO Juan Diego Bauzá Castelló Ingeniero de Caminos	Ensayos realizados según las Normas: ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras) UNE 103800:1992 (SPT) Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05
---	---

	Cliente	TUSSAM	SONDEO	
	Obra	2046-08 PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL	S-2	
	Localidad	SEVILLA		
	Fecha Inicio	6/02/08	Fecha Final	6/02/08
			FOLIO	2/2

Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.p.T.	N s.p.t.	
19		B86			Arcilla margosa azul.		18.00	10		
20		MI-3					18.60	20		
21							19.05	30		
22								40		
23										
24		23.55								
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										

OBSERVACIONES: Sifonamiento de arenas desde 12m. TUBERIA PIEZOMETRICA: SÍ MUESTRA DE AGUA: NO SONDISTA: Gustavo de la Fuente Nadal SONDA: Tecolinsa TP 50/400 FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO: TECNICO RESPONSABLE: DIRECTOR TECNICO Juan Diego Bauzá Castelló Ingeniero de Caminos	Ensayos realizados según las Normas: ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras) UNE 103800:1992 (SPT) Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05
---	---

TUSSAM
2046-08 PASO INFERIOR EN RAMÓN Y CAJAL
SEVILLA
SONDEO 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)

TUSSAM
2046-08 PASO INFERIOR EN RAMÓN Y CAJAL
SEVILLA
SONDEO 2



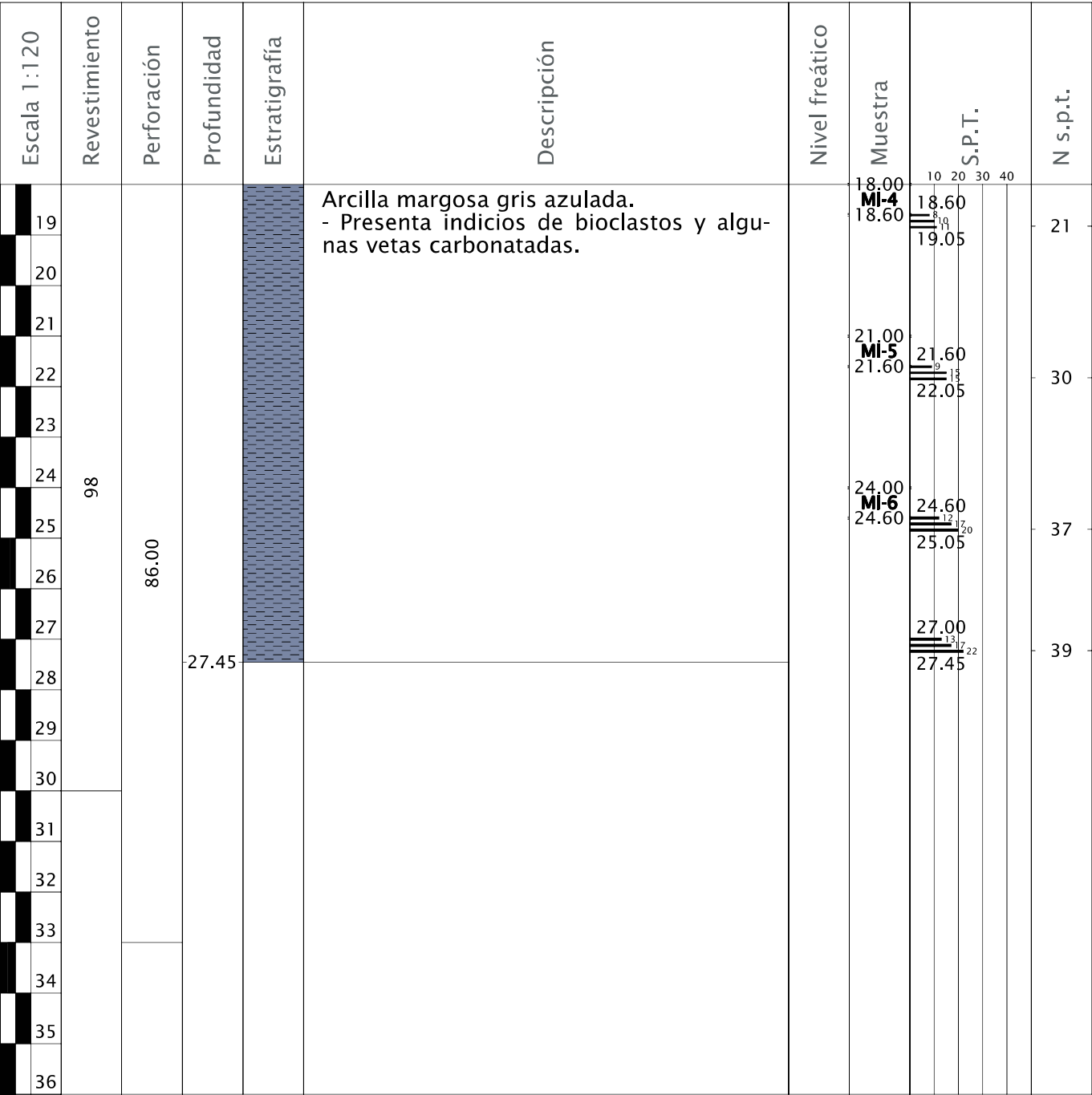
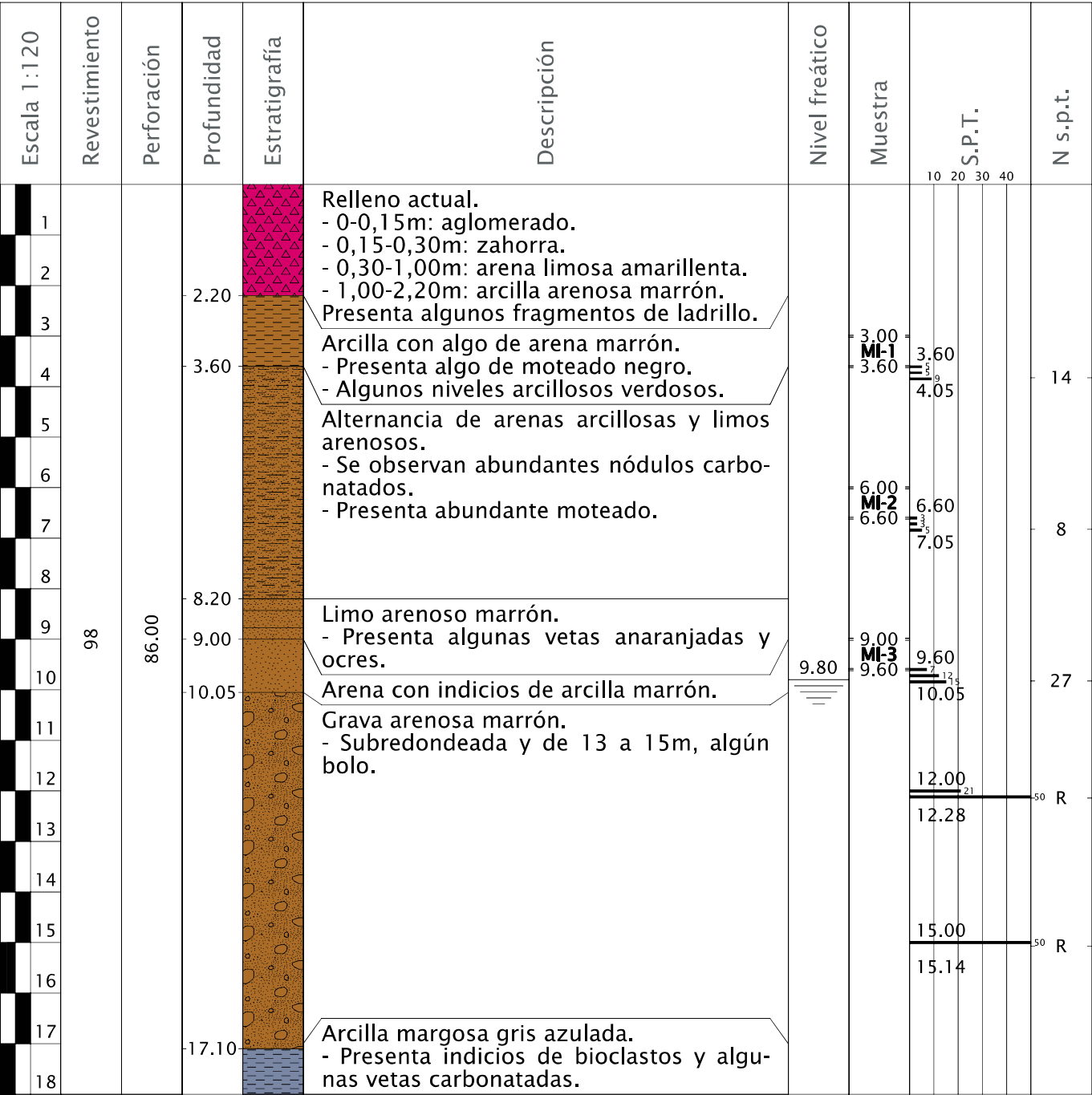
Caja 6 (15,00-18,00)

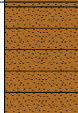
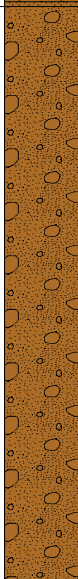
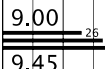
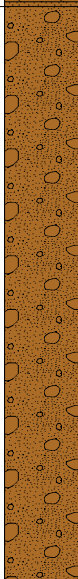
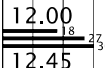
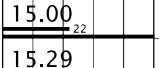


Caja 7 (18,00-21,00)



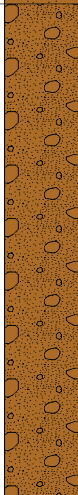
Caja 8 (21,00-23,55)



Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.p.T.	N s.p.t.	
								10 20 30 40		
1	98	86.00	1.00		Relleno actual. - 0-0,15m: aglomerado. - 0,15-0,50m: zahorra. - 0,50-1,00m: arena limosa anaranjada.					
2										
3				Arcilla arenosa marrón. - Presentan algunos nódulos carbonatados, más abundantes hasta 3m. - Se observa abundante moteado negruzco y numerosas vetas arcillosas grisáceas.			MI-1  3.00 3.60	 3.60 4.05	16	
4										
5										
6										
7			7.05		Limo arenoso marrón claro. - Presenta algunas vetas arenosas anaranjadas. - La cantidad de arena aumenta en profundidad.		MI-2  6.00 6.60	 6.60 7.05	14	
8										
9			8.90		Gravas arenosas marrones. - Los cantos son subredondeados y heterométricos. - De 12 a 15m presenta indicios de arcilla.		 9.70	 9.00 9.45	67	
10										
11			27.45					 12.00 12.45	57	
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
							 15.00 15.29	50 R		

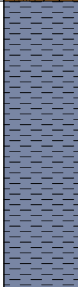
Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.P.T.	N s.p.t.
19	98	86.00	19.50		Gravas arenosas marrones. - Los cantos son subredondeados y heterométricos. - De 12 a 15m presenta indicios de arcilla.		18.00	18.00	67
20				18.45			18.45		
21			27.45		Arcilla margosa gris azulada. - Presenta abundante moteado negro. - Algunas vetas carbonatadas blanquecinas. - Indicios de fragmentos bioclásticos.		21.00	21.00	23
22							MI-3 21.60	21.60	
23							22.05	22.05	
24									
25							24.00	24.00	31
26							MI-4 24.60	24.60	
27							25.05	25.05	
28							27.00	27.00	34
29	27.45	27.45							
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									

	Cliente TUSSAM		SONDEO	
	Obra 2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO S. FCO. JAVIER		S-3	
	Localidad SEVILLA			
	Fecha Inicio 13/02/08	Fecha Final 13/02/08	FOLIO	1/2

Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.p.T.	N s.p.t.	
								10 20 30 40		
1	R98	B86	2.20		Relleno actual. - 0-0,15m: aglomerado. - 0,15-0,30m: zahorra. - 0,50-0,80m: arena limosa amarillenta. - 0,80-2.20m: arena arcillosa marrón. - Presenta abundantes fragmentos de ladrillos y cerámicas.		MI-1 3.00 3.60	3.60 4.05	12	
2										
3			3.60		Arcilla arenosa rojiza. - Presenta abundantes nódulos carbonatados. Arena marrón. - Presenta indicios de limo hasta 4,50m.		MI-2 6.00 6.60	6.30 6.75	45	
4										
5										
6										
7			10.00		Grava arenosa marrón con indicios de arcilla. - Grava angulosa.			9.00 9.45	30 45	
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

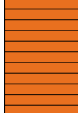
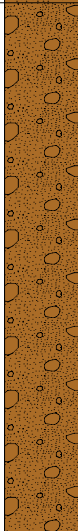
OBSERVACIONES: No se recuperó MI-2 porque se taponó la zapata. TUBERIA PIEZOMETRICA: SÍ MUESTRA DE AGUA: NO SONDISTA: Gustavo de la Fuente Nadal SONDA: Tecolinsa TP 50/400 FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO: TECNICO RESPONSABLE: Salvador Fernández Gregorio	Ensayos realizados según las Normas: ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras) UNE 103800:1992 (SPT) Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05
DIRECTOR TECNICO Juan Diego Bauzá Castelló Ingeniero de Caminos	

	Cliente TUSSAM		SONDEO	
	Obra 2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO S. FCO. JAVIER		S-3	
	Localidad SEVILLA			
	Fecha Inicio 13/02/08	Fecha Final 13/02/08	FOLIO	2/2

Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.P.T.	N s.p.t.	
19	R98	B86	19.40		Grava arenosa marrón con indicios de arcilla. - Grava angulosa.			18.00	30	
20				18.45						
21				24.00				21.00		24
22								MI-3		
23	21.60									
24	22.05									
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										

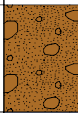
OBSERVACIONES: No se recuperó MI-2 porque se taponó la zapata. TUBERIA PIEZOMETRICA: SÍ MUESTRA DE AGUA: NO SONDISTA: Gustavo de la Fuente Nadal SONDA: Tecolinsa TP 50/400 FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO: TECNICO RESPONSABLE: Salvador Fernández Gregorio	Ensayos realizados según las Normas: ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras) UNE 103800:1992 (SPT) Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05
DIRECTOR TECNICO Juan Diego Bauzá Castelló Ingeniero de Caminos	

	Cliente TUSSAM		SONDEO	
	Obra 2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO S. FCO. JAVIER		S-4	
	Localidad SEVILLA			
	Fecha Inicio 18/02/08	Fecha Final 19/02/08	FOLIO	1/2

Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.p.T.	N s.p.t.					
1	R98	B86	1.40		Relleno actual. - 0,00-0,20m: aglomerado. - 0,20-0,30m: hormigón. - 0,30-0,90m: arena limosa amarillenta. - 0,90-1,40m: arcilla con indicios de arena marrón. Abundantes fragmentos de ladrillo.									
2														
3														
4			4.50		Arcilla con indicios de arena anaranjada. - Presenta abundantes carbonatos hasta 3m.		3.00 MI-1 3.60	3.60 4.05	8					
5														
6														
7			6.60		Limo arcilloso marrón anaranjado.		6.00 MI-2 6.60	6.60 7.05	11					
8														
9														
10			9.60		Arena marrón con indicios de arcilla.		9.00 9.45	9.45	23					
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
						17.80								

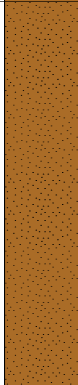
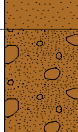
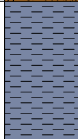
OBSERVACIONES: TUBERIA PIEZOMETRICA: SÍ MUESTRA DE AGUA: NO SONDISTA: Manuel Cejas Jurado SONDA: Tecoinsa TP 50/400 FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO: TECNICO RESPONSABLE: Salvador Fernández Gregorio DIRECTOR TECNICO Juan Diego Bauzá Castelló Ingeniero de Caminos	Ensayos realizados según las Normas: ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras) UNE 103800:1992 (SPT) Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05
---	---

	Cliente TUSSAM		SONDEO	
	Obra 2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO S. FCO. JAVIER		S-4	
	Localidad SEVILLA			
	Fecha Inicio 18/02/08	Fecha Final 19/02/08	FOLIO	2/2

Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.P.T.	N s.p.t.	
19	R98	B86	19.70		Grava arenosa marrón. - Presenta indicios de arcilla. - El tamaño de la arena aumenta en profundidad. - La grava es heterométrica y subredondeada.		18.00 MI-1 18.41	18.00 18.41	50	R
20										
21										
22			25.05		Arcilla margosa gris azulada. - Presenta pequeños niveles carbonatados blanquecinos.		21.00 MI-3 21.60	21.00 21.60	29	
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										

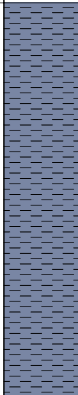
OBSERVACIONES: TUBERIA PIEZOMETRICA: SÍ MUESTRA DE AGUA: NO SONDISTA: Manuel Cejas Jurado SONDA: Tecoinsa TP 50/400 FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO: TECNICO RESPONSABLE: Salvador Fernández Gregorio DIRECTOR TECNICO Juan Diego Bauzá Castelló Ingeniero de Caminos	Ensayos realizados según las Normas: ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras) UNE 103800:1992 (SPT) Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05
---	---

	Cliente TUSSAM		SONDEO	
	Obra 2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO S. FCO. JAVIER		S-5	
	Localidad SEVILLA			
	Fecha Inicio 19/02/08	Fecha Final 20/02/08	FOLIO	1/2

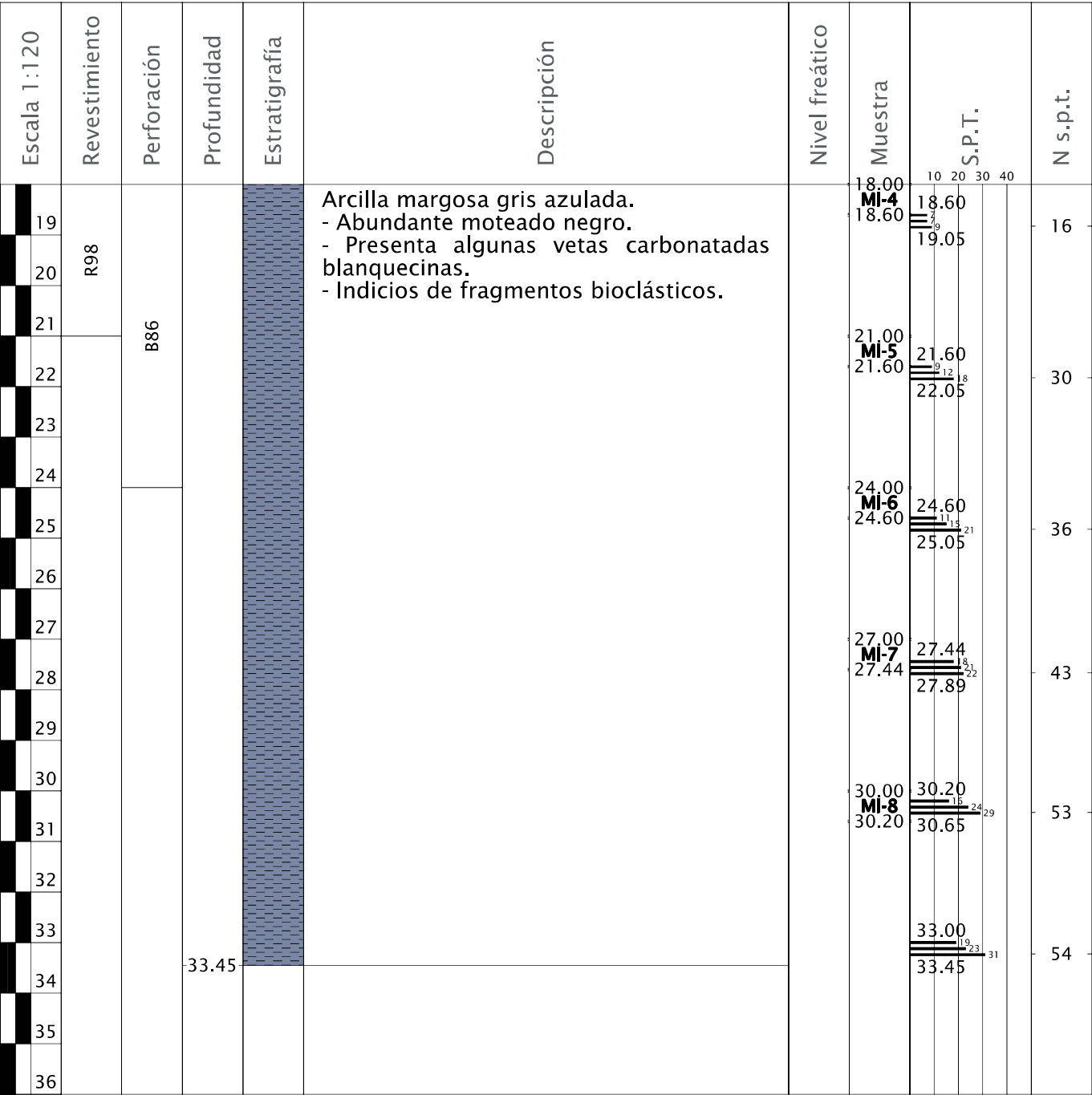
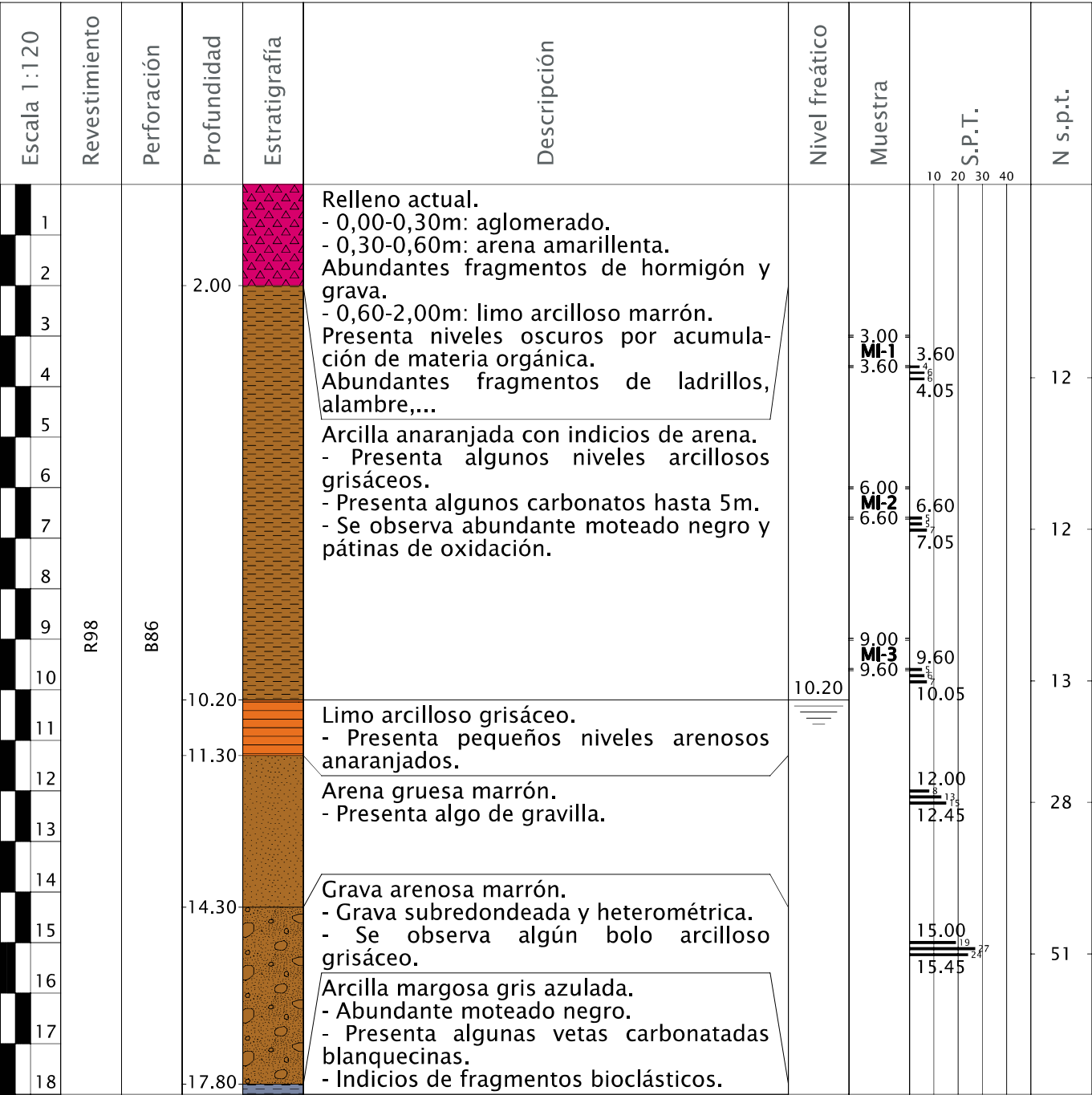
Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.p.T.				N s.p.t.		
								10	20	30	40			
1	R98	B86	1.90		Relleno actual. - 0,00-0,30m: aglomerado. - 0,30-0,90m: arena limosa marrón. - 0,90-1,90m: arcilla arenosa gris. Abundantes fragmentos de ladrillos y restos cerámicos.							15		
2														
3														
4														
5			7.50		Arcilla con algo de arena beige. - Presenta algunos nódulos carbonatados. - Se observan pequeñas vetas arenosas anaranjadas. - Se observan algunas pátinas de oxidación.		MI-1		3.00 3.60 3.60 4.05				13	
6														
7														
8														
9							MI-2		6.00 6.60 6.60 7.05				21	
10														
11														
12														
13			14.10		Arena marrón. - Presenta indicios de gravilla. - Se observan algunos nódulos arcillosos grisáceos.			9.00 9.45					26	
14														
15			15.80		Grava arenosa marrón con indicios de arcilla. - La grava es heterométrica y subangulosa.			12.00 12.45					28	
16														
17														
18														
					Arcilla margosa gris azulada. - Abundante moteado negro. - Presenta algunos niveles carbonatados blanquecinos. - Indicios de fragmentos bioclásticos.									

OBSERVACIONES: TUBERIA PIEZOMETRICA: SÍ MUESTRA DE AGUA: NO SONDISTA: Manuel Cejas Jurado SONDA: Tecoinsa TP 50/400 FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO: 20/02/08 TECNICO RESPONSABLE: Salvador Fernández Gregorio DIRECTOR TECNICO Juan Diego Bauzá Castelló Ingeniero de Caminos	Ensayos realizados según las Normas: ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras) UNE 103800:1992 (SPT) Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05
--	---

	Cliente TUSSAM		SONDEO	
	Obra 2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO S. FCO. JAVIER		S-5	
	Localidad SEVILLA			
	Fecha Inicio 19/02/08	Fecha Final 20/02/08	FOLIO	2/2

Escala 1:120	Revestimiento	Perforación	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Nivel freático	Muestra	S.p.T.				N s.p.t.
								10	20	30	40	
19	R98	B86	24.25		Arcilla margosa gris azulada. - Abundante moteado negro. - Presenta algunos niveles carbonatados blanquecinos. - Indicios de fragmentos bioclásticos.		19.20		19.80			25
20							MI-3		19.80			
21							19.80		20.25			
22												
23												
24												
25				23.20						26		
26				MI-4							23.80	
27				23.80							24.25	
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												

OBSERVACIONES: TUBERIA PIEZOMETRICA: SÍ MUESTRA DE AGUA: NO SONDISTA: Manuel Cejas Jurado SONDA: Tecoinsa TP 50/400 FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO: 20/02/08 TECNICO RESPONSABLE: Salvador Fernández Gregorio DIRECTOR TECNICO Juan Diego Bauzá Castelló Ingeniero de Caminos	Ensayos realizados según las Normas: ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras) UNE 103800:1992 (SPT) Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucía LE071-SE-05
--	---



TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 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)

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 1



Caja 6 (15,00-18,00)



Caja 7 (18,00-21,00)



Caja 8 (21,00-24,00)



Caja 9 (24,00-27,45)



ARQUETA

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 2



Camión sondeo



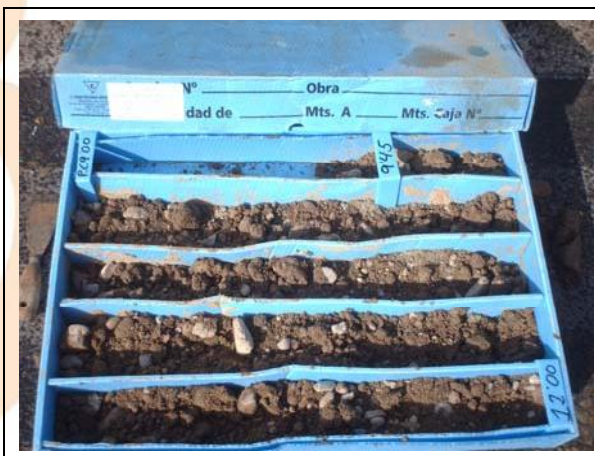
Caja 1 (0,00-3,00)



Caja 2 (3,00-6,00)



Caja 3 (6,00-9,00)



Caja 4 (9,00-12,00)



Caja 5 (12,00-15,00)

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 2



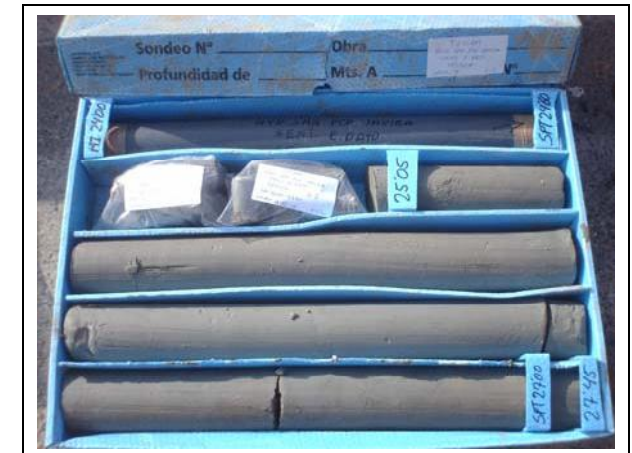
Caja 6 (15,00-18,00)



Caja 7 (18,00-21,00)



Caja 8 (21,00-24,00)



Caja 9 (24,00-27,45)



ARQUETA

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 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)



Caja 5 (12,00-15,00)

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 3



Caja 6 (15,00-18,00)



Caja 7 (18,00-21,00)



Caja 8 (21,00-24,00)



ARQUETA

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 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 (12,00-15,00)

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 4



Caja 6 (15,00-18,00)



Caja 7 (18,00-21,00)



Caja 8 (21,00-24,00)



Caja 9 (24,00-27,00)



ARQUETA

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 5



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)

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 5



Caja 6 (15,00-18,00)



Caja 7 (18,00-21,00)



Caja 8 (21,00-24,25)



ARQUETA

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 6



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)

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 6



Caja 6 (15,00-18,00)



Caja 7 (18,00-21,00)



Caja 8 (21,00-24,00)



Caja 9 (24,00-27,00)



Caja 10 (27,00-30,00)



Caja 11 (30,00-33,45)

TUSSAM
2067-08 APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
SEVILLA
SONDEO 6



ARQUETA

Apéndice 2. Ensayos de laboratorio

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 343

Fecha de toma: 11/02/2008

Número Acta: 1227

Código: 2046

Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL

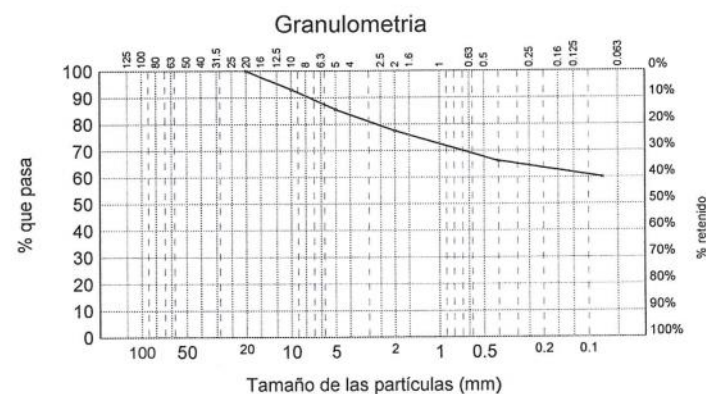
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S2-MI1 (3,00-3,60 m)

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
20	100
10	93
5	86
2	77
0,4	66
0,08	59,9
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	41,16
Límite plástico	31,78
Índice de plasticidad	9,38

CLASIFICACION DEL SUELO

-ML : , Limo de baja plasticidad con bastante arena y algo de grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,49
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Humedad (UNE 103-300-93)	%	14,16
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	2,16
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 14 de febrero de 2008

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

 elabora

elabora - sevilla

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 343

Fecha de toma: 11/02/2008

Número Acta: 1226

Código: 2046

Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL

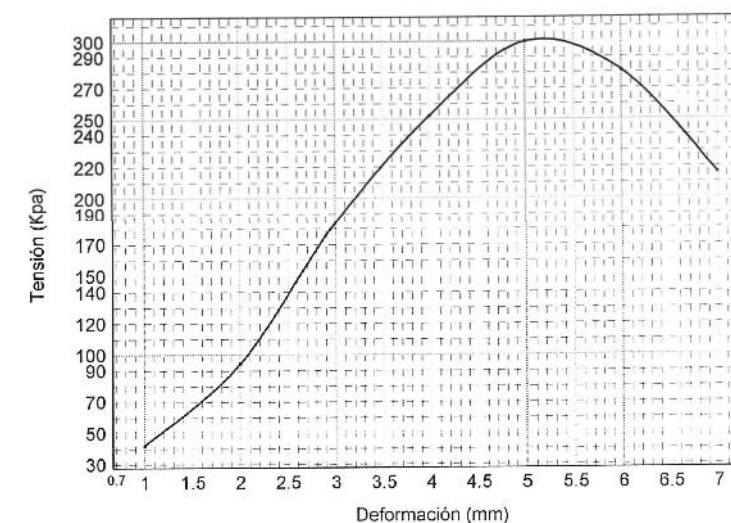
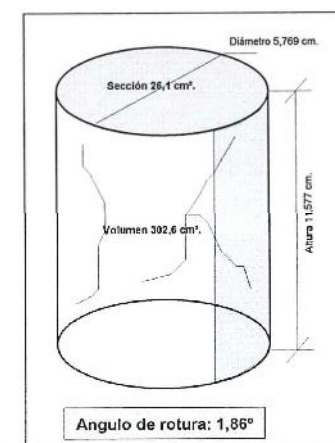
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S2-MI1 (3,00-3,60 m)

Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11,577
Diámetro	cm	5,769
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	14,25
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,13
Densidad Seca	gr/cm³	1,86
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	819,05
Resistencia	kPa	299,81
Deformación	mm	5,00



Sevilla 14 de febrero de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

 elabora

elabora - sevilla

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 343
Fecha de toma: 11/02/2008
Número Acta: 1234
Código: 2046
Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI1 (3,00-3,60 m)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm ²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)	Tipo de muestra
0.1	13,81	15,70	1,80	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%) 1,00

Sevilla 14 de febrero de 2008

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

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

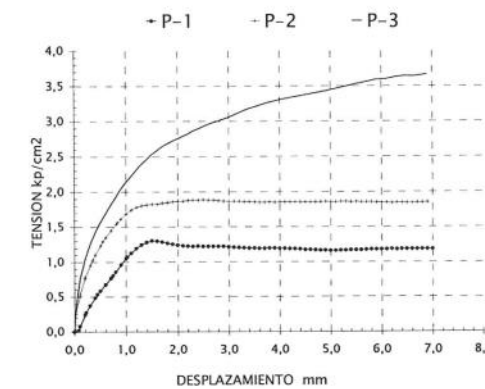
TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007 SEVILLA

Muestra: 343
Número Acta: 1239
Código: 2046
Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI1 (3.00-3.60 m)
Descripción:

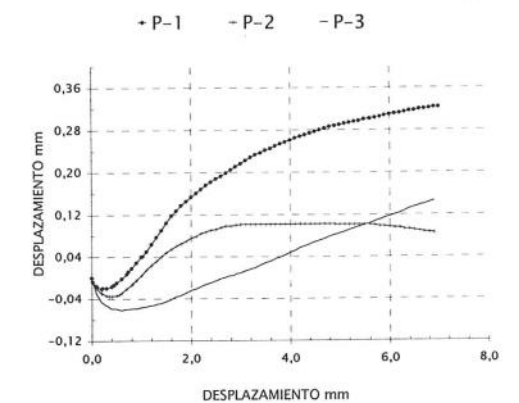
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/cm ³)
P-1	14,39	14,39	2,07	1,81
P-2	13,92	13,92	2,10	1,84
P-3	13,29	13,29	2,12	1,87

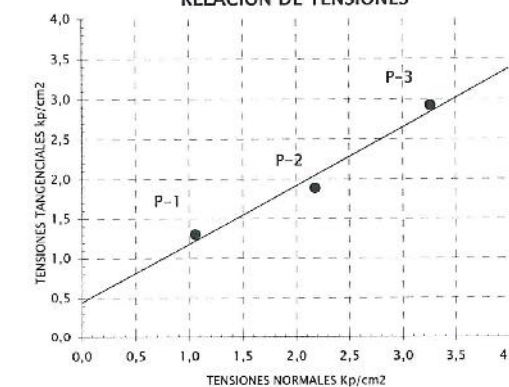
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	SIN CONSOLIDAR
ESTADO	SIN DRENAR

COHESIÓN (Kp/cm ²)	ÁNGULO Φ (°)
0,44	36,26

COHESIÓN (kPa)
43,15

Sevilla 14 de febrero de 2008

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

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

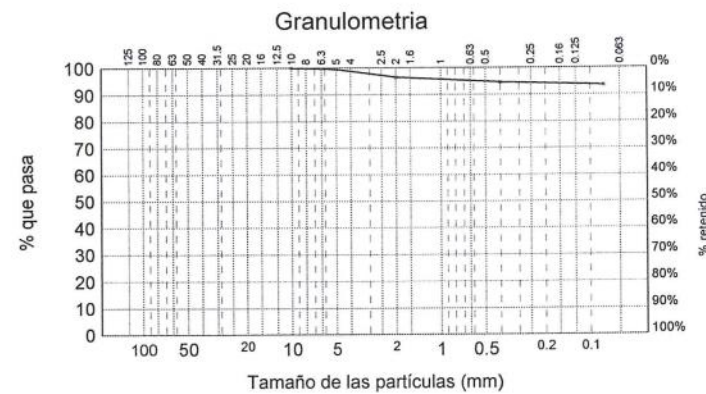
Cliente: TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 344
Fecha de toma: 11/02/2008
Número Acta: 1229
Código: 2046
Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI2 (6,00-6,60 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	100
2	97
0,4	95
0,08	93,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	37,65
Límite plástico	19,24
Índice de plasticidad	18,41

CLASIFICACION DEL SUELO

-CL : , Arcilla de plasticidad media con indicios de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,59
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	16
Humedad (UNE 103-300-93)	%	25,86
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	2,09
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 14 de febrero de 2008

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

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)

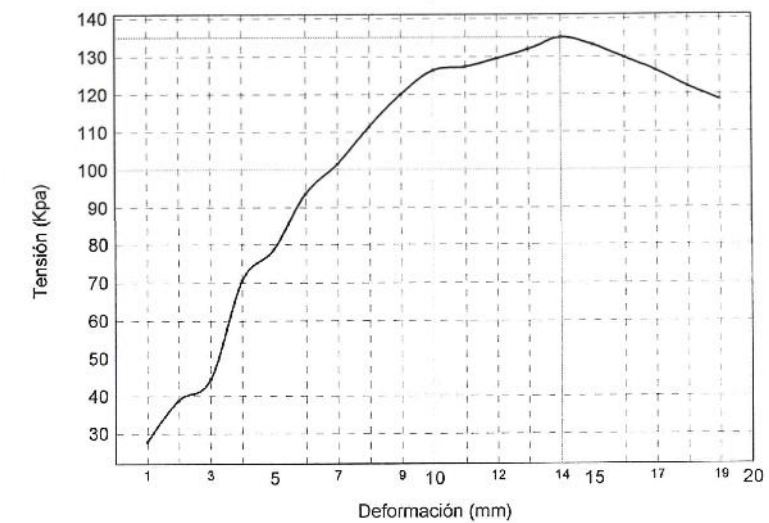
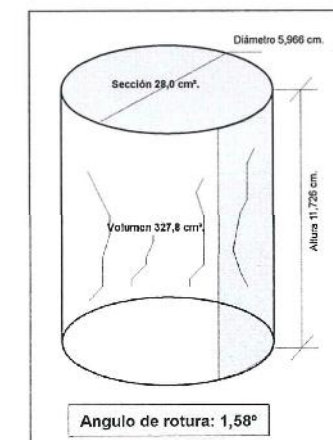
Cliente: TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 344
Fecha de toma: 11/02/2008
Número Acta: 1228
Código: 2046
Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI2 (6,00-6,60 m)
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11,726
Diámetro	cm	5,966
CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	25,76
Densidad Húmeda	gr/cm³	1,99
Densidad Seca	gr/cm³	1,58
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	428,65
Resistencia	kPa	135,03
Deformación	mm	14,00



Sevilla 14 de febrero de 2008

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

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 344
Fecha de toma: 11/02/2008
Número Acta: 1235
Código: 2046
Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI2 (6,00-6,60 m)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm ²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)	Tipo de muestra
0.1	23,32	24,15	1,67	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%) 0,55

Sevilla 14 de febrero de 2008

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

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

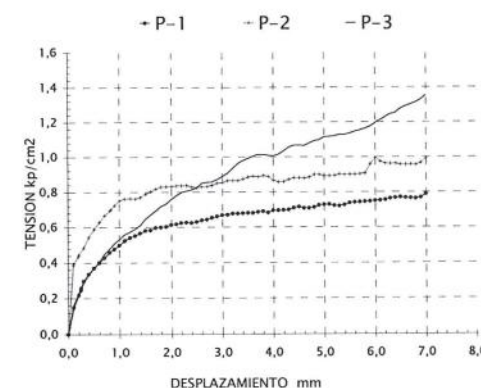
TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007 SEVILLA

Muestra: 344
Número Acta: 1240
Código: 2046
Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI2 (6.00-6.60 m)
Descripción:

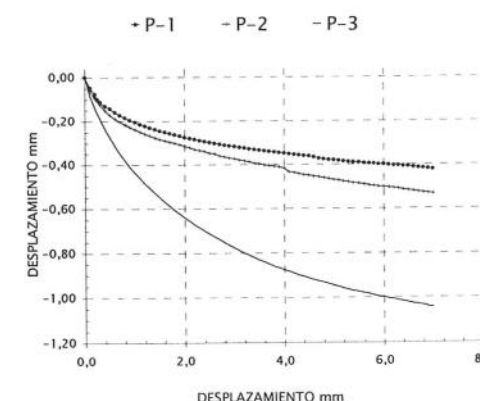
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/cm ³)
P-1	24,93	24,93	1,96	1,57
P-2	25,81	25,81	1,97	1,56
P-3	25,37	25,37	1,98	1,58

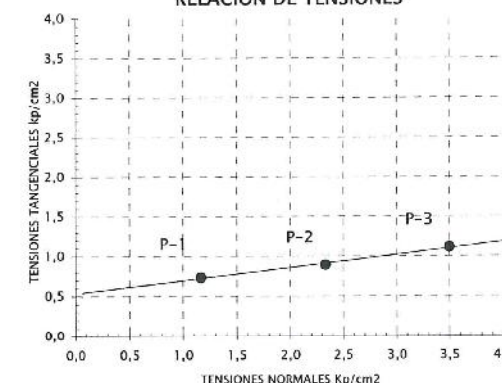
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	SIN CONSOLIDAR
ESTADO	SIN DRENAR
COHESIÓN (Kp/cm ²)	ÁNGULO Φ (°)
0,53	9,25

COHESIÓN (kPa)
51,98

Sevilla 14 de febrero de 2008

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

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

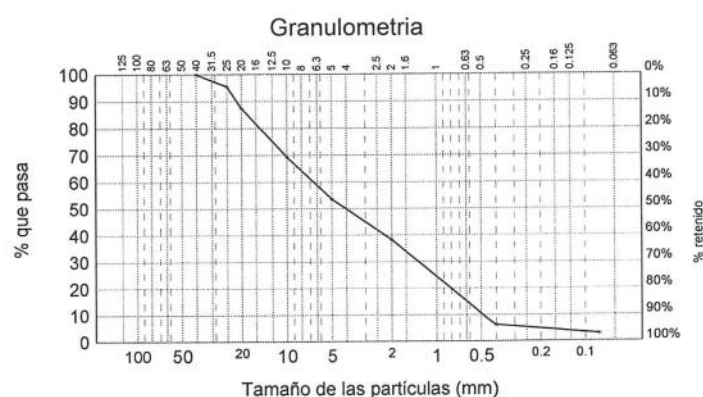
Cliente: TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 345
Fecha de toma: 11/02/2008
Número Acta: 1241
Código: 2046
Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MA1 (10,00-10,50 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	95
20	87
10	69
5	54
2	38
0,4	6
0,08	2,9
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO

SP : Arena gravosa mal graduada

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	4
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 14 de febrero de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Baúzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
M^a del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

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)

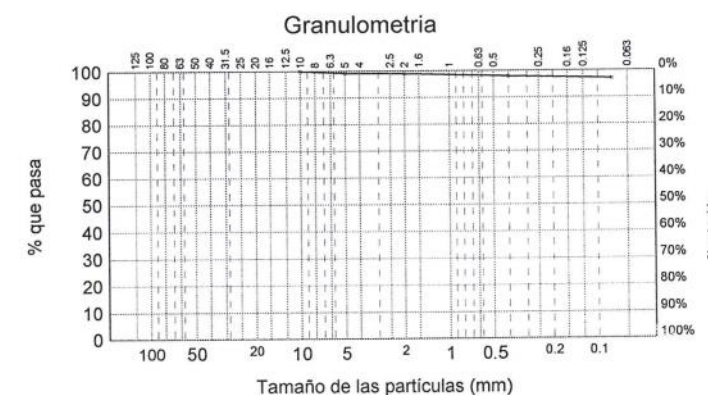
Cliente: TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 346
Fecha de toma: 11/02/2008
Número Acta: 1245
Código: 2046
Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI3 (18,00-18,60 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	99
2	99
0,4	98
0,08	97
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	53,19
Límite plástico	24,32
Índice de plasticidad	28,87

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de plasticidad alta

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	27,16
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	2,17
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	---

Sevilla 14 de febrero de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Baúzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
M^a del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

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)

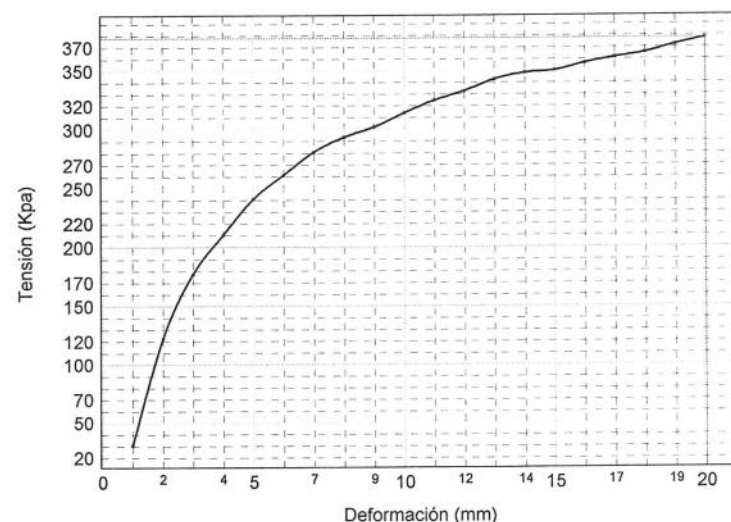
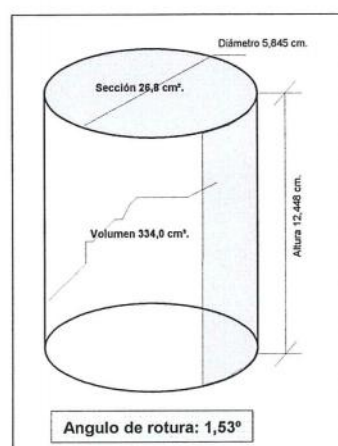
Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

Muestra: 346
Fecha de toma: 11/02/2008
Número Acta: 1230
Código: 2046
Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI3 (18,00-18,60 m)
Descripción:

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,448
Diámetro	cm	5,845
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	27,55
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1,96
Densidad Seca	gr/cm ³	1,53
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	1208,36
Resistencia	kPa	377,98
Deformación	mm	20,00



Sevilla 14 de febrero de 2008

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

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

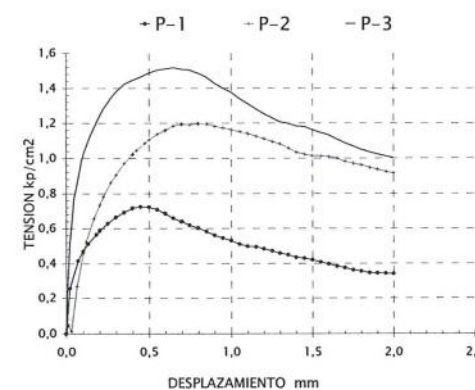
Muestra: 346
Número Acta: 1400
Código: 2046
Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI3 (18.00-18.60 m)
Descripción:

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007 SEVILLA

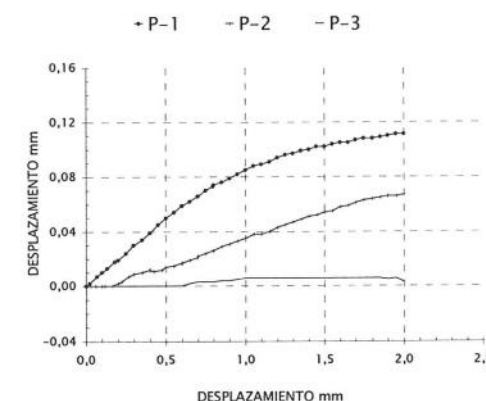
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/cm ³)
P-1	26,20	30,36	1,92	1,52
P-2	26,10	29,67	1,94	1,54
P-3	25,72	27,75	1,98	1,57

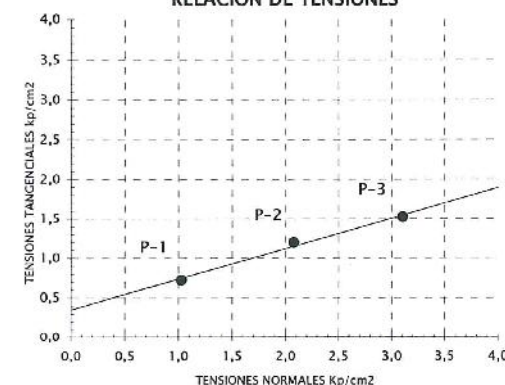
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO

COHESIÓN (Kp/cm ²)	ÁNGULO Φ (°)
0,35	21,08

COHESIÓN (kPa)
34,32

Sevilla 22 de febrero de 2008

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

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 347

Fecha de toma: 11/02/2008

Número Acta: 1246

Código: 2046

Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL

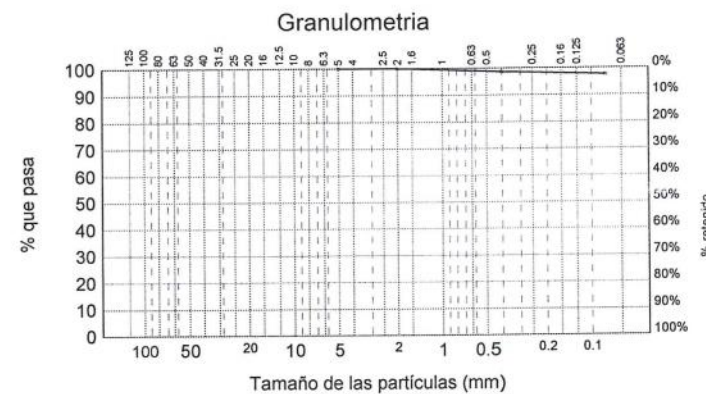
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S2-MI4 (22,50-23,10 m)

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	97,6
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	50,43
Límite plástico	26,74
Índice de plasticidad	23,69

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de plasticidad alta

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	---

Sevilla 14 de febrero de 2008

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

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007 SEVILLA

Muestra: 347

Número Acta: 1401

Código: 2046

Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL

Localidad: SEVILLA

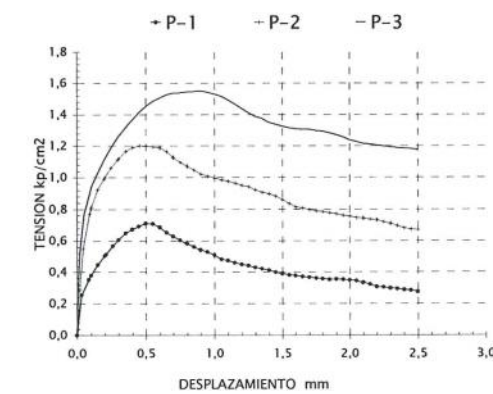
Procedencia: S2-MI4 (22.50-23.10 m)

Descripción:

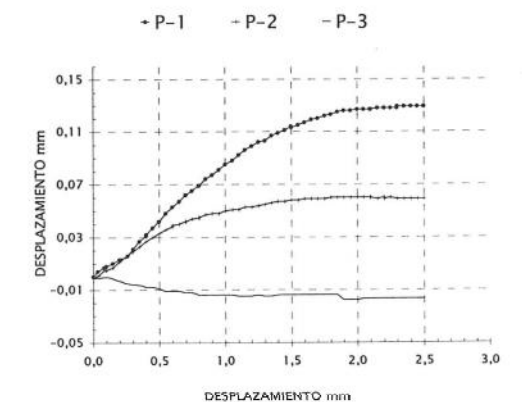
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/cm ³)
P-1	25,16	28,23	2,00	1,60
P-2	25,50	28,04	1,99	1,58
P-3	26,00	27,88	1,98	1,57

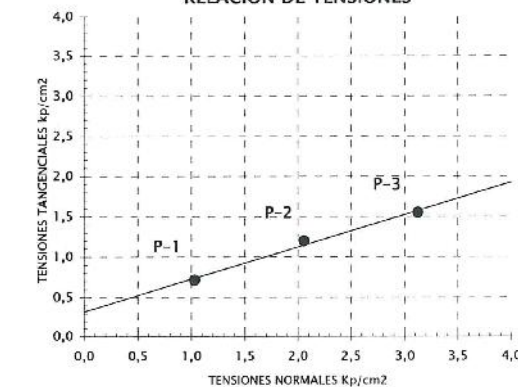
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO
COHESIÓN (Kp/cm ²)	ÁNGULO Φ (°)
0,32	21,82

COHESIÓN (kPa)
31,38

Sevilla 22 de febrero de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

ACTA DE RESULTADOS DE AGUA

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 1028

Fecha de toma: 03/04/2008

Número Acta: 2955

Código: 2046

Obra: METROCENTRO - FASE 2
PASO INFERIOR RAMÓN Y CAJAL

Localidad: SEVILLA

Procedencia: S2- (NIVEL FREÁTICO 8,00 m)

Descripción:

ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL AGUA A LOS HORMIGONES (ANEJO 5 EHE)

pH	mg/l	8,01
Residuo seco	mg/l	406
Sulfatos	mg/l	54,1
Magnesio	mg/l	14,6
CO ₂	mg/l	0,0
NH ₄ ⁺	mg/l	0,2
EVALUACIÓN	NO AGRESIVO	

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 445

Fecha de toma: 11/02/2008

Número Acta: 1761

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

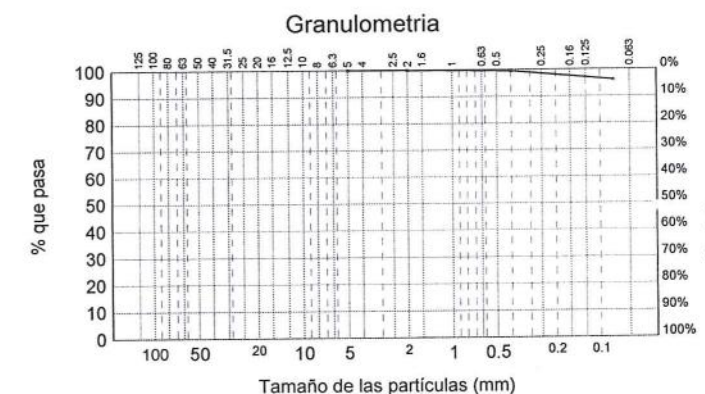
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S1-MI2 (6,00-6,60 m)

Descripción:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	96,1
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	42,99
Límite plástico	25,04
Índice de plasticidad	17,95

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

-CL : , Arcilla de plasticidad media con indicios de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,36
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	6
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 5 de marzo de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
M^a del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 445

Fecha de toma: 11/02/2008

Número Acta: 1594

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

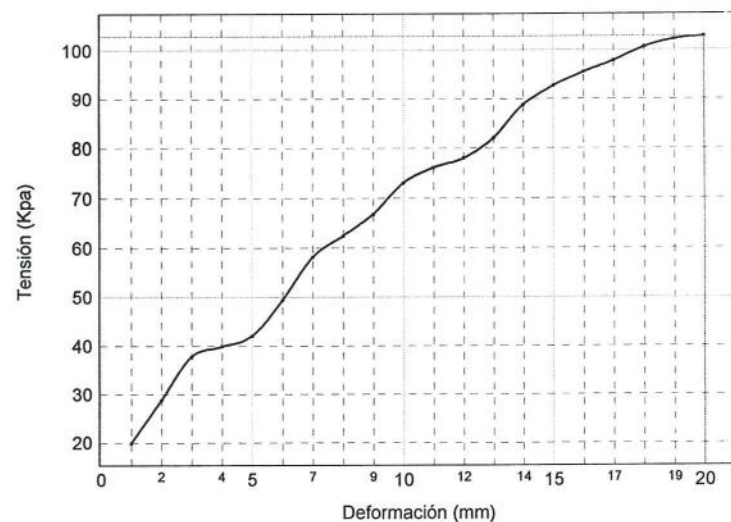
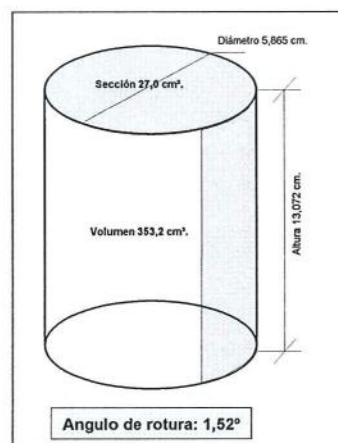
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S1-MI2 (6,00-6,60 m)

Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	13,072
Diámetro	cm	5,865
CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	29,78
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1,97
Densidad Seca	gr/cm ³	1,52
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	328,22
Resistencia	kPa	102,90
Deformación	mm	20,00



Sevilla 27 de febrero de 2008

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

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 446

Fecha de toma: 11/02/2008

Número Acta: 1595

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

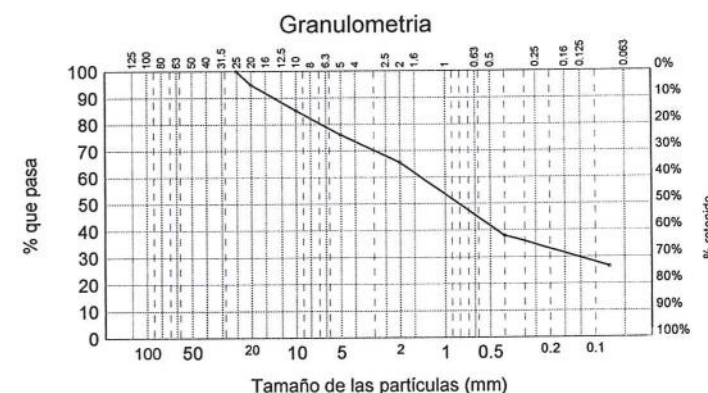
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S1-MI3 (9,00-9,60 m)

Descripción:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
25	100
20	95
10	85
5	76
2	65
0,4	38
0,08	26,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----



LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	26,84
Límite plástico	17,07
Índice de plasticidad	9,77

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SC : Arena con bastante arcilla y grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2008

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



elabora - sevilla

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

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

Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007 SEVILLA

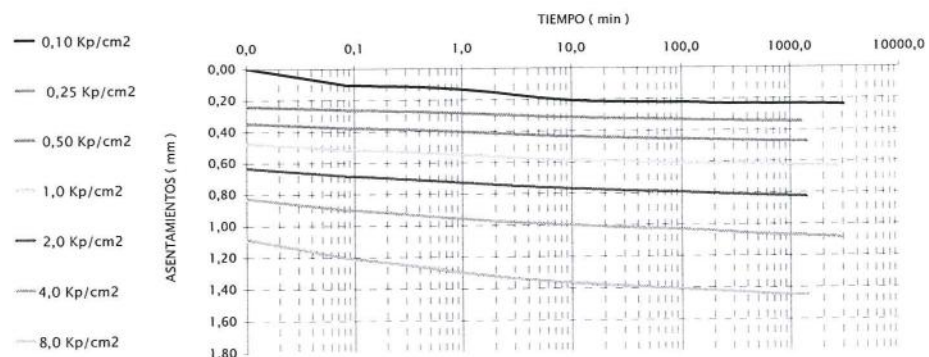
Muestra: 446
Número Acta: 2509
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S1-MI3 (9.00-9.60 m)
Descripción:

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL (UNE 103-405-94)

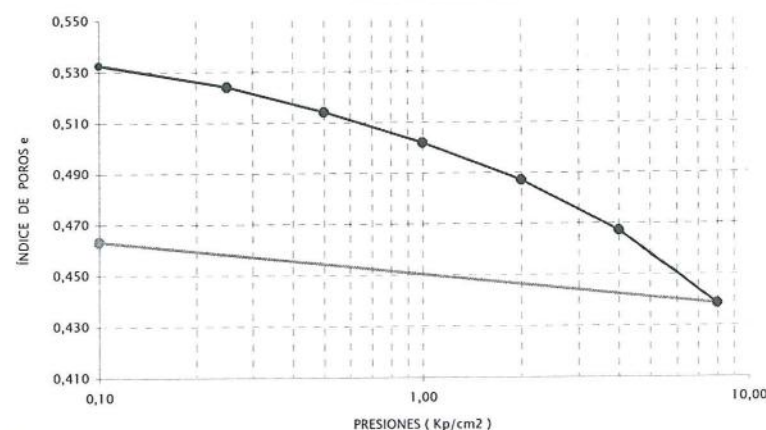
TIPO DE MUESTRA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm³)	Densidad Seca (gr/cm³)
INALTERADA	23,83	16,20	2,15	1,73

ÍNDICE DE POROS INICIAL	ÍNDICE DE DESCARGA (Cs)	ÍNDICE DE COMPRESIÓN (Cc) ENTRE 2,0 - 4,0 Kp/cm²
0,551	0,013	0,066

CURVAS DE CONSOLIDACIÓN



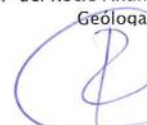
CURVA EDOMÉTRICA



Sevilla, 31 de marzo de 2008

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

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

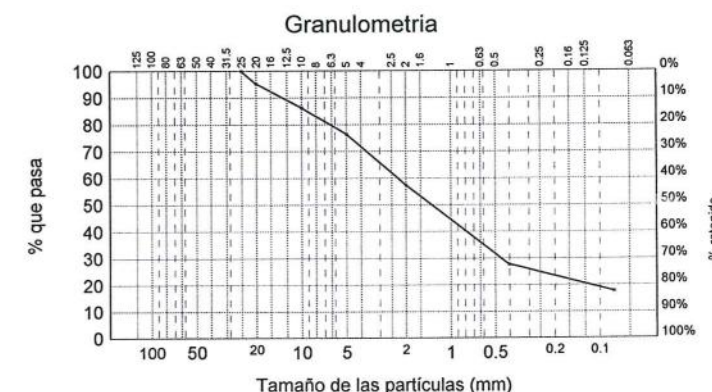
Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 447
Fecha de toma: 11/02/2008
Número Acta: 1596
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S1-MA1 (11,00-11,50 m)
Descripción:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
25	100
20	95
10	86
5	77
2	58
0,4	28
0,08	17,6
-----	-----
-----	-----
-----	-----



LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SM : Arena con bastante grava y algo de limo

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	---

Sevilla 27 de febrero de 2008

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



elabora - sevilla

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 448

Fecha de toma: 11/02/2008

Número Acta: 1599

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

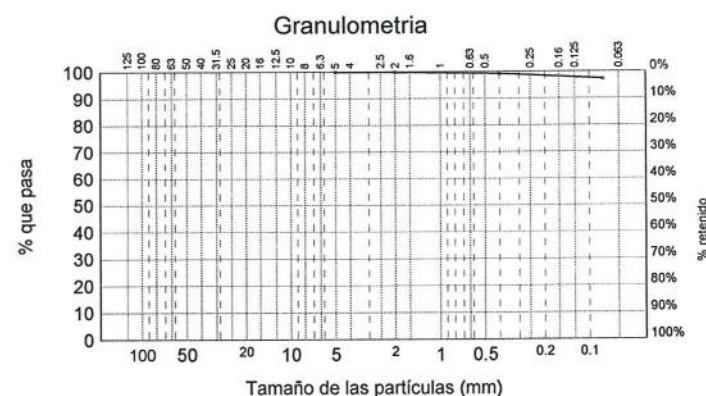
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S1-MI4 (18,00-18,60 m)

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	97,3
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	51,81
Límite plástico	22,91
Índice de plasticidad	28,90

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de plasticidad alta

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	---

Sevilla 27 de febrero de 2008

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

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 448

Fecha de toma: 11/02/2008

Número Acta: 1597

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

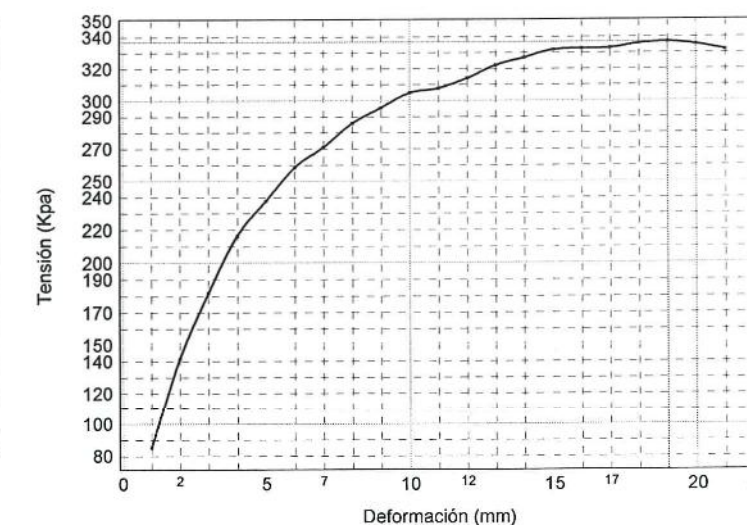
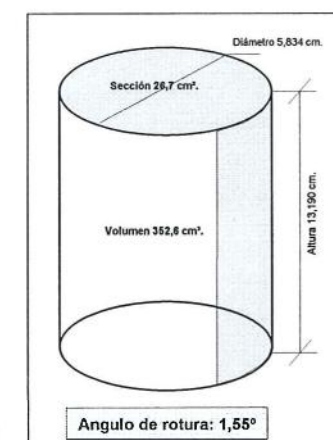
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S1-MI4 (18,00-18,60 m)

Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	13,190
Diámetro	cm	5,834
CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	26,12
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1,96
Densidad Seca	gr/cm ³	1,55
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	1051,86
Resistencia	kPa	336,81
Deformación	mm	19,00



Sevilla 27 de febrero de 2008

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

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

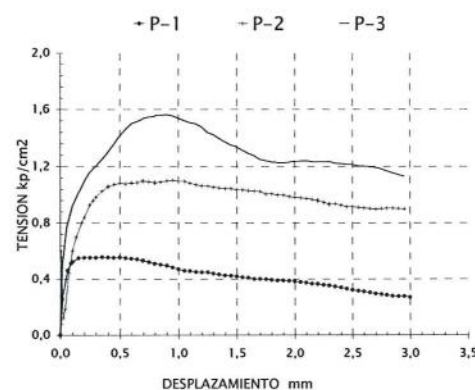
TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007 SEVILLA

Muestra: 448
Número Acta: 1598
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S1-MI4 (18.00-18.60 m)
Descripción:

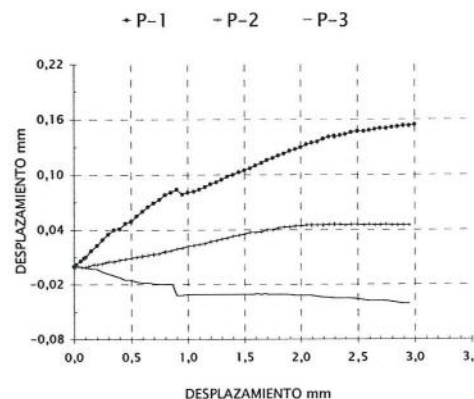
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm³)	Densidad Seca (gr/cm³)
P-1	25,47	31,41	1,95	1,56
P-2	24,54	27,80	1,98	1,59
P-3	24,99	27,21	1,96	1,57

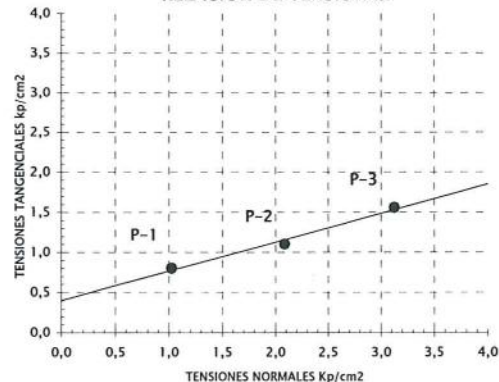
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO

COHESIÓN (Kp/cm²)	ÁNGULO Φ (°)
0,40	19,89

COHESIÓN (kPa)
39,23

Sevilla 27 de febrero de 2008

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

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

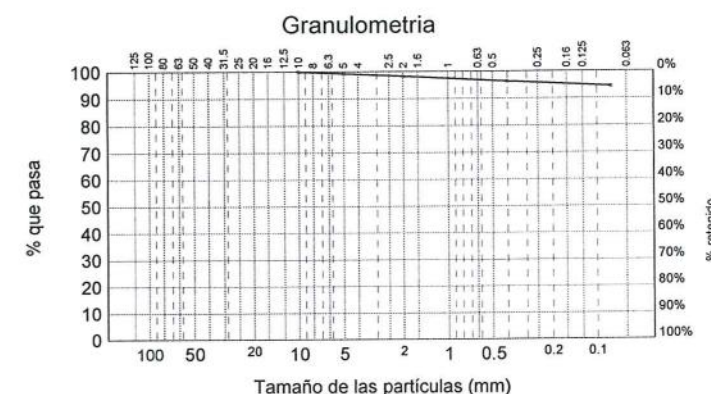
Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 449
Fecha de toma: 12/02/2008
Número Acta: 1762
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI1 (3,00-3,60 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	99
2	98
0,4	96
0,08	94,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	38,30
Límite plástico	21,41
Índice de plasticidad	16,89

CLASIFICACION DEL SUELO

-CL : , Arcilla de plasticidad media con indicios de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,40
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	---

Sevilla 5 de marzo de 2008

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



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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 449
Fecha de toma: 12/02/2008
Número Acta: 1605
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI1 (3,00-3,60 m)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	21,23	24,49	1,67	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%) 1,15

Sevilla 29 de febrero de 2008

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

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

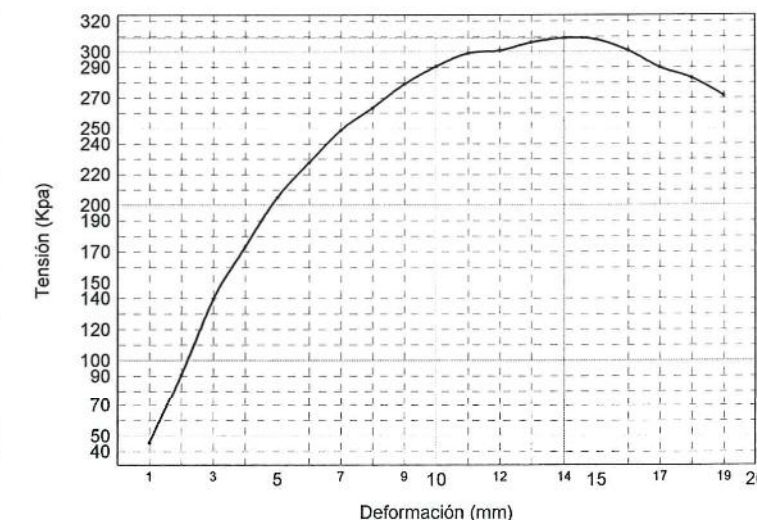
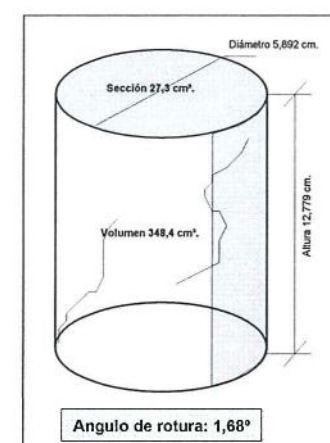
Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 449
Fecha de toma: 12/02/2008
Número Acta: 1604
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI1 (3,00-3,60 m)
Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA	
Altura	cm 12,779
Diámetro	cm 5,892
CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA	
Humedad zona de rotura	% 22,90
Densidad Húmeda	gr/cm³ 2,07
Densidad Seca	gr/cm³ 1,68
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA	
Carga	N 946,13
Resistencia	kPa 308,99
Deformación	mm 14,00



Sevilla 29 de febrero de 2008

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

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

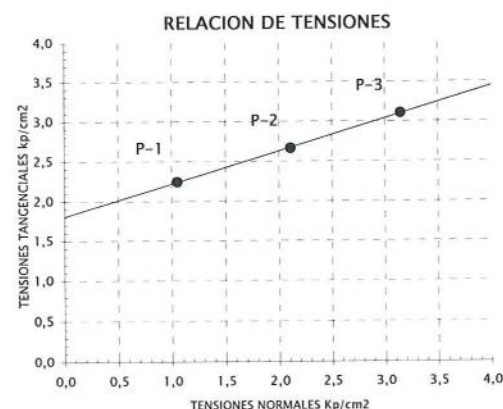
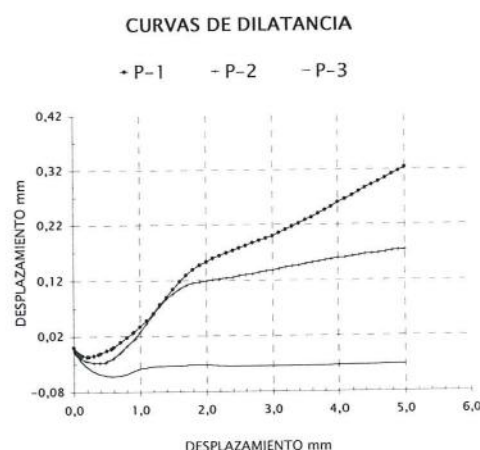
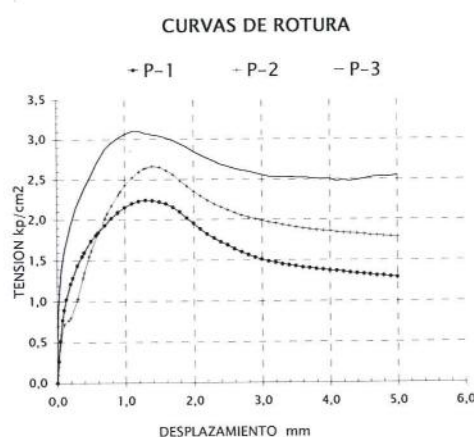
Ciente: TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007 SEVILLA

Muestra: 449
Número Acta: 2508
Código: 2067
Obra: METROCENTRO – FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
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/cm³)	Densidad Seca (gr/cm³)
P-1	18,54	18,54	2,01	1,69
P-2	21,53	21,53	2,04	1,68
P-3	19,78	19,78	2,05	1,71



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	SIN CONSOLIDAR
ESTADO	SIN DRENAR

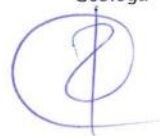
COHESIÓN (Kp/cm²)	ÁNGULO Φ (°)
1,80	22,28

COHESIÓN (kPa)
176,52

Sevilla 31 de marzo de 2008

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

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

Ciente: TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 542
Fecha de toma: 13/02/2008
Número Acta: 2506
Código: 2067
Obra: METROCENTRO – FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI2 (6,00–6,60 m)
Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	22,15	22,42	1,73	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%) 0,05

Sevilla 31 de marzo de 2008

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

Registro de Laboratorios de ensayos. Junta de Andalucía, N° de inscripción LE071-SE-05

(BOJA nº 223 de 15-11-2005)

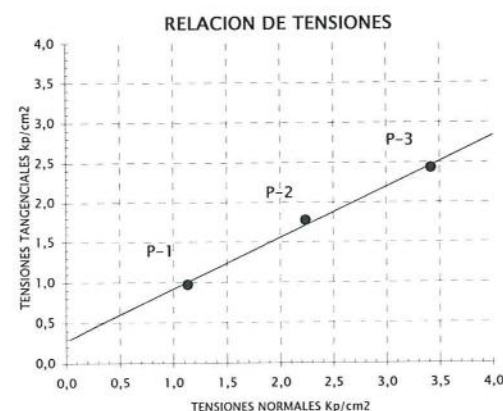
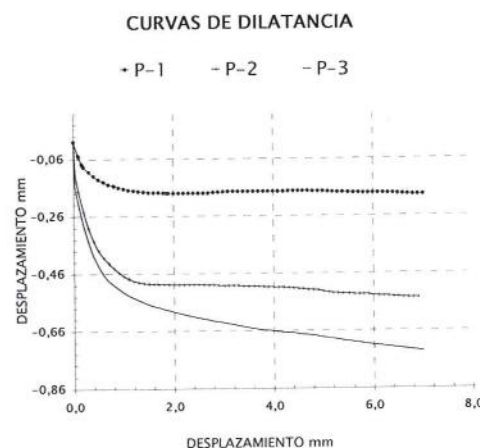
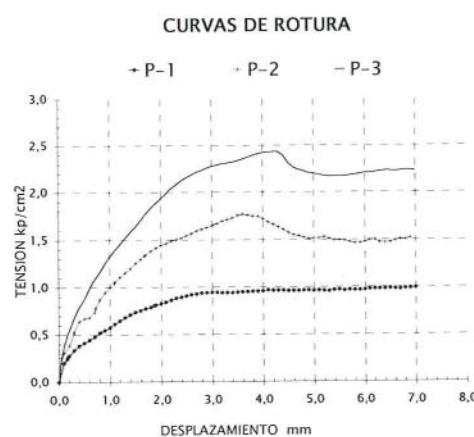
Cliente: TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007 SEVILLA

Muestra: 542
Número Acta: 2505
Código: 2067
Obra: METROCENTRO – FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI2 (6.00–6.60 m)
Descripción:

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

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm³)	Densidad Seca (gr/cm³)
P-1	22,74	22,74	2,09	1,70
P-2	22,75	22,75	2,06	1,68
P-3	22,49	22,49	2,10	1,72



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	SIN CONSOLIDAR
ESTADO	SIN DRENAR
COHESIÓN (Kp/cm²)	ÁNGULO Φ (°)
0,28	32,55
COHESIÓN (kPa)	
27,46	

Sevilla 31 de marzo de 2008

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

Registro de Laboratorio de ensayos. Junta de Andalucía, N° de inscripción LE071-SE-05

(BOJA nº 223 de 15-11-2005)

Cliente: TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007 SEVILLA

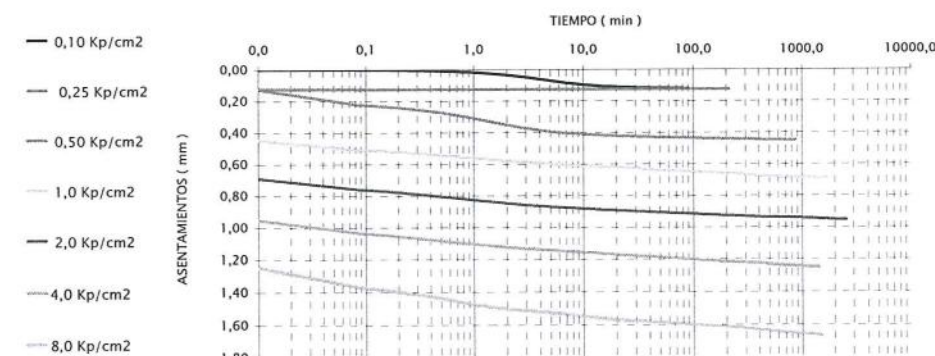
Muestra: 542
Número Acta: 2673
Código: 2067
Obra: METROCENTRO – FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI2 (6.00–6.60 m)
Descripción:

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL (UNE 103-405-94)

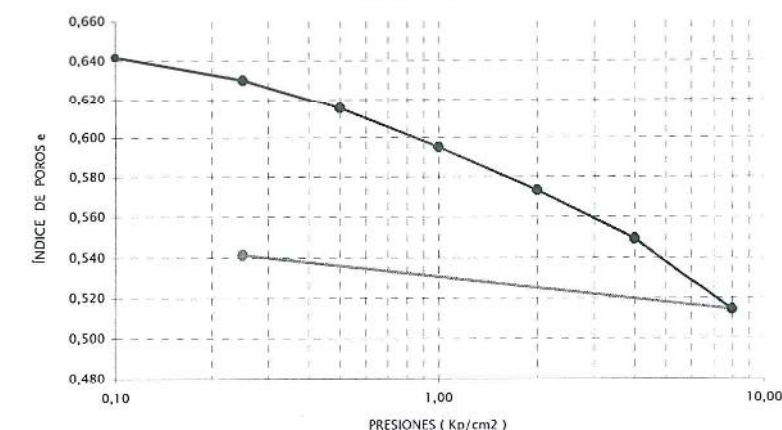
TIPO DE MUESTRA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm³)	Densidad Seca (gr/cm³)
INALTERADA	22,98	19,92	2,11	1,72

ÍNDICE DE POROS INICIAL	ÍNDICE DE DESCARGA (Cs)	ÍNDICE DE COMPRESIÓN (Cc) ENTRE 2,0 – 4,0 Kp/cm²
0,652	0,018	0,080

CURVAS DE CONSOLIDACIÓN



CURVA EDOMÉTRICA



Sevilla 3 de abril de 2008

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

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

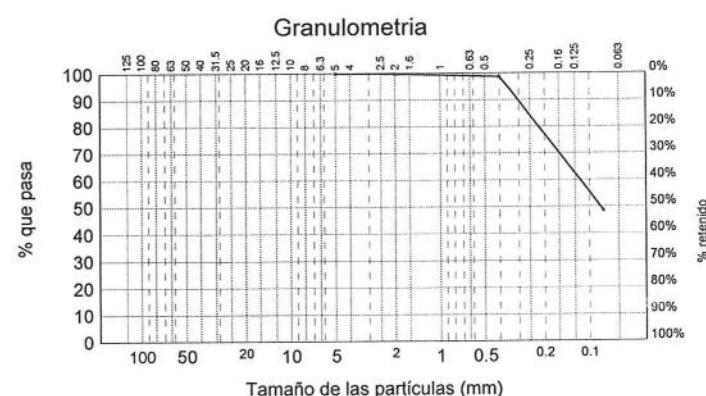
Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 450
Fecha de toma: 12/02/2008
Número Acta: 1763
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MA1 (7,50-8,00 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	48,4
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO

SM : Arena limosa

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,12
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	6
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 5 de marzo de 2008

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

elabora - sevilla

elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

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

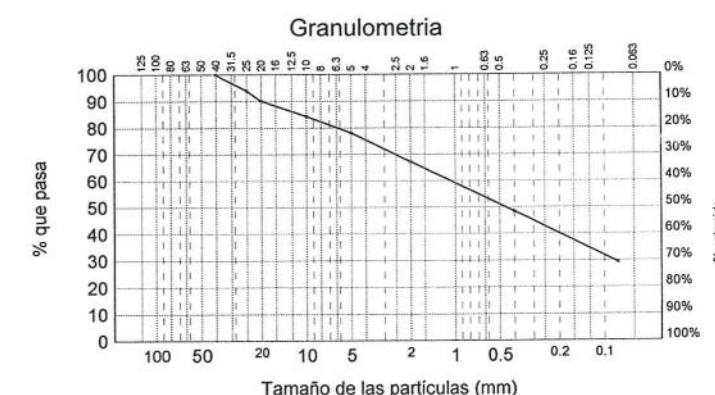
Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 451
Fecha de toma: 12/02/2008
Número Acta: 1764
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MA2 (9,00-9,50 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	94
20	90
10	84
5	78
2	67
0,4	48
0,08	29,3
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO

SM : Arena con bastante limo y grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	16
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 5 de marzo de 2008

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

elabora - sevilla

elabora

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

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

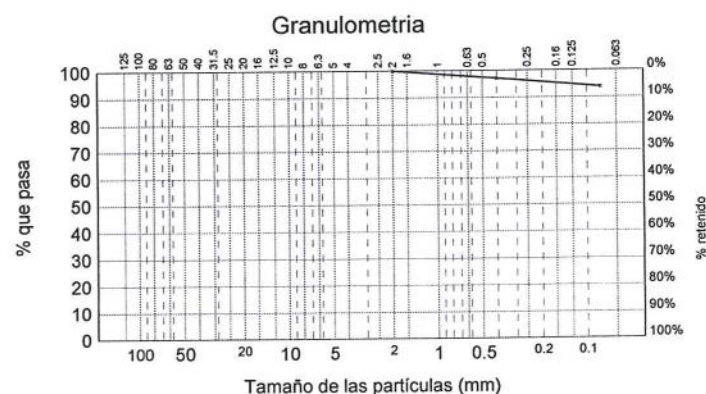
Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 452
Fecha de toma: 12/02/2008
Número Acta: 1600
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S2-MI4 (21,00-21,60 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
2	100
0,4	97
0,08	93,9
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	53,74
Límite plástico	24,34
Índice de plasticidad	29,40

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de plasticidad alta con indicios de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	---

Sevilla 27 de febrero de 2008

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

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

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

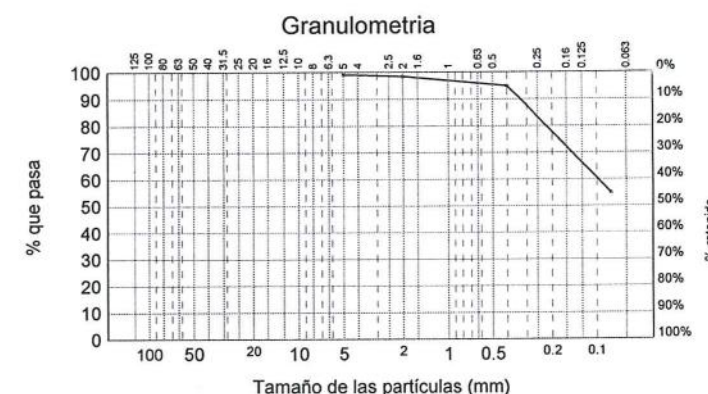
Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 453
Fecha de toma: 13/02/2008
Número Acta: 1602
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MI1 (3,00-3,60 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	99
2	98
0,4	95
0,08	55
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO

-ML : , Limo arenoso

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,48
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	---

Sevilla 27 de febrero de 2008

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

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 453

Fecha de toma: 13/02/2008

Número Acta: 1601

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

Localidad: SEVILLA

Procedencia: S3-MI1 (3,00-3,60 m)

Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	10,52	16,89	1,74	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%)

0,05

Sevilla 27 de febrero de 2008

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

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007 SEVILLA

Muestra: 453

Número Acta: 2507

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

Localidad: SEVILLA

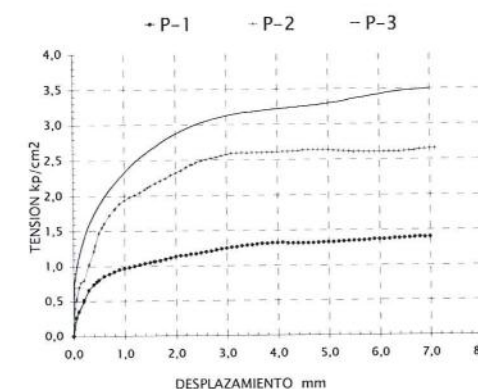
Procedencia: S3-MI1 (3.00-3.60 m)

Descripción:

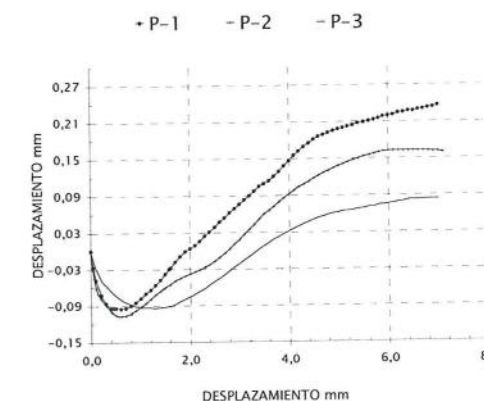
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm³)	Densidad Seca (gr/cm³)
P-1	8,71	8,71	1,86	1,71
P-2	8,70	8,70	1,91	1,76
P-3	9,22	9,22	1,96	1,79

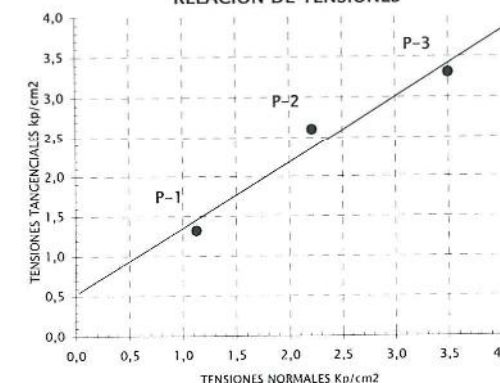
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	SIN CONSOLIDAR
ESTADO	SIN DRENAR
COHESIÓN (Kp/cm²)	0,52
ÁNGULO Φ (°)	39,58

COHESIÓN (kPa)
50,99

Sevilla 31 de marzo de 2008

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

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

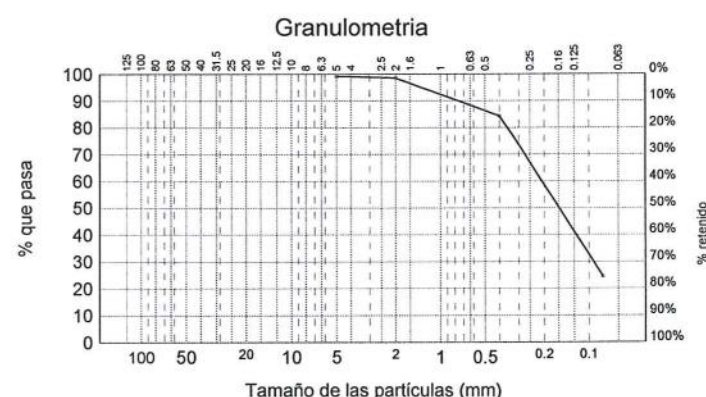
Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 454
Fecha de toma: 13/02/2008
Número Acta: 1765
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MA1 (5,70-6,00 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	99
2	99
0,4	84
0,08	24,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO

SM : Arena con bastante limo

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,20
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	2
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 5 de marzo de 2008

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

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)

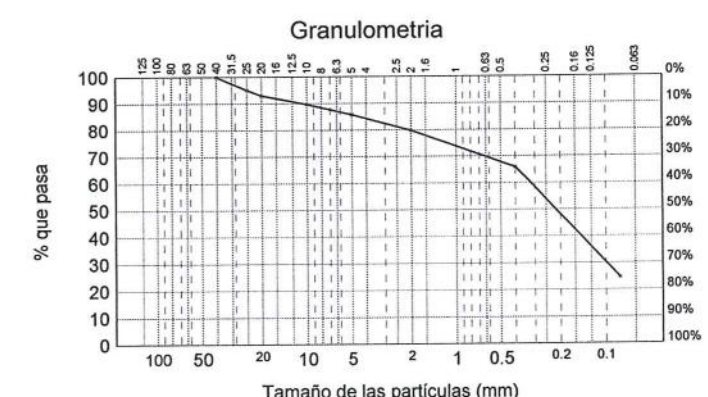
Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 455
Fecha de toma: 13/02/2008
Número Acta: 1603
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MA2 (9,50-10,00 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	95
20	93
10	90
5	86
2	80
0,4	66
0,08	24,5
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO

SM : Arena con bastante limo y algo de grava

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 27 de febrero de 2008

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

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)

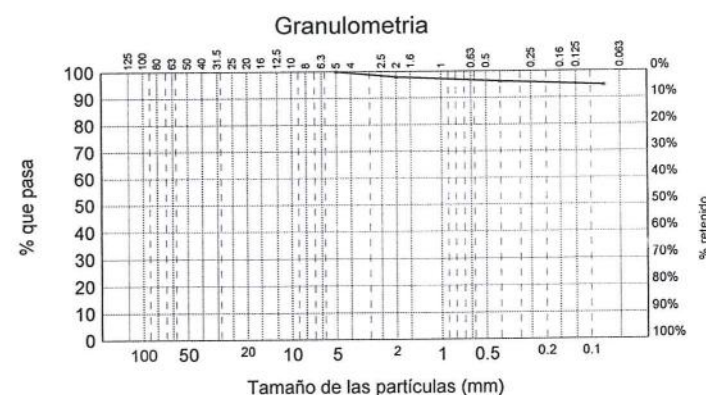
Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 456
Fecha de toma: 13/02/2008
Número Acta: 1766
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S3-MI3 (21,00-21,60 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	98
0,4	96
0,08	94,6
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	56,64
Límite plástico	28,75
Índice de plasticidad	27,89

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de plasticidad alta con indicios de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 5 de marzo de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
M^a del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga



elabora - sevilla

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)

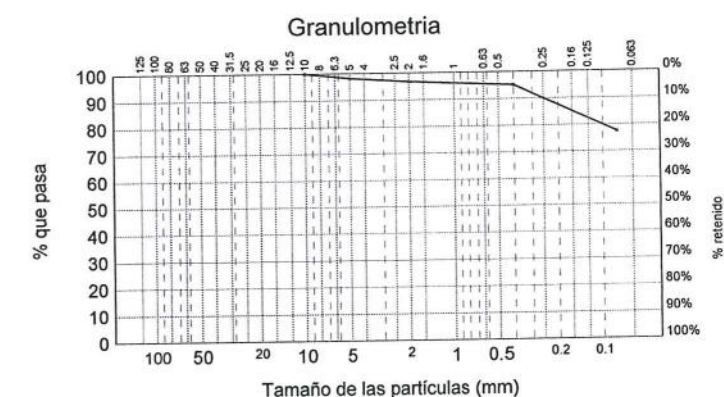
Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 505
Fecha de toma: 19/02/2008
Número Acta: 1892
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S4-MI1 (3,00-3,60 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	98
2	97
0,4	95
0,08	77,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	28,63
Límite plástico	17,58
Índice de plasticidad	11,05

CLASIFICACION DEL SUELO

-CL : Arcilla de plasticidad baja con bastante arena

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,62
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	2
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 8 de marzo de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
M^a del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga



elabora - sevilla

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 505

Fecha de toma: 19/02/2008

Número Acta: 1767

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

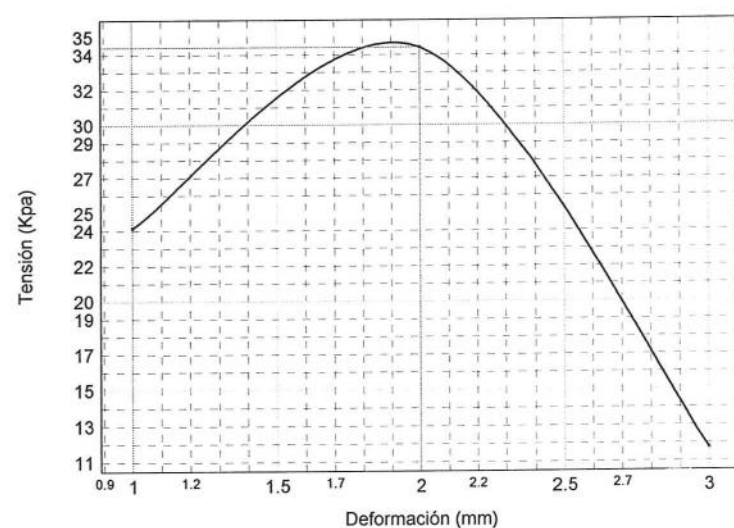
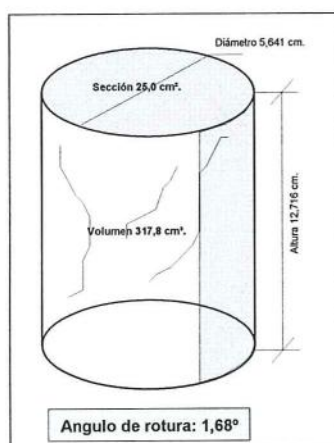
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S4-MI1 (3,00-3,60 m)

Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,716
Diámetro	cm	5,641
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	14,09
Densidad Húmeda	gr/cm³	1,91
Densidad Seca	gr/cm³	1,68
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	87,36
Resistencia	kPa	34,40
Deformación	mm	2,00



Sevilla 5 de marzo de 2008

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

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007 SEVILLA

Muestra: 505

Número Acta: 2504

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

Localidad: SEVILLA

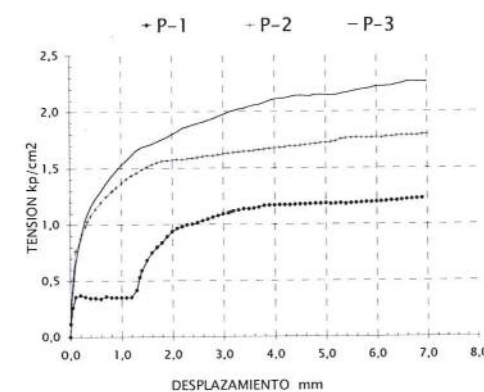
Procedencia: S4-MI1 (3.00-3.60 m)

Descripción:

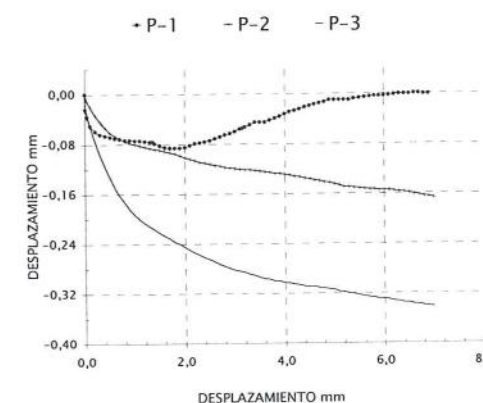
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm³)	Densidad Seca (gr/cm³)
P-1	12,53	12,53	1,87	1,66
P-2	13,78	13,78	1,92	1,69
P-3	14,26	14,26	1,91	1,67

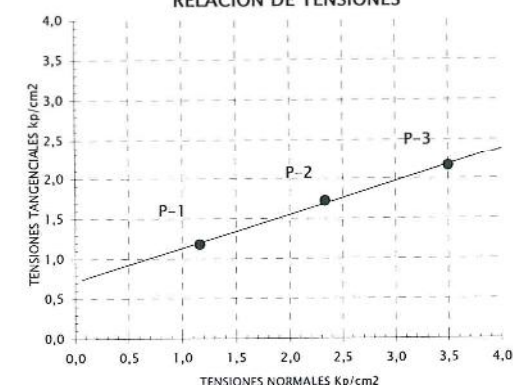
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	SIN CONSOLIDAR
ESTADO	SIN DRENAR

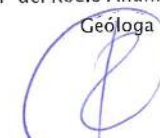
COHESIÓN (Kp/cm²)	ÁNGULO Φ (°)
0,71	22,57

COHESIÓN (kPa)
69,63

Sevilla 31 de marzo de 2008

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

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

Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 506

Fecha de toma: 19/02/2008

Número Acta: 1891

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

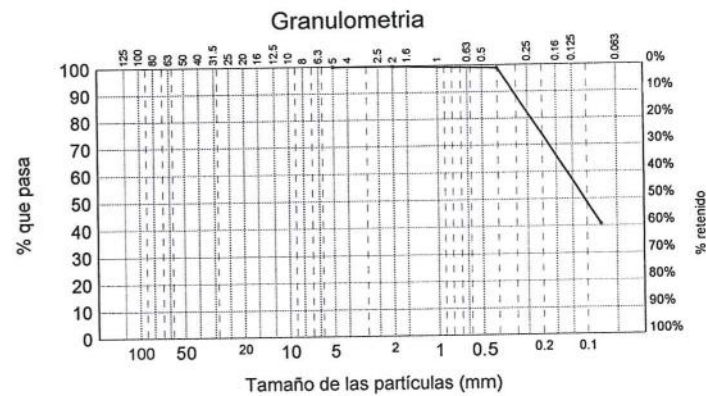
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S4-MI2 (6,00-6,60 m)

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
5	100
2	100
0,4	99
0,08	40,6
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO

SM : Arena limosa

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,65
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 8 de marzo de 2008

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

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 506

Fecha de toma: 19/02/2008

Número Acta: 1768

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

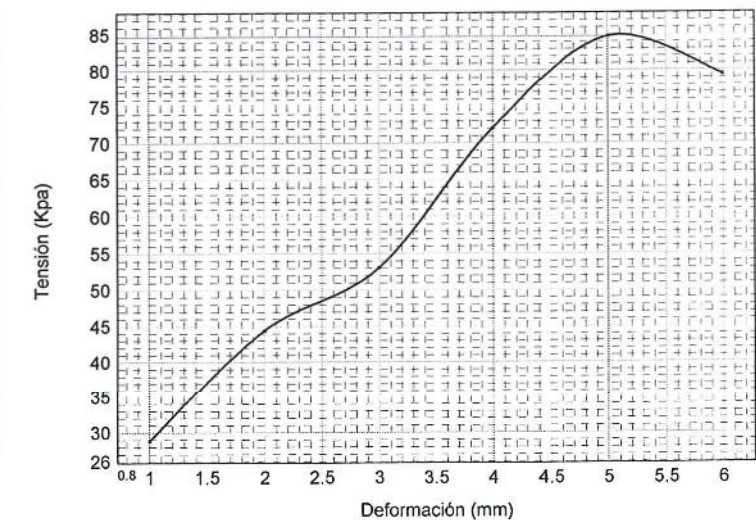
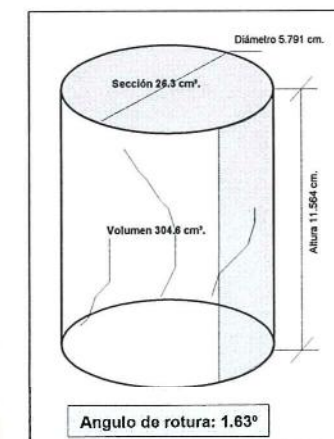
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S4-MI2 (6,00-6,60 m)

Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	11.564
Diámetro	cm	5.791
CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	10.63
Densidad Húmeda	gr/cm³	1.81
Densidad Seca	gr/cm³	1.63
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	233.28
Resistencia	kPa	84.74
Deformación	mm	5.00



Sevilla 5 de marzo de 2008

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

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

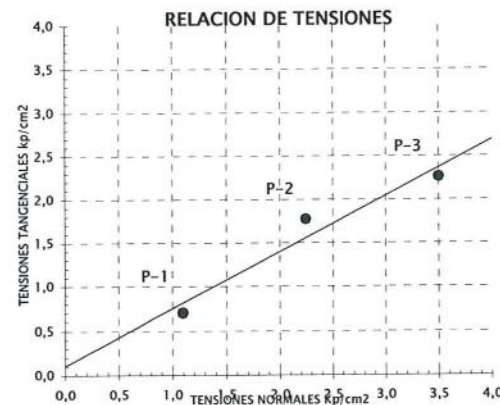
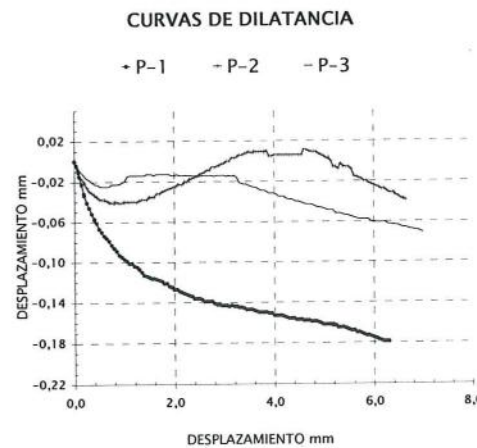
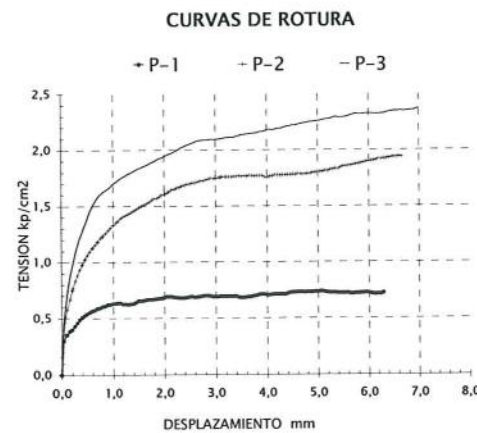
Cliente: TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007 SEVILLA

Muestra: 506
Número Acta: 1838
Código: 2067
Obra: METROCENTRO – FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S4-MI2 (6.00–6.60 m)
Descripción:

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

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/cm ³)
P-1	9,55	25,48	1,74	1,59
P-2	8,30	22,14	1,75	1,61
P-3	9,79	18,58	1,78	1,62



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO

COHESIÓN (Kp/cm ²)	ÁNGULO Φ (°)
0,10	32,84

COHESIÓN (kPa)
9,81

Sevilla 6 de marzo de 2008

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

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

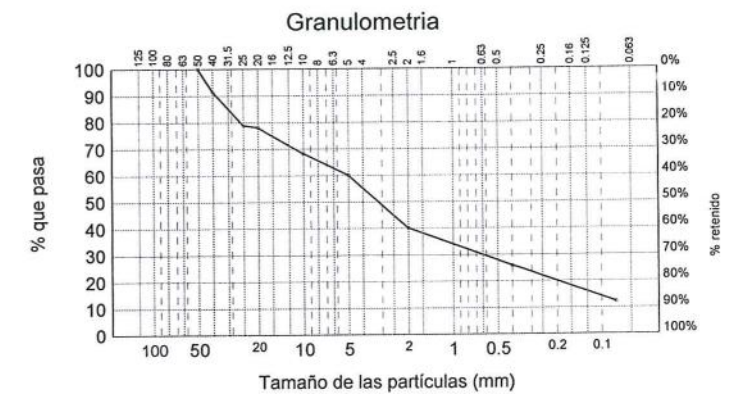
Cliente: TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 507
Fecha de toma: 19/02/2008
Número Acta: 1770
Código: 2067
Obra: METROCENTRO – FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S4-MA2 (10,00–10,50 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
50	100
40	91
25	79
20	78
10	68
5	60
2	40
0,4	26
0,08	12,2
-----	-----



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

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO

SM : Arena gravosa con algo de limo

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 5 de marzo de 2008

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

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 508

Fecha de toma: 19/02/2008

Número Acta: 2452

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

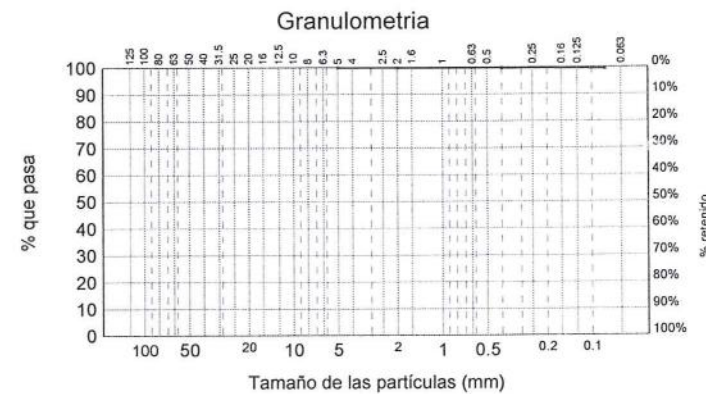
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S4-MI3 (21,00-21,60 m)

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

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



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

Límite líquido	58,03
Límite plástico	26,26
Índice de plasticidad	31,77

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de plasticidad alta

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	4
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 28 de marzo de 2008

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

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 508

Fecha de toma: 19/02/2008

Número Acta: 1771

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

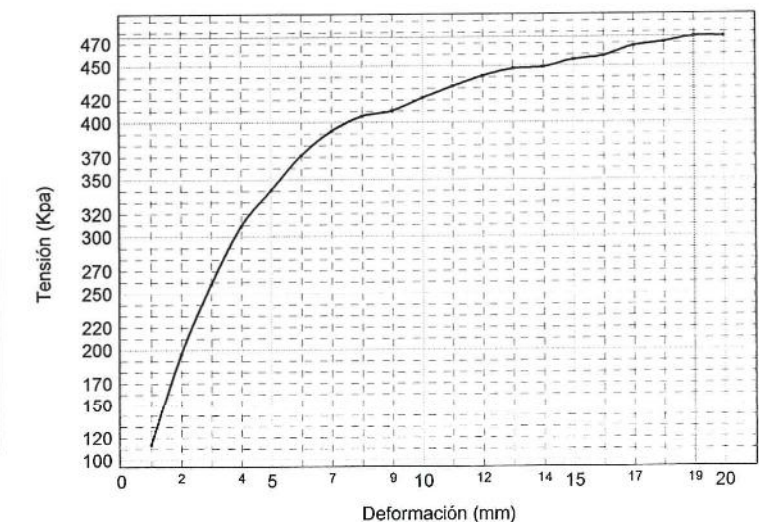
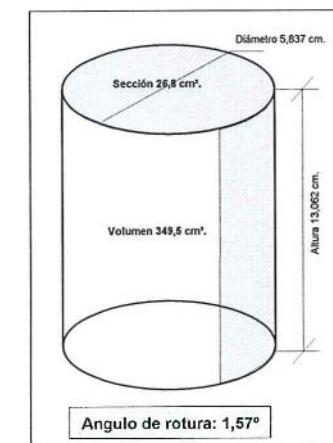
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S4-MI3 (21,00-21,60 m)

Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	13,062
Diámetro	cm	5,837
CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	27,61
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,00
Densidad Seca	gr/cm³	1,57
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	1489,54
Resistencia	kPa	475,68
Deformación	mm	19,00



Sevilla 5 de marzo de 2008

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

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

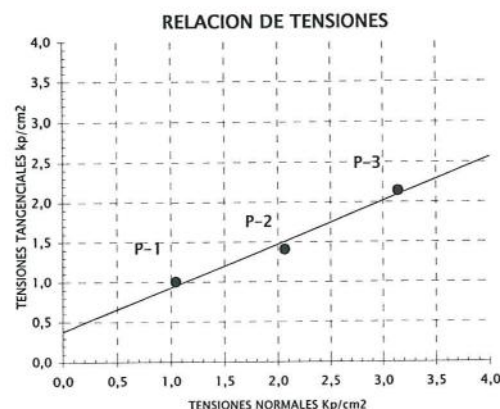
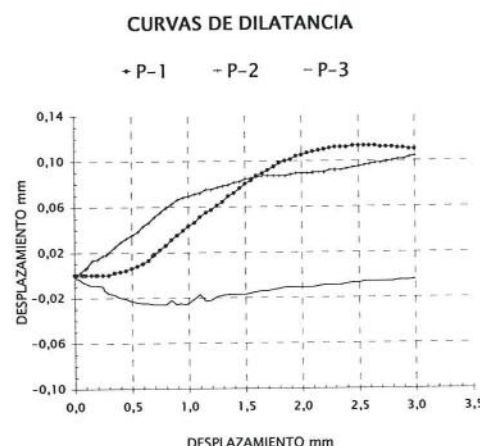
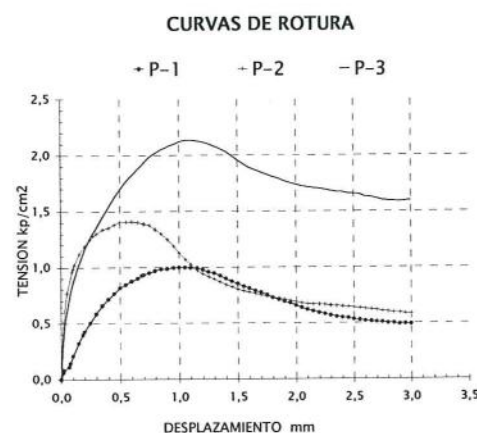
Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007 SEVILLA

Muestra: 508
Número Acta: 1839
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S4-MI3 (21.00-21.60 m)
Descripción:

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

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/cm ³)
P-1	26,28	29,92	1,99	1,58
P-2	26,57	29,37	1,97	1,56
P-3	27,04	30,06	1,97	1,55



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO
COHESIÓN (Kp/cm ²)	ÁNGULO Φ (°)
0,38	28,58
COHESIÓN (kPa)	
37,27	

Sevilla 6 de marzo de 2008

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

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

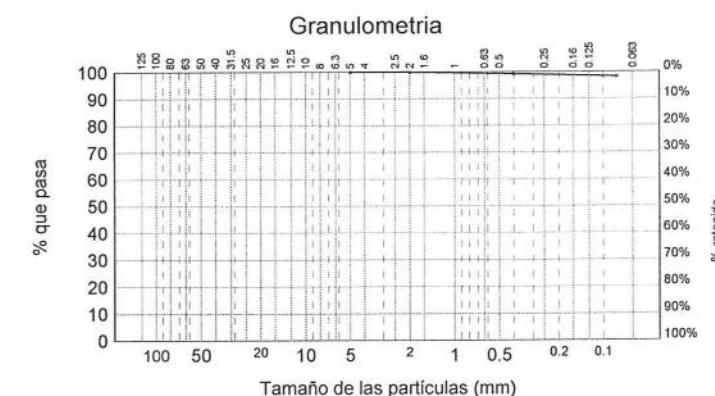
Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 509
Fecha de toma: 19/02/2008
Número Acta: 2453
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S4-MI4 (24,00-24,60 m)
Descripción:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (UNE 103-101-95)

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



LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	55,47
Límite plástico	26,51
Índice de plasticidad	28,96

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

CH : Arcilla de plasticidad alta

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	---

Sevilla 28 de marzo de 2008

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



elabora - sevilla

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 510

Fecha de toma: 20/02/2008

Número Acta: 2454

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

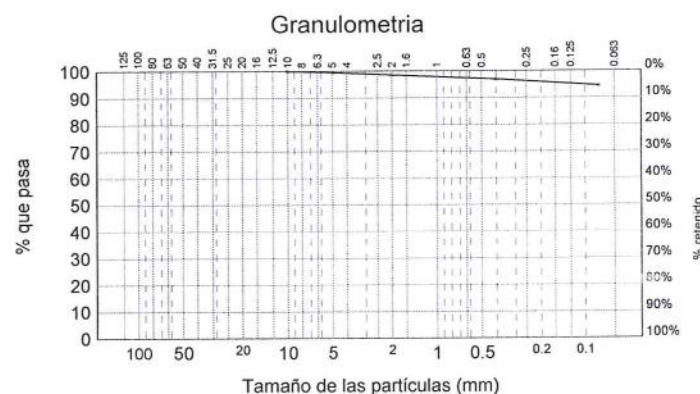
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S5-MI2 (6,00-6,60 m)

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	99
2	99
0,4	97
0,08	94,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	47,95
Límite plástico	22,10
Índice de plasticidad	25,85

CLASIFICACION DEL SUELO

-CL : , Arcilla de plasticidad media con indicios de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,20
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 28 de marzo de 2008

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

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 510

Fecha de toma: 20/02/2008

Número Acta: 2360

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

Localidad: SEVILLA

Procedencia: S5-MI2 (6,00-6,60 m)

Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm³)	Tipo de muestra
0.1	22,60	24,66	1,67	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%)

0,75

Sevilla 26 de marzo de 2008

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

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

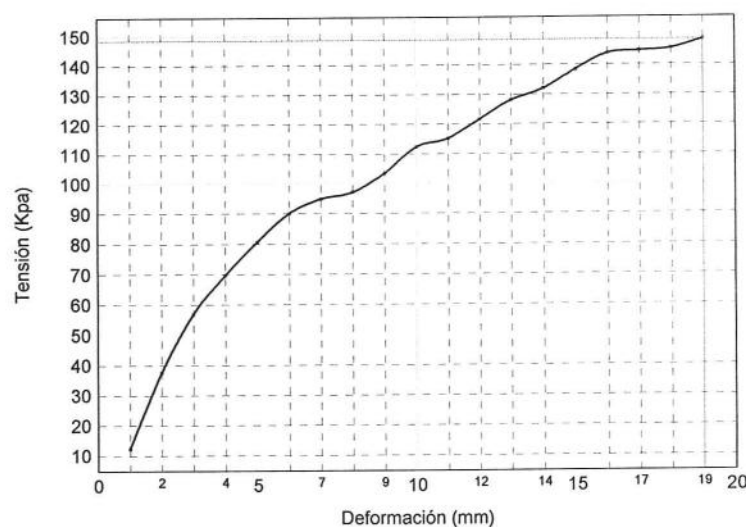
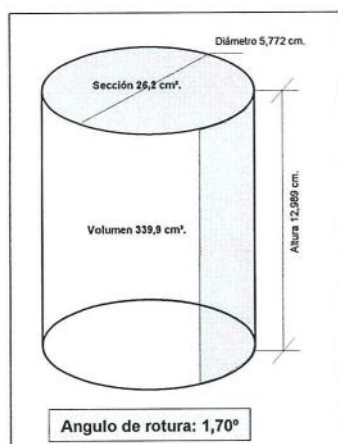
Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

Muestra: 510
Fecha de toma: 20/02/2008
Número Acta: 1772
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S5-MI2 (6,00-6,60 m)
Descripción:

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

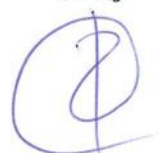
DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,989
Diámetro	cm	5,772
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	24,00
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,10
Densidad Seca	gr/cm³	1,70
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	455,18
Resistencia	kPa	148,51
Deformación	mm	19,00



Sevilla 5 de marzo de 2008

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

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

Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

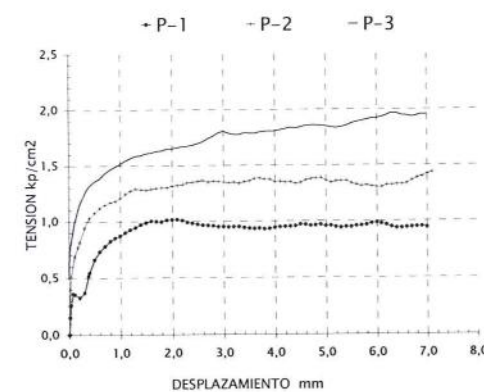
Muestra: 510
Número Acta: 2503
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S5-MI2 (6.00-6.60 m)
Descripción:

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007 SEVILLA

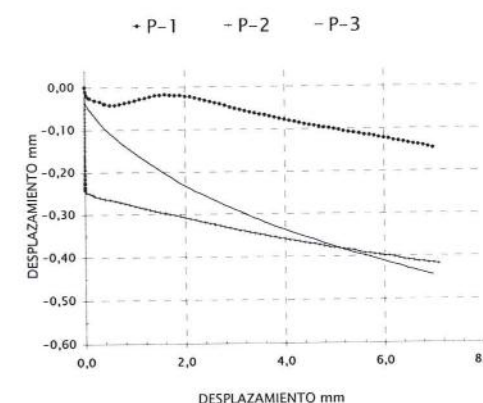
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm³)	Densidad Seca (gr/cm³)
P-1	23,17	23,17	2,07	1,68
P-2	23,97	23,97	2,04	1,65
P-3	24,15	24,15	2,05	1,65

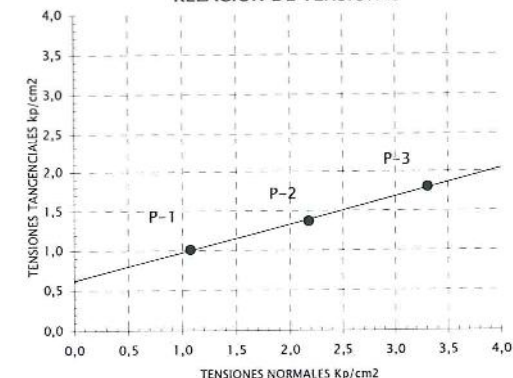
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	SIN CONSOLIDAR
ESTADO	SIN DRENAR

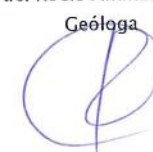
COHESIÓN (Kp/cm²)	ÁNGULO Φ (°)
0,62	19,49

COHESIÓN (kPa)
60,80

Sevilla 31 de marzo de 2008

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

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

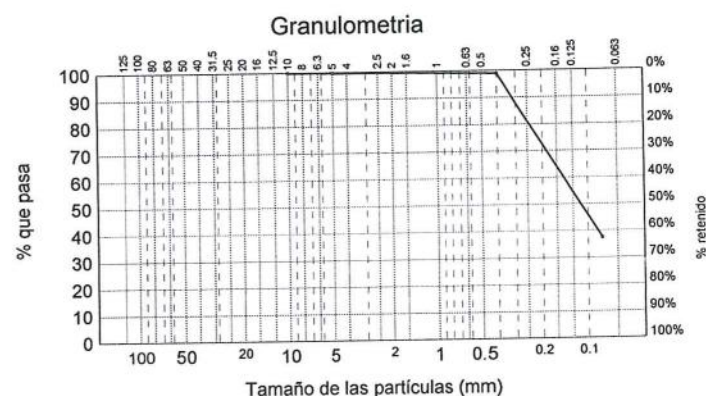
Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 511
Fecha de toma: 20/02/2008
Número Acta: 1890
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S5-MA1 (9,00-9,60 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	100
2	100
0,4	99
0,08	37,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO

SM : Arena limosa

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,44
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 8 de marzo de 2008

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

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

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

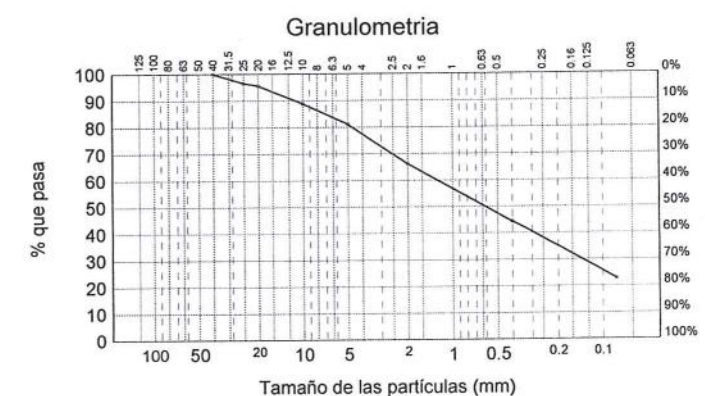
Cliente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 512
Fecha de toma: 20/02/2008
Número Acta: 1773
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S5-MA2 (14,50-15,00 m)
Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	97
20	96
10	89
5	81
2	66
0,4	44
0,08	22,8
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACION DEL SUELO

SM : Arena con bastante limo y algo de grava
--

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 5 de marzo de 2008

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

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)

Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 513

Fecha de toma: 20/02/2008

Número Acta: 2455

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

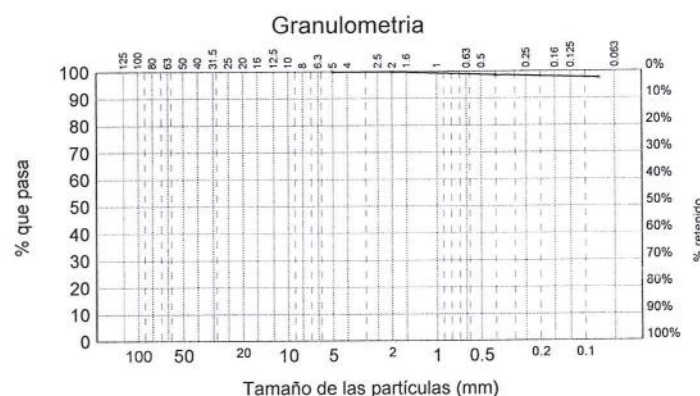
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S5-MI3 (19,20-19,80 m)

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

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



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

Límite líquido	53,71
Límite plástico	24,24
Índice de plasticidad	29,47

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de plasticidad alta

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	---

Sevilla 28 de marzo de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS QUÍMICOS
Fernando Fernández Díaz
Químico

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
M° del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

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)

Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 513

Fecha de toma: 20/02/2008

Número Acta: 1774

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

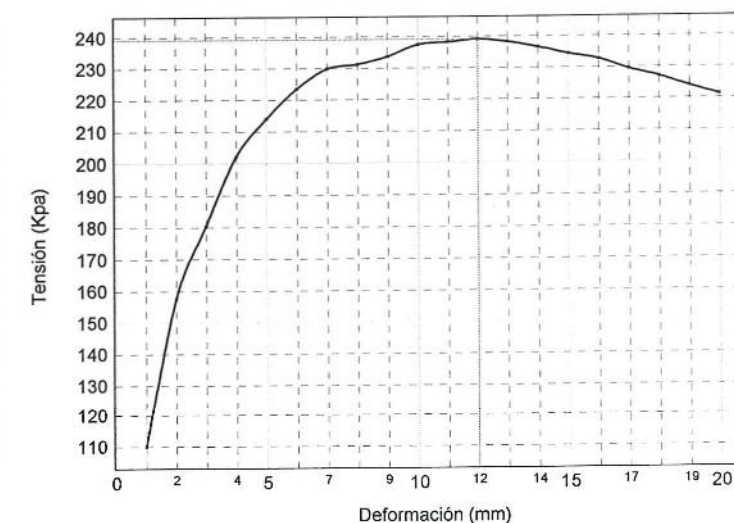
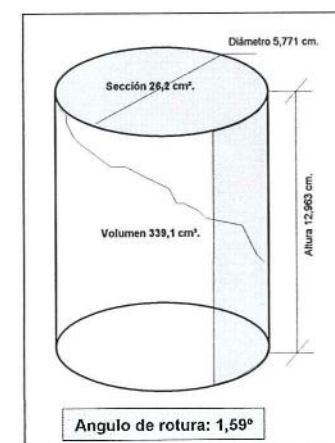
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S5-MI3 (19,20-19,80 m)

Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA		
Altura	cm	12,963
Diámetro	cm	5,771
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA		
Humedad zona de rotura	%	26,89
Densidad Húmeda	gr/cm³	2,02
Densidad Seca	gr/cm³	1,59
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA		
Carga	N	689,31
Resistencia	kPa	239,13
Deformación	mm	12,00



Sevilla 5 de marzo de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS
M° del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga

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)

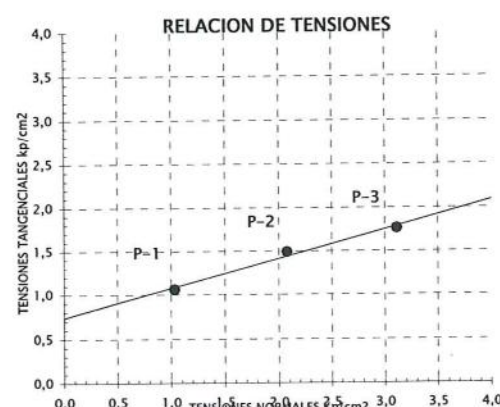
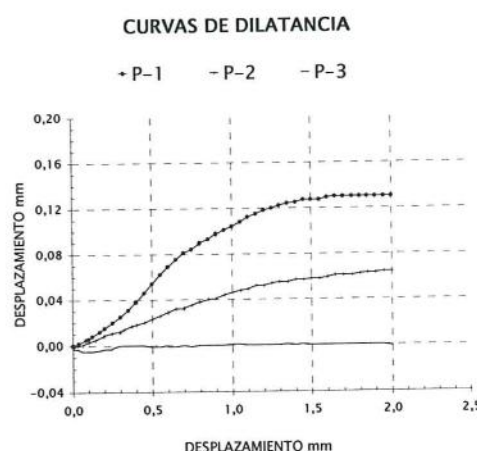
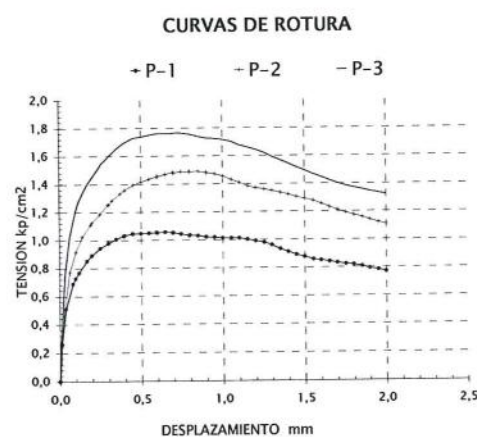
Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007 SEVILLA

Muestra: 513
Número Acta: 1889
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S5-MI3 (19.20-19.80 m)
Descripción:

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

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/cm ³)
P-1	26,15	30,62	1,96	1,55
P-2	25,93	29,82	1,97	1,56
P-3	25,18	28,42	1,97	1,58



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO

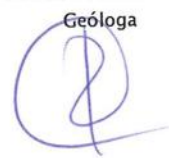
COHESIÓN (Kp/cm ²)	ÁNGULO Φ (°)
0,74	18,61

COHESIÓN (kPa)
72,57

Sevilla 8 de marzo de 2008

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

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

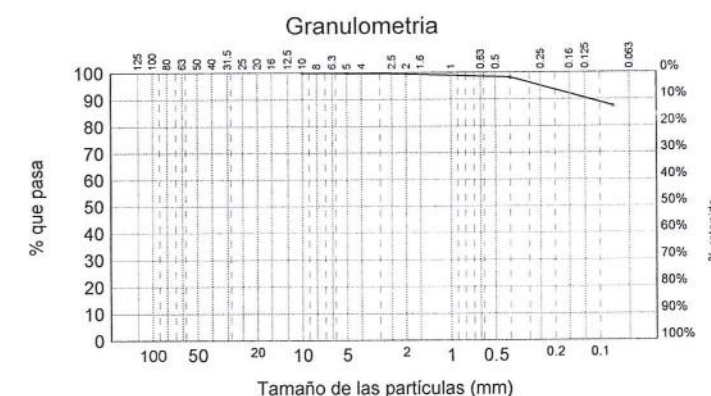
Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 514
Fecha de toma: 21/02/2008
Número Acta: 2456
Código: 2067
Obra: METROCENTRO - FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S6-MI3 (9,00-9,60 m)
Descripción:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
10	100
5	100
2	100
0,4	98
0,08	87,4
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----
-----	-----



LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	39,49
Límite plástico	20,84
Índice de plasticidad	18,65

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

-CL : Arcilla de plasticidad media con algo de arena

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	0,12
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	0
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 28 de marzo de 2008

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



elabora - sevilla

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 514

Fecha de toma: 21/02/2008

Número Acta: 2370

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

Localidad: SEVILLA

Procedencia: S6-MI3 (9,00-9,60 m)

Descripción:

ENSAYO DE HINCHAMIENTO LIBRE (UNE 103601-1996)

Tensión (Kp/cm ²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)	Tipo de muestra
0.1	19,47	20,24	1,79	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%) 0,00

Sevilla 27 de marzo de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS FÍSICOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga



[Signature]



elabora - sevilla

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: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007 SEVILLA

Muestra: 514

Número Acta: 2334

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

Localidad: SEVILLA

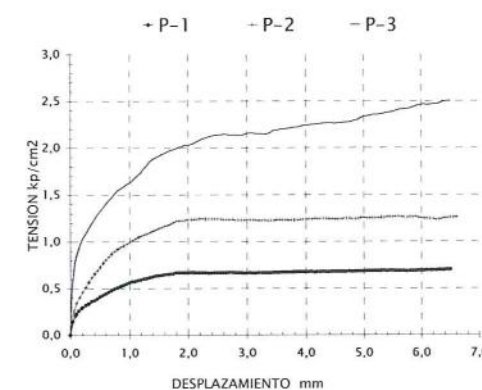
Procedencia: S6-MI3 (9.00-9.60 m)

Descripción:

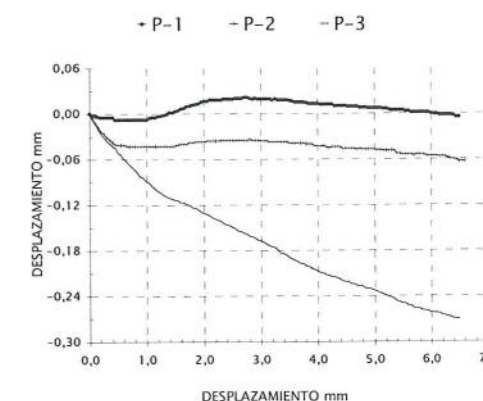
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103-401-98)

PROBETA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/cm ³)
P-1	20,80	22,00	2,11	1,74
P-2	20,08	19,09	2,11	1,75
P-3	20,98	17,84	2,13	1,76

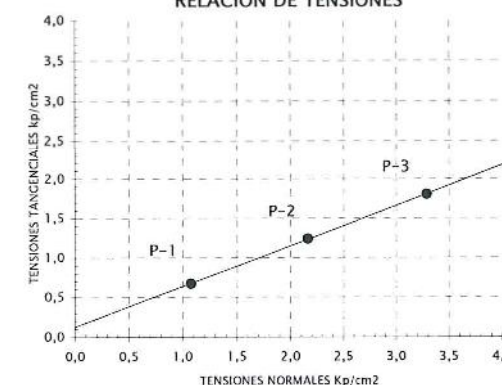
CURVAS DE ROTURA



CURVAS DE DILATANCIA



RELACION DE TENSIONES



TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
CONDICIONES DEL ENSAYO	CONSOLIDADO
ESTADO	DRENADO
COHESIÓN (Kp/cm ²)	0,13
ÁNGULO Φ (°)	27,03

COHESIÓN (kPa)	12,75
----------------	-------

Sevilla 25 de marzo de 2008

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE DE ENSAYOS FÍSICOS
Mª del Rocío Ahumada Rivas
Geóloga



[Signature]

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

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

Cliente: TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007 SEVILLA

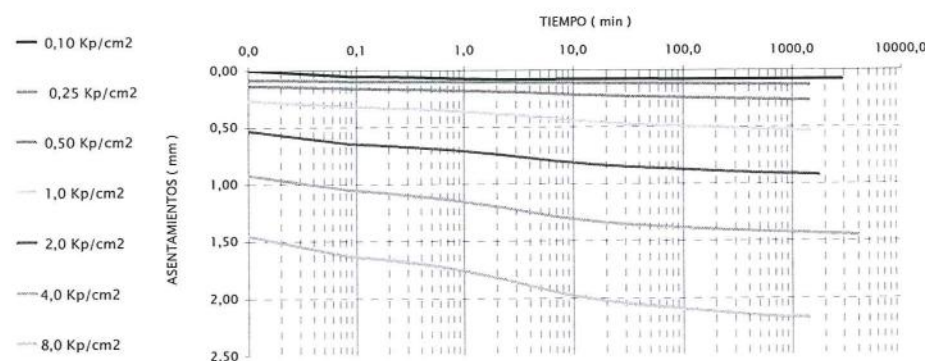
Muestra: 514
Número Acta: 2335
Código: 2067
Obra: METROCENTRO – FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S6-MI3 (9.00–9.60 m)
Descripción:

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL (UNE 103-405-94)

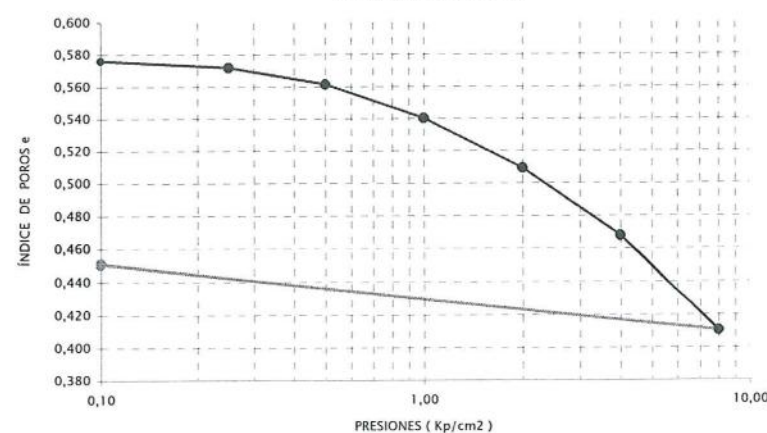
TIPO DE MUESTRA	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Aparente (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/cm ³)
INALTERADA	21,10	20,84	2,11	1,74

ÍNDICE DE POROS INICIAL	ÍNDICE DE DESCARGA (C _s)	ÍNDICE DE COMPRESIÓN (C _c) ENTRE 2,0 – 4,0 Kp/cm ²
0,583	0,021	0,139

CURVAS DE CONSOLIDACIÓN



CURVA EDOMÉTRICA



Sevilla, 25 de marzo de 2008

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

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

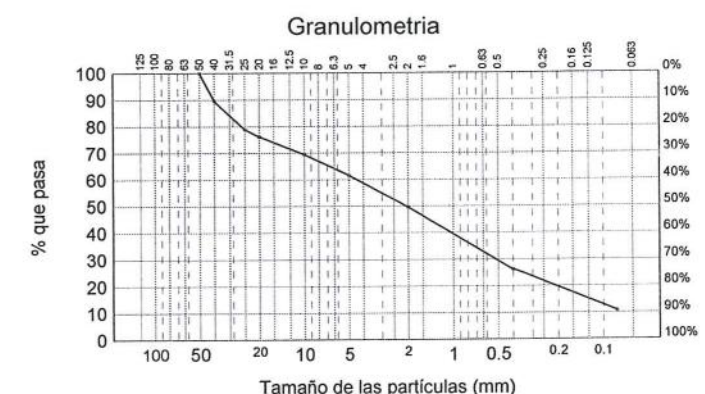
Cliente: TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM – TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía nº 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 515
Fecha de toma: 21/02/2008
Número Acta: 1775
Código: 2067
Obra: METROCENTRO – FASE 2
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER
Localidad: SEVILLA
Procedencia: S6-MA2 (15,00–15,50 m)
Descripción:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
50	100
40	90
25	79
20	76
10	69
5	62
2	50
0,4	26
0,08	10,7
-----	-----



LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	---
Límite plástico	No plástico
Índice de plasticidad	No plástico

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

-SPSM : , Arena gravosa mal graduada con indicios de limo

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 5 de marzo de 2008

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

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)

Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 516

Fecha de toma: 21/02/2008

Número Acta: 2457

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

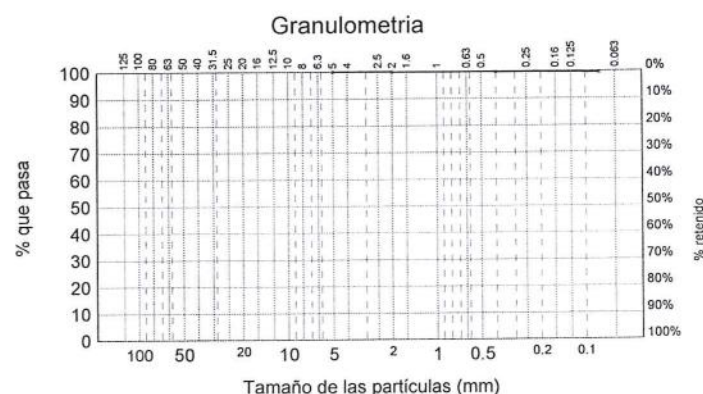
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S6-MI4 (18,00-18,60 m)

Descripción:

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

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



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

Límite líquido	57,81
Límite plástico	26,51
Índice de plasticidad	31,30

CLASIFICACION DEL SUELO

CH : Arcilla de plasticidad alta

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	0,00

Sevilla 28 de marzo de 2008

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

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)

Ciente: TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 516

Fecha de toma: 21/02/2008

Número Acta: 1776

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

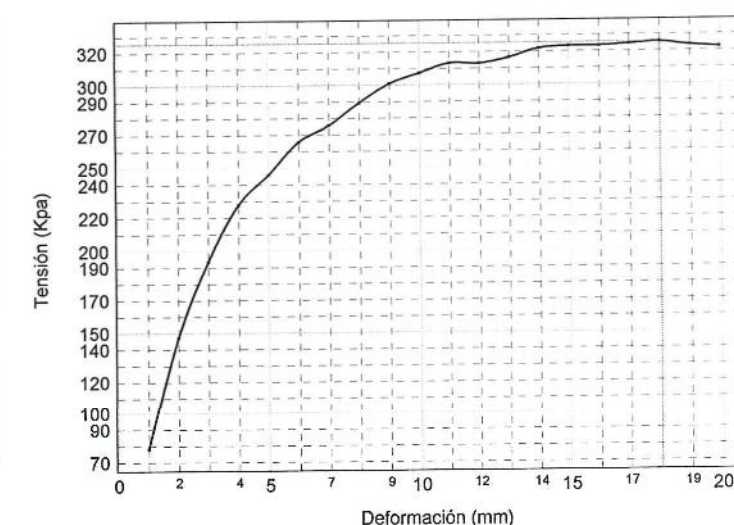
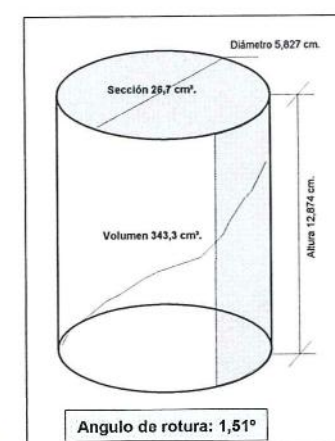
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S6-MI4 (18,00-18,60 m)

Descripción:

COMPRESIÓN SIMPLE (UNE 103-400-93)

DIMENSIONES DE LA PROBETA	
Altura	cm 12,874
Diámetro	cm 5,827
CARACTERISTICAS DE LA PROBETA	
Humedad zona de rotura	% 30,57
Densidad Húmeda	gr/cm³ 1,97
Densidad Seca	gr/cm³ 1,51
RESISTENCIA A COMPRESION CORREGIDA	
Carga	N 1008,52
Resistencia	kPa 325,31
Deformación	mm 18,00



Sevilla 5 de marzo de 2008

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

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

Cliente: TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 517

Fecha de toma: 21/02/2008

Número Acta: 2458

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

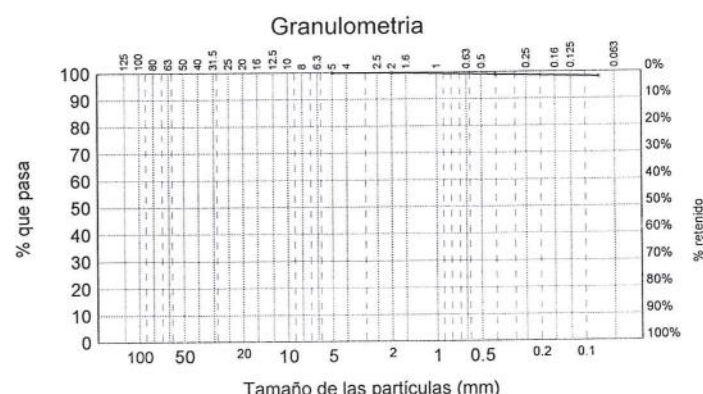
Localidad: SEVILLA

Procedencia: S6-M17 (27,00-27,44 m)

Descripción:

ANÁLISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

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



LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103-94 y 103-104-93)

Límite líquido	49,07
Límite plástico	22,17
Índice de plasticidad	26,90

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

-CL : , Arcilla de plasticidad media

OTRAS DETERMINACIONES

Contenido en materia orgánica (UNE 103-204-93)	%	---
Acidez Baumann-Gully (Anejo 5 de la EHE)	ml/kg	---
Humedad (UNE 103-300-93)	%	---
Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	---
Sulfatos en el suelo (UNE 103-201-96)	%SO ₃	---

Sevilla 28 de marzo de 2008

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

ACTA DE RESULTADOS DE AGUA

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

Cliente: TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA

TUSAM - TRANSPORTES URBANOS DE SEVILLA
Avda. de Andalucía n° 11
41007-SEVILLA
Sevilla

Muestra: 996

Fecha de toma: 13/02/2008

Número Acta: 2669

Código: 2067

Obra: METROCENTRO - FASE 2

APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO SAN FRANCISCO JAVIER

Localidad: SEVILLA

Procedencia: S2- (NIVEL FREÁTICO 6,00 m)

Descripción:

ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD DEL AGUA A LOS HORMIGONES (ANEJO 5 EHE)

pH	mg/l	7,31
Residuo seco	mg/l	366
Sulfatos	mg/l	89,4
Magnesio	mg/l	21,4
CO ₂	mg/l	0,9
NH ₄ ⁺	mg/l	0,1
EVALUACIÓN		NO AGRESIVO

DIRECTOR TÉCNICO
Juan Diego Bauzá Castelló
Ingeniero de caminos

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS QUÍMICOS
Fernando Fernández Díaz
Químico