

ANEJO 05:

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ÍNDICE

1	Objeto.....	5
2	Estudio geológico	5
3	Estudio geotécnico	7
3.1	Nivel 0. Rellenos antrópicos/granulares	8
3.2	Nivel A. Arenas de grano medio uniformes	8
3.3	Nivel B. Arcillas margosas de tonalidad marrón consistencia firme	11
	APÉNDICE 1. SITUACIÓN DE PROSPECCIONES	12
	APÉNDICE 2. PERFIL GEOLÓGICO	12
	APÉNDICE 3. REGISTROS DE SONDEOS Y ENSAYOS “IN SITU”	12

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 5.1. Mapa geológico. Hoja nº747. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España .	5
Ilustración 5.2. Leyenda del Mapa Geológico.	6
Ilustración 5.3. Zona de estudio	6
Ilustración 5.4. Granulometría nivel A	9

ÍNDICE TABLAS

Tabla 5.1. Disposición de capas de los sondeos	7
Tabla 5.2. Resultado ensayos de identificación	8

1 OBJETO

En el presenta anejo se reflejan los aspectos más relevantes de la geología y la geotecnia de la zona de estudio.

Debido a la falta de medios para realizar unos sondeos y poder determinar las características físico-resistentes del terreno, nos hemos basado en un estudio geotécnico que se realizó en la zona de estudio la empresa *GIA (Grupo de Ingeniería y Arquitectura S.L.)*, en agosto de 2008.

Para la elaboración del estudio geotécnico se llevaron a cabo un total de dos sondeos rotativos en tierra, con una profundidad variable entre los 12 y los 15 metros. En ellos se extrajo un testigo parafinado y se realizaron ensayos in situ de Penetración Standard de cara a evaluar la estratigrafía y propiedades resistentes de los suelos analizados.

2 ESTUDIO GEOLÓGICO

Para realizar el estudio de la geología de la zona se obtuvo la información de la página del Instituto Geológico y Minero de España. El Perelló pertenece a la *Hoja Magna 50 número 747 (29/29), Sueca*, tal y como se refleja en la siguiente ilustración:

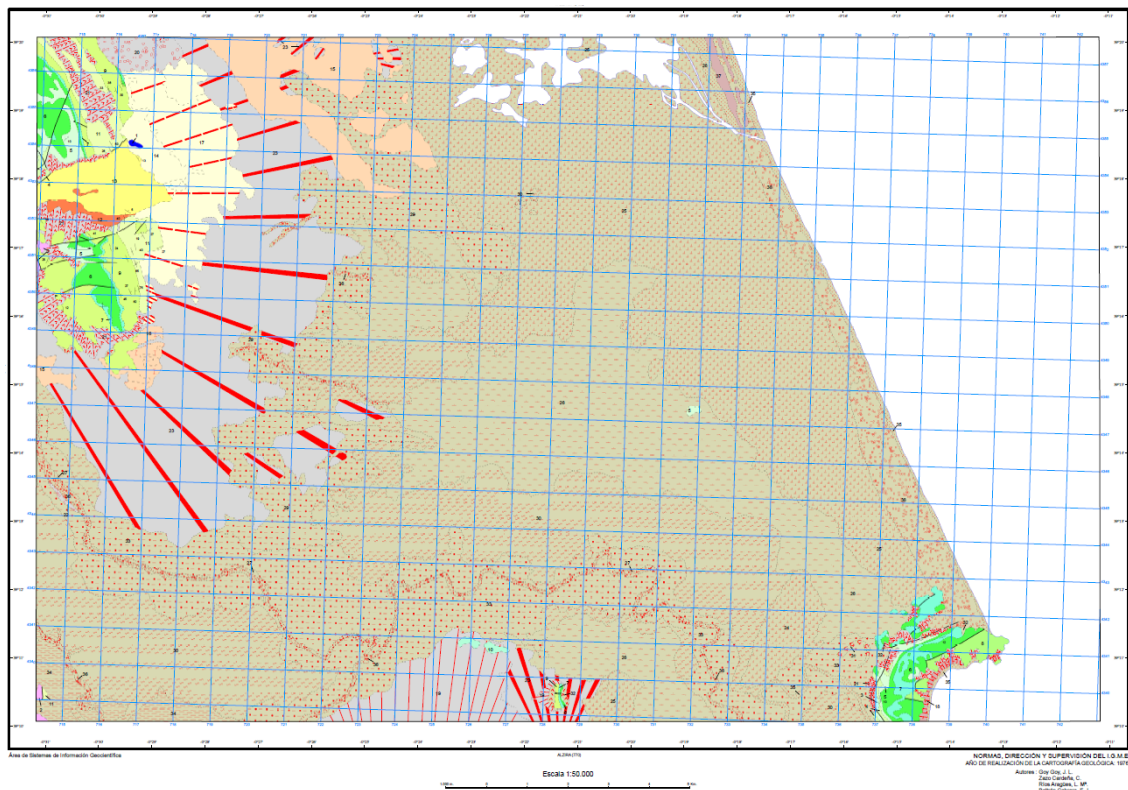


Ilustración 5.1. Mapa geológico. Hoja nº747. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España

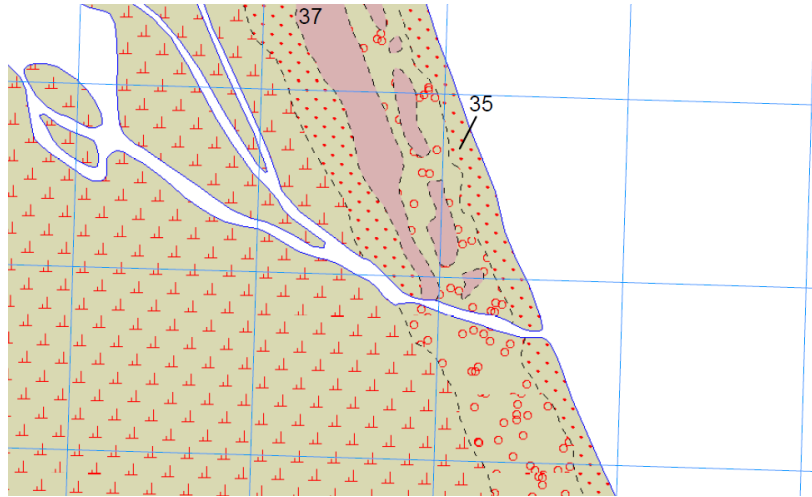


Ilustración 5.3. Zona de estudio

LEYENDA

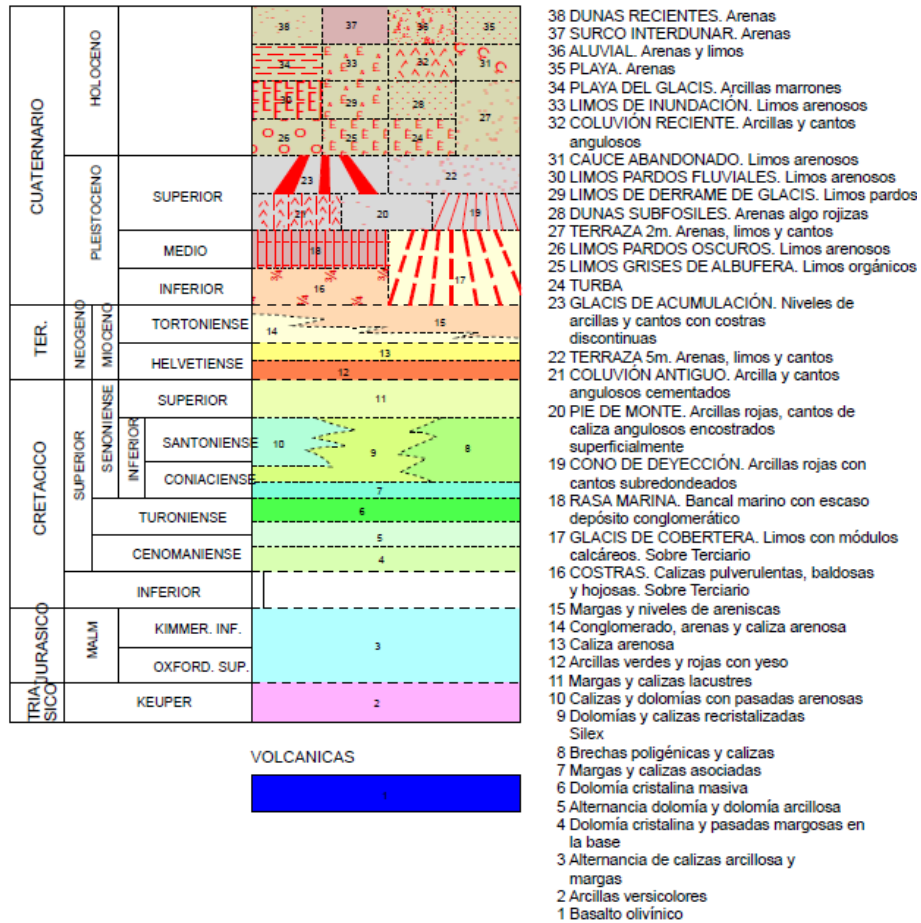


Ilustración 5.2. Leyenda del Mapa Geológico.

Según se puede apreciar en el mapa geológico, en la zona de estudio predominan materiales propios del cuaternario. Existe una amplia llanura prelitoral ocupada casi exclusivamente por la Albufera y los depósitos del Júcar y del Magro, que han contribuido a su colmatación, favorecida

también por el cierre de la flecha litoral que desde la desembocadura del Turia se prolonga hasta el Cabo de Cullera.

Se distinguen tres tipos de depósitos claramente diferenciables: depósitos continentales, depósitos marinos y depósitos mixtos.

- **Depósitos continentales:** *Dunas recientes (Q_2D_2).*

La flecha litoral de cierre de la Albufera está formada en líneas generales por un cordón dunar que desde la desembocadura del Turia se continúa hasta la albufera; estando interrumpida por dos “golas” naturales, Perellonet y Perelló, que constituyen la salida natural de la Albufera. Al norte del Perellonet se presenta subdividido en tres frentes de dunas, de los cuales los dos exteriores son muy recientes, mientras que el interior, más antiguo, se consideraría con la restinga primitiva del cierre. Estos cordones dunares están separados entre sí por dos surcos interdunares.

- **Depósitos marinos:** *Playas (Q_2P).*

En la parte externa de la flecha litoral se forma una playa arenosa continua, que queda interrumpida en el Cabo de Cullera debido a los abruptos acantilados.

- **Depósitos mixtos:** *Limos grises de albufera (Q_2Lg).*

3 ESTUDIO GEOTÉCNICO

Como ya se ha mencionado en el primer apartado de este documento, para el estudio geotécnico nos apoyaremos en el estudio que realizó la empresa *GIA (Grupo de Ingeniería y Arquitectura S.L.)* para un proyecto que se planteó en el puerto en el año 2008.

Se realizaron dos sondeos rotativos en tierras, de los cuales se obtuvo la siguiente información estratigráfica:

Tabla 5.1. Disposición de capas de los sondeos

Sondeo 1			Sondeo 2		
Nivel	Tipo de suelo	Cota del techo del estrato	Nivel	Tipo de suelo	Cota del techo del estrato
0	Rellenos antrópicos	+1.52	0	Rellenos antrópicos	+2.09
A	Arenas limosas uniformes	+1.37	A	Arenas limosas uniformes	+1.49
B	Arcillas limosas firmes	-10.93	B	Arcillas limosas firmes	-13.56

Para realizar la comprobación de la seguridad frente a los Estados Límites Últimos geotécnicos se debe escoger la sección estratigráfica más desfavorable. Viendo los sondeos presentan una sección estratigráfica similar, la selección de la sección de cálculo puede hacerse indistintamente entre ambos sondeos.

A continuación, se realizará una descripción de los terrenos y se definirán sus características geotécnicas.

3.1 NIVEL 0. RELLENOS ANTRÓPICOS/GRANULARES

El primer nivel detectado en las prospecciones se compone de rellenos antrópicos que son: asfalto, solera de hormigón y arenas con cantos. No se tomaron muestras inalteradas (MI) ni se realizaron ensayos SPT debido a que este nivel se iba a retirar y no formaba parte del estudio.

El resumen de las propiedades geotécnicas es:

- Ángulo de rozamiento efectivo $\rightarrow \phi = 27^\circ$
- Cohesión efectiva $\rightarrow c' = 0,0 \text{ kN/m}^2$
- Densidad aparente $\rightarrow \gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
- Densidad seca $\rightarrow \gamma_d = 19 \text{ kN/m}^3$

3.2 NIVEL A. ARENAS DE GRANO MEDIO UNIFORMES

El siguiente nivel se compone de gravas limosas de grano medio uniforme que presenta color marrón en general, exceptuando una pequeña intercalación de color grisáceo con algún canto. También presenta intercalación de pequeño espesor formadas por gravas y arcillas limosas de consistencia blanda a una profundidad de 10 m, únicamente presente en el sondeo 2. Debido a la naturaleza del material en este nivel no se tomaron muestras inalteradas.

Identificación y químicos

Los resultados de los ensayos que se realizaron son:

Tabla 5.2. Resultado ensayos de identificación

Sondeo	Prof (m)	Muestra	Clasific.	Hum	Dens	Granulometría		Límites de Atterberg		
						% Pasa UNE 0.08	% Pasa UNE 5	LL	LP	IP
S1	6.30	SPT	SP-SM	19.37		7.4	89			NP
	9.00	SPT	SP	17.62		4.3	81			NP
	12.00	SPT	SM	1.01		30.9	94			NP
S2	3.00	SPT	GM-GW			5.0	40			
	6.00	SPT	SP-SM	19.46		8.1	99			NP
	9.10	SPT	SP-SM			11.6	99			NP
	11.00	TP	SC	21.6	2.03	44.2	78	37.0	16.3	20.7
	15.20	SPT	SP-SM	15.57		5.8	57			NP

El estrato está constituido por arenas limosas uniformes mal graduadas y arenas con gravas. Según la clasificación de Casagrande, se clasifica como SM-SP, con un % en finos que varía entre mínimos del 4.31% y máximos del 30.85% en los niveles arenosos. Según se puede observar en la tabla, a la profundidad de 11 metros se encontró una veta de arcillas arenosas con un considerable contenido en arenas.

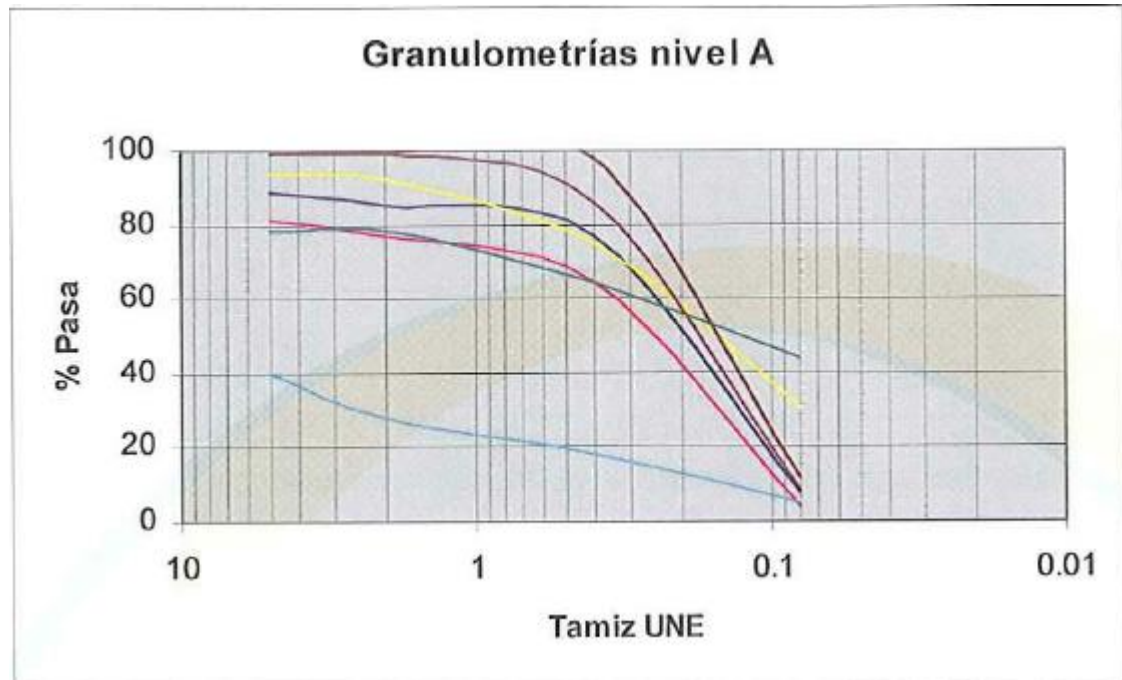


Ilustración 5.4. Granulometría nivel A

Para la determinación de su compacidad se cuenta con ocho ensayos SPT, de los cuales se obtuvo un valor medio de N_{30} de 21 golpes, por lo que se puede afirmar que este nivel presenta compacidad media.

Densidad relativa:

Para la determinación de la densidad relativa se empleó la expresión propuesta por Bazaraa:

$$\frac{DR}{100} = 0.2236 \cdot \sqrt{\frac{N_{30}}{a + b \cdot \sigma'_{vo}}}$$

Donde:

N_{30} , golpeo de cálculo del SPT

σ'_{vo} , tensión efectiva

a y b constantes de valor 1 y 0.2 respectivamente.

Para el valor de N_{30} 21 golpes deducido en el epígrafe anterior se obtiene que el suelo presenta una densidad aproximada de 60%, lo que nos indica que el material posee una compacidad media, según establece Terzaghi, Peck y Skempton.

Ángulo de rozamiento interno

De cara a determinar las propiedades mecánicas de este estrato, se determina primero la densidad relativa para estimar así el ángulo de rozamiento a considerar. Se considera razonable adoptar un valor de cálculo para estas arenas de 32-33°.

Los criterios tenidos en cuenta han sido los que se enumeran a continuación:

- Diversas formulaciones existentes para su cálculo, correlacionadas con la densidad relativa y el golpeo de los ensayos SPT, respectivamente:

$$\phi = 25^\circ + 0,15DR\% = 34^\circ \text{ (Meyerhor, 1956)}$$

$$\phi = 20^\circ + 3,5\sqrt{N_{30}} = 36^\circ \text{ (Muromachi, 1974)}$$

- Lo indicado en la *tabla 2.2.4.* de la *ROM 0.5* asigna para “gravas y arenas limpias Contenido de finos entre el 10-20%”) los siguientes valores de cohesión y ángulo de rozamiento

Compacidad densa	c=0 kPa	$\phi = 35^\circ$
Compacidad media	c=0 kPa	$\phi = 35^\circ$
Compacidad floja	c=0 kPa	$\phi = 35^\circ$
Compacidad muy floja	c=0 kPa	$\phi = 35^\circ$

- Lo indicado en la “*Guía de Cimentaciones en obras de carreteras*” del Ministerio de Fomento, en su *tabla 3.2.*, que asigna para “arenas” ángulos de rozamiento efectivos entre los 30-35°.
- Y, por último, el manual del diseño 7.01 del “Naval Facilities Engineering Comand” correlaciona el ángulo de rozamiento interno del suelo con su clasificación SUCS y su densidad relativa.

Deformabilidad

En cuanto a la deformabilidad del material, se estableció un intervalo no demasiado amplio de valores de los 20.000-25.000 kN/m².

La información considerada en este caso fue:

- El Engineering Manual 1110 del US Army Corps of Engineers (1990)
- Diversas formulaciones correlacionadas con el N₃₀ del SPT

$$E = 0,756 \cdot N_{30} + 18,75 = 39 \text{ MPa (D'Appolonia, 1970)}$$

$$E = 0,478 \cdot N_{30} + 7,17 = 20 \text{ MPa (Webb, arenas limosas saturadas)}$$

$$E = 10 \cdot (7,5 + 0,8 \cdot N_{30}) = 291 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Agnastopoulos)}$$

Resumen de propiedades geotécnicas

En base a la información que se ha expuesto, para el nivel A se ha considerado las siguientes propiedades geotécnicas:

Ángulo de rozamiento efectivo	$\phi = 32^\circ$
Cohesión efectiva	$c' = 0$
Densidad aparente	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Densidad seca	$\gamma_d = 18 \text{ kN/m}^3$
Módulo de deformación	$E' = 20.000\text{-}25.000 \text{ kN/m}^2$

3.3 NIVEL B. ARCILLAS MARGOSAS DE TONALIDAD MARRÓN CONSISTENCIA FIRME

Tras el nivel de arenas limosas uniformes, a partir de la información geotécnica existente en la zona, se diferencia un nivel de arcillas limosas con concreciones calcáreas y consistencia firme. Este nivel se prolonga hasta la máxima profundidades reconocida en el estudio que se realizó.

En general, estos materiales se clasifican como CL (arcillas limosas de baja plasticidad) según el criterio de clasificación de Casagrande, con resistencias a corte sin drenaje medias del orden de 100 kN/m².

Resumen de propiedades geotécnicas

Las propiedades geotécnicas del sondeo B es:

Ángulo de rozamiento efectivo

$$\phi = 30^\circ$$

Cohesión efectiva

$$c' = 10 \text{ kN/m}^2$$

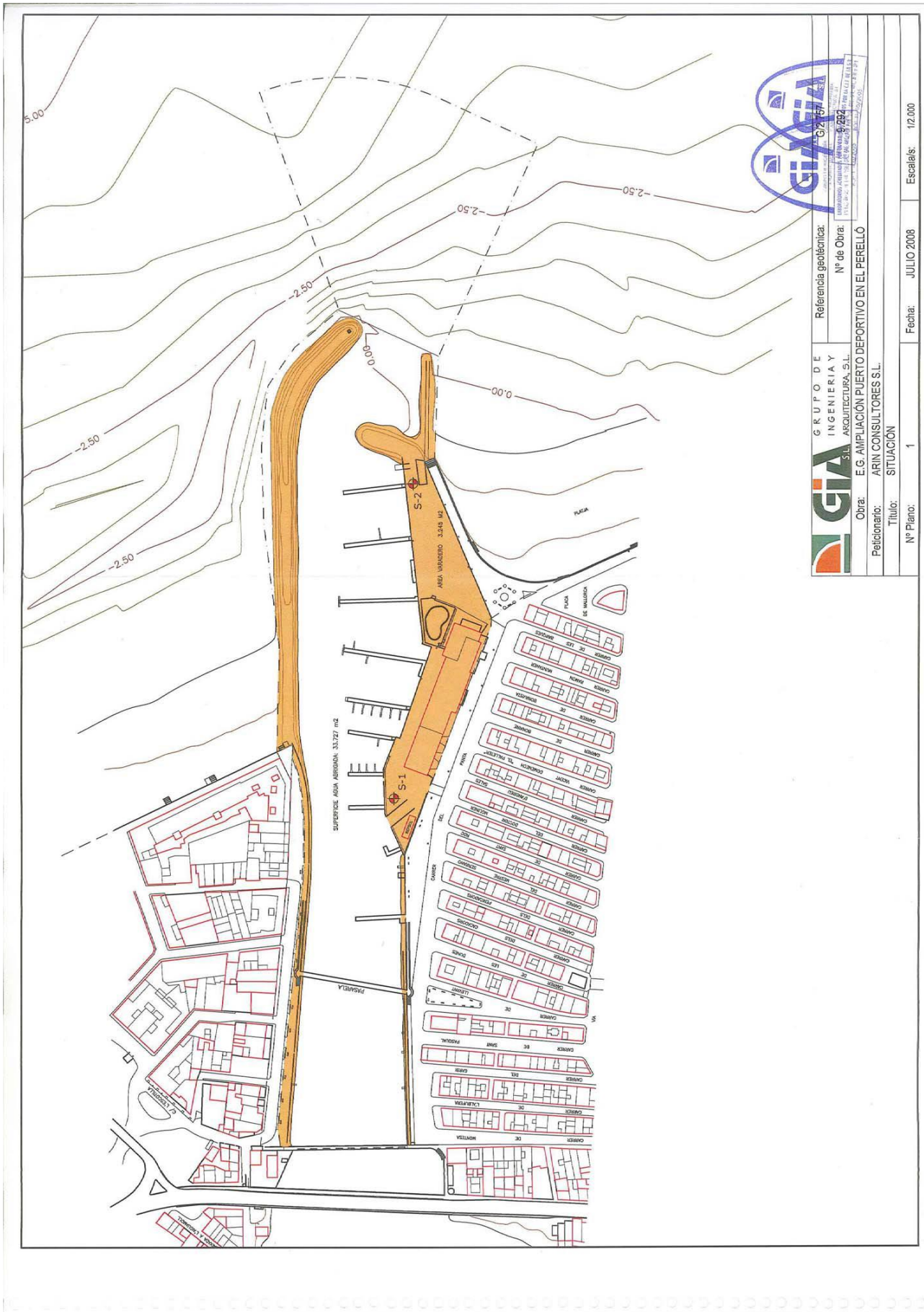
Densidad aparente

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

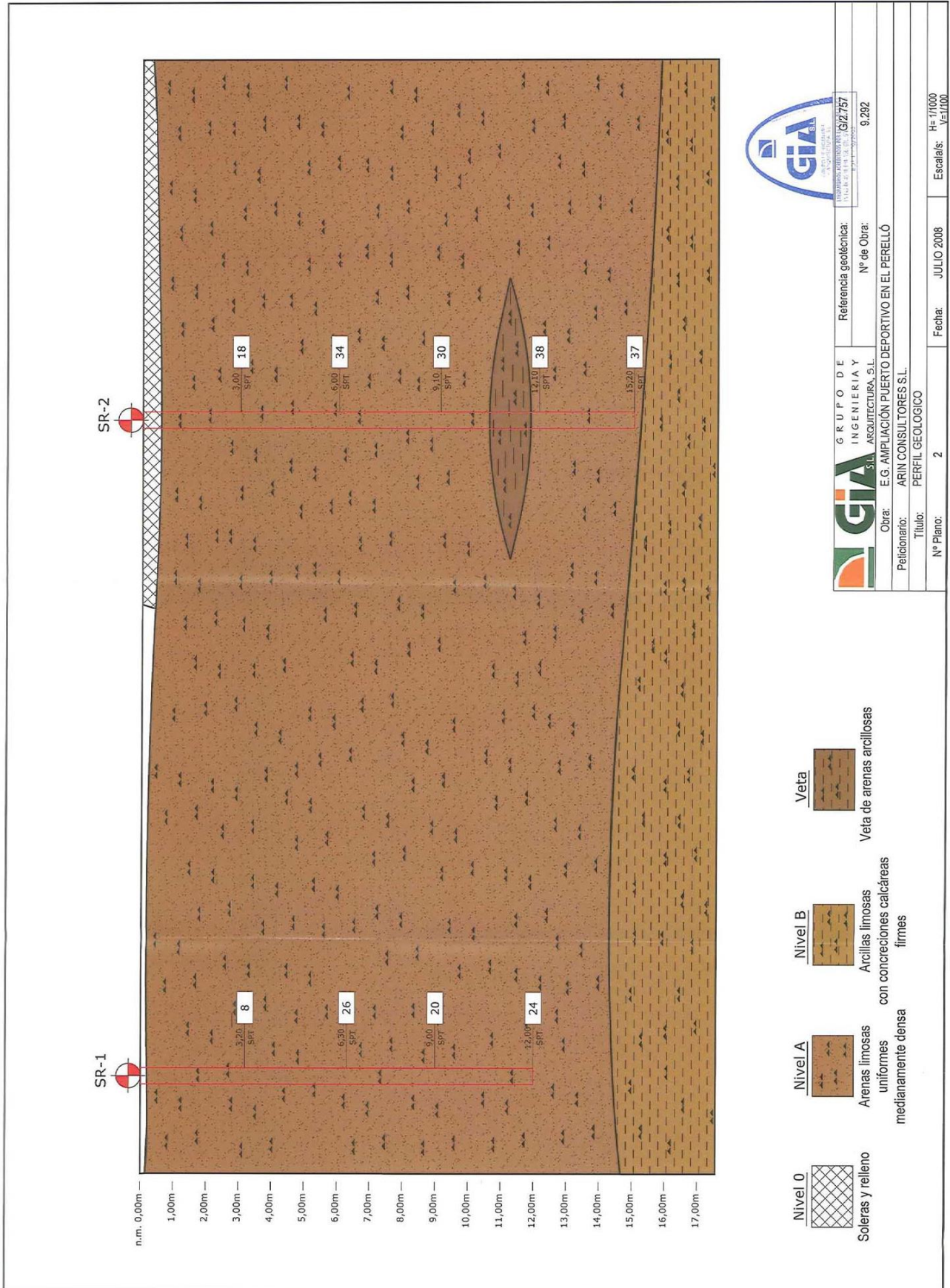
Módulo de deformación

$$E' = 15.000-20.000 \text{ kN/m}^2$$


APÉNDICE 1. SITUACIÓN DE PROSPECCIONES



APÉNDICE 2. PERFIL GEOLÓGICO



APÉNDICE 3. REGISTROS DE SONDEOS Y ENSAYOS “IN SITU”

<div><div>GRUPO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S.L.</div></div>		TRABAJO: E.G. AMPLIACIÓN PUERTO DEPORTIVO EN EL PERELLÓ		Nº DE OBRA: 9.292	
PETICIONARIO: ARIN CONSULTORES S.L.		REFERENCIA: G/2.757			
LOCALIZACIÓN: SEGÚN PLANO DE PROSPECCIONES		FECHA COMIENZO: 21 de julio de 2008			
SONDISTA: CRISTIAN UREÑA		FECHA FINALIZACIÓN: 21 de julio de 2008			
REGISTRO DE SONDEO 1					
COLUMNA ESTRATIGRAFICA		DESCRIPCION DEL TERRENO		MUESTRA	
100 80 60 40 20		0 - 0,15 m: ASFALTO		COTA	
REVESTIMIENTO		0,15 - 1,80 m: ARENAS LIMOSAS con gravas y cantos. Arenas de grano medio.		TIPO	
DIAMETRO DE PERFORACION		1,8 - 6,30 m: ARENAS grises de compacidad suelta.		SPT	
PERFORACION		6,3 - 10,9 m: ARENAS CON GRAVAS.		SPT	
ROTACION		10,9 - 12,45 m: ARENA de compacidad media.		SPT	
113		Fin Sondeo a 12,45 metros.			
86					
101					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

GRUPO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S.L.										TRABAJO: E.G. AMPLIACIÓN PUERTO DEPORTIVO EN EL PERELLÓ										Nº DE OBRA: 9.292																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
GIA S.L.										PETICIONARIO: ARIN CONSULTORES S.L.										REFERENCIA: G/2.757																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
ARQUITECTURA, S.L.										LOCALIZACIÓN: SEGÚN PLANO DE PROSPECCIONES										FECHA COMIENZO: 21 de julio de 2008																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
REGISTRO DE SONDEO 2										SONDISTA: CRISTIAN UREÑA										FECHA FINALIZACIÓN: 21 de julio de 2008																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
COLUMNA ESTRATIGRAFICA										DESCRIPCION DEL TERRENO										MUESTRA										LIMITES DE ATTERBERG										HUMEDAD (%)										% PASA TAMIZ										CLASIFICACION CASAGRANDE										DENSIDAD APARENTE (g/cm3)										DENSIDAD SECA (g/cm3)										CORTE DIRECTO										EDOMETRO										ENSAYOS QUIMICOS (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
100										20										NIVEL FREATICO										REVESTIMIENTO										DIAMETRO DE PERFORACION										TIPO DE PERFORACION										ROTACION										COTA										GOLPEO N30										5										L.L.										L.P.										I.P.										Cv										Pp										Cr										Cc										φ										COHESION N kg/cm2										SIMPLE (kg/cm2)										COMPRESION (g/cm3)										MO (%)										SULFATOS SO4 ANHIDRO (mg/kg)										TA (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1										2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18										19										20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0 - 0,6 m: RELLENOS ANTRÓPICOS										0,6 - 2,40 m: ARENAS LIMOSAS con gravas y cantos. Arenas de grano medio.										2,4 - 3,5 m: GRAVAS Y BOLOS										3,5 - 10,5 m: ARENAS CON GRAVAS compactidad densa.										10,5 - 11,8 m: ARCILLA LIMOSA CON ARENA consistencia blanda. Muy plástica y cohesiva.										11,8 - 15,65 m: ARENAS CON GRAVAS compactidad densa.										Fin Sondeo a 15,65 metros.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

