



Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



[gmd@geotecnia.org](mailto:gmd@geotecnia.org)



914 920 220  
638 290 236

[www.geotecnia.org](http://www.geotecnia.org)

# ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO PARA DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS) DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES EN RASCAFRÍA (MADRID)



FECHA:	MAYO DE 2023
REFERENCIA:	EG-202303/24412
TITULAR:	CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y AGRICULTURA.
EMPLAZAMIENTO:	CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA (FINCA LOS BATANES)
PETICIONARIO:	CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y AGRICULTURA.

Laboratorio acreditado en el Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002  
Inscripción en CC.AA: MAD-L-128

GMD es marca registrada de Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L.

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid - Tomo 15.359, Libro 0, Folio 107. Sección 8. Hoja M-257619. Inscripción 2ª

Geotecnia y Medioambiente 2000, S.L. Calle Adelfa nº11, Pol.Ind. "Los Calahorros IV". 28970 Humanes de Madrid (Madrid)





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



[gmd@geotecnia.org](mailto:gmd@geotecnia.org)



914 920 220

638 290 236

[www.geotecnia.org](http://www.geotecnia.org)

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA.	2
2.	MARCO GEOLÓGICO Y SISMICIDAD.	3
	2.1. MARCO GEOLÓGICO.	3
	2.2. SISMICIDAD.	3
	2.3. EL GAS RADÓN.	4
3.	INVESTIGACIÓN REALIZADA.	9
	3.2. COTAS DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA.	9
	3.3. RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS "IN SITU".	10
4.	DESCRIPCIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DEL TERRENO.	13
	4.1. NATURALEZA Y DISPOSICIÓN DEL SUBSUELO.	13
	4.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.	15
5.	RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.	21
	5.1. LOCALIZACIÓN Y CARÁCTERÍSTICAS DEL NIVEL FREÁTICO.	21
	5.2. VACIADOS.	23
	5.3. CIMENTACIÓN.	25
6.	RESUMEN Y CONCLUSIONES.	33

## ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO Nº 1. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL Y CROQUIS DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS

ANEJO Nº 2. GRÁFICOS DE PENETRACIONES DINÁMICAS

ANEJO Nº 3. CORTES ESTRATIGRÁFICOS Y PERFILES LITOLÓGICOS

ANEJO Nº 4. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEJO Nº 5. FOTOGRAFÍAS DE TRABAJOS DE CAMPO

## BIBLIOGRAFÍA

Tipo de construcción:	DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)
Dirección:	DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES
	CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL
	PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA
	(FINCA LOS BATANES)
Municipio:	RASCAFRÍA (MADRID)
Referencia:	EG-202303/24412



Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



[gmd@geotecnia.org](mailto:gmd@geotecnia.org)



914 920 220

638 290 236

[www.geotecnia.org](http://www.geotecnia.org)

## 1. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA.

En el presente informe se describen los resultados obtenidos en el reconocimiento geotécnico realizado por **Geotecnia y Medioambiente 2.000, S.L.** en el **Centro de Investigación, Seguimiento y Evaluación del Parque Nacional Sierra de Guadarrama (Finca Los Batanes)** perteneciente a la localidad de **Rascafría (Madrid)** donde se prevé la construcción de dos sistemas de recirculación de agua (RAS) destinados a albergar un banco de reproductores.

Este estudio geotécnico, solicitado por **la Conserjería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura** tiene por objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarias para definir el tipo y condiciones de cimentación de las construcciones que se proyectan.

A efectos del reconocimiento del terreno, se trata de un **Tipo de construcción C-0** (construcciones de menos de 300 m<sup>2</sup>) y el terreno se podría clasificar dentro del **Grupo T-1** (terrenos favorables, aquellos con poca variabilidad y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados) según las Tablas 3.1 y 3.2 del Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB SE-C) del Código Técnico de la Edificación de 2006.

Así pues, el objetivo principal de este informe va encaminado a analizar el tipo de cimentación más adecuado e indicar las recomendaciones oportunas para su proyecto y construcción, todo ello en función de las características del terreno existente, que han sido definidas tras la realización de las diferentes fases que se describen a continuación:

- Reconocimiento de campo para investigar las características generales de los terrenos considerados y planificar la campaña de reconocimientos específicos a realizar.
- La campaña de campo se realizó el día **28 de abril de 2023** y consistió en:
  - Ejecución de **4 ensayos de penetración dinámica continua (tipo DPSH)** hasta obtener rechazo, para evaluar las características mecánicas del terreno.
- Realización de diferentes ensayos de laboratorio sobre la muestra obtenida para cuantificar los parámetros geotécnicos del subsuelo.
- Análisis de los datos obtenidos y elaboración del presente informe, donde se incluye un apartado de recomendaciones constructivas.

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412



## 2. MARCO GEOLÓGICO Y SISMICIDAD.

### 2.1. MARCO GEOLÓGICO.

Los datos necesarios para describir los aspectos geológicos generales y ubicar la zona de estudio dentro de su contexto geológico se han tomado, como es lógico, aportada por el Mapa Geológico de España (MAGNA) E:1/50.000, **Hoja 483-Segovia** expuesto en la documentación complementaria.

Los materiales que constituyen el ámbito de análisis se agrupan en dos conjuntos netamente diferentes. El primero está constituido por las rocas ígneas y metamórficas pertenecientes al Macizo Hercínico de edades precámbrico-paleozoicas, mientras que el segundo está representado por los sedimentos mesozoicos, terciarios y cuaternarios correspondientes al borde SE de la submeseta norte.

En el área de análisis de este documento los materiales mesozoicos están formados por series cretácicas por la banda de sedimentos de mayor extensión, con dirección aproximada NE-SO que se sitúa al oeste y sobre los que se asienta la ciudad de Segovia.

Los materiales cretácicos se encuentran discordantes sobre el sustrato paleozoico, ígneo y metamórfico, que está intensamente alterado en casi toda la zona de contacto.

En concreto, este cretácico está formado por areniscas con cementos dolomítico, pertenecientes a las facies "Areniscas dolomíticas de Hontoria"

Está formado por materiales detrítico siliciclástico, con una potencia que no supera los 40 m.

Los materiales detríticos son principalmente arenas medias y finas de cuarzo cementadas por dolomita. Organizándose estratos de 0,50 a 1,50 m, de espesor y tienen una extensión lateral de 5 a 10 m. Interiormente muestran estratificación cruzada, la cual a veces está distorsionada debido a la bioturbación

Intercalados entre los depósitos siliciclásticos se encuentran estromatolitos algales y construcciones arrecifales. El contacto entre los depósitos arenosos y las construcciones biológicas es erosivo, marcándose a veces mediante encostramientos de óxidos de hierro (hard ground), los cuales también han sido observados situados entre los cuerpos arenosos.

El tránsito a la unidad superior se hace de una forma gradual y a través de un tramo detrítico fino cuyo espesor es de unos 30-40 m. Este se realiza mediante una alternancia de niveles margoarcillosos de 20 a 30 cm de potencia y paquetes areniscosos (arenas finas de cuarzo cementadas por dolomita) de igual grosor.

Los niveles margo arcillosos en algunos puntos son de color negro, debido a la materia orgánica que contienen; en ellos se encuentran restos vegetales.

### 2.2. SISMICIDAD.

La norma *NCSE-02 DE 27 DE SEPTIEMBRE DE 2002 (B.O.E núm 224:11/10/2002)* proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma o rehabilitación y conservación de obras a las que es aplicable la citada norma.

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica para cada punto del territorio y viene expresada en relación al valor de la gravedad de la aceleración sísmica básica,  $a_b$ , 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 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.

Desde el punto de vista sísmico y según la normativa sismorresistente actual (NCSE-02 publicada en BOE del 11 de octubre de 2002), la localidad de **Rascafría (Madrid)** se encuentra situada en una zona de mínimo riesgo donde las prescripciones de índole general son:

- Clasificación de las construcciones: de normal importancia
- Aceleración sísmica básica:  $<0,04 \text{ g}$
- Aceleración sísmica de cálculo:  $<0,06 \text{ g}$

Para estas premisas, al área de estudio se considera como de baja peligrosidad y para el tipo de edificación prevista, dicha Norma no es de obligatoria aplicación, según se especifica en el apartado "1.2.3. Criterios de aplicación de esta Norma", página 35902 del citado BOE.

En consecuencia, no son necesarias comprobaciones en este sentido; no siendo preciso aplicar este factor en el cálculo estructural.

## 2.3. EL GAS RADÓN.

### INTRODUCCIÓN.

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. 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  $300 \text{ Bq/m}^3$ .

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 ( $\text{Rn-222}$ ) 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:

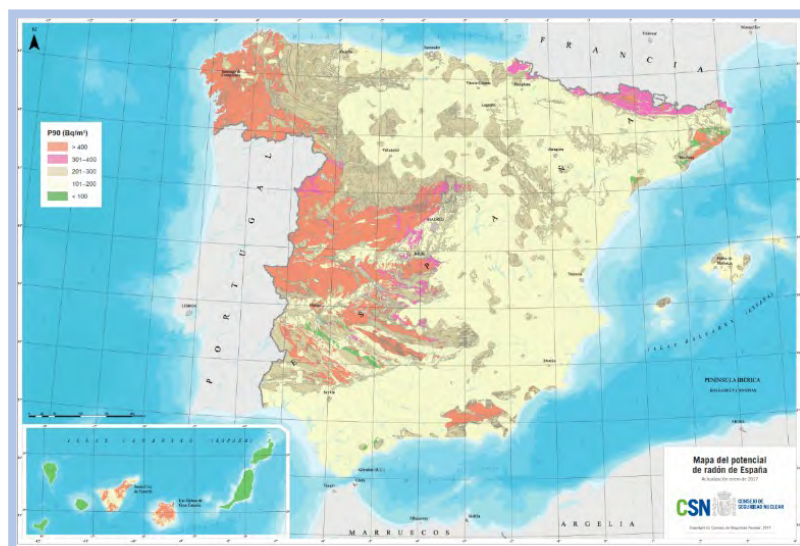
1.- Tipo de suelo; en efecto, la concentración del radón depende especialmente de la presencia en el suelo de uranio y de radio, pero también de la porosidad del suelo y de su permeabilidad. 2.- Elección de los materiales de construcción: algunos materiales de construcción dejan pasar el gas radón con 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 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.



#### ■ 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/m<sup>2</sup> (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/m<sup>2</sup>.

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412



#### ■ 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%.



#### MEDIDAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RADÓN.

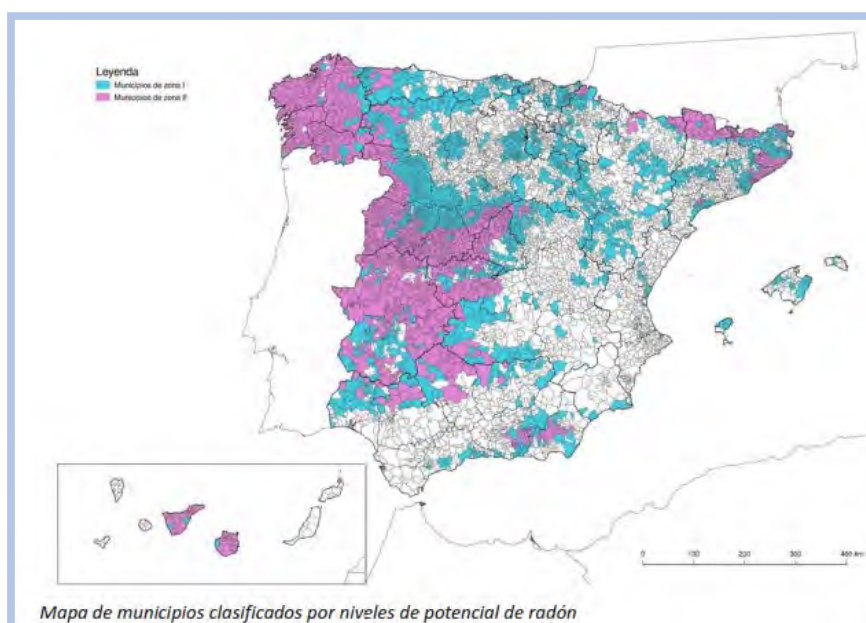
Estas medidas se adoptarán en cada caso en función del nivel de riesgo del municipio donde se encuentra la edificación y para edificios existentes será de aplicación el criterio de flexibilidad del CTE, pudiéndose aplicar soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible:

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:  
Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412

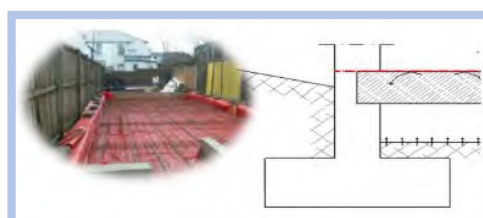


Deben implementarse en el edificio en función de la zona a la que pertenezca el edificio donde se ubica el mismo. El caso que nos ocupa, **Rascafría, se trata de zona 2.**

Para verificar el cumplimiento del nivel de referencia en los edificios ubicados en los términos municipales incluidos en el apéndice B (de la Sección HS 6), en función de la zona a la que pertenezca el municipio deberán implementarse las siguientes soluciones, u otras que proporcionen un nivel de protección análogo o superior.

ZONAS	OBRA NUEVA
Zona I	Barrera de protección / cámara sanitaria ventilada
Zona II	Barrera de protección + despresurización del terreno (sistema de arquetas o de tubos)

1 En los municipios de la zona I se dispondrá de una barrera de protección, entre el terreno y los locales habitables de edificio que limite el paso de los gases provenientes del terreno. Alternativamente se podrá disponer entre el terreno y los locales habitables del edificio una cámara de aire destinada a mitigar la entrada del gas a esos locales. En este caso, la cámara de aire deberá estar ventilada y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas, fisuras o discontinuidades entre los elementos y sistemas constructivos que pudieran permitir el paso del radón.



Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:  
Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412





## Estudios Geotécnicos y Control de Materiales



[gmd@geotecnia.org](mailto:gmd@geotecnia.org)



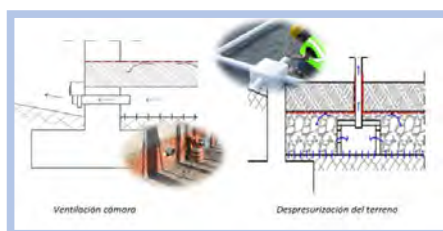
914 920 220

638 290 236

[www.geotecnia.org](http://www.geotecnia.org)

2 En los municipios de la zona II se dispondrá de una barrera de protección junto con un sistema adicional que podrá ser:

- i) un espacio de contención ventilado situado entre el terreno y los locales a proteger, para mitigar la entrada de radón proveniente del terreno a los locales habitables mediante ventilación natural o mecánica.
- ii) o bien, un sistema de despresurización del terreno que permita extraer los gases contenidos en el terreno colindante al edificio.



Cuando existan locales habitables situados en grandes áreas que no están protegidas, tales como cabinas de vigilante en garajes, podrá emplearse para la protección de dichos locales, como solución alternativa a las establecidas en los párrafos anteriores, la creación de una sobrepresión en el interior del local habitable mediante la introducción de aire al exterior.

En el caso de intervenciones en edificio existentes la aplicación de las soluciones anteriores podrá ajustarse mediante la utilización de soluciones alternativas que, en conjunto, permitan limitar adecuadamente la entrada de radón. En todo caso es necesario que los locales habitables dispongan de un nivel de ventilación interior que cumpla con la reglamentación en vigor de calidad del aire.

Para más información sobre las soluciones constructivas: *Sección HS 6 en el Documento Básico DB HS de Salubridad.*

### Fuente:

- *Mapa del potencial de radón de España. Consejo de Seguridad Nuclear.*
- *Sección HS 6 en el Documento Básico DB HS de Salubridad.*

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412

### 3. INVESTIGACIÓN REALIZADA.

Para el estudio y definición de las características geotécnicas del terreno existente en la zona objeto de estudio se ha realizado una campaña de reconocimientos específicos.

Esta campaña geotécnica ha consistido en la realización de ensayos de penetración dinámica continua (tipo DPSH) hasta alcanzar rechazo, así como la toma de una muestra alterada realizada con el propio equipo de penetración dinámica.

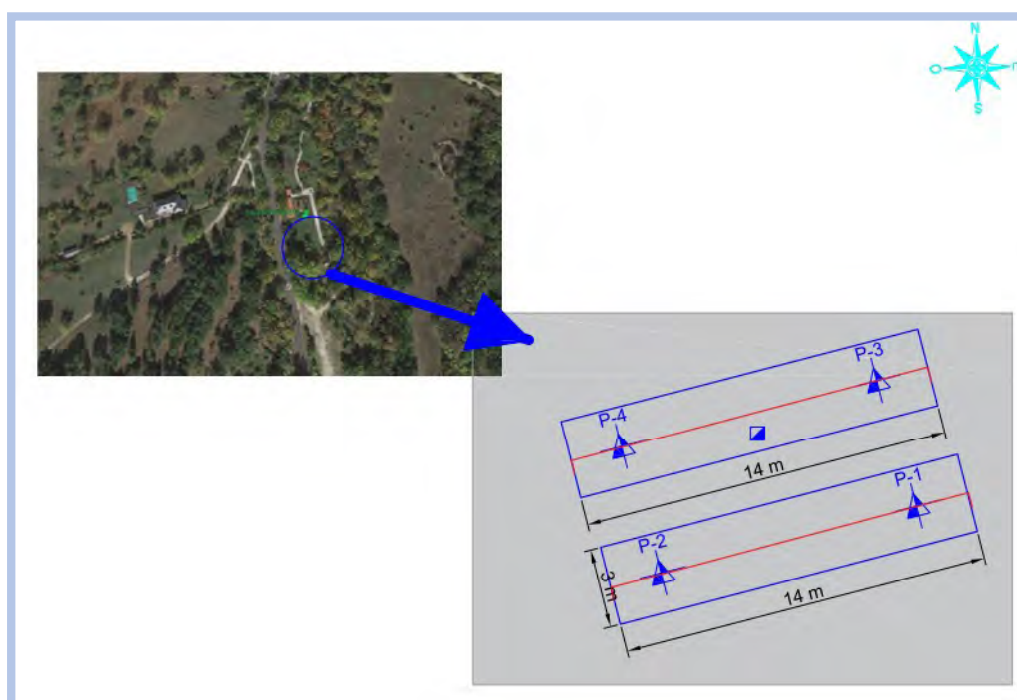
La disposición de esta investigación ha sido repartida a lo largo del eje longitudinal de la huella de ocupación de la nueva construcción.

La descripción y los resultados obtenidos en laboratorio de cada uno de los diferentes tipos de reconocimientos se analizan en los siguientes apartados y se incluyen en los Anejos adicionales del presente informe.

#### 3.2. COTAS DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA.

Se considera la cota 0,00 m la cota de las embocaduras de los reconocimientos, en el momento de realizar los mismos:

ENSAYO	P-1	P-2	P-3	P-4
Cota (m)	0,00 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m



Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:  
Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412

La zona de estudio presenta vegetación estacional en el momento de la realización de los reconocimientos.



### 3.3. RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS "IN SITU".

#### 1. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

Se realizaron **4 ensayos de penetración dinámica continua**, utilizando un penetrómetro **tipo DPSH** (*maquinaria TECOINSA*) de las siguientes características:

Peso de la maza: 63,5 kg  
Altura de caída: 75 cm  
Peso de varilla: 6,3 kg/ml  
Tipo de puntaza: 20,4 cm<sup>2</sup> de sección

Este ensayo consiste básicamente en la hincada de una varilla en el terreno, utilizando la energía de caída de la maza y contabilizando el número de golpes necesarios para cada 20 cm de penetración ( $N_{20}$ ). El ensayo finaliza cuando se superan los 100 golpes para una penetración de 20 cm ( $N_{20} > 100$ ), lo que se considera como rechazo.

La representación en un gráfico, del número de golpes de cada tanda en función de la profundidad, proporciona una caracterización cualitativa de las variaciones resistentes del terreno con la profundidad, que puede cuantificarse mediante determinadas correlaciones cuya fiabilidad depende de la naturaleza del terreno.

La situación de los puntos donde se realizaron los ensayos de penetración y los gráficos de penetración obtenidos se incluyen en los Anejos adicionales del presente informe.



Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412

En los siguientes cuadros se reflejan los intervalos de valores de golpeo ( $N_{20}$ ) obtenidos en los ensayos efectuados:

Ensayos de penetración dinámica					
Ensayo	Cota de las embocaduras (m)	Profundidad de rechazo desde las embocaduras (m)	Nivel	Profundidad de nivel (m)	$N_{20}$
P-1	0,00 m	0,80 m	NIVEL 0	0,00-0,20 m	7
			NIVEL 1	>0,20 m	35-100
			NIVEL 2	No se identifica	
P-2	0,00 m	0,60 m	NIVEL 0	0,00-0,20 m	3
			NIVEL 1	>0,20 m	62-100
			NIVEL 2	No se identifica	
P-3	0,00 m	3,20 m	NIVEL 0	0,00-0,20 m	7
			NIVEL 1	0,20-2,80 m	6-42
			NIVEL 2	>2,80 m	54-100
P-5	0,00 m	1,00 m	NIVEL 0	0,00-0,60 m	4-9
			NIVEL 1	>0,60 m	84-100
			NIVEL 2	No se identifica	

## 2. NIVEL DE AGUA.

En los reconocimientos realizados del día **28 de abril de 2023** no se detectó ningún nivel de agua. No obstante, la bajada de resistencia detectada en el ensayo de penetración dinámica P-3 a 1,80 m puede ser debido a un nivel de agua.

Los niveles no han de considerarse estables, dado que se encuentran sometidos a fluctuaciones condicionadas por el régimen hidrológico, condiciones hidrogeológicas, aportes o extracciones artificiales, etc.

En lo que respecta al valor del coeficiente de permeabilidad ( $K$ ) estimado, se podrán considerar los valores que se indican en el siguiente cuadro, según Tabla 28 CTE-DB-SE-C.

Nivel	Coeficiente de Permeabilidad (m/s)
Nivel 0	$10^{-2}$ - $10^{-5}$
Nivel 1	$10^{-2}$ - $10^{-5}$
Nivel 2	$10^{-2}$ - $10^{-5}$ * considerando jabre

Tabla D.28. Valores orientativos del coeficiente de permeabilidad.

Tipo de suelo	Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad (m/s)
Grava limpia	$>10^{-2}$
Arenas 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	$<10^{-9}$

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412



La tipología de la investigación no permite controlar los niveles de agua a lo largo de un periodo de tiempo prolongado, salvo el que se ciñe al tiempo de la ejecución de los trabajos.

### 3. ENSAYOS DE LABORATORIO.

En laboratorio se procedió a la apertura e inspección de las muestras extraídas, efectuándose sobre ellas los ensayos más oportunos en función de sus características y de su cota de obtención.

MUESTRA	COTA
M1	0,20-0,60 m
	

Estos ensayos tienen como fin la identificación precisa del tipo de suelo, así como la determinación de sus características mecánicas y químicas.

Los ensayos se llevaron a cabo de acuerdo con las correspondientes normas UNE y NLT, habiéndose efectuado las siguientes determinaciones:

- Granulometría por tamizado (UNE 103-101):	1 unidad
- Límites de Atterberg (UNE 103-103 Y UNE 103-104):	1 unidad
- Humedad natural (UNE 103-300):	1 unidad
- Contenido cuantitativo de sulfatos (UNE 83963:2008):	1 unidad
- Clasificación U.S.C.S.:	1 unidad

Los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados se recogen en las correspondientes fichas de laboratorio incluidas en los Anejos adicionales.

En el siguiente cuadro se refleja un resumen de los valores obtenidos en los ensayos realizados sobre la muestra obtenida:

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA									
MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL	U.S.C.S.	Humedad (%)	Pasa #0,080	LL (%)	IP	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/kg)
M1	ALTERADA	0,20-0,60 m	NIVEL 1	SM	3,50	13,61	0,00	NP	NEGATIVO



#### 4. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DEL TERRENO.

##### 4.1. NATURALEZA Y DISPOSICIÓN DEL SUBSUELO.

Según los reconocimientos realizados, la experiencia en la zona de estudio y las referencias, se deduce que el terreno está constituido en superficie por un nivel de rellenos antrópicos (materiales normalmente procedentes de excavaciones).

Infrayacente a este nivel superficial se localizan los materiales correspondientes a la unidad aluvial de fondos de Valles. Son arenas limos, gravas y cantos. Son sedimentos ligados a los cursos fluviales (estacionales o no) y constituidos por gravas, arenas y limos de naturaleza poligénica (granitos, neises, cuarzo, etc.) y granulometría muy heterogénea.

Los depósitos ligados a los cursos fluviales encajados en los sedimentos terciarios suelen tener una granulometría más fina y homogénea que los instalados sobre los materiales del zócalo hercínico.

En los depósitos del río Eresma se forman barras de meandro (point bars) bien desarrolladas.

Finalmente, a mayor profundidad se localizaría la unidad de ortogneises glandulares. Son las formaciones metamórficas más abundantes de la Hoja, especialmente en las partes topográficamente más altas, dando relieves de aspecto granítico. Forman macizos bandeados intercalados con el resto de la serie metamórfica, con contactos netos con las distintas litologías descritas en la columna, salvo ciertas imprecisiones, mencionadas en su caso, con los otros tipos cuarzofeldespáticos más mesocratos o no glandulares (leuconeises). En otros sectores de la Sierra de Guadarrama han recibido denominaciones variadas de tipo geográfico o referente a cualidades estructurales y/o composición, tales como las de homogéneos, sálicos, monzoníticos, ácidos o metagraníticos en sentido amplio.

En general, estos materiales suelen presentar un grado variable de migmatización. Ésta es especialmente importante en sectores (p. ej., zona del río Pirón o cerro Pelado), llegando a formarse nebulitas glandulares y granitoides heterogéneos muy contaminados. En la penillanura segoviana los fenómenos migmatíticos más frecuentes son metatexitas de estructura estromática, flebítica o estictolítica, en forma de venas leucosomáticas ricas en nódulos cordieríticos (VILLASECA, 1983). Las variedades migmatíticas, independientemente de su protolito glandular, no han sido discriminadas cartográficamente y están agrupadas en este conjunto de ortogneises glandulares, más o menos leucocráticos o ácidos en composición.

Así, según los reconocimientos realizados, la experiencia en la zona de estudio y las referencias bibliográficas, pueden diferenciarse los siguientes niveles:

- **Nivel 0: rellenos antrópicos.**

Se trata de un nivel de materiales normalmente procedentes de excavaciones integrado por arenas arcillosas de tonos marrones.

En general constituyen un suelo alterado y/o poco consolidado, de carácter no homogéneo y potencialmente compresible, de compacidad floja a media y baja capacidad portante, no adecuados para el apoyo de cimentaciones,  $N_{20} = 3-9$ .

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412

En la zona objeto de estudio presentan una potencia comprendida entre 0,20-0,60 m desde la cota de inicio de los reconocimientos realizados.

En el siguiente listado se indican las potencias obtenidas de suelo alterado y/o poco consolidado (Nivel 0), medidas desde la cota de inicio de cada uno de los reconocimientos:

Ensayo	Cota de las embocaduras de los reconocimientos (m)	Potencia del Nivel 0, desde embocadura de ensayos (m)
P-1	0,00 m	0,20 m
P-2	0,00 m	0,20 m
P-3	0,00 m	0,20 m
P-4	0,00 m	0,60 m

- Nivel 1: depósitos de fondos de valle.**

Se trata de un nivel constituido por arenas limos, gravas y cantos. Son sedimentos ligados a los cursos fluviales (estacionales o no) y constituidos por gravas, arenas y limos de naturaleza poligénica (granitos, neises, cuarzo, etc.) y granulometría muy heterogénea.

En general, los materiales que conforman este Nivel están integrados por sedimentos de naturaleza heterogénea y distribución irregular dentro del conjunto del depósito.

Según los ensayos realizados se trata de un suelo granular con capacidad portante baja (de 1,80-2,80 m probablemente por presencia de agua) y alta a techo de la unidad,  $N_{20} = 6-42$ .

A continuación, se muestra una tabla con las profundidades del Nivel 1, según los reconocimientos realizados y desde las embocaduras de los mismos.

ENSAYO	Cotas de las embocaduras de los reconocimientos (m)	Intervalo de profundidad del Nivel 1, desde embocadura de ensayos (m)
P-1	0,00 m	>0,20 m
P-2	0,00 m	>0,20 m
P-3	0,00 m	0,20-2,80 m
P-4	0,00 m	>0,60 m

- Nivel 2: jabre de ortogneis/o roca de ortoneises glandulares "alterada".**

Se trata de un nivel formado por arenas arcillosas de tonos marrones con fragmentos de roca alterada.

En su conjunto, del lado de la seguridad, se considera un suelo granular de compacidad densa a muy densa,  $N_{20} = 26-100$ .

En profundidad, bajo el "jabre", se localizaría la roca alterada con grado de meteorización II-III. Puede clasificarse como una roca de calidad geotécnica Media a Buena (roca de clase II-III), según la clasificación geomecánica de Bieniawski (1989), con una capacidad portante alta.

Este nivel se identifica a partir de 2,80 m, según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos:

ENSAYO	Cotas de las embocaduras de los reconocimientos (m)	Profundidad del Nivel 2, desde embocadura de ensayos (m)
P-1	0,00 m	No se alcanza
P-2	0,00 m	No se alcanza
P-3	0,00 m	>2,80 m
P-4	0,00 m	No se alcanza

## 4.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

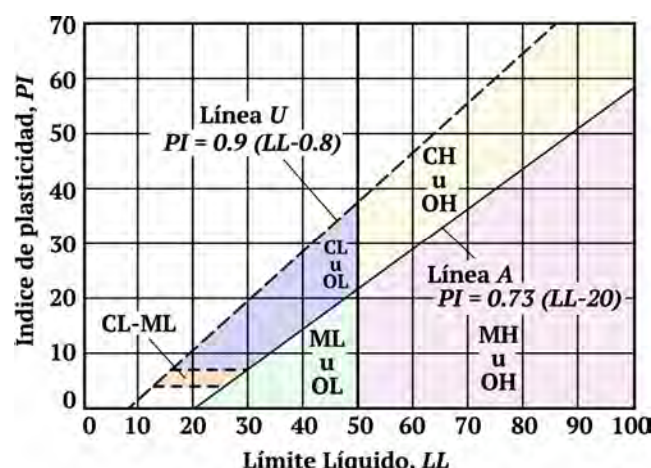
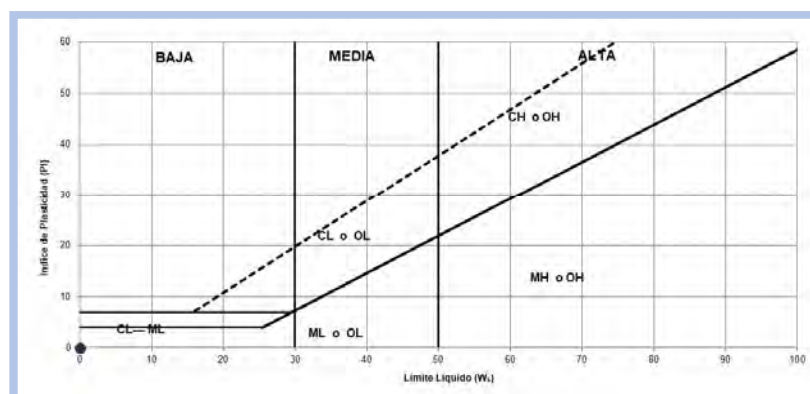
En este apartado se describen las principales características geotécnicas del terreno existente en la zona objeto de estudio:

### Granulometría y plasticidad:

Atendiendo a los resultados obtenidos sobre las muestras ensayadas en laboratorio los materiales ensayados se pueden clasificar en función de su contenido en finos.

Respecto a la plasticidad, la representación de los resultados obtenidos en el gráfico de plasticidad de Casagrande, permite clasificar las fracciones finas de las muestras ensayadas.

MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL	U.S.C.S.	LL (%)	IP
M1	ALTERADA	0,20-0,60 m	NIVEL 1	SM	0,00	NP



Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412



Identificación en el campo excluyendo las partículas mayores de 7,6 cm y basado las fracciones en pesos estimados					Símbolo del grupo	Nombres típicos		
SUELOS DE GRANO GRUESO más del 50% es retenido en el tamiz n°200	GRAVAS- 50% o más de la fracción gruesa es retenido por el tamiz N°4	Para la clasificación visual puede suponerse que la abertura del tamiz N°4 es equivalente a medio centímetro.	Gravas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños Intermedios	GW	Gravas y mezclas de arena y grava bien graduadas con pocos finos o sin finos		
				Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños Intermedios	GP	Gravas y mezclas de arena y grava mal graduadas, con pocos finos o sin finos		
			Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	Fracción fina o plásticas (para la identificación, ver el grupo ML más abajo)	GM	Gravas limosas, mezclas de grava arena y limo		
				Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL más abajo)	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla		
	ARENAS- más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz N°4	Arenas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de toso los tamaños Intermedios	SW	Arenas y arenas con grava bien graduadas, con pocos dnos o sin finos			
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños Intermedios	SP	Arenas y arenas con grava mal graduadas con pocos finos o sin ellos			
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	Finos no plásticos (para identificación ver el grupo ML más abajo)	SM	Arenas limosas, mezclas de arenas y limo.			
			Finos plásticos (para identificación ver el grupo CL más abajo)	SC	Arenas arcillosas, mezcla de arena y arcilla.			
			Métodos de identificación para la fracción que pasa por el tamiz N°40					
			SUELOS DE GRANO FINO más del 50% pasa por el tamiz n°200	LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido igual o menor que 50	Resistencia en estado seco (a la disgregación)	Distancia (reacción a la agitación)	Tenacidad (consistencia)	
Nula a ligera	Rápida a lenta	Nula			ML	Limos Inorgánicos arenas muy finas, polco de roca, arenas finas limosas o arcillosas		
Media a alta	Nula a muy lenta	Media			CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad bajo o media, arcillas con grava, arenosas o limosas		
Ligera a media	Lenta	Ligera			OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.		
LIMOS Y ARCILLAS Límite líquido igual o menor que 50	Ligera a media	Lenta a nula		Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos con mica o diatomeas, limos clásticos.		
	Alta a muy alta	Nula		Alta	CH	Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad.		
	Media a alta	Nula a muy lenta		Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media o elevada		
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa.			PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos		
Los suelos que poseen características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos, por ejemplo: GW-GC, mezcla bien graduadas de arena y grava. Todos los tamaños de tamices se refieren al U.S. Standar.								

### Sistema unificado de clasificación de suelos (USCS). (En Lambe y Whitman, 1981)

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:





DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412

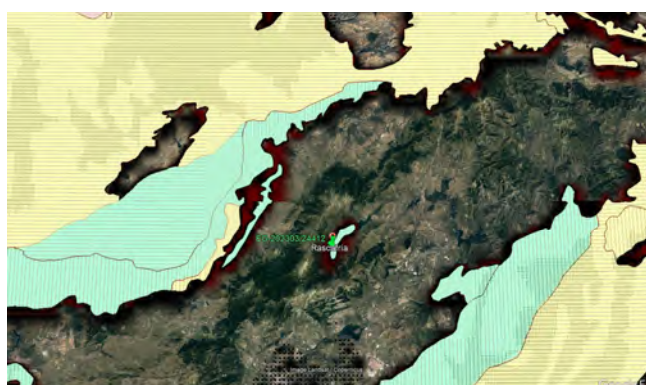
### Expansividad:

Según el mapa predictor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España (IGME) la parcela objeto de estudio no está en zona de arcillas expansivas.

### Leyenda



	ARCILLAS NO EXPANSIVAS O DISPERSAS EN MATRIZ NO ARCILLOSA: <u>RIESGO DE EXPANSIVIDAD NULO O BAJO</u>
	ARCILLAS EXPANSIVAS SUBORDINADAS O EMPLAZADAS EN ZONAS CLIMATICAS SIN DEFICIT ANUAL DE HUMEDAD: <u>RIESGO DE EXPANSIVIDAD BAJO A MODERADO</u>
	ARCILLAS EXPANSIVAS LOCALMENTE PREDOMINANTES Y EMPLAZADAS EN ZONAS CLIMATICAS CON DEFICIT ANUAL DE HUMEDAD: <u>RIESGO DE EXPANSIVIDAD MODERADO A ALTO</u>
	ARCILLAS EXPANSIVAS PREDOMINANTES O ZONAS DONDE SE HAN PRESENTADO PROBLEMAS DE EXPANSIVIDAD <u>RIESGO DE EXPANSIVIDAD ALTO A MUY ALTO</u>



### ■ R. Ortiz, 1975.

Se puede caracterizar el grado de expansividad de un suelo mediante dos 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: 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.

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412



Como valores de comparación se recogen los siguientes parámetros según *R. Ortiz, 1975*:

Expansividad	Límites de retracción	IP	WL	% = 200	% <0,001mm	Actividad IP/ = 2 (Skemptonmod)
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 <sup>2</sup> )	Presión de hinchamiento (kg/cm <sup>2</sup> ), 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 función de los resultados de plasticidad obtenidos, las referencias bibliográficas y la experiencia en la zona de estudio, en principio no será necesario tomar medidas encaminadas a mantener el grado de humedad natural del terreno para evitar, de esta forma, la aparición de posibles fenómenos de carácter expansivo por cambios de volumen (hinchamiento o retracción).

#### Actividad química:

En los reconocimientos realizados del día **28 de abril de 2023** no se detectó ningún nivel de agua. No obstante, la bajada de resistencia detectada en el ensayo de penetración dinámica P-3 a 1,80 m puede ser debido a un nivel de agua.

Por otro lado, en la muestra de suelo analizada **Nivel 1** el contenido en sulfatos obtenido es bajo, **negativo (inferior a 2000 mg/kg)**, lo que corresponde a terrenos no agresivos, ya según la *Tabla 27.1. Clasificación de la agresividad química del Capítulo 7 del Código Estructural (Título 2. Estructuras de hormigón)* el tope máximo para ser considerados agresivos es de 2000 mg/kg.

Tabla 27.1.b. Clasificación de la agresividad química

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETRO	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		XA1	XA2	XA3
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
SUELO	★ Grado de acidez Baumann-Gully (ml/kg) <i>según UNE EN 16502</i>	>200	(*)	(*)
	Ión sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / kg de suelo seco) <i>según UNE 83963</i>	2000-3000	3000-12000	>12000

★ El ensayo de Grado de acidez Baumann-Gully no se realiza porque no es necesario dadas las características del terreno.

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412

Con estos resultados, en principio, **no será necesaria la utilización de cementos especiales** resistentes a la acción de los sulfatos en la formación de los hormigones en contacto con el terreno, aunque es conveniente cuidar su ejecución para que estos resulten compactos y poco permeables.

### Módulo de balasto vertical:

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 la *Tabla D.29. Valores orientativos del coeficiente de balasto*, así:

Tabla D.29. Valores orientativos del coeficiente de balasto, $K_{30}$	
Tipo de suelo	$K_{30}$ (MN/m <sup>3</sup> )
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

NIVEL	Módulo de balasto vertical, $K_{30}$ = (MN/m <sup>3</sup> )
NIVEL 0	10-30 MN/m <sup>3</sup>
NIVEL 1	30-60 MN/m <sup>3</sup>
NIVEL 2	90-200 MN/m <sup>3</sup>

### Otros parámetros geotécnicos estimados.

NIVEL 0	
PARÁMETRO	VALOR
$N_{20}$	2-9
$K_{30}$ (MN/m <sup>3</sup> )	10-30
$K$ (m/s)	$10^{-2}$ - $10^{-5}$
$\gamma$ densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ) *estimada	1,63
$\gamma$ densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) *estimada	1,8
$\gamma$ densidad sumergida (g/cm <sup>3</sup> ) *estimada	0,96
$C'$ cohesión (kg/cm <sup>2</sup> ) *estimada	0
$\phi$ ángulo de rozamiento interno (°) *estimada	28

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



[gmd@geotecnia.org](mailto:gmd@geotecnia.org)

914 920 220

638 290 236

[www.geotecnia.org](http://www.geotecnia.org)

NIVEL 1	
PARÁMETRO	VALOR
N <sub>20</sub>	6-100
K <sub>30</sub> (MN/m <sup>3</sup> )	90-100
K (m/s)	10 <sup>-2</sup> -10 <sup>-5</sup>
Humedad (%)	3,5
#0,080 (%)	13,6
Límite líquido (%)	0,0
Índice de plasticidad	NP
Sulfatos (mg/kg)	Negativo
γ densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ) <i>*estimada</i>	1,93
γ densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) <i>*estimada</i>	2,00
γ densidad sumergida (g/cm <sup>3</sup> ) <i>*estimada</i>	1,07
C' cohesión (kg/cm <sup>2</sup> ) <i>*estimado</i>	0
φ' ángulo de rozamiento interno (°) <i>*estimado</i>	32

NIVEL 2	
PARÁMETRO	VALOR
N <sub>20</sub>	54-00
K <sub>30</sub> (MN/m <sup>3</sup> )	90-200
K (m/s)	10 <sup>-2</sup> -10 <sup>-5</sup>
γ densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ) <i>*estimada</i>	1,98
γ densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> ) <i>*estimada</i>	2,20
γ densidad sumergida (g/cm <sup>3</sup> ) <i>*estimada</i>	1,42
C' cohesión (kg/cm <sup>2</sup> ) <i>*estimado</i>	0,1
φ' ángulo de rozamiento interno (°) <i>*estimado</i>	30

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412



## 5.RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.

En este apartado se exponen, en función de las características del terreno existente y de los resultados obtenidos en los reconocimientos efectuados diferentes recomendaciones constructivas para lo cual se analizan aspectos tales como: localización y características del nivel freático, trabajos de excavación previstos (vaciados), y tipo de cimentación y tensión admisible al terreno.

### 5.1. LOCALIZACIÓN Y CARÁCTERÍSTICAS DEL NIVEL FREÁTICO.

La superficie de la Hoja pertenece en su mayor parte a la cuenca hidrográfica del Duero, aunque la zona O, coincidiendo con el límite provincial de Madrid, pertenece a la cuenca hidrográfica del Tajo.

La zona correspondiente a la cuenca del Duero está comprendida en el denominado Sistema Acuífero N° 11, Terciario detrítico de dicho sistema y el sustrato granítico-paleozoico. Este último está constituido por la estribación nororiental del Sistema Central. El granito aflorante es, por lo general, de grano grueso, con abundancia de biotita y feldespato, atravesado a veces por diques de pórfido, aplitas y pegmatitas; los neises y ortoneises glandulares con fracturación muy densa constituyen, junto a los granitos, el mencionado sustrato. Hidrogeológicamente se considera impermeable, si bien pueden existir pequeños acuíferos localizados en fracturas, que pueden ser utilizables para cubrir demandas muy pequeñas, dado el escaso caudal, siendo la calidad de las aguas excelente.

Sobre el zócalo paleozoico y discordante con él, se encuentran los materiales mesozoicos, principalmente los sedimentos cretácicos, que son los que presentan mayor interés dentro del Sistema Acuífero N° 11. Las características hidrogeológicas de los diferentes tramos constituidos, de muro a techo son:

**Facies Utrillas:** constituida por una alternancia de arcillas y arenas de porosidad intergranular, de baja permeabilidad en conjunto, debido a la heterometría de grano, pero que puede ser importante como transmisora por percolación.

**Areniscas y dolomías basales:** con muy buenas perspectivas hidrogeológicas y de comportamiento bastante irregular, dependiendo de los espesores de las areniscas y de los tramos calizo-dolomíticos. Presentan posibles problemas de arrastres de arenas en la explotación, procedentes de la disolución de cemento de las areniscas de las que proceden.

**Areniscas y dolomías basales:** con muy buenas perspectivas hidrogeológicas y de comportamiento bastante irregular, dependiendo de los espesores de las areniscas y de los tramos calizo-dolomíticos. Presentan posible problemas de arrastres de arenas en la explotación, procedentes de la disolución de cemento de las areniscas de las que proceden.

**Tramo dolomítico:** sobre el anterior y concordante con él, aparecen una serie de dolomías en bancos potentes, muy homogéneas y karstificadas. Su potencia disminuye de N a S e hidrogeológicamente es muy interesante cuando está saturado.

El Terciario detrítico se encuentra discordante sobre las formaciones inferiores, cubriendo indistintamente a cualquiera de ellas. Los niveles de arenas, que constituyen los niveles más permeables, están dispuestos lantejonamente, con dimensiones variables tanto horizontal como verticalmente. La potencia del Terciario es variable según las zonas y de acuerdo con la disposición del zócalo. La transmisividad de este acuífero es más bien baja y la recarga se produce por infiltración del agua de precipitación, y en algunas zonas, por

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:  
Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412



aporte lateral del acuífero mesozoico y también por el retorno de riesgos con aguas superficiales. La calidad del agua se puede considerar que es conveniente para consumo humano y apta para su utilización en regadío, de una gran uniformidad en todo el sistema, estando muy poco mineralizada.

Los materiales cuaternarios, hidrogeológicamente constituyen acuíferos libres, susceptibles de ser explotados con pozos de poca profundidad, pero carecen prácticamente de reservas.

La zona correspondiente a la cuenca del Tajo, forma parte de las unidades hidro- geológicas consideradas para la provincia de Madrid: sustrato granítico-paleozoico, cuya características coinciden con las ya mencionadas para la Cuenca del Duero y las calizas mesozoicas del borde del Guadarrama (AGUILO, M., (1983). Esta última unidad hidrogeológica, con una extensión en esta cuenca de 25 km<sup>2</sup>, ubicada en la Fosa del Lozoya, forma parte del Sistema Acuífero N° 17 de la cuenca del Tajo. Se trata de una serie de formaciones cretácicas que descansan directamente sobre el zócalo paleozoico.

Las características hidrogeológicas de este acuífero son similares a las expuestas en la cuenca anterior, constituyendo el mejor acuífero el tramo compuesto por calizas margosas y dolomías cristalizadas de espesor variable, dada su alta permeabilidad debida al fuerte grado de karstificación que presenta.

En los reconocimientos realizados del día **28 de abril de 2023** no se detectó ningún nivel de agua. No obstante, la bajada de resistencia detectada en el ensayo de penetración dinámica P-3 a 1,80 m puede ser debido a un nivel de agua.

Los niveles no han de considerarse estables, dado que se encuentran sometidos a fluctuaciones condicionadas por el régimen hidrológico, condiciones hidrogeológicas, aportes o extracciones artificiales, etc.

En lo que respecta al valor del coeficiente de permeabilidad (K) estimado, se podrán considerar los valores que se indican en el siguiente cuadro, según Tabla 28 *CTE-DB-SE-C*.

Nivel	Coefficiente de Permeabilidad (m/s)
Nivel 0	$10^{-2}$ - $10^{-5}$
Nivel 1	$10^{-2}$ - $10^{-5}$
Nivel 2	$10^{-2}$ - $10^{-5}$ * considerando jabre

La tipología de la investigación no permite controlar los niveles de agua a lo largo de un periodo de tiempo prolongado, salvo el que se ciñe al tiempo de la ejecución de los trabajos.

En la zona objeto de estudio, la presencia de agua detectada podría obedecer a la existencia de rezumes o filtraciones a favor de pequeñas "vetas" o sub-niveles más permeables dentro del Nivel 1, por donde pueden canalizarse de forma preferente las aguas de diverso origen: fugas de la red de saneamiento, infiltraciones procedentes de la escorrentía superficial, etc., o bien de forma similar, a las infiltraciones del agua de lluvia a través de los rellenos antrópicos y/o suelo de alteración superficial (Nivel 0) superiores (suelos alterados y/o poco consolidados, más permeables).



En definitiva, no debe descartarse la posibilidad de que puedan aparecer “rezumes” o filtraciones de agua a favor de lentejones arenosos más permeables dentro del Nivel 1, e incluso, por infiltraciones del agua de lluvia que pueden circular en la zona de contacto entre los materiales miocenos del Nivel 1 y los rellenos antrópicos del Nivel 0 (principalmente en épocas de lluvia).

## 5.2. VACIADOS.

### MÉTODOS DE EXCAVACIÓN.

La excavación que se realice viene impuesta tanto por la construcción, como por la profundidad que se precise para alcanzar el apoyo de la cimentación en un terreno competente.

Los suelos presentan una resistencia mecánica media (Nivel 0 y Nivel 1) con lo cual, la excavación podrá realizarse con medios mecánicos convencionales, fácilmente ripables.

En el Nivel 2 se prevé que sea preciso medios de media potencia e incluso medios neumáticos para romper bolos o bloques de roca sana y/o alterada del suelo de alteración.

Para la excavación una vez sobrepasados los niveles alterados, en los afloramientos rocosos que puedan aflorar se podrá excavar con medios mecánicos pesados, necesitando picado neumático incluso voladura en zonas ocupadas por roca alterada (muy difícil de ripar).

En este proceso, se deberán tomar, además, las medidas oportunas para realizar la excavación sobre materiales degradables y erosionables en aquellos puntos en los que queden al descubierto.

### TALUDES.

Para la ejecución de posibles taludes en excavaciones temporales se podrá llevar a cabo un vaciado de tipo convencional con taludes tendidos (del orden de 1H/1V o algo inferiores) en las zonas ocupadas por los materiales del Nivel 0 y se pueden tomar taludes de 4H:3V (37°) en el tramo inicial del Nivel 1.

En todo caso, dichas pendientes del talud serán válida para taludes provisionales, para alturas de excavación del orden de 2,50 – 3,00 m, por lo que la construcción deberá realizarse en el plazo de tiempo más breve posible con el fin de mantener la estabilidad de los taludes recomendados. Y siempre que no exista afloramiento de agua a la excavación.

En este proceso, se deberán tomar, además, las medidas oportunas para realizar la excavación sobre materiales degradables y erosionables en aquellos puntos en los que queden al descubierto.

### ELEMENTOS DE CONTENCIÓN.

Las condiciones de excavación y vaciado varían en función del tipo de terreno existente y de otros factores como la posible presencia de nivel freático, las infraestructuras o edificaciones próximos o colindantes, etc.

Para contener los empujes del terreno, según CTE, existen varios elementos estructurales, como los muros de contención, que son función de las solicitaciones y concionantes exteriores que garanticen la seguridad de la obra, estabilidad de taludes verticales, estabilidad de viales, edificios colindantes, etc

Se puede definir un muro de contención como una estructura rígida o flexible destinada a contener suelo, además se ha de considerar en su diseño los empujes hidrostáticos, así como los derivados de las sobrecargas en el trasdós del alzado.

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412





Si fuera necesario en proyecto se pueden contemplar distintos tipos de muros de contención, según su funcionamiento estructural.

A continuación, se dan nociones de cada tipo, quedando a juicio del técnico proyectista la elección de contención en función de las características del terreno descritas y la viabilidad en obra.:

- **Muros en voladizo.**

Suelen usarse en contenciones en las que se precisa que el alzado sea vertical por las propiedades en su trasdós. La verticalidad se puede alcanzar al encofrar el hormigón. Son estructuras en forma de T invertidas en los que la base está constituida por una losa o zapata sobre la que se construye el alzado que contienen al terreno. Los esfuerzos de flexión y cortante generados por el empuje de tierras se absorben mediante hormigón armado en una o ambas caras.

- **Muros de sótano.**

Suelen utilizarse en las construcciones de estructuras enterradas que posteriormente quedan arriostradas por sus propios forjados (sótanos de viviendas, aparcamientos subterráneos, etc). Están sometido al empuje del terreno que contiene, además de soportar las cargas procedentes de forjados pilares y/o muros de carga que nacen de su coronación.

- **Muros por bataches.**

Suelen utilizarse para solucionar contenciones en sustratos rocosos o de elevada competencia, en ausencia de nivel freático y donde no es posible dejar taludes provisionales para plantear muros encofrados tradicionales. Se realizan in situ en sentido descendente y a medida que se ejecuta la excavación. Constituidos por placas (o bataches) de unos 3 x 3 m de altura con un espesor de entre 35-80 cm encofradas y hormigonadas contra el terreno, cada una de las placas se ancla al terreno una vez endurecido el hormigón. Los bataches se ejecutan a medida que se avanza con la excavación.

- **Muro pantalla.**

Suelen emplearse para realizar excavaciones verticales en aquellos casos en los que el terreno no sería estable ejecutando el talud necesario para alcanzar el fondo del vaciado. Son necesarios en excavaciones en las que existan estructuras medianeras susceptibles de sufrir las consecuencias de la construcción de un muro tradicional. También para eliminar posibles filtraciones laterales de agua al interior de la excavación, también para eliminar o reducir las posibles filtraciones verticales a través del fondo de la misma o asegura la estabilidad de este frente a fenómenos de sifonamiento.

Pantallas continuas de hormigón: consisten en la excavación de una zanja, entre 0,45 y 1,50 m espesor, ejecutada secuencialmente por módulos de ancho variable. La anchura oscila entre un valor mínimo correspondiente a la máxima apertura de la cuchara bivalva (3,60 m) y un valor máximo de 4 a 4,50 m.

Pantallas discontinuas de hormigón: consiste en la organización mediante elementos individuales (pilotes-micropilotes) que se disponen más o menos cercanos entre sí en función de las necesidades de la obra.

Pantallas discontinuas de pilotes: se efectúan mediante pilotes perforados. Son estructuras de contención complejas a ejecutar. Alternativa en situaciones donde el nivel freático no sea interceptado por el vaciado interior ya que son permeables al flujo de agua, excepto en el caso de que los elementos sean secantes. Aportan gran rigidez a la flexión si se utilizan pilotes de gran diámetro lo que las convierte en alternativas a considerar en estabilización de deslizamientos.

Pantallas discontinuas de micropilotes: son alternativa a las pantallas continuas de pilotes, en

aquellos casos donde se tengan condicionantes de espacios reducidos, alturas libres de trabajo limitadas, accesos al solar complicados, etc. Tienen la misma limitación que las pantallas de pilotes aislados referente a la entrada de agua al interior de la excavación.

### 5.3. CIMENTACIÓN.

Para el análisis de las condiciones de cimentación de la construcción proyectada se ha interpretado el siguiente perfil geológico-geotécnico tipo del terreno:

#### Perfil geológico-geotécnico tipo del terreno:

- Nivel 0: rellenos antrópicos.**

Se trata de un nivel de materiales normalmente procedentes de excavaciones integrado por arenas arcillosas de tonos marrones.

En general constituyen un suelo alterado y/o poco consolidado, de carácter no homogéneo y potencialmente compresible, de compacidad floja a media y baja capacidad portante, no adecuados para el apoyo de cimentaciones,  $N_{20} = 3-9$ .

En la zona objeto de estudio presentan una potencia comprendida entre 0,20-0,60 m desde la cota de inicio de los reconocimientos realizados.

En el siguiente listado se indican las potencias obtenidas de suelo alterado y/o poco consolidado (Nivel 0), medidas desde la cota de inicio de cada uno de los reconocimientos:

Ensayo	Cota de las embocaduras de los reconocimientos (m)	Potencia del Nivel 0, desde embocadura de ensayos (m)
P-1	0,00 m	0,20 m
P-2	0,00 m	0,20 m
P-3	0,00 m	0,20 m
P-4	0,00 m	0,60 m

- Nivel 1: depósitos de fondos de valle.**

Se trata de un nivel constituido por arenas limos, gravas y cantos. Son sedimentos ligados a los cursos fluviales (estacionales o no) y constituidos por gravas, arenas y limos de naturaleza poligénica (granitos, neises, cuarzo, etc.) y granulometría muy heterogénea.

En general, los materiales que conforman este Nivel están integrados por sedimentos de naturaleza heterogénea y distribución irregular dentro del conjunto del depósito.

Según los ensayos realizados se trata de un suelo granular con capacidad portante baja (de 1,80-2,80 m probablemente por presencia de agua) y alta a techo de la unidad,  $N_{20} = 6-42$ .

A continuación, se muestra una tabla con las profundidades del Nivel 1, según los reconocimientos realizados y desde las embocaduras de los mismos.

ENSAYO	Cotas de las embocaduras de los reconocimientos (m)	Intervalo de profundidad del Nivel 1, desde embocadura de ensayos (m)
P-1	0,00 m	>0,20 m
P-2	0,00 m	>0,20 m
P-3	0,00 m	0,20-2,80 m
P-4	0,00 m	>0,60 m

• **Nivel 2: jabre de ortogneis/o roca de ortoneises glandulares "alterada".**

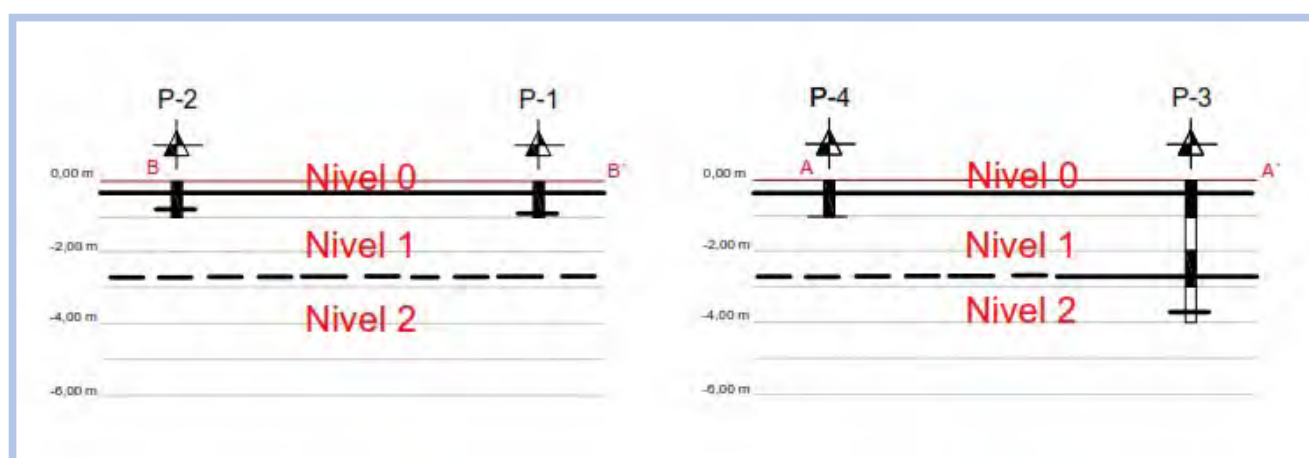
Se trata de un nivel formado por arenas arcillosas de tonos marrones con fragmentos de roca alterada.

En su conjunto, del lado de la seguridad, se considera un suelo granular de compacidad densa a muy densa,  $N_{20} = 26-100$ .

En profundidad, bajo el "jabre", se localizaría la roca alterada con grado de meteorización II-III. Puede clasificarse como una roca de calidad geotécnica Media a Buena (roca de clase II-III), según la clasificación geomecánica de Bieniawski (1989), con una capacidad portante alta.

Este nivel se identifica a partir de 2,80 m, según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos:

ENSAYO	Cotas de las embocaduras de los reconocimientos (m)	Profundidad del Nivel 2, desde embocadura de ensayos (m)
P-1	0,00 m	No se alcanza
P-2	0,00 m	No se alcanza
P-3	0,00 m	>2,80 m
P-4	0,00 m	No se alcanza





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



[gmd@geotecnia.org](mailto:gmd@geotecnia.org)

914 920 220

638 290 236

[www.geotecnia.org](http://www.geotecnia.org)

### Cimentación:

Se plantean 2 opciones de cimentación, quedando a juicio del técnico proyectista la solución a realizar:

**Opción 1. Losa de cimentación.**

**Opción 2. Zapatas.**

### Opción 1. Losa de cimentación.

Debido a las características del terreno existente para la construcción prevista se puede estudiar llevar a cabo una cimentación mediante losa de cimentación.

Se estiman unas dimensiones para las losas de: 3,00 m de ancho 14,00 m de largo.

### - Método simplificado para la determinación de la presión vertical admisible de servicio en suelos granulares.

Dado que se recomienda realizar una sustitución y mejora del terreno bajo la cara inferior de la losa con material granular (seleccionado o adecuado, según PG3) se calcula la presión vertical admisible de servicio en suelos granulares mediante el método simplificado del CTE-DB-SE-C.

Para  $B^* \geq 1,20$  m

$$q_d = 8 N_{SPT} \left[ 1 + \frac{D}{3B^*} \right] \left( \frac{S_t}{25} \right) \left( \frac{B^* + 0,3}{B^*} \right)^2 \text{ kN/m}^2$$

Siendo:

$S_t$ : asiento total admisible, en mm

$N_{SPT}$ : valor medio de los resultados obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia  $0,5B$  por encima de su base y otro situado a una distancia mínima de  $2B^*$  por debajo de la misma. Se considera el valor medio desfavorable, del lado de la seguridad.

$D$ : la profundidad definida en el Anejo F.

$$q_d = 1,50 \text{ kg/cm}^2$$

### - 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 Burland y Burbidge. Según la siguiente expresión:

Siendo:

$$S_f = f_s f_q' b B^{0.7} I_c$$

$S_f$ , el asiento medio al final de la construcción en mm

$q'_b$ , presión efectiva bruta aplicada en la base de la cimentación (KN/m<sup>2</sup>)

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

Tipo de construcción:

Dirección:

Municipio:

Referencia:

DOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)  
DESTINADOS A ALBERGAR UN BANCO DE REPRODUCTORES  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL  
PARQUE NACIONAL SIERRA DE GUADARRAMA  
(FINCA LOS BATANES)  
RASCAFRÍA (MADRID)  
EG-202303/24412