ANEJO Nº 5

ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 INFORMACIÓN UTILIZADA 1

3 RESULTADOS ESTUDIO GEOTÉCNICO 2

3.1 TENSIONES ADMISIBLES DEL TERRENO 2
3.2 COEFICIENTE DE BALASTO 2
3.3 EXCAVABILIDAD Y ESTABILIDAD 3
3.4 AGRESIVIDAD QUÍMICA 5
3.5 EXPANSIVIDAD DEL MATERIAL 6

4 RESUMEN Y RECOMENDACIONES 7

4.1 RECOMENDACIONES GENERALES 7
4.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS 7

APÉNDICE 1: ESTUDIO GEOTÉCNICO ELABORADO POR LABSON 8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Tensiones admisibles del terreno 2*
Figura 2. *Valores de k para terrenos arenosos 2*
Figura 3. *Valores de k para terrenos arcillosos 3*
Figura 4. *Imágenes de zanjas en zona regable 5*
Figura 5. *Ensayos de agresividad química 6*
Figura 6. *Expansividad del terreno 6*

1 INTRODUCCIÓN

En este punto se presentan los resultados del estudio geológico-geotécnico realizado para el proyecto de MODERNIZACIÓN INTEGRAL E IMPLANTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ZONA REGABLE DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE GUADIANA (BADAJOZ), que servirá para la caracterización geotécnica de los materiales afectados por los movimientos de tierras y obras lineales.

El estudio geotécnico ha sido realizado por LABSON control de calidad y geotecnia, adjuntando copia del mismo en el apéndice 1 del presente anejo.

Se ha realizado un estudio geológico del área de estudio utilizando la cartografía geológica (Hoja 776/10-31 de Montijo de la serie Magna escala 1:50.000 publicada por el IGME) y la bibliografía existente.

La información que se ha pretendido conseguir con el estudio geológico se resume a continuación:

1. Características geológicas de la zona de estudio

2. Caracterización del terreno.

3. Recomendaciones para la cimentación.

2 INFORMACIÓN UTILIZADA

Para la realización del presente estudio, se ha realizado los siguientes trabajos de campo:

- Ensayos de penetración dinámica (2).
- Calicatas (1)

Además, se procedió a la toma y análisis de muestras en laboratorio, que incluyen los siguientes ensayos:

  - Ensayos de clasificación: Límites de Atterberg y análisis granulométrico
  - Ensayos de agresividad
  - Ensayos de acidez de Bauman Gully

3 RESULTADOS ESTUDIO GEOTÉCNICO

3.1 TENSIONES ADMISIBLES DEL TERRENO

A continuación, se exponen las tensiones admisibles del terreno según el estudio geotécnico:

Nivel geotécnico	Tipo de terreno	Cota de cimentación	Tensión admisible
Nivel 1	MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZOS	0,00 a 1,80 m	0,70 kg/cm2.
Nivel 1	MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZOS	A partir de 1.80 m	1,50 kg/cm²

Figura 1. Tensiones admisibles del terreno
Fuente: Estudio Geotécnico LABSON

Para la estación de bombeo, la cual posee dos niveles de cimentación, se ha adoptado el valor de 0,7 kg/cm², estando siempre del lado de la seguridad.

3.2 COEFICIENTE DE BALASTO

A continuación, se exponen los valores de k de la placa rectangular, para terrenos arcillosos y terrenos arenosos según el estudio geotécnico:

Arenas

	Dimensiones de la losa											
	1	2	3	3,5	4	5	6	15	20	25	30	
1	1056,3	826,6	756,25	736,7	722,3	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	Valores de k para losa en tn/m3
2	880,21	826,6	756,25	736,7	722,3	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
3	821,53	734,7	756,25	736,7	722,3	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
3,5	804,76	708,5	720,2381	736,7	722,3	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
4	792,19	688,8	693,2292	706	722,3	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
5	774,58	661,3	655,4167	663,1	650	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
10	739,38	606,1	579,7917	577,1	565,8	550,1	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
15	727,64	587,8	554,5833	548,5	537,7	522,8	513	650,3	643,9	640,1	637,6	
20	721,77	578,6	541,9792	534,1	523,6	509,1	499,6	471,4	643,9	640,1	637,6	
25	718,25	573,1	534,4167	525,5	515,2	500,9	491,5	463,8	459,3	640,1	637,6	
30	715,9	569,4	529,375	519,8	509,6	495,5	486,2	458,8	454,3	451,6	637,6	

* Tabla de doble entrada para terrenos arenosos y terrenos cohesivos teniendo en cuenta lados de la losa en m
* En rojo. Losa cuadrada de lado menor.

Figura 2. Valores de k para terrenos arenosos
Fuente: Estudio Geotécnico LABSON

Arcillas

	Dimensiones de la losa										
	1	2	3	3,5	4	5	6	15	20	25	30
1	750	375	250	214,3	187,5	150	125	50	37,5	30	25
2	625	375	250	214,3	187,5	150	125	50	37,5	30	25
3	583,33	333,3	250	214,3	187,5	150	125	50	37,5	30	25
3,5	571,43	321,4	238,0952	214,3	187,5	150	125	50	37,5	30	25
4	562,5	312,5	229,1667	205,4	187,5	150	125	50	37,5	30	25
5	550	300	216,6667	192,9	168,8	150	125	50	37,5	30	25
10	525	275	191,6667	167,9	146,9	117,5	125	50	37,5	30	25
15	516,67	266,7	183,3333	159,5	139,6	111,7	93,06	50	37,5	30	25
20	512,5	262,5	179,1667	155,4	135,9	108,8	90,63	36,25	37,5	30	25
25	510	260	176,6667	152,9	133,8	107	89,17	35,67	26,75	30	25
30	508,33	258,3	175	151,2	132,3	105,8	88,19	35,28	26,46	21,17	25

Valores de k para losa en tn/m3

* Tabla de doble entrada para terrenos arenosos y terrenos cohesivos teniendo en cuenta lados de la losa en m
* En rojo. Losa cuadrada de lado menor.

Figura 3. Valores de k para terrenos arcillosos
Fuente: Estudio Geotécnico LABSON

Para el cálculo del coeficiente de balasto, teniendo en cuenta que los limos arcillosos con indicios de arenas y gravas de color rojizo contienen un 91,1% de finos, se considerará tal y como sigue:

K balasto losa = 0,10 x k arenas + 0,90 x k arcillas

Para la estación de bombeo, se obtiene el siguiente coeficiente de balasto:

K balasto losa = 0,10 x 513 + 0,90 x 93,06 = 135,05 t/m^3

3.3 EXCAVABILIDAD Y ESTABILIDAD

Al realizar una excavación los grados de dificultad que pueden presentarse son los siguientes:

- FÁCILES: En aquellos materiales que se pueden excavar con los métodos tradicionales existentes: pala retroexcavadora o similar.
- MEDIOS: En aquellos materiales que para su excavación necesitan ripado y en casos puntuales el empleo parcial de martillo picador.
- DIFÍCILES: En aquellos materiales en los que se necesita el empleo continuado de martillo y/o voladuras.

Según el estudio de LABSON el material existente es limos arcillosos rojizos con indicios de gravillas, por lo que la excavabilidad se considera fácil y con buena estabilidad.

Además, se ha podido comprobar la estabilidad y excavabilidad de los alrededores de la estación de bombeo y del depósito elevado, pues se han realizado zanjas de una importante

profundidad para sustituir tuberías y válvulas. Como se puede observar, se podrían ejecutar los taludes verticales, si bien se adoptará un talud H:1 / V:7 para las excavaciones para aumentar la seguridad.

Figura 4. Imágenes de zanjas en zona regable

3.4 AGRESIVIDAD QUÍMICA

A continuación, se exponen los valores obtenidos en el ensayo de agresividad química según el estudio geotécnico:

		Qa Ataque débil	Qb Ataque medio	Qc Ataque fuerte	Valor máximo encontrado	Nivel en que se ha encontrado
Agua	Valor de ph	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5		
	Co2 agresivo	15-40	40-100	>100		
	Ion amonio(mgnh4/I)	15-30	30-60	>60		
	Ion magnesio(mgMg/I)	300-1000	1000-3000	>3000		
	Ion sulfato(mgso4/I)	200-600	600-3000	>3000		
	Residuo seco a 110º(mg/l)	75-150	50-75	<50		
Suelo	Grado de acidez de bauman gully	>200			**12**	**Nivel 1**
	Ion sulfato (mg so4/kg suelo seco)	2000-3000	3000-12000	>12000	**312.50**	**Nivel 1**

Figura 5. Ensayos de agresividad química
Fuente: Estudio Geotécnico LABSON

En función de estos resultados, y según el artículo 37 de la EHE-88, el tipo de hormigón a emplear será:

* Clase general de exposición: Ambiente IIa

* Clase específica de exposición: -

* Tipo de hormigón: IIa

3.5 EXPANSIVIDAD DEL MATERIAL

A continuación, se exponen los valores obtenidos en el ensayo de agresividad química según el estudio geotécnico:

	Parámetro						
	Limite líquido	Índice de plasticidad	% pasa el tamiz 200	Índice CPV del lambe	Presión de hinchamiento en kpa	Hinchamiento libre en edómetro	Calificación
Bajo	<30	0-15	>30	<2	>30	<1	
Medio	30-40	15-35	30-60	2--4	30-120	1--5	
Alto	40-60	20-55	60-90	4--6	120-250	3--10	
Muy alto	>60	>55	>90	>6	>250	>10	
Calificación nivel 1	**58.90**	**18.40**	**91.1**				**Expansividad alta**

Figura 6. Expansividad del terreno
Fuente: Estudio Geotécnico LABSON

Para el estrato de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas rojizas, se considera una expansividad alta de acuerdo a los valores de límite líquido entre 40% y 60%, media según el índice de plasticidad inferior entre 15 y 35, y muy alta de acuerdo a su contenido en finos, superior al 90%. Por todo ello, se considera que la expansividad del material del nivel geotécnico 1 es alta.

4 RESUMEN Y RECOMENDACIONES

4.1 RECOMENDACIONES GENERALES

- No se ha detectado nivel freático en ninguna de las investigaciones realizadas.
- La expansividad de los materiales es alta den la estación de bombeo, por lo que deberán guardar las precauciones para este tipo de terrenos.
- El tipo de hormigón a emplear debería ser de la de la clase específica de exposición IIa.
- Las arquetas de valvulería y filtros a ejecutar en los alrededores de la torre de elevación son muy similares a las ya existentes en dicha zona, no teniendo ninguna precaución específica que guardar.

Atendiendo a la lista de zonas del documento HS DBHS 6, Guadiana estaría dentro de la zona 1 de peligrosidad.

4.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS

Para el diseño apoyo de la losa en el nivel 1 de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas rojizos, se ha de tener en cuenta que el terreno tiene expansividad alta, debiendo guardar por tanto las precauciones para este tipo de terrenos, que pueden resumirse a continuación:

- Lámina impermeabilizante directamente sobre el terreno, para evitar cambios de humedad.
- Capa de bolos sobre el terreno, a fin de evitar que el mismo actúe como un sólido rígido.
- Capa de material anticontaminante tipo geotextil, entre los bolos y la zahorra, para asegurar la durabilidad del mismo.
- Estrato de zahorra compactada, de espesor según criterio de la dirección técnica, según ensayo de compactación Próctor.

APÉNDICE 1: ESTUDIO GEOTÉCNICO ELABORADO POR LABSON

INFORME GEOTÉCNICO

DIRECCIÓN	INFORME GEOTÉCNICO PARA MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES " GUADIANA" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GUADIANA (BADAJOZ)	
PETICIONARIO	**AGRIMENSUR, S.A.**	
FECHA	**ABRIL**	**2022**
REGISTRO	**Rev01**	**036/2022**

Pol. Industrial Las Quemadas – Tecnocórdoba –
Parcela 159 – 160 – Nave 6
Tlfno: 957 34 81 02 – 957 34 80 17 (Fax)
www.labson.es
14014 Córdoba

1. MEMORIA

1.- INTRODUCCIÓN. 2
2. JUSTIFICACIÓN DE LA CAMPAÑA GEOTECNICA y de LOS CALCULOS. 3
2.1 DOCUMENTOS Y NORMAS DE REFERENCIA. 3
3. TRABAJOS DE CAMPO. 4
4- LOCALIZACION Y SINTESIS GEOLÓGICA. 5
4.1. GEOLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO 5
4.2. ANTECEDENTES DE LA PARCELA 7
4.3-ZONACION SISMICA 8
5.- TRABAJOS DE CAMPO 9
5.1. ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA 9
5.1.1. Fundamento teórico 9
5.1.2. Interpretación geotécnica 10
5.2 CALICATA. 11
5.3. NIVEL FREÁTICO 12
6.- CLASIFICACION DE LA AGRESIVIDAD QUIMICA. 13
7. RECOMENDACIONES DE LA CIMENTACIÓN 14
8. PRESIÓN DE ROTURA DEL TERRENO 15
8.1. PRESION DE ROTURA PARA LA CIMENTACIÓN EN NIVEL GEOTECNICO 1. 15
9. ASIENTOS DE LA CIMENTACIÓN. 16
9.1. ASIENTO ELASTICO MEDIANTE MÉTODO STEIMBRENNER. 16
10. ESTUDIO DE LA EXPANSIVIDAD. 19
11. ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE BALASTO. 20
12. PERMEABILIDAD Y CONDUCTIVIDAD DEL TERRENO. 22
13. CONCENTRACIÓN DE GAS RADÓN 24
14. RESUMEN Y RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN. 27
15. INSPECCION EN OBRA. 31

1.- INTRODUCCIÓN.

El presente documento tiene por objeto la realización de ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES " GUADIANA" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GUADIANA (BADAJOZ).

El peticionario del informe es AGRIMENSUR, S.L.

La situación de los ensayos se detalla a continuación.

Figura 1; Situación de ensayos

2. JUSTIFICACIÓN DE LA CAMPAÑA GEOTECNICA Y DE LOS CALCULOS.

La campaña de investigaciones geotécnicas ha sido propuesta conforme a las siguientes premisas.
En esta zona, no hay previstas edificaciones residenciales, sino que se va a realizar una nueva estación de bombeo. Por tanto, para el diseño de la campaña **NO nos basamos en DOCUMENTO BASICO SE-C" seguridad estructural en cimentaciones"** del EUROCODIGO; en el capítulo 3 de este documento, se desarrollan las actividades básicas mínimas de cada una de las fases de este tipo de estudios.

Los cálculos y teorías han sido extraídas de la "Guía de cimentaciones de carretera del ministerio de fomento", Jiménez Salas vol. II y III y Eurocódigo 7, Ec.2

Se programa por tanto una campaña a NIVEL NORMAL, que busca establecer las recomendaciones para las cimentaciones de la estación, por lo que se examinan varios puntos de prospección compuestos por 1 calicata y 2 ensayos penetrométricos tipo DPSH, llegando así 6-7 metros aproximadamente bajo la cota de cimentación.

2.1. DOCUMENTOS Y NORMAS DE REFERENCIA.

- ➔ EUROCODIGO-7 (Proyecto geotécnico, de aplicación da los aspectos geotécnicos del proyecto de obras de edificación y obra civil)
- ➔ UNE-EN ISO 17025-2000 (Sistemas de calidad)
- ➔ NTE: (Normas tecnológicas de la edificación) Acondicionamiento del terreno.
- ➔ EHE 08 (Instrucción del hormigón estructural)
- ➔ CÓDIGO ESTRUCTURAL (Real Decreto 470/2021, 29 de Junio)
- ➔ JIMENEZ SALAS, JA. DE JUSTO ALPAÑES, JL Y OTROS (Geotecnia y cimientos vol I,II,II y IV)
- ➔ RODRIGUEZ ORTIZ, JM (Curso aplicado de cimentaciones)
- ➔ MINISTERIO DE FOMENTO, DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS, Recomendaciones para el proyecto geotécnico y ROM.
- ➔ MOPU (secciones de firme para la instrucción de carreteras, 6.1 I. C)
- ➔ DB SE CIMENTACIONES.

3. TRABAJOS DE CAMPO.

Ensayos realizados en las calicatas realizadas.

NORMA	ENSAYOS	NUMERO DE ENSAY0S
UNE 103801:94;98	E. penetración dinámica continua	2
ASTM D1587:00 ASTM D 2113:99 XP: 94.202	CALICATAS	1/1.60metros
UNE 103101:95	Granulometría por tamizado	1
UNE103103:94 UNE 103104:93	Límites de atterberg	1
UNE 103300:93	Humedad natural	
UNE 103301:94	Densidad seca y aparente	
UNE 103502	CBR	
UNE 103502	PROCTOR	
UNE 103602:96	Hinchamiento lambe	
UNE 103601:96	Hinchamiento libre en edómetro	
NLT 254: 99	% colapso	
EHE ANEJO V	Determinación del contenido en mo.	
EHE ANEJO V	Sulfatos solubles en suelos (agresividad).	1
EHE ANEJO V	Grado de acidez de bauman gully..	1
NLT-114	Sales solubles distintas al yeso	
UNE 103201:96	Sulfatos solubles	
NLT-115/99	Contenido en yesos	
UNE 103200:1993	Contenido de carbonatos de suelos	
UNE EN 1744-1/1999. Apartado 7	Ión Cl soluble en agua	
UNE EN 1744-1/1999. Apartado 13	Sulfuros solubles en ácido	
ISO 10390:2012	PH en suelos	

Figura 2; Ensayos realizados en calicatas

4. LOCALIZACION Y SINTESIS GEOLÓGICA.

4.1. GEOLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Geológicamente, la zona de estudio está enmarcada en la parte central de la Hoja 776/10-31 de Montijo de la serie Magna escala 1:50.000 publicada por el IGME. De ésta se recoge un fragmento en la siguiente figura Nº4.

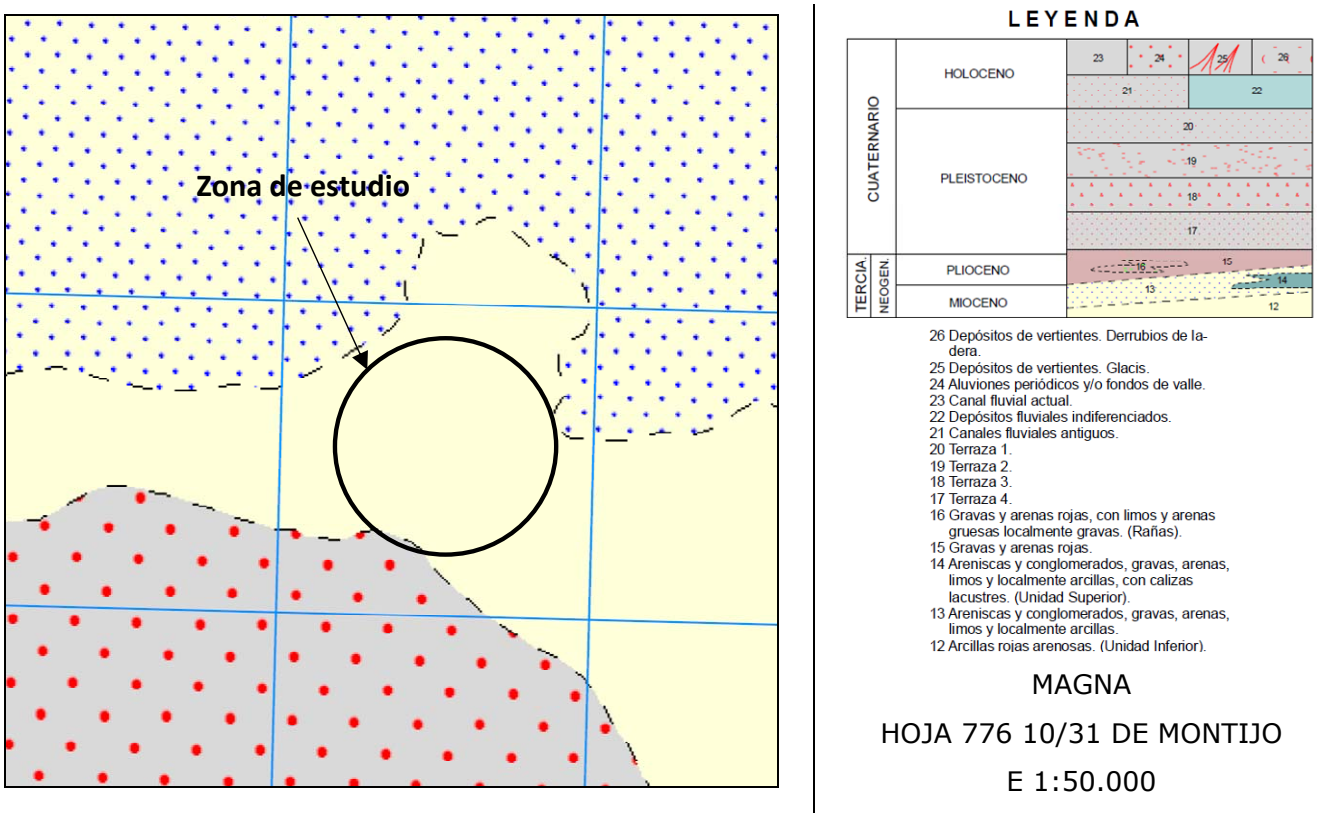


Figura 4; Extracto del IGME.

Los materiales aflorantes se corresponden con arcillas rojas arenosas del Miocena inferior. Esta unidad sitúa discordantemente sobre un sustrato paleozoico, constituido por calizas, esquistos, cuarcitas o rocas ígneas. Puede deducirse a partir de estos cambios de espesor que estos sedimentos rellenan o tapizan un paleorrelieve.

La facies predominante es de arcillas rojas con tonalidades ocres o marrones, y ocasionalmente con colores verdosos. Suelen tener un porcentaje, en ocasiones, superior al 10% de limos y/o arenas gruesas. Estas últimas, constituidas esencialmente por clastos de cuarzo subredondeados o subangulosos. A veces contienen también niveles de grava gruesa.

La parte superior de esta unidad está formada por tres secuencias granodecrecientes, separadas por superficies erosivas canalizadas, puestas de manifiesto por la acumulación de cantos de cuarcitas de varios centímetros de diámetro, y que se interpreta como depositados en ambientes de llanura de inundación con vegetación, como lo indica la presencia de raíces, y sometida a desbordamientos periódicos, que se traducen en forma de aportes detríticos más o menos groseros, inmersos en un sedimento eminentemente lutítico.

4.2. ANTECEDENTES DE LA PARCELA

Tal y como se puede observar en la fotografía de 1956, la parcela objeto de estudio, se disponía en el relieve característico de los materiales miocenos comentados en el apartado anterior, sin que existiera urbanización de la zona. En la parte Noreste de la parcela se puede observar una marcada incisión por escorrentía superficial en estos materiales.

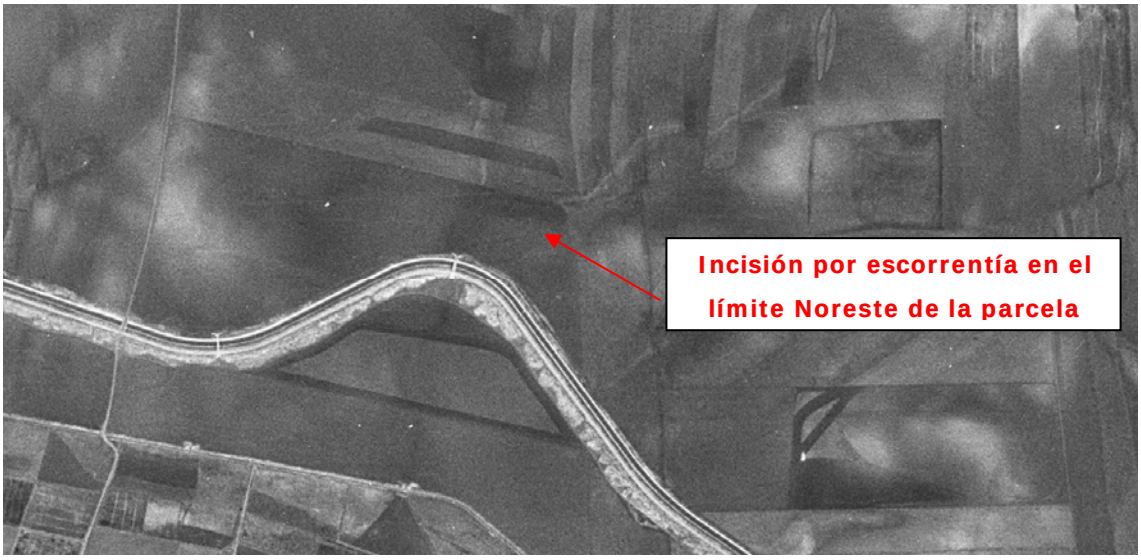


Figura 5; Fotografía aérea de 1956

Figura 6; Fotografía aérea de 1973

En la fotografía del año 1973, puede apreciarse como debido a la construcción de las instalaciones eléctricas y su camino de acceso, dicho curso intermitente de agua fue rellenado y encauzado por una acequia que discurre por la margen izquierda del camino de acceso a las instalaciones.

4.3. ZONACION SISMICA

La Norma NCSE-02 de 11 de Octubre de 2.002 (B.O.E. núm. 244) proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de obras a las que es aplicable la citada Norma.

Esta norma divide el suelo en 4 tipos de suelo:

Tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, Vs>750 m/s.	Tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla 750 m/s>Vs>400 m/s.
Tipo III: Suelo granular de compacidad media; o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas de 400 m/s>Vs>200 m/s.	Tipo IV: Suelo granular suelto o cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas de Vs>200 m/s.

Se toma el más desfavorable de los suelos, ya que este transmite a los muros cargas horizontales dinámicas)

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Figura 7; NCSE

<u>Características sísmicas de la zona (NCSE-02)</u>

A efectos de esta Norma, las construcciones proyectadas se clasificarían como obras de "normal importancia", o cuya destrucción por terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

En su Anejo 1(35950) otorga a la zona de **GUADIANA** una aceleración sísmica básica inferior a 0.04g, careciendo, por tanto, de peligrosidad sísmica, motivo por el cual **no es obligatoria la aplicación de la norma sismorresistente (NCSE-08).**

5. TRABAJOS DE CAMPO

Se han realizado tanto ensayos penetración dinámica (2) como calicatas (1); llegando así, tal y como indica el código técnico 10 metros bajo la cota de cimentación.

5.1. ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA

Las coordenadas exactas a las que se han realizado los dos ensayos penetrométricos tipo DPSH son las siguientes:

	UTM (ETRS89 HUSO 29)		
	X	Y	Z
PENETRO 1	701465.00	4312207.00	200 m
PENETRO 2	701456.00	4312203.00	200 m

Tabla 8; Coordenadas de ejecución de los ensayos de penetración dinámica.

5.1.1. Fundamento teórico

Los ensayos han sido realizados con maquina independiente, sobre orugas (ROLATEC RL 46).

El ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas (16 cm^2) por la aplicación de una energía de impacto fija, proporcionada por la caída libre de una maza de 65 kgs., que cae desde una altura de 76 cms. (aproximadamente 0,429 Kjulios).

El número de golpes para hacer avanzar la puntaza 20 cms., recibe el nombre de "numero de penetración" (N_{20}). Sus resultados se indican en impresos que contemplan la profundidad y el número de golpes para N_{20}.

El ensayo se da por terminado cuando aparece el "rechazo", esto es, cuando dos series de 100 golpeos consecutivos dan menos de 5 cms. de penetración cada uno.

Con este método se obtiene la presión a la cual rompe el terreno, por lo que será necesario posteriormente realizar correlaciones o bien realizar cálculos complementarios para obtener el valor de la presión máxima de trabajo por asientos.

5.1.2. Interpretación geotécnica

ENSAYO TIPO DPSH.

A partir de los datos aportados por el diagrama de golpeo (N_{20}/Profundidad), se pueden extraer las siguientes consideraciones:

Los resultados de la Resistencia Dinámica (Rd) en punta (Kg/cm^2) se obtienen de la fórmula de Hinca Holandesa (con un coeficiente de seguridad igual a la unidad):

$$RD = M^2 \times H / e(P + M) \; A$$

e = Penetración en cms. por golpe y por efecto de la caída de una maza desde una altura de H.
Rd = Resistencia Dinámica en Kg/cm^2.
M = Peso de la maza (65,0 Kg/ml).
P = Masa del varillaje (6,5 Kg/ml).
H = Altura de caída de la maza (76 cms.).
A = Sección de la puntaza (19,63cm^2)

Basándose en múltiples experiencias, el suministrador del equipo DPSH facilita la siguiente correlación:

Teoría	Tensión Máxima Admisible por razones de hundimiento será
Sanglerat	*Qad = Rp/20*
Bolomey	*Rp = 0,5 Rd*
Resumen	*Qad = 0,5 Rd/20*
Coef de seguridad	Entre 30 y 70. Obtenido : 50

Penetro	Rechazo
Penetro 1	*7.80 m*
Penetro 2	*12.40 m*

Figura 9; Cota de rechazo de Penetros;

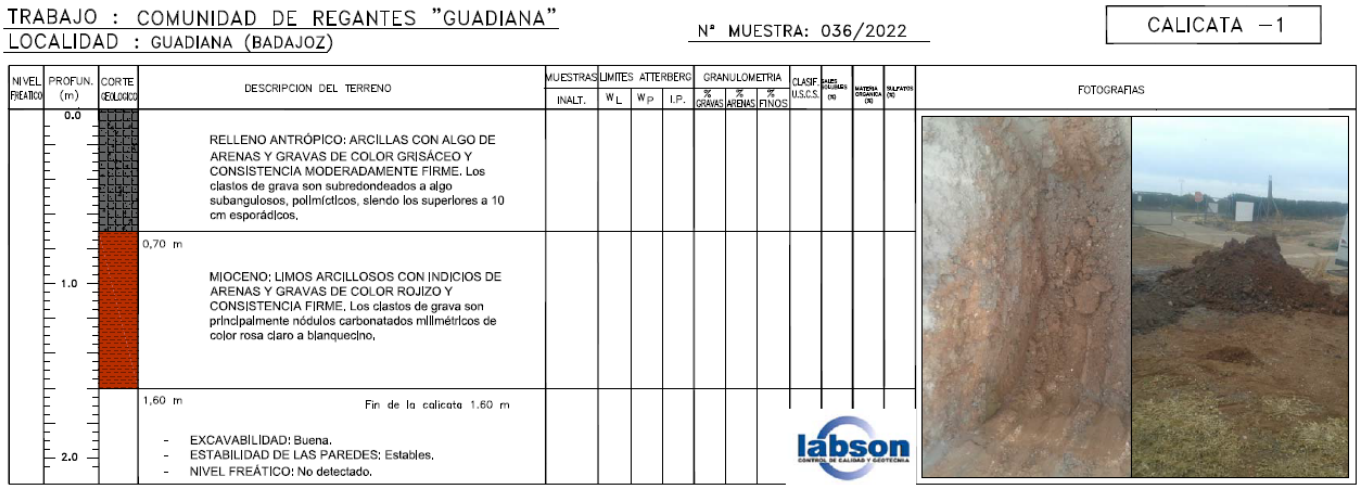
5.2 CALICATA.

Las coordenadas exactas a las que se ha realizado la calicata son las siguientes:

	UTM (ETRS89 HUSO 29)		
	X	Y	Z
SONDEO 1	701459.00	4312212.00	200 m

Tabla 10; Coordendas de ejecución del sondeo

El perfil del terreno detectado durante la ejecución de la calicata es el siguiente:


TRABAJO : COMUNIDAD DE REGANTES "GUADIANA"
LOCALIDAD : GUADIANA (BADAJOZ)
Nº MUESTRA: 036/2022
CALICATA –1

NIVEL FREÁTICO	PROFUN. (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRAS INALT.	LIMITES ATTERBERG W_L	W_P	I.P.	GRANULOMETRIA % GRAVAS	% ARENAS	% FINOS	CLASIF. U.S.C.S.	SULFATOS (%)	FOTOGRAFIAS
	0.0		RELLENO ANTRÓPICO: ARCILLAS CON ALGO DE ARENAS Y GRAVAS DE COLOR GRISÁCEO Y CONSISTENCIA MODERADAMENTE FIRME. Los clastos de grava son subredondeados a algo subangulosos, polimícticos, siendo los superiores a 10 cm esporádicos.										
	1.0		0,70 m MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS DE COLOR ROJIZO Y CONSISTENCIA FIRME. Los clastos de grava son principalmente nódulos carbonatados milimétricos de color rosa claro a blanquecino.										
	2.0		1,60 m Fin de la calicata 1.60 m - EXCAVABILIDAD: Buena. - ESTABILIDAD DE LAS PAREDES: Estables. - NIVEL FREÁTICO: No detectado.										

Figura 11; Calicata

NIVEL 0: RELLENO ANTRÓPICO: ARCILLAS CON ALGO DE ARENAS Y GRAVAS GRISÁCEAS.

De 0.00 a 0.70 metros.

Estrato formado por arcillas con algo de arenas y gravas de color grisáceo y consistencia moderadamente firme. Los clastos de grava son subredondeados a algo subangulosos, polimícticos, siendo esporádicos superiores a 10 cm.

Los ensayos penetrométricos realizados han arrojado valores de N20 entre 2 y 5 golpes.

NIVEL 1: MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZAS.

De 0.70 a 1.60 metros.

Estrato de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas de color rojizo y consistencia firme. Los clastos de grava son principalmente nódulos carbonatados milimétricos de color rosa claro a blanquecino. Según los ensayos de laboratorio realizados, su contenido en finos es de 91.1% con una plasticidad media, de 18.40. Se ha determinado su contenido en sulfatos que ha resultado ser de 312.5 mg/Kg y su acidez de Baumann-Gully de 12 ml/Kg.

CATA	MATERIAL	CLASIFICACIÓN	PROFUNDIDAD	GRANULOMETRIA (%)			LÍMITES			ACIDEZ DE BAUMANN-GULLY	SULFATOS (agresividad)
				GRAVAS	ARENAS	FINOS	LL	LP	IP	ml/Kg	mg/Kg
CATA 1	LIMOS ARCILLOSOS ROJIZOS CON INDICIOS DE GRAVILLAS	MH	**0,70 - 1,60**	1,8	7,1	91,1	58,90	40,50	18,40	12	312,5

Figura 12; Ensayos de laboratorio

Los ensayos penetrométricos presentan igualmente valores muy dispares de N20, entre 3 y el Rechazo, aumentando el golpeo paulatinamente con la profundidad. En los primeros 1.50-1.80 metros el N20 no supera los 10 golpes debido a la alteración que presentan estos materiales miocenos en su parte más superficial. A partir de estas cotas el golpeo oscila entre 10 y 35 golpes hasta producir el rechazo a los 7.80 metros en el penetro P-1 y los 12.40 metros en el P-2.

5.3. NIVEL FREÁTICO

Medido el día 24/02/2022

Medida el DIA 24/02/2022	CALICATA 1	PENETRO 1	PENETRO 2
	No detectado	No detectado	No detectado

Figura 13; Nivel freático.

6. CLASIFICACION DE LA AGRESIVIDAD QUIMICA.

Se examina el suelo para el caso todos los niveles.

		Qa Ataque débil	Qb Ataque medio	Qc Ataque fuerte	Valor máximo encontrado	Nivel en que se ha encontrado
Agua	Valor de ph	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5		
	Co2 agresivo	15-40	40-100	>100		
	Ion amonio(mgnh4/I)	15-30	30-60	>60		
	Ion magnesio(mgMg/I)	300-1000	1000-3000	>3000		
	Ion sulfato(mgso4/I)	200-600	600-3000	>3000		
	Residuo seco a 110º(mg/l)	75-150	50-75	<50		
Suelo	Grado de acidez de bauman gully	>200			**12**	**Nivel 1**
	Ion sulfato (mg so4/kg suelo seco)	2000-3000	3000-12000	>12000	**312.50**	**Nivel 1**

Figura 14; Ensayos de agresividad química

No se han obtenido muestras de agua.

Entendemos por tanto que según el artículo 37 de la EHE, el tipo de hormigón a emplear debe ser:

Clase general de exposición: Ambiente IIa

Clase específica de exposición; -

Tipo de hormigón: IIa

De acuerdo al Código Estructural el tipo de hormigón a emplear debería ser un:

Tipo de exposición: XA1.

Clase específica de exposición: XC2 ó XC4.

Relación agua cemento = 0.6 y contenido mínimo en cemento 275 kg/m3

7. RECOMENDACIONES DE LA CIMENTACIÓN

Las características geotécnicas del terreno son las siguientes.

Nivel geotécnico 1: MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZAS.

De 0.70 a 1.60 metros.

- Densidad aparente: 1,80 gr/cm^3
- ES= 3,2 (NSPT + 15) = 800-1600 tn/m^{2*}
- Angulo de rozamiento interno: 20º(según correlaciones DB-SEC)
- Cohesión no drenada: 5 tn/m^2 (según correlaciones DB-SEC)
- N20: Tramo superior hasta 1.80: 3-8

  Tramo inferior: 10-Rechazo. Valores promedio: 10-35

Tablas de obtención del módulo elástico; DB SE-C

Arena N.C.:	E_s=5 (N_{SPT} + 15)
Arena S.C.:	E_s=180 + 7,5 N_{SPT}
Gravas limpias y gravas arenosas:	E_S= 6 (N_{SPT} + 15) + 20 N_{SPT}>15
Arena arcillosa:	E_S= 3,2 (N_{SPT} + 15)
Arena limosa	E_S= 3 (N_{SPT} + 6)
Arcilla N.C. Con IP<30 ó rígida	E_S= 500 a 1000 C_U
Arcilla N.C. Con IP>30 ú orgánica	E_S= 100 a 500 C_U

Figura 15; Módulos elásticos

Obtenido del DB SEC, la tabla D26, los valores obtenidos para la correlación de los parámetros del estrato de arcillas con gravas y arenas, al no ser posible la realización de ensayo, son las siguientes.

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	34º - 45º
	Arena	17 – 20	30º - 36º
	Limo	17 – 20	25 – 32º
	Arcilla	15 – 22	16º – 28º
Rellenos	Tierra vegetal	17	25º
	Terraplén	17	30º
	Pedraplén	18	40º

Figura 16; Tablas para correlaciones según DB-SEC

8. PRESIÓN DE ROTURA DEL TERRENO

Por razones técnicas, se estudia la cimentación en el nivel geotécnico 1, de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas de color rojizo, a partir de 1,80 metros para asegurar el empotramiento de la misma por debajo del nivel arcilloso de relleno antrópico y de la parte más alterada de los materiales miocenos. Al ser una edificacion de escasa envergadura, se estudia también la cimentación bajo el relleno, es decir, a partir de la cota -0.70 metros.

8.1. PRESION DE ROTURA PARA LA CIMENTACIÓN EN NIVEL GEOTECNICO 1.

Se estudiará previamente la presión de rotura del terreno del NIVEL GEOTECNICO 1 posteriormente se estudia la compatibilidad del mismo con el asiento que se producirá en la cimentación, limitando así el valor de la resistencia entre ambos resultados.

La presión de rotura del terreno se realizará por el método de la fórmula de los holandeses, según ensayo penetrométrico, siendo el valor de la presión admisible del terreno por rotura del mismo el siguiente:

PENETRO 1				PENETRO 2			
Profundidad	Nº de golpes	R.Dinámica	T.Admisible	Profundidad	Nº de golpes	R.Dinámica	T.Admisible
0,20	2	19,06	0,42	0,20	3	28,60	0,64
0,40	4	37,56	0,83	0,40	5	46,95	1,04
0,60	5	46,26	1,03	0,60	3	27,76	0,62
0,80	8	72,94	1,62	0,80	3	27,35	0,61
1,00	5	44,94	1,00	1,00	4	35,95	0,80
1,20	5	44,31	0,98	1,20	5	44,31	0,98
1,40	6	52,43	1,17	1,40	5	43,69	0,97
1,60	7	60,33	1,34	1,60	8	68,95	1,53
1,80	10	85,02	1,89	1,80	13	110,52	2,46
2,00	11	92,27	2,05	2,00	15	125,83	2,80
2,20	12	99,34	2,21	2,20	16	132,45	2,94
2,40	12	98,05	2,18	2,40	17	138,90	3,09
2,60	9	72,59	1,61	2,60	10	80,66	1,79
2,80	12	95,57	2,12	2,80	11	87,60	1,95
3,00	10	78,64	1,75	3,00	13	102,24	2,27
3,20	10	77,67	1,73	3,20	11	85,44	1,90
3,40	11	84,40	1,88	3,40	9	69,05	1,53
3,60	14	106,12	2,36	3,60	9	68,22	1,52
3,80	16	119,84	2,66	3,80	12	89,88	2,00
4,00	17	125,83	2,80	4,00	13	96,22	2,14

Figura 17; Ensayo Dpsh

Resumen de tensiones de rotura:

Nivel geotécnico	Tipo de terreno	Cota de cimentación	Tensión admisible
Nivel 1	MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZOS	0,00 a 1,80 m	0,70 kg/cm2.
Nivel 1	MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZOS	A partir de 1.80 m	1,50 kg/cm^2

Figura 18; Tensiones admisibles del terreno

9. ASIENTOS DE LA CIMENTACIÓN.

La cimentación en este caso, irá ubicada en el NIVEL GEOTÉCNICO 1; **limos arcillosos con indicios de arenas y gravas rojizos.**
Las limitaciones para los movimientos admisibles son los siguientes (según guía de cimentaciones para obras de carretera del ministerio de fomento):

- Asiento máximo para zapatas aisladas: 2,5 cm.
- Asiento máximo para losas de cimentación: 5 cm
- Distorsión máxima L/200 y L/500.

9.1. ASIENTO ELASTICO MEDIANTE MÉTODO STEIMBRENNER.

Para el cálculo de la tensión admisible en función del asiento máximo, procedemos en este apartado a la realización de comprobaciones iterativas de asientos, cuyo cálculo se abordará con el modelo matemático de multicapa elástica sobre base rígida, empleando el método aproximado de Steinbrenner, hasta conseguir averiguar cuál es la tensión admisible para la obtención de un asiento máximo de 5 cm en el caso de losa y de 2,5cm en el caso de zapata.

Supone que el suelo se comporta como un semiespacio estratificado en capas, donde cada una representa un comportamiento elástico lineal, isótropo y homogéneo diferente, bajo una capa rígida que supone la desaparición del asiento que corresponde al semiespacio que ocupa y que altera la distribución de tensiones en las capas compresibles.

	Steinbrenner,	
	Si: So – Sz	
So y Sz el asiento a techo y a muro de la capa, calculado mediante la siguiente ecuación para el asiento medio de la placa;		
Q= presión neta de la cimentación(Tn/m2)	B= ancho de la cimentación (m).	E= modulo de deformación elástica(Tn/m2).
S, se obtiene sumando los asientos de cada capa	$Ca=1-\mu^2$ $Cb=1-\mu-2x-\mu^2$	F1 y f2 =coeficientes que dependen de las dimensiones de la cimentación

Tabla 19; Asientos según STEIMBRENNER

Estableciendo los siguientes estratos detectados, con los módulos de elasticidad correspondientes:

Nivel geotécnico 1	800-1600 tn/m^2

Para los cálculos se va a considerar la situación más desfavorable, es decir, la carga total de la estructura de la edificación para la estación de bombeo será la siguiente:

- Peso de la edificación: 1 x 2.0 tn/m^2 = 2.0 tn/m^2
- Peso de la losa de hormigón:2.5 tn/m^3 x 0.5 m = 1.25 tn/m^2
- Peso total de la estructura: 2.0 tn/m^2 +1.25 tn/m^2 = 3.25 tn/m^2.

Cimentación en el nivel 1

Si se considera que no hay descarga del terreno, se calcula el asiento de la cimentación con losa con carga neta de 3.25 tn/m^2, que es la carga que transmitirá la edificación de media bajo la losa.

		lado de la cimentación en metros				
Carga en faja		7,00 m	10,00 m	15,00 m	20,00 m	
0,1	Kg/cm2	0,47 cm	0,66 cm	0,97 cm	1,28 cm	1
0,2	Kg/cm2	0,94 cm	1,32 cm	1,94 cm	2,56 cm	2
0,3	Kg/cm2	1,42 cm	1,97 cm	2,91 cm	3,84 cm	3
0,325	Kg/cm2	1,54 cm	2,14 cm	3,15 cm	4,16 cm	3,25
0,35	Kg/cm2	1,65 cm	2,30 cm	3,39 cm	4,48 cm	3,5
0,4	Kg/cm2	1,89 cm	2,63 cm	3,88 cm	5,12 cm	4

Espesor de la capa compresible	2	m
E de la capa compresible	800	Tn/m2
E de la capa incompresible	1600	Tn/m2

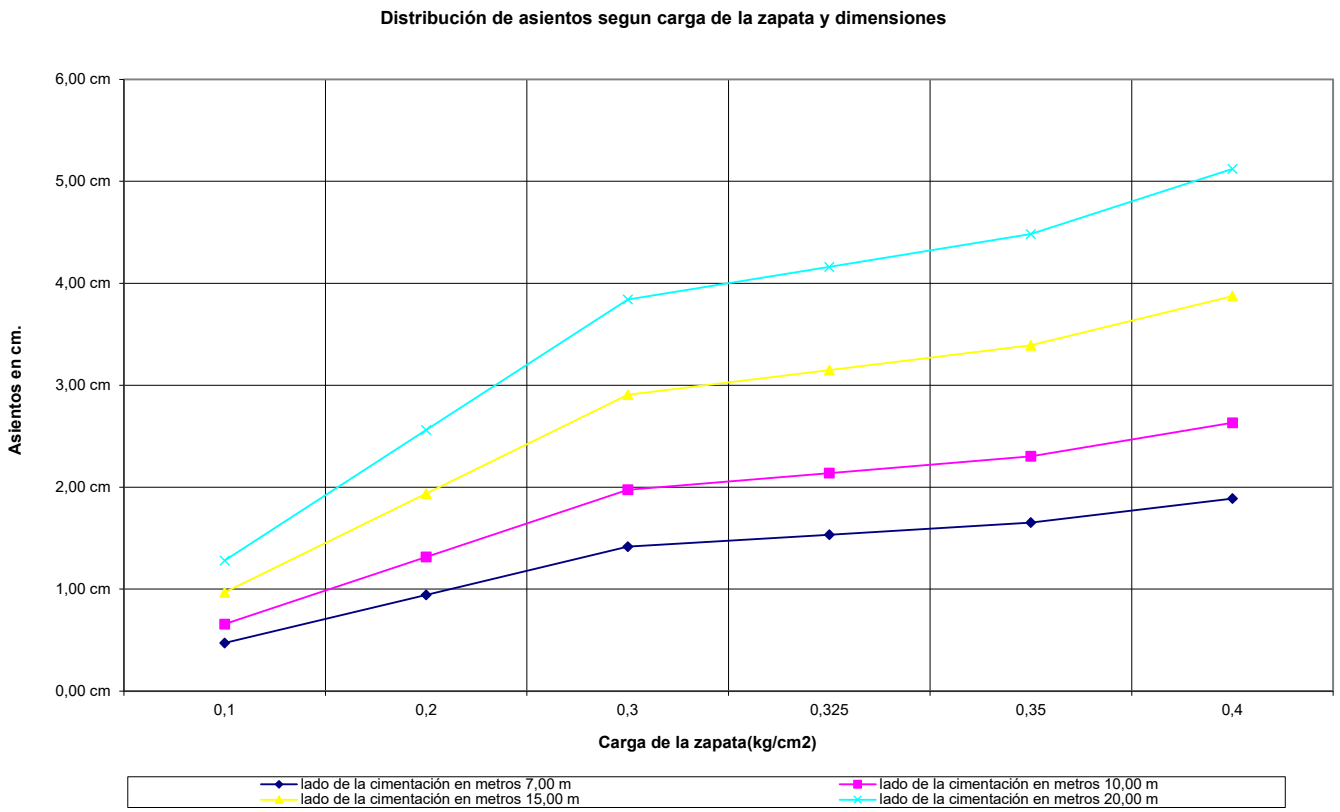


Tabla 20; Asientos para losa superficial de hormigón para el nivel geotécnico 1.

Para la cimentación con losa de hormigón, considerando una carga de 0.325 kg/cm^2, el valor del asiento será de 1.54 cm a 4.16 cm en función de la dimensión de la losa que se prevea realizar.

10. ESTUDIO DE LA EXPANSIVIDAD.

Según la ficha de expansividad de ASEMAS, el terreno se puede clasificar según el siguiente cuadro en cuanto a la expansividad.

	Parámetro						
	Limite líquido	Índice de plasticidad	% pasa el tamiz 200	Índice CPV del lambe	Presión de hinchamiento en kpa	Hinchamiento libre en edómetro	Calificación
Bajo	<30	0-15	>30	<2	>30	<1	
Medio	30-40	15-35	30-60	2--4	30-120	1--5	
Alto	40-60	20-55	60-90	4--6	120-250	3--10	
Muy alto	>60	>55	>90	>6	>250	>10	
Calificación nivel 1	**58.90**	**18.40**	**91.1**				**Expansividad alta**

Figura 21; expansividad del terreno

Para el estrato de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas rojizos, se considera una expansividad alta de acuerdo a los valores de límite líquido entre 40% y 60%, media según el índice de plasticidad inferior entre 15 y 35, y muy alta de acuerdo a su contenido en finos, superior al 90%. Por todo ello, se considera que la **expansividad del material del nivel geotécnico 1 es alta.**

Para el diseño apoyo de la losa en el nivel 1 de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas rojizos, se ha de tener en cuenta que el terreno tiene expansividad alta, debiendo guardar por tanto las precauciones para este tipo de terrenos, que pueden resumirse a continuación:

- Lámina impermeabilizante directamente sobre el terreno, para evitar cambios de humedad.
- Capa de bolos sobre el terreno, a fin de evitar que el mismo actué como un sólido rígido.
- Capa de material anticontaminante tipo geotextil, entre los bolos y la zahorra, para asegurar la durabilidad del mismo.
- Estrato de zahorra compactada, de espesor según criterio de la dirección técnica, según ensayo de compactación próctor.

11. ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE BALASTO.

Para el cálculo del coeficiente de balasto, se calcula el asiento que produce en una cimentación la placa de 30x30 cm., que corresponde al coeficiente de balasto de placa de 30x30 cm. Posteriormente, se calcula el coeficiente de balasto para distintas placas de distintos lados, según la placa anterior.

El cálculo del asiento de la placa de 30x30 cm., se calcula con el mismo método anteriormente citado, obteniendo el asiento elástico inmediato.

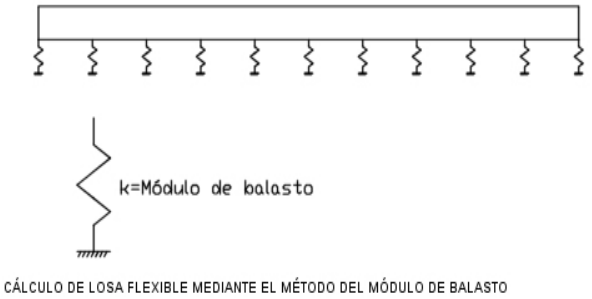


Tabla D.29. Valores orientativos del coeficiente de balasto, K_{30}

Tipo de suelo	K_{30} (MN/m³)
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

Tabla 22; Tabla D29 de DB SEC de valores orientativos del K de balasto

Se define a continuación un método simplificado para el cálculo del módulo de balasto de una losa rectangular a partir del ensayo de placa de carga de 30x30cm.

Dada una losa rectangular y un coeficiente de balasto obtenido mediante ensayo de placa de carga de 30x30cm se define:

b: lado menor de la losa (cm.)

l: lado mayor de la losa (cm.)

k_{30}: coeficiente de balasto obtenido en placa de 30x30cm (Kg./cm³).

$k_{cuadrada}$: coeficiente de balasto de la losa cuadrada (kg/cm³).

$k_{rectangular}$: coeficiente de balasto de la losa rectangular (kg/cm³).

$$k_{rectangular} = \frac{2}{3} k_{cuadrada}\left(1 + \frac{b}{2l}\right)$$

Arcillas	Arenas
$k_{cuadrada,cohesivo} = k_{30}\left(\frac{30}{b}\right)$	$k_{cuadrada,arenoso} = k_{30}\left(\frac{b+30}{2b}\right)^2$

Coeficiente de balasto.

Nivel geotécnico 1. K30x30: 2.500 tn/m³ Coeficiente de balasto para estratos superficiales.

			lado de la placa				
			0,3	0,31	0,32	0,33	tn/m2 de carga
Carga	0,1	Kg/cm2	0,03	0,04	0,04	0,04	asiento
Balasto		Kg/cm3	2,89	2,80	2,72	2,64	
Balasto		ton/m3	2887,08	2800,85	2720,03	2644,15	

Tabla 23; cálculo del k de balasto según asientos esperados y E(young)

En caso de calcular con programa CYPE, se entregan los valores de k de la placa rectangular, para terrenos arcillosos y terrenos arenosos.

Arenas

	Dimensiones de la losa											
	1	2	3	3,5	4	5	6	15	20	25	30	
1	1056,3	826,6	756,25	736,7	722,3	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	Valores de k para losa en tn/m3
2	880,21	826,6	756,25	736,7	722,3	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
3	821,53	734,7	756,25	736,7	722,3	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
3,5	804,76	708,5	720,2381	736,7	722,3	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
4	792,19	688,8	693,2292	706	722,3	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
5	774,58	661,3	655,4167	663,1	650	702,3	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
10	739,38	606,1	579,7917	577,1	565,8	550,1	689,1	650,3	643,9	640,1	637,6	
15	727,64	587,8	554,5833	548,5	537,7	522,8	513	650,3	643,9	640,1	637,6	
20	721,77	578,6	541,9792	534,1	523,6	509,1	499,6	471,4	643,9	640,1	637,6	
25	718,25	573,1	534,4167	525,5	515,2	500,9	491,5	463,8	459,3	640,1	637,6	
30	715,9	569,4	529,375	519,8	509,6	495,5	486,2	458,8	454,3	451,6	637,6	

*** Tabla de doble entrada para terrenos arenosos y terrenos cohesivos teniendo en cuenta lados de la losa en m**

*** En rojo. Losa cuadrada de lado menor.**

Tabla 24; valores de k de balasto de losa completa para arenas

Arcillas

	Dimensiones de la losa											
	1	2	3	3,5	4	5	6	15	20	25	30	
1	750	375	250	214,3	187,5	150	125	50	37,5	30	25	Valores de k para losa en tn/m3
2	625	375	250	214,3	187,5	150	125	50	37,5	30	25	
3	583,33	333,3	250	214,3	187,5	150	125	50	37,5	30	25	
3,5	571,43	321,4	238,0952	214,3	187,5	150	125	50	37,5	30	25	
4	562,5	312,5	229,1667	205,4	187,5	150	125	50	37,5	30	25	
5	550	300	216,6667	192,9	168,8	150	125	50	37,5	30	25	
10	525	275	191,6667	167,9	146,9	117,5	125	50	37,5	30	25	
15	516,67	266,7	183,3333	159,5	139,6	111,7	93,06	50	37,5	30	25	
20	512,5	262,5	179,1667	155,4	135,9	108,8	90,63	36,25	37,5	30	25	
25	510	260	176,6667	152,9	133,8	107	89,17	35,67	26,75	30	25	
30	508,33	258,3	175	151,2	132,3	105,8	88,19	35,28	26,46	21,17	25	

*** Tabla de doble entrada para terrenos arenosos y terrenos cohesivos teniendo en cuenta lados de la losa en m**

*** En rojo. Losa cuadrada de lado menor.**

Tabla 25; valores de k de balasto de losa completa para arcillas

Para el cálculo del coeficiente de balasto, teniendo en cuenta que los limos arcillosos con indicios de arenas y gravas de color rojizo contienen un 91.1% de finos, se considerará tal y como sigue;

K balasto losa: 0.10 k arenas+0.90 k arcillas

12. PERMEABILIDAD Y CONDUCTIVIDAD DEL TERRENO.

Se entiende por permeabilidad (conductividad hidráulica o K) es la relación entre caudal por unidad de sección. La ecuación de dimensiones es, por tanto, L/T. En geotecnia se suele utilizar m/día o cm/s.

Se llama resistencia eléctrica de un material a la oposición que presenta al paso de la corriente eléctrica. En función de ello, éstos se dividen entre buenos (presentan poca oposición al paso de la electricidad) y malos conductores. Se le llama resistividad al grado de dificultad que encuentran los electrones en sus desplazamientos. Se designa por la letra griega rho minúscula (ρ) y se mide en ohms por metro (Ω·m, a veces también en Ω·mm²/m). Es la inversa de la conductividad eléctrica (1/ ρ), así a mayor conductividad, menor resistividad eléctrica de un material.

En una roca, la resistividad dependerá de sus minerales constituyentes y del grado de saturación de la misma.
La resistividad de las rocas y el suelo en un área de estudio pueden variar por varios órdenes de magnitud. En la siguiente tabla se muestran valores orientativos de la resistividad de algunos materiales.

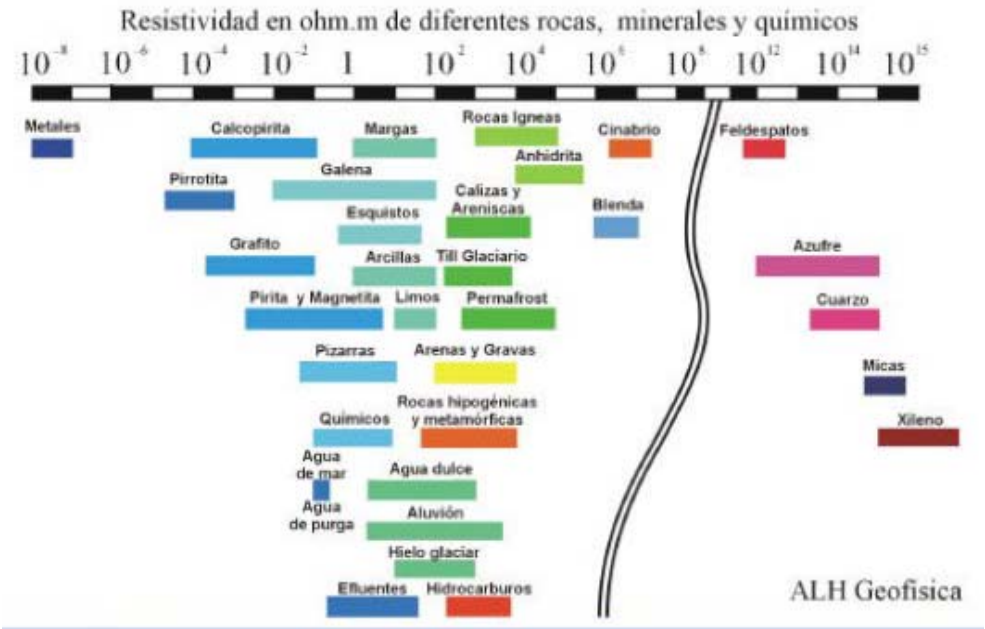


Tabla 26. Gráfico de los márgenes de variación más comunes en algunas rocas, minerales y químicos. La fisuración, impregnación de agua salada, etc., pueden extender estos límites (Fuente: ALH Geofísica).

En cuanto a la permeabilidad de este material se comporta como una mezcla de arenas, limos y arcillas, así como mezcla de gravas y arenas, predominando las arcillas y arenas. En la siguiente figura se adjunta los valores de este parámetro según la tabla D.28 del "Documento Básico SE-C.

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	$< 10^{-9}$

- Resistividad: 10e1-10e2 ohmios
- Permeabilidad del nivel 1: 10e-7-10e-9 m/s.

Estos valores han sido obtenidos con las correlaciones que se han citado este mismo epígrafe

13. CONCENTRACIÓN DE GAS RADÓN

En la actualidad se ha modificado el Documento Básico DB HS de Salubridad, incorporando una nueva sección en la que se desarrollan los requisitos técnicos que deberán cumplir los edificios para satisfacer la nueva exigencia sobre el gas radón. Así, para limitar el riesgo de exposición de los usuarios a concentraciones inadecuadas de radón procedente del terreno en el interior de los locales habitables, se establece un nivel de referencia para el promedio anual de concentración de radón en el interior de los mismos de 300 Bq/m³.

El radón se crea por la desintegración del radio y del uranio, lo que ocurre de forma natural en algunos tipos de suelos y rocas, acumulándose eventualmente en el aire interior de los edificios a niveles que pueden presentar una amenaza seria para la salud. El radón es un gas radioactivo y se desintegra en los descendientes, que vuelven a ser sólidos, y se adhieren a las partículas de polvo que hay en el aire y de esta forma pueden terminar acumulándose en los pulmones a través de la inhalación.
El gas radón (Rn-222) no huele, es invisible y sus efectos sólo se ven a largo plazo. Sin embargo, estos efectos son importantes y en muchos casos graves para la salud.

La concentración de radón en una vivienda depende de múltiples factores:
1.- Tipo de suelo; en efecto, la concentración del radón depende especialmente de la presencia en el suelo de uranio y de radio, pero también de la porosidad del suelo y de su permeabilidad.
2.- Elección de los materiales de construcción: algunos materiales de construcción dejan pasar el gas radón con facilidad del suelo al interior del espacio constructivo. Así las paredes con grietas o los pequeños poros que presentan las paredes construidas con bloques de hormigón huecos son pequeñas aberturas que dejan entrar el gas en las viviendas.

Mapa del potencial de radón.

Para producir el mapa potencial de radón, se han utilizado más de 12.000 medidas de radón en viviendas, agrupadas por unidad litoestratigráfica (según el mapa a escala 11:200.000 del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y rango de exposición a la radiación gamma obtenido a partir del mapa MARNA de radiación gamma natural.
Las áreas establecidas según esos criterios primarios de agrupación se dividieron o combinaron posteriormente a fin de obtener (en la medida que la escala lo permite) unidades con niveles de radón espacialmente homogéneos y con un tamaño muestral adecuado.

Para estas unidades se estimó el percentil 90 (P90) de la distribución de concentraciones de radón como una cota superior al 90(%) de confianza. Los valores así obtenidos se representan agrupada partir del mapa de potencias por rangos en el mapa potencial de radón.

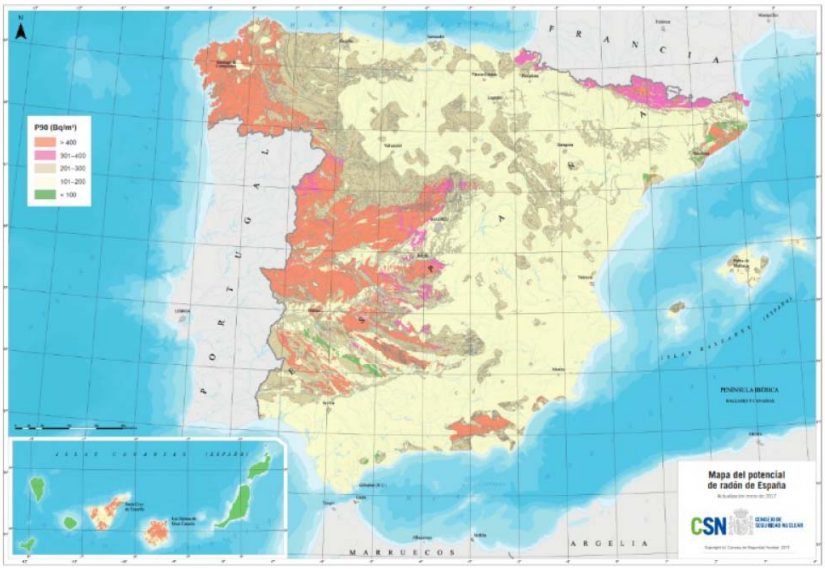


Figura 27; Mapa del potencial de radón según el CSN.

Mapa de zonas de actuación prioritaria.

Se obtiene a partir del mapa de potencial de radón.

En estas zonas la población que reside en plantas bajas o primeras está expuesta, en promedio, a una concentración de unos 200 Bq/m² (casi tres veces más alta que el promedio para el centro de las zonas) y más de un 10% de los edificios presenta niveles superiores a 300 Bq/m²

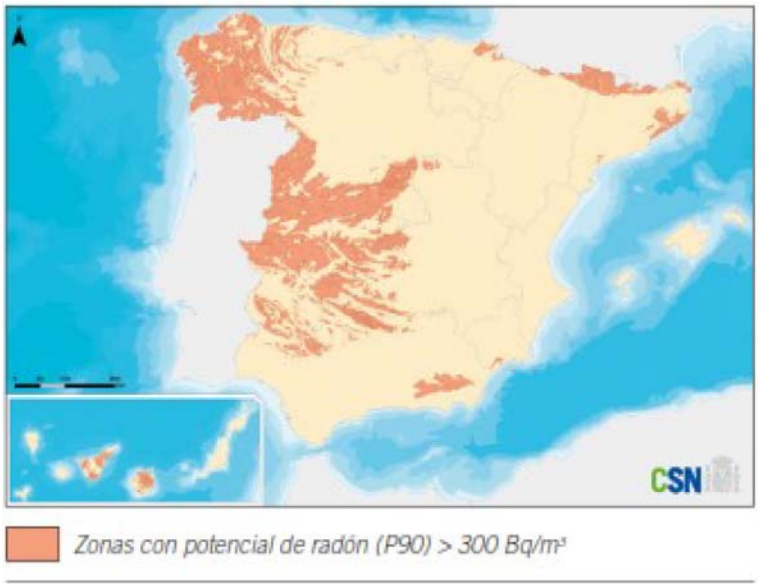


Figura 28; Mapa de zona de actuación prioritaria.

Mapas por municipios

A efectos administrativos es útil definir las zonas de actuación prioritaria a nivel municipal. Incorporando al mapa anterior información de población, según la rejilla de 1 km x 1 km del Instituto Nacional de Estadística (INE) pueden generarse MAPAS POR MUNICIPIOS, en función del porcentaje de población que reside en estas zonas. Como ejemplo se muestra un mapa estableciendo este porcentaje en un 75%.

Atendiendo a la lista de zonas del documento HS DBHS 6, **GUADIANA estaría dentro de la ZONA 1 de peligrosidad.**

Extremadura	Badajoz	Alange	Acedera
		Aljucén	Ahillones
		Almendralejo	Alburquerque
		Azuaga	Alconchel
		Badajoz	Alconera
		Barcarrota	Almendral
		Benquerencia de la Serena	Atalaya
		Berlanga	Baterno
		Burguillos del Cerro	Cabeza del Buey
		Cabeza la Vaca	Calera de León
		Campillo de Llerena	Calzadilla de los Barros
		Carmonita	Campanario
		Cheles	Capilla
		Cordobilla de Lácara	Casas de Don Pedro
		Corte de Peleas	Casas de Reina
		Cristina	Castilblanco
		Don Álvaro	Castuera
		Entrín Bajo	El Carrascalejo
		Fuente del Maestre	Esparragalejo
		Fuentes de León	Esparragosa de la Serena
		Garlitos	Esparragosa de Lares
		Granja de Torrehermosa	Feria
		Guadiana del Caudillo	Fuenlabrada de los Montes
		Higuera de Llerena	Fuente de Cantos
		Hornachos	Garbayuela
		La Codosera	Guareña
		La Garrovilla	Helechosa de los Montes
		La Zarza	Herrera del Duque
		Lobón	Higuera de la Serena
		Los Santos de Maimona	Higuera de Vargas
		Maguilla	Higuera la Real
		Malcocinado	Jerez de los Caballeros
		Malpartida de la Serena	La Coronada
		Manchita	La Haba
		Medellín	La Lapa
		Montijo	La Morera
		Oliva de la Frontera	La Parra
		Oliva de Mérida	La Roca de la Sierra
		Palomas	Llera
		Puebla de la Calzada	Magacela
		Puebla del Prior	Medina de las Torres
		Pueblonuevo del Guadiana	Mérida
		Segura de León	Mirandilla
		Solana de los Barros	Monesterio
		Talavera la Real	Montemolín
		Torremayor	Monterrubio de la Serena
		Torremejía	Navalvillar de Pela
		Trujillanos	Nogales
		Valdelacalzada	Olivenza
		Valencia del Mombuey	Orellana de la Sierra
		Valencia del Ventoso	Orellana la Vieja
		Valle de la Serena	Peñalsordo
		Valverde de Burguillos	Peraleda del Zaucejo
		Villafranca de los Barros	Puebla de Alcocer

Tabla 29. Listado de clasificación de municipios en función del potencial de Radón según la Sección 6 del DBHS .

14. RESUMEN Y RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN.

El presente documento tiene por objeto la realización de ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES " GUADIANA" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GUADIANA (BADAJOZ).

El peticionario del informe es AGRIMENSUR, S.L.

La situación de los ensayos se detalla a continuación.

Figura 30; Situación de ensayos

Se programa por tanto una campaña a NIVEL NORMAL, que busca establecer las recomendaciones para las cimentaciones de la estación, por lo que se examinan varios puntos de prospección compuestos por 1 calicata y 2 ensayos penetrométricos tipo DPSH, llegando así 6-7 metros aproximadamente bajo la cota de cimentación.

El perfil del terreno detectado durante la ejecución de la calicata es el siguiente:

TRABAJO : COMUNIDAD DE REGANTES "GUADIANA"
LOCALIDAD : GUADIANA (BADAJOZ)

Nº MUESTRA: 036/2022

CALICATA –1

NIVEL FREÁTICO	PROFUN. (m)	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRAS INALT.	LIMITES ATTERBERG W_L	W_P	I.P.	GRANULOMETRIA % GRAVAS	% ARENAS	% FINOS	CLASIF. U.S.C.S.	SULFATOS (%)	MATERIA ORGANICA (%)	SULFATOS (%)	FOTOGRAFIAS
	0.0		RELLENO ANTRÓPICO: ARCILLAS CON ALGO DE ARENAS Y GRAVAS DE COLOR GRISÁCEO Y CONSISTENCIA MODERADAMENTE FIRME. Los clastos de grava son subredondeados a algo subangulosos, polimícticos, siendo los superiores a 10 cm esporádicos.												
	1.0		0,70 m MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS DE COLOR ROJIZO Y CONSISTENCIA FIRME. Los clastos de grava son principalmente nódulos carbonatados milimétricos de color rosa claro a blanquecino.												
	2.0		1,60 m Fin de la calicata 1.60 m - EXCAVABILIDAD: Buena. - ESTABILIDAD DE LAS PAREDES: Estables. - NIVEL FREÁTICO: No detectado.												

Figura 31; Calicata

NIVEL 0: RELLENO ANTRÓPICO: ARCILLAS CON ALGO DE ARENAS Y GRAVAS GRISÁCEAS.

De 0.00 a 0.70 metros.

Estrato formado por arcillas con algo de arenas y gravas de color grisáceo y consistencia moderadamente firme. Los clastos de grava son subredondeados a algo subangulosos, polimícticos, siendo esporádicos superiores a 10 cm.

Los ensayos penetrométricos realizados han arrojado valores de N20 entre 2 y 5 golpes.

NIVEL 1: MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZAS.

De 0.70 a 1.60 metros.

Estrato de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas de color rojizo y consistencia firme. Los clastos de grava son principalmente nódulos carbonatados milimétricos de color rosa claro a blanquecino. Según los ensayos de laboratorio realizados, su contenido en finos es de 91.1% con una plasticidad media, de 18.40.

Los ensayos penetrométricos presentan igualmente valores muy dispares de N20, entre 3 y el Rechazo, aumentando el golpeo paulatinamente con la profundidad. En los primeros 1.50-1.80 metros el N20 no supera los 10 golpes debido a la alteración que presentan estos materiales miocenos en su parte más superficial. A partir de estas cotas el golpeo oscila entre 10 y 35 golpes hasta producir el rechazo a los 7.80 metros en el penetro P-1 y los 12.40 metros en el P-2.

Las características geotécnicas de este nivel geotécnico son las siguientes:

- Densidad aparente: 1,80 gr/cm^3
- ES= 3,2 (NSPT + 15) = 800-1600 tn/m^{2*}
- Angulo de rozamiento interno: 20º(según correlaciones DB-SEC)
- Cohesión no drenada: 5 tn/m^2 (según correlaciones DB-SEC)
- N20: Tramo superior hasta 1.80: 3-8

  Tramo inferior: 10-Rechazo. Valores promedio: 10-35

Se proponen para la cimentación dos alternativas.

Cimentación mediante losa

Caso de la que la edificación sea construida mediante losa, la misma se deberá apoyar en el estrato de arcillas con gravas y arenas marrones rojizas con cementación variable, **a partir de 0,70 metros asegurando el empotramiento en el nivel geotécnico 1, considerando como tensión admisible del terreno de 0.70 kg/cm^2 y un coeficiente de balasto de 1.000-2.500 tn/m3.**

Resumen de tensiones de rotura:

Nivel geotécnico	Tipo de terreno	Cota de cimentación	Tensión admisible	K de balasto
Nivel 1	MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZOS	0,00 a 1,80 m	0,70 kg/cm2.	1.000 tn/m3
Nivel 1	MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZOS	A partir de 1.80 m	1,50 kg/cm^2	2500 tn/m3

Figura 32; Tensiones admisibles del terreno

Cimentación mediante zapatas sobre pozos.

Caso de la que la edificación sea construida mediante zapatas sobre pozos, apoyando las mismas en el estrato de de arcillas con gravas y arenas marrones rojizas con cementación variable, **a partir de 1.80 metros asegurando el empotramiento en el nivel geotécnico 1, considerando como tensión admisible del terreno de 1.50 kg/cm^2.**

Resumen de tensiones de rotura:

Nivel geotécnico	Tipo de terreno	Cota de cimentación	Tensión admisible
Nivel 1	MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZOS	A partir de 1.80 m	1,50 kg/cm^2

Figura 33; Tensiones admisibles del terreno

Además, se consideran las siguientes conclusiones:

Para la cimentación mediante losa, en el estrato de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas rojizos, se considera una expansividad alta de acuerdo con los valores de límite líquido entre 40% y 60%, media según el índice de plasticidad inferior entre 15 y 35, y muy alta de acuerdo a su contenido en finos, superior al 90%. Por todo ello, se considera que la **expansividad del material del nivel geotécnico 1 es alta.**

Para el diseño apoyo de la losa en el nivel 1 de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas rojizos, se ha de tener en cuenta que el terreno tiene expansividad alta, debiendo guardar por tanto las precauciones para este tipo de terrenos, que pueden resumirse a continuación:

- Lámina impermeabilizante directamente sobre el terreno, para evitar cambios de humedad.
- Capa de bolos sobre el terreno, a fin de evitar que el mismo actué como un sólido rígido.
- Capa de material anticontaminante tipo geotextil, entre los bolos y la zahorra, para asegurar la durabilidad del mismo.
- Estrato de zahorra compactada, de espesor según criterio de la dirección técnica, según ensayo de compactación próctor.

Cómo recomendaciones generales.

- **No se ha detectado nivel freático** en ninguna de las investigaciones realizadas.
- **La expansividad de los materiales es alta,** por lo que deberán guardar las precauciones para este tipo de terrenos, expuestas en el apartado 9 de este documento.
- De acuerdo con el Código Estructural el **tipo de hormigón** a emplear debería ser de la clase específica de exposición **XC2 ó XC4**.
- Atendiendo a la lista de zonas del documento HS DBHS 6, **GUADIANA estaría dentro de la ZONA 1 de peligrosidad.**

15. INSPECCION EN OBRA.

Se han realizado ensayos puntuales, según una justificación que se ha adjuntado en el punto inicial de este informe; basándonos en el EUROCODIGO EC-2. El resto de conclusiones son extrapolaciones que se han realizado. En último caso la decisión sobre la cimentación y la correspondencia del terreno aquí descrito con el de la parcela la tomará el director del proyecto; siendo este informe una recomendación según una toma de datos inicial, será necesaria una inspección en obra y un seguimiento de la misma.

Córdoba, Abril de 2022

Fado.: Antonio Cleofé López Muñoz.

Ingeniero de Caminos, C. y P.

Natividad Torralbo Romero

Ingeniero de Obras Públicas

Este documento consta de TREINTA Y UNA (31**)** páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la aprobación expresa de LABSON S.L.

2. SITUACIÓN DE ENSAYOS

PROMOTOR:		OBRA:	AUTOR:	NOMBRE:	FECHA:	PLANO:	Nº de Plano:
AGRIMENSUR, S.A.	labson CONTROL DE CALIDAD Y GEOTECNIA	INFORME GEOTÉCNICO PARA MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES " GUADIANA" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE GUADIANA (BADAJOZ)	ANTONIO CLEOFÉ LÓPEZ MUÑOZ	SITUACIÓN DE ENSAYOS	MARZO 2022	PLANTA	01
							Hoja: 01 de 01

3. CALICATA

TRABAJO : COMUNIDAD DE REGANTES "GUADIANA"

LOCALIDAD : GUADIANA (BADAJOZ)

Nº MUESTRA: 036/2022

CALICATA –1

NIVEL FREATICO	PROFUN. (m)	CORTE GEOLOGICO	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRAS INALT.	LIMITES ATTERBERG W_L	W_P	I.P.	GRANULOMETRIA % GRAVAS	% ARENAS	% FINOS	CLASIF. U.S.C.S.	SALES SOLUBLES (%)	MATERIA ORGANICA (%)	SULFATOS (%)
	0.0		RELLENO ANTRÓPICO: ARCILLAS CON ALGO DE ARENAS Y GRAVAS DE COLOR GRISÁCEO Y CONSISTENCIA MODERADAMENTE FIRME. Los clastos de grava son subredondeados a algo subangulosos, polimícticos, siendo los superiores a 10 cm esporádicos.											
	1.0		0,70 m MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS DE COLOR ROJIZO Y CONSISTENCIA FIRME. Los clastos de grava son principalmente nódulos carbonatados milimétricos de color rosa claro a blanquecino.											
	2.0		1,60 m Fin de la calicata 1.60 m - EXCAVABILIDAD: Buena. - ESTABILIDAD DE LAS PAREDES: Estables. - NIVEL FREÁTICO: No detectado.											

FOTOGRAFIAS

MI: Muestra inalterada a Presion o Percusión. MA: Muestra Alterada. MP: Muestra Parafinada.
PERFORACIÓN: B: Batería sencilla; T:Batería doble; w: Vidia; d: Diamante; entre paréntesis diámetro ext. (mm).

TIPO DE MAQUINA: RETROEXCAVADORA MIXTA

FECHA COMIENZO: 24/02/2022

FECHA FINALIZACIÓN: 24/02/2022

R. TÉCNICO DE ENSAYO: D. JUAN JAVIER MOHEDANO GUTIERREZ

DIRECTOR: DÑA. NATIVIDAD TORRALBO

Córdoba, Marzo de 2022

Laboratorio acreditado por la Junta de Andalucia con nº LE-CO-06, en las áreas EHA-EHC-GTL-GTC-VSF-VSG

3. ENSAYOS DPSH

Laboratorio con Declaracion Responsable conforme RD 410/2010 con nº de registro AND-L-054

Titulo de la obra:	MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES " GUADIANA"
Localidad:	GUADIANA (BADAJOZ)
Fecha	24/02/2022

Nº REGISTRO	036/2022

DPSH Nº P1

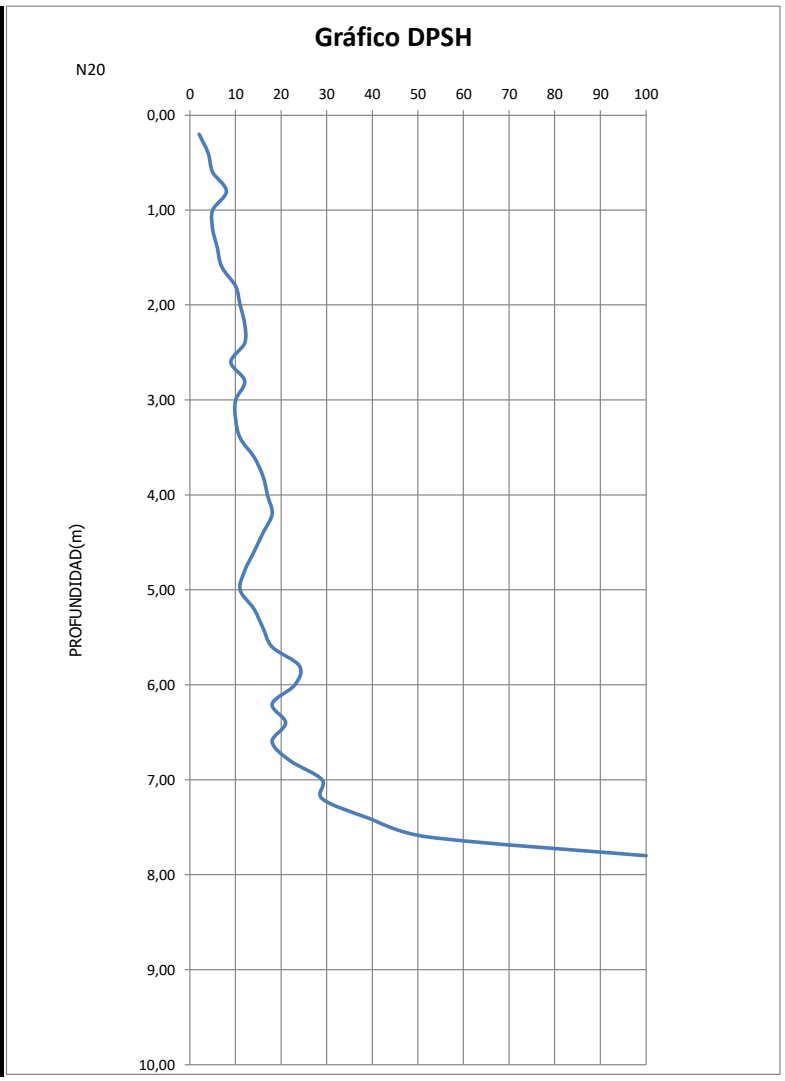
COMPROBACIONES ANTES DE LA PRUEBA
Tipo de cono utilizado: puntaza cónica
Longitud de la varilla: 1m
Peso de la maza 63,50 kg
Caida de maza 76cm

Hora de la prueba: 11:45-12:40
Duración de la prueba: 55 min

COMPROBACIONES DESPUES DE LA PRUEBA
Diámetro del cono: 19,63m2
Exentricidad y deflexiones del varillaje: 0,2mm (máx) / 0,2% (máx)

ENSAYO DE PENETRACIONES DINÁMICAS SUPERPESADA (DPSH) S/N UNE 103801:1994

PAR TORSIÓN	PROF.	P-1	PAR TORSIÓN	PROF.	P-1
	0,00-10,00 M			10,00-20,00	
	0,20	2		10,20	
	0,40	4		10,40	
	0,60	5		10,60	
	0,80	8		10,80	
100 Nm	1,00	5		11,00	
	1,20	5		11,20	
	1,40	6		11,40	
	1,60	7		11,60	
	1,80	10		11,80	
	2,00	11		12,00	
	2,20	12		12,20	
	2,40	12		12,40	
	2,60	9		12,60	
	2,80	12		12,80	
	3,00	10		13,00	
	3,20	10		13,20	
	3,40	11		13,40	
	3,60	14		13,60	
	3,80	16		13,80	
	4,00	17		14,00	
	4,20	18		14,20	
	4,40	16		14,40	
	4,60	14		14,60	
	4,80	12		14,80	
	5,00	11		15,00	
	5,20	14		15,20	
	5,40	16		15,40	
	5,60	18		15,60	
	5,80	24		15,80	
	6,00	23		16,00	
	6,20	18		16,20	
	6,40	21		16,40	
	6,60	18		16,60	
	6,80	22		16,80	
	7,00	29		17,00	
	7,20	29		17,20	
	7,40	39		17,40	
	7,60	52		17,60	
	7,80	100		17,80	
	8,00			18,00	
	8,20			18,20	
	8,40			18,40	
	8,60			18,60	
	8,80			18,80	
	9,00			19,00	
	9,20			19,20	
	9,40			19,40	
	9,60			19,60	
	9,80			19,80	
	10,00			20,00	



Observaciones:

Córdoba, a Marzo de 2022

el tecnico responsable de ensayo

Juan Javier Mohedano Gutierrez
I. civil

el director del Laboratorio

Natividad Torralbo Romero
I. Civil

Laboratorio con Declaracion Responsable conforme RD 410/2010 con nº de registro AND-L-054

Titulo de la obra:	MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES " GUADIANA"
Localidad:	GUADIANA (BADAJOZ)
Fecha	24/02/2022

Nº REGISTRO	036/2022

DPSH Nº P2

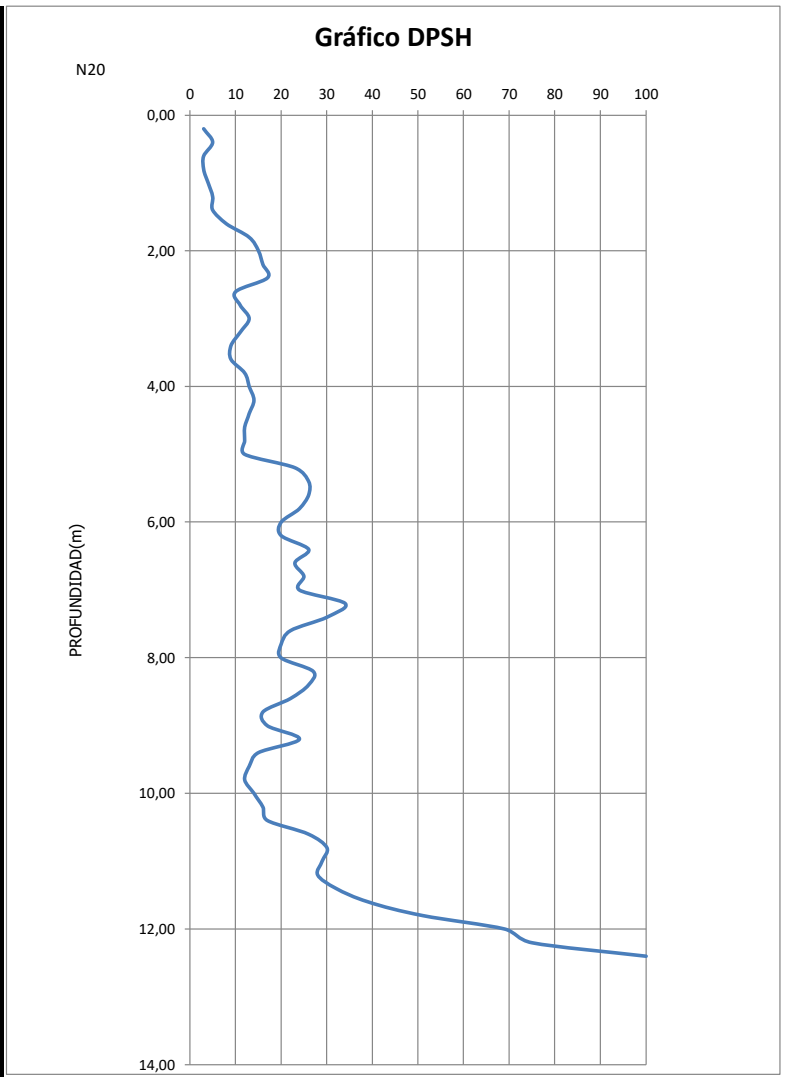
COMPROBACIONES ANTES DE LA PRUEBA
Tipo de cono utilizado: puntaza cónica
Longitud de la varilla: 1m
Peso de la maza 63,50 kg
Caida de maza 76cm

Hora de la prueba: 12:45-14:15
Duración de la prueba: 1 h 30 min

COMPROBACIONES DESPUES DE LA PRUEBA
Diámetro del cono: 19,63m2
Exentricidad y deflexiones del varillaje: 0,2mm (máx) / 0,2% (máx)

ENSAYO DE PENETRACIONES DINÁMICAS SUPERPESADA (DPSH) S/N UNE 103801:1994

PAR TORSIÓN	PROF. 0,00-10,00 M	P-2	PAR TORSIÓN	PROF. 10,00-20,00	P-2
	0,20	3		**10,20**	16
	0,40	5		**10,40**	17
	0,60	3		**10,60**	26
	0,80	3		**10,80**	30
100 Nm	**1,00**	4		**11,00**	29
	1,20	5		**11,20**	28
	1,40	5		**11,40**	32
	1,60	8		**11,60**	39
	1,80	13		**11,80**	51
	2,00	15		**12,00**	69
	2,20	16		**12,20**	75
	2,40	17		**12,40**	100
	2,60	10		**12,60**	
	2,80	11		**12,80**	
	3,00	13		**13,00**	
	3,20	11		**13,20**	
	3,40	9		**13,40**	
	3,60	9		**13,60**	
	3,80	12		**13,80**	
	4,00	13		**14,00**	
	4,20	14		**14,20**	
	4,40	13		**14,40**	
	4,60	12		**14,60**	
	4,80	12		**14,80**	
	5,00	12		**15,00**	
	5,20	23		**15,20**	
	5,40	26		**15,40**	
	5,60	26		**15,60**	
	5,80	24		**15,80**	
	6,00	20		**16,00**	
	6,20	20		**16,20**	
	6,40	26		**16,40**	
	6,60	23		**16,60**	
	6,80	25		**16,80**	
	7,00	24		**17,00**	
	7,20	34		**17,20**	
	7,40	30		**17,40**	
	7,60	22		**17,60**	
	7,80	20		**17,80**	
	8,00	20		**18,00**	
	8,20	27		**18,20**	
	8,40	26		**18,40**	
	8,60	22		**18,60**	
	8,80	16		**18,80**	
	9,00	17		**19,00**	
	9,20	24		**19,20**	
	9,40	15		**19,40**	
	9,60	13		**19,60**	
	9,80	12		**19,80**	
	10,00	14		**20,00**	



Observaciones:

Córdoba, a Marzo de 2022

el tecnico responsable de ensayo

Juan Javier Mohedano Gutierrez
I. civil

el director del Laboratorio

Natividad Torralbo Romero
I. Civil

5. ENSAYOS DE LABORATORIO

nº informe: 024/2022

Laboratorio con Declaración Responsable conforme RD 410/2010 con nº de registro AND-L-054

Preparacion de muestras para ensayos conforme UNE 103100/95

GRANULOMETRIA DE SUELOS POR TAMIZADO SEGÚN UNE 103101:95

PETICIONARIO: AGRIMENSUR, S.A.

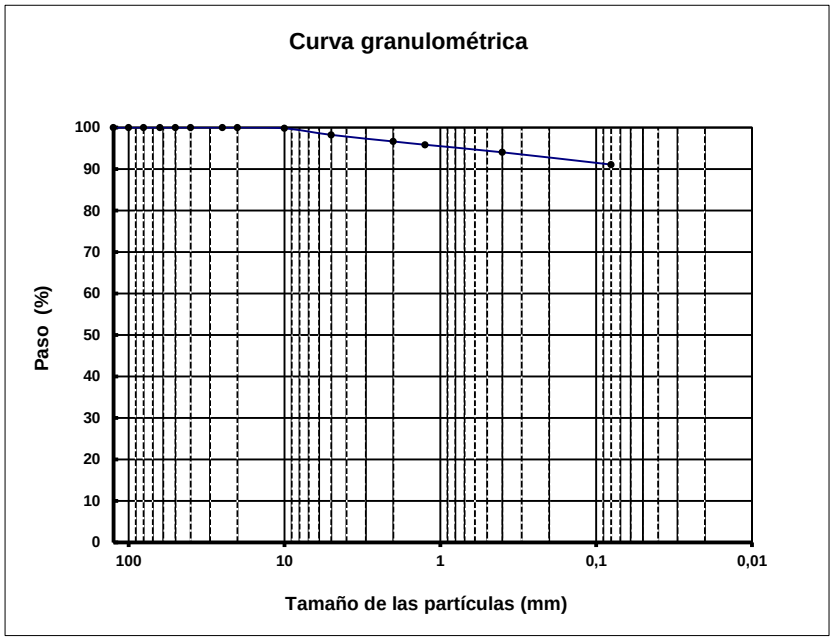
OBRA: INFORME GEOTECNICO PARA MEJORA DE EFICIENCIA ENERGETICA Y NUEVAS TECNOLOGIAS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES " GUADIANA" EN EL T.M. DE GUAREÑA - BADAJOZ

PROCEDENCIA: **CATA 1**

LOCALIZACION: CATA 1 DE 0,70 A1 ,60M. DE PROF.

MATERIAL: LIMOS ARCILLOSOS ROJIZOS CON INDICIOS DE GRAVILLAS

Tamaño partículas (mm)	Paso (%)
125	100,0
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
10	99,8
5	98,2
2	96,6
1,25	95,9
0,4	94,0
0,08	91,07



FECHA ENSAYO:	24/02/2022

DETERMINACION DE LA HUMEDAD NATURAL MEDIANTE SECADO EN ESTUFA, S/ N UNE- 103-300/93

LIMITES DE ATTERBERG: DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO SEGÚN UNE 103103:94 Y UNE 103104:93

FECHA ENSAYO:	24/02/2022

LIMITE LIQUIDO	58,9
LIMITE PLASTICO	40,5
INDICE DE PLASTICIDAD	18,4

CLASIFICACION DEL SUELO	H.R.B.	MH
	I.G.	A-7-5 15,14

Córdoba, a 27 de Abril de 2022

El Tecnico responsable de ensayo

Juan Javier Mohedano Gutierrez
I. Civil

C.I.F. B-91477539
Polígono Industrial Las Quemadas - Tecnocórdoba
Parcela 159 - 160 - Nave 6 - 14014 CÓRDOBA
Telf. 957 34 81 02
E-mail: administracion@labson.es

El director del Laboratorio

Natividad Torralbo Romero
I. civil

nº informe: 024/2022

Laboratorio con Declaración Responsable conforme RD 410/2010 con nº de registro AND-L-054

Preparacion de muestras para ensayos conforme UNE 103100/95

DETERMINACION DE LA AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON, SEGÚN EHE

PETICIONARIO:	AGRIMENSUR, S.A.
OBRA:	INFORME GEOTECNICO PARA MEJORA DE EFICIENCIA ENERGETICA Y NUEVAS TECNOLOGIAS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES " GUADIANA"
PROCEDENCIA:	CATA 1
LOCALIZACION:	CATA 1 DE 0,70 A1 ,60M. DE PROF.
MATERIAL:	LIMOS ARCILLOSOS ROJIZOS CON INDICIOS DE GRAVILLAS
fecha de toma de muestra;	03/02/2022

	Resultado (ml/kg) /(mg/kg)	**ESPECIFICACIONES SEGUN EHE**		
		GRADO DE AGRESIVIDAD		
		DEBIL	*MEDIO*	*FUERTE*
Acidez Baumann-Gully, UNE - EN 16502/2015	**12**	**> 200**		
Contenido de sulfatos, UNE 83963/2006:2008	**312,5**	*2000 a 3000*	*3000 a 12000*	*>12000*

Córdoba, a 27 de Abril de 2022

El Tecnico responsable de ensayo

Juan Javier Mohedano Gutierrez
I. Civil

C.I.F. B-91477539
Polígono Industrial Las Quemadas - Tecnocórdoba
Parcela 159 - 160 - Nave 6 - 14014 CÓRDOBA
Telf. 957 34 81 02
E-mail: administracion@labson.es

El director del Laboratorio

Natividad Torralbo Romero
I. Civil