



**EMPRESA MUNICIPAL DEL SUELO Y VIVIENDA
DE BOADILLA DEL MONTE
AVDA. ISABEL DE FARNESIO Nº2 BIS LOCAL 21
28660 BOADILLA DEL MONTE (Madrid)**

**AMPLIACIÓN Y REFORMA DE EDIFICIO DE VIVIENDAS
C/ ENRIQUE CALABIA c/v C/ GARCÍA NOBLEJAS
BOADILLA DEL MONTE (MADRID)**

EXPEDIENTE Nº 6249/15

ESTUDIO GEOTÉCNICO.

ANEJO





ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN. _____	3
2.- UNIDADES GEOTÉCNICAS. _____	4
3.- PROBLEMÁTICAS GEOTÉCNICAS. _____	5
3.1.- SISMICIDAD	5
3.2.- AGRESIVIDAD	6
3.3.- EXPANSIVIDAD	8
4.- EXCAVACIONES _____	9
4.2.- EMPUJES	9
5.- CONSIDERACIONES SOBRE LA CIMENTACIÓN: _____	14
5.1. Antecedentes.	14
5.2. Cálculo de la tensión admisible. Método de los Holandeses	20
5.3. Cálculo de asentos.	25
5.5. Módulo de Balasto	31
5.5.- Coeficientes de permeabilidad	32
6.- CONCLUSIONES _____	34





1.- INTRODUCCIÓN.

Se solicita por **EMPRESA MUNICIPAL DEL SUELO Y VIVIENDA** al laboratorio CONES.SA, la realización del estudio geotécnico para la obra "**AMPLIACIÓN Y REFORMA DE EDIFICIO DE 10 VIVIENDAS, C/ ENRIQUE CALABIA c/v C/ GARCÍA NOBLEJAS, BOADILLA DEL MONTE (MADRID)**".

Para la programación del reconocimiento del terreno se deben tener en cuenta las características del terreno, los datos relevantes de la parcela y del edificio.

En el presente anejo se calcula la tensión admisible y los asentos para las distintas profundidades investigadas mediante los ensayos de penetración dinámica DPSH realizados.

El edificio se encuentra situado en el casco antiguo de Boadilla del Monte, en la intersección de la Calle García Noblejas y Enrique Calabia, esta última, orientada al este, se abre a una amplia plaza que limita en su lindero norte con una zona verde y a continuación los jardines del Palacio del Infante D. Luis. El resto de las fachadas son medianerías con edificaciones colindantes.

La zona de estudio presenta una construcción previa, por lo que fue necesario para la realización del estudio emplear una máquina de sondeos de ruedas y de pequeñas dimensiones.

Los ensayos se realizaron en el interior del edificio. Las cotas de los ensayos se referencian al suelo de la habitación donde se realizaron.

ENSAYO	S-1	P-1	P-2
COTA ENSAYO	0.00 m	0.00 m	0.00 m





2.- UNIDADES GEOTÉCNICAS

En este apartado se describen cada una de las unidades geotécnicas, comenzando por la más superficial hasta la más profunda.

Dado que los ensayos de campo consistieron en ensayos de penetración dinámica, DPSH, no se puede caracterizar el material que aparece en la zona de estudio. Si bien en base a la experiencia de la zona se puede distinguir las siguientes unidades, definidas en función del número de golpes de los ensayos de penetración dinámica

1.- RELLENOS

(R). Se define esta unidad en base a su resistencia, presenta baja compacidad, floja, muy floja (menos de 10 golpes), no siendo una unidad apta para cimentación. Presenta un espesor medio de 2.40 m. Se tratan de arenas arcillosas de colores marrones y pardos. Presenta restos antrópicos.

No se trata de una unidad agresiva al hormigón.

A continuación se muestra una tabla con los valores medios obtenidos de los ensayos realizados en esta unidad.

Ensayo	Valor medio obtenido
Humedad (%)	5.84
Densidad seca (gr/cm ³)	1.87
Densidad aparente (gr/cm ³)	1.98
Granulometría. % en finos	73.34
Límite Líquido	NP
Índice de plasticidad.	NP
Sulfatos (mg/kg)	224.63

TERCIARIO

Infrayacente a la unidad anterior aparece una unidad que pertenece a la facies detrítica de la cuenca terciaria de Madrid, arcillas arenosas o arenas arcillosas marrones o limosas, de plasticidad baja-media.



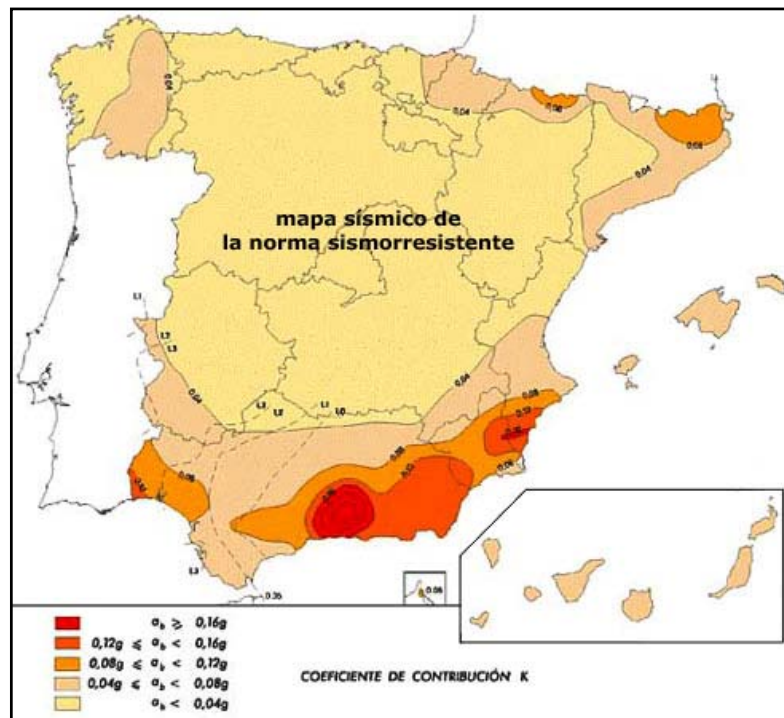
En los primeros metros esta unidad aparece removida, por lo que presenta una escasa capacidad portante hasta los 7.00-8.00 m profundidad, por lo que se recomendará una solución por cimentación mediante losa.

3.- PROBLEMÁTICAS GEOTÉCNICAS

3.1 SISMICIDAD.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica que suministra para cada punto del territorio y expresada en relación al valor de la gravedad de la aceleración sísmica básica ab un valor característico de aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de quinientos años; el mapa suministra también el valor de coeficiente K o de contribución, 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.

Según los criterios de la norma sismorresistente (NC SE-02), la zona objeto del estudio presenta un valor de aceleración sísmica básica < 0.04 por lo que no es obligatorio la aplicación de la norma al carecer de peligrosidad sísmica.





3.2. AGRESIVIDAD

En este apartado se cuantifica la agresividad del terreno y las aguas que contenga para su clasificación. La acidez Baumann-Gully y el contenido en sulfatos detectados en muestras de suelos y rocas, así como determinados componentes químicos presentes en el agua freática permiten clasificar la agresividad química del terreno frente al hormigón tal y como se indica en la siguiente tabla del CTE se clasifica la agresividad química según la EHE.

Tabla D.2.2. Clasificación de la agresividad química de suelos, rocas y aguas (EHE)

Tipo de medio agresivo	Parámetros	Qa Ataque débil	Qb Ataque medio	Qc Ataque fuerte
AGUA	PH	6.5-5.5	5.5-4.5	< 4.5
	CO2 agresivo (mg CO ₂ /l)	15-40	40-100	> 100
	Ión amonio (mg NH ₄ /l)	15-30	30-60	> 60
	Ión magnesio (mgMg ²⁺ /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
	Ión sulfato (mgSO ₄ ²⁻ /l)	200-600	600-3000	> 3000
	Residuo seco a 110 °C (mg/l)	75-150	50-75	< 50
SUELO	Grado de acidez Baumann-Gully	> 20	No se dan en la práctica	No se dan en la práctica
	Ión sulfato (mgSO ₄ ²⁻ /kg de suelo seco)	2000-3000	3000-12000	>12000

La EHE establece el empleo de cementos que posean resistencia adicional a los sulfatos, según la norma 80303:96 para una exposición de tipo Q, es decir, siempre que el contenido en sulfatos del terreno sea igual o mayor a 3000 mg/kg y de 600 mg/kg en el agua freática.



Agresividad en suelos

Se han realizado ensayos para la determinación de la agresividad del suelo, dando como resultado que no se trata de un suelo agresivo al hormigón.

CONTENIDO EN SULFATOS (mg/kg)	
S-1 2.00-2.45 m	224.63

Agresividad en aguas

Se detectaron niveles de agua, por lo que se realizó el ensayo de agresividad de las aguas, dando como resultado que las aguas freáticas no presentan un grado de agresividad Qa al hormigón.

Muestra: S-1 a 4.00 m. Muestra tomada el día 30-3-2015.

PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN			
	Resultado	Qa ATAQUE DÉBIL	Qb ATAQUE MEDIO	Qc ATAQUE FUERTE
VALOR DEL pH, según UNE 83.952	7.0	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5
CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ /l), según UNE-EN 13.577	NC	15-40	40-100	>100
IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ /l), según UNE 83.954	3.52	15-30	30-60	> 60
IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ /l) según UNE 83.955	19.63	300-1000	1000-3000	> 3000
IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /l) según UNE 83.956	192.23	200-600	600-3000	> 3000
RESIDUO SECO (mg/l), según UNE 83.957	185.63	75-150	50-75	< 50



3.3.- EXPANSIVIDAD

La expansividad es un fenómeno que se produce por la configuración estructural de algunos tipos de arcillas, de modo que no se producirán en terrenos predominantemente granulares tales como suelos arenosos, limosos, etc.

Se puede caracterizar el grado de expansividad de un suelo mediante tres criterios:

1.- Criterios empíricos, indirectos o cualitativos: utilizan correlaciones habituales entre parámetros granulométricos, límites de Atterberg, parámetros climáticos, etc. La expansividad se clasifica en “baja”, “media”, “alta” y “muy alta”.

2.- Criterios semidirectos o semicuantitativos: se basan en la aportación de un dato o índice obtenido en laboratorio.

3.- Criterios semidirectos o semicuantitativos: de estos datos se obtienen parámetros como la presión de hinchamiento. El ensayo de “presión de hinchamiento” es el más conocido de inundación bajo carga superficial de suelo, sería la “capa activa”, la humedad del suelo y, en consecuencia, su hinchamiento varía cuanto más cerca está de superficie topográfica. Esta zona activa depende de la climatología local y del grado de facilidad de un suelo para mojarse o secarse. Los apoyos bajo la capa activa no sufrirán movimiento.

Como valores de comparación se recogen los siguientes parámetros (R. Ortiz, 1975):

Expansividad	Límites de retracción	IP	WL	% = 200	% <0,001mm	Actividad IP/ = 2 (Skempton mod.)
Baja	> 15	<18	<30	<30	<15	<0,5
Media	15-28	15-28	30-40	30-60	13-23	0,5-0,7
Alta	25-40	25-40	40-60	60-95	20-30	0,7-1
Muy alta	> 35	>35	>60	>95	>30	> 1,0

Expansividad	Potencial hinchamiento (%)	Índice Lambe (kg/cm ²)	Presión de hinchamiento (kg/cm ²), probable	% Hinchamiento probable
Baja	0-1,5	<0,8	<0,3	<1,0
Media	1,5-5	0,8-1,5	0,3-1,2	1-5
Alta	5-25	1,5-2,3	1,2-3	3-10
Muy alta	>25	>2,3	>3,0	>10

En las unidades estudiadas en la parcela no son de esperar problemas de expansividad, ya que en general se trata de un material con finos pero con una plasticidad moderada, y por lo tanto no es previsible que se manifiesten problemas relacionados con la expansividad



4.- EXCAVACIONES.

4.1. MUROS PERIMETRALES

En el caso de que los hubiera, los elementos de contención se concebirán en la hipótesis de que el suelo afectado por éstos se halla aproximadamente en el mismo estado en que fue encontrado durante los trabajos de reconocimiento geotécnico. Si el suelo presenta irregularidades no detectadas por dichos reconocimientos o si se altera su estado durante las obras, su comportamiento geotécnico podrá verse alterado.

Debido a las características del terreno, para la ejecución de los trabajos de excavación o vaciados previstos se podrá llevar a cabo un vaciado tipo convencional con taludes tendidos (del orden de 1H/4V o algo superiores) en zonas ocupadas por las unidades terciarias. O bien, mediante taludes más verticalizados si se ejecuta el vaciado mediante bataches alternos y dejando unas bermas en el perímetro de excavación; siempre con medidas de entibación adecuadas, sobre todo en zonas en las que se detecten problemas de inestabilidad debido al carácter suelto del terreno, o bien por la posible aparición de flujos de agua.

4.2. COEFICIENTES DE EMPUJE

Las excavaciones correspondientes a los movimientos de tierras, se podrán realizar con medio mecánicos convencionales, dada la naturaleza granular, y la compacidad del terreno.

Para el cálculo de muros y contenciones se adjuntan los parámetros a considerar, con sus respectivos coeficientes de empuje, calculados según las especificaciones del CTE.

Se define el empuje de tierras como la acción que ejerce el terreno situado en el trasdós de un muro, sobre este y su cimentación.

Existen tres tipos de empujes:

Coeficiente de empuje activo:

Empuje sobre una estructura de contención cuando ésta experimenta un desplazamiento suficientemente amplio en la dirección del movimiento del terreno. Es decir, relaciona la presión vertical del terreno con la presión sobre una superficie dada.

$$K_A = \left[\frac{\csc \beta \cdot \sin(\beta - \varphi')}{\sqrt{\sin(\beta + \delta)} + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \cdot \sin(\varphi' - i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$
$$\sigma'_a = K_A \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_A}$$
$$\sigma'_{ah} = \sigma'_a \cdot \sin(\beta + \delta)$$



Donde:

K_A $\equiv$ Coeficiente de empuje activo.

β $\equiv$ Ángulo en radianes que forma el plano del trasdós con la horizontal (medido en sentido contrario a las agujas del reloj).

ϕ' $\equiv$ Ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno del trasdós (radianes).

δ $\equiv$ Ángulo de rozamiento entre el terreno del trasdós y el muro (radianes).

i $\equiv$ Ángulo en radianes que forma el plano de la superficie del terreno del trasdós con la horizontal (medido en sentido contrario a las agujas del reloj). Notar que por estabilidad este ángulo no puede ser superior al ángulo de rozamiento interno ϕ' .

c' $\equiv$ Cohesión efectiva del terreno (kN/m²). Notar que este parámetro es muy variable con las condiciones de humedad y salvo estudio geotécnico que lo avale para terreno de trasdós, este valor debe ser cero, ya que afecta mucho a la seguridad del muro por reducir en gran medida el empuje.

σ_v' $\equiv$ Presión efectiva vertical (kN/m²). En el caso de un terreno del trasdós homogéneo y sin nivel freático, es igual al producto del peso específico aparente del terreno por la profundidad.

σ_a' $\equiv$ Presión principal efectiva sobre el plano del trasdós (kN/m²). El ángulo que forma dicha presión con la perpendicular al trasdós del muro es igual a δ , (ángulo de rozamiento muro-terreno).

σ_{ah}' $\equiv$ Presión efectiva horizontal sobre el plano del trasdós (kN/m²).

Coeficiente de empuje en reposo:

Empuje que corresponde a la situación ideal de desplazamiento nulo de una estructura de contención. Es decir, relaciona la presión vertical del terreno con la presión horizontal sobre una superficie dada.

$$K_{Oh} = (1 - \sin \phi') \cdot (1 - \sin i) \cdot \sqrt{R_{oc}}$$
$$\sigma_{oh}' = K_{Oh} \cdot \sigma_v'$$

Donde:

K_{Oh} $\equiv$ Coeficiente de empuje en reposo horizontal.

ϕ' $\equiv$ Ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno del trasdós (radianes).

R_{oc} $\equiv$ Razón de sobreconsolidación, que es igual a la relación entre la presión efectiva máxima que ha soportado el suelo a lo largo de su historia geológica y la presión efectiva actual. No es válido el modelo para valores muy altos, superiores a 25-30.

i $\equiv$ Ángulo en radianes que forma el plano de la superficie del terreno del trasdós con la horizontal (medido en sentido contrario a las agujas del reloj). Notar que por estabilidad este ángulo no puede ser superior al ángulo de rozamiento interno ϕ' .

σ_v' $\equiv$ Presión efectiva vertical (kN/m²). En el caso de un terreno del trasdós homogéneo y sin nivel freático, es igual al producto del peso específico aparente del terreno por la profundidad.

σ_{oh}' $\equiv$ Presión efectiva horizontal sobre el plano del trasdós (kN/m²). El ángulo que forma la presión de empuje en reposo con la horizontal es igual a i , (ángulo de inclinación del terreno del trasdós).





Coeficiente de empuje pasivo:

Empuje sobre una estructura de contención cuando ésta experimenta un desplazamiento suficientemente amplio en dirección contraria al movimiento del terreno. Es decir, relaciona la presión vertical del terreno con la presión principal sobre una superficie dada.

$$K_p = \left[\frac{\csc \beta \cdot \sin(\beta + \phi')}{\sqrt{\sin(\beta - \delta)} - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi') \cdot \sin(\phi' + i)}{\sin(\beta - i)}}} \right]^2$$
$$\sigma'_p = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$
$$\sigma'_{ph} = \sigma'_p \cdot \sin(\beta - \delta)$$

Donde:

K_p $\equiv$ Coeficiente de empuje pasivo.

β $\equiv$ Ángulo en radianes que forma el plano del trasdós con la horizontal (medido en sentido contrario a las agujas del reloj).

ϕ' $\equiv$ Ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno del trasdós (radianes).

δ $\equiv$ Ángulo de rozamiento entre el terreno del trasdós y el muro (radianes).

i $\equiv$ Ángulo en radianes que forma el plano de la superficie del terreno del trasdós con la horizontal (medido en sentido contrario a las agujas del reloj). Notar que por estabilidad este ángulo no puede ser superior al ángulo de rozamiento interno ϕ' .

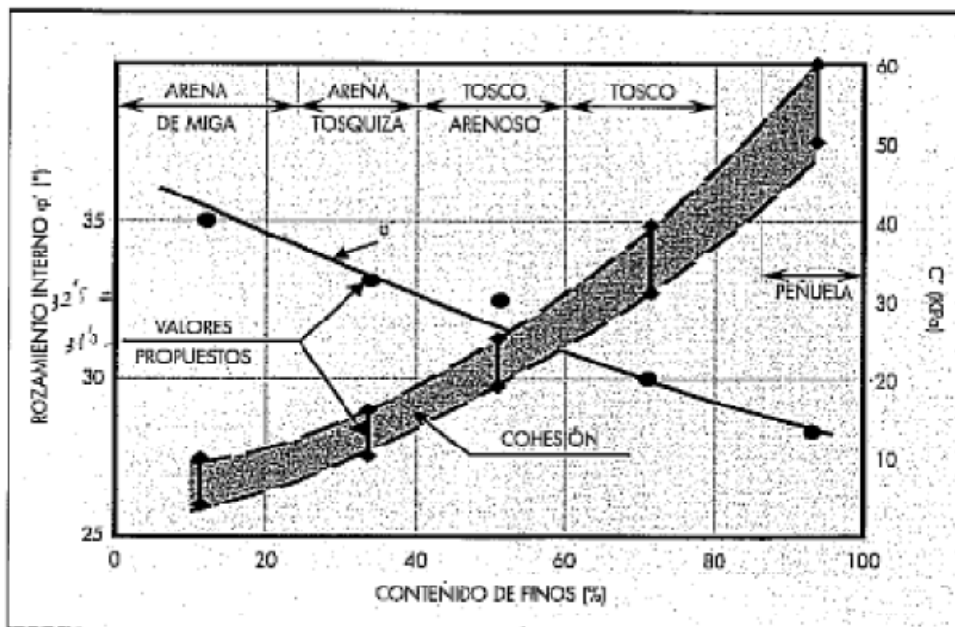
c' $\equiv$ Cohesión efectiva del terreno (kN/m²). Notar que este parámetro es muy variable con las condiciones de humedad y salvo estudio geotécnico que lo avale para terreno de trasdós, este valor debe ser cero, ya que afecta mucho a la seguridad del muro por aumentar en gran medida el empuje pasivo.

σ'_v $\equiv$ Presión efectiva vertical (kN/m²). En el caso de un terreno del trasdós homogéneo y sin nivel freático, es igual al producto del peso específico aparente del terreno por la profundidad.

σ'_p $\equiv$ Presión principal efectiva sobre el plano del trasdós (kN/m²). El ángulo que forma dicha presión con la perpendicular al trasdós del muro es igual a δ , (ángulo de rozamiento muro-terreno).

σ'_{ph} $\equiv$ Presión efectiva horizontal sobre el plano del trasdós (kN/m²).

En los terrenos de Madrid, se suelen utilizar los parámetros propuestos por Oteo, Rodríguez, Ortiz y Melis. En el siguiente cuadro se presentan los parámetros habituales.



Con estos parámetros y teniendo en cuenta los demás ensayos, resulta razonable establecer los valores que se detallan a continuación para cada unidad.

CUATERNARIO. (Q) RELLENOS

PARÁMETROS AL ESFUERZO CORTANTE	
Cohesión c' (kg/cm ²)	0.00
Ángulo de rozamiento interno ϕ' (°)	35

TERCIARIO (T).

PARÁMETROS AL ESFUERZO CORTANTE	
Cohesión c' (kg/cm ²)	0.19
Ángulo de rozamiento interno ϕ' (°)	29



Así, los coeficientes de empuje para cada unidad sería:

COEFICIENTES DE EMPUJE	UNIDADES	
	(Q) ARENAS	(T) FACIES DE MADRID
Coeficiente de empuje en reposo K_0	0.42	0.51
Coeficiente de empuje activo K_a	0.27	0.34
Coeficiente de empuje activo K_p	3.69	2.88





5.- CONSIDERACIONES SOBRE LA CIMENTACIÓN

5.1.- Antecedentes

En este apartado se desarrollan los cálculos tras la aplicación de la "Fórmula de los Holandeses" para determinar la tensión admisible y los asentos del terreno objeto de estudio a distintas cotas.

A continuación se muestra la Tabla 1 con los N medidos en los distintos puntos de investigación.





TABLA 1. N medidos

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	DENSIDAD DEL TERRENO (gr/cm ³)	N medido
S-1	2,00	1,94	20
P-1	4,20	1,94	7
P-1	4,40	1,94	10
P-1	4,60	1,94	6
P-1	4,80	1,94	4
P-1	5,00	1,94	3
P-1	5,20	1,94	3
P-1	5,40	1,94	6
P-1	5,60	1,94	6
P-1	5,80	1,94	7
P-1	6,00	1,94	3
P-1	6,20	1,94	4
P-1	6,40	1,94	2
P-1	6,60	1,94	1
P-1	6,80	1,94	7
P-1	7,00	1,94	18
P-1	7,20	1,94	10
P-1	7,40	1,94	17
P-1	7,60	1,94	15
P-1	8,00	1,94	16
P-1	8,20	1,94	19
P-1	8,40	1,94	27
P-1	8,60	1,94	28
P-1	8,00	1,94	34
P-1	8,00	1,94	33
P-1	9,00	1,94	30
P-1	9,20	1,94	29
P-1	9,40	1,94	40
P-1	9,60	1,94	31
P-1	9,80	1,94	28
P-1	10,00	1,94	36
P-1	10,20	1,94	42
P-1	10,40	1,94	47
P-1	10,60	1,94	50
P-1	10,80	1,94	50





TABLA 1. N medidos

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	DENSIDAD DEL TERRENO (gr/cm ³)	N medido
P-2	0,20	1,94	1
P-2	0,40	1,94	3
P-2	0,60	1,94	2
P-2	0,80	1,94	2
P-2	1,00	1,94	3
P-2	1,20	1,94	3
P-2	1,40	1,94	4
P-2	1,60	1,94	6
P-2	1,80	1,94	3
P-2	2,00	1,94	21
P-2	2,20	1,94	38
P-2	2,40	1,94	12
P-2	2,60	1,94	10
P-2	2,80	1,94	6
P-2	3,00	1,94	4
P-2	3,20	1,94	6
P-2	3,40	1,94	6
P-2	3,60	1,94	8
P-2	3,80	1,94	7
P-2	4,00	1,94	5
P-2	4,20	1,94	3
P-2	4,40	1,94	2
P-2	4,60	1,94	8
P-2	4,80	1,94	6
P-2	5,00	1,94	5
P-2	5,20	1,94	10
P-2	5,40	1,94	12
P-2	5,60	1,94	10
P-2	5,80	1,94	9
P-2	6,00	1,94	7
P-2	6,20	1,94	4
P-2	6,40	1,94	6
P-2	6,60	1,94	4





TABLA 1. N medidos

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	DENSIDAD DEL TERRENO (gr/cm ³)	N medido
P-2	6,80	1,94	2
P-2	7,00	1,94	3
P-2	7,20	1,94	11
P-2	7,40	1,94	9
P-2	7,60	1,94	13
P-2	7,80	1,94	16
P-2	8,00	1,94	21
P-2	8,20	1,94	24
P-2	8,40	1,94	29
P-2	8,60	1,94	36
P-2	8,80	1,94	32
P-2	9,00	1,94	29
P-2	9,20	1,94	33
P-2	9,40	1,94	41
P-2	9,60	1,94	36
P-2	9,80	1,94	43
P-2	10,00	1,94	50
P-2	10,20	1,94	50
P-2	10,40	1,94	50





TABLA 1. N medidos

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	DENSIDAD DEL TERRENO (gr/cm ³)	N medido
P-3	0,20	1,94	1
P-3	0,40	1,94	1
P-3	0,60	1,94	2
P-3	0,80	1,94	3
P-3	1,00	1,94	2
P-3	1,20	1,94	2
P-3	1,40	1,94	4
P-3	1,60	1,94	19
P-3	1,80	1,94	4
P-3	2,00	1,94	4
P-3	2,20	1,94	5
P-3	2,40	1,94	7
P-3	2,60	1,94	5
P-3	2,80	1,94	5
P-3	3,00	1,94	7
P-3	3,20	1,94	5
P-3	3,40	1,94	8
P-3	3,60	1,94	8
P-3	3,80	1,94	5
P-3	4,00	1,94	4
P-3	4,20	1,94	10
P-3	4,40	1,94	10
P-3	4,60	1,94	4
P-3	4,80	1,94	3
P-3	5,00	1,94	3
P-3	5,20	1,94	4
P-3	5,40	1,94	6
P-3	5,60	1,94	6
P-3	5,80	1,94	6
P-3	6,00	1,94	7
P-3	6,20	1,94	6
P-3	6,40	1,94	4
P-3	6,60	1,94	6





TABLA 1. N medidos

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	DENSIDAD DEL TERRENO (gr/cm ³)	N medido
P-3	6,80	1,94	3
P-3	7,00	1,94	9
P-3	7,20	1,94	12
P-3	7,40	1,94	16
P-3	7,60	1,94	18
P-3	7,80	1,94	19
P-3	8,00	1,94	22
P-3	8,20	1,94	26
P-3	8,40	1,94	29
P-3	8,60	1,94	33
P-3	8,80	1,94	31
P-3	9,00	1,94	29
P-3	9,20	1,94	33
P-3	9,40	1,94	39
P-3	9,60	1,94	43
P-3	9,80	1,94	38
P-3	10,00	1,94	46
P-3	10,20	1,94	50
P-3	10,40	1,94	50



5.2.-CÁLCULO DE LA TENSIÓN ADMISIBLE. MÉTODO DE LOS “HOLANDESES”.

Con este método a partir de los ensayos de penetración dinámica se obtiene la capacidad portante del terreno con un coeficiente de seguridad igual a la unidad (R_d)

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

Siendo:

M	Peso de la maza (kg)	63,5
H	Altura de la caída en cm	76
	Peso de la totalidad de las barras en kg	
P		6,1
E	Relación cm/golpes	20/n
A	Sección de la punta en cm ²	20

A partir de este valor de la resistencia dinámica R_d , se estima la resistencia estática unitaria (R_p) en función de coeficientes de transformación (k) que dependen de la naturaleza del terreno.

Según L'HERMENIER Y TCHENG, más tarde por SANGLECAT (1965)

$$R_p = k * R_d$$

k	Tipo de terreno
0,3	Suelos de compacidad muy floja o consistencia blanda
0,5	Arcillas
0,75	Arenas
1	Gravas con fuerte rozamiento

La carga admisible del terreno se estima a partir del valor de resistencia estática unitaria. Teniendo en cuenta la presencia de agua y el factor de profundidad.

$$R_p = R_d / 10$$

Así:





TABLA 2. Carga Admisible

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	CARGA ADMISIBLE (kg/cm ²). Para zapatas de 2X2m
S-1	2,00	2,75
P-1	4,20	0,96
P-1	4,40	1,38
P-1	4,60	0,83
P-1	4,80	0,55
P-1	5,00	0,41
P-1	5,20	0,41
P-1	5,40	0,83
P-1	5,60	0,83
P-1	5,80	0,96
P-1	6,00	0,41
P-1	6,20	0,55
P-1	6,40	0,28
P-1	6,60	0,14
P-1	6,80	0,96
P-1	7,00	2,48
P-1	7,20	1,38
P-1	7,40	2,34
P-1	7,60	2,06
P-1	8,00	2,20
P-1	8,20	2,61
P-1	8,40	3,72
P-1	8,60	3,85
P-1	8,00	4,68
P-1	8,00	4,54
P-1	9,00	4,13
P-1	9,20	3,99
P-1	9,40	5,50
P-1	9,60	4,27
P-1	9,80	3,85
P-1	10,00	4,95
P-1	10,20	5,78
P-1	10,40	6,47
P-1	10,60	6,88
P-1	10,80	6,88





TABLA 2. Carga Admisible

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	CARGA ADMISIBLE (kg/cm²). Para zapatas de 2X2m
P-2	0,20	0,14
P-2	0,40	0,41
P-2	0,60	0,28
P-2	0,80	0,28
P-2	1,00	0,41
P-2	1,20	0,41
P-2	1,40	0,55
P-2	1,60	0,83
P-2	1,80	0,41
P-2	2,00	2,89
P-2	2,20	5,23
P-2	2,40	1,65
P-2	2,60	1,38
P-2	2,80	0,83
P-2	3,00	0,55
P-2	3,20	0,83
P-2	3,40	0,83
P-2	3,60	1,10
P-2	3,80	0,96
P-2	4,00	0,69
P-2	4,20	0,41
P-2	4,40	0,28
P-2	4,60	1,10
P-2	4,80	0,83
P-2	5,00	0,69
P-2	5,20	1,38
P-2	5,40	1,65
P-2	5,60	1,38
P-2	5,80	1,24
P-2	6,00	0,96
P-2	6,20	0,55
P-2	6,40	0,83
P-2	6,60	0,55





TABLA 2. Carga Admisible

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	CARGA ADMISIBLE (kg/cm ²). Para zapatas de 2X2m
P-2	6,80	0,28
P-2	7,00	0,41
P-2	7,20	1,51
P-2	7,40	1,24
P-2	7,60	1,79
P-2	7,80	2,20
P-2	8,00	2,89
P-2	8,20	3,30
P-2	8,40	3,99
P-2	8,60	4,95
P-2	8,80	4,40
P-2	9,00	3,99
P-2	9,20	4,54
P-2	9,40	5,64
P-2	9,60	4,95
P-2	9,80	5,92
P-2	10,00	6,88
P-2	10,20	6,88
P-2	10,40	6,88



TABLA 2. Carga Admisible

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	CARGA ADMISIBLE (kg/cm ²). Para zapatas de 2X2m
P-3	0,20	0,14
P-3	0,40	0,14
P-3	0,60	0,28
P-3	0,80	0,41
P-3	1,00	0,28
P-3	1,20	0,28
P-3	1,40	0,55
P-3	1,60	2,61
P-3	1,80	0,55
P-3	2,00	0,55
P-3	2,20	0,69
P-3	2,40	0,96
P-3	2,60	0,69
P-3	2,80	0,69
P-3	3,00	0,96
P-3	3,20	0,69
P-3	3,40	1,10
P-3	3,60	1,10
P-3	3,80	0,69
P-3	4,00	0,55
P-3	4,20	1,38
P-3	4,40	1,38
P-3	4,60	0,55
P-3	4,80	0,41
P-3	5,00	0,41
P-3	5,20	0,55
P-3	5,40	0,83
P-3	5,60	0,83
P-3	5,80	0,83
P-3	6,00	0,96
P-3	6,20	0,83
P-3	6,40	0,55
P-3	6,60	0,83





TABLA 2. Carga Admisible

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	CARGA ADMISIBLE (kg/cm ²). Para zapatas de 2X2m
P-3	6,80	0,41
P-3	7,00	1,24
P-3	7,20	1,65
P-3	7,40	2,20
P-3	7,60	2,48
P-3	7,80	2,61
P-3	8,00	3,03
P-3	8,20	3,58
P-3	8,40	3,99
P-3	8,60	4,54
P-3	8,80	4,27
P-3	9,00	3,99
P-3	9,20	4,54
P-3	9,40	5,37
P-3	9,60	5,92
P-3	9,80	5,23
P-3	10,00	6,33
P-3	10,20	6,88
P-3	10,40	6,88

5.3. CÁLCULO DE ASIENTOS

A continuación realizamos una comprobación por asientos para las tensiones obtenidas.

Se puede evaluar el orden de magnitud del asiento máximo absoluto admisible para la cimentación siguiendo el criterio de Buland y Barbridge. Según la siguiente expresión:

$$S_i = f_s f_l q'_b B^{0.7} I_c$$





Siendo:

S_i , el asiento medio al final de la construcción en mm

q'_b , presión efectiva bruta aplicada en la base de la cimentación (KN/m^2)

B , el ancho de la zapata o losa (cm)

I_c , índice de compresibilidad, en función del valor medio de golpeo N_{spt} del ensayo SPT.

f_s , coeficiente dependiente de las dimensiones de la cimentación directa, supuesta ésta rectangular.

f_l , factor de corrección que permite considerar la existencia de una capa rígida por debajo de la zapata a una profundidad dentro de la cual se produce el 75 % del asiento.

Así, se obtiene los siguientes asientos máximos absolutos, para las zapatas estudiadas:

El asiento admisible es el inferior a 30 mm.





TABLA 4. Asientos

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	DENSIDAD DEL TERRENO (gr/cm ³)	CARGA ADMISIBLE (kg/cm ²). Para zapatas de 2X2m	ASIENTO Si (mm). Para zapatas de 2X2m
S-1	2,00	1,94	2,75	17,15
P-1	4,20	1,94	0,96	37,31
P-1	4,40	1,94	1,38	29,24
P-1	4,60	1,94	0,83	43,65
P-1	4,80	1,94	0,55	63,49
P-1	5,00	1,94	0,41	85,92
P-1	5,20	1,94	0,41	88,02
P-1	5,40	1,94	0,83	46,83
P-1	5,60	1,94	0,83	47,63
P-1	5,80	1,94	0,96	42,43
P-1	6,00	1,94	0,41	96,41
P-1	6,20	1,94	0,55	73,31
P-1	6,40	1,94	0,28	157,80
P-1	6,60	1,94	0,14	374,24
P-1	6,80	1,94	0,96	45,63
P-1	7,00	1,94	2,48	22,32
P-1	7,20	1,94	1,38	34,68
P-1	7,40	1,94	2,34	23,57
P-1	7,60	1,94	2,06	25,96
P-1	8,00	1,94	2,20	25,19
P-1	8,20	1,94	2,61	22,49
P-1	8,40	1,94	3,72	17,97
P-1	8,60	1,94	3,85	17,66
P-1	8,00	1,94	4,68	15,48
P-1	8,00	1,94	4,54	15,75
P-1	9,00	1,94	4,13	17,09
P-1	9,20	1,94	3,99	17,54
P-1	9,40	1,94	5,50	14,50
P-1	9,60	1,94	4,27	16,98
P-1	9,80	1,94	3,85	18,21
P-1	10,00	1,94	4,95	15,62
P-1	10,20	1,94	5,78	14,31
P-1	10,40	1,94	6,47	13,45
P-1	10,60	1,94	6,88	13,03
P-1	10,80	1,94	6,88	13,07





TABLA 4. Asientos

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	DENSIDAD DEL TERRENO (gr/cm ³)	CARGA ADMISIBLE (kg/cm ²). Para zapatas de 2X2m	ASIENTO Si (mm). Para zapatas de 2X2m
P-2	0,20	1,94	0,14	61,72
P-2	0,40	1,94	0,41	37,67
P-2	0,60	1,94	0,28	50,47
P-2	0,80	1,94	0,28	54,17
P-2	1,00	1,94	0,41	43,97
P-2	1,20	1,94	0,41	46,06
P-2	1,40	1,94	0,55	39,65
P-2	1,60	1,94	0,83	31,73
P-2	1,80	1,94	0,41	52,36
P-2	2,00	1,94	2,89	16,75
P-2	2,20	1,94	5,23	12,78
P-2	2,40	1,94	1,65	22,84
P-2	2,60	1,94	1,38	25,74
P-2	2,80	1,94	0,83	36,50
P-2	3,00	1,94	0,55	50,87
P-2	3,20	1,94	0,83	38,09
P-2	3,40	1,94	0,83	38,88
P-2	3,60	1,94	1,10	32,18
P-2	3,80	1,94	0,96	36,03
P-2	4,00	1,94	0,69	47,81
P-2	4,20	1,94	0,41	77,53
P-2	4,40	1,94	0,28	120,79
P-2	4,60	1,94	1,10	34,83
P-2	4,80	1,94	0,83	44,45
P-2	5,00	1,94	0,69	52,94
P-2	5,20	1,94	1,38	30,79
P-2	5,40	1,94	1,65	27,36
P-2	5,60	1,94	1,38	31,57
P-2	5,80	1,94	1,24	34,64
P-2	6,00	1,94	0,96	43,07
P-2	6,20	1,94	0,55	73,31
P-2	6,40	1,94	0,83	50,81
P-2	6,60	1,94	0,55	76,11





TABLA 4. Asientos

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	DENSIDAD DEL TERRENO (gr/cm ³)	CARGA ADMISIBLE (kg/cm ²). Para zapatas de 2X2m	ASIENTO Si (mm). Para zapatas de 2X2m
P-2	6,80	1,94	0,28	165,20
P-2	7,00	1,94	0,41	106,90
P-2	7,20	1,94	1,51	32,16
P-2	7,40	1,94	1,24	38,24
P-2	7,60	1,94	1,79	28,85
P-2	7,80	1,94	2,20	24,99
P-2	8,00	1,94	2,89	20,88
P-2	8,20	1,94	3,30	19,25
P-2	8,40	1,94	3,99	17,19
P-2	8,60	1,94	4,95	15,17
P-2	8,80	1,94	4,40	16,34
P-2	9,00	1,94	3,99	17,45
P-2	9,20	1,94	4,54	16,19
P-2	9,40	1,94	5,64	14,30
P-2	9,60	1,94	4,95	15,50
P-2	9,80	1,94	5,92	14,01
P-2	10,00	1,94	6,88	12,91
P-2	10,20	1,94	6,88	12,95
P-2	10,40	1,94	6,88	12,99





TABLA 4. Asientos

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	DENSIDAD DEL TERRENO (gr/cm ³)	CARGA ADMISIBLE (kg/cm ²). Para zapatas de 2X2m	ASIENTO Si (mm). Para zapatas de 2X2m
P-3	0,20	1,94	0,14	61,72
P-3	0,40	1,94	0,14	71,48
P-3	0,60	1,94	0,28	50,47
P-3	0,80	1,94	0,41	41,87
P-3	1,00	1,94	0,28	57,87
P-3	1,20	1,94	0,28	61,58
P-3	1,40	1,94	0,55	39,65
P-3	1,60	1,94	2,61	17,27
P-3	1,80	1,94	0,55	42,46
P-3	2,00	1,94	0,55	43,86
P-3	2,20	1,94	0,69	38,58
P-3	2,40	1,94	0,96	31,54
P-3	2,60	1,94	0,69	40,63
P-3	2,80	1,94	0,69	41,65
P-3	3,00	1,94	0,96	33,46
P-3	3,20	1,94	0,69	43,71
P-3	3,40	1,94	1,10	31,65
P-3	3,60	1,94	1,10	32,18
P-3	3,80	1,94	0,69	46,79
P-3	4,00	1,94	0,55	57,88
P-3	4,20	1,94	1,38	28,85
P-3	4,40	1,94	1,38	29,24
P-3	4,60	1,94	0,55	62,09
P-3	4,80	1,94	0,41	83,82
P-3	5,00	1,94	0,41	85,92
P-3	5,20	1,94	0,55	66,30
P-3	5,40	1,94	0,83	46,83
P-3	5,60	1,94	0,83	47,63
P-3	5,80	1,94	0,83	48,42
P-3	6,00	1,94	0,96	43,07
P-3	6,20	1,94	0,83	50,01
P-3	6,40	1,94	0,55	74,71
P-3	6,60	1,94	0,83	51,60



TABLA 4. Asientos

PUNTO DE RECONOCIMIENTO	PROFUNDIDAD DE APOYO DE LA CIMENTACIÓN DESDE LA BOCA DEL PENETRÓMETRO (m)	DENSIDAD DEL TERRENO (gr/cm ³)	CARGA ADMISIBLE (kg/cm ²). Para zapatas de 2X2m	ASIENTO Si (mm). Para zapatas de 2X2m
P-3	6,80	1,94	0,41	104,80
P-3	7,00	1,94	1,24	37,34
P-3	7,20	1,94	1,65	30,07
P-3	7,40	1,94	2,20	24,59
P-3	7,60	1,94	2,48	22,84
P-3	7,80	1,94	2,61	22,17
P-3	8,00	1,94	3,03	20,24
P-3	8,20	1,94	3,58	18,30
P-3	8,40	1,94	3,99	17,19
P-3	8,60	1,94	4,54	15,97
P-3	8,80	1,94	4,27	16,66
P-3	9,00	1,94	3,99	17,45
P-3	9,20	1,94	4,54	16,19
P-3	9,40	1,94	5,37	14,72
P-3	9,60	1,94	5,92	11,54
P-3	9,80	1,94	5,23	12,12
P-3	10,00	1,94	6,33	11,23
P-3	10,20	1,94	6,88	10,86
P-3	10,40	1,94	6,88	10,86

5.5.- MÓDULO DE BALASTO.

Es la razón entre la tensión aplicada sobre una superficie y el desplazamiento producido.

Se podrán los valores de coeficiente de balasto K_{30} según el CTE para las unidades estudiadas tal y como indica el siguiente cuadro.

UNIDAD	TIPO DE SUELO	K_{30} (Mn/m ³)
RELLENOS	ARENA FLOJA	10-30
ARENAS GRANÍTICAS	ARENA MEDIA	30-90

El coeficiente de balasto se puede calcular a partir del K_{30} mediante las siguientes expresiones:

$$K_{\text{rectangular}} = (2/3 K_{\text{cuadrada}}) (1 + b/(2l))$$



Donde Kcuadrada se determina en función del tipo de suelo y del ensayo de placa de carga de 30x30.

5.6.- COEFICIENTES DE PERMEABILIDAD.

Se podrán tomar los siguientes coeficientes de permeabilidad según recomendaciones del Código Técnico de la Edificación: **$K_z = 10^{-7}$ cm/s**

Según el D.B.HS-Salubridad en caso de ejecutarse dos planta bajo rasante, el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno, frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la siguiente tabla, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

Presencia de agua	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL TERRENO		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s \leq 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
ALTA	5	5	4
MEDIA	3	2	2
BAJA	2	1	1

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros.

Según esta tabla, la presencia de agua se considera:

- A) Baja: cuando la cara inferior del elemento constructivo que constituye el suelo se encuentra por encima del nivel freático.
- B) Media: cuando la cara inferior del elemento constructivo que constituye el suelo se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.
- C) Alta: cuando la cara inferior del elemento constructivo que constituye el suelo se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

En este caso se puede considerar que la presencia de agua sería baja, se estima un coeficiente de impermeabilidad de 1, baja.





El grado de impermeabilidad exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL TERRENO	
	$K_s \geq 10^{-5} \text{ cm/s}$	$K_s \leq 10^{-5} \text{ cm/s}$
Presencia de agua		
ALTA	5	4
MEDIA	4	3
BAJA	2	1

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Por tanto para una cimentación directa que apoye sobre unas arenas, para los parámetros expuestos anteriormente de permeabilidad, se estima un coeficiente de impermeabilidad de 1, baja.

No obstante, dado que los niveles freáticos no han de considerarse estables se recomienda la impermeabilización de muros.





6.- CONCLUSIONES.

El presente estudio se realiza a petición de **EMPRESA MUNICIPAL DEL SUELO Y VIVIENDA DE BOADILLA DEL MONTE**.

Para la programación del reconocimiento del terreno se tuvo en cuenta las características del mismo, los datos relevantes de la zona de estudio y del edificio.

Se realizó un sondeo y sobre él se realizó un ensayo de penetración dinámica DPSH, además se realizaron otros dos. Dieron rechazo a las cotas que se indican a continuación:.

ENSAYO	PROFUNDIDAD (m)
P (S-1)	10.80 m
P-1	10.40 m
P-2	10.40 m

Para evaluar la capacidad agresiva del terreno se han efectuado ensayos de sulfatos solubles en suelo, dando como resultado que no presenta agresividad al hormigón.

Se detectó en el momento de la realización de los sondeos un nivel de agua a 4.00 m, que se analizó y dio como resultado que no se trata de un agua agresiva al hormigón

Las excavaciones, hasta la cota de cimentación, correspondientes a los movimientos de tierras se podrán realizar con medios mecánicos convencionales, dada la naturaleza y la consistencia del terreno que hemos obtenido en los ensayos de campo realizados.

Debido a las características del terreno, para la ejecución de los trabajos de excavación o vaciados previstos se podrá llevar a cabo un vaciado tipo convencional con taludes tendidos, o bien, mediante taludes más verticalizados si se ejecuta el vaciado mediante bataches alternos y dejando unas bermas en el perímetro de excavación. Siempre con medidas de entibación adecuadas, sobre todo en zonas en las que se detecten problemas de inestabilidad debido al carácter suelto del terreno, o bien por la aparición de flujos de agua.

Además se realizaron en laboratorio ensayos de estado, identificación, agresividad y expansividad con el fin de establecer las características geotécnicas del terreno ensayado.

Para evaluar la capacidad agresiva del terreno se han efectuado ensayos de sulfatos solubles en suelo, dando como resultado que no presenta agresividad al hormigón en las unidades más superiores, si bien aumenta el contenido en sulfatos solubles con la profundidad.

Respecto a la expansividad, en las unidades estudiadas en la parcela no son de esperar problemas de expansividad, ya que en general se trata de un material con finos pero con una plasticidad



moderada, y por lo tanto no es previsible que se manifiesten problemas relacionados con la expansividad.

Respecto a la tensión admisible y los asentos, en las tablas del apartado 5 se observa la tensión admisible obtenida para cada tramo de penetrómetro y los asentos admisibles.

Dada la particularidad de la parcela de estudio y de la escasa capacidad portante de las unidades en los primeros metros se recomienda, una vez realizadas las excavaciones, reconocer el terreno por un técnico especialista para corroborar las recomendaciones del presente informe, y comprobar el comportamiento del terreno.

Así, se recomendaría valorar un recalce en la cimentación del edificio mediante micropilotes e inyecciones.

Se indica que se ejecutaría la losa del ascensor a 1.10-1.20 m por lo que ha de ser apoyada en micropilotes.

Para el cálculo de la losa se podrá tomar un coeficiente de balasto de K_{30} **30-90 MN/m³** según el CTE para arena media .

Respecto a la permeabilidad del terreno, se puede tomar un valor, según recomendaciones del Código Técnico de la Edificación de **$K_z = 10^{-7}$ cm/s**

Se estima un grado de impermeabilidad mínimo exigido a muros de 1 (baja) y a suelos de 1 (baja). Si bien, dado que no los niveles freáticos no se han de considerar estables, se recomienda tomar las medidas necesarias para la impermeabilización de muros.

Dado que el terreno presenta escasa capacidad portante en los primeros metros, se puede valorar la realización de una mejora del terreno (previa retirada del relleno actual). Consiste en aportar un material de características adecuadas al proceso de colocación, y compactación que permita obtener, después del mismo, las necesarias propiedades geotécnicas.

A grandes rasgos, la ejecución del denominado relleno estructural consiste en compactar capas (de 30 cm) con medios adecuados, y comprobar su compactación referenciando los datos que se obtienen en obra de densidad y humedad, con los datos obtenidos en laboratorio con el ensayo próctor modificado (densidad máxima y humedad óptima). Una vez realizado el relleno estructural se han de realizar ensayos tales como carga con placa o ensayo de penetración dinámica para comprobar la tensión admisible del mismo y recomendar una cimentación conforme a ésta. Dada las características de la zona objeto de estudio esta solución, en el momento actual no se considera viable, no obstante se aporta por si las características de la zona de estudio varían.

Debe tenerse en cuenta que los ensayos realizados son reconocimientos puntuales del terreno, por lo que en la correlación entre los mismo existe un cierto grado de extrapolación, sólo válido si se confirma al ejecutar las excavaciones para efectuar la cimentación.

Se recomienda que los trabajos de excavación y cimentación sean supervisados por un técnico especialista en Ingeniería Geológica o Geotecnia que conozca las conclusiones y recomendaciones del presente informe





Este documento, complemento al expediente **6249/15** consta de treinta y seis hojas selladas y numeradas.

Los resultados a los que hace referencia este informe sólo afectan a los objetos sometidos al ensayo. El informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.

CONTROL DE ESTRUCTURAS Y SUELOS, S.A.

Pol. Ind. "La Fraila" C/ Zinc, 3

28970 HUMANES DE MADRID – MADRID

Laboratorio acreditado por la Dirección Gral. de Arquitectura y Vivienda de la Comunidad de Madrid con fecha 25 de marzo de 2010 en las áreas:

- **EHA.:** Área de control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero, ensayos básicos y complementarios 1º, 2º, 3º, 4º Y 5º. Nº.: 03329EHE10.
- **GTL.:** Área de ensayos de laboratorio de geotecnia, básicos, complementarios 1º, 2º y 3º. Nº.: 03331GTL10.
- **GTC.:** Área de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" para reconocimientos geotécnicos. Nº.: 03330GTC10.
- **VSG.:** Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales, ensayos básicos y complementarios 1º Y 2º. Nº.: 03332VSG10
- **EAP.:** Área de control de perfiles de acero, para estructuras ensayos básicos y complementarios. Nº.: 03333EAP10
- **EAS.:** Área de control de las soldaduras de perfiles estructurales de acero. Ensayos básicos y complementarios. Nº.: 03334EAS10.
- **AM.:** Área de albañilería
- **AFC.:** Área de control de los materiales de piezas cerámicas. Nº.:03335AFC10.
- **AFH.:** Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. Nº.: 03336AFH10.
- **ACC.:** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas cerámicas. Nº.: 03337ACC10.
- **ACH.:** Área de control de los materiales de cubiertas de piezas de hormigón. Nº.: 03338ACH10.
- **APC.:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas cerámicas. Nº.: 03339APC10.
- **APH.:** Área de control de los materiales de pavimentos de piezas de hormigón. Nº.: 033340APH10.
- **AMC.:** Área de control de morteros de albañilería. Nº.: 03341AMC10.

Humanes de Madrid, a 23 de octubre de 2015

POR EL AREA GTL y GTC

DIRECTOR LABORATORIO

FDO: **AÍDA NISTAL TERRÓN**

Geóloga

Nº DE COLEGIADO: 7154

FDO: **FELIPE GARCÍA FERNÁNDEZ**

Lcdo. Empresariales y Económicas