

**INFORME GEOTÉCNICO (ANEXO)
INFORME: 67/11, CÓDIGO:2335/11**

**SIMULADOR DE ASCENSORES
CAMPUS BADAJOZ,**

**Peticionario:
UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA**

Badajoz, 21 de Noviembre de 2011



ÍNDICE

1.	DATOS PREVIOS.....	3
1.1.	ANTECEDENTES.....	3
1.1.1.	Nombre y ubicación de la obra	3
1.1.2.	Documentación previa.....	4
1.2.	DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO.....	4
1.2.1.	Características generales de la construcción	4
1.2.2.	Problemas geotécnicos previsibles	4
1.3.	DATOS DEL EMPLAZAMIENTO	5
1.3.1.	Marco geológico.....	6
1.3.2.	Experiencia local	9
1.3.3.	Grado de sismicidad de la zona	9
1.3.4.	Programación del reconocimiento.....	10
2.	RECONOCIMIENTO DEL TERRENO	14
2.1.	TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS.....	14
2.1.1.	Sondeos	14
2.1.2.	Pruebas continuas de penetración	15
2.1.3.	Otras pruebas de campo	17
2.1.4.	Toma de muestras.....	18
2.1.5.	Ensayos de laboratorio	19
2.2.	DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS	20
2.2.1.	Unidades geotécnicas detectadas	21
2.2.2.	Nivel freático.....	22
2.2.3.	Situación de los puntos de reconocimiento.....	23
2.3.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO	23
2.3.1.	Análisis de los ensayos de penetración.....	23
2.3.2.	Caracterización geotécnica de los niveles	24
3.	SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN.....	25
3.1.	ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS GEOTÉCNICOS PLANTEADOS...25	25
3.2.	TIPOS DE CIMENTACIÓN.....	25
3.3.	SIMULADOR DE ASCENSORES: PRESIÓN DE HUNDIMIENTO26	26
3.3.1.	Asiento de cimentaciones directas.....	27
3.3.2.	Coeficiente de balasto	28
4.	RESUMEN Y CONCLUSIONES SIMULADOR ASCENSORES.....	30
	ANEJO 1: PLANO DE SITUACIÓN DEL SOLAR EN ESTUDIO.....	32
	ANEJO 2: INFORME DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.....	34
	ANEJO 3: RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.....	40

MEMORIA

El presente informe se ha redactado conforme a las directrices contempladas en el CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE).

A través de dicho CTE la Administración regula las exigencias básicas que se deben cumplir en los edificios en relación con los requisitos básicos relativos a la seguridad y a la habitabilidad. Estas se determinan en los denominados Documentos Básicos del Código, que establecen los procedimientos que hacen posible su cumplimiento.

Concretamente se ha respetado en este informe lo prescrito en el DOCUMENTO BÁSICO SE-C "CIMENTOS".



1. DATOS PREVIOS

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Nombre y ubicación de la obra

El presente estudio geotécnico se redacta a petición de la UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA para la obra cuya ubicación se detalla en la tabla siguiente:

OBRA	SIMULADOR ASCENSORES
UBICACIÓN	CAMPUS DE BADAJOZ, ZONA 9 SUB-EE
TÉRMINO MUNICIPAL	BADAJOZ
PROVINCIA	BADAJOZ

En la zona indicada para esta obra, se realizan dos ensayos de penetración dinámica, igualmente se utilizan los parámetros geotécnicos obtenidos del estudio realizado en la parcela contigua para el Edificio Contenedor de Institutos Universitarios de Investigación.

Documentos de la oferta

Los trabajos del presente informe se han realizado conforme a nuestra oferta de referencia 2335/11, convenientemente aceptada.

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

1.1.2. Documentación previa

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

- Plano de ubicación, facilitado por el peticionario

1.2. DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO

1.2.1. Características generales de la construcción

Según los datos facilitados por el peticionario para la realización del presente estudio, las características más relevantes de la construcción prevista a estos efectos son las que siguen:

TIPO (USO)	Simulador
DIMENSIONES REPRESENTATIVAS EN PLANTA	8,0*4,0
MOVIMIENTO DE TIERRAS PREVISTO	Limpieza de la parcela y excavación cimentación
CIMENTACIÓN PREVISTA	Superficial
ACCIONES ESPECIALES	No se detallan

1.2.2. Problemas geotécnicos previsibles

Se ha informado de manera previa de la existencia de las siguientes incidencias con posible repercusión desde el punto de vista geotécnico:

- La parcela presenta rellenos actuales.

- Existen edificios cercanos a la parcela en estudio con alturas entre 2 y 3 plantas sobre rasantes con sótano.
- Los edificios cercanos a la parcela están cimentados mediante zapatas.
- La parcela se encuentra junto a una vía de comunicación



Dicha información ha sido recibida y tenida en cuenta tanto en la realización de los reconocimientos, como en la propia redacción del presente informe.

1.3. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO

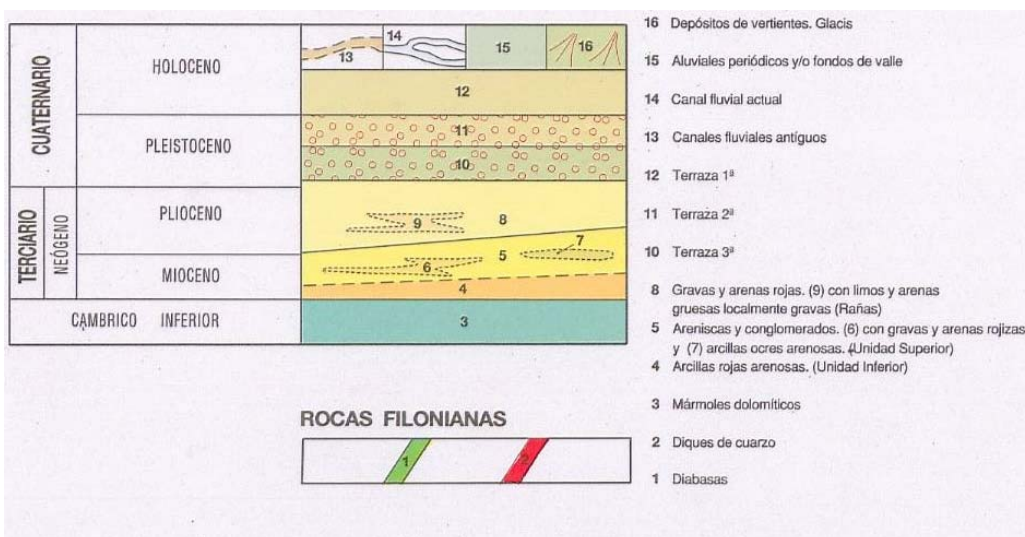
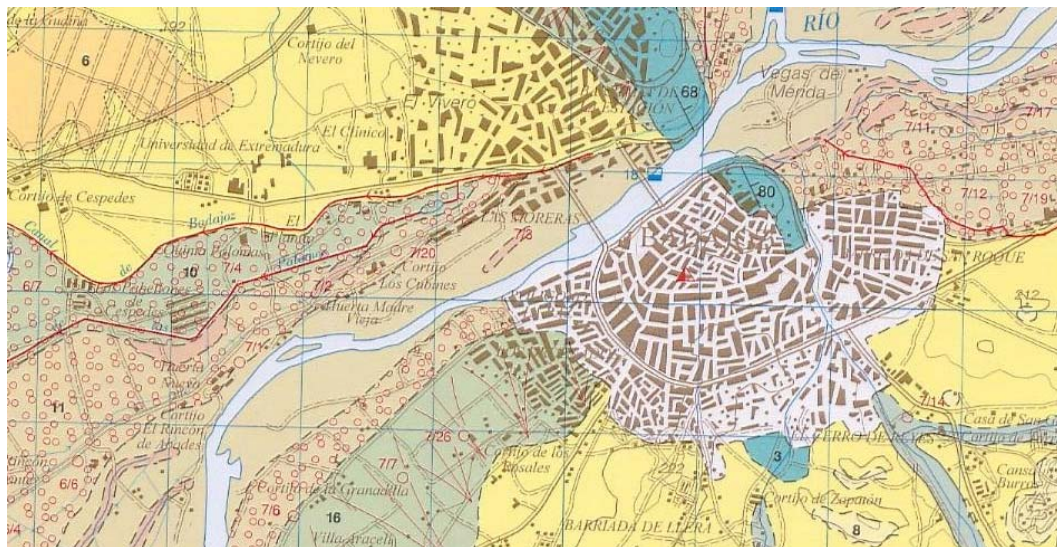
La parcela objeto de estudio se encuentra situada al noroeste de la población de Badajoz, como se ilustra en la fotografía aérea siguiente, tomada de la aplicación Google Earth:



1.3.1. Marco geológico

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

La zona objeto de estudio se encuadra en la hoja 775 “Badajoz” de la serie MAGNA a escala 1:50.000 del Instituto Geológico Minero de España, cuyo extracto se recoge a continuación:



1.3.1.1. Geología regional

La ciudad de Badajoz se sitúa en el extremo occidental de la Cuenca Terciaria del Guadiana.

Dentro de las cuencas Terciarias del Macizo Ibérico, la Cuenca del Guadiana es la tercera en superficie, extendiéndose en sentido transverso a las estructuras del macizo Ibérico, desde los Montes de Toledo hasta la zona fronteriza de Badajoz con Portugal, cuyo cierre por el oeste es producido por la falla de desgarre tardihercínica de Alentejo-Plasencia.

Dentro de la cuenca en las zonas de borde o perimetrales afloran materiales geológicos antiguos (Paleozoicos), constituidos por rocas ígneas del grupo de los granitos-granodioritas, sedimentarias como calizas y areniscas, e incluso metamórficas como anfibolitas o gneisses y cuarcitas.

Los materiales terciarios que constituyen la Cuenca del Guadiana están constituidos básicamente por arcillas y arenas arcillosas rojizas y amarillentas, sobre las que se sitúan los niveles de Barros y el Caleño muy carbonatado. La secuencia puede llegar a alcanzar un espesor máximo de hasta 160 m en el centro de la cuenca, en el sector de Lobón. En lo que se refiere al tercer gran grupo de materiales del subsuelo de esta zona, habría que incluir los sedimentos aluviales del Cuaternario, generados por la dinámica fluvial Río Guadiana.

En la ciudad de Badajoz se pueden encontrar los tres grandes conjuntos geológicos mencionados. Es importante aclarar, que a pesar de lo reducido de la extensión que puede ocupar un casco urbano, las diferencias pueden ser muy acusadas de un extremo a otro de la ciudad, e incluso dentro de un mismo solar las heterogeneidades son evidentes a veces.

Los depósitos Cuaternarios de carácter aluvial ligados al río Guadiana se distribuyen usualmente aledaños a la plana aluvial del río ocupando las zonas más bajas de la ciudad.

Una secuencia típica de estos materiales comenzaría en la zona superficial por sedimentos arcillosos o arenoarcillosos marrones de consistencia media, pasando en profundidad a depósitos granulares gruesos constituidos gravas arenolimosas, con una potencia conjunta que oscila entre los 5 y los 10 metros. Al tratarse de depósitos aluviales,

son muy frecuentes los cambios laterales de facies pudiendo engrosarse o adelgazarse los espesores relativos de las capas de grava o arcilla.

El problema geotécnico de estos depósitos estriba, en acotar con claridad la extensión y espesor de los diferentes conjuntos litológicos de arcillas y gravas de cara al apoyo de las cimentaciones superficiales. De manera aislada que no generalizada podemos encontrar algunos lentejones arcillosos plásticos.

Dentro de estos depósitos aluviales encontramos el nivel freático del río susceptible de variación con los ascensos y descensos del mismo.

1.3.1.2. Litología

Desde la rasante actual de la parcela los materiales que componen el subsuelo de la misma están formados por una capa de acopios constituida por rellenos actuales y terreno vegetal, principalmente por residuos de construcción y demolición (restos de hormigón, ladrillos...en matriz areno-arcillosa). Bajo este nivel aparece de nuevo una capa de terreno vegetal, formada por arenas arcillosas y limosas con presencia de raíces y tonalidad marronácea.

A muro del nivel anterior se han detectado depósitos terciarios, concretamente Miocenos en los que pueden observarse cambios laterales de facies, detectando un estrato de arenas arcillosas a techo y limosas a muro, con tonalidad marronácea. En algunas zonas de la parcela este nivel a muro presentan indicios de cantos tamaño grava y bolo cuarcíticos, heterométricos y redondeados.

Bajo el nivel de arenas aparece una capa de gravas y bolos cuarcíticos, heterométricos y redondeados en matriz arenosa, con tonalidad marronácea que en profundidad pasan a arcillas con indicios de arenas a techo, y tonalidad marronácea a techo y grisácea a muro.

1.3.1.3. Climatología

Según la clasificación agroclimática de Papadakis, se encuentra incluido en un área de clima mediterráneo templado. La temperatura media es de 17°C y la precipitación en torno a 500mm/año.

1.3.1.4. Riesgos geológicos detectados

No se detectan riesgos de origen interno ni externo a simple vista.

1.3.2. Experiencia local

En las parcelas adyacentes o cercanas a la zona se identifican construcciones destinadas a edificios de estudios universitarios con 2 o 3 plantas sobre rasante y 1 sótano. Las más comunes aparentan al menos 3 años de antigüedad.

De información verbal transmitida, se tiene conocimiento de que las cimentaciones de los edificios cercanos es de tipo superficial mediante zapatas o losa.

1.3.3. Grado de sismicidad de la zona

Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02 la parcela en estudio se caracteriza por los siguientes parámetros característicos:

PROVINCIA	Badajoz
LOCALIDAD	Badajoz
ACELERACIÓN BÁSICA, a_g	0,05

NIVEL	PROFUNDIDAD		ESPESOR	TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
	TECHO	BASE			
1	0,00	2,00	2,00	IV	2,0
2	2,00	4,00	2,00	III	1,6
3	4,00	10,00	6,00	II	1,3
4	10,00	15,00	5,00	I	1,0
(*)	15,00	30,00	15,00	I	1,0
COEFICIENTE DEL TERRENO, C					1,17

(*) NOTA: Se ha supuesto la prolongación del último nivel detectado hasta la profundidad de 30 m bajo la superficie que marca la NCSR-02

IMPORTANCIA DE LA CONSTRUCCIÓN	NORMAL	ESPECIAL
COEFICIENTE ADIMENSIONAL DE RIESGO, r	1,0	1,3
COEFICIENTE AMPLIFICACIÓN DEL TERRENO, S	0,933	0,933

ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO	0,047	0,061
--------------------------------	-------	-------

La clasificación de los terrenos recogida en la NCSR-02 responde a los siguientes criterios:

- Tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.

- Tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.
- Tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme.
- Tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando.

1.3.4. Programación del reconocimiento

La campaña de reconocimiento realizada ha sido planteada de común acuerdo con el las directrices marcadas por los Servicios Técnicos de la UNEX, con el objeto de obtener un conocimiento suficiente de las características geotécnicas del terreno con una certeza razonable.

Para ello, según las recomendaciones del Documento Básico SE-C “Cimientos” del Código Técnico de la Edificación, se han adoptado los siguientes parámetros:

1.3.4.1. Tipo de edificio

En base a los datos proporcionados se ha adoptado el tipo descrito como C-1 según la siguiente clasificación:

Tabla 3.6. Tipos de Edificios

Tipo	Descripción ⁽¹⁾
C-0	Edificio de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Edificios de menos de 4 plantas y cualquier superficie construida mayor de 300 m ²
C-2	Edificios de 4 a 10 plantas
C-3	Edificios de 11 a 20 plantas
C-4	Edificios de carácter monumental o singular, o con más de 20 plantas. Serán objeto de un reconocimiento especial, cumpliendo al menos las condiciones que corresponden

⁽¹⁾ En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos.

1.3.4.2. Grupo de terreno

En cuanto al grupo de terreno, a efectos de la programación se ha adoptado el descrito como T-2, según la tabla siguiente:

Tabla 3.7. Grupos de Terrenos

Grupos	Descripción
T-1	Terrenos favorables: Aquellos cuyas características geológicas y comportamiento geotécnico resultan suficientemente conocido y poco variable y en los que la práctica habitual en la zona es cimentación directa mediante elementos aislados
T-2	Terrenos intermedios: Aquellos en los que existe experiencia de que las circunstancias geológicas dan lugar a alguna variabilidad en el comportamiento geotécnico. En la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación. Terreno con rellenos antrópicos de espesor inferior a 3.0 m
T-3	<p>Terrenos desfavorables: De forma general se integran en este grupo todos aquellos terrenos que no se puedan encuadrar en alguno de los grupos anteriores, bien porque sus circunstancias geológicas no lo permitan por ser una zona compleja, bien porque no haya experiencia fiable de su comportamiento geotécnico.</p> <p>De forma especial se considerarán en este grupo los siguiente terrenos:</p> <ol style="list-style-type: none"> Suelos expansivos Suelos colapsables Suelos blandos o sueltos Terrenos kársticos en yesos o calizas Terrenos variables en cuanto a composición y estado Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades Terrenos con desnivel superior a 15° Suelos residuales Terrenos de marismas

1.3.4.3. Criterios de aplicación

En base al Documento Básico SE-C, se han respetado las recomendaciones de programación, que se resumen en:

- El número mínimo de puntos de reconocimiento será de TRES.
- Las distancias y profundidades a alcanzar se fijan en la tabla siguiente:

Tabla 3.8. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento y profundidades orientativas

Edificio	Terreno			
	T1		T2	
	d _{máx} (m)	P (m)	d _{máx} (m)	P (m)
C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

- Dichos puntos serán reconocidos mediante sondeos, con la posibilidad de sustituir por ensayos de penetración un equivalente a:

Tabla 3.9. Número mínimo de sondeos mecánicos por reconocimiento y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración

	Número Mínimo		% de sustitución	
	T-1	T-2	T-1	T-2
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	70	50
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

1.3.4.4. Profundidad de los reconocimientos

Se ha planteado una profundidad para los reconocimientos suficiente para alcanzar una cota en el terreno por debajo de la cual no se desarrollarán asientos significativos bajo las cargas que pueda transmitir el edificio.

El criterio adoptado para definir dicha profundidad es tal que en ella el aumento neto de tensión en el terreno bajo el peso del edificio sea igual o inferior al 10% de la tensión efectiva vertical existente en el terreno en esa cota antes de construir el edificio, a menos que se haya alcanzado una unidad geotécnica resistente tal que las presiones aplicadas sobre ella por la cimentación del edificio no produzcan deformaciones apreciables.

Las pautas que establece al respecto el Código Técnico de la Edificación se resumen en los siguientes puntos:

- Si existe una unidad geotécnica resistente de apoyo debe comprobarse en una profundidad de al menos 2 m, más 0,3 m adicionales por cada planta que tenga la construcción.
- El aumento neto de tensión en el terreno podrá determinarse utilizando los ábacos y tablas existentes en la literatura geotécnica de uso habitual ó también, de forma aproximada, suponiendo que la carga del edificio se distribuye uniformemente en cada profundidad sobre una superficie definida por planos que, buzando hacia el exterior del área cargada en la superficie del terreno, alcanzan dicha profundidad con líneas de máxima pendiente 1H:2V.
- En el caso de que se prevean cimentaciones profundas se llevarán a cabo dichas comprobaciones suponiendo que la cota de aplicación de la carga del edificio sobre el terreno es la correspondiente a una profundidad igual a las dos terceras partes de la longitud de los pilotes.
- Salvo justificación, en el caso de pilotes columna se comprobará que la profundidad investigada alcanza aproximadamente cinco diámetros (5D) por debajo de la punta del pilote previsible a utilizar.

1.3.4.5. Campaña programada

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

- 2 pruebas continuas de penetración
- Datos obtenidos de los sondeos realizados en la parcela contigua

Dicha campaña se ha estimado suficiente conforme al Documento Básico SE-C “Cimientos” del Código Técnico de la Edificación para el tipo de edificio (C-1) y grupo de terreno (T-1) adoptado.

2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

2.1. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS

Los trabajos de reconocimiento del terreno realizados se resumen en la siguiente tabla (tanto los realizados en la zona del simulador ascensores como los de la parcela contigua):

SONDEOS	Nº	Longitud perforada (m)			
		Suelos	Gravas	Roca	Total
	3	8.77	1.35		10.12
ENSAYOS DE PENETRACIÓN	Nº	2	Longitud	2.20-2.40	
OTRAS PRUEBAS DE CAMPO	SPT	Muestras inalteradas	Testigos parafinados	Muestras de agua	Tubo piezométrico
	5	2		-	-

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

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

2.1.1. Sondeos

Se considera el sondeo mecánico a rotación más cercano realizado en la parcela contigua, con la siguiente denominación y profundidad:

DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
S-3	10.12

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

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

- Llegar a profundidades superiores a las alcanzables con catas.
- Reconocer el terreno bajo el nivel freático.
- Perforar capas rocosas, o de alta resistencia.
- Extraer muestras inalteradas profundas.

- e) Realizar pruebas de deformabilidad o resistencia de tipo presiométrico, molinete, penetración estándar, etc.
- f) Tomar muestras de acuíferos profundos o realizar ensayos de permeabilidad in situ.
- g) Determinar valores índice de la roca en macizos rocosos.
- h) Detectar y controlar las variaciones del nivel freático, mediante la instalación de tubos piezométricos.

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



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

2.1.2. Pruebas continuas de penetración

Se han realizado DOS ensayos de penetración dinámica tipo DPSH B con la siguiente denominación y profundidad:

DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
P-4	2.20
P-5	2.60

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

El empleo de penetrómetros normalizados garantiza que las correlaciones empleadas tienen la suficiente garantía y justificación. Es el caso de las pruebas tipo DPSH B, reguladas por la norma EN ISO 22476-2:2008.

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

Tabla 3.10. Utilización de las pruebas de penetración

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

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

Los penetrómetros mencionados tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	ENSAYO
	DPSH B
Forma de la puntaza	Circular
Sección de la puntaza (A)	20 cm ²
Peso de la maza (W)	63,5 kg
Altura de caída (h)	76 cm
Avance de la puntaza (d)	20 cm
Criterio de rechazo	N > 100

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

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

donde para cada ensayo comparado, 1 y 2:

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

A es la sección transversal de la puntaza

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

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



2.1.3. Otras pruebas de campo

2.1.3.1. Ensayos de penetración estándar en sondeos

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

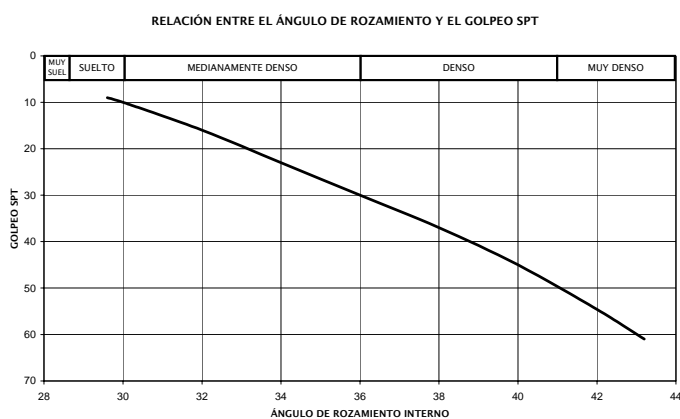
DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO
SONDEO S-3	2.00-2.45	6-6-9
	4.00-4.22	47-50
	5.71-6.16	12-36-34
	8.00-8.09	50
	10.00-10.12	50

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.

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



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

N	< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30	> 30
Consistencia	Muy blanda	Blanda	Media	Compacta	Muy compacta	Dura

N	< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30	> 30
Resistencia a compresión simple, q_u (kPa)	25	25-50	50-100	100-200	200-400	>400

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

2.1.3.2. Investigación del nivel freático

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

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

DENOMINACIÓN DEL SONDEO	MUESTRA DE AGUA	LONGITUD TUBO PIEZOMÉTRICO (m)
S-1	NO	7.80
S-4	NO	7.50

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

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

2.1.4. Toma de muestras

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

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

RECONOCIMIENTO	DENOMINACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
SONDEO S-3	MA-7322	2.80-3.20
	MI-7323	5.50-5.71
	MA-7324	6.16-6.40

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

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

Tabla 3.13. Especificaciones categoría A de tomamuestras

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

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

2.1.5. 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.



Se han tomado los resultados de los ensayos y análisis de las muestras del sondeo nº 3 realizado en la parcela contigua.

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

Tabla 3.24. Ensayos de laboratorio

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

2.2. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

En base a los criterios de naturaleza litológica, identificación y comportamiento mecánico es posible diferenciar los materiales detectados en los reconocimientos en una serie de niveles relativamente homogéneos. Esta separación se contrasta a su vez con los resultados de las pruebas continuas de penetración.

A continuación se describen las unidades identificadas, de manera secuencial desde la rasante actual de la parcela.

2.2.1. Unidades geotécnicas detectadas

En los reconocimientos llevados a cabo se han detectado las siguientes formaciones hasta la profundidad alcanzada.

- **NIVEL 1: Rellenos actuales y terreno vegetal**

Se ha detectado su presencia en los sondeos con los siguientes espesores característicos:

NIVEL 1: Rellenos y terreno vegetal			
	PROFUNDIDAD DETECTADA (m)		
ENSAYO	TECHO	BASE	POTENCIA
SONDEO S-3	0,00	2,00	2,00

El material puede describirse como arcillas arenosas con presencia de raíces y clastos cerámicos, restos de construcción y demolición.

En las calicatas se ha detectado este nivel con un espesor de 0.40 y 0.60 en C-1 y C-2 respectivamente.

- **NIVEL 2: Arenas arcillosas con indicios de gravas.**

Se ha detectado su presencia en los sondeos con los siguientes espesores característicos:

NIVEL 2: Arenas arcillosas			
	PROFUNDIDAD DETECTADA (m)		
ENSAYO	TECHO	BASE	POTENCIA
SONDEO S-3	2,00	3,20	1,20

El material puede describirse como arenas arcillosas a techo y limosas a muro con indicios de cantos tamaño grava cuarcíticos, heterométricos y redondeados. Tonalidad marronácea.

- **NIVEL 3: Gravas y bolos**

Se ha detectado su presencia en los sondeos con los siguientes espesores característicos:

NIVEL 3: Gravas y bolos			
ENSAYO	PROFUNDIDAD DETECTADA (m)		
	TECHO	BASE	POTENCIA
SONDEO S-3	3,20	4,55	1,35

El material puede describirse como gravas y bolos cuarcíticos, heterométricos y redondeados en matriz arenosa. Color marrónáceo.

- **NIVEL 4: Arcillas**

Se ha detectado su presencia en los sondeos con los siguientes espesores característicos:

NIVEL 4: Arcillas			
ENSAYO	PROFUNDIDAD DETECTADA (m)		
	TECHO	BASE	POTENCIA
SONDEO S-3	4,55	10,12	5,57

El material puede describirse como arcillas con indicios de arenas a techo del nivel, de tonalidad marrónácea a techo y grisácea a muro. Se observa cierta plasticidad al tacto.

Hay que mencionar que la potencia de este último nivel puede ser claramente superior a la detectada, dado que no se ha alcanzado su base con los sondeos realizados.

2.2.2. Nivel freático

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

- Presencia del nivel freático detectado a una profundidad variable entre 3.30 y 4.40m.

No obstante hay que insistir, tal y como se ha mencionado en los apartados anteriores, que los niveles detectados tan sólo pueden

asociarse al nivel freático si se verifica su estabilidad con el tiempo, la no influencia del fluido de perforación, y que no existe una fuente externa diferente, tal y como pueden suponer las fugas de las redes de suministro urbano, filtraciones de captaciones cercanas, etc..

En el caso presente debido a la limitación temporal del plazo de ejecución de los trabajos, NO se ha realizado un seguimiento en el tiempo para verificar dicha estabilidad, y a nivel informativo se incluye en la tabla anterior la fecha de la medición realizada.

2.2.3. Situación de los puntos de reconocimiento

La ubicación de los puntos de reconocimiento ha sido establecida de común acuerdo con el peticionario, atendiendo a la siguiente localización característica, que se documenta mejor en el anexo correspondiente:

- Los penetros P4 y P-5 se han realizado en la parcela donde se prevé construir un simulador de ascensores para comprobar la carga admisible del terreno en dicha zona.
- Resultados de los ensayos de las muestras del sondeo nº 3 realizado en la parcela contigua.

2.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

Para cada una de las unidades geotécnicas detectadas se identifican a continuación los valores característicos de sus parámetros, deducidos en base a los ensayos y pruebas continuas.

2.3.1. Análisis de los ensayos de penetración

A la vista de la distribución de niveles descrita en los apartados anteriores, es posible analizar la evolución de los golpes obtenidos en las distintas pruebas continuas de penetración.

Hay que mencionar que aún siendo los resultados coherentes con la identificación propuesta, los resultados de penetración deben considerarse tan sólo a modo indicativo, dado que no permiten testificar los materiales atravesados. Además, sería preciso para una mejor correlación, nivelar topográficamente los puntos de reconocimiento y corregir las profundidades relativas aportadas.

2.3.2. Caracterización geotécnica de los niveles

De los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras extraídas se obtienen las principales características desde el punto de vista geotécnico de los materiales atravesados, que se resumen en las tablas abajo referidas.

- **NIVEL 1:** Se trata de terreno vegetal y rellenos, en este nivel no se han realizado ensayos por su escaso interés geotécnico.
- **NIVEL 2:** Es una arena arcillosa a techo y limosas a muro de compacidad compacta.
- **NIVEL 3:** Se trata de gravas y bolos en matriz arenosa de compacidad densa a muy densa.
- **NIVEL 4:** Es una arcilla de alta plasticidad al tacto y consistencia muy firme

Ninguno de los materiales analizados presenta agresividad al hormigón por acidez o presencia de sulfatos.

3. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN

3.1. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS GEOTÉCNICOS PLANTEADOS

A la vista de la morfología de la parcela objeto del reconocimiento, de las litologías detectadas, de las propiedades de los materiales y de la tipología constructiva propuesta hay que mencionar que deberán tenerse en cuenta los principales problemas a los efectos de su diseño y construcción:

- Presencia del nivel freático detectado a una profundidad variable entre 3.30 y 4.40m.

3.2. TIPOS DE CIMENTACIÓN

Según la tipología de las construcciones a realizar y las indicaciones del equipo redactor de su proyecto, se plantean como viables en un principio las siguientes soluciones de cimentación:

- Cimentación directa mediante:
 - Zapatas aisladas
 - Losa de cimentación

A continuación, a modo de recomendación, se establecen los valores de carga de hundimiento que se pueden estimar para este tipo de cimentación en base a los resultados obtenidos de las investigaciones realizadas. Hay que mencionar que las siguientes indicaciones deben ser contrastadas con la tipología, dimensiones y proceso constructivo real de las obras, así como con las condiciones existentes en el terreno en el momento de su construcción.

Por otra parte, el hecho de plantear soluciones de cimentación diferentes para partes anexas del edificio se estudia en este informe como una mera posibilidad técnica. Por tanto, deberá el proyectista verificar las medidas oportunas que eviten que el posible comportamiento diferencial de ambos sistemas sea compatible con las tipologías constructivas empleadas y usos de la edificación.

De igual manera hay que mencionar que no se han tratado en el presente informe temas adicionales de estabilidad global, deslizamiento, vuelco, influencia en edificaciones adyacentes, subsidencias, rozamiento negativo, etc., que exceden claramente su alcance, así como las cuestiones estructurales de los elementos de la cimentación.

3.3. SIMULADOR DE ASCENSORES: PRESIÓN DE HUNDIMIENTO

En base a los datos recogidos en el presente estudio y a los cálculos justificativos que se incluyen a continuación, se plantea que la cimentación directa, se produzca de tal manera que el apoyo se realice sobre terreno natural constituido por arcillas algo limosas.

Dado que los ensayos planteados han consistido en penetraciones dinámicas, para la estimación de la carga admisible se ha empleado la conocida como “fórmula de los holandeses”. Según ella, en base al registro de golpeo y a las características del equipo de penetración empleado, se calcula mediante la siguiente expresión la resistencia dinámica del terreno:

$$R_d = \frac{M^2 * H}{E (M+P)} * \frac{1}{A}$$

Donde:

- R_d: Resistencia dinámica (kg/cm²)
- M: Peso de la maza (65 kg)
- H: Altura de caída (76 cm)
- P: Peso del varillaje (5,76 kg/cm²)
- A: Sección de la punta (16 cm²)
- E: Penetración en cm /nº de golpes (20/N₂₀)

En cimentaciones superficiales la carga de hundimiento es:

$$Q_h = R_d / 20$$

Adoptando el valor de golpeo característico obtenido y un coeficiente de seguridad ante hundimiento de 3, se obtiene el siguiente resultado:

PROFUNDIDAD (m)	CARGA ADMISIBLE (kPa)
Zapatas a 1.60	197

3.3.1. Asiento de cimentaciones directas

En el caso de cimentación directa mencionado anteriormente es preciso verificar el asiento que se produce en el terreno. Éste valor, en función del tipo de estructura y terreno sobre el que se ubica la construcción, puede a veces condicionar la máxima carga a transmitir.

Las limitaciones usuales para el asiento máximo son del tipo que sigue:

Tipo de edificio	Asiento máximo (mm)	
	Arenas	Arcillas
Obras de tipo monumental	12	25
Edificios de hormigón armado de gran rigidez	35	50
Edificios de hormigón armado flexibles	50	75
Estructuras metálicas hiperestáticas		
Edificios con muros de fábrica	>50	>75
Estructuras metálicas isostáticas		
Estructuras de madera		
Estructuras provisionales		

Aplicando el método elástico para el cálculo de los asientos producidos por la cimentación planteada en el epígrafe anterior, se obtiene que para la carga admisible propuesta el asiento alcanzado es de:

$$S \leq 5 \text{ cm}$$

Hay que mencionar que la anterior comprobación sólo alude a la verificación del estado límite frente a asientos excesivos. No se ha realizado la pertinente comprobación frente a distorsiones angulares, giros, asientos diferenciales, movimientos horizontales, etc., que depende de la tipología concreta y disposición de la estructura y deberá en todo caso ser abordada.

3.3.2. Coeficiente de balasto

En el caso de que del análisis de la rigidez relativa de la estructura de cimentación en relación con el terreno se deduzca la necesidad de estimar un valor para evaluar la interacción, puede estimarse como parámetro característico el conocido como “coeficiente de balasto”.

Para el caso de cimentación directa mediante losa apoyada a una profundidad de 1.20 metros en el nivel 2, el valor de coeficiente propuesto, es el que sigue:

$$K_{30} = 30-60 \text{ MN/m}^3$$

Este valor se ha obtenido a partir de los recomendados para la litología descrita en el Documento Básico SE-C “Cimientos” del Código Técnico de la Edificación, en la tabla siguientes:

Tabla D.29. Valores orientativos del coeficiente de balasto, K_{30}

Tipo de suelo	K_{30} (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 – 5.000
Rocas sanas	>5.000

Para la adopción del resto de parámetros no deducidos de los ensayos realizados, se propone el empleo de los valores orientativos recogidos en el Documento Básico SE-c “Cimientos” del Código Técnico de la Edificación en las siguientes tablas:

Tabla D.26. Valores orientativos de densidades de suelos

Tipo de suelo	γ_{sat} (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)
Grava	20 – 22	15 – 17
Arena	18 – 20	13 – 16
Limo	18 – 20	14 – 18
Arcilla	16 – 22	14 – 21

Tabla D.27. Propiedades básicas de los suelos

Clase de suelo		Peso específico aparente (kN/m ³)	Ángulo de rozamiento interno
Terreno natural	Grava	19 – 22	34° - 45°
	Arena	17 – 20	30° - 36°
	Limo	17 – 20	25 – 32°
	Arcilla	15 – 22	16° – 28°
Rellenos	Tierra vegetal	17	25°
	Terraplén	17	30°
	Pedraplén	18	40°

Tabla D.28. Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad

Tipo de suelo	k _z (m/s)
Grava limpia	> 10 ⁻²
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	10 ⁻² – 10 ⁻⁵
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁹
Arcilla	< 10 ⁻⁹

Estos mismos valores pueden adoptarse para el cálculo de taludes sin contener y excavaciones a realizar en la parcela en estudio.

No obstante, es preciso recordar la importancia de la consideración del nivel freático en este tipo de comprobaciones.

4. RESUMEN Y CONCLUSIONES SIMULADOR ASCENSORES

Como resumen de todos los extremos recogidos en los apartados anteriores se extractan las conclusiones de la siguiente tabla:

FICHA RESUMEN DEL INFORME GEOTÉCNICO			
TIPO DE CIMENTACIÓN	Zapatas aisladas		
	Losa de cimentación		
COTA DE APOYO	Profundidad	Zapatas a 1.60 m.	Losa a 1,20m.
	Nivel	2	2
PRESIÓN ADMISIBLE (CIMENTACIÓN ZAPATAS)		2,0*2,0	4,0x8,0
	1,90 kg/cm²		
PRESIÓN ADMISIBLE LOSA	1,90 kg/cm²		
INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA	Profundidad	1,20m.	
	Módulo de balasto	30-60 MN/m ³	
NIVEL FREÁTICO	Profundidad	A partir de 3,20 m	
	Seguimiento	NO	
AGRESIVIDAD DEL TERRENO		ml/kg	Nivel
	Sulfatos	0.00	2
EXPANSIVIDAD	BAJA EN EL NIVEL 2		
ACELERACIÓN SÍSMICA	Importancia	Normal	Especial
	Aceleración	0.047	0.061

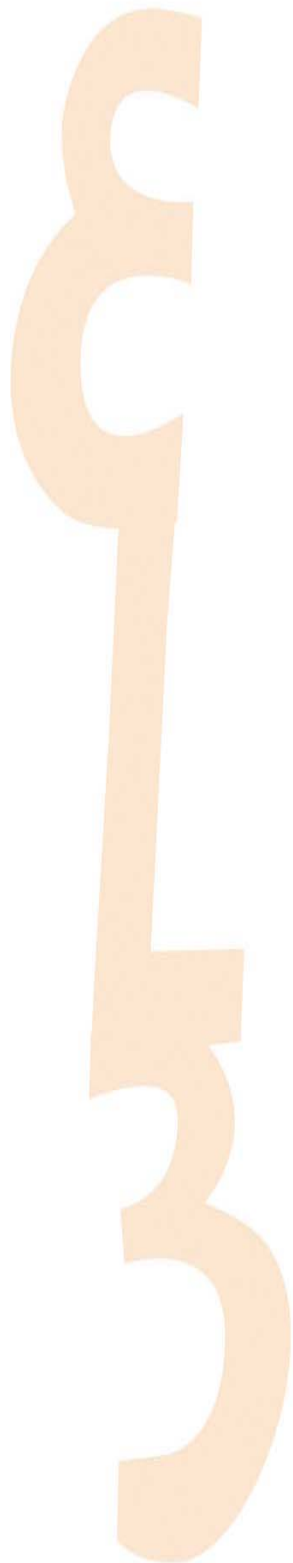
Badajoz, 21 de Noviembre de 2011

Fdo.: Victoriano Henao Dávila

Director

Fdo.: Isabel M^a Martín Pisonero

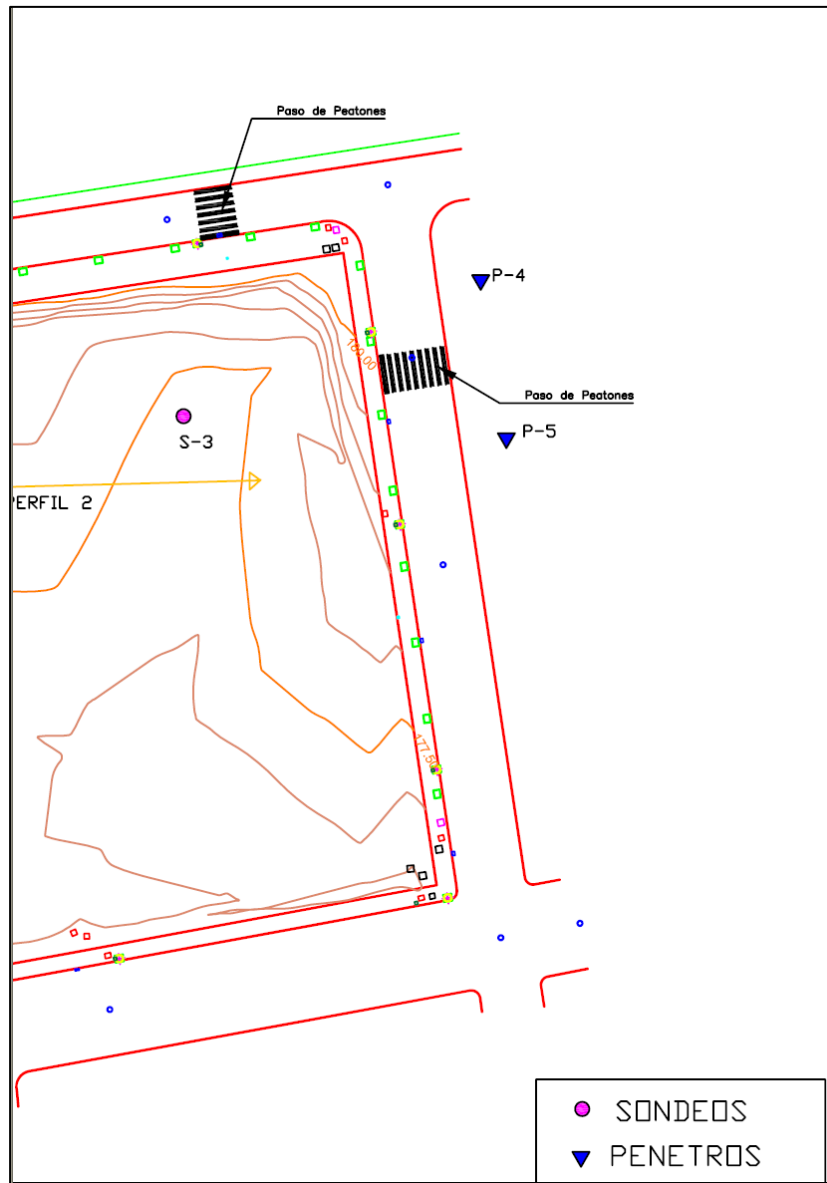
Geóloga colegiada: 6114

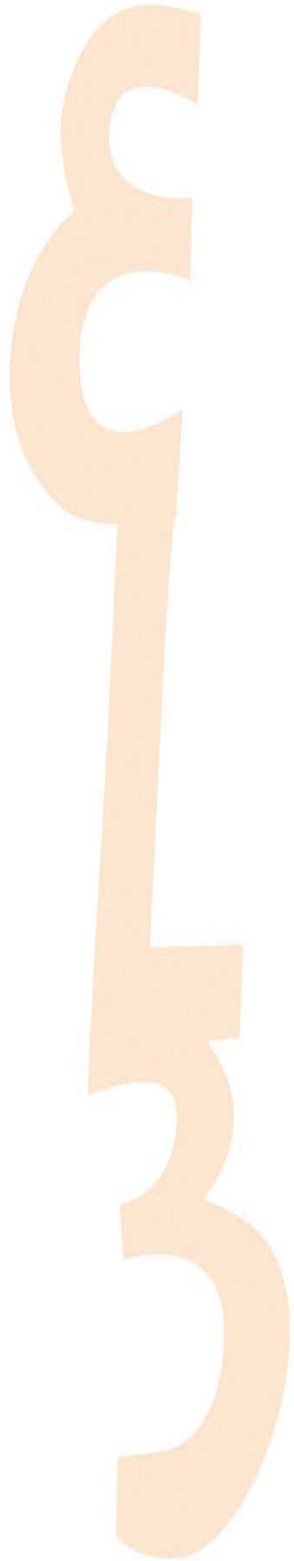


ANEJOS

- Anejo 1: Plano de situación del solar en estudio.
- Anejo 2: Informe del reconocimiento del terreno: Actividades de campo y ensayos de laboratorio.
- Anejo 3: Recomendaciones constructivas


ANEJO 1: PLANO DE SITUACIÓN DEL SOLAR EN ESTUDIO

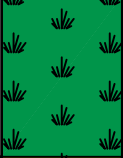

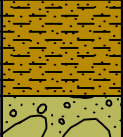










ANEJO 2: INFORME DEL RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

REGISTROS SONDEO DE ROTACION Nº 3

	Peticionario: UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA Obra: INSTITUTO TECNOLÓGICO Localidad: BADAJOZ Supervisor: ISABEL Mª MARTÍN	SONDEO 3 19/10/11

Escala 1:100	Perforación	Revestimiento	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T.				N.golpes.S.P.T	Nivel freático	Caja	Foto caja
						10	20	30	40				
1					Terreno vegetal y rellenos actuales formados por arcillas arenosas con presencia de raíces y color marronáceo.							1	
2			2.00			2.00							
3		98	3.20		Arenas arcillosas con indicios de gravas cuarcíticas, heterométricas y redondeadas, a muro del nivel. Tonalidad marronácea.	2.45				15			
4			4.55		Gravas y bolos cuarcíticos, heterométricos y redondeados en matriz arenosa. Color marronáceo.	4.00				47R		2	
5	86				Arcillas con indicios de arenas a techo. Tonalidad marronácea a techo y grisácea a muro. Se observa cierta plasticidad al tacto.	4.22				50R			
6						5.71				38			
7						6.16				50R		3	
8						8.00				50R			
9						8.09				50R			
10	10		10.12			10.00				50R		4	
11						10.12							
12													
13													
14													
15													
16													

TUBERIA PIEZOMETRICA:NO
 MUESTRA DE AGUA:
 SONDISTA:MANUEL CEJAS
 SONDA: TP 50D
 FECHA DE MEDICION DE NIVEL FREATICO:
 TECNICO RESPONSABLE: Isabel Mª Martín Pisonero

DIRECTOR
 Victoriano Henao Dávila

Ensayos realizados según las Normas:
 ASTM D2113-99 XP P94-202 (Toma de muestras)
 UNE 103800:1992 (SPT)
 Entidad acreditada por la Junta de Extremadura
 con nº 14073GTC07

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BADAJOZ
ZONA 9 SUB-EE
BADAJOZ

SONDEO 3



S-3(0.00-3.00)



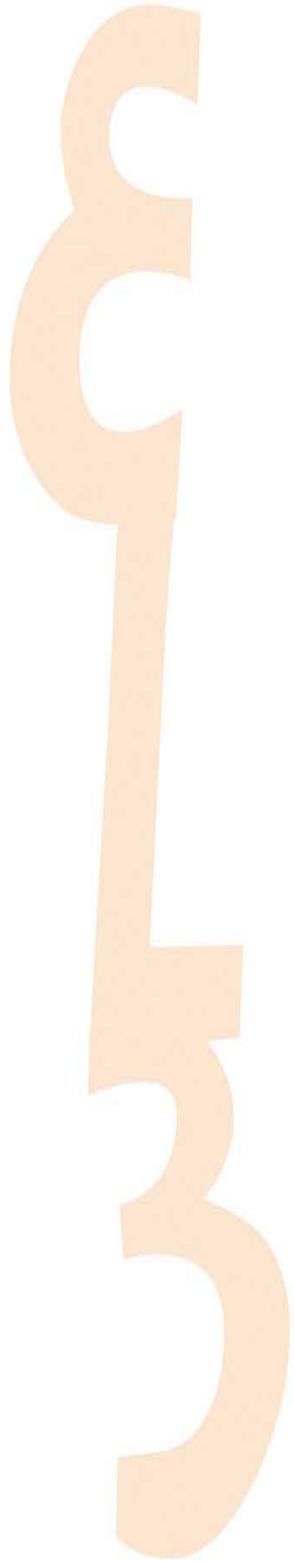
S-3(3.00-6.16)



S-3(6.16-9.00)



S-3(9.00-10.00)



REGISTROS DE LOS PENETRÓMETROS DINÁMICOS

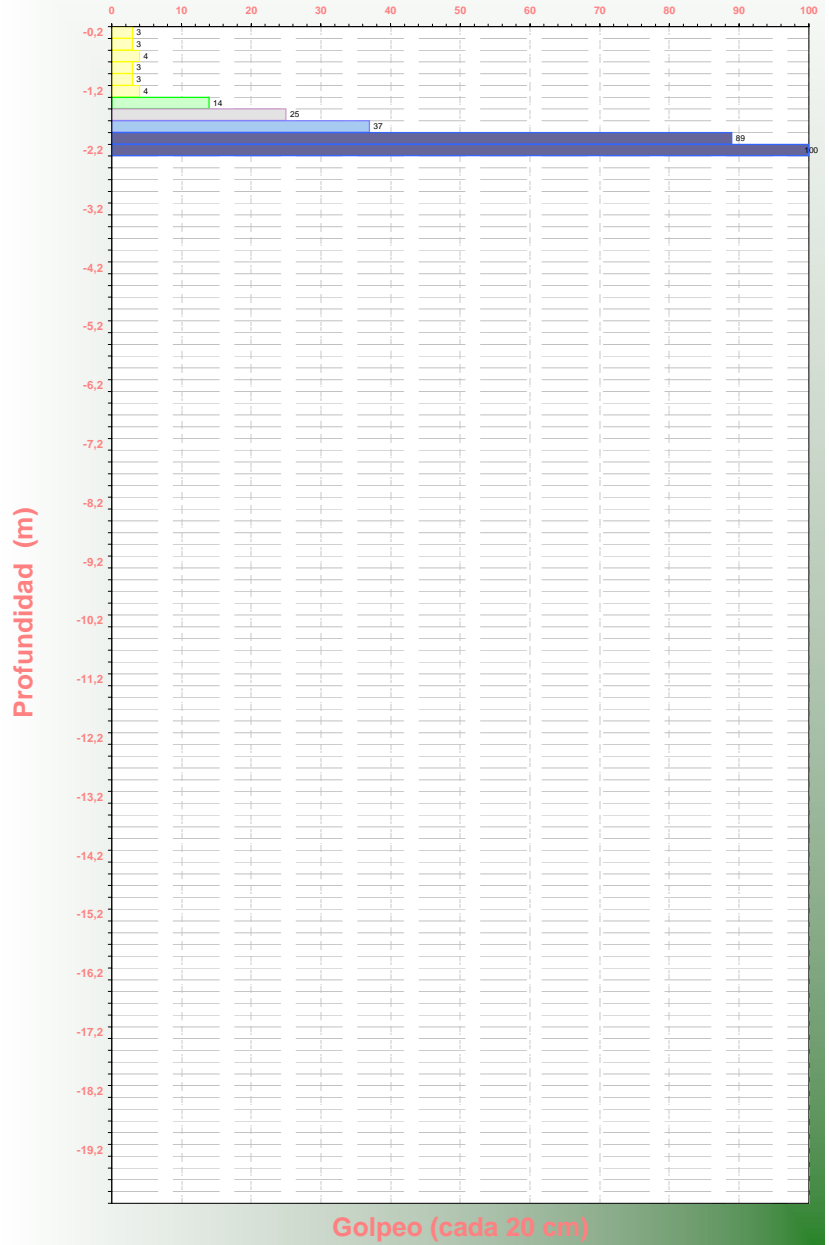


ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH

Peticionario:	UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	Fecha:	07/11/2011
Obra:	SIMULADOR ASCENSORES		
Situación:	BADAJOZ		
Equipo:	TECOINSA TP 05.10D		
Operador:	FRANCISCO GASTÓN ROFRIGUEZ		
Responsable Técnico:	ISABEL Mª MARTIN PISONERO		

P-4

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	3	10,2	
0,4	3	10,4	
0,6	4	10,6	
0,8	3	10,8	
1	3	11	
1,2	4	11,2	
1,4	14	11,4	
1,6	25	11,6	
1,8	37	11,8	
2	89	12	
2,2	100	12,2	
2,4		12,4	
2,6		12,6	
2,8		12,8	
3		13,0	
3,2		13,2	
3,4		13,4	
3,6		13,6	
3,8		13,8	
4		14,0	
4,2		14,2	
4,4		14,4	
4,6		14,6	
4,8		14,8	
5		15,0	
5,2		15,2	
5,4		15,4	
5,6		15,6	
5,8		15,8	
6		16,0	
6,2		16,2	
6,4		16,4	
6,6		16,6	
6,8		16,8	
7		17,0	
7,2		17,2	
7,4		17,4	
7,6		17,6	
7,8		17,8	
8		18,0	
8,2		18,2	
8,4		18,4	
8,6		18,6	
8,8		18,8	
9		19,0	
9,2		19,2	
9,4		19,4	
9,6		19,6	
9,8		19,8	
10		20,0	



Profundidad de rechazo(m):	-2,20
Alcance de rechazo	

Observaciones:

Técnico
Isabel Mª Martín Pisonero

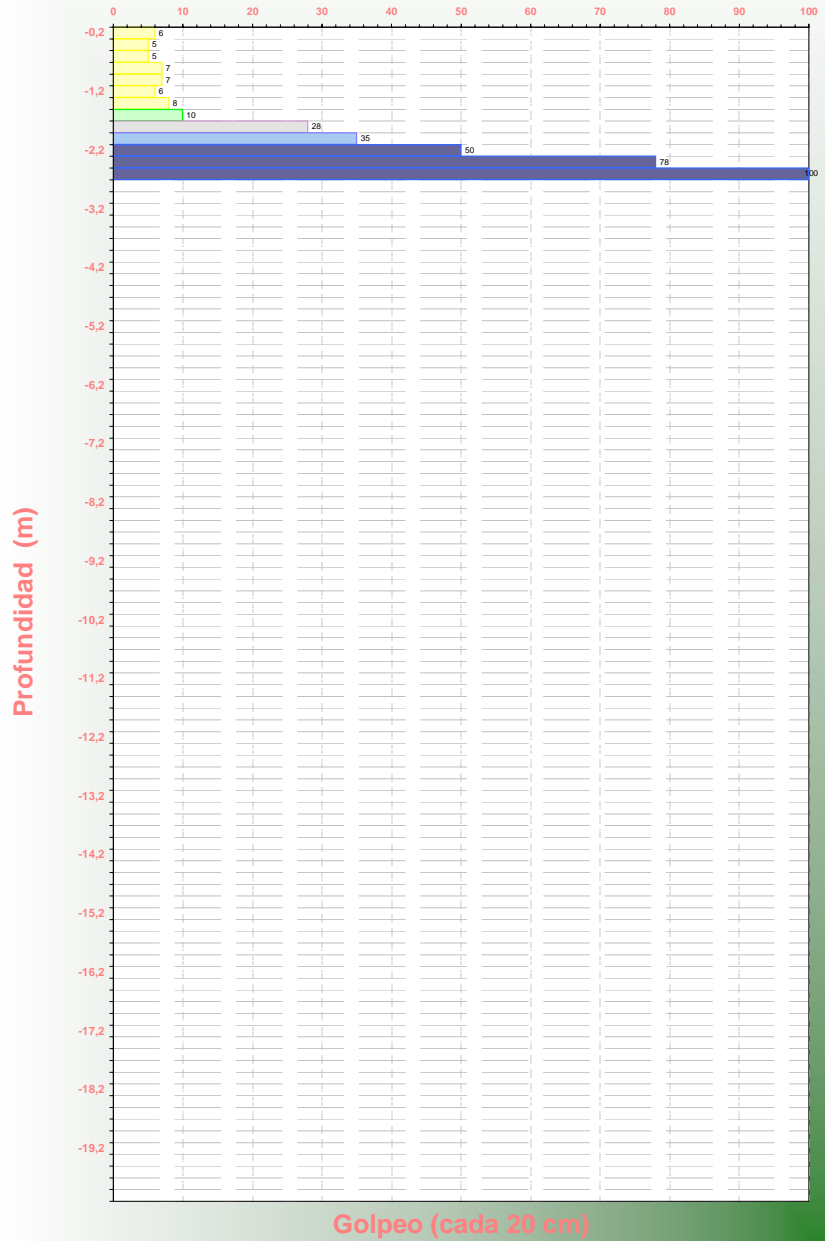


ENSAYOS DE PENETRACIÓN DPSH

Peticionario:	UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA	Fecha:	07/11/2011
Obra:	SIMULADOR ASCENSORES		
Situación:	BADAJOZ		
Equipo:	TECOINSA TP 05.10D		
Operador:	FRANCISCO GASTÓN ROFRIGUEZ		
Responsable Técnico:	ISABEL Mª MARTIN PISONERO		

P-5

PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)	PROFUNDIDAD (m)	GOLPEO (20 cm)
0,2	6	10,2	
0,4	5	10,4	
0,6	5	10,6	
0,8	7	10,8	
1	7	11	
1,2	6	11,2	
1,4	8	11,4	
1,6	10	11,6	
1,8	28	11,8	
2	35	12	
2,2	50	12,2	
2,4	78	12,4	
2,6	100	12,6	
2,8		12,8	
3		13,0	
3,2		13,2	
3,4		13,4	
3,6		13,6	
3,8		13,8	
4		14,0	
4,2		14,2	
4,4		14,4	
4,6		14,6	
4,8		14,8	
5		15,0	
5,2		15,2	
5,4		15,4	
5,6		15,6	
5,8		15,8	
6		16,0	
6,2		16,2	
6,4		16,4	
6,6		16,6	
6,8		16,8	
7		17,0	
7,2		17,2	
7,4		17,4	
7,6		17,6	
7,8		17,8	
8		18,0	
8,2		18,2	
8,4		18,4	
8,6		18,6	
8,8		18,8	
9		19,0	
9,2		19,2	
9,4		19,4	
9,6		19,6	
9,8		19,8	
10		20,0	



Profundidad de rechazo(m):	-2,60
Alcance de rechazo	

Observaciones:

Técnico
Isabel Mª Martín Pisonero

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
SIMULADOR ASCENSORES
BADAJOZ

PENETROS



PENETRO 4



PENETRO 5

ENSAYOS DE LABORATORIO

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Entidad acreditada por la Junta de Extremadura con nº 14071 VSG07

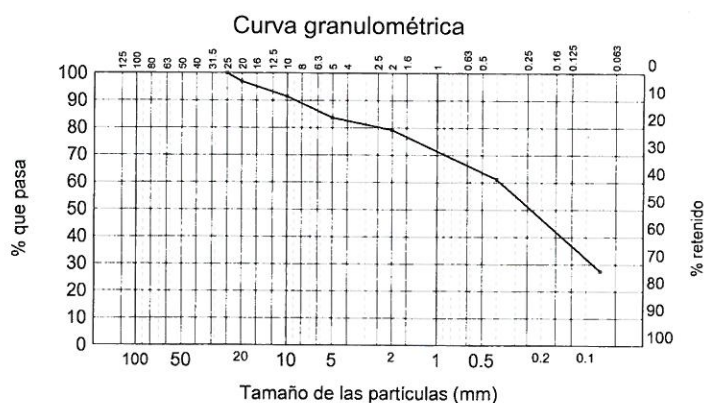
Cliente: UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
DAVID DE LA MAYA
AVDA DE ELVAS S/N
06071-BADAJOZ

Muestra: 7322
Fecha de toma: 25/10/2011
Número Acta: 19401
Código: 2335
Obra: EDIFICIO CONTENEDOR DE INSTITUTOS UNIVERSITARIOS DE INVESTIGACIÓN
CAMPUS DE BADAJOZ
Localidad: BADAJOZ
Procedencia: SONDEO 3 de 2,80 a 3,20m.
Descripción: Gravas y bolos

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
25	100
20	97
10	91
5	84
2	79
0,4	61
0,08	27,5
-----	-----
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	32,69
Límite plástico	21,05
Índice de plasticidad	11,64

CLASIFICACION DEL SUELO

SC : Arena arcillosa con grava

OTRAS DETERMINACIONES

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

Badajoz 9 de noviembre de 2011

DIRECTOR TÉCNICO
Victoriano Henao Dávila

RESPONSABLE DE GRUPO DE ÁREAS
José Antonio de la Osa Galapero

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Entidad acreditada por la Junta de Extremadura con nº 14071VSG

Cliente: UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
DAVID DE LA MAYA
AVDA DE ELVAS S/N
06071-BADAJEZ

Muestra: 7323

Fecha de toma: 25/10/2011

Número Acta: 19243

Código: 2335

Obra: EDIFICIO CONTENEDOR DE INSTITUTOS UNIVERSITARIOS DE INVESTIGACIÓN
CAMPUS DE BADAJOZ

Localidad: BADAJOZ

Procedencia: SONDEO 3 de 5,50-5,71m.

Descripción: Arcillas algo limosas

Humedad (UNE 103-300-93)	%	25,80
--------------------------	---	-------

Densidad aparente (UNE 103-301-94)	t/m ³	1,74
------------------------------------	------------------	------

Badajoz 7 de noviembre de 2011

DIRECTOR TÉCNICO
Victoriano Henao Davila



RESPONSABLE DE GRUPO DE ÁREAS
José Antonio de la Osa Galapero

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Entidad acreditada por la Junta de Extremadura con nº 14072GTL07

Cliente: UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
DAVID DE LA MAYA
AVDA DE ELVAS S/N
06071-BADAJEZ

Muestra: 7323

Fecha de toma: 25/10/2011

Número Acta: 19242

Código: 2335

Obra: EDIFICIO CONTENEDOR DE INSTITUTOS UNIVERSITARIOS DE INVESTIGACIÓN
CAMPUS DE BADAJOZ

Localidad: BADAJOZ

Procedencia: SONDEO 3 de 5,50-5,71m.

Descripción: Arcillas algo limosas

HINCHAMIENTO LIBRE SOBRE MUESTRA INALTERADA S/UNE 103601/96

Tensión (Kp/cm ²)	Humedad Inicial (%)	Humedad Final (%)	Densidad Seca (gr/cm ³)	Tipo de muestra
0.1	23,83	25,94	1,64	INALTERADA

Hinchamiento Libre (%) 0,78

Badajoz 7 de noviembre de 2011

DIRECTOR TÉCNICO
Victoriano Hénao Dávila

RESPONSABLE DE GRUPO DE ÁREAS
Isabel María Martín Pisonero

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO

Entidad acreditada por la Junta de Extremadura con nº 14071 VSG07

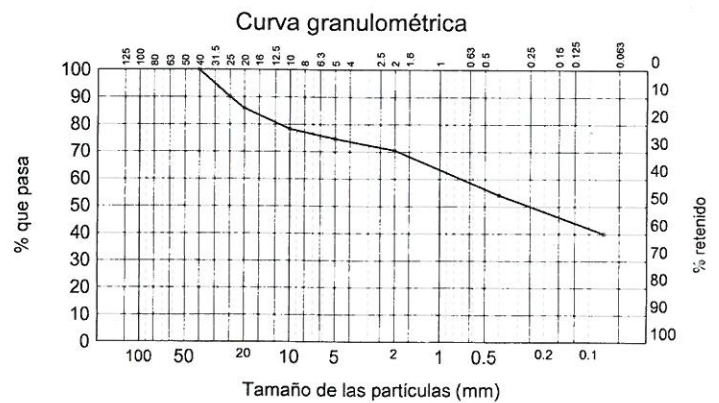
Cliente: UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
DAVID DE LA MAYA
AVDA DE ELVAS S/N
06071-BADAJOZ

Muestra: 7324
Fecha de toma: 25/10/2011
Número Acta: 19402
Código: 2335
Obra: EDIFICIO CONTENEDOR DE INSTITUTOS UNIVERSITARIOS DE INVESTIGACIÓN
CAMPUS DE BADAJOZ
Localidad: BADAJOZ
Procedencia: SONDEO 3 de 6,16 a 6,40m.
Descripción: Arcillas algo limosas

ANALISIS GRANULOMETRICO (UNE 103-101-95)

Tamiz (mm)	Pasa (%)
40	100
25	90
20	86
10	78
5	75
2	70
0,4	54
0,08	40,0
-----	-----
-----	-----



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

Límite líquido	54,48
Límite plástico	26,76
Índice de plasticidad	27,72

CLASIFICACION DEL SUELO

SC : Arena arcillosa con grava

OTRAS DETERMINACIONES

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

Badajoz 9 de noviembre de 2011

DIRECTOR TÉCNICO
Victoriano Henao Dávila

RESPONSABLE DE GRUPO DE ÁREAS
José Antonio de la Osa Galapero

ANEJO 3: RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

A continuación se recogen algunas recomendaciones a tener en cuenta durante los procesos de construcción de las cimentaciones superficiales a ejecutar, que serán de imprescindible observancia para asegurar la validez de los reconocimientos y propuestas incluidas en el presente informe.

Estas recomendaciones constituyen un extracto de las incluidas en el documento básico SE-C CIMENTOS DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

1.- CONDICIONES CONSTRUCTIVAS

1.1. ZAPATAS

1.1.1. Precauciones contra defectos del terreno

Todas las cimentaciones directas sobre zapatas se proyectan en la hipótesis de que el suelo situado debajo de las mismas se halle aproximadamente en el mismo estado en que fue encontrado durante las investigaciones realizadas para estudiarlos. Si el suelo contiene bolsadas blandas no detectadas por dichos reconocimientos, o si se altera la estructura del suelo durante su excavación, el asiento será mayor y más irregular de lo que se ha supuesto. En caso necesario se puede evitar este riesgo ejecutando un ensayo simple de penetración en el lugar de las zapatas, una vez hecha la excavación correspondiente. Si dentro de la zona que pudiera quedar afectada por la zapata se encuentran puntos excepcionalmente blandos, debe proyectarse de nuevo la zapata.

Todos los elementos encontrados en el fondo de las excavaciones, tales como rocas, restos de cimentaciones antiguas y, de una manera general, todos los lentejones resistentes susceptibles de formar puntos duros locales, serán retirados y se rebajará lo suficiente el nivel del fondo de la excavación como para que las zapatas apoyen en condiciones homogéneas.

De la misma manera, todos los lentejones o bolsadas más compresibles que el terreno en conjunto serán excavados y sustituidos por un suelo de compresibilidad sensiblemente equivalente a la del suelo general, o por hormigón en masa. El suelo de relleno debe compactarse convenientemente, pues una simple colocación por vertido no puede asegurar el grado de compresibilidad requerido.

1.1.2 Solera de asiento

Si las zapatas son de hormigón en masa o armado, sobre la superficie de la excavación debe extenderse una capa de hormigón H-10, de regularización, que recibe el nombre de "solera de asiento"

La solera de asiento tiene por misión crear una superficie plana y horizontal de apoyo de la zapata y, en suelos permeables, evitar que penetre la lechada del hormigón estructural en el terreno y queden los áridos de la parte inferior mal recubiertos.

El espesor medio de la solera de asiento será al menos 10 cm, o mayor si la excavación hubiera de quedar con irregularidades.

El nivel de enrase de la solera de asiento será el previsto en el proyecto para la base de las zapatas o las vigas riostras.

El perfil superior tendrá una terminación adecuada a la continuación de la obra.

1.1.3 Excavaciones

1.1.3.1 Terminación de las excavaciones

La terminación de la excavación en el fondo y las paredes debe tener lugar inmediatamente antes de la colocación de la solera de asiento, sea cual sea la naturaleza del terreno. Especialmente se tendrá en cuenta esta recomendación cuando el terreno esté constituido por arcilla.

Si la solera de asiento no puede ponerse en obra inmediatamente después de terminada la excavación, debe dejarse ésta de 10 a 15 centímetros por encima de la cota definitiva de cimentación hasta el momento en que todo esté preparado para hormigonar.

La excavación debe hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable.

Una vez hecha la excavación hasta la profundidad necesaria y antes de constituir la solera de asiento, el constructor nivelará bien el fondo para que la superficie quede sensiblemente de acuerdo con el Proyecto, y lo limpiará y apisonará ligeramente.

1.1.3.2 Dimensiones de las excavaciones

Las zanjas y pozos de cimentación tendrán las secciones fijadas por el proyecto y aprobadas por el Director de la obra. El constructor las excavará de acuerdo con las normas especificadas sobre excavaciones.

La cota de profundidad de estas excavaciones será la prefijada en los planos, o las que el Director de Obra ordene por escrito o gráficamente a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

Aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, conviene profundizar hasta 50-80 cm por debajo de la rasante.

Si los cimientos son muy largos convendrá también disponer llaves o anclajes verticales más profundos, por lo menos cada 10 m.

1.1.3.3 Excavaciones para zapatas a diferentes niveles

En el caso de excavaciones para cimentaciones a diferentes niveles, la ejecución de los trabajos debe hacerse de modo que se evite todo deslizamiento de las tierras comprendidas entre los dos niveles distintos.

La inclinación de los taludes de separación entre zapatas a diferentes niveles debe ajustarse a las características del terreno. A efectos indicativos y salvo justificación en contra, la línea de unión de los bordes inferiores de dos zapatas situadas a diferente nivel no debe superar una inclinación 1H:1V en el caso de rocas y suelos duros, debiendo reducir dicha inclinación a 2H:1V para suelos flojos a medios.

1.1.3.4 Excavaciones en presencia de agua

En el caso de suelos permeables que requieran agotamiento del agua para realizar las excavaciones de las zapatas, el agotamiento se mantendrá durante toda la duración de los trabajos de cimentación.

El agotamiento debe realizarse de tal forma que no comprometa la estabilidad de los taludes o de las obras vecinas.

En el caso de excavaciones ejecutadas sin agotamiento en suelos sensibles y con un contenido de humedad próximo al límite líquido, se procederá a un saneamiento del fondo de la excavación previamente a la ejecución de las zapatas.

Cuando haya lugar a efectuar un saneamiento temporal del fondo de las excavaciones por absorción capilar del agua del suelo, para permitir la ejecución en seco, en los suelos sensibles, se emplearán materiales secos permeables.

En el caso de excavaciones ejecutadas con agotamiento en los suelos cuyo fondo es suficientemente impermeable como para que el contenido de humedad no disminuya sensiblemente con los agotamientos, debe comprobarse, según las características del suelo, si es necesario proceder a un saneamiento previo de la capa inferior permeable, por agotamiento o por drenaje.

1.1.3.5 Drenajes y saneamiento del terreno

Siempre que se estime necesario, se realizará un drenaje del terreno de cimentación.

El drenaje se realizará con drenes colocados en el fondo de una zanja o en una perforación inclinada con suficiente pendiente (por lo menos 5 cm por metro), o bien mediante empedrados, o con otro material idóneo.

Los empedrados serán rellenos de cantos o grava gorda, dispuestos en una zanja, cuyo fondo penetrará en la medida necesaria y tendrá con una pendiente longitudinal de al menos 3 a 4 cm por metro. Con anterioridad a la colocación de la grava, a decisión del Director de Obra se dispondrá un geotextil en la zanja que cumpla las condiciones de filtro necesarias para evitar la migración de materiales finos.

Se podrá también emplear un procedimiento mixto, de dren y empedrado, colocando un dren en el fondo del empedrado.

1.1.3.6 Precauciones contra el hielo

Si el fondo de la excavación se inunda y hiela, o presenta capas de agua transformadas en hielo, no se procederá a la construcción de la zapata antes de que se haya producido el deshielo completo, o bien se haya excavado en mayor profundidad hasta retirar la capa de suelo helado.

1.1.3.7 Precauciones contra aterramientos

Deben adoptarse las disposiciones necesarias para asegurar la protección de las cimentaciones contra los aterramientos, durante y después de la ejecución de aquéllas.

1.1.3.8 Precauciones contra la inundación

En el caso de inundaciones de las excavaciones durante los trabajos de cimentación, deben adoptarse las disposiciones necesarias de evacuación de las aguas. Estas disposiciones deben ser tales que en ningún momento, durante o después de la terminación de las obras, la acción del agua de lugar a aterramientos, erosión, o puesta en carga imprevista de las obras, que puedan comprometer su estabilidad.

1.1.4 Ejecución de zapatas de hormigón armado

El recubrimiento mínimo de la armadura se ajustará a las especificaciones de la EHE.

Las armaduras verticales de los pilares deben penetrar en la zapata hasta el nivel de la capa inferior de armadura de ésta.

Las zapatas se hormigonarán a sección de excavación completa, después de la limpieza del fondo, si las paredes de la excavación presentan una cohesión suficiente. En caso contrario, el hormigonado se ejecutará entre encofrados que eviten los desprendimientos.

Si el nivel de fabricación del hormigón es superior al de zapatas, la colocación del hormigón se efectuará por medio de trompas de elefante o los dispositivos necesarios para evitar la caída libre del hormigón. La colocación directa no debe hacerse más que entre niveles de aprovisionamiento y de ejecución sensiblemente equivalentes.

No debe circularse sobre el hormigón fresco.

2 CONTROL

2.1 GENERALIDADES

Durante el período de ejecución se tomarán las precauciones oportunas para asegurar la conservación en buen estado del funcionamiento de las cimentaciones durante el plazo previsto de vida de la obra.

A este efecto los materiales deben ser durables, entendiendo como tales aquellos cuyas propiedades mecánicas no sean atacadas por la acción del tiempo ni el ataque de agentes exteriores.

Durante el funcionamiento de la construcción se observará que se cumplan estos dos aspectos señalados, eliminando toda causa que pueda ir contra lo dicho.

No se permitirá la presencia de aguas ácidas, salinas, ni de agresividad potencial por ningún otro concepto, salvo si se han tomado previamente las oportunas medidas; ni se permitirá la presencia de sobrecargas cercanas a las cimentaciones, si no se han tenido en cuenta en el proyecto. En todo momento se debe vigilar la presencia de vías de agua, por el posible descarnamiento que pueden dar lugar bajo las cimentaciones. En el caso en que se construyan edificaciones próximas, deben tomarse las oportunas medidas que permitan garantizar el mantenimiento intacto del terreno y de sus propiedades tenso-deformacionales.

La observación de asentamientos excesivos puede ser una advertencia del mal estado de conservación de las zapatas (ataques de aguas selenitosas, desmoronamiento por socavación, etc.); de la parte enterrada de pilares y muros o de las redes de agua potable y de saneamiento. En tales casos debe procederse a la observación de la cimentación y del terreno circundante, de la parte enterrada de los elementos resistentes verticales y de las redes de agua potable y saneamiento, de forma que se pueda conocer la causa del fenómeno.

En edificación cimentada de forma directa no se harán obras nuevas sobre la cimentación que pueda poner en peligro su seguridad, tales como:

- a) Perforaciones que reduzcan su capacidad resistente.
- b) Pilares u otro tipo de cargaderos que transmitan cargas importantes.
- c) Excavaciones importantes en sus proximidades u otras obras que pongan en peligro su estabilidad.

Las cargas a las que se sometan las cimentaciones, en especial las dispuestas sobre los sótanos, no serán superiores a las especificadas en el proyecto. Para ello los sótanos no deben dedicarse a otro uso que para los que

fueran proyectados. No se almacenarán materiales que puedan ser dañinos para los hormigones.

Cualquier modificación que piense realizarse en lo que respecta a las prescripciones de los apartados anteriores, debe contar con la aprobación de un técnico competente mediante el correspondiente proyecto de modificación u adaptación.

2.2 COMPROBACIONES A REALIZAR SOBRE EL TERRENO DE CIMENTACIÓN

Antes de proceder a la realización de la estructura de la cimentación el técnico competente comprobará visualmente, o mediante las pruebas que juzgue oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponda con las previsiones del proyecto. El resultado de tal inspección quedará reflejado en uno o varios planos que, en planta o alzado, definan la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones y el tipo y consistencia del terreno expuesto. Estos planos quedarán incorporados a la documentación de la obra acabada.

En particular se debe comprobar que:

- a) La estratigrafía coincide con la estimada en el Estudio Geotécnico.
- b) El nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas en dicho estudio.
- c) La resistencia y humedad del terreno encontrado al nivel de cimentación coincide con las supuestas en el estudio geotécnico.
- d) No se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc.
- e) No se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres.
- f) El agua y el terreno no son agresivos para los materiales de la zapata o losa.

2.3 COMPROBACIONES A REALIZAR SOBRE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Se comprobará que:

- a) Los materiales disponibles se ajustan a lo establecido en el proyecto de la cimentación y son idóneos para la construcción.
- b) Las dosificaciones son las indicadas en el proyecto.

2.4 COMPROBACIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN

Se dedicará especial atención a comprobar que:

- a) El replanteo es correcto.
- b) Se han observado las dimensiones y orientaciones proyectadas.
- c) Se están empleando los materiales objeto de los controles ya mencionados.
- d) La compactación y/o colocación de los materiales asegura las resistencias del proyecto.
- e) Los encofrados están correctamente colocados, y son de los materiales previstos en proyecto.
- f) Las armaduras son del tipo, número y longitud fijados en proyecto.
- g) Las armaduras de espera de pilares se encuentran correctamente situadas y tienen la longitud prevista en proyecto.

- h) Los recubrimientos son los exigidos en proyecto.
- i) Los dispositivos de anclaje de las armaduras son los previstos en el proyecto.
- j) El espesor del hormigón de limpieza es adecuado.
- k) La colocación y vibración del hormigón aseguran las resistencias de proyecto.
- l) Se está cuidando que la ejecución de nuevas zapatas no altere el estado de las contiguas, ya sean también nuevas o existentes.
- m) Las vigas de atado y centradoras así como sus armaduras están correctamente situadas.
- n) Los agotamientos entran dentro de lo previsto y se ajustan a las especificaciones del estudio geotécnico para evitar sifonamientos o daños a estructuras vecinas.
- o) Las juntas corresponden con las previstas en proyecto.
- p) Las impermeabilizaciones previstas en proyecto se están ejecutando correctamente.

2.5 COMPROBACIONES FINALES

Antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:

- a) Las zapatas se comportan en la forma prevista en proyecto una vez en funcionamiento la estructura.
- b) No se están superando las cargas admisibles.
- c) Los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el Director de Obra.
- d) No se han plantado árboles, cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto del edificio.

Si bien es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, en edificios de tipo C-3 y C-4, en casos especiales, si así lo exige el proyecto o el Director de Obra, será obligado el establecimiento de un sistema de nivelación, para controlar el asiento de las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

- a) El punto de referencia debe estar situado lo suficientemente alejado de la edificación, y de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil, durante todo el periodo de observación.
- b) El número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros o paredes de carga, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso el número mínimo de referencias de nivelación será de 4.
- c) La precisión de la nivelación será del orden de 0,1 mm.
- d) La cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas de la edificación.
- e) El resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.