



## ANEJO N°3 ESTUDIO GEOTÉCNICO



## ESTUDIO GEOTÉCNICO

Según el Estudio Geotécnico realizado por la empresa Estudios Geotécnicos y Control de Materiales (que se adjunta a continuación de este escrito), llego a las siguientes conclusiones apoyado en lo redactado en el Estudio Geotécnico:

### En cuanto a la composición del terreno:

-Existen dos tipos de terreno:

. Nivel 0: suelo de alteración superficial. Constituye un suelo alterado y/o poco consolidado, de compacidad muy floja a media y baja capacidad portante, no adecuados para el apoyo de cimentaciones. En la zona de estudio presenta una potencia comprendida entre 0,30-0,80 m según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos. 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	Potencia del Nivel 0 (m), desde la boca de ensayo
S-1	0,30 m
P-1	0,60 m
P-2	0,80 m

Nivel 1: nivel de arenas limo-arcillosa de tonos marrones con fragmentos de roca alterada (jabre de paraneises, esquistos y metasamitas). Según los ensayos realizados se trata de un suelo granular de compacidad de densa a muy densa y capacidad portante elevada. Se trata de una unidad heterogénea en el conjunto del depósito. A partir de las profundidades que se indican a continuación. Las profundidades están referidas a las embocaduras de los reconocimientos.

ENSAYO	Profundidad del Nivel 1 (m), desde la boca de ensayo
S-1	0,30 m
S-2	0,60 m
P-1	0,80 m



Composición del suelo en su mayoría en arenas con fragmentos de roca alterada, de compacidad densa o muy densa con capacidad portante elevada; por la experiencia de trabajos propios en el término municipal a la profundidad de cimentación de nuestro proyecto tendremos zoca alterada en forma de "lisos" con una resistencia media-alta.

**Respecto a la resistencia del terreno:**

"

-Nivel 0: suelo de alteración superficial. De 0,60-0,80 m (según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos). N20 = 10-18.

-Nivel 1: suelo de alteración superficial. A partir de 0,60-0,80 m (según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos). Suelo granular de compacidad de densa a muy densa y capacidad portante elevadas. Se trata de una unidad heterogénea en el conjunto del depósito. N20 = 20-100. "

**Terreno según experiencia propia y conclusiones anteriores de media-alta resistencia a nivel de nuestra cimentación.**

**En cuanto al nivel freático:**

"

No debe descartarse la posibilidad de que aparezcan "rezumes" o filtraciones de agua principalmente en épocas de lluvias, en la zona ocupada por el suelo de alteración de roca ("jabre"), suprayacentes al sustrato rocoso (roca alterada). "

**Si bien no aparecen aguas a nivel freático en el momento del estudio, es verdad que pueden aparecer líneas de agua somera a nivel de cimentación, por lo que por experiencia de otras intervenciones se propone una solera ventilada elemento separador de posibles subidas del nivel freático y lo que es más importante una línea de corte de aguas en el muro de h.a. de limitación de nuestra intervención al fondo del edificio del Tanatorio mediante un sistema de impermeabilización y drenaje con la suficiente efectividad.**

**En cuanto a la expansividad:**

"

...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). "

**No procede.**





**En cuanto a la actividad química:**

"

...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 sí es conveniente cuidar su ejecución para que estos resulten compactos y poco permeables. "

**Según las conclusiones del Estudio Geotécnico no serán necesarios hormigones sulforesistentes.**

**En cuanto a la cimentación:**

"

...debido a los resultados obtenidos en los reconocimientos realizados, se podrá realizar una cimentación mediante zapatas aisladas o corridas empotradas en el terreno, que transmitan las cargas de la estructura sobre los estratos de suelo natural correspondientes al Nivel 1, integrado por arenas limo-arcillosa de tonos marrones con fragmentos de roca alterada ("jabre de paraneises, esquistos y metasamitas). Según los ensayos, se trata de un suelo granular de compacidad de densa a muy densa y capacidad portante elevada.

...se recomienda estudiar realizar una cimentación sobre los materiales correspondientes al Nivel 1 mediante apoyos a partir de la cota de solera considerada 1145,80 m (respecto de las embocaduras de los reconocimientos) donde podrán admitirse unas tensiones admisibles al terreno de 2,50 kg/cm<sup>2</sup>.

...podría aconsejarse realizar un arriostramiento de las zapatas con el fin de evitar que se produzcan asentamientos diferenciales perjudiciales para la estructura. "

**En la excavación a nivel más cercano de la cimentación, por experiencia de ejecuciones similares, nos encontraremos con casi toda seguridad con rocas alteradas de resistencia media-alta "lisos" con extracción orientada en una beta continua en el sentido norte-sur.**

Es por todo esto que la cota de cimentación o cota inferior de los pozos considerada como un firme óptimo, se lleva a - 0,90 m, siendo la cota 0,00 el nivel de calle.

En base a las recomendaciones anteriores y según la morfología y diseño del cuerpo de la nueva edificación, se considera que el sistema de zapata corrida es la mejor solución de cimentación para este caso concreto. 10 cm de hormigón de limpieza y 50 cm de canto de zapata corrida de hormigón armado con un ancho perimetral de zapata de 80 cm.





Además, como sistema de forjado para planta baja se define un forjado sanitario o solera ventilada sobre dichas zapatas, ejecutado y cerrado en todo su perímetro mediante un zuncho de borde de hormigón armado, finalizando en todos sus encuentros con la mitad de la pieza prefabricada para asegurar la completa ventilación de toda la superficie, definido más concretamente en la memoria constructiva de este proyecto.

En Madrid, 29 Enero de 2024

EL AUTOR DEL PROYECTO

DE FRUTOS SANZ  
ALBERTO -  
02901011K

Firmado digitalmente por DE  
FRUTOS SANZ ALBERTO -  
02901011K  
Fecha: 2024.02.12 22:08:10  
+01'00'

Alberto de Frutos Sanz



**DOCUMENTO Nº1: ANEJOS**  
**ANEJO Nº3: ESTUDIO GEOTÉCNICO**

PROYECTO BASICO Y EJECUCION DE CONSTRUCCIÓN DE TANATORIO SUPRAMUNICIPAL EN  
MONTEJO DE LA SIERRA



**ESTUDIO REALIZADO POR LA EMPRESA “ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Y CONTROL DE MATERIALES”**

ANEXO A CONTINUACIÓN:





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales

✉ gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

## ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO PARA TANATORIO COMARCAL EN MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)



FECHA:	FEBRERO DE 2020
REFERENCIA	EG-201908/11666
TITULAR:	DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN LOCAL
EMPLAZAMIENTO:	CALLE CRUCES Nº4 MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)
PETICIONARIO:	DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN LOCAL

Laboratorio acreditado en el Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-L-002  
Inscripción en OC.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-237619. Inscripción 2ª

Geotecnia y Medio Ambiente 2000, S.L. Calle Agüita nº11, Pol.Ind. "Los Calahornos IV". 28970 Humanes de Madrid (Madrid)



Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



✉ gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA	2
2. MARCO GEOLÓGICO Y SISMICIDAD.	3
2.1. MARCO GEOLÓGICO.	3
2.2. SISMICIDAD.	4
2.3. EL GAS RADÓN.	5
3. INVESTIGACIÓN REALIZADA	9
3.1. INTRODUCCIÓN	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	14
4.1. NATURALEZA Y DISPOSICIÓN DEL SUBSUELO.	14
4.2. RESISTENCIA DEL TERRENO.	15
4.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.	16
5. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS	19
5.1. LOCALIZACIÓN Y CARÁCTERÍSTICAS DEL NIVEL FREÁTICO	19
5.2. VACIADOS	19
5.3. CIMENTACIÓN	21
5.4. SOLERAS.	23
6. RESUMEN Y CONCLUSIONES	25

### 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:	TANATORIO COMARCAL
Dirección:	CALLE CRUCES Nº4
Municipio:	MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)
Referencia:	EG-201908/11666





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
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. sobre una parcela situada en la calle Cruces nº4 en la localidad de Montejo de la Sierra (Madrid) donde se prevé la construcción de un tanatorio.

El tanatorio constará de una planta baja y cubierta. Con una superficie de ocupación de 133,70 m².

Este estudio geotécnico, solicitado por el la Dirección General de Administración Local 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, las edificaciones proyectadas se tratan de un Tipo de construcción C-0 y el terreno se podría clasificar dentro del Grupo T-1 (Terrenos favorables) 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 6 de febrero de 2020 y consistió en:
  - Ejecución de un sondeo mecánico a rotación de unos 6 de profundidad, con extracción de testigo continuo, toma de muestras y realización de ensayos de penetración dinámica estándar S.P.T. (Standard Penetration Test) a lo largo de toda la columna.
  - Ejecución de dos ensayos de penetración dinámica continua (tipo DPSH) hasta obtener rechazo, para evaluar las características mecánicas del terreno.
- Realización de diferentes ensayos de laboratorio sobre las muestras obtenidas en los sondeos 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: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666



Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

## 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 458-Prádena, expuesto en la documentación complementaria.

La región objeto de estudio se localiza dentro del dominio litológico-estructural de la Sierra de Guadarrama, constituido fundamentalmente por las rocas ígneas y metamórficas pertenecientes al Macizo Hercínico de edades precámbrico-paleozoicas.

La Orogenia Hercínica es la responsable de los principales eventos tectónicos, metamórficos e ígneos que afectan a los materiales precámbricos y paleozoicos. Estos se incluyen dentro de la zona galaico-castellana de LOTZE (1945) o también, y como zonación más comúnmente utilizada dentro de la zona centroibérica de JULIVERT et al (1972), cuyas características principales son:

- Precámbrico constituido por gneises en facies "Ojo de Sapo" y similares, y una serie muy potente de esquistos y grauwacas (complejo esquistoso-grauwáquico), cuya edad podría llegar, en los términos más altos, al Cámbrico inferior.
- Ordovícico de carácter transgresivo y discordante.
- Silúrico constituido fundamentalmente por pizarras negras con algunas intercalaciones de cuarcitas y, en ocasiones, calizas y lilitas.
- Devónico inferior poco potente.

BELLIDO et al (1981) realizan una subdivisión más detallada del Sistema Central, en la que la Hoja de Prádena se encontraría en el dominio central, salvo una pequeña área, situada en la esquina suroccidental, que pertenece al dominio oriental.

El dominio central estaría caracterizado, según estos autores, por el afloramiento exclusivo de series preordovícicas, un metamorfismo regional de grado medio y alto, una gran extensión en la que se alcanza el grado de anatexis y por la presencia de granitoides tardihercínicos, que se hacen más abundantes hacia el oeste.

El dominio oriental, situado al E de la falla de Berzosa, se caracterizaría por el afloramiento de series ordovícicas y postordovícicas, por la existencia de un metamorfismo regional de bajo grado (aunque en algunas áreas, como es la presente hoja, se alcanza el grado medio) y por la ausencia de cuerpos plutónicos de granitoides tardihercínicos.

CAPOTE et al. (1981 y 1982) subdividen a su vez el Sistema Central en tres grandes complejos estructurales denominados de O a E: complejo de Gredos, complejo de Guadarrama y complejo de Somosierra-Ayllón, siendo sus límites cabalgamientos cuya posición coincide sensiblemente con los del trabajo anterior. Según esta división, la Hoja de Prádena pertenecería en su mayoría al complejo de Guadarrama, y la pequeña área suroccidental ya citada, al de Somosierra-Ayllón.

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666





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)

El complejo de Guadarrama se caracteriza por:

- Presencia exclusiva de series preordovícas compuestas de paragneises, rocas de silicatos cálcicos, anfibolitas y mármoles sobre gneises ocelares diversos.
- Metamorfismo regional intenso.
- Menor frecuencia de cuerpos granitoides que en el complejo de Gredos.
- Estructura interna con pliegues tumbados y cabalgamientos menores.

El complejo de Somosierra-Ayllón se sitúa al E de la falla de Berzosa y se caracteriza por:

- Predominio de series ordovícas y posteriores que se apoyan discordantes sobre las series preordovícas y sobre gneises ocelares.
- Metamorfismo de grado bajo.
- Ausencia de cuerpos plutónicos tardíos.

La tectónica es polifásica, generando la consiguiente superposición de estructuras. Las primeras etapas son de carácter dúctil, dando lugar a pliegues tumbados y cabalgamientos, todos vergentes al Este, a las cuales se asocian una o dos esquistosidades penetrativas. Las últimas etapas tienen un carácter más frágil, provocando la fracturación del conjunto.

Por otra parte, el gran grupo formado por los materiales de la cobertura puede subdividirse, atendiendo a criterios sedimentarios, en dos. Uno estaría constituido por los depósitos cretácicos y otro por los terciarios y cuaternarios.

Los sedimentos cretácicos están integrados por materiales de origen marino depositados en un ambiente de plataforma, si bien hay episodios de influencia continental. El resultado es una alternancia de depósitos carbonatados y siliciclásticos.

El grupo de materiales terciarios y cuaternarios se compone de sedimentos de claro origen continental, de naturaleza siliciclástica, formados tras la erosión tanto de los materiales ígneos y metamórficos como cretácicos.

## 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.

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.



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)

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 Montejo de la Sierra (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.

Dado el sustrato de la zona de estudio y aunque no está prevista la ejecución de planta bajo rasante se dan las siguientes recomendaciones sobre el gas radón.

En la actualidad se está preparando un proyecto de Real Decreto de modificación de la Parte I del Código Técnico de la Edificación para incluir la exigencia básica de protección contra el radón en recintos cerrados de los edificios, así como la modificación del Documento Básico DB HS de Salubridad, incorporando una nueva sección en la que se desarrollen los requisitos técnicos que deberán cumplir los edificios para satisfacer la nueva exigencia.

No obstante, en este documento, se dan una serie de informaciones y recomendaciones sobre el gas radón, su impacto en la salud y las medidas de protección frente al mismo.

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.

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666





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)

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 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>3</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>3</sup>.

ZONAS DE ACTUACIÓN PRIORITARIA



En la siguiente tabla se muestran los municipios en los que se han detectado niveles superiores al 90% del percentil 90 de la distribución nacional de radón en viviendas. Respecto a la exposición gamma natural se han considerado: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1050, 1100, 1150, 1200, 1250, 1300, 1350, 1400, 1450, 1500, 1550, 1600, 1650, 1700, 1750, 1800, 1850, 1900, 1950, 2000, 2050, 2100, 2150, 2200, 2250, 2300, 2350, 2400, 2450, 2500, 2550, 2600, 2650, 2700, 2750, 2800, 2850, 2900, 2950, 3000, 3050, 3100, 3150, 3200, 3250, 3300, 3350, 3400, 3450, 3500, 3550, 3600, 3650, 3700, 3750, 3800, 3850, 3900, 3950, 4000, 4050, 4100, 4150, 4200, 4250, 4300, 4350, 4400, 4450, 4500, 4550, 4600, 4650, 4700, 4750, 4800, 4850, 4900, 4950, 5000, 5050, 5100, 5150, 5200, 5250, 5300, 5350, 5400, 5450, 5500, 5550, 5600, 5650, 5700, 5750, 5800, 5850, 5900, 5950, 6000, 6050, 6100, 6150, 6200, 6250, 6300, 6350, 6400, 6450, 6500, 6550, 6600, 6650, 6700, 6750, 6800, 6850, 6900, 6950, 7000, 7050, 7100, 7150, 7200, 7250, 7300, 7350, 7400, 7450, 7500, 7550, 7600, 7650, 7700, 7750, 7800, 7850, 7900, 7950, 8000, 8050, 8100, 8150, 8200, 8250, 8300, 8350, 8400, 8450, 8500, 8550, 8600, 8650, 8700, 8750, 8800, 8850, 8900, 8950, 9000, 9050, 9100, 9150, 9200, 9250, 9300, 9350, 9400, 9450, 9500, 9550, 9600, 9650, 9700, 9750, 9800, 9850, 9900, 9950, 10000.



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)

#### 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%.

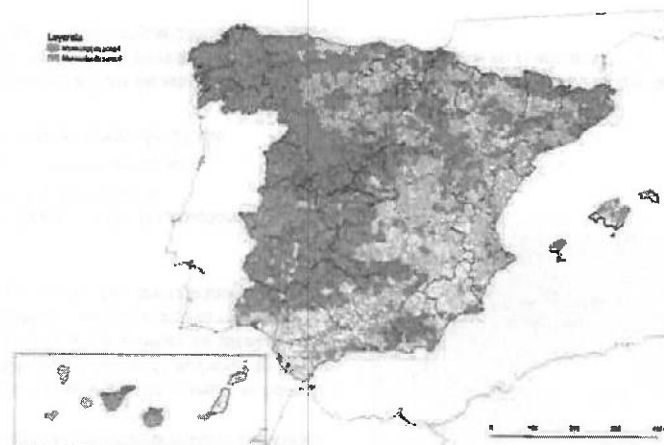
ZONIFICACIÓN POR MUNICIPIOS



En color destacado se representan los municipios en los que por presencia de radón en zonas de actuación prioritaria, se encuentran en grupos superiores al 75% de la población que reside en estas zonas.

#### 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:



Mapa de municipios clasificados por niveles de potencial de radón

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



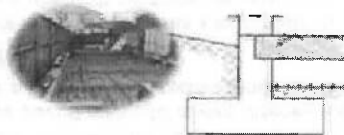
✉ gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

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

Deben implementarse en el edificio en función de la zona a la que pertenezca el edificio donde se ubica el mismo.

Son medidas destinadas a limitar la concentración de radón en el interior de los edificios y se basa en dos aspectos fundamentales:

- 1.- utilizar barreras de protección capaces de mitigar la entrada de gas radón procedente del terreno en el interior de la edificación.



- 2.- utilizar sistemas capaces de reconducir el gas radón al aire libre para evita que penetre en el interior de las edificaciones, básicamente mediante sistemas de ventilación de los espacios ubicados entre las zonas habitables del edificio y el terreno (cámara sanitaria o plantas bajas no habitables) o sistemas de despresurización del terreno debajo del edificio.



Fuente:

- Mapa del potencial de radón de España. Consejo de Seguridad Nuclear.
- Inclusión en el requisito básico de habitabilidad de una nueva exigencia reglamentaria de protección contra el radón (u desarrollo de la correspondiente sección HS 6 en el Documento Básico DB HS de Salubridad).

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11656



Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



✉ gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

### 3. INVESTIGACIÓN REALIZADA.

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

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, fundamentalmente, en la ejecución de un sondeo mecánico a rotación con realización de ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) y extracción de muestras para su posterior ensayo en laboratorio, y en la realización de dos ensayos de penetración dinámica continua (tipo DPSH) hasta alcanzar rechazo.

La descripción y los resultados obtenidos en laboratorio de cada uno de los 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.

En la siguiente tabla se muestran las cotas de embocadura de los ensayos. Las cotas de las embocaduras se han obtenido del estudio geotécnico realizado por Geotecnia y Medioambiente 2000, S.L, así:

ENSAYO	S-1	P-1	P-2
Cota (m)	1150,00 m	1149,75 m	1150,40 m

En el momento de la realización de los reconocimientos la parcela presenta vegetación estacional y árboles.



Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11656





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)

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

Como se ha indicado anteriormente, se ha realizado un sondeo mecánico a rotación de unos 6 m de profundidad, cuya localización queda reflejada en el croquis de situación incluido en la documentación adicional (maquinaria ROLATEC R-48).

Un sondeo es una perforación de pequeño diámetro que permite reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y, eventualmente realizar ensayos in situ.

La ejecución del sondeo se llevó a cabo mediante perforación a rotación con corona de widia y extracción de testigo continuo al avance.

Durante el proceso de perforación, a diferentes cotas, se efectuaron ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) y se tomaron muestras inalteradas y/o parafinadas para su posterior ensayo en laboratorio.

Los ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.), a diferencia de los ensayos de penetración dinámica continua (tipo Borro o DPSH), se llevan a cabo de forma puntual dentro del sondeo, obteniéndose además una muestra de suelo mediante la cuchara toma-muestras que se hincia en el terreno.

El proceso de ejecución de este ensayo se ajusta a las indicaciones de la norma UNE-EN ISO 22476-3 y su resultado se refleja como el número de penetración estándar (NSPT), que es la suma del número de golpes de las tandas segunda y tercera, de las 3 o 4 que constituyen el ensayo y que corresponden a una hincia de 15 cm cada una.

La descripción detallada de las columnas estratigráficas obtenida en el sondeo se ha incluido en los Anejos adicionales.

En los siguientes cuadros, de forma esquemática, la columna estratigráfica obtenida en los sondos, la profundidad alcanzada y los resultados de los ensayos de penetración dinámica estándar (S.P.T.) realizados:



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)

SONDEO 1					
COTA DE LAS EMBOCADURAS DE LOS RECONOCIMIENTOS (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD DESDE LA EMBOCADURA ENSAYO (m)	LITOLOGÍA	COTA (m)	NSPT
1150,00 m	NIVEL 0	0,00-0,30 m	Suelo de alteración superficial		
	NIVEL 2	0,30-6,00 m	Arenas limosas de tonos marrones con fragmentos de roca alterada (jabre de paraneises, metapelitas y metasmitas)	1,50-2,10 m	61
				5,60-6,00 m	R

### 2. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA.

Se realizaron dos ensayos de penetración dinámica continua, utilizando un penetrómetro tipo DPSH de las siguientes características (maquinaria ROLATEC R-48):

Peso de la maza: 63,5 kg  
Altura de caída: 0,75 m  
Peso de la varilla: 6,3 kg/m  
Superficie de la puntaza: 20,40 cm²

Este ensayo consiste básicamente en la hincia 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<sub>20</sub>). El ensayo finaliza cuando se superan los 100 golpes para una penetración de 20 cm (N<sub>20</sub> > 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. En el siguiente cuadro se reflejan los intervalos de valores de golpeo (N<sub>20</sub>) obtenidos en los ensayos efectuados:



Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

#### ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

ENSAYO DE PENETRACIÓN	COTAS DE LAS EMBOCADURAS DE LOS RECONOCIMIENTOS (m)	PROFUNDIDAD RECHAZO DESDE EMBOCADURA DE ENSAYO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD NIVEL (m)	Nº
P-1	1149,75 m	1,60 m	NIVEL 0	0,00-0,60 m	10-18
			NIVEL 1	>0,60 m	21-100
P-2	1150,40 m	2,40 m	NIVEL 0	0,00-0,80 m	10-17
			NIVEL 1	>0,80 m	20-100

#### 3. NIVEL FREÁTICO.

En la toma de muestra realizada, al igual que en los ensayos de penetración dinámica continúa realizados, no se ha detectado presencia de agua, con fecha 6 de febrero de 2020.

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, podrán considerarse valores comprendidos entre  $10^{-3}$ -  $10^{-5}$  cm/s en los materiales de Nivel 1 y para los del Nivel 2 de  $K = 10^{-3}$ -  $10^{-5}$  cm/s a  $K < 10^{-3}$ , pero varía en función del grado de fisuración que tenga la roca, según Tabla 28 CTE-DB-SE-C

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 cifre al tiempo de la ejecución de los trabajos.

#### 4. 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.

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.

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666



Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

En el siguiente cuadro se refleja un resumen de los valores obtenidos en los ensayos realizados sobre las muestras obtenidas:

#### ENSAYOS DE LABORATORIO

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)
S1 M1	ALTERADA	2,70-3,00 m	NIVEL 1	SC	4,75	21,71	NP	NP	151

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

#### 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 bibliográficas, se deduce que el terreno está constituido en superficie por un suelo de alteración superficial.

Bajo el nivel de alteración superficial, a mayor profundidad se localizan los materiales metamórficos de la Unidad de Paragneises, metapelitas y metasamitas (Nivel 1).

Los materiales de esta unidad forman una sucesión constituida por paragneises, esquistos y micacitas con intercalaciones de pequeño espesor de metasamitas y niveles decimétricos de cuarcitas grafitosas.

Las metapelitas son un conjunto de rocas de grano medio a fino y fábrica planar, caracterizada por poseer un elevado contenido en moscovita, biotita, sillimanita y, en ocasiones, granate.

Se encuentran afectados por una esquistosidad S2 muy bien definida que a su vez está crenulada por una F3 de desarrollo y penetrabilidad variable.

En las metapelitas afectadas por las bandas de cizalla de F2, la deformación puede ser muy intensa, desarrollando una esquistosidad (S2) muy penetrativa con carácter anastomosado y fuerte estiramiento (milonitas).

No obstante, las texturas miloníticas desarrolladas en estas rocas pueden resultar enmascaradas en los niveles de mayor grado metamórfico ya que, aparte de estar crenuladas por la F3, se superpone una intensa recristalización estática ligada al pico térmico metamórfico que borra y traspone en gran medida tanto texturas como mineralogías previas.

La asociación mineral que presentan estas rocas es muy variada, aportando una información valiosa en el establecimiento de la evolución metamórfica al estudiar las relaciones blástesis-deformación. Dicha asociación varía dentro de la región de unos sectores a otros. En el sector oriental (Montejo de la Sierra-Gandullas) se desarrollan paragénesis minerales con moscovita-sillimanita estables que corresponden a la zona más profunda de grado medio.

Desde el punto de vista geotécnico, estas rocas pueden clasificarse (en su parte más superficial) como una roca de calidad geotécnica Media a Mala (roca de clase III - IV), según la clasificación de Bieniawski (1989).

No obstante, en su parte más superficial, estas rocas suelen estar descomprimidas y muy alteradas hasta una cierta profundidad y, normalmente, presentan un suelo de alteración (jabre) producto de la meteorización del material rocoso.

El suelo de alteración o jabre está formado por arcillas limosas y/o limos arcillosos compactos, con fragmentos de roca alterada que constituyen en general un suelo cohesivo de consistencia muy firme a dura, normalmente de escasa potencia.

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666



Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

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

**Nivel 0:** Se trata de un suelo de alteración superficial. En general, constituyen un suelo alterado y/o poco consolidado, de compactad muy floja a media y baja capacidad portante, no adecuados para el apoyo de cimentaciones. En la zona de estudio presenta una potencia comprendida entre 0,30-0,80 m según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos. 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	Potencia del Nivel 0 (m), desde la boca de ensayo
S-1	0,30 m
P-1	0,60 m
P-2	0,80 m

**Nivel 1:** Se trata de un nivel de arenas limo-arcillosa de tonos marrones con fragmentos de roca alterada ("jabre de paragneises, esquistos y metasamitas). Según los ensayos realizados se trata de un suelo granular de compactad de densa a muy densa y capacidad portante elevadas. Se trata de una unidad heterogénea en el conjunto del depósito. A partir de las profundidades que se indican a continuación. Las profundidades están referidas a las embocaduras de los reconocimientos.

ENSAYO	Profundidad del Nivel 1 (m), desde la boca de ensayo
S-1	0,30 m
S-2	0,60 m
P-1	0,80 m

##### 4.2. RESISTENCIA DEL TERRENO.

En el siguiente cuadro se muestran las profundidades de rechazo de los ensayos de penetración dinámica y las unidades que en base a la resistencia se identifican con los Niveles anteriormente descritos.

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



✉ gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA					
ENSAYO DE PENETRACIÓN	COTAS DE LAS EMBOCADURAS DE LOS RECONOCIMIENTOS (m)	PROFUNDIDAD RECHAZO DESDE EMBOCADURA DE ENSAYO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD NIVEL (m)	N <sub>20</sub>
P-1	1149,75 m	1,60 m	NIVEL 0	0,00-0,60 m	10-18
			NIVEL 1	>0,60 m	21-100
P-2	1150,40 m	2,40 m	NIVEL 0	0,00-0,80 m	10-17
			NIVEL 1	>0,80 m	20-100

- Nivel 0 suelo de alteración superficial. De 0,60-0,80 m (según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos). N<sub>20</sub> = 10-18.
- Nivel 2 jabre de paraneises, esquistos y metasamitas. A partir de 0,60-0,80 m (según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos). Suelo granular de compactación de densa a muy densa y capacidad portante elevadas. Se trata de una unidad heterogénea en el conjunto del depósito. N<sub>20</sub> = 20-100.

#### 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.

Las curvas granulométricas de las muestras extraídas representan los porcentajes en gruesos y finos. En líneas generales, atendiendo a los resultados obtenidos sobre las muestras ensayadas en laboratorio y fundamentalmente de la testificación realizada en el sondeo, 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 que permite clasificar las fracciones finas de las muestras ensayadas. Así:

Nivel 1: SM, arenas limosas mezclas de arenas y limo mal graduadas.

##### Humedad natural:

La humedad natural obtenida en las muestras ensayadas aumenta normalmente con el contenido de finos. El contenido de humedad aumenta en función del contenido en finos.

- La muestra ensayada del Nivel 1 presenta un grado de humedad bajo, en torno al 5 %.

##### Expansividad:

Dada la plasticidad obtenida en los ensayos realizados y la experiencia en la zona de estudio, 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).

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201508/11656



Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



✉ gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

#### Actividad química:

En la toma de muestra realizada, al igual que en los ensayos de penetración dinámica continua realizados, fecha 6 de febrero de 2020 no se ha detectado presencia de agua.

Por otro lado, en las muestras de suelo analizadas (Nivel 1), el contenido en sulfatos obtenido es de 151 mg/kg, lo que corresponde a terrenos no agresivos, ya que según la Instrucción EHE-08 el tope máximo para ser considerados agresivos es de 2000 mg/kg.

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 sí 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<sub>30</sub> según el CTE, así:

Nivel 0 (suelo de alteración superficial): K<sub>30</sub> = 10-30 t/m<sup>3</sup> (arena floja)  
Nivel 1 (jabre de paraneises, esquistos y metasamitas): K<sub>30</sub> = 90-200 t/m<sup>3</sup> (arena compacta)

#### Módulo de balasto horizontal

Respecto al coeficiente de balasto horizontal para el cálculo de pantalla, se recomiendan los valores según los datos obtenidos del cuadro "Asignación de parámetros geotécnicos para los proyectos del Metrosur, 5-11-1999", de la Revista de Obras Públicas/extraordinario. Diciembre 2000 Nº3405 (Propiedades geotécnicas de los suelos de Madrid). Dichos valores se pueden extrapolar a otras litologías.

Nivel 0 (suelo de alteración superficial): K<sub>h</sub> = 2.000 t/m<sup>3</sup>  
Nivel 1 (jabre de paraneises, esquistos y metasamitas): K<sub>h</sub> = 12.000 t/m<sup>3</sup>

A continuación, se muestra un resumen con las características geotécnicas medidas y/o estimadas:

#### Nivel 0 (suelo de alteración superficial)

N<sub>20</sub> = 10-18  
K<sub>30</sub> (MN/m<sup>3</sup>) arena floja = 10-30  
K (m/s) = 10<sup>-3</sup>-10<sup>-5</sup>  
C' cohesión = 0,00 kg/cm<sup>2</sup> (\*estimado)  
φ' ángulo de rozamiento interno = 25° (\*estimado)  
γ densidad = 1,70 t/m<sup>3</sup> (\*estimado)

#### Nivel 1 (jabre de paraneises, esquistos y metasamitas)

N<sub>20</sub> = 56-100  
K<sub>30</sub> (MN/m<sup>3</sup>) arena compacta = 90-200  
Humedad (%) = 5  
#0,080 = 22  
LL Límite líquido/ LP Límite plástico = NP/NP (No plástico)  
Sulfatos (mg/kg) = 151  
K (m/s) = de 10<sup>-3</sup>-10<sup>-5</sup> cm/s a K < 10<sup>-6</sup>, pero varía en función del grado de fisuración de la roca

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201508/11656





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)

$C'$  cohesión = 0,10-0,20 kg/cm<sup>2</sup> (\*estimado)  
 $\phi'$  ángulo de rozamiento interno = 28-32° (\*estimado)  
 $\gamma$  densidad = 1,95-2,05 t/m<sup>3</sup> (\*estimado)

\*Parámetros estimados del cuadro "Asignación de parámetros geotécnicos para los proyectos del Metrosur, 5-11-1999", de la Revista de Obras Públicas/extraordinario, Diciembre 2000 N°3405 (Propiedades geotécnicas de los suelos de 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)

## 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, las diferentes recomendaciones constructivas propuestas para la estructura proyectada, para lo cual se analizan aspectos tales como: localización y características del nivel freático, trabajos de excavación previstos (vacíados), y tipo de cimentación y tensión admisible al terreno.

### 5.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL FREÁTICO

En la toma de muestra realizada, al igual que en los ensayos de penetración dinámica continua realizados, no se ha detectado presencia de agua, con fecha 6 de febrero de 2020.

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, podrán considerarse valores comprendidos entre  $10^{-3}$ -  $10^{-5}$  cm/s en los materiales de Nivel 1 y para los del Nivel 2 de  $K = 10^{-3}$ -  $10^{-5}$  cm/s a  $K < 10^{-9}$ , pero varía en función del grado de fisuración que tenga la roca, según Tabla 28 CTE-DB-SE-C

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 cifie al tiempo de la ejecución de los trabajos.

En este tipo de terrenos, en caso de detectarse presencia de agua no suele corresponder a la existencia de un nivel freático generalizado, sino a las infiltraciones normalmente procedentes del agua de lluvia a del nivel de depósitos de fondo de valle (Nivel 1) y el suelo de alteración de roca ("jabre"), canalizadas generalmente por la zona de contacto con la roca propiamente dicha, donde la permeabilidad es menor (fundamentalmente a favor de fisuras), embalsadas.

En definitiva, no debe descartarse la posibilidad de que aparezcan "rezumes" o filtraciones de agua, principalmente en épocas de lluvias, en la zona ocupada por el suelo de alteración de roca ("jabre"), suprayacentes al sustrato rocoso (roca alterada).

### 5.2. VACIADOS

#### MÉTODOS DE EXCAVACIÓN.

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

Se indica que la cota de solera se situará a la 1145,80 m por lo que, desde la rasante actual del terreno se predice realizar una excavación de unos 5,00 m.

En lo que respecta a la excavabilidad, atendiendo a la naturaleza del terreno existente, podrá llevarse a cabo mediante medios mecánicos convencionales en materiales tipo suelo (fácilmente ripables), con utilización de martillo neumático o voladura en zonas ocupadas por roca granítica alterada (muy difícil de ripar).

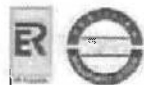
Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11656

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11656





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)

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 Y CONTENCIÓN PERIMETRAL

##### • Taludes:

Para la ejecución de los posibles taludes en principio 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 de los Niveles 0 (rellenos antrópicos) y más verticalizados (del orden de 1H/2V o algo superiores) en las zonas ocupadas por los materiales del Nivel 1 ("jabre"), o bien mediante taludes algo más verticalizados si se ejecuta el vaciado mediante bataches alternos y dejando unas bermas en el perímetro de excavación, siempre al amparo de medidas de entibación adecuadas, fundamentalmente en aquellas zonas en que se detecten posibles problemas de inestabilidad debido al carácter suelto del terreno o por la posible aparición de pequeños flujos de agua.

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.

Estas pendientes de talud recomendadas son válidas para taludes provisionales y altura inferior a 3,00 m.

##### • Muro pantalla:

Se puede contemplar la posibilidad de realizar pantalla continua de hormigón armado, excavada y hormigonada por bataches y empotrada una longitud suficiente bajo la cota de excavación prevista en los estratos más profundos y resistentes (materiales pertenecientes al Nivel 1) para controlar o evitar posibles flujos de agua hacia el interior de la excavación y permitir la ejecución del vaciado de la parcela a su abrigo y sin riesgo de problemas de inestabilidad.

#### COEFICIENTES DE EMPUJE

Para la construcción de posibles semisótanos, sótanos u otros elementos que impliquen un sistema de contención se calculan los coeficientes de empuje. Para el cálculo de los empujes del terreno sobre los muros de sótano, podrán emplearse los parámetros medios definidos en el apartado anterior para los Niveles de suelo diferenciados.

Se adjuntan los coeficientes de empuje, calculados según las especificaciones de los apartados 6.2.3. y 6.2.4. de CTE-DB-SE-C. Para el cálculo de empujes se usan parámetros efectivos para calcular los empujes sobre elementos de contención. Se define el empuje de tierras como la acción que ejerce el terreno situado en el trasdós de un muro sobre este y su cimentación.

Existen tres tipos de empujes. Se han calculado para el Nivel 1 (considerando jabre).

COEFICIENTES DE EMPUJE	Coeficiente de empuje activo $K_a$	Coeficiente de empuje pasivo $K_p$	Coeficiente de empuje en reposo $K_0$
NIVEL 1	0,33	3,00	0,50

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666



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)

#### 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:

**Nivel 0:** Se trata de un suelo de alteración superficial. En general, constituyen un suelo alterado y/o poco consolidado, de compactidad muy floja a media y baja capacidad portante, no adecuados para el apoyo de cimentaciones. En la zona de estudio presenta una potencia comprendida entre 0,30-0,80 m según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos. 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	Potencia del Nivel 0 (m), desde la boca de ensayo
S-1	0,30 m
P-1	0,60 m
P-2	0,80 m

**Nivel 1:** Se trata de un nivel de arenas limo-arcillosa de tonos marrones con fragmentos de roca alterada ("jabre de paraneises, esquistos y metasamitas). Según los ensayos realizados se trata de un suelo granular de compactidad de densa a muy densa y capacidad portante elevada. Se trata de una unidad heterogénea en el conjunto del depósito. A partir de las profundidades que se indican a continuación. Las profundidades están referidas a las embocaduras de los reconocimientos.

ENSAYO	Profundidad del Nivel 1 (m), desde la boca de ensayo
S-1	0,30 m
S-2	0,60 m
P-1	0,80 m

Respecto a la resistencia del terreno:

- **Nivel 0** suelo de alteración superficial. De 0,60-0,80 m (según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos).  $N_{20} = 10-18$ .
- **Nivel 2** jabre de paraneises, esquistos y metasamitas. A partir de 0,60-0,80 m (según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos). Suelo granular de compactidad de densa a muy densa y capacidad portante elevadas. Se trata de una unidad heterogénea en el conjunto del depósito.  $N_{20} = 20-100$ .

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

Debido a las características del terreno existente y a los resultados obtenidos en los reconocimientos realizados, se podrá realizar una cimentación mediante zapatas aisladas o corridas empotradas en el terreno, que transmitan las cargas de la estructura sobre los estratos de suelo natural correspondientes al Nivel 1, integrado por arenas limo-arcillosa de tonos marrones con fragmentos de roca alterada ("jabre de paraneles, esquistos y metasamitas).

Según los ensayos realizados se trata de un suelo granular de compacidad de densa a muy densa y capacidad portante elevada. Se trata de una unidad heterogénea en el conjunto del depósito.

#### TENSIÓN ADMISIBLE DEL TERRENO. TERRENOS GRANULARES.

Según "CTE-DB-SE-C, art 4.3. Presión admisible y de hundimiento.4.3.3. Método simplificado para la determinación de la presión vertical admisible de servicio en suelos granulares."

Para el cálculo de la tensión admisible en suelos granulares, se procederá al cálculo de su tensión admisible según la siguiente expresión:

Siendo:

$$q_{adm} = 0,5 N_{spt} \left( 1 + \frac{D}{3B} \right) \left( \frac{S_t}{25} \right) \left( \frac{B + 0,3}{B} \right)^2$$

$N_{spt}$ , el valor del ensayo SPT

$D$ , profundidad de apoyo de la cimentación

$B$ , ancho de la zapata

$S_t$ , asiento total admisible en mm = 20 mm

Para poder determinar la carga admisible del terreno, se procede a establecer la misma para cada una de las investigaciones llevadas a cabo en la parcela. Con este objetivo, se exponen los datos obtenidos a través de sondeos y ensayo de penetración dinámica. Los valores de golpeo de los ensayos de penetración dinámica deben corregirse para obtener el N30 del S.P.T. La equivalencia entre los valores de golpeo obtenidos en el ensayo de penetración tipo DPSH y los obtenidos en el ensayo de penetración estándar SPT es:  $NSPT \approx NDPSH \times (1,2 \text{ a } 1,5)$ . En este caso se ha tomado un valor  $NSPT \approx NDPSH \times 1,2$  (según Oteo).

#### ASIENTOS

A continuación, realizamos una comprobación por asentamientos para las tensiones obtenidas.

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

$$S_1 = f_s f_q' b \delta^{0,7} \epsilon$$

Siendo:

$S_1$ , el asiento medio al final de la construcción en mm

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

$b$ , el ancho de la zapata o losas (cm)

$I_p$ , índice de compresibilidad, en función del valor medio de golpeo  $N_{60}$  del ensayo SPT.

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

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

El asiento admisible es el inferior a 25 mm.

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666



Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org  
914 920 220  
638 290 236  
www.geotecnia.org

La Norma Tecnológica de cimentaciones superficiales del Ministerio de la Vivienda (CIS 0202) recomienda para la **distorsión angular** (asiento diferencial entre dos pilares contiguos dividido por la distancia entre pilares) un valor de 1/500.

Suponiendo una distancia máxima entre pilares en torno a 4,50 m, el asiento diferencial máximo tolerable sería del orden de 0,90 cm.

Para la relación asiento total - asiento diferencial es práctica habitual admitir asentamientos del orden del doble del asiento diferencial máximo tolerable. En este caso el asiento máximo total admisible sería de  $S_{td} \approx 2$  cm.

Considerando anchos de zapata de 0,50 m a 3,00 m y una tensión al terreno de 2,50 kg/cm<sup>2</sup>, para un N de 40 el asiento esperado sería menor de 1,50 cm.

Para la estructura de la edificación proyectada y en base a los reconocimientos realizados, se recomienda estudiar realizar una cimentación de sobre los materiales correspondientes al Nivel 1, anteriormente definidos, mediante apoyos a partir de la cota de solera considerada 1145,80 m (respecto de las embocaduras de los reconocimientos) donde podrán adoptarse unas tensiones admisibles al terreno (Presión vertical admisible de servicio, según CTE) del orden de **2,50 kg/cm<sup>2</sup>**.

Debido a la posible variabilidad litológica y distribución irregular dentro del conjunto del depósito, en los materiales del Nivel 1 podría ser aconsejable realizar un arriostamiento de las zapatas con el fin de evitar que se produzcan asentamientos diferenciales perjudiciales para la estructura.

Durante la fase de construcción, deberá comprobarse que los apoyos de la cimentación se llevan a cabo sobre los materiales pertenecientes al Nivel 1, una vez sobrepasado el pavimento del Nivel 0.

#### 5.4. SOLERAS.

Se adjuntan a continuación, con carácter orientativo, recomendaciones para la adecuación del terreno de cara a la ejecución de las soleras:

De considerarse la construcción de una solera, para evitar daños se recomienda un saneo previo, lo que supondría retirar al menos 0,2 – 0,4 m.

El fondo de esta excavación debe ser compactado con los medios más enérgicos disponibles, con el fin de mejorar su capacidad portante, para después construir un relleno estructural que sirva de base de la solera.

En caso de que sea del tipo terraplén, debe cumplir al menos con las condiciones de suelo tolerable, cumpliendo lo marcado en el PG-3 Orden FOM/1382/2002.

Los materiales de la construcción del relleno estructural se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido.

El espesor de las tongadas medido después de la compactación no será superior a 25 cm. Este material deberá ser compactado hasta alcanzar una densidad "in situ" igual o superior al 95% de la máxima del

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666





Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

ensayo Próctor Modificado.

Respecto a la ejecución pueden ser consideradas las siguientes recomendaciones generales:

Inicialmente se colocará una lámina geotextil de separación entre el terreno, que deberá estar previamente nivelado y compactado, y la posterior capa de encachado. La función de esta lámina es impedir que se pierdan los finos de la capa de encachado.

Posteriormente se podrá colocar la subbase granular compactada que generalmente será un encachado de piedra de un espesor de 20 cm y un tamaño del árido comprendido entre los 40 y 80 mm, siendo recomendable su utilización en aquellos casos en que se requiera un buen drenaje. Esta subbase también podrá consistir en una capa de zahorra natural o artificial en vez del encachado. La capa de zahorra ofrece mejores condiciones de nivelación, pero peores de drenaje que el encachado.

La siguiente capa consiste en una lámina de polietileno que tiene como funciones el separar el hormigón del encachado, evitar pérdida de agua del hormigón durante su puesta en obra, y aislar el pavimento final de la humedad natural procedente del terreno.

Sobre la capa de polietileno se ejecutará la capa de hormigón armado cuyo espesor es variable y dependerá del uso del recinto y de las cargas que tenga que soportar. El hormigón deberá ser vibrado durante su vertido, debidamente reglado, pendiente y deberá tener las suficientes juntas para evitar su posterior fisuración. Esta capa debe ir armada para que el elemento pueda soportar la tensión de tracción a que se verá sometida. Habitualmente esta armadura estará formada por mallas electrosoldadas con una cuantía geométrica comprendida entre el 0,007% y el 0,1%. La armadura se situará en el tercio superior y a unos 50 mm de la superficie, utilizando separadores fabricados para ello.

La solera puede quedar acabada tal cual, con la superficie de hormigón vista, puede tener un pavimento (ejemplo: un pavimento de terrazo) sobre ella, o puede tener un acabado superficial específico. Estos acabados superficiales se suelen ejecutar añadiendo directamente al hormigón fresco agregados como el corindón o cuarzo, aportando una mejor apariencia visual e incrementando la resistencia y durabilidad de la superficie.

Queda a juicio del técnico proyectista la elección del proceso constructivo de las soleras presentes en la obra en función de las necesidades y viabilidad de la misma.

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666



Estudios Geotécnicos y  
Control de Materiales



gmd@geotecnia.org



914 920 220

638 290 236

www.geotecnia.org

## 6. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

Como resumen de lo expuesto en apartados anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

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

**Nivel 0:** Se trata de un suelo de alteración superficial. En general, constituyen un suelo alterado y/o poco consolidado, de compactadad muy floja a media y baja capacidad portante, no adecuados para el apoyo de cimentaciones. En la zona de estudio presenta una potencia comprendida entre 0,30-0,80 m según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos. 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	Potencia del Nivel 0 (m), desde la boca de ensayo
S-1	0,30 m
P-1	0,60 m
P-2	0,80 m

**Nivel 1:** Se trata de un nivel de arenas limo-arcillosa de tonos marrones con fragmentos de roca alterada ("jabre de paraneises, esquistos y metasamitas). Según los ensayos realizados se trata de un suelo granular de compactadad de densa a muy densa y capacidad portante elevada. Se trata de una unidad heterogénea en el conjunto del depósito. A partir de las profundidades que se indican a continuación. Las profundidades están referidas a las embocaduras de los reconocimientos.

ENSAYO	Profundidad del Nivel 1 (m), desde la boca de ensayo
S-1	0,30 m
S-2	0,60 m
P-1	0,80 m

Respecto a la resistencia del terreno:

- **Nivel 0** suelo de alteración superficial. De 0,60-0,80 m (según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos).  $N_{20} = 10-18$ .
- **Nivel 2** jabre de paraneises, esquistos y metasamitas. A partir de 0,60-0,80 m (según los reconocimientos realizados y desde la embocadura de los mismos). Suelo granular de compactadad de densa a muy densa y capacidad portante elevadas. Se trata de una unidad heterogénea en el conjunto del depósito.  $N_{20} = 20-100$ .

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666





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 freático:

En la toma de muestra realizada, al igual que en los ensayos de penetración dinámica continúa realizados, no se ha detectado presencia de agua, con fecha 6 de febrero de 2020.

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, podrán considerarse valores comprendidos entre  $10^{-3}$ -  $10^{-5}$  cm/s en los materiales de Nivel 1 y para los del Nivel 2 de  $K = 10^{-3}$ -  $10^{-5}$  cm/s a  $K < 10^{-9}$ , pero varía en función del grado de fisuración que tenga la roca, según Tabla 28 CTE-DB-SE-C

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 difiere al tiempo de la ejecución de los trabajos.

En este tipo de terrenos, en caso de detectarse presencia de agua no suele corresponder a la existencia de un nivel freático generalizado, sino a las infiltraciones normalmente procedentes del agua de lluvia a del nivel de depósitos de fondo de valle (Nivel 1) y el suelo de alteración de roca ("jabre"), canalizadas generalmente por la zona de contacto con la roca propiamente dicha, donde la permeabilidad es menor (fundamentalmente a favor de fisuras), embalsadas.

En definitiva, no debe descartarse la posibilidad de que aparezcan "rezumes" o filtraciones de agua, principalmente en épocas de lluvias, en la zona ocupada por el suelo de alteración de roca ("jabre"), suprayacentes al sustrato rocoso (roca alterada).

#### ■ Expansividad:

Dada la plasticidad obtenida en los ensayos realizados y la experiencia en la zona de estudio, 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 la toma de muestra realizada, al igual que en los ensayos de penetración dinámica continúa realizados, fecha 6 de febrero de 2020 no se ha detectado presencia de agua.

Por otro lado, en las muestras de suelo analizada (Nivel 1), el contenido en sulfatos obtenido es de 151 mg/kg, lo que corresponde a terrenos no agresivos, ya que según la Instrucción EHE-08 el tope máximo para ser considerados agresivos es de 2000 mg/kg.

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 sí conveniente cuidar su ejecución para que estos resulten compactos y poco permeables.

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666



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:

Debido a las características del terreno existente y a los resultados obtenidos en los reconocimientos realizados, se podrá realizar una cimentación mediante zapatas aisladas o corridas empotradas en el terreno, que transmitan las cargas de la estructura sobre los estratos de suelo natural correspondientes al Nivel 1, integrado por arenas limo-arcillosa de tonos marrones con fragmentos de roca alterada ("jabre de paraneises, esquistos y metasamitas).

Según los ensayos realizados se trata de un suelo granular de compactad de densa a muy densa y capacidad portante elevada. Se trata de una unidad heterogénea en el conjunto del depósito.

Para la estructura de la edificación proyectada y en base a los reconocimientos realizados, se recomienda estudiar realizar una cimentación de sobre los materiales correspondientes al Nivel 1, anteriormente definidos, mediante apoyos a partir de la cota de solera considerada 1145,80 m (respecto de las embocaduras de los reconocimientos) donde podrán adoptarse unas tensiones admisibles al terreno (Presión vertical admisible de servicio, según CTE) del orden de 2,50 kg/cm<sup>2</sup>.

Debido a la posible variabilidad litológica y distribución irregular dentro del conjunto del depósito, en los materiales del Nivel 1 podría ser aconsejable realizar un arriostamiento de las zapatas con el fin de evitar que se produzcan asentamientos diferenciales perjudiciales para la estructura.

Durante la fase de construcción, deberá comprobarse que los apoyos de la cimentación se llevan a cabo sobre los materiales pertenecientes al Nivel 1, una vez sobrepasado el pavimento del Nivel 0.

#### ■ Otras consideraciones generales.

Queda a juicio del técnico proyectista la solución de contención y cimentación a emplear en base a las recomendaciones dadas en el presente estudio y en función de las necesidades y la viabilidad del proyecto.

Los elementos de contención se concebirán en la hipótesis de que el suelo afectado por éstos se halle aproximadamente en el mismo estado en que fue encontrado durante los trabajos de reconocimiento geotécnico.

Si el suelo presenta irregularidades no detectadas tras dichos reconocimientos o si se altera su estado durante las obras, su comportamiento geotécnico podrá verse alterado.

Para evitar modificaciones en las condiciones de humedad que pudieran dar lugar a alteraciones en las características resistentes del terreno, se considera imprescindible realizar un vaciado y la ejecución de la cimentación en el menor tiempo posible, evitando prolongadas exposiciones a la intemperie de los taludes resultantes en las excavaciones.

Si el hormigonado no se efectúa de manera inmediata, se recomienda dejar sin excavar 15 cm o bien echar una capa de hormigón de limpieza con el fin de proteger la base de cimentación.

Ha de tenerse en cuenta a la hora de ejecutar los muros de contención no sólo las recomendaciones expuestas en los apartados anteriores, además se recomienda valorar las condiciones del entorno, en

Tipo de Construcción: TANATORIO COMARCAL  
Dirección: CALLE CRUCES Nº4  
Municipio: MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
Referencia: EG-201908/11666





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)

particular los viales, servicios y edificaciones próximas que pudieran ver afectada su estabilidad.

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



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)

Las recomendaciones anteriores se basan en prospecciones puntuales. Si se observan durante la fase de ejecución diferencias con lo aquí descrito, se nos deberá comunicar por si hubiese que establecer alguna recomendación complementaria.

Humanes de Madrid, febrero de 2020

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C.I.F. B-82844477  
C/ ADELFA, 11 - 28970 HUMANES  
TELEFONO: 91 492 02 20  
FAX: 91 897 09 04

*A. Nistal*

Fdo.: AÍDA NISTAL TERRÓN  
Geóloga  
Colegiado nº 7.154

*Alfredo Comendador*  
Firmado por B82644771  
ALFREDO COMENDADOR (R:  
B82644771) el día 21/02/2020  
con un certificado emitido

Fdo.: ALFREDO COMENDADOR COLORADO  
Director del Laboratorio  
Colegiado nº 3.635

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L. LABORATORIO OFICIALMENTE ACREDITADO. Organismo Acreditador: Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Comunidad de Madrid, Fecha 4 de marzo del 2005. Áreas ENA: Control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero (N.R.-03061EHA05), GTL: Ensayos de laboratorio de geotecnia (N.R.-03062GTL05), GTC: Sondeos, toma de muestras y ensayos "in-situ" para reconocimientos geotécnicos (N.R.-03063GTC05), AMC: Control de morteros para albañilería (N.R.-03064AMC05)

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666

Página 28 de 29

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666

Página 29 de 29





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)



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)

## ANEJOS A LA MEMORIA

## ANEJO Nº1. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL Y CROQUIS DE SITUACIÓN DE RECONOCIMIENTOS

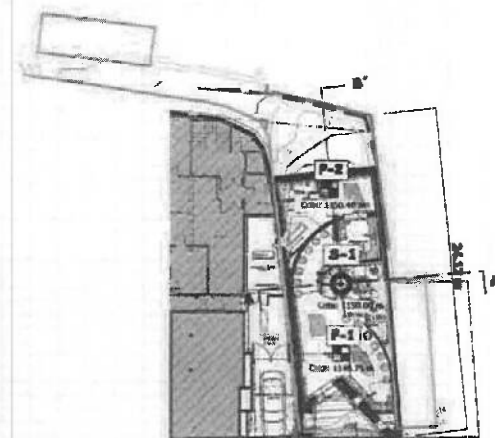
Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666



**Hoja 458 - Prádena**[illegible]

Cotas: 2145,79 m O 1. ^

Cells Group n° 4

**Leyenda**

- Sondas a Rotación Mecánica**  
**Ensayo de Penetración Dinámica**



Proyecto: **TAMATORIO COMARCAL.**  
Calle Cruzes nº 4. Montejo de la Sierra (Madrid).  
Peticionario: **DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN LOCAL**

Referencia: EG-201012/0330 Fecha: FEBRERO - 2020 Plano de situación de los reconocimientos





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)



GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

C/ Adelfa 11, Pol. Ind. Los Calahorrares IV  
28970 Humanes de Madrid (Madrid)  
Tf: 91-492-02-20 Fax: 91-697-29-64  
<http://www.geotecnia.org>

Nº ACTA	FECHA ACTA	MUESTRA	COD. OBRA
1	07/02/2020	2020/829	11866

Ensayo: **P- 1**

Fecha: 06/02/2020

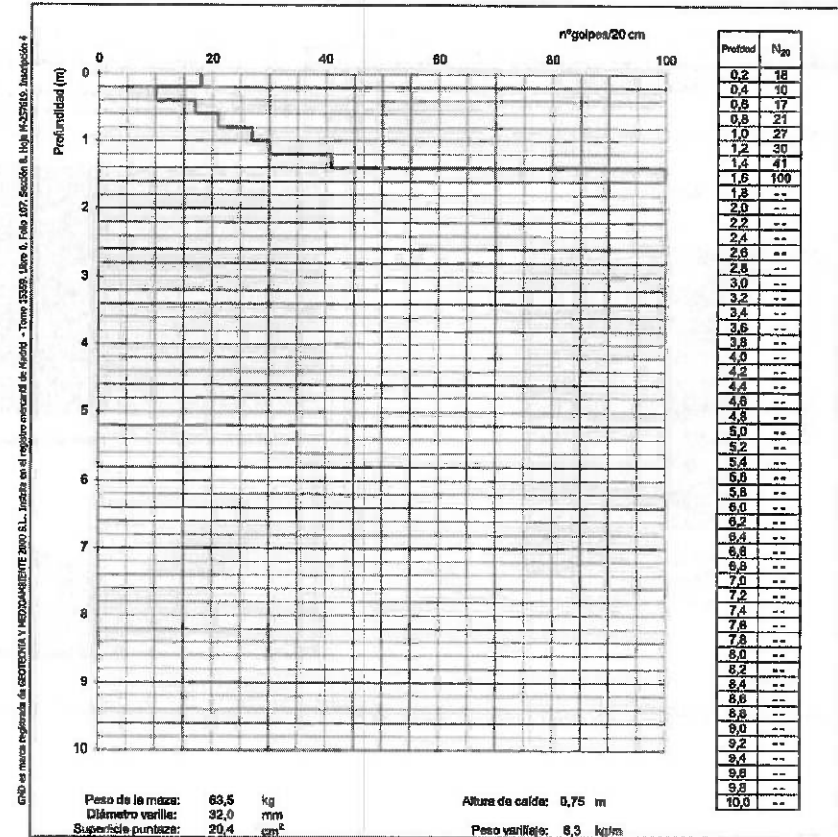
OBRA:

TANATORIO SUPRAMUNICIPAL

C/ CRUCES 4 MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH (UNE-EN ISO 22476-2:2008)

RESULTADO DEL ENSAYO



## ANEJO Nº 2. GRÁFICOS DE PENETRACIONES DINÁMICAS

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCIAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666

Este informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo, no confiere ningún consejo o recomendación derivado de los resultados obtenidos. No deberá reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito del GMD.

Geotecnia y Medio Ambiente 2000 S.L.





GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

C/ Adelfa 11, Pol. Ind. Los Calahorra IV  
28970 Humanes de Madrid (Madrid)  
Tf: 91-492-02-20 Fax: 91-897-29-84  
<http://www.geotecnia.org>

Nº ACTA	FECHA ACTA	MUESTRA	COD. OBRA
2	07/02/2020	20-20/2020	11868

Ensayo: **P-2**

OBRA:

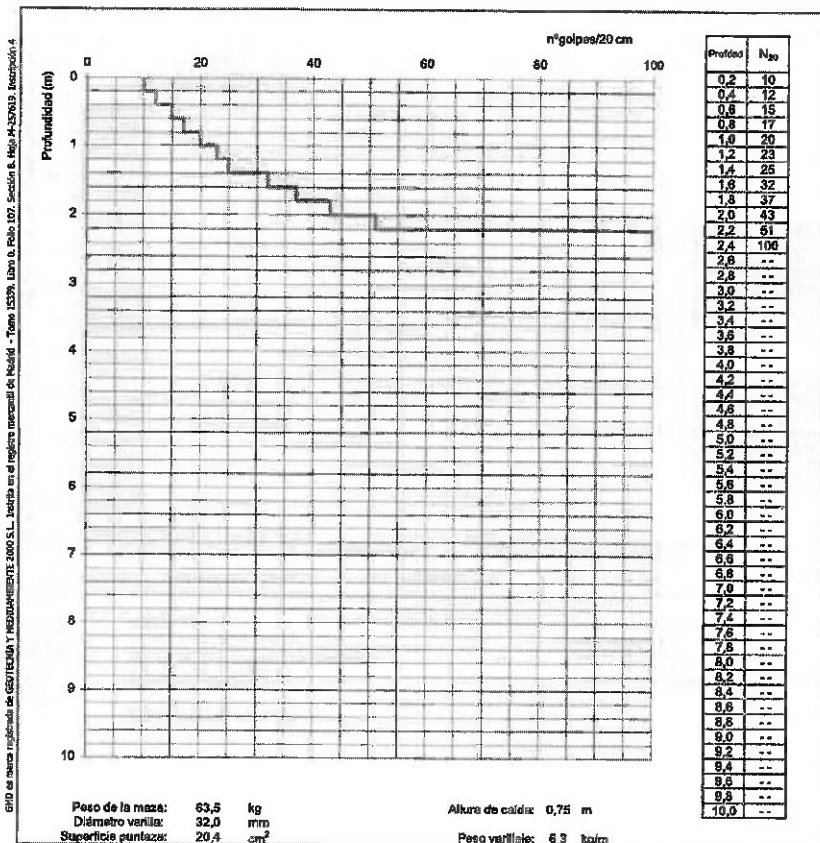
Fecha: 06/02/2020

TANATORIO SUPRAMUNICIPAL

C/ CRUCES 4 MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH (UNE-EN ISO 22476-2:2008)

RESULTADO DEL ENSAYO



Estudios Geotécnicos. Ensayos para el Control de Calidad: EH (hormigones, áridos, aguas, armaduras pasivas, mallas electrosoldadas, cementos, etc.), EA (inspección por líquidos penetrantes y ultrasónicos), EFA (Morteros para albañilería, revoco y enlucido), GT (identificación y estado de suelos, resistencia y deformación de suelos, agresividad de suelos, resistencia y deformación de rocas, agresividad del agua al hormigón, toma de muestras in situ, penetración dinámica, carga con placa estática, resistencia y determinación de permeabilidad de suelos).  
Registro General de Laboratorios de Ensayo para la Calidad de la Edificación: MAD-1-002. Inscripción en CC.AA: MAD-1-128

Esta informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo, no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados obtenidos, ni deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del GMD

Geotecnia y Medio Ambiente 2000 S.L.



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)

### ANEJO Nº 3. CORTES ESTRATIGRÁFICOS Y PERFILES LITOLÓGICOS

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666



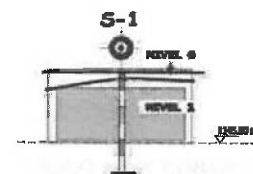


SISTEMA DE PERFORACIÓN: Rotación, batería y columna de Wida  
MÁQUINA: ADLATIC RL 34  
COTA DE BOCA: 1150,50  
NIVEL PRÁCTICO: SECC  
FIN DEL SONDEO: - 6,99 m

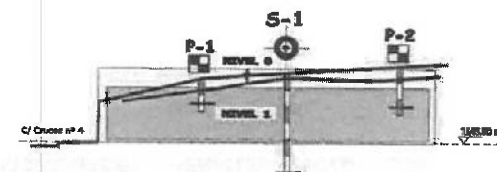
POTENCIA (W)	PROP %	LITOLÓGICA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	S.P.T. / MUESTRA (Nº GOLPES)	ENSAYOS O LABORATORIO					FOTOS CASAS BOMBOS
				PROF. Y PO	SCPT (kgf/cm²) - 15CM B.D.	MS	LL	LP	WATER	WATER
8.30	0.30	0.00 m	Suelo de alteración superficial.							
		0.30 m								
		0.60 m								
		0.90 m								
		1.20 m								
		1.50 m								
		1.80 m								
		2.10 m								
		2.40 m								
		2.70 m								
		3.00 m								
		3.30 m								
		3.60 m								
		3.90 m								
		4.20 m								
		4.50 m								
		4.80 m								
		5.10 m								
		5.40 m								
		5.70 m								
		6.00 m								
		6.30 m								
		6.60 m								
		6.90 m								
		7.20 m								
		7.50 m								
		7.80 m								
		8.10 m								
		8.40 m								
		8.70 m								
		9.00 m								
		9.30 m								
		9.60 m								
		9.90 m								
		10.20 m								
		10.50 m								
		10.80 m								
		11.10 m								
		11.40 m								
		11.70 m								
		12.00 m								
		12.30 m								
		12.60 m								
		12.90 m								
		13.20 m								
		13.50 m								
		13.80 m								
		14.10 m								
		14.40 m								
		14.70 m								
		15.00 m								
		15.30 m								
		15.60 m								
		15.90 m								
		16.20 m								
		16.50 m								
		16.80 m								
		17.10 m								
		17.40 m								
		17.70 m								
		18.00 m								
		18.30 m								
		18.60 m								
		18.90 m								
		19.20 m								
		19.50 m								
		19.80 m								
		20.10 m								
		20.40 m								
		20.70 m								
		21.00 m								
		21.30 m								
		21.60 m								
		21.90 m								
		22.20 m								
		22.50 m								
		22.80 m								
		23.10 m								
		23.40 m								
		23.70 m								
		24.00 m								
		24.30 m								
		24.60 m								
		24.90 m								
		25.20 m								
		25.50 m								
		25.80 m								
		26.10 m								
		26.40 m								
		26.70 m								
		27.00 m								
		27.30 m								
		27.60 m								
		27.90 m								
		28.20 m								
		28.50 m								
		28.80 m								
		29.10 m								
		29.40 m								
		29.70 m								
		30.00 m								
		30.30 m								
		30.60 m								
		30.90 m								
		31.20 m								
		31.50 m								
		31.80 m								
		32.10 m								
		32.40 m								
		32.70 m								
		33.00 m								
		33.30 m								
		33.60 m								
		33.90 m								
		34.20 m								
		34.50 m								
		34.80 m								
		35.10 m								
		35.40 m								
		35.70 m								
		36.00 m								
		36.30 m								
		36.60 m								
		36.90 m								
		37.20 m								
		37.50 m								
		37.80 m								
		38.10 m								
		38.40 m								
		38.70 m								
		39.00 m								
		39.30 m								
		39.60 m								
		39.90 m								
		40.20 m								
		40.50 m								
		40.80 m								
		41.10 m								
		41.40 m								
		41.70 m								
		42.00 m								
		42.30 m								
		42.60 m								
		42.90 m								
		43.20 m								
		43.50 m								
		43.80 m								
		44.10 m								
		44.40 m								
		44.70 m								
		45.00 m								
		45.30 m								
		45.60 m								
		45.90 m								
		46.20 m								
		46.50 m								
		46.80 m								
		47.10 m								
		47.40 m								
		47.70 m								
		48.00 m								
		48.30 m								
		48.60 m								
		48.90 m								
		49.20 m								
		49.50 m								
		49.80 m								
		50.10 m								
		50.40 m								
		50.70 m								
		51.00 m								
		51.30 m								
		51.60 m								
		51.90 m								
		52.20 m								
		52.50 m								
		52.80 m								
		53.10 m								
		53.40 m								
		53.70 m								
		54.00 m								
		54.30 m								
		54.60 m								
		54.90 m								
		55.20 m								
		55.50 m								
		55.80 m								
		56.10 m								
		56.40 m								
		56.70 m								
		57.00 m								
		57.30 m								
		57.60 m								
		57.90 m								
		58.20 m								
		58.50 m								
		58.80 m								
		59.10 m								
		59.40 m								
		59.70 m								
		60.00 m								
		60.30 m								
		60.60 m								
		60.90 m								
		61.20 m								
		61.50 m								
		61.80 m								
		62.10 m								
		62.40 m								
		62.70 m								
		63.00 m								
		63.30 m								
		63.60 m								
		63.90 m								
		64.20 m								
		64.50 m								
		64.80 m								
		65.10 m								
		65.40 m								
		65.70 m								
		66.00 m								
		66.30 m								
		66.60 m	</							

中·国·金·融·史·论·著

**PERFIL: A-A'**



**PERFIL: B-B'**



**Abstract**

**XXVII. El Salero de Pamparash, Hologramas y Hologramas.**

 Service machines à véhicules.





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)

Geotecnia y Medioambiente 2000, S.L.



C/Adelita, 11; Pol.Ind. Los Colapinos IV  
28870 Humanes  
<http://www.geotecnia.org>  
e-mail: [gmd@geotecnia.org](mailto:gmd@geotecnia.org)  
Teléfono: 91 482 02 20  
Fax: 91 607 20 04

Estudios Geotécnicos  
y Control de Materiales

Código de entrada: G-19024-20      Página: 1  
Dirección: Calle Cruces Nº 4 (Montejo de la Sierra)  
Provincia: Madrid      Fecha: 13-02-20  
**Resumen de ensayos de laboratorio**

#### ANEJO Nº 4. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	Ensayo 5
Designación de muestra		S1; M1				
Tipo de muestra		Alterada				
Profundidad	(m)	2,70-3,00				
Clasificación U.S.C.S.		SM				
Clasificación H.R.B.						
Índice de grupo						
Densidad aparente	(g/cm <sup>3</sup> )					
Densidad seca	(g/cm <sup>3</sup> )					
Peso específico	(g/cm <sup>3</sup> )					
Humedad natural	(%)	4,75				
Límite Líquido	(%)	0,00				
Límite plástico	(%)	0,00				
Índice de plasticidad		NP				
% que pasa T-0,080 UNE	(%)	21,71				
% que pasa T-2 UNE	(%)	87,84				
% que pasa T-6 UNE	(%)	92,53				
Proctor Humedad óptima	(%)					
Proctor Densidad Máxima	(t/m <sup>3</sup> )					
Índice CBR	(%)					
Presión de hinchamiento	(kp/cm <sup>2</sup> )					
Hinchamiento libre	(%)					
Lambe Índice	(kp/cm <sup>2</sup> )					
Lambe Clasificación						
Sulfatos	(mg/kg suelo)	161				
Carbonatos	(%)					
Materia orgánica	(%)					
Compresión Simple	(kp/cm <sup>2</sup> )					
Deformación	(mm)					
Edométrico Cc						
Cohesión	(kp/cm <sup>2</sup> )					
Ángulo de fricción	(°)					

Observaciones:-

GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000 S.L.  
C/LE 8-6044671  
C/ADILTA, 11. 28870 HUMANES  
TEL: 91 482 02 20  
FAX: 91 607 20 04

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666





Código de entrada: G-19024-20

Página: 2

Dirección: Calle Cruces Nº 4 (Montejo de la Sierra)

Provincia: Madrid

Fecha: 13/02/20

## Granulometría por Tamizado

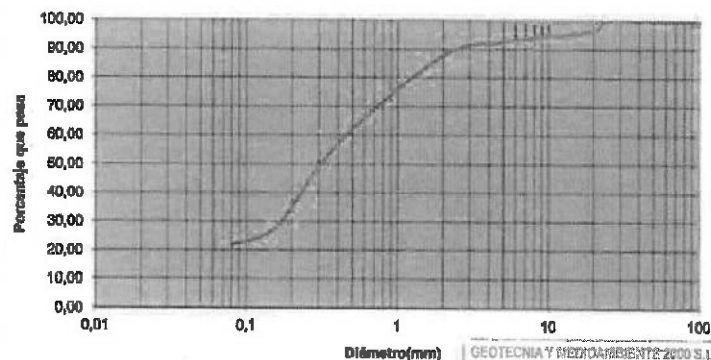
Designación: UNE 103-101

Muestra S1; M1

Profundidad: 2,70-3,00

Muestra(tipo) Alterada

Fracción Gruesa:		Tamizos	Retenido	Retenido	% retenido	% que pasa
> T-2		UNE (mm)	acumulado (Gramos)	cada tamiz (Gramos)	(%)	(%)
F+G+agua	635,25	100	0,00	0,00	0,00	100,00
G>T-2	73,72	80	0,00	0,00	0,00	100,00
F<T-2+agua	661,53	80	0,00	0,00	0,00	100,00
Fino seco	596,07	80	0,00	0,00	0,00	100,00
F<C(seco)	686,45	50	0,00	0,00	0,00	100,00
Fracción Fina:		40	0,00	0,00	0,00	100,00
< T-2		25	0,00	0,00	0,00	100,00
Suelo+agua	635,25	20	21,24	21,24	3,35	96,65
Humedad	4,75	12,5	30,68	9,34	1,54	98,46
Suelo seco	606,45	10	32,26	1,98	0,28	99,72
Humedad Higroscópica		5	45,29	13,03	2,15	97,85
T+suelo+agua	1170,88	2	73,72	28,43	4,89	95,11
T+suelo	1142,06	0,4	260,44	186,72	30,79	69,21
Tara	835,01	0,16	433,18	172,74	28,48	71,52
Suelo	606,45	0,08	474,76	41,68	6,86	93,14
Agua	28,60					
Humedad(%)	4,75					



Límite Líquido:	0,00	% pasa T 0,08	21,71	Clasificación USCS
Límite Plástico:	0,00	% reten. T-2	12,16	
Índice Plástico:	NP	% reten. T-5	7,47	
				Arena limosa no plástica



Código de entrada: G-19024-20

Página: 3

Dirección: Calle Cruces Nº 4 (Montejo de la Sierra)

Provincia: Madrid

Fecha: 13/02/20

## Límites de Atterberg

Designación:

LL UNE 103-103  
LP UNE 103-104

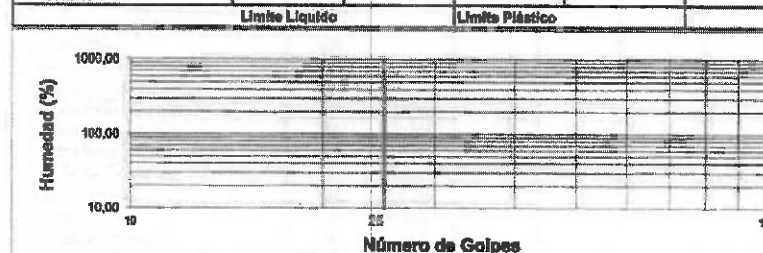
Muestra S1; M1

Profundidad: 2,70-3,00

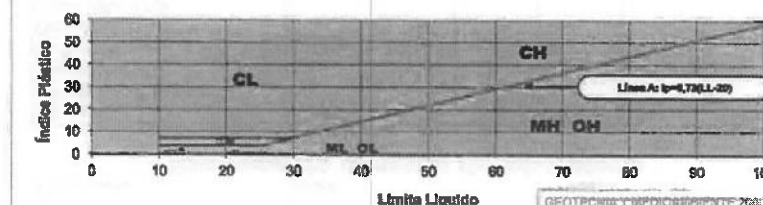
Muestra(tipo) Alterada

LL  
LP  
IP  
NP

Descripción	Límite Líquido		Límite Plástico		Observaciones
	1	2	1	2	
Tamiz/plante					
No de golpes					
Peso tara+suelo húmedo (g)					
Peso tara+suelo seco (g)					
Peso de tara (g)					
Peso suelo seco (g)					
Peso de agua (g)					
Humedad %					



## Diagrama de Casagrande



Límite Líquido:	0,00	% pasa T 0,08	21,71	Clasificación USCS
Límite Plástico:	0,00	% reten. T-2	12,16	
Índice Plástico:	NP	% reten. T-5	7,47	
				Arena limosa no plástica





**Código:** G-19024-20 **Página:** 4  
**Dirección:** Calle Cruces Nº 4 (Montejo de la Sierra)  
**Provincia:** Madrid **Fecha:** 13/02/20  
**Det. Cuantitativa del contenido de sulfatos solubles de un suelo**  
**Designación:** UNE 83903:2008

**Muestra:** S1: M1  
**Profundidad:** 2,70-3,00  
**Muestra(tipo):** Alterada

mg de SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> 151

Descripción	Unidades	Ensayo 1	Ensayo 2	Grado de agresividad		
				Débil	Medio	Fuerte
Peso de suelo	(g)	50,04540	50,04020			
Peso de agua	(kg)	5,00454E-02	5,00402E-02			
Crisol	(g)	25,0177	22,6695			
Crisol+precipitado	(g)	25,0368	22,6695			
Precipitado de BaSO <sub>4</sub>	(g)	0,01820	0,01730			
Precipitado de BaSO <sub>4</sub>	(mg)	18,20000	17,40000			
mg de SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> /kg de suelo seco	(mg/kg suelo)	157,8110	143,1217			
Promedio	(mg/kg suelo)	151		2000-3000	3000-12000	> 12000



**Estudios Geotécnicos**  
**y Control de Materiales**

C/Adelfa, 11; Pol.Ind. Los Castaños IV  
 28970 Humanes  
 http://www.geotecnia.org  
 e-mail: gmd@geotecnia.org  
 Teléfono: 91 492 02 20  
 Fax: 91 897 29 54

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**Código de entrada:** G-19024-20 **Página:** 5  
**Dirección:** Calle Cruces Nº 4 (Montejo de la Sierra)  
**Provincia:** Madrid **Fecha:** 13/02/20

Este anejo de resultados de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos consta de 5 hojas (incluida esta página) numeradas de 1 al 5 y selladas.

Este Anejo no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito de GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.

Este Anejo de Ensayos no contiene ningún consejo o recomendación derivado de los resultados de los ensayos.

Este Anejo de Ensayos sólo afecta a las muestras sometidas al ensayo.

Fecha: 13-02-20

*[Firma]*



*[Firma]*

**Fdo.: Alfredo Comendador Colorado**  
**DIRECTOR DE LABORATORIO**

**Fdo.: Margarita Arroyo Zamarrón**  
**JEFE LABORATORIO ÁREA GTL**

**GEOTECNIA Y MEDIOAMBIENTE 2000, S.L.**  
 EN: Control del hormigón, sus componentes y de las armaduras de acero  
 GT: Sondeos, toma de muestras y ensayos "in-situ" para reconocimientos geotécnicos y ensayos de laboratorio de geotecnia  
 EFA: Control de morteros para albañilería  
 EA: Control de la soldadura de perfiles estructurales de acero





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)



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)

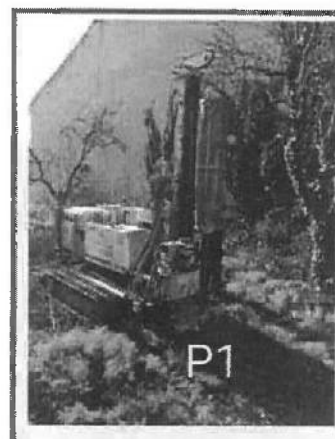
#### ANEJO Nº 5. FOTOGRAFÍAS DE TRABAJOS DE CAMPO



Sondeo S-1



Parcela



Ensayo de penetración dinámica P-1



Ensayo de penetración dinámica P-2

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666





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)



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)

## BIBLIOGRAFÍA

## BIBLIOGRAFIA

AENOR, (2001). EDIFICACIÓN. PARTICIONES. Manual de Normas UNE-EN., Ed. AENOR, abril - Madrid.

AENOR, (1999). GEOTECNIA: *Ensayos de Campo y de Laboratorio*. Ed. AENOR, Madrid.

AENOR, (1999). GEOTECNIA: *Hormigón Estructural*. Tomo 3. Ed. AENOR, Madrid.

AENOR, (1999). EUROCÓDIGO 7. PROYECTO GEOTÉCNICO, PARTE 1, 2 y 3: REGLAS GENERALES. ENSAYOS DE LABORATORIO. ENSAYOS "IN SITU". Ed. AENOR, Madrid.

CTE (2006), Código Técnico de la Edificación, Partes I y II. Ministerio de Vivienda.

EHE-08 INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL Y RC-08 INSTRUCCIÓN PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS.

BUSTILLO, M. R. & otros, (2001). MANUAL DE SONDEOS. Aplicaciones. Madrid.

CALAVERA, J., (2000). CALCULO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIONES. 4ª Edición, Ed. INFOPRINT S.A., Madrid.

CASSAN, M., (1982). LOS ENSAYOS IN SITU EN LA MECANICA DEL SUELO. Su ejecución y aplicación. TOMO I. Ed. Técnicos Asociados, S.A. Barcelona.

DELGADO, M. V., (1999). INGENIERIA DE CIMENTACIONES. Fundamentos e Introducción al Análisis Geotécnico. 2ª Edición. Alfaomega. México - DF.

JIMENEZ SALAS, J. E.; DE JUSTO ALPAÑES, J. L. & SERRANO GONZALEZ, A. A., (1981). GEOTECNIA Y CIMIENTOS I, II y III: *Mecánica del Suelo y de las Rocas*. 2ª Edición, Ed. Rueda, Madrid.

LOPEZ MARINAS, J. M., (2000). GEOLOGÍA APLICADA A LA INGENIERIA CIVIL. Ed. CIE Inversiones. Madrid.

RODRÍGUEZ ORTIZ, J. M.; SERRA GESTA, J. & OTEO MAZO, C., (1982). CURSO APLICADO DE CIMENTACIONES. Ed. GRAFICINCO. MADRID.

TERZAGHI, K. & PECK, R. B., (1976). MECANICA DEL SUELO EN LA INGENIERIA PRÁCTICA. Ed. Ateneo, 2ª edición. Barcelona.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA, serie cartográfica a diferentes escalas elaborada por el Instituto Tecnológico Geomínero de España (Incluido en Anexos como Mapa Geológico Regional).

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666

Tipo de Construcción:  
Dirección:  
Municipio:  
Referencia:

TANATORIO COMARCAL  
CALLE CRUCES Nº4  
MONTEJO DE LA SIERRA (MADRID)  
EG-201908/11666