

Anejo N°2: Geotecnia

DAVID SEDA NÚÑEZ

GRADO INGENIERIA CIVIL

CURSO 2013-2014

INDICE

1	Objetivo y alcance del estudio.....	- 3 -
2	Resumen de los trabajos realizados	- 3 -
2.1	Trabajos de campo.....	- 3 -
2.2	Medición del nivel freático	- 4 -
2.3	Ensayos de laboratorio	- 4 -
3	Descripción de la parcela.....	- 4 -
4	Encuadre geológico	- 5 -
4.1	Geología local.....	- 6 -
5	Características sísmicas de la zona	- 7 -
6	Agresividad: Definición del tipo de ambiente. Recomendación del tipo de hormigón de cimentación (EHE-2008)	- 8 -
7	Condiciones de cimentación.....	- 10 -
8	Carga admisible del terreno	- 10 -
9	Modulo de balasto.....	- 11 -
10	Excavabilidad	- 12 -

1 Objetivo y alcance del estudio

El presente estudio tiene como objetivos fundamentales:

- Proporcionar un conocimiento del terreno objeto del proyecto, identificando la distribución de unidades geotécnicas y sus propiedades más relevantes.
- 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 a los datos disponibles de proyecto y a los datos condicionantes geotécnicos del terreno.

2 Resumen de los trabajos realizados

2.1 Trabajos de campo

Los trabajos de campo realizados para el reconocimiento del subsuelo, objeto de proyecto, han consistido en la ejecución de los siguientes ensayos:

ENSAYOS REALIZADOS	Nº DE ENSAYOS	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)
SONDEOS CON EXTRACCIÓN DE TESTIGO	S-1	18
	S-2	15
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH	2	10
ENSAYOS REALIZADOS EN EL INTERIOR DE LOS SONDEOS		Nº DE ENSAYOS
ENSAYOS DE PENETRACION STANDARD SPT		11
EXTRACCION DE MUESTRAS INALTERADAS		9

Tabla 3.1.1 Ensayos de campo realizados

Los mencionados trabajos han sido llevados a cabo con la maquinaria y personal especializado de Vorsevi, S.A, bajo control y supervisión del personal técnico del departamento de Geotécnia, siguiendo pautas, normas o procedimientos normalizados.

2.2 Medición del nivel freático

La determinación de la posición del nivel freático resulta muy importante para el estudio de las condiciones de cimentación, por lo que durante la ejecución de los ensayos se ha prestado una especial atención en acotar la profundidad de la lámina freática.

La campaña piezométrica realizada para la elaboración de este informe detectó el nivel freático a las siguientes cotas:

SONDEO	PROFUNDIDAD DESDE LA RASANTE ACTUAL (m)	FECHA
S-1	3.00	29/11/2011
S-2	3.50	

2.3 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio para caracterización de las unidades geotécnicas diferenciadas han tenido como misión la obtención de parámetros de identificación, deformabilidad, resistencia y contenido en sales agresivas.

Se han realizado los siguientes ensayos:

ENSAYOS DE LABORATORIO	NÚMERO DE ENSAYOS
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103105/95)	5
DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103103-4/94)	5
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL (UNE 103300/93)	3
ENSAYOS DE COMPRESIÓN SIMPLE	4
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE Y SECA (UNE 103301/94)	3
ENSAYO DE CORTE DIRECTO (UNE 103401/98)	3
ENSAYO DE INUNDACION BAJO CARGA EN EDOMETRO	2
ACIDEZ BAUMAN-GULLY (EHE)	2
CONTENIDO EN SULFATOS (EHE-08)	2
Análisis de agua freática (EHE)	1

Tabla 3.2.1 Ensayos de laboratorio realizados

3 Descripción de la parcela

La parcela objeto del presente estudio se sitúa a la entrada de Mairena del Alcor desde Torreblanca por la carretera SE-205.



La Parcela tiene una morfología rectangular de 100 x 75 m sobre una topografía de suave pendiente.

4 Encuadre geológico

La zona de estudio se encuentra en los Alcores, en el borde oriental de la depresión del Guadalquivir, que se encuentra rellena de depósitos marinos neógenos, parcialmente arrasados y cubiertos por sedimentos de origen fluvio-marino y eólico.

La serie estratigráfica es la siguiente:

- 1- Margas azules o azul-verdosas del Mioceno Superior-Plioceno Inferior.

Se trata de arcillas carbonatadas ligeramente limosas de coloración gris verdosa o verde-azulada en corte fresco, con indicios de yeso y con óxidos de Fe y Mn.

Su estructura es masiva, con estratificación mal definida y cuyo espesor no se conoce con precisión.

Su contenido en limos y arenas es muy bajo, normalmente corresponde a lentes arenosas milimétricas o centimétricas de continuidad lateral muy reducida y más frecuentes a techo. Localmente presentan laminación paralela y zonas más calcáreas en bolos y fracturas astillosas a foliar-concoidea.

2- Limos y arenas del Plioceno Medio

Los limos se sitúan en la base y las arenas en el tramo medio y superior. La potencia máxima es de 70 m.

3- Aluvial Cuaternario

Constituido por el aluvial con dos terrazas. La más alta, que aflora al norte de la zona de estudio, está constituida cantos poligénicos (esquistos, cuarcitas, pizarras y limonitas) en matriz arenosa con restos de margas y algunos cantos acorazados. La segunda terraza se torna prácticamente cuarcítica con mayor proporción de arena y limo-lutita.

4.1 Geología local

A la escala de la parcela reconocida, se han diferenciado básicamente tres unidades geotécnicas dentro de las cotas prospectadas.

En posición superior diferenciaríamos a la capa natural de alteración edafizada, con espesores de 0,40 a 0,80 m.

Le sigue una segunda unidad aluvial hasta los 7,70-9,00 m de profundidad. Está compuesta mayoritariamente por suelos arcillosos marrones verdosos con algunas pasadas decimétricas de material detrítico más grueso arenoso con gravas incluso.

Finalmente, cortamos el sustrato Mioceno de arcillas margosas marrón verdosas que en profundidad adquieren tonalidades grises, denominándose regionalmente a este conjunto como "Margas azules".

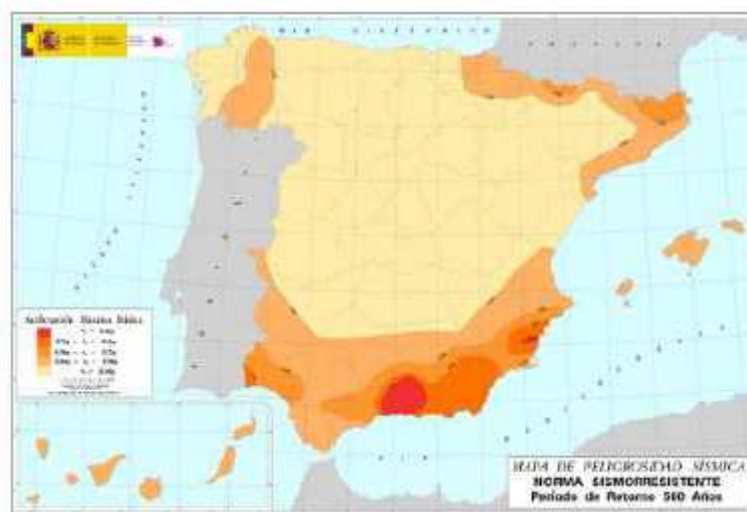
El nivel freático se sitúa entre los 3,00 y 3,50 m de profundidad.

5 Características sísmicas de la zona

La norma de Construcción Sismorresistente de 27 de Septiembre de 2002 (NCSE-02) proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de obras a las que es aplicable la citada Norma.

La aceleración sísmica de cálculo (a_c) se define como el producto de $S \cdot \rho \cdot a_b$, siendo ρ un coeficiente adimensional de riesgo, cuyo valor es de 1 para construcciones de importancia normal y de 1,30 para construcciones de importancia especial. S es el coeficiente de amplificación del terreno y a_b es la aceleración básica para cada emplazamiento.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica que suministra para cada punto del territorio, la aceleración sísmica básica, a_b , el coeficiente de contribución K , que tiene en cuenta la influencia de la peligrosidad sísmica de cada punto de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma.



El coeficiente del terreno C , toma los siguientes valores:

Terreno I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas de cizalla $V_s > 750$ m/s. Coeficiente $C=1,0$.

Terreno II: Roca muy fracturada, suelos densos y cohesivos duros. 750 m/s $> V_s > 400$ m/s. Coeficiente $C=1,3$.

Terreno III: Suelo granular de compactación media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. 400 m/s $> V_s > 200$ m/s. Coeficiente $C= 1,6$.

Terreno IV: Suelo granular suelto, o cohesivo blando. $V_s < 200$ m/s. Coeficiente $C=2,0$.

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

PARAMETROS SISMICOS DE CALCULO			
ZONA GEOGRAFICA PROXIMA	Aceleración básica, a_b	Coefficiente de contribución, K	Coefficiente de riesgo
Mairena del Alcor	0,06	1,1	1,0 (importancia normal) 1,3 (importancia especial)

Igualmente se obtiene los siguientes parámetros del valor del coeficiente C para un espesor de 30 m:

PARAMETROS DEL COEFICIENTE DEL TERRENO		
COTA	Tipo de terreno	C, Coeficiente de suelo
0-8 m	IV	2,0
8-30 m	III	1,6

6 Agresividad: Definición del tipo de ambiente. Recomendación del tipo de hormigón de cimentación (EHE-2008)

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 sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

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

Tabla 9.1. Clasificación de la agresividad química según EHE. (*) Estas condiciones no se dan en la práctica

Resultados de los ensayos realizados:

ANÁLISIS DE AGUA	
PARÁMETRO/MUESTRA	
Valor del pH	7
Magnesio Mg ²⁺ (mg/l)	68
Amonio NH ₄ ⁺ (mg/l)	0
Sulfatos SO ₄ ²⁻ (mg/l)	266.3
CO ² (mg/l)	0
Residuo Seco (mg/l)	726
Cloruros Cl ⁻ (mg/l)	21.6
Clasificación	Qa débil

PARÁMETRO	ANÁLISIS DE SUELO	
	S-1 1.00-1.60 M	S-1 5.00-5.60 M
Acidez Baumann Gully	0	0
Sulfatos	0	0
Clasificación	No agresivo	

Tablas 9.2. Resultados de ensayos de laboratorio

Considerando sólo en este apartado los elementos de cimentación, resumimos las distintas clases de exposición de acuerdo con los datos del terreno reconocido:

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN:	IV
CLASE DE EXPOSICIÓN ESPECÍFICA:	Qa
TIPO DE AMBIENTE:	IV+Qa
CEMENTO RECOMENDABLE PARA LOS HORMIGONES DE CIMENTACIÓN:	Débil

Tabla 9.3. Cemento Recomendable

7 Condiciones de cimentación

Las características geotécnicas del subsuelo aconsejan proyectar cimentaciones directas mediante **Losa de hormigón armado**.

8 Carga admisible del terreno

La carga última o de hundimiento de una cimentación superficial puede definirse como el valor al que ésta puede ser sometida para que se alcance la rotura en un amplio volumen de suelo infrayacente.

En condiciones corto plazo:

$$Q_h = 1.2 C N_c + \gamma D_f$$

C= cohesión sin drenaje. Se adopta un valor medio en zona de influencia de cimiento de 0.6 kg/cm² por correlaciones con q_u y N_{spt}

$N_c = 5.14$ coeficiente de capacidad portante para $\Phi = 0$

γ = Densidad Terreno empotramiento = 1,9 t/m³

D_f = Empotramiento bajo cimiento. Mínimo 0.5 m

$$Q_h = 1.2 \times 6 \times 5.14 + 0.5 \times 1.9 = 37 + 0.95 = 37.95 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{adm} = 37/3 + 0.95 = 1.3 \text{ kg/cm}^2 = 130 \text{ kPa}$$

9 Modulo de balasto

Es un parámetro que suele utilizarse en el análisis estructural de elementos de cimentación no rígidos, tales como losas o vigas flotantes. En este tipo de métodos de cálculo se consideran los efectos de las deformaciones locales en la losa sobre la distribución de capacidad portante a partir de la utilización del citado módulo.

El módulo de balasto o reacción se define como la relación existente entre la presión vertical, q , aplicada sobre un determinado punto de un cimiento directo y el asiento, s , experimentado por dicho punto:

$$K_s = \frac{q}{s}$$

El CTE advierte que la utilización de los módulos de balasto para losas obtenidos a partir de ensayos de placa de carga, es de una fiabilidad que puede resultar insuficiente, y los resultados de éstos ensayos deben ser ajustados para compensar las diferencias en amplitud, forma y profundidad de la cimentación. Terzaghi (1955) propuso una serie de factores de corrección muy utilizados en la actualidad, aunque la extrapolación de una pequeña placa a una losa es tan grande, que éstos factores no son muy reales. Además las placas de carga deben asumir el hecho dudoso de que los suelos dentro de la zona superficial de influencia de la placa son comparables a los más profundos influenciados por la losa.

Algunos programas comerciales se apoyan en éstas expresiones para deducir el coeficiente de balasto real de la losa a partir del dato del K_{30} , normalmente estimado a través de la siguiente tabla originaria de Terzaghi, algo modificada por el CTE:

VALORES ORIENTATIVOS COEFICIENTE BALASTO K_{30}	
TIPO DE SUELO	$K_{30}(\text{MN/m}^3)$
Arcilla blanda	15-30
Arcilla media	30-60
Arcilla dura	60-200
Limo	15-45
Arena floja	10-30
Arena media	30-90
Arena compacta	90-200
Grava arenosa floja	70-120
Grava arenosa compacta	120-300
Margas arcillosas	200-400
Rocas algo alteradas	300-5000
Rocas sanas	> 5000

Fig.10.3.3.1 Tabla de valores de coeficientes de balasto K_{30}

A efectos meramente orientativos señalamos que los suelos superiores de apoyo de la losa se encuadran en el rango de los enmarcados en $k_{30} = 30-60 \text{ MN/m}^3$, aunque se han de tener en cuenta todas las limitaciones de este método apuntadas anteriormente.

Los métodos más rigurosos para la estimación del coeficiente de balasto, consisten en calcular el asentamiento medio de la losa a partir de los métodos habituales elásticos con la añadidura de los asientos edométricos si interviene consolidación. Con este valor de asiento final, se entra en la expresión de relación carga transmitida/asiento para obtener el valor de k_s medio. En el cálculo final de la losa, podemos optar por una zonificación, aplicando al perímetro de ésta un valor doble de k_s en relación al centro. Determinados autores sugieren que esta zona perimetral bajo la losa debe de tener una anchura de al menos $0.1 B$, siendo B el ancho de la losa.

Para el caso concreto de la losa del depósito estudiado, la relación anterior produce un módulo de balasto $k_s = 2046 \text{ kN/m}^3$.

10 Excavabilidad

Se considera que todos los niveles son excavables con medios mecánicos convencionales, sin encontrar elementos duros.

La situación del nivel freático entre 3-3,5 m de profundidad condicionará la excavación a realizar, recomendándose ataluzar provisionalmente con taludes provisionales 1V:1H, con sobreexcavación en fondo para alojar dispositivos de bombeo de agotamiento de caudales par posibilitar las cimentaciones previstas.

Como parámetros para el dimensionamiento de estructuras de contención podrán adoptarse los siguientes, teniendo presente cual es el material que ejercerá los empujes en la zona activa:

PROFUNDIDAD (m)	Peso específico aparente γ_{se} (kN/m ³)	Peso específico sumergido γ (kN/m ³)	Cohesión c' (kN/m ²)	Angulo de rozamiento interno ϕ'
(0,40-7,00 m)	20	10	10	25°

Tabla 11.3.1 Parámetros característicos del terreno.

El nivel freático se ha detectado a una profundidad aproximada de 3-3,5 m, debiéndose prever tratamientos de impermeabilización y/o drenaje en elementos enterrados bajo el mismo.