

INFORME GEOTECNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE 8 AULAS EN EL I.E.S. CORTÉS DE CÁDIZ

COMUNIDAD DE MADRID

Nº INFORME O/2005036

INFORME

MOLAR (EL)

INGENIERIA | CONTROL DE CALIDAD | **GEOTECNIA** | EDIFICACION | CERTIFICACION | I+D+i | SEGURIDAD Y SALUD

P2



Edición: nº0 Revisión: nº0

Fecha: Agosto de 2024

Pol. Ind. Los Olivos. C/ Innovación,11 (28906)
MADRID - GETAFE
Tel: 916 828 727 Fax: 916 019 683
madrid@cemosa.es

cemosa
Ingeniería y Control

TITULO DEL DOCUMENTO: INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE 8 AULAS EN EL I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ

Edición número: 0 Fecha edición : Agosto de 2024
Revisión número: 0 Fecha revisión : Agosto de 2024
Edición y Revisión número: 1 Fecha revisión :
Edición y Revisión número: 2 Fecha revisión :
Edición y Revisión número: 3 Fecha revisión :

CONTROL DE CALIDAD

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por	Carlos Álvarez Calvo	 Carlos Álvarez Calvo	Agosto de 2024
Revisado	Isidro Ocete Ruiz		Agosto de 2024
Aprobado	Isidro Ocete Ruiz		Agosto de 2024

REGISTRO DE MODIFICACIONES

Edic./Rev.	Fecha	Responsable modificación	Secc./Párrafo Modificado	Modificación efectuada
0/0	Agosto de 2024	-	-	Edición inicial

*Este documento refiere la Edición vigente **nº** y revisión vigente **nº**. Esta edición y/o revisión anula a las anteriores.*

MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN.....	1
2.-	ANTECEDENTES Y RECONOCIMIENTO.....	2
2.1.-	Documentación técnica y geotécnica previa.....	2
2.2.-	Características generales de la edificación prevista	2
2.3.-	Características generales del entorno de carácter geomorfológico y geotécnico.....	3
3.-	ENTORNO GEOGRÁFICO.....	4
4.-	TRABAJOS REALIZADOS	6
4.1.-	Reconocimientos de campo	6
4.2.-	Resultados de los ensayos de penetración dinámica	11
4.3.-	Ensayos de campo y laboratorio	12
5.-	GEOLOGÍA.....	13
6.-	SISMOLOGÍA	15
6.1.-	Introducción	15
6.2.-	Aplicación de la normativa	16
6.3.-	Mapa de peligrosidad sísmica. Coeficiente de distribución.....	18
6.4.-	Mapa de peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica.	18
6.5.-	Clasificación del terreno. Coeficiente del terreno.....	19
7.-	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.....	21
7.1.-	Nivel freático	22
7.1.-	UG.1 Rellenos de naturaleza antrópico.....	22
7.2.-	UG.2 Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	23
7.3.-	Muestras ensayadas en la UG-2.	24
7.3.1.-	Identificación	24
7.3.2.-	Ensayos químicos y agresividad en suelos.....	26
7.3.3.-	Parámetros de estado natural.....	26
7.4.-	UG.3 Granito fracturado y alterado	26
7.5.-	Muestras ensayadas en la UG-3.	27

7.5.1.-	Parámetros de resistencia	27
8.-	AGRESIVIDAD	28
8.1.-	Valores obtenidos en muestras de suelos	28
9.-	EXPANSIVIDAD	29
9.1.-	Valores y cuantificaciones obtenidas.....	30
10.-	PERMEABILIDAD.....	30
10.1.-	Movimiento del agua libre	30
10.2.-	Factores que influyen en la permeabilidad	32
10.3.-	Valores obtenidos	33
11.-	DETERMINACIÓN DE LA EXCAVABILIDAD	34
11.1.-	Metodología	34
11.2.-	Evaluación de la excavabilidad	38
12.-	MODELOS DE CIMENTACIÓN PLANTEADOS	39
12.1.-	Cálculo de la presión admisible de servicio	40
13.-	RESUMEN Y CONCLUSIONES	43

ANEJOS

- ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN
- ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO
- ANEJO 3. PERFIL GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO
- ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO
 - ANEJO 4.1 Registro de sondeos a rotación
 - ANEJO 4.2 Registro de penetraciones dinámicas
- ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
- ANEJO 6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

APENDICES

- APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

1.- Introducción

El presente documento responde al **INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE 8 AULAS EN EL I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ** en **MOLAR (EL)** solicitado a **CEMOSA** por **COMUNIDAD DE MADRID**.

El trabajo se establece con expediente O/2005036, y realizado por la delegación de CEMOSA en Madrid.

El objeto del presente estudio viene dado por la necesidad de determinar la tipología y las condiciones de cimentación para la ampliación de 8 aulas en el I.E.S cortés de Cádiz en el Molar con dos plantas sobre rasante y una superficie de 6259 m².

El cliente aporta croquis orientativo de la distribución del colegio y su zona de ampliación.

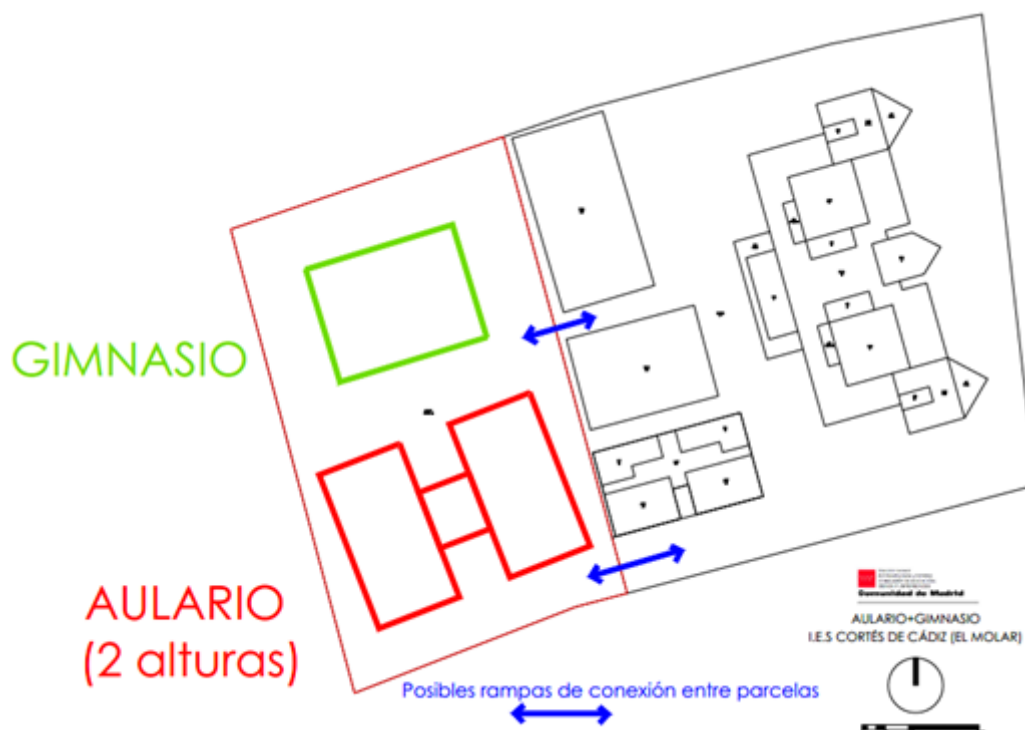


Figura Nº 1.- Croquis aportado por el cliente.

Para este cometido se han realizado los trabajos de campo, consistentes en penetraciones dinámicas y continuas, junto sondeos mecánicos y rotativos, con extracción continua de testigo.

Para el desarrollo de este trabajo se han ejecutado los siguientes trabajos:

- Trabajos de campo y laboratorio realizados.
- Caracterización geotécnica de los materiales implicados: definición y parametrización.
- Entorno geológico.

- Presencia de nivel freático.
- Perfil geológico-geotécnico.
- Agresividad del suelo frente al hormigón.
- Recomendaciones de cimentación: tipología, carga admisible y otros aspectos.

2.- Antecedentes y reconocimiento

2.1.- Documentación técnica y geotécnica previa

Con carácter previo a la redacción de este estudio, el peticionario facilitó la siguiente documentación:

Tabla 1. Planos facilitados por el peticionario

<input checked="" type="checkbox"/>	Plano de emplazamiento del edificio
<input type="checkbox"/>	Plano de ubicación de la edificación dentro de la parcela
<input type="checkbox"/>	Levantamiento topográfico de la parcela
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano de planta de la edificación prevista
<input type="checkbox"/>	Perfiles tipo de la edificación prevista
<input type="checkbox"/>	Planos disponibles en formato digital

2.2.- Características generales de la edificación prevista

Las características de la futura construcción, según la información recabada, son las siguientes:

Tabla 2. Características generales de la edificación

Tipología de edificación	Número de plantas de la edificación	
<input type="checkbox"/> Bloque de viviendas	Nº plantas sobre rasante	2
<input type="checkbox"/> Aislada, adosada o pareada	Nº sótanos	0
<input checked="" type="checkbox"/> Otra: Gimnasio y Aulario	<input type="checkbox"/> Semisótano	
<input type="checkbox"/> No determinada	<input type="checkbox"/> No determinado	
Tipología de estructura	Tipología de forjados	
<input type="checkbox"/> Hormigón armado	<input type="checkbox"/> Reticular	
<input type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Unidireccional	
<input type="checkbox"/> Otra:	<input checked="" type="checkbox"/> No determinada	
<input checked="" type="checkbox"/> No determinada		

2.3.- Características generales del entorno de carácter geomorfológico y geotécnico

Así mismo, a partir de la visita a campo realizada y de la experiencia que CEMOSA posee en la zona se han podido identificar los siguientes condicionantes geotécnicos y geomorfológicos:

Tabla 3. Experiencia previa en la zona

Problemas geotécnicos habituales en la zona	
<input type="checkbox"/>	Suelos blandos
<input type="checkbox"/>	Suelos potencialmente colapsables
<input type="checkbox"/>	Suelos potencialmente expansivos
<input checked="" type="checkbox"/>	Rellenos antrópicos o artificiales
<input type="checkbox"/>	Restos de edificios y otras construcciones
<input type="checkbox"/>	Restos arqueológicos o de valor cultural
<input type="checkbox"/>	Terreno vegetal de espesor considerable
<input type="checkbox"/>	Discontinuidades litológicas
<input type="checkbox"/>	Inestabilidad de laderas naturales
<input type="checkbox"/>	Inestabilidad de taludes excavados
<input type="checkbox"/>	Desprendimientos
<input type="checkbox"/>	Agresividad del terreno
<input type="checkbox"/>	Agua agresiva para el hormigón
<input type="checkbox"/>	Niveles piezométricos cercanos a la superficie
<input type="checkbox"/>	Terrenos no excavables por medios mecánicos
<input type="checkbox"/>	Terrenos no ripables por medios mecánicos (necesidad de voladura o martillo neumático)
<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia de problemas geotécnicos significativos
Nivel piezométrico en la zona	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia
<input type="checkbox"/>	A menos de 5 m de la superficie
<input type="checkbox"/>	Situado por debajo de 5 m de la superficie
<input type="checkbox"/>	Importantes variaciones del nivel piezométrico dependiendo de la época climática
Tipologías de cimentación habituales en la zona	
<input type="checkbox"/>	Zapatillas aisladas, corridas o vigas flotantes
<input type="checkbox"/>	Pozos
<input type="checkbox"/>	Losa armada
<input type="checkbox"/>	Cimentación profunda
<input type="checkbox"/>	No procede
<input checked="" type="checkbox"/>	Se desconoce

Tabla 4. Rasgos geomorfológicos

Morfología	Rellenos antrópicos
<input type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Ausencia
<input checked="" type="checkbox"/> Alomada	<input type="checkbox"/> Superficiales (< 1 m.)
<input type="checkbox"/> Abrupta (pendientes > 15%)	<input checked="" type="checkbox"/> Medios (de 1 a 5 m.)
<input type="checkbox"/> Montañosa (pendientes > 30%)	<input type="checkbox"/> Potentes (> 5 m.)
Taludes y excavaciones	Indicios de patologías
<input checked="" type="checkbox"/> Ausencia	<input checked="" type="checkbox"/> Ausencia
<input type="checkbox"/> Alturas < 5 m.	<input type="checkbox"/> Inestabilidad en taludes
<input type="checkbox"/> Alturas de 5 a 10 m.	<input type="checkbox"/> Desprendimientos
<input type="checkbox"/> Alturas de 10 a 15 m.	<input type="checkbox"/> Colapsos y/o dolinas
<input type="checkbox"/> Alturas > 15 m.	<input type="checkbox"/> Patologías de estructuras
<input type="checkbox"/> Presencia de elementos de contención	<input type="checkbox"/> Fallos en elementos de contención
Hidrología superficial	Interacción con otros edificios
<input checked="" type="checkbox"/> Ausencia	<input type="checkbox"/> Edificio medianero sin sótanos
<input type="checkbox"/> Alturas < 5 m.	<input type="checkbox"/> Edificio medianero con sótanos
<input type="checkbox"/> Alturas de 5 a 10 m.	<input checked="" type="checkbox"/> Vial perimetral ya construido
<input type="checkbox"/> Alturas de 10 a 15 m.	<input type="checkbox"/> Muro perimetral ya construido

3.- Entorno geográfico

La zona estudiada se sitúa en el término municipal de MOLAR (EL).

Las coordenadas aproximadas de la zona estudiada se aportan a continuación:

Tabla 5. Coordenadas aproximadas UTM

UTM	
X	Y
450.563	4.510.054
Nota: Huso UTM: 30, Zona: S, Datum: WGS84.	

El área de actuación corresponde a la parcela ubicada en la Avenida doctores de el Molar, en el municipio de El Molar.



Figura Nº 2.- Localización de la zona de actuación

Observando la ortofoto histórica más antigua que se dispone, del vuelo americano 56-57, y comparándola con una imagen más o menos actual, se puede apreciar que el área de interés era una zona de cultivo.



Figura Nº 3.- Comparación de la ortofoto del 56-57 con situación actual.

La siguiente imagen disponible es de fecha del 1997. Aquí el complejo urbanístico de las inmediaciones ya se encuentra desarrollado.



Figura Nº 4.- Comparación de la ortofoto del 1997 con situación actual.

La siguiente imagen disponible es del 2006 y comparándola con una imagen más o menos actual, se puede observar que el área de actuación ya se parece más a la actualidad.



Figura Nº 5.- Comparación de la ortofoto del 2006 con situación actual.

4.- Trabajos realizados

Los trabajos realizados han tenido dos caracteres diferentes, los ejecutados en campo o “in situ” y los de laboratorio.

Así mismo también se ha llevado a cabo un estudio bibliográfico, como complemento al trabajo de gabinete.

4.1.- Reconocimientos de campo

Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

Tabla 6. Trabajos de campo

Tipo	Unidades	Profundidad mínima alcanzada (m.)	Profundidad máxima alcanzada (m.)
Sondeos mecánicos con recuperación de testigo	3	5,40	10,00
Sondeos a penetración dinámica	5	1,20	4,00

Los sondeos mecánicos a rotación consisten en la ejecución de perforaciones de pequeño diámetro, generalmente de 65 y 140 mm que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del subsuelo mediante la extracción continua de testigo de suelo o roca, a la vez que se alterna con ensayos geotécnicos de penetración y extracción de muestras inalteradas, en los casos que es posible. Las perforaciones se realizaron con una sonda modelo TECOINSA TP50.

El ensayo de penetración dinámica (DPSH) consiste en la hincada de una puntaza de sección cónica de 20 cm² acoplada a un varillaje de 32 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de 63.5 kg que cae desde una altura de 75 cm, impactando sobre una cabeza o “yunque” rígidamente unido al varillaje. El aparato empleado en la realización de estos ensayos fue un penetrómetro modelo TECOINSA TP-05.

Los datos de golpeo de los penetrómetros permiten una estimación razonable de las características resistentes medias del subsuelo.

En las fotografías siguientes se muestra la ubicación de los diferentes reconocimientos.



Figura Nº 6.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo con extracción continua de testigo referido como S-01.



Figura Nº 7.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo con extracción continua de testigo referido como S-02.



Figura Nº 8.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-01.



Figura Nº 9.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-02.



Figura Nº 10.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-03.



Figura Nº 11.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-04.



Figura Nº 12.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-05.

Las diferentes actas de todos los reconocimientos de campo desarrollados para este trabajo se aportan en los anejos correspondientes.

4.2.- Resultados de los ensayos de penetración dinámica

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en los ensayos de penetración dinámica:

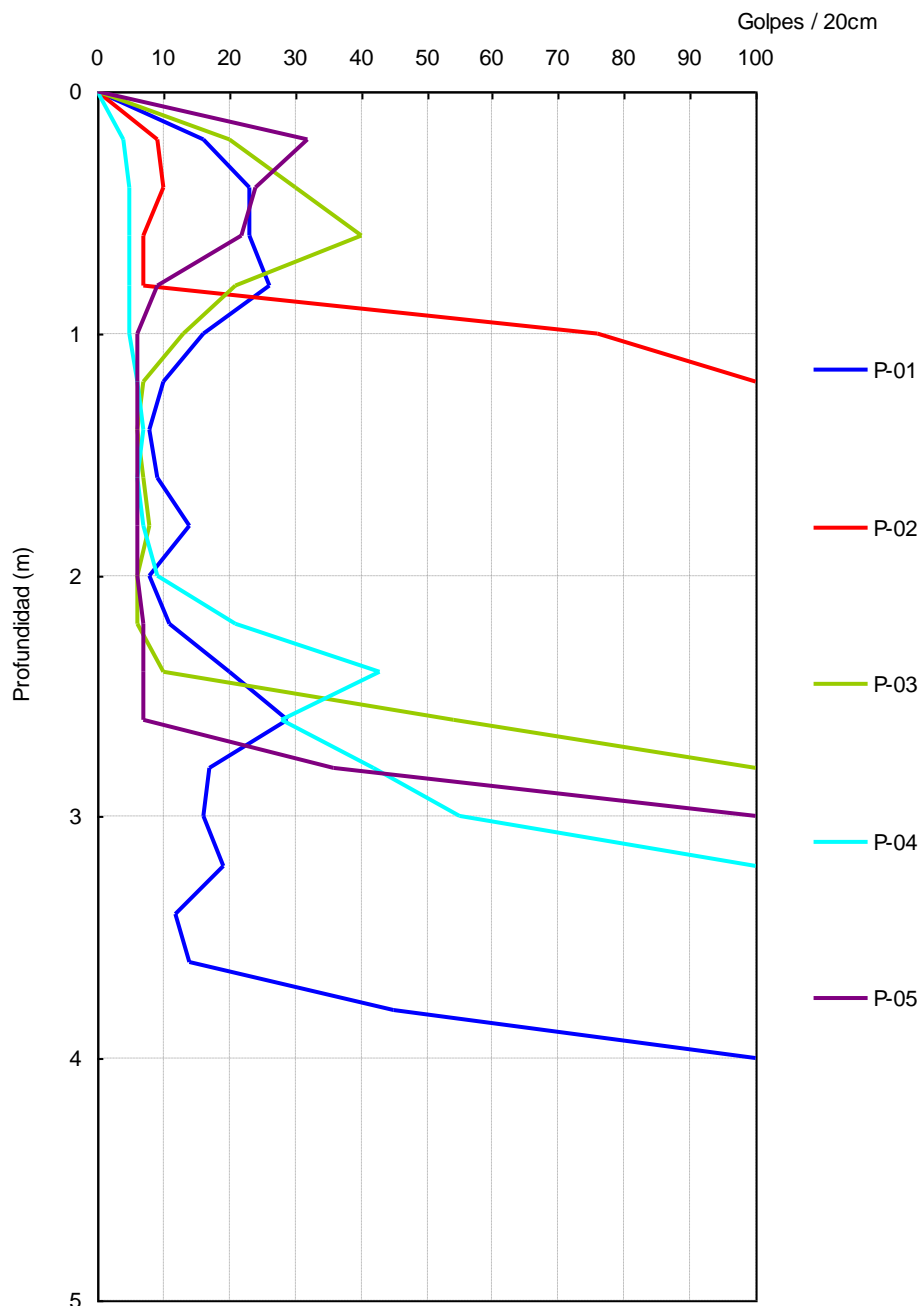


Figura Nº 13.- Registro de los ensayos de penetración dinámica realizados.

4.3.- Ensayos de campo y laboratorio

Los ensayos y trabajos de campo realizados para determinar las características de los materiales detectados han sido los siguientes:

Tabla 7. Ensayos y Trabajos de campo

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra inalterada con tomamuestras de tipo abierto	1	ASTM D6169-98, ASTM D3550-01, XP P94-202
Ensayo de penetración estándar (SPT)	4	UNE 103800
Testigo parafinado	2	ASTM D6640-01

Los ensayos de laboratorio realizados para la elaboración de este documento quedan reflejados en las tablas siguientes:

Tabla 8. Trabajos de laboratorio

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	1	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	1	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	1	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	1	UNE 103300
Ensayo de compresión simple en suelos	2	UNE 103400
Determinación del contenido en sulfatos	1	UNE 103202
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	1	EHE

Los valores obtenidos para cada uno de los ensayos realizados se establecen en las siguientes tablas:

Tabla 9. Valores de consistencia o compacidad

Muestra			Consistencia o Compacidad						
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Golpeo/15cm						
							N30 MI	N30 SPT	
			V1	V2	V3	V4			
S-01	SPT	3,00	R						R
S-02	SPT	3,00	20	20	31	42	R		51
S-03	MI	3,00	12	42	R		R		
S-03	SPT	3,38	R						R
S-03	SPT	6,00	R						R

Tabla 10. Ensayos de identificación

Muestra			Identificación											
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Granulometría						L. Atterberg					Clasificación USCS
			20 mm.	5 mm.	2 mm.	0,4 mm.	0,08 mm.	Grava (>2mm) %	Arena (2-0,08mm) %	Finos (<0,08mm) %	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad	
S-03	MI	3,00	100,00	89,50	69,40	27,70	15,30	30,60	54,10	15,30	27,80	21,60	6,30	SC

Tabla 11. Valores de ensayos químicos

Muestra			Ensayos Químicos						
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Mat.Orgánica %	Sulfatos (SO ₃) %	Sulfatos (SO ₄) mg/Kg	A.Baumann-Gully ml/kg	Contenido en yesos %	Sales Solubles %	Carbonatos (CO ₃) %
S-03	MI	3,00		0,00		33,84			

Tabla 12. Ensayos de definición del estado natural y resistencia

Muestra			Parámetros de estado natural				Resistencia							
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra					RCS Kpa			Con Drenaje			Sin Drenaje	
			P.Específico kN/m3	Densd.Seca kN/m3	Densd.Aparente kN/m3	Humedad %				Corte Directo / Triaxial	Ang. Rozamiento Efectivo °	Cohesión Efectiva Kpa	Corte Directo / Triaxial	Ang. Rozamiento sin drenaje °
S-01	TP	3,65					21,03							
S-01	TP	6,00					10,74							
S-03	MI	3,00				7,10								

5.- Geología

La ubicación geológica, a efectos gráficos, del término municipal de MOLAR (EL) se aporta en el anejo correspondiente.

La situación geológica de la zona estudiada se expresa en el siguiente gráfico extraído de la documentación existente del Mapa Geológico de España (MAGNA), a escala original

1:50.000, del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Ciencia e Innovación

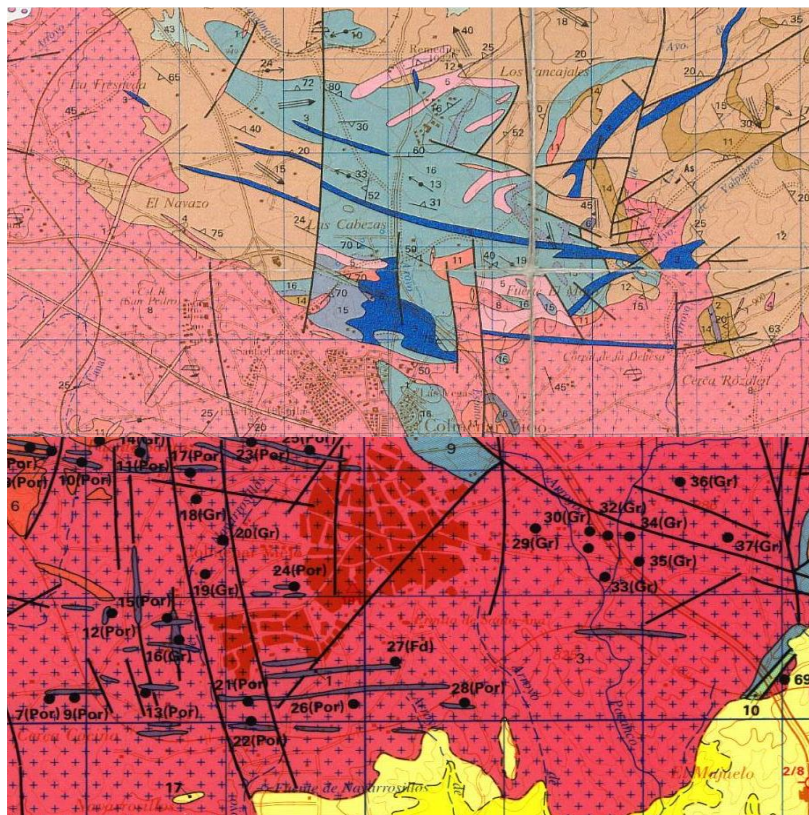


Figura Nº 14.- Mapa geológico donde se sitúa el área estudiada en el término municipal de MOLAR (EL). Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

En la zona distinguir tres tipos principales: Ortoneises bandeados con glándulas esporádicas, ortoneises glandulares mesócratos y leuconeises con facies glandulares y facies aplitoides (ortoneises glandulares metagraníticos y leuconeises s. s. de otros autores). A pesar del metamorfismo regional de alto grado sufrido por estos materiales, se pueden observar criterios que avalan el carácter de macizos intrusivos en las series metasedimentarias de estos ortoneises, que posteriormente serían deformados y metamorizados durante la Orogenia Hercínica.

Las Adamellititas con cordierita porfídicas constituyen la unidad intrusiva más extensa. Comprende varios afloramientos localizados en su parte E (Colmenar Viejo y NE de Guadalix de la Sierra) y un pequeño asomo en la parte occidental, que limita con las formaciones mesozoicas del sector de El Molar. En general, todos los afloramientos presentan contactos discordantes netos con los materiales metamórficos preordovícicos, tratándose de ortoneises glandulares en el sector E de la Hoja y esquistos de grado medio en la parte O (El Molar); en este último sector se observa una aureola de contacto alrededor del plutón granítico.

El contacto con el resto de las unidades graníticas (tipos leucograníticos) es por falla, si bien incluyen pequeños asomos de carácter aplogranítico. Morfológicamente, estos granitos dan formas alomadas de escaso resalte; debido a su tamaño de grano (medio-grueso) y a su variable porfidismo son de fácil alteración. Frecuentemente presentan una tonalidad rojiza asociada a las zonas de fractura. Son rocas de color gris, con un tamaño de grano medio-grueso y un grado de porfidismo muy variable de unos sectores a otros. Son característicos en estas adamellitas la biotita, que forma pequeños agregados con cordierita y pequeñas concentraciones de sulfuros; los enclaves microgranudos de composición tonalítico-monzonítica y de tipo surmicáceo y frecuentes pegmatitas rellenando cavidades miarolíticas.

Los fenocristales feldespáticos alcanzan tamaños entre 3-5 cm, marcando con frecuencia estructuras de flujo de tipo linear y plano-linear junto a schlierens micáceos. Sobreimpuesto a estas estructuras primarias se observa una fracturación con dirección E-O, que favorece el diaclasado y la incipiente cataclasis.

6.- Sismología

6.1.- Introducción

La normativa utilizada a la hora de tener en cuenta o no los posibles efectos sísmicos sobre las obras proyectadas, ha sido la "Norma de Construcción Sismorresistente". NCSE-02. REAL DECRETO 997/2002 de 27 de septiembre.

NCSE-02 o Norma de construcción sismorresistente, es una norma española, publicada en BOE 11 octubre 2002.

Típicamente la norma NCSE-02 propone un método de cálculo, que al igual que su predecesora, la NCSE-94 utiliza los métodos tradicionales de proyecto sismorresistente basados en la resistencia.

La NCSE-02 está centrada en la seguridad de la estructura, pero no en cuantificar los daños, por lo que sus comprobaciones sólo son válidas en estado límite último.

Sus capítulos se ordenan como sigue:

- 🕒 Capítulo 1: generalidades.
- 🕒 Capítulo 2: peligrosidad sísmica y acción sísmica en cada punto del territorio.
- 🕒 Capítulo 3: métodos de cálculo para obtención de acciones y desplazamientos.
- 🕒 Capítulo 4: reglas de proyecto y prescripciones constructivas.

La norma NCSE-02 sigue las fases típicas del análisis dinámico de estructuras:

- 🕒 En un primer paso se establece el modelo estructural adecuado. A partir de las características geométricas, los materiales y la configuración de la estructura del modelo se construyen las matrices de masa, amortiguación y rigidez de acuerdo a

las convenciones habituales del análisis dinámico. A partir de esas matrices se puede determinar gracias al análisis modal espectral las frecuencias propias de la estructura y sus modos propios. El movimiento oscilatorio de la estructura se representa de hecho como un movimiento armónico compuesto, que en general no será periódico.

- 🕒 A partir de la ubicación de la estructura, las propiedades del terreno y la zonificación sísmica asociada a la norma se estiman unas aceleraciones típicas impuestas por el terreno y recogidas en los espectros elásticos de respuesta.
- 🕒 A continuación la combinación de la sollicitación sísmica resumida en los espectros de respuesta y las características de respuesta del terreno resumidas en las frecuencias y modos propios de la estructura, se determinan las fuerzas sísmicas equivalentes sobre el edificio. Posteriormente, estas fuerzas son reducidas en función de la ductilidad de la estructura.

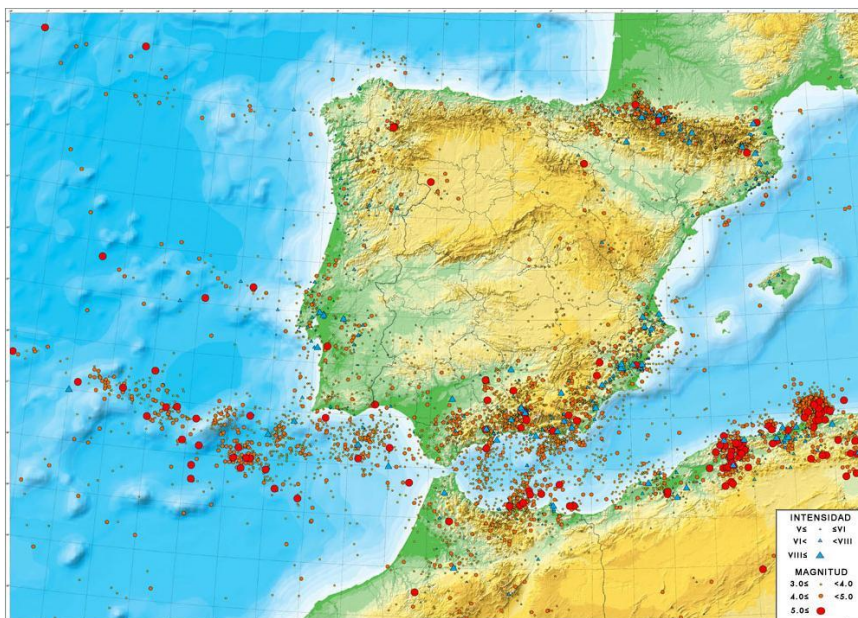


Figura Nº 15.- Magnitud y profundidad de los principales sismos en la zona. Ministerio de Fomento Subsecretaría. Dirección General del Instituto Geográfico.

6.2.- Aplicación de la normativa

Atendiendo a la normativa referida el tipo de obra a considerar son las siguientes:

1. De moderada importancia: "Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos significativos a terceros".
2. De normal importancia: "Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas

económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni puedan dar lugar a efectos catastróficos".

3. De especial importancia: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos así como en reglamentaciones más específicas y, al menos, las siguientes construcciones:

- 🕒 Hospitales, centros o instalaciones sanitarias de cierta importancia.
- 🕒 Edificios e instalaciones básicas de comunicaciones, radio, televisión, centrales telefónicas y telegráficas.
- 🕒 Edificios para centros de organización y coordinación de funciones para casos de desastre.
- 🕒 Edificios para personal y equipos de ayuda, como cuarteles de bomberos, policía, fuerzas armadas y parques de maquinaria y de ambulancias.
- 🕒 Las construcciones para instalaciones básicas de las poblaciones como depósitos de agua, gas, combustibles, estaciones de bombeo, redes de distribución, centrales eléctricas y centros de transformación.
- 🕒 Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y de ferrocarril.
- 🕒 Edificios e instalaciones vitales de los medios de transporte en las estaciones de ferrocarril, aeropuertos y puertos.
- 🕒 Edificios e instalaciones industriales incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- 🕒 Las grandes construcciones de ingeniería civil como centrales nucleares o térmicas, grandes presas y aquellas presas que, en función del riesgo potencial que puede derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto, estén clasificadas en las categorías A o B del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses vigente.
- 🕒 Las construcciones catalogadas como monumentos históricos o artísticos, o bien de interés cultural o similar, por los órganos competentes de las Administraciones Públicas.
- 🕒 Las construcciones destinadas a espectáculos públicos y las grandes superficies comerciales, en las que se prevea una ocupación masiva de personas.

6.3.- Mapa de peligrosidad sísmica. Coeficiente de distribución.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

El valor obtenido es el siguiente:

Tabla 13. Coeficiente de distribución

Coeficiente de contribución	K	1,00
-----------------------------	---	------

6.4.- Mapa de peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g, la aceleración sísmica básica, a_b –un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno.

En la NSCE en su anejo nº 1 se representan los valores de la aceleración sísmica básica y del coeficiente de contribución, K, de los términos municipales con $a_b > 0,04g$ ó $a_b = 0,04g$, organizado por comunidades autónomas.

El valor obtenido es el siguiente:

Tabla 14. Aceleración sísmica básica

Aceleración sísmica básica	a_b / g	0,04
----------------------------	-----------	------

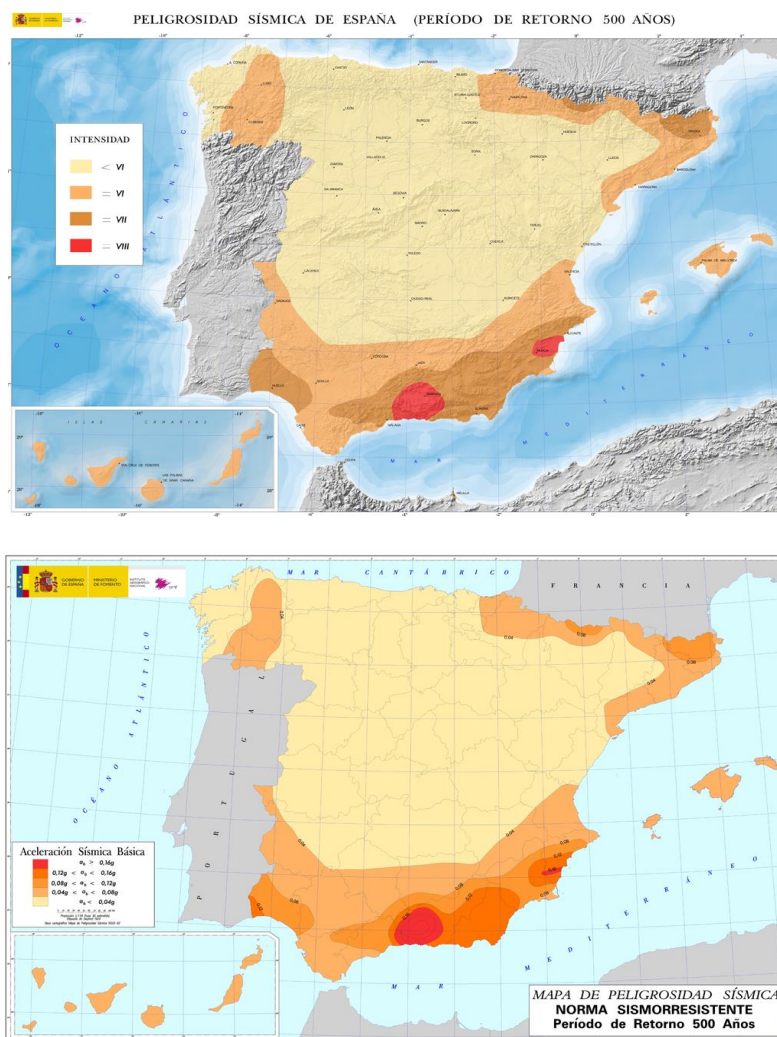


Figura Nº 16.- Peligrosidad sísmica de España (Período de retorno 500 años). Intensidad y aceleración sísmica básica.

6.5.- Clasificación del terreno. Coeficiente del terreno.

Según la normativa vigente, los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- 🌿 Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_S > 750$ m/s.
- 🌿 Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq v_S > 400$ m/s.
- 🌿 Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq v_S > 200$ m/s.
- 🌿 Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_S \leq 200$ m/s.

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C del siguiente modo:

Tabla 15. Coeficiente del Terreno

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1.0
II	1.3
III	1.6
IV	2.0

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e_1 , e_2 , e_3 y e_4 de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie. Se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor e_i , en metros.

Dependiendo de los tipos de materiales diferenciados se ha obtenido el coeficiente del terreno que se indica en las tablas siguientes, junto con el resumen de los valores obtenidos:

Tabla 16. Estimación del coeficiente C.

Material	Tipo Terreno	Espesor	Coef. C	Ponderación	Coef. C
Rellenos de naturaleza antrópico	IV	3,00	2,00	6,00	1,16
Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	III	3,09	1,60	4,94	
Granito fracturado y alterado	I	23,91	1,00	23,91	

Tabla 17. Valores fundamentales

Variable	símbolo	valor
Aceleración sísmica de cálculo	ac / g	0,04
Coeficiente de contribución	K	1,00
Aceleración sísmica básica	ab / g	0,04
Coeficiente adimensional de riesgo	r	1,00
Coeficiente de amplificación del terreno	S	0,93
Coeficiente del terreno	C	1,16

Tabla 17. Valores fundamentales

Variable	símbolo	valor
Municipio	MOLAR (EL)	

7.- Caracterización geológica y geotécnica de los materiales

Los datos obtenidos se han analizado en gabinete, integrándolos con los existentes en la bibliografía consultada y permitiendo de esta manera la síntesis de los mismos en la que quedan representadas las distintas formaciones y suelos existentes, los datos hidrogeológicos más relevantes (zonas encharcadas, cursos de agua, etc.), las zonas potencialmente inestables (deslizamientos, etc.) y los condicionantes constructivos del terreno.

Una vez conocidas las diferentes formaciones existentes y su geometría, se procede a caracterizar los materiales.

Sintetizando, los aspectos fundamentales del trabajo realizado han sido el reconocimiento de los terrenos atravesados definiendo:

- 🕒 Litologías.
- 🕒 Clasificaciones de los materiales.
- 🕒 Características geotécnicas.
- 🕒 Situación del nivel freático.
- 🕒 Obtención del perfil geotécnico.
- 🕒 Niveles geotécnicos.
- 🕒 Espesor de tierra vegetal y rellenos.

En función de los trabajos de campo realizados, junto con ensayos de laboratorio ejecutados podemos establecer la siguiente secuencia estratigráfica modelo:

Tabla 18. Modelo estratigráfico establecido.

Nivel	Material	Desde (m.)	Hasta (m.)
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópico	0,00	3,00
UG.2	Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	3,00	6,09
UG.3	Granito fracturado y alterado	6,09	-

El perfil esquemático obtenido se adapta a la siguiente secuencia de materiales detectados.

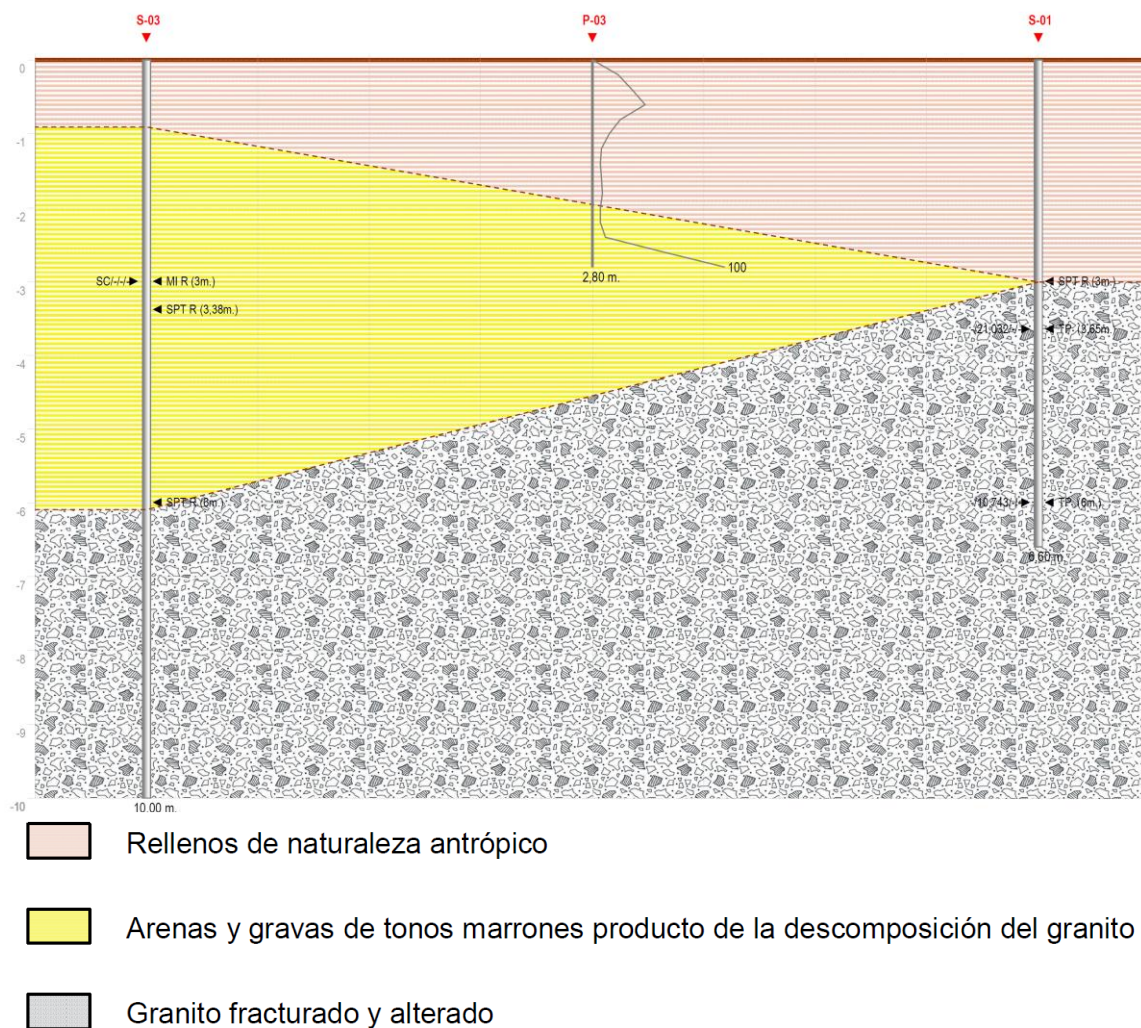


Figura Nº 17.- Perfil esquemático.

7.1.- Nivel freático

Durante las labores de campo no se ha detectado Nivel freático en los reconocimientos ejecutados.

Hemos de hacer notar que las medidas del nivel freático se han realizado a la finalización de las perforaciones.

Es probable que el nivel freático pueda oscilar en función del régimen climático y estacional no permaneciendo inalterable, consideración que habrá de ser tomada en cuenta.

7.1.- UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica

La UG.1 esta formada por Rellenos de naturaleza antrópica, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 19. Distribución y potencia del nivel estudiado.

	S-01	S-02	S-03
UG-01	3,00	1,80	0,90
UG-02	0,00	3,60	5,19
UG-03	3,60	-	3,91

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 0,00 m. a techo y 3,00 m. a muro.

Desde un punto de vista mecánico-geotécnico, este material se caracteriza por presentar bajo e irregular grado de compacidad, siendo imprevisibles los asentos que se pueden producir. Por tal motivo, no lo consideramos apto para cimentar directamente sobre él.

7.2.- UG.2 Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito

La UG.2 esta formada por Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 20. Distribución y potencia del nivel estudiado.

	S-01	S-02	S-03
UG-01	3,00	1,80	0,90
UG-02	0,00	3,60	5,19
UG-03	3,60	-	3,91

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 3,00 m. a techo y 6,09 m. a muro.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

Tabla 21. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	Tipo Muestra	Prof. (m.)	N(1)	N(2)	N(3)	N(4)	N30 (MI)	N30 (SPT)
S-02	SPT	3,00	20	20	31	42	R	51
S-03	MI	3,00	12	42	R		R	
S-03	SPT	3,38	R					R

Tabla 21. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	Tipo Muestra	Prof. (m.)	N(1)	N(2)	N(3)	N(4)	N30 (MI)	N30 (SPT)
S-03	SPT	6,00	R					R

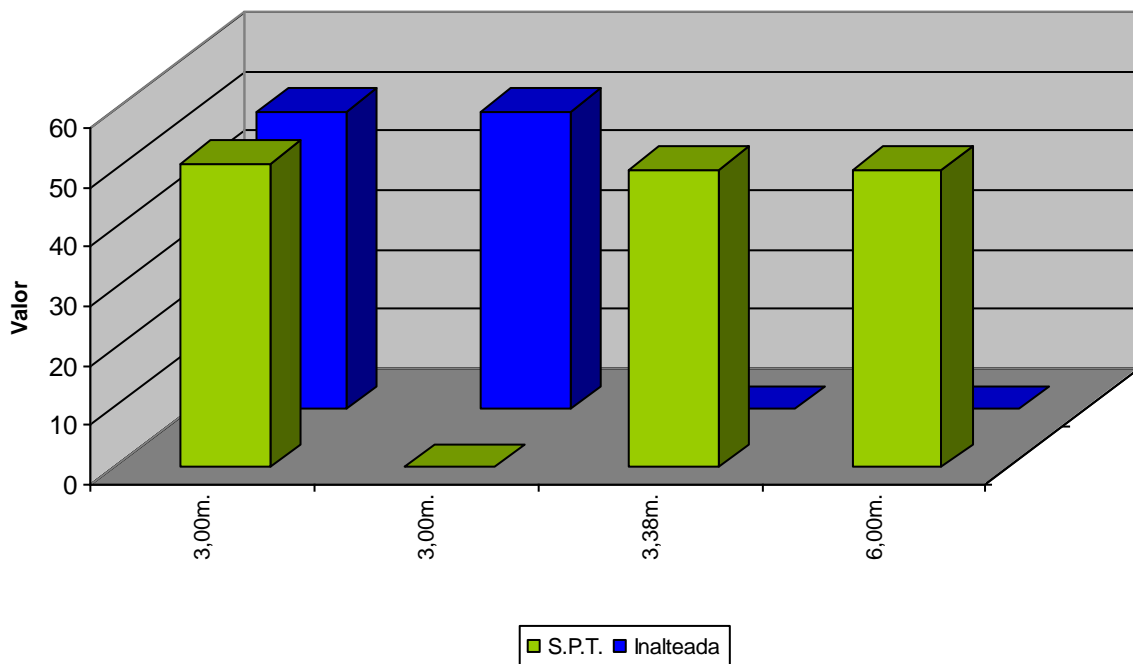


Figura Nº 18.- Valores de compacidad o consistencia.

7.3.- Muestras ensayadas en la UG-2.

7.3.1.- Identificación

Los ensayos granulométricos realizados, para esta unidad se detallan en la siguiente tabla, donde se aportan los resultados obtenidos:

Tabla 22. Valores granulométricos

Recon.	Prof. (m.)	Diámetro (mm.)				
		20,00	5,00	2,00	0,40	0,08
S-03	3,00	100,00	89,50	69,40	27,70	15,30

Los valores obtenidos en las curvas granulométricas han sido las siguientes:

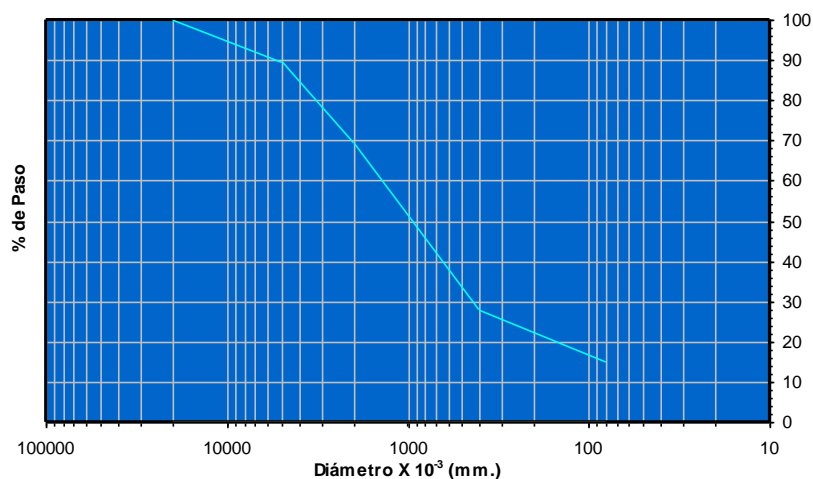


Figura N° 19.- Distribución de curvas granulométricas.

Los valores obtenidos para cada uno de los ensayos de límites de Atterberg desarrollados en este trabajo se definen a continuación:

Tabla 23. Límites de Atterberg

<i>Recon.</i>	<i>Prof. (m.)</i>	<i>Límite Líquido</i>	<i>Límite Plástico</i>	<i>Índice Plasticidad</i>
S-03	3,00	27,80	21,60	6,30

La variación de los límites líquidos y plásticos se detallan a continuación:

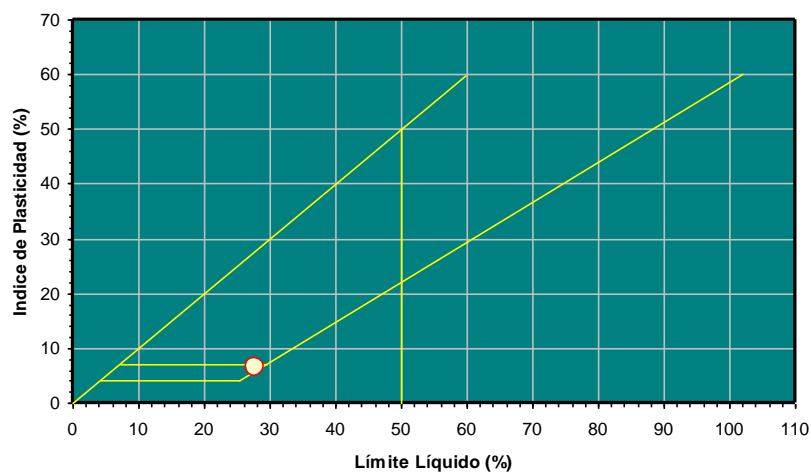


Figura N° 20.- Carta de Casagrande.

La clasificación obtenida según los ensayos realizados ha sido la que se aporta en la tabla siguiente:

**Tabla 24. Clasificación
(Sistema Unificado de
Clasificación de Suelos)**

Recon.	Prof. (m.)	Clasificación
S-03	3,00	SC

7.3.2.- Ensayos químicos y agresividad en suelos

Los valores estadísticos obtenidos a partir de los ensayos realizados se establecen en la siguiente tabla:

Tabla 25. Valores estadísticos de ensayos químicos

	M. Orgánica (%)	Sulfatos (SO3) (%)	Sulfatos (SO4) mg/Kg	A. Baumann- Gully	Yesos (%)	Sales Solubles (%)	Carbonatos (CO3) (%)
Valores	-	0,00	-	33,84	-	-	-

7.3.3.- Parámetros de estado natural

Los valores obtenidos de los parámetros naturales ensayados han sido los siguientes:

Tabla 26. Valores obtenidos de estado natural

Recon.	Prof. (m.)	Peso Específico (kN/m3)	Densidad seca (kN/m3)	Densidad aparente (kN/m3)	Humedad (%)
S-03	3,00				7,10

7.4.- UG.3 Granito fracturado y alterado

La UG.3 esta formada por Granito fracturado y alterado, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 27. Distribución
y potencia del nivel
estudiado.**

	S-01	S-02	S-03
UG-01	3,00	1,80	0,90
UG-02	0,00	3,60	5,19
UG-03	3,60	-	3,91

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 6,09 m. a techo y hasta la máxima profundidad reconocida.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

Tabla 28. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	Tipo Muestra	Prof. (m.)	N(1)	N(2)	N(3)	N(4)	N30 (MI)	N30 (SPT)
S-01	SPT	3,00	R					R
S-01	TP	3,65						
S-01	TP	6,00						

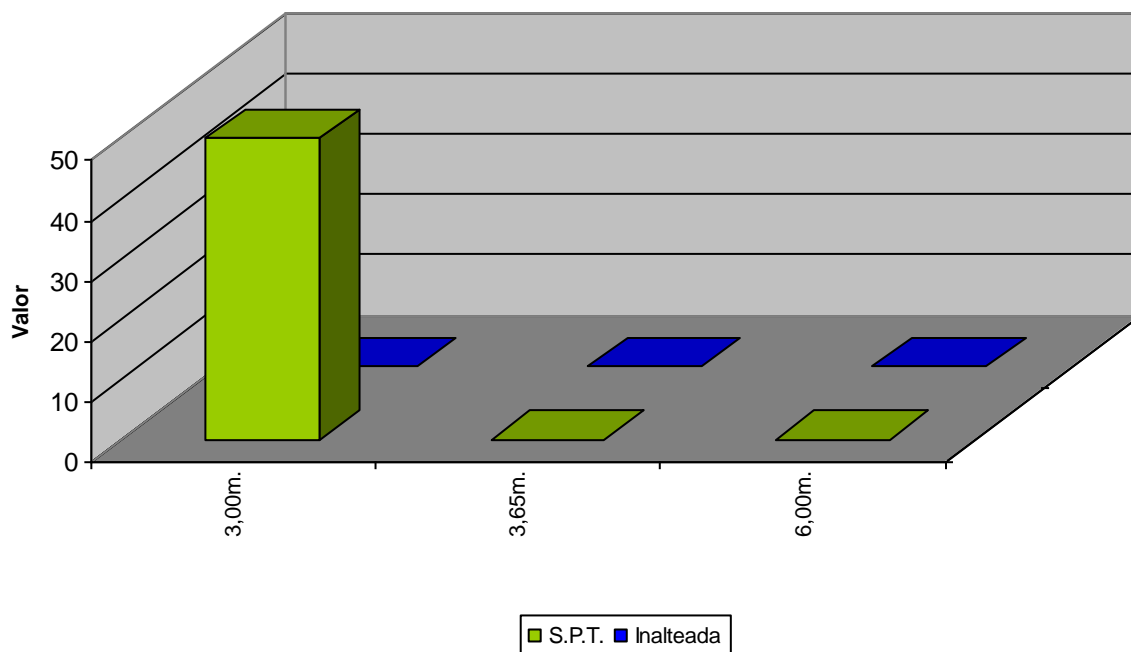


Figura Nº 21.- Valores de compacidad o consistencia.

7.5.- Muestras ensayadas en la UG-3.

7.5.1.- Parámetros de resistencia

Los valores de resistencia obtenidos para este nivel son los siguientes:

Tabla 29. Valores obtenidos en los ensayos de resistencia ejecutados. *Nota: C (Corte Directo). T (Triaxial). CD (Ensayos consolidados y drenados). CU (Ensayos consolidados y sin drenar). UU (Ensayos sin consolidar y sin drenar).

Recon.	Prof. (m.)	Comp.Simple (KPa)	Ensayos con Drenaje			Ensayos sin Drenaje		
			Tipo de ensayo	Ang.roz. Efectivo	Coh.Efect. (Kpa)	Tipo de ensayo	Ang.roz. sin drenaje	Coh.sin dren.(Kpa)
S-01	3,65	21,03						
S-01	6,00	10,74						

8.- Agresividad

La clasificación de la agresividad química se ha realizado de acuerdo a lo recogido en el Código Estructural aprobado el 29 de junio de 2021 en el Real Decreto 470/2021, que regula las estructuras de hormigón, de acero y mixtas de hormigón-acero, tanto de edificación como de obra civil.

A modo de resumen se recoge en la siguiente tabla los criterios para la clasificación del tipo de exposición:

Tabla 30. Tipo de exposición.

Tipo de medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		XA1	XA2	XA3
		Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
Agua	Valor del PH, según UNE 83.952	6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5
	CO ₂ Agresivo (mg CO ₂ / l), según UNE- EN 13.577	15- 40	40- 100	> 100
	Ión Amonio (mg NH ₄ ⁺ / l), según UNE 83.954	15- 30	30- 60	> 60
	Ión Magnesio (mg Mg ²⁺ / l), según UNE 83.955	300- 1000	1000- 3000	> 3000
	Ión Sulfato (mg SO ₄ ²⁻ / l), según UNE 83.956	200- 600	600- 3000	> 3000
	Residuo Seco (mg/l), según UNE 83.957	75- 150	50- 75	< 50
Suelo	Grado de Acidez Baumann-Gully (ml/kg), según UNE 83.962	> 200	(*)	(*)
	Ión Sulfato (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco), según UNE 83.963	2000- 3000	3000- 12000	> 12000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

8.1.- Valores obtenidos en muestras de suelos

Según los trabajos realizados se establecen los siguientes tipos de exposición obtenidos en muestras de suelos:

Tabla 31. Tipos de exposición obtenidos.

Unidad Geotécnica	Definición	Tipo de exposición
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópico	-
UG.2	Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	No agresivo
UG.3	Granito fracturado y alterado	-

9.- Expansividad

Una problemática relevante y a tener en cuenta en nuestro país, es la presencia de suelos arcillosos expansivos, cuya principal característica es la de producir movimientos como consecuencia de hinchamientos y retracciones del subsuelo sobre el cual apoya la cimentación, debidos a cambios de humedad y que provocan en la mayoría de los casos daños estructurales importantes.

La capacidad expansiva del suelo depende de su naturaleza; si un suelo arcilloso modifica el contenido de humedad, el cambio de volumen puede ser significativo. Tanto por aumento de volumen por mayor tenor de humedad como, al reducir la humedad, suele producirse retracción por desecación.

Los criterios de peligrosidad más aceptados son los siguientes:

Tabla 32. Criterios de peligrosidad según Jiménez Salas.

Parámetro	Nula	Marginal	Crítica	Muy crítica
Límite líquido LL	<30	30-40	40-60	>60
Índice de Plasticidad IP	0-15	10-35>	20-55	>45
%<1 µm	<15	13-23	23-30	>28
%<0,074 µm	<30	30-60	60-95	>90
Índice PVC de Lambe	<2	2-4	4-6	>6
Índice de desecación ID	>1	0,8-1	0,6-0,8	<0,6

Tabla 33. Criterios de peligrosidad según Chen.

% Pasa por Tamiz 200	Límite líquido	S.P.T.	Expansión Probable %	Presión de Hinchamiento	Grado de expansión
>95	>60	>30	>10	>10	muy alto
60-95	40-60	20-30	3-10	2,5-10	alto
30-60	30-40	10-20	1-5	1,5-2,5	medio
<30	<30	<10	<1	<0,5	bajo

9.1.- Valores y cuantificaciones obtenidas

Según los trabajos realizados se han podido establecer los siguientes valores de expansividad según los criterios utilizados:

Tabla 34. Valoración de la expansividad.

Unidad Geotécnica	Definición	Criterio de peligrosidad
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópico	-
UG.2	Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	Nulo
UG.3	Granito fracturado y alterado	Nulo

10.- Permeabilidad

En el estudio de las propiedades hidráulicas del suelo, nos referiremos al movimiento del agua libre entre las partículas, cuya magnitud depende de la permeabilidad del material. Se define un material permeable como aquel que tiene vacíos continuos. Siguiendo este concepto, todos los suelos y materiales constructivos, excluyendo los metálicos, son permeables.

El general distinguiremos dos tipos de flujo: laminar y turbulento. El flujo laminar es aquel en el cual las partículas de agua se mueven o desplazan sin interferencias, o sea, que las partículas no chocan entre sí. Es característico de los limos y las arcillas, pero puede ocurrir en las arenas bajo ciertas condiciones hidráulicas. Un flujo se definirá como turbulento cuando las líneas de flujo de juntan debido al choque de las partículas de agua que se mueven indisciplinadamente. Es propio de las gravas.

10.1.- Movimiento del agua libre

El escurrimiento del agua a través de un material permeable se realiza siguiendo aproximadamente las líneas de filtración. Hay una pérdida de energía (convertida en calor y sonido) debido a la fricción de las partículas de agua dentro de los poros del suelo que genera la sobrepresión hidrostática. Es ésta el elemento motor que provoca el movimiento del agua a través de la masa de suelo.

Definamos los siguientes términos:

Altura de posición o potencial: es la distancia medida desde un plano de referencia arbitrario.

Presión piezométrica: es la presión que provoca que el nivel del agua se eleve en el tubo.

Carga hidráulica: es la pérdida de altura h obtenida por la diferencia de alturas totales h_1 y h_2 .

Sobrepresión hidrostática: es la pérdida de energía determinable por el producto $h \cdot \gamma_w$, donde γ_w es el peso específico del agua (g/cm^3) y h la carga hidráulica.

Principio de Bernoulli.

"En un punto de un líquido, la energía total es igual a la suma de las energías de posición o potencial, piezométrica o de presión, y de velocidad".

Ley de Darcy

Una antigua fórmula empírica mide la cantidad de agua que circula en la unidad de tiempo a través de una superficie unitaria normal a las líneas de filtración, expresada como:

K : permeabilidad de un material poroso, función exclusiva de las características del suelo (cm^2)
 N : viscosidad del líquido que circula ($\text{g} \cdot \text{seg} / \text{cm}^2$)
 i : gradiente de presión (g/cm^3)
 v : velocidad de agua a través de la sección total del suelo.

La consideración de la sección total del suelo es irreal ya que el flujo de agua se efectúa a través de los vacíos del suelo.

Area total = área "ciega" + área de poros.

Reemplazando en la fórmula precedente el gradiente de presión por el gradiente hidráulico tenemos:

$$i_p = i \cdot \gamma_w$$

$$v = (K/h) \cdot i \cdot \gamma_w$$

Como K , h y γ_w son valores constantes los vamos a reunir del siguiente modo:

$$k = ((K \cdot \gamma_w)/h)$$

Sustituyendo en la ecuación anterior, donde k es el coeficiente de permeabilidad al cual le corresponden unidades de velocidad (cm/seg), nos queda:

$$v = k \cdot i \text{ Ley de Darcy}$$

Limitaciones de la Ley de Darcy

El flujo debe ser laminar, lo que implica que la Ley de Darcy sólo es aplicable en materiales finos y en algunos casos de arenas cuyas condiciones sean:

$i < 0.4$ en arenas densas $i < 0.2$ en arenas sueltas

La turbulencia no es congruente con la Ley de Darcy, por lo que no es aplicable a gravas.

Por otra parte, la Ley de Darcy supone que la forma y volumen de los poros por donde circula el agua son independientes de la presión y del tiempo.

Coeficiente de permeabilidad (k)

Se define el coeficiente de permeabilidad como la velocidad que adquiere el agua que fluye cuando el gradiente hidráulico es la unidad.

En la fórmula de Darcy, para $i = 1$ se tiene:

$$V = i \cdot k = k \text{ (cm/seg)}$$

Para llegar a la expresión simplificada de Darcy, asumimos que los factores del coeficiente de permeabilidad eran constantes, lo cual es válido sólo en los casos de filtración de agua a poca profundidad, donde la temperatura varía muy poco y el peso específico y la viscosidad del agua son prácticamente constantes. De modo que el coeficiente de permeabilidad no es un valor absoluto, sino que depende de la temperatura del agua.

En los problemas relativos al flujo de líquidos en general la determinación correcta del coeficiente de permeabilidad es un dato de importancia primordial. Existen diversos procesos en la obtención de la permeabilidad de los suelos: unos de prueba "in situ" (Lugeon/Lefranc) y otros de laboratorio (permeámetros).

10.2.- Factores que influyen en la permeabilidad

Los principales factores, tanto característicos del suelo como del líquido que circula, influyentes en la permeabilidad son:

- Forma y tamaño de la partículas
- Relación de vacíos del suelo
- Grado de saturación del suelo
- Cantidad de gases disueltos en el líquido, ya que el aire dificulta la filtración
- Propiedades, sobre todo la viscosidad, del líquido que fluye.

VALORES RELATIVOS DE PERMEABILIDAD (Según Terzaghi y Peck) Permeabilidad relativa valores de k Suelo típico (cm/seg).

Tabla 35. Valores relativos de permeabilidad (Según Terzaghi y Peck)
Permeabilidad relativa valores de k Suelo típico (cm/seg)..

Grado de permeabilidad	Valor de k (cm/s)
Elevada	Superior a 10^{-1}
Media	10^{-1} a 10^{-3}
Baja	10^{-3} a 10^{-5}
Muy baja	10^{-5} a 10^{-7}
Prácticamente impermeable	Menor de 10^{-7}

Tabla 36. Valores relativos de permeabilidad en función del tipo de material.

Material	Valor de k (cm/s)
Muy permeable: Grava gruesa	Superior a 10^{-1}
Moderadamente permeable: Arena, arena fina	10^{-1} a 10^{-3}
Poco permeable: Arena limosa, arena sucia	10^{-3} a 10^{-5}
Muy poco permeable: Limo, arenisca fina	10^{-5} a 10^{-7}
Impermeable Menor: Arcilla	Menor de 10^{-7}

Tabla 37. Valores relativos de permeabilidad en función del tipo de material.

Tipo de suelo	Valor de k (m/s)
Grava limpia	$> 10^{-2}$
Arena limpia y mezcla de gravas y arena limpia	10^{-2} a 10^{-5}
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	10^{-5} a 10^{-7}
Arcilla	$< 10^{-9}$

10.3.- Valores obtenidos

Según los trabajos realizados se establecen los siguientes parámetros de permeabilidad:

Tabla 38. Valores de permeabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	K (m/seg)
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópico	-
UG.2	Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	10^{-2} - 10^{-5} m/s
UG.3	Granito fracturado y alterado	10^{-2} - 10^{-5} m/s

11.- Determinación de la excavabilidad

11.1.- Metodología

Para estimar la excavabilidad de cualquier tipo de terreno suele acudir a la velocidad de las ondas obtenidas en perfiles sísmicos de refracción. En el caso de suelos no es habitual la realización de este tipo de ensayos, ya que comúnmente las velocidades de transmisión de las ondas suelen ser inferiores a 1500m/s.

Como referencia, en el National Engineering Handbook del Departamento de Agricultura de Estados Unidos se facilita la siguiente tabla de indicadores de la excavabilidad del terreno:

**Tabla 39. Correlación de varios indicadores para la excavabilidad del terreno.
Modificada del National Engineering Handbook**

Resistencia del terreno	Descripción	Velocidad sísmica (m/s)	Potencia necesaria (Hp)
Suelo cohesivo muy blando a firme o suelo granular de densidad muy suelta a media	Excavación manual	< 600	-
Suelo cohesivo firme o suelo granular denso en transición a roca muy blanda o dura. Material con aspecto de roca	Maquinaria común	600-1500	≥ 100
Roca blanda a moderadamente blanda	Ripado fácil	1500-2100	≥ 150
Roca moderadamente dura a dura	Ripado difícil	2100 - 2450	≥ 250
Roca muy dura	Ripado muy difícil	2450 - 2750	≥ 350
Roca extremadamente dura	Ripado extremadamente difícil o voladura	>3000	≥ 500

En el caso de rocas, existen numerosos métodos para estimar la facilidad de excavación o ripabilidad del terreno, dependientes todos ellos del tipo de maquinaria empleada o los parámetros del macizo rocoso.

El primer caso es evidente, por cuanto la utilización de maquinaria más potente puede hacer que sea "excavable" un terreno que no lo era con medios más modestos.

En cuanto a los factores inherentes al terreno que influyen en la excavabilidad se pueden señalar los siguientes:

- Tipo de roca: Las rocas sedimentarias son normalmente más fáciles de ripar debido en parte a su estratificación. Las rocas metamórficas son generalmente más difíciles de ripar, aunque esto es muy variable, dependiendo de su grado de foliación. Las rocas ígneas son las más difíciles de excavar debido a la escasa existencia de planos de debilidad.
- Estructura: Las discontinuidades en las rocas facilitan el ripado. Establecer la continuidad, espaciado, orientación e inclinación de las juntas, existencia o no de rellenos, es de particular importancia para asegurar la ripabilidad
- Resistencia: Las rocas con menor resistencia a la compresión simple son más fácilmente excavables.
- Meteorización: Las rocas más alteradas se excavan más fácilmente
- Fábrica: Las rocas de grano grueso se ripan más fácilmente que las de grano fino.

El método de determinación de la ripabilidad mediante la medida de la velocidad de las ondas sísmicas fue desarrollado inicialmente en 1958 por la empresa constructora de maquinaria Caterpillar, y se basa en que las ondas sísmicas viajan más rápidamente a través de rocas que tienen una alta densidad que por las menos consolidadas. La velocidad sísmica media depende de factores geológicos tales como dureza, estratificación, grado de fracturación y grado de meteorización, que como se ha indicado anteriormente, todos ellos influyen en la ripabilidad.

Sin embargo, la simple determinación de la velocidad sísmica media no se correlaciona bien con la ripabilidad, de modo que rocas con velocidades sísmicas similares pueden presentar distinta resistencia a la excavación.

Así, Caterpillar desarrolla una serie de gráficos de ripabilidad en función del tipo de maquinaria, litología implicada y velocidad sísmica. Ejemplos de estos gráficos se muestran en las siguientes figuras:

D8R/D8R Series II

- Multi or Single Shank No. 8 Ripper
- Estimated by Seismic Wave Velocities

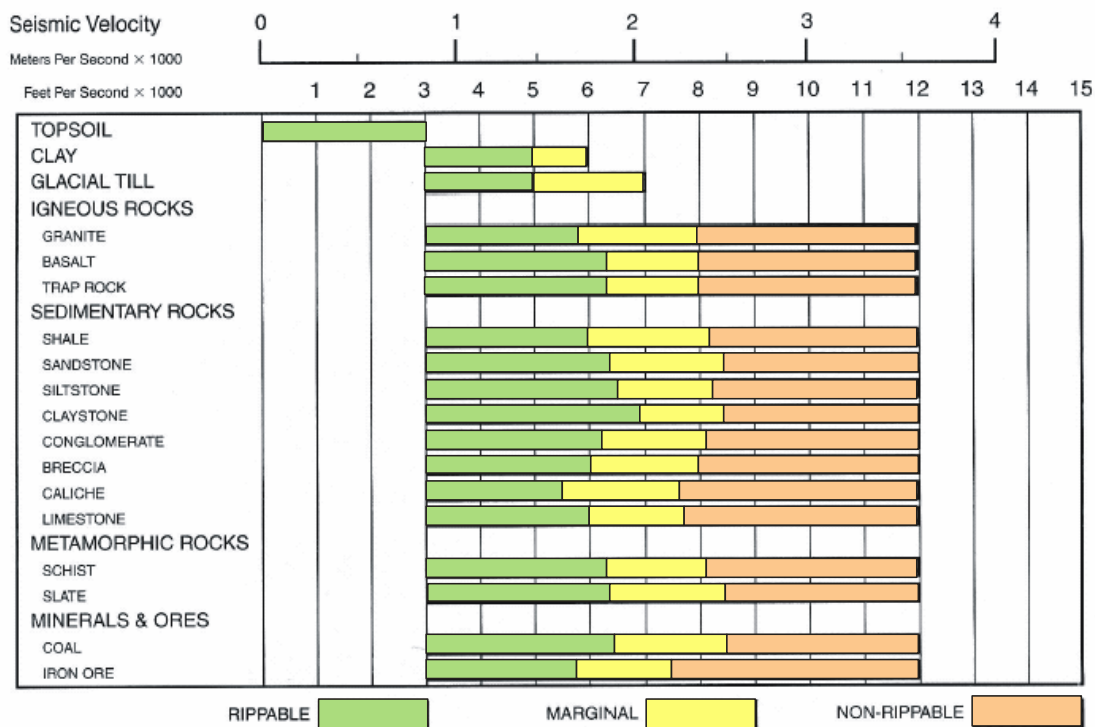


Figura Nº 22.- Ejemplo de gráfico de ripabilidad de Caterpillar para un bulldozer tipo D8.

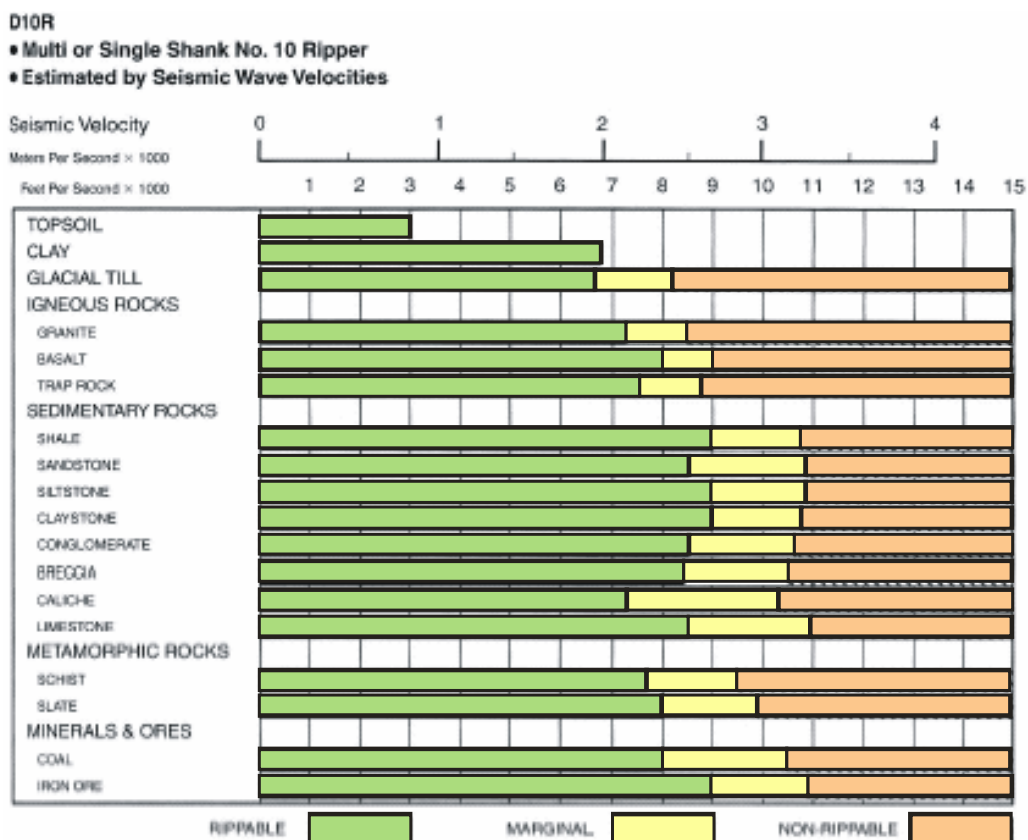


Figura Nº 23.- Ejemplo de gráfico de ripabilidad de Caterpillar para un bulldozer tipo D10.

Igualmente, se han desarrollado gráficos de estimación de la productividad, si bien es necesario señalar que se refieren a condiciones ideales de máquinas que dedican todo su tiempo al escarificado, con el cien por cien de eficiencia, por lo que los resultados reales pueden ser considerablemente menores:

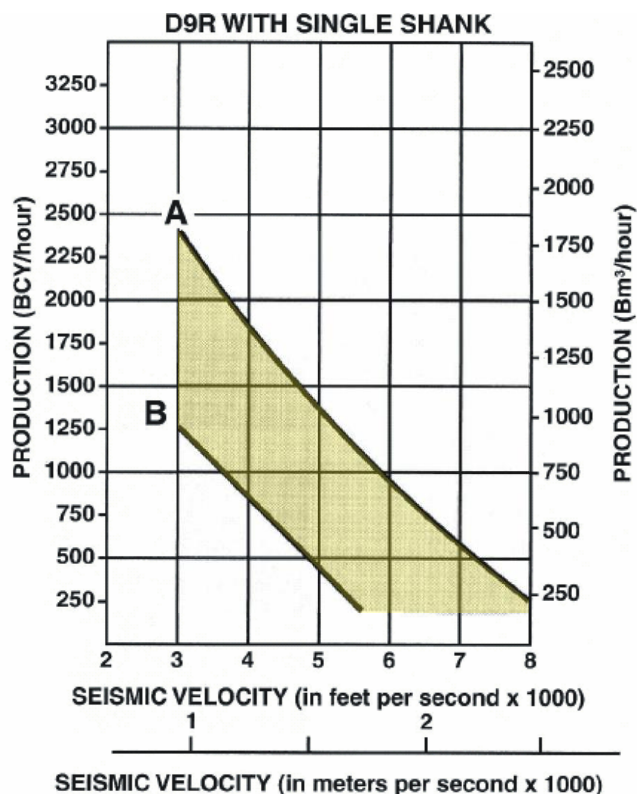


Figura Nº 24.- Ejemplo de gráfico de productividad de Caterpillar para un bulldozer tipo D9.

11.2.- Evaluación de la excavabilidad

De acuerdo con los resultados obtenidos en los diferentes trabajos realizados se puede estimar la excavabilidad del siguiente modo, para cada uno de los niveles definidos en los apartados anteriores:

Tabla 40. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópico	Maquinaria común
UG.2	Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	Maquinaria común
UG.3	Granito fracturado y alterado	Martillo neumático o maquinaria común en función de la fracturación de la roca

12.- Modelos de cimentación planteados

A partir de las hipótesis planteadas se ha establecido el sustrato portante en la unidad UG.2 y definido como Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito. Este nivel ha sido detectado a una profundidad máxima de 3,00 m. desde la cota de rasante actual o boca de perforación.

Por este motivo entendemos factible la adopción de un modelo de cimentación mediante pozos de cimentación o vigas corridas que permitan alcanzar el sustrato portante.

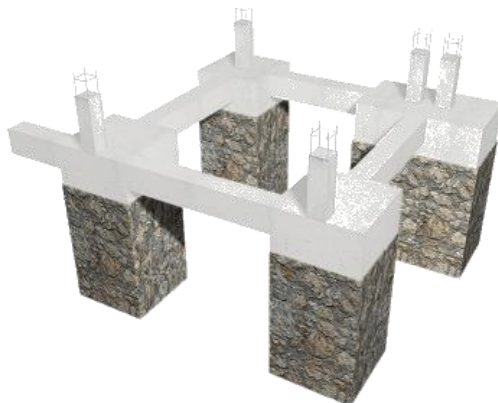


Figura Nº 25.- Modelo de cimentación planteado mediante pozos de cimentación.

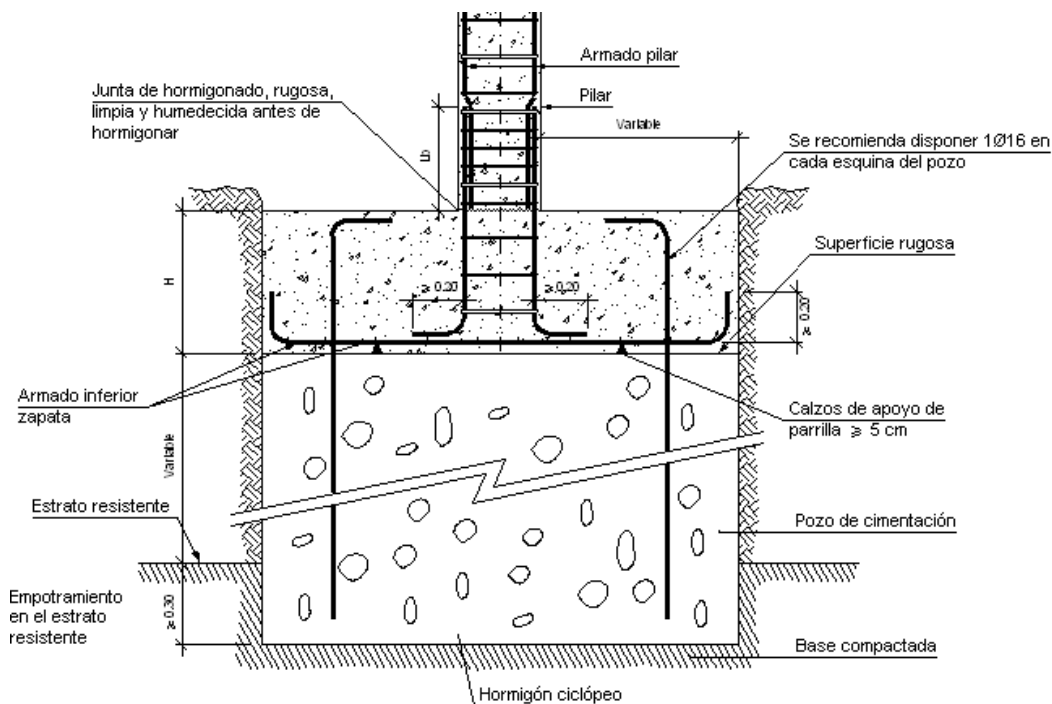


Figura Nº 26.- Modelo de pozo de cimentación.

La metodología de cálculo empleada es la establecida en el Documento Básico – Seguridad Estructural – Cimentaciones del Código Técnico de la Edificación.

12.1.- Cálculo de la presión admisible de servicio

Se define la presión admisible de servicio como aquella que cumple el criterio de seguridad frente al hundimiento y que no genera asentamientos inadmisibles. En definitiva, la presión admisible de la cimentación es el menor valor de entre la presión admisible frente al hundimiento y la presión admisible por asentamientos.

Las hipótesis para el cálculo de presiones admisibles, tanto por hundimiento como por asentamientos, se resumen en la siguiente tabla.

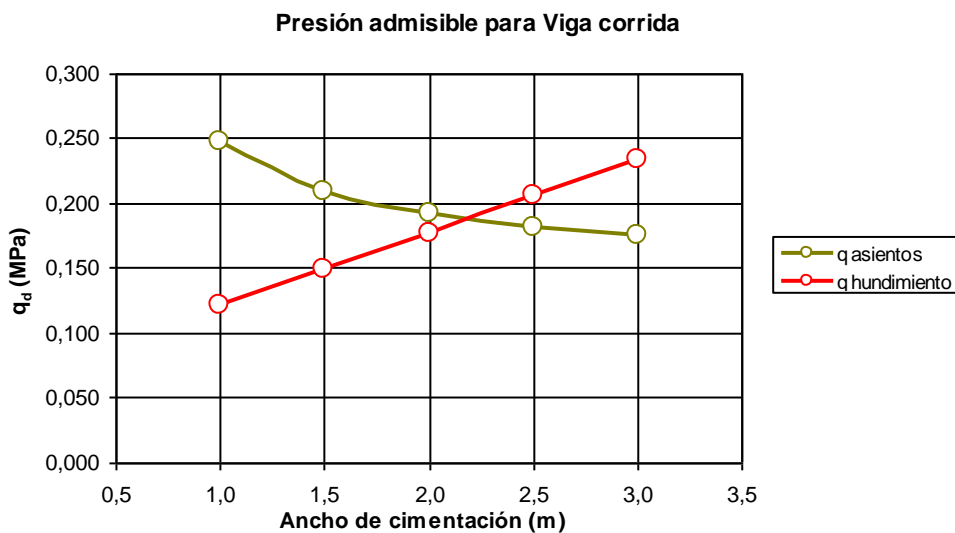
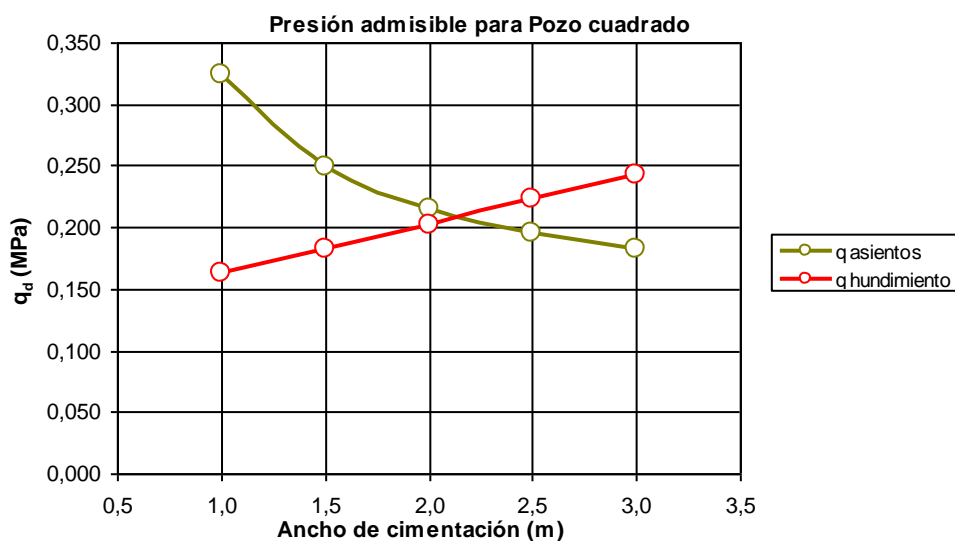
Tabla 41. Hipótesis de cálculo

Tipología de cimentación	-	Pozos o Vigas corridas	
Profundidad de empotramiento de la cimentación en el material portante	m	0,50 m	
Densidad del terreno bajo el plano de cimentación	kN/m ³	19,0	
Situación de dimensionado	-	Persistente a largo plazo	
Ángulo de rozamiento efectivo	°	31,00	
Cohesión efectiva	kPa	0,00	
Modelo constitutivo para estimación de asentamientos	-	Elástico – largo plazo	
Asiento admisible	cm	1,00 cm (*)	
Compresibilidad del terreno bajo la cimentación	Potencia	E'	v
	m	MPa	(coef. poisson)
UG.2	2,6	25,0	0,3
UG.3	Inf. Cim.	50,0	0,3

(*) Asiento admisible limitado al máximo para luces de 5 m. considerando que algún apoyo puede realizarse en la unidad UG.3 que no experimentará asentamientos.

El cálculo completo de dichas presiones y otros parámetros intermedios, según la metodología descrita anteriormente, está desarrollado en el anejo correspondiente.

La representación gráfica de los valores obtenidos de carga admisible por hundimiento y asentamientos es la siguiente:



Los valores obtenidos para la carga admisible se detallan a continuación:

Tabla 42. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Pozo cuadrado		Viga corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
<i>m</i>	<i>MPa</i>	-	<i>MPa</i>	-
1,0	0,163	Hundimiento	0,121	Hundimiento
1,5	0,183	Hundimiento	0,149	Hundimiento
2,0	0,203	Hundimiento	0,177	Hundimiento
2,5	0,195	Asientos	0,181	Asientos
3,0	0,183	Asientos	0,175	Asientos

Con carácter general puede adoptarse, para pozos de dimensiones habituales de 2,0 x 2,0 m una presión admisible de servicio de 0,203 MPa en la situación de dimensionado considerada, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla precedente.

13.- Resumen y Conclusiones

A partir de todos los trabajos realizados y lo referido anteriormente, en este documento, se pueden extraer este resumen a modo de conclusiones:

- El presente documento responde al **INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE 8 AULAS EN EL I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ en MOLAR (EL)** solicitado a **CEMOSA** por **COMUNIDAD DE MADRID**.
- El trabajo se establece con expediente O/2005036, y realizado por la delegación de CEMOSA en Madrid.
- Las coordenadas aproximadas de la zona estudiada se aportan a continuación:

Tabla 43. Coordenadas aproximadas UTM

UTM	
X	Y
450.563	4.510.054

Nota: Huso UTM: 30, Zona: S, Datum: WGS84.

- Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

Tabla 44. Trabajos de campo

Tipo	Unidades	Profundidad mínima alcanzada (m.)	Profundidad máxima alcanzada (m.)
Sondeos mecánicos con recuperación de testigo	3	5,40	10,00
Sondeos a penetración dinámica	5	1,20	4,00

- Los ensayos y trabajos de campo realizados para determinar las características de los materiales detectados han sido los siguientes:

Tabla 45. Ensayos y Trabajos de campo

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra inalterada con tomamuestras de tipo abierto	1	ASTM D6169-98, ASTM D3550-01, XP P94-202
Ensayo de penetración estándar (SPT)	4	UNE 103800
Testigo parafinado	2	ASTM D6640-01

- Los ensayos de laboratorio realizados para la elaboración de este documento quedan reflejados en las tablas siguientes:

Tabla 46. Trabajos de laboratorio

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	1	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	1	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	1	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	1	UNE 103300
Ensayo de compresión simple en suelos	2	UNE 103400
Determinación del contenido en sulfatos	1	UNE 103202
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	1	EHE

- En función de los trabajos de campo realizados, junto con ensayos de laboratorio ejecutados podemos establecer la siguiente secuencia estratigráfica modelo:

Tabla 47. Modelo estratigráfico establecido.

Nivel	Material	Desde (m.)	Hasta (m.)
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópico	0,00	3,00
UG.2	Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	3,00	6,09
UG.3	Granito fracturado y alterado	6,09	-

- El perfil esquemático obtenido se adapta a la siguiente secuencia de materiales detectados.

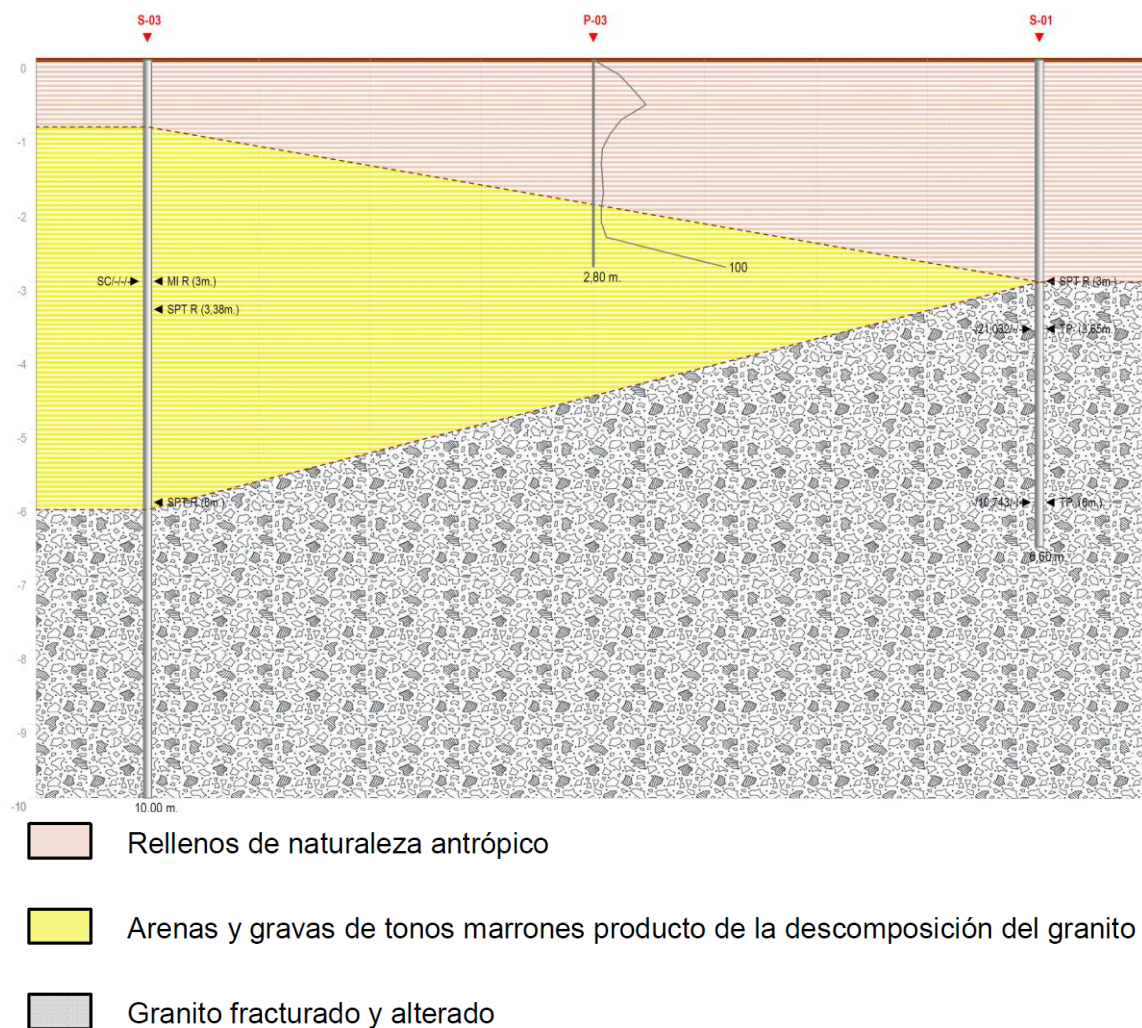


Figura N° 27.- Perfil esquemático.

- Durante las labores de campo no se ha detectado Nivel freático en los reconocimientos ejecutados. Hemos de hacer notar que las medidas del nivel freático se han realizado a la finalización de las perforaciones. Es probable que el nivel freático pueda oscilar en función del régimen climático y estacional no permaneciendo inalterable, consideración que habrá de ser tomada en cuenta.
- Según los trabajos realizados se establecen los siguientes tipos de exposición obtenidos en muestras de suelos:

Tabla 48. Tipos de exposición obtenidos.

Unidad Geotécnica	Definición	Tipo de exposición
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópico	-

Tabla 48. Tipos de exposición obtenidos.

Unidad Geotécnica	Definición	Tipo de exposición
UG.2	Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	No agresivo
UG.3	Granito fracturado y alterado	-

Según los trabajos realizados se han podido establecer los siguientes valores de expansividad según los criterios utilizados:

Tabla 49. Valoración de la expansividad.

Unidad Geotécnica	Definición	Criterio de peligrosidad
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópico	-
UG.2	Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	Nulo
UG.3	Granito fracturado y alterado	Nulo

Según los trabajos realizados se establecen los siguientes parámetros de permeabilidad:

Tabla 50. Valores de permeabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	K (m/seg)
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópico	-
UG.2	Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	10^{-2} - 10^{-5} m/s
UG.3	Granito fracturado y alterado	10^{-2} - 10^{-5} m/s

De acuerdo con los resultados obtenidos en los diferentes trabajos realizados se puede estimar la excavabilidad del siguiente modo, para cada uno de los niveles definidos en los apartados anteriores:

Tabla 51. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópico	Maquinaria común

Tabla 51. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.2	Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito	Maquinaria común
UG.3	Granito fracturado y alterado	Martillo neumático o maquinaria común en función de la fracturación de la roca

- A partir de las hipótesis planteadas se ha establecido el sustrato portante en la unidad UG.2 y definido como Arenas y gravas de tonos marrones producto de la descomposición del granito. Este nivel ha sido detectado a una profundidad máxima de 3,00 m. desde la cota de rasante actual o boca de perforación.
- Por este motivo entendemos factible la adopción de un modelo de cimentación mediante pozos de cimentación o vigas corridas que permitan alcanzar el sustrato portante. Las hipótesis para el cálculo de presiones admisibles, tanto por hundimiento como por asientos, se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 52. Hipótesis de cálculo

Tipología de cimentación	-	Pozos o Vigas corridas
Profundidad de empotramiento de la cimentación en el material portante	m	0,50 m
Densidad del terreno bajo el plano de cimentación	kN/m ³	19,0
Situación de dimensionado	-	Persistente a largo plazo
Ángulo de rozamiento efectivo	°	31,00
Cohesión efectiva	kPa	0,00
Modelo constitutivo para estimación de asientos	-	Elástico – largo plazo
Asiento admisible	cm	1,00 cm (*)
Compresibilidad del terreno bajo la cimentación	Potencia	E' v
	m	MPa (coef. poisson)
UG.2	2,6	25,0 0,3
UG.3	Inf. Cim.	50,0 0,3

(*) Asiento admisible limitado al máximo para luces de 5 m. considerando que algún apoyo puede realizarse en la unidad UG.3 que no experimentará asientos.

- Los valores obtenidos para la carga admisible se detallan a continuación:

Tabla 53. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Pozo cuadrado		Viga corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
<i>m</i>	MPa	-	MPa	-
1,0	0,163	Hundimiento	0,121	Hundimiento
1,5	0,183	Hundimiento	0,149	Hundimiento
2,0	0,203	Hundimiento	0,177	Hundimiento
2,5	0,195	Asientos	0,181	Asientos
3,0	0,183	Asientos	0,175	Asientos

- Con carácter general puede adoptarse, para pozos de dimensiones habituales de 2,0 x 2,0 m una presión admisible de servicio de 0,203 MPa en la situación de dimensionado considerada, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla precedente.**
- Las conclusiones alcanzadas en el presente estudio geotécnico se basan en reconocimientos puntuales en campo y del análisis de laboratorio realizado sobre muestras, también puntuales, extraídas del terreno. De este modo cabe la posibilidad de que existan diferencias, en cuanto a las características geológicas y geotécnicas del terreno, entre la interpretación que se expone en el presente estudio y los condicionantes realmente presentes en el subsuelo.
- Por estos motivos, antes de proceder a la realización de la estructura de cimentación un técnico competente deberá comprobar visualmente, o mediante las pruebas que juzgue oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con lo estimado en el presente estudio geotécnico. En particular se deberá comprobar lo siguiente:
- La estratigrafía coincide con la estimada en el presente estudio geotécnico.
 - El nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas en dicho estudio.
 - La resistencia y humedad del terreno encontrado al nivel de cimentación coinciden con las supuestas en el presente estudio geotécnico.
 - No se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc, o los existentes se ajustan a lo previsto en el presente estudio.

- No se detectan corrientes subterráneas que puedan provocar socavación o arrastres.

El presente estudio geotécnico consta de una memoria de 49 páginas, 6 anejos a la memoria y un apéndice.

En Madrid y firmado en Agosto de 2024

Carlos Álvarez Calvo
Grado Ingeniería Civil
Equipo de Redacción
Técnico Redactor

Gregorio Gemio del Río
Licenciado en CC. Geológicas
Delegación de Málaga
Técnico Redactor

Germán López Pineda
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Delegación de Córdoba
Supervisor

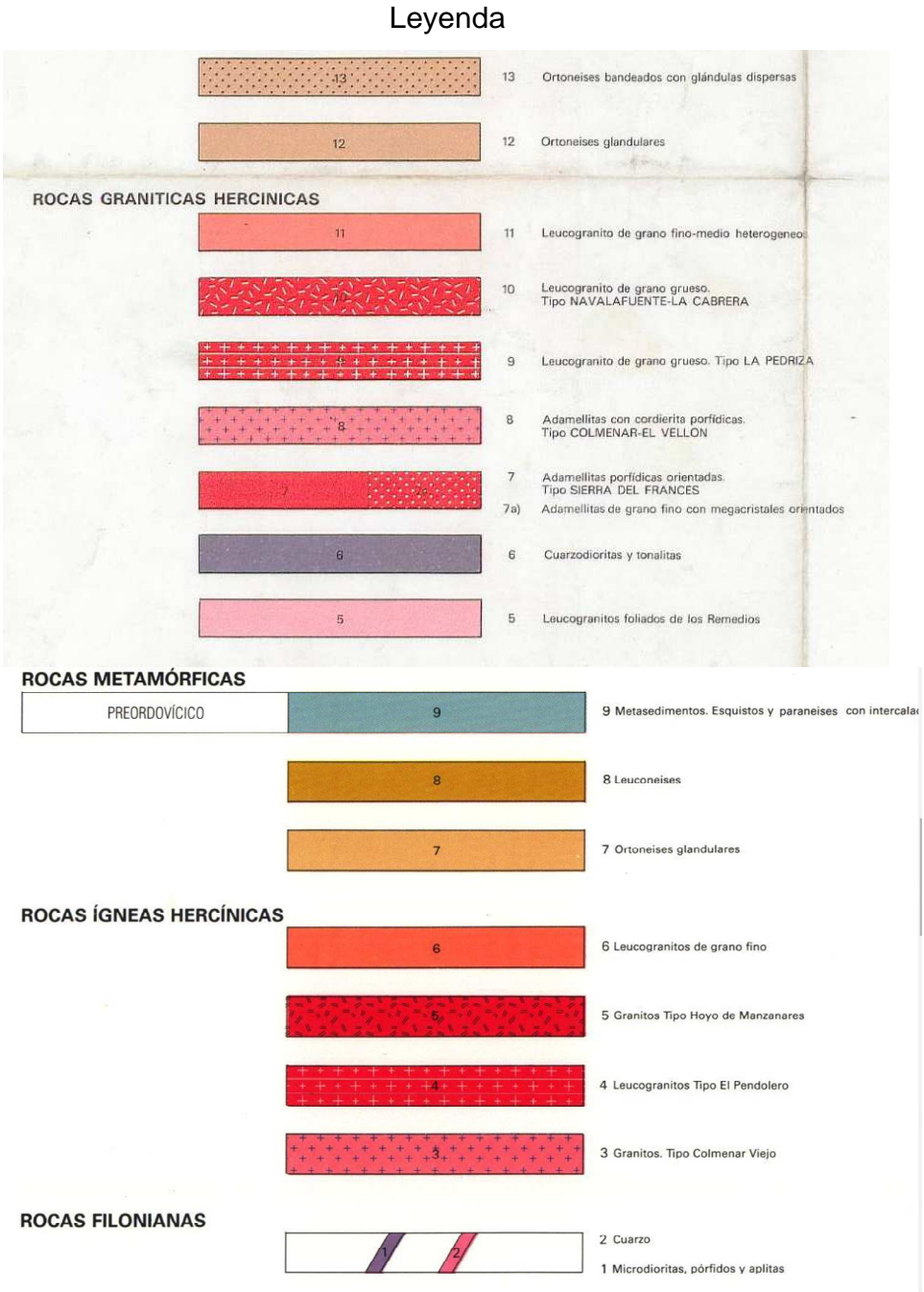
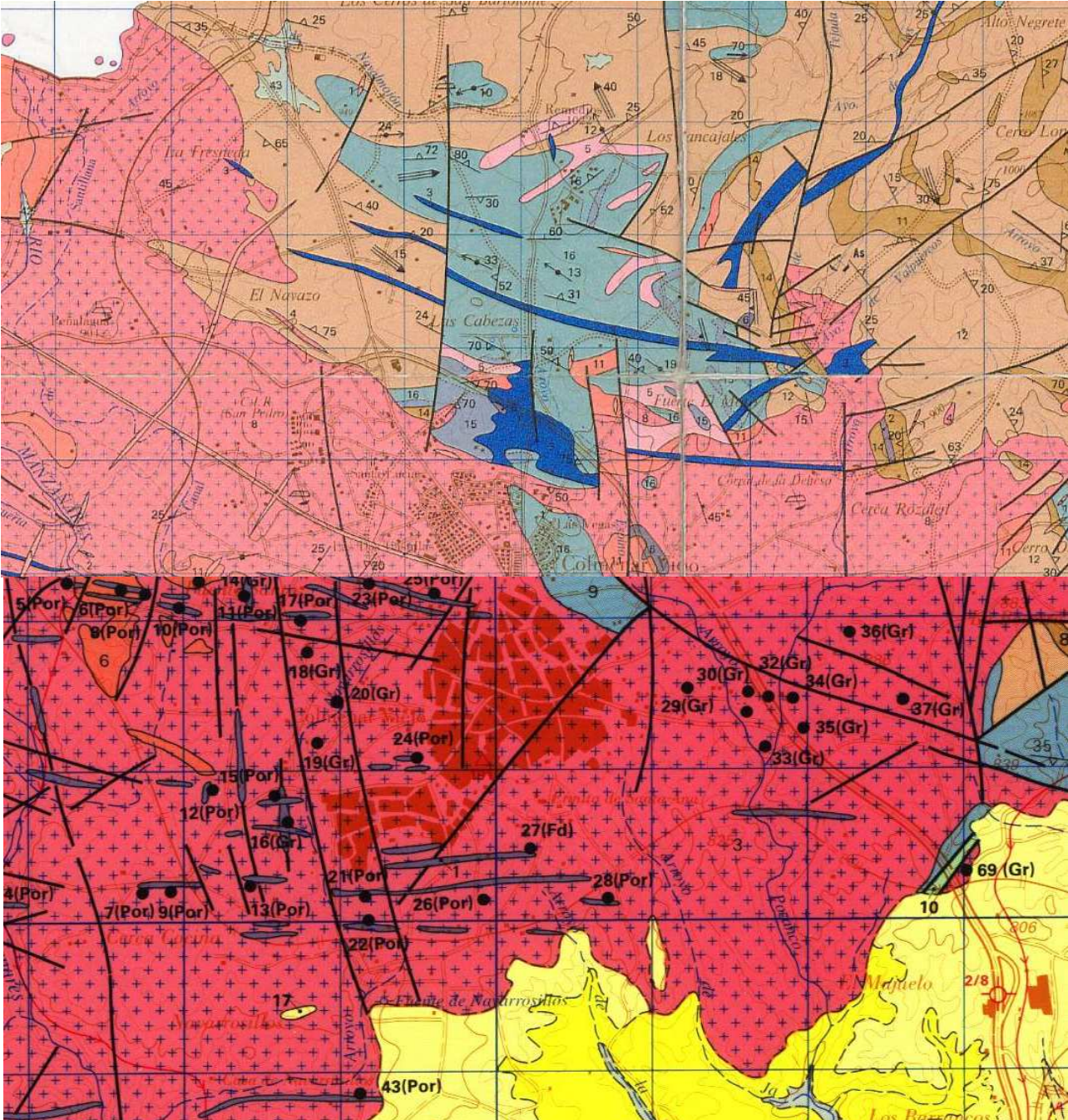
Isidro Ocete Ruiz
Ldo. CC. Geológicas. DEA Ingeniería Terreno
Director Técnico Dpto. Geotecnia
Supervisor

ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN

PLANTA	COMUNIDAD DE MADRID		PLANTA				cenosa <small>Ingeniería y Control</small>								
	PLANO 1		INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE 8 AULAS EN EL I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ				FECHA agosto-24								
															
PETICIONARIO: COMUNIDAD DE MADRID		EJECUTADO POR: 		TÍTULO DEL TRABAJO INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE 8 AULAS EN EL I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ		SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:		PRESUPUESTO: 5434,81 EXPEDIENTE: O/2005036		ESCALA: Referida		TÍTULO: PLANTA		NÚMERO: 1 FICHA: 1 de 1	

ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO

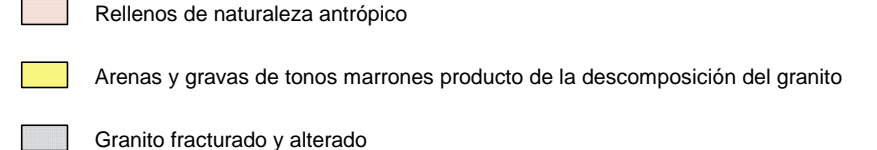
MARCO GEOLOGICO




ANEJO

CONTEXTO GEOLÓGICO, PLANO Y LEYENDA DE LA ZONA EN ESTUDIO
MAGNA 534/19-21 COMENAR VIEJO y TORRELAGUNA 509/19-20
ESCALA ORIGINAL: 1.50.000

ANEJO 3. PERFIL GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO



PETICIONARIO:	EJECUTADO POR:	TÍTULO DEL TRABAJO	REALIZADO:	SUPERVISADO:	SUSTITUYE A:	PRESUPUESTO:	ESCALA:	TÍTULO:	SERIE:
COMUNIDAD DE MADRID		INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE 8 AULAS EN EL I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ	 Isidro Ocete Ruiz	 Isidro Ocete Ruiz			Horizontal 1:- Vertical 1:60 	PERFILES GEOTECNICOS	3
					SUSTITUIDO POR:	EXPEDIENTE:			PLANO:
							Gráfica Horizontal m.		1

ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO

ANEJO 4.1 Registro de sondeos a rotación

EDICIÓN: ED02 12/04/2021 SON-1 Nº Acta: 017-24/009531/1 Código de actividad: 1201/08/2024/509 (1728457) CENTRO DE ESTUDIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE OBRA, S.A. (CEMOSA) Pol. Ind. Los Olivos C/ Innovación 11 28906 GETAFE TEL. 916828727 FAX. 916019683 URL: www.cemosa.es E-MAIL: madrid@cemosa.es



P (m)	DF (m)	TRAMAS	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF (m)	RECUP (%)	R.Q.D (%)	MUESTRAS
0						0100	0100	
1								
2			3	Rellenos. Arenas con tamaño de grano medio y color marrón.				
3								SPT R Pl. 3 PF. 3.05
4		BW86						TP Pl. 3.65 PF. 4
5			3.6	Granito.				
6								TP Pl. 6 PF. 6.3

COTA FINAL: 6,6 m

OBSERVACIONES:

Mt. Muestra realizada SPT. Ensayo de penetración estándar TP. Testigo perforado MM. Muestra alterada J. Ensayo lateral UU. Ensayo Lugeon PE. Presiónmetro NF. Nivel freático RECUP. Recuperación de testigo R.Q.D. Recuperación "Rock Quality Designation". Perforación B (Batería simple), D (Batería doble), T (Batería triple), W (Corona de vidrio), d (Corona de diamante), P(m), Profundidad (m), DP(m), Diámetro de perforación. Muestra Pl. Profundidad Inicial (m), Pl. Profundidad final (m).

Fotografías





Equipo: TECOINSA TP-50

P (m)	DF (m)	TRAMAS	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF (m)	RECUP (%)	R.Q.D (%)	MUESTRAS
0								
	BW98		1.8	Rellenos. Arenas con tamaño de grano medio y color marrón.				
1								
			0.8	Jabre con tamaño de grano medio y color marrón rojizo.				
2								
			0.4	Granito con pasadas de arena.				
3								
	BW86		2	Granito descompuesto.				
4								
5			0.4	Granito.				


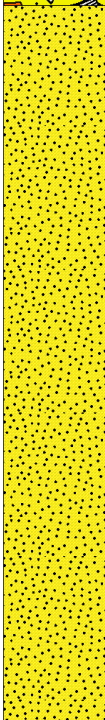


Fotografías



EDICIÓN: ED02 12/04/2021 SON-1 NºActa: 017-24/010161/1 Código de actividad: 1201/08/2024/539 (1737207) CENTRO DE ESTUDIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE OBRA, S.A. (CEMOSA) Pol. Ind. Los Olivos C/ Innovación 11 28906 GETAFE TEL. 916828727 FAX. 916019683 URL: www.cemosa.es E-MAIL: madrid@cemosa.es

Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ EN EL MOLAR

Equipo: TECOINSA TP-50

P (m)	DF (m)	TRAMAS	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF (m)	RECUP (%)	R.Q.D (%)	MUESTRAS
0			0.9	Rellenos. Arenas con algo de arcillas con tamaño de grano medio-grueso y color marrón.				
2			3.9	Jabre. Arenas con pasadas con algo de arcilla, con tamaño de grano medio y color marrón.				MI 12-42-R Pl. 3 PF. 3.38 SPT R Pl. 3.38 PF. 3.48
4			1.29	Bolos de granito.				
6			3.91	Granito.				SPT R Pl. 6 PF. 6.09
8								
10								

COTA FINAL: 10 m

OBSERVACIONES:

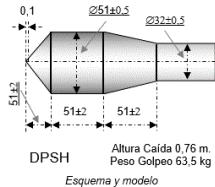
Mi: Muestra realizada SPT: Ensayo de penetración estándar TP: Ensayo parafinado MM: Muestra alterada J: Ensayo Jélico UU: Ensayo Lúgano PE: Presiónmetro NF: Nivel freático RECUP: Recuperación de testigo R.Q.D: Recuperación "Rock Quality Designation" Perforación B (Batería simple), D (Batería doble), T (Batería triple), W (Corona de vidrio), d (Corona de diamante), d(m): Profundidad (m), D(m): Diámetro de perforación. Muestras: P1: Profundidad inicial (m), P2: Profundidad final (m)

Fotografías





ANEJO 4.2 Registro de penetraciones dinámicas



Referencia:

P-01

Expediente: **O/2005036/42/01**

Peticionario:

I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ EN EL MOLAR
COMUNIDAD DE MADRID

Coordenadas UTM:

X: 450592.000

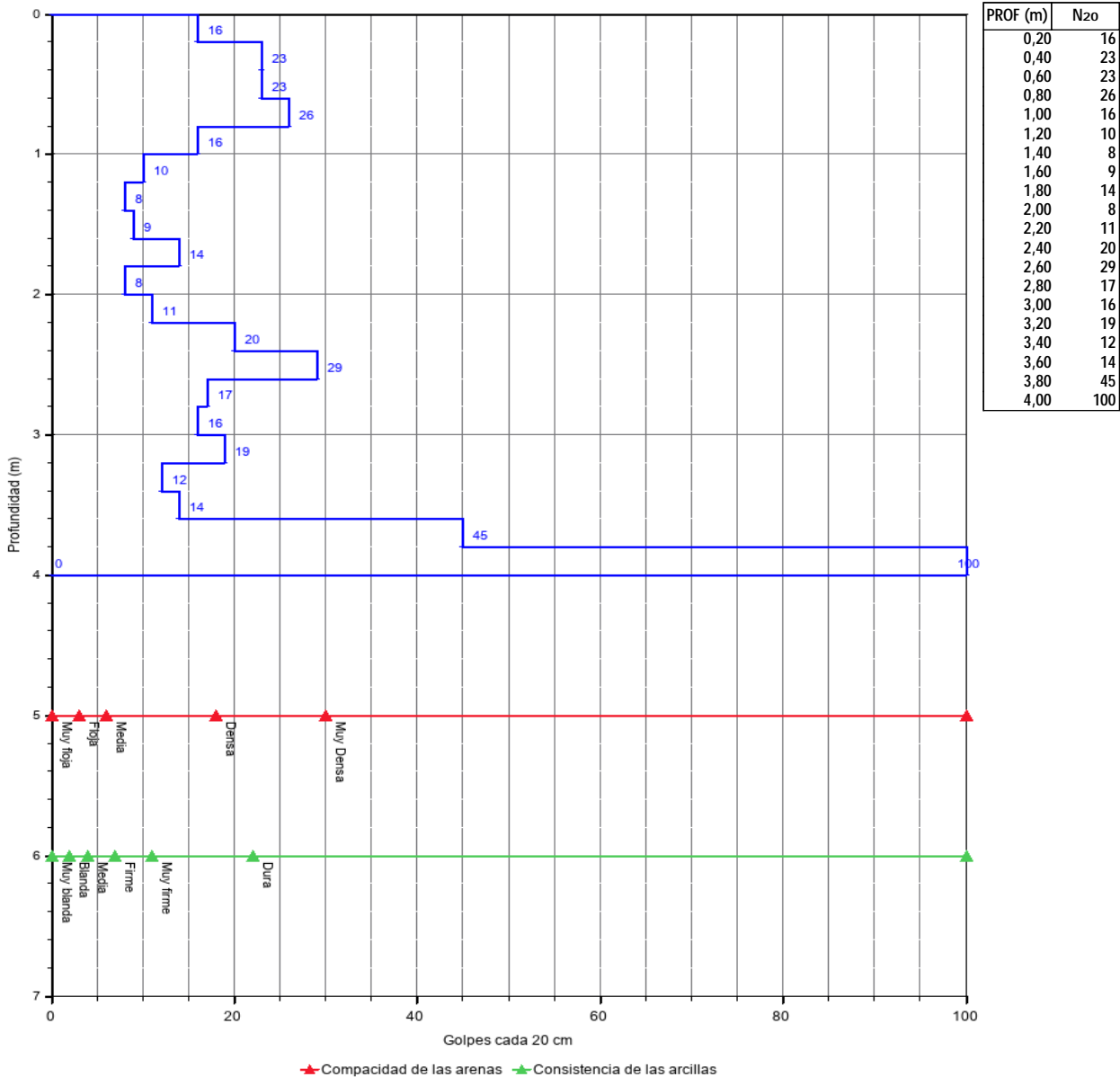
Y: 4510027.000

Fecha:

29/07/2024 a

Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05 00.18.609

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



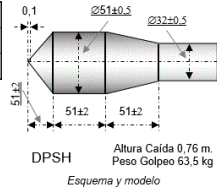
Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 29/07/2024

Y: 4510034.000
Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05 00.18.609

Página 1 de 1



Referencia:

P-03

Expediente: **O/2005036/42/01**

Peticionario:

I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ EN EL MOLAR
COMUNIDAD DE MADRID

Coordenadas UTM:

X: 450537.000

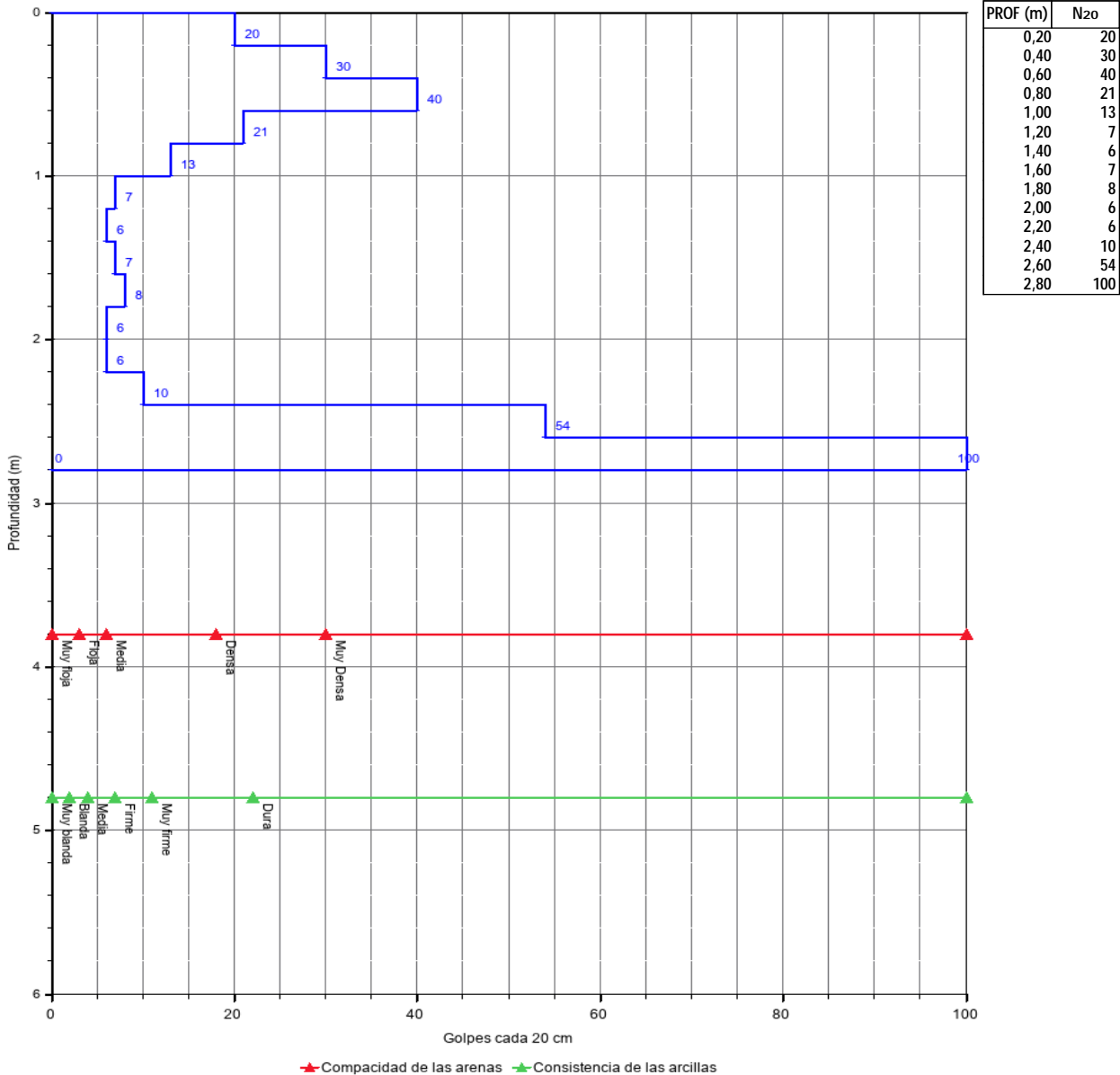
Y: 4510047.000

Fecha:

29/07/2024 a

Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05 00.18.609

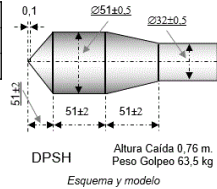
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 29/07/2024



Referencia:

P-04

Expediente: **O/2005036/42/01**

Peticionario:

I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ EN EL MOLAR
COMUNIDAD DE MADRID

Coordenadas UTM:

X: 450575.000

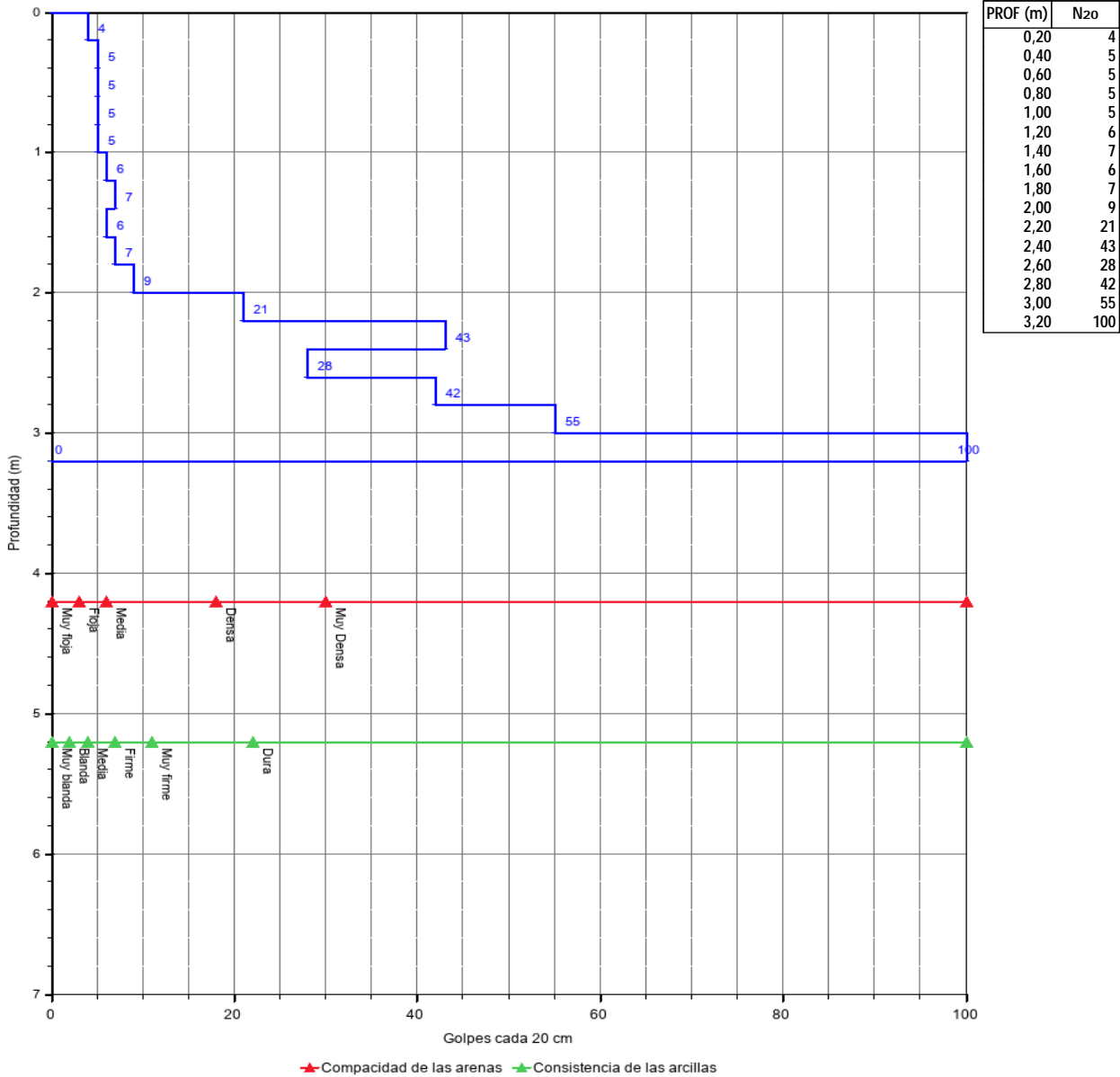
Y: 4510077.000

Fecha:

29/07/2024 a

Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05 00.18.609

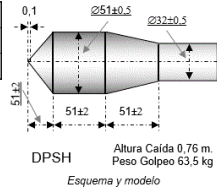
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 29/07/2024



Referencia:

P-05

Expediente: **O/2005036/42/01**

Peticionario:

I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ EN EL MOLAR
COMUNIDAD DE MADRID

Coordenadas UTM:

X: 450561.000

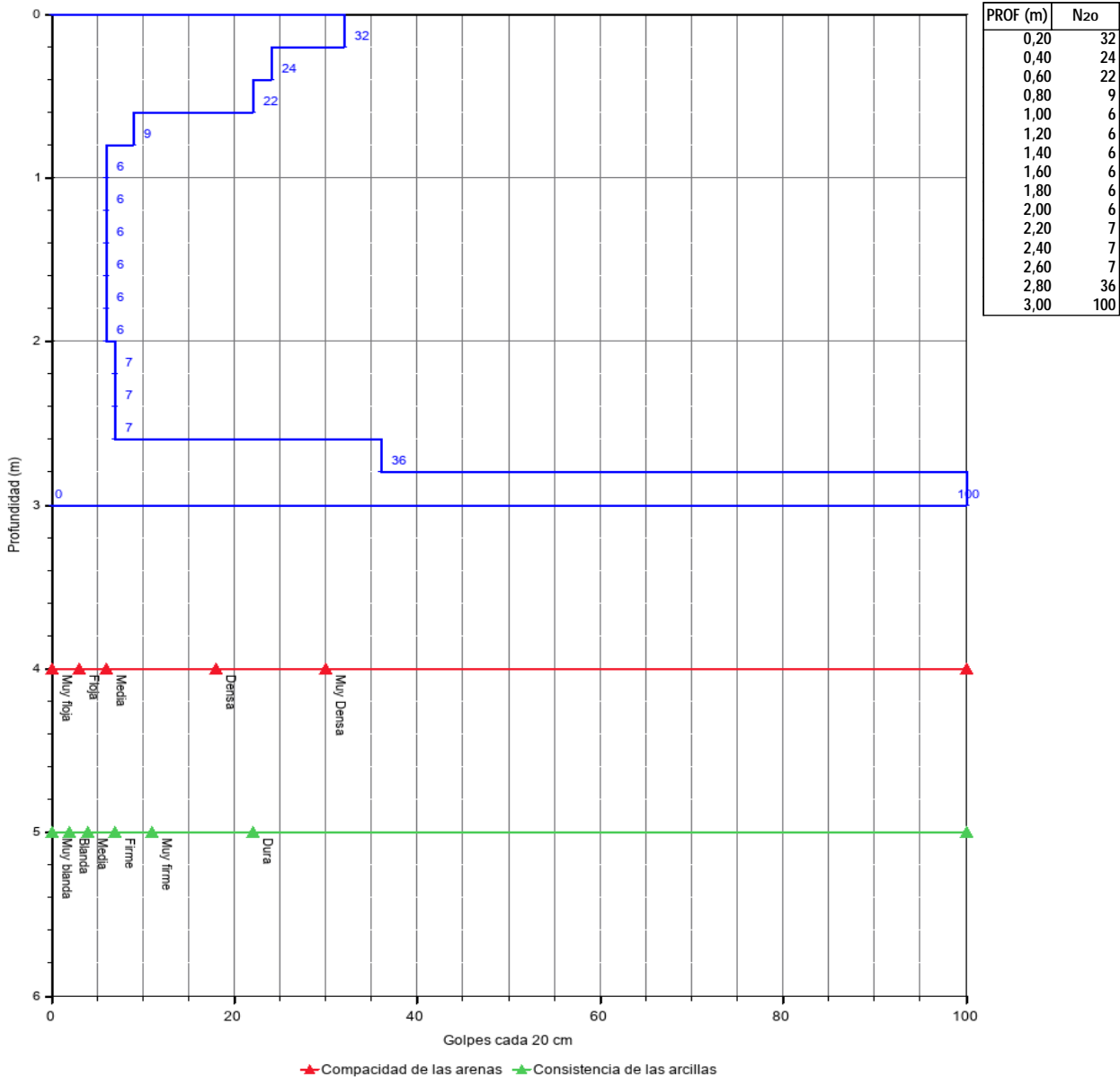
Y: 4510077.000

Fecha:

29/07/2024 a

Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05 00.18.609

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 29/07/2024

ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Expediente: **O/2005036/42/01**
Nº acta: 017-24/010067/1
Obra: I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ EN EL MOLAR
Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
Dirección: PUERTA DEL SOL 7 28013 MADRID
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **2001712**

CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2024/010093(1737259)**

FECHA TOMA: **30/07/2024-09:54**

MATERIAL

TIPO: **ROCA**
DESCRIPCIÓN: **S-01 TP 3.65 - 4.00**
PROCEDENCIA: **S-01 TP 3.65 - 4.00**
LUGAR DE TOMA: **S-01**
UBICACIÓN:

MODALIDAD DE MUESTREO: **GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA**
MUESTREO POR:
LOTE LABORATORIO:
LOTE CLIENTE:

TRABAJOS REALIZADOS

- De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Resistencia a la compresión uniaxial, según UNE 22950-1:1990 (rocas)

UNE 22950-1:1990

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2005036/42/01**
Nº acta: 017-24/010067/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010093(1737259)
Procedencia: S-01 TP 3.65 - 4.00

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	7
ALTURA (cm):	13,5
HUMEDAD (%):	0,32
CARGA DE ROTURA (Kp):	21.032
RESISTENCIA (Kp/cm²):	546,78
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	2,67
DENSIDAD SECA (g/cm³):	2,66

FORMA DE ROTURA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 08/08/2024

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.08 11:56:29 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.08 11:56:23 +02'00'

Expediente: **O/2005036/42/01**
Nº acta: 017-24/010068/1
Obra: I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ EN EL MOLAR
Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
Dirección: PUERTA DEL SOL 7 28013 MADRID
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **2001713**

CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2024/010094(1737260)**

FECHA TOMA: **30/07/2024-09:54**

MATERIAL

TIPO: **ROCA**
DESCRIPCIÓN: **S-01 TP 6.00 - 6.30**
PROCEDENCIA: **S-01 TP 6.00 - 6.30**
LUGAR DE TOMA: **S-01**
UBICACIÓN:

MODALIDAD DE MUESTREO: **GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA**
MUESTREO POR:
LOTE LABORATORIO:
LOTE CLIENTE:

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Resistencia a la compresión uniaxial, según UNE 22950-1:1990 (rocas)

UNE 22950-1:1990

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2005036/42/01**
Nº acta: 017-24/010068/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010094(1737260)
Procedencia: S-01 TP 6.00 - 6.30

ACTA

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	7
ALTURA (cm):	14
HUMEDAD (%):	0,42
CARGA DE ROTURA (Kp):	10.743
RESISTENCIA (Kp/cm²):	279,29
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	2,71
DENSIDAD SECA (g/cm³):	2,70

FORMA DE ROTURA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 08/08/2024

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.08 11:57:20 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.08 11:57:13 +02'00'

Expediente: **O/2005036/42/01**
Nº acta: 017-24/010066/1
Obra: I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ EN EL MOLAR
Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
Dirección: PUERTA DEL SOL 7 28013 MADRID
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **2001711**

CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2024/010092(1737258)**

FECHA TOMA: **30/07/2024-09:54**

MATERIAL

TIPO: **SUELO**
DESCRIPCIÓN: **S-02 SPT 3.00 - 3.55**
PROCEDENCIA: **S-02 SPT 3.00 - 3.55**
LUGAR DE TOMA: **S-02**
UBICACIÓN:

MODALIDAD DE MUESTREO: **GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA**
MUESTREO POR:
LOTE LABORATORIO:
LOTE CLIENTE:

TRABAJOS REALIZADOS

- De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Determinación de la acidez Bauman-Gully (suelos)	UNE 83962:2008
Determinación del contenido de sulfatos solubles (cuantitativo) (suelos)	UNE 103201:2019; UNE 103202:2019
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM 2487:2000
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

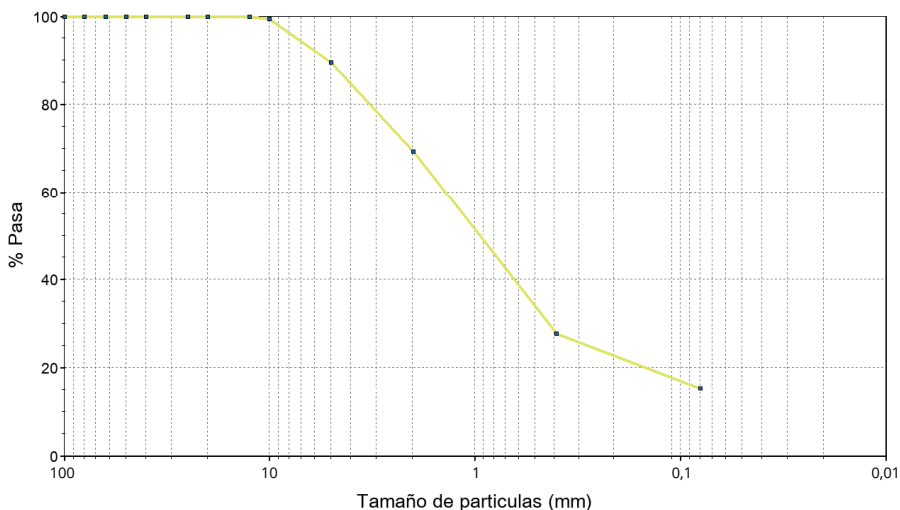
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2005036/42/01**
Nº acta: 017-24/010066/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010092(1737258)
Procedencia: S-02 SPT 3.00 - 3.55

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	99,4
5	89,5
2	69,4
0,4	27,7
0,080	15,3

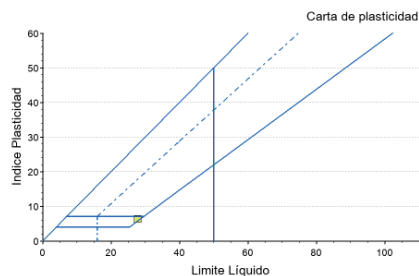


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **27,8** LÍMITE PLÁSTICO: **21,6** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **6,3**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SC-SM - Arena Limoarcillosa**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-2-4 (0)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): -
SECA (g/cm³): -

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **7,1**

ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO₃): **NO CONTIENE**
MATERIA ORGÁNICA (%): -
CARBONATOS (% CaCO₃): -

SALES SOLUBLES (g/100g suelo): -
YESOS (%): -

Expediente: **O/2005036/42/01**
Nº acta: 017-24/010066/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010092(1737258)
Procedencia: S-02 SPT 3.00 - 3.55

AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL SUELO FRENTE AL HORMIGÓN

PARÁMETROS	NORMA	RESULTADO	TIPO DE EXPOSICIÓN		
			XA1 - ATAQUE DEBIL	XA2 - ATAQUE MEDIO	XA3 - ATAQUE FUERTE
ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg):	UNE 83962	33,84	> 200	NO APLICABLE	NO APLICABLE
EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:		NO AGRESIVA			

Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 08/08/2024

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digital signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.08 11:55:42 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digital signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.08 11:55:36 +02'00'

ANEJO 6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN TODO TIPO DE SUELOS



Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
Trabajo: INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE 8 AULAS EN EL I.E.S. CORTÉS DE CÁDIZ
Expediente: O/2005036

CÁLCULO DE LA PRESIÓN VERTICAL DE HUNDIMIENTO

EXPRESION ANALITICA BASICA

$$q_h = c_K N_c d_c s_c i_c t_c + q_{0K} N_q d_q s_q i_q t_q + \frac{1}{2} B \cdot \gamma_K N_\gamma d_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

SITUACION DE DIMENSIONADO

Situación de dimensionado

Persistente a largo plazo

Forma de la cimentación

Rectangular

Ancho equivalente B* (m)

1,0 1,5 2,0 2,5 3,0

¿Existe flujo ascendente?

No $i_v = 0,4$
Gradiente vertical medio en 1,5B bajo la base de la cimentación

Inclinación del terreno situado junto a la cimentación

$\beta = 0$
Si $\beta > 4/2$ se recomienda llevar a cabo un estudio específico de estabilidad global

¿Talud en situación transitoria y sin drenaje?

No
En situaciones transitorias y sin drenaje, puede calcularse la presión de hundimiento como en terreno horizontal y después reducirla en $2\beta c_u$
 $2\beta c_u =$ KPa

Factor de seguridad

Situación persistente
 $\gamma_R = 3$

PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL TERRENO

Resistencia al corte

$\phi_K = 31,0^\circ$
 $c_K =$ KPa c_K y ϕ_K representativos de una profundidad entre B y 1.5-B, a contar desde la base de la cimentación

En situaciones sin drenaje, ζc_u aumenta linealmente con la profundidad?

No

z m	c_u kPa
	50
10,0	150

Peso específico por debajo de la base de cimentación

$\gamma = 19,0$ KN/m³
 $\gamma_{ap} = 19,0$ KN/m³ En cálculo a corto plazo considerar peso específico aparente

B* m	c_K kPa	γ_K kN/m ³
1,0		19,0
1,5		19,0
2,0		19,0
2,5		19,0
3,0		19,0

Sobrecarga al nivel de la base de la cimentación

¿Tener en cuenta? Si $\gamma_{ap}(\text{sup}) = 19,0$ KN/m³
H = 0,50 m
 $q_{0K} = 9,5$ KPa

Para contar con el término de sobrecarga q_{0K} se debe asegurar durante la vida útil de la obra que no se realicen excavaciones junto a las cimentaciones que pudieran dar lugar a una reducción, o incluso anulación, de la misma.

Resistencia al corte del terreno situado sobre la base de la cimentación

¿Tener en cuenta? No
No se debe tener en cuenta en los siguientes casos:

- Cimentaciones someras en arcillas muy plásticas que en épocas secas puedan desarrollar grietas por retracción.
- Profundidades de cimentación D inferiores a 2m.
- Cimentaciones cercanas a taludes
- Cuando no se pueda garantizar la permanencia en el tiempo del terreno situado por encima de la base de cimentación

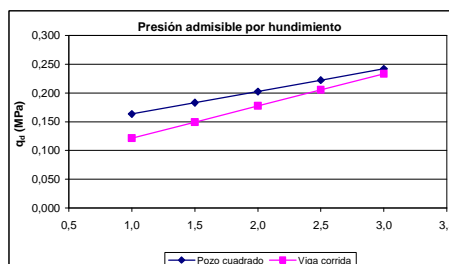
FACTORES CORRECTORES O DE INFLUENCIA

	Zapata cuadrada (L*=B*)					Zapata corrida (L*>>B*)				
B* (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
Influencia de la resistencia al corte del terreno situado sobre la base de la cimentación										
$d_c =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_q =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_\gamma =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Influencia de la forma de la cimentación										
$s_c =$	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$s_q =$	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$s_\gamma =$	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Factores de capacidad de carga		Influencia de la proximidad de un talud a la cimentación	Influencia de la inclinación de la resultante de acciones sobre la cimentación (A considerar en fase de proyecto)
$N_c =$	32,67	$i_c =$	$i_c = \frac{i_q N_q - 1}{N_q - 1}$; para $\phi_K = 0 : i_c = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{B \cdot L \cdot c_K}} \right)$
$N_q =$	20,63	$i_q =$	$i_q = (1 - 0,7 \cdot \text{tg} \delta_B)^3 \cdot (1 - \text{tg} \delta_L)$
$N_\gamma =$	17,69	$i_\gamma =$	$i_\gamma = (1 - \text{tg} \delta_B)^3 \cdot (1 - \text{tg} \delta_L)$

PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE POR HUNDIMIENTO

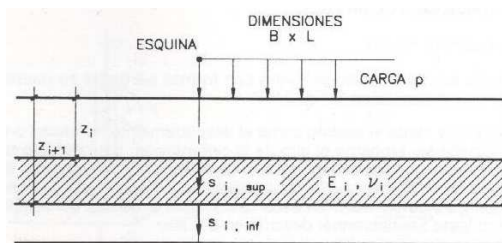
Ancho de cimentación m	Pozo cuadrado q_d MPa	Viga corrida q_d MPa
1,0	0,163	0,121
1,5	0,183	0,149
2,0	0,203	0,177
2,5	0,222	0,205
3,0	0,242	0,233



Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
Trabajo: INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE 8 AULAS EN EL I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ
Expediente: O/2005036

CALCULO DE LA PRESION VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO

CALCULO ELASTICO DE ASIENTOS - METODO DE STEINBRENNER



Asiento en profundidad

Acertamiento del estrato

$$s(z) = \frac{p \cdot B}{2 \cdot E} (A \cdot \phi_1 - B \cdot \phi_2) \quad \hat{I} = s_i(z_i) - s_i(z_{i+1})$$

siendo:

$$A = 1 - \nu^2$$

$$B = 1 - \nu - 2\nu^2$$

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left(\ln \frac{t+n}{t-n} + n \cdot \ln \frac{t+1}{t-1} \right)$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \arctg \frac{n}{t \cdot m}$$

$$m = \frac{z}{B}$$

$$n = \frac{L}{B}$$

$$t = (1 + n^2 + m^2)^{\frac{1}{2}}$$

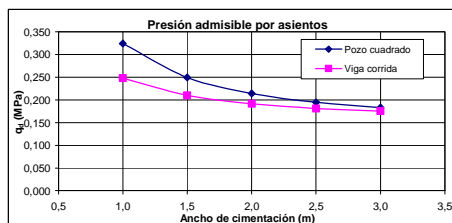
PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL TERRENO

	UNIDAD GEOTÉCNICA	Prof. inicial m	Prof. final m	Espesor m	E MPa	v
NIVEL 1	UG.2		2,6	2,6	25,0	0,3
NIVEL 2	UG.3	2,6	6,0	3,4	50,0	0,3
NIVEL 3						
NIVEL 4						
NIVEL 5						
			Total	6,0		

PRESION VERTICAL ADMISIBLE POR ASIENTOS

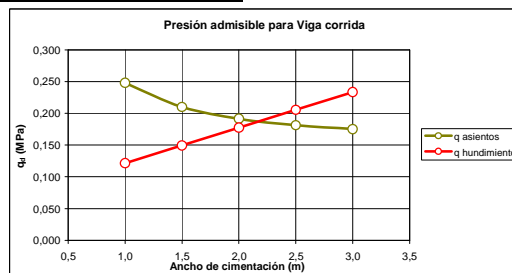
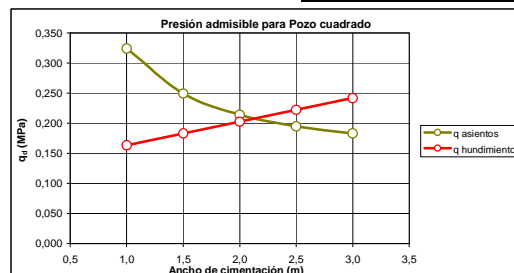
Asiento admisible
1 cm

Ancho de cimentación m	Pozo cuadrado q _d MPa	Viga corrida q _d MPa	¿Espesor=2·B?
1,0	0,324	0,248	SI
1,5	0,249	0,210	SI
2,0	0,214	0,192	SI
2,5	0,195	0,181	SI
3,0	0,183	0,175	SI



PRESION VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO

Ancho de cimentación m	Pozo cuadrado		Viga corrida	
	q _d MPa	Limitación	q _d MPa	Limitación
1,0	0,163	Hundimiento	0,121	Hundimiento
1,5	0,183	Hundimiento	0,149	Hundimiento
2,0	0,203	Hundimiento	0,177	Hundimiento
2,5	0,195	Asientos	0,181	Asientos
3,0	0,183	Asientos	0,175	Asientos



VALORES DE K_{sp30} DEDUCIDOS DEL CALCULO DE ASIENTOS

Ancho de cimentación m	Pozo cuadrado		Viga corrida	
	K _{sp30} MN/m ³	K _{sp30} MN/m ³	K _{sp30} MN/m ³	K _{sp30} MN/m ³
1,0	32	108	25	83
1,5	25	125	21	105
2,0	21	143	19	128
2,5	19	162	18	151
3,0	18	183	18	175
	Valor medio	144	Valor medio	128

APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

FICHA DOCUMENTAL

El presente documento, de título **INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE 8 AULAS EN EL I.E.S CORTÉS DE CÁDIZ** ha sido realizado por CEMOSA, en su delegación de **Madrid**, en la siguiente dirección:

Pol. Ind. Los Olivos. C/ Innovación,11 (28906)

MADRID - GETAFE

El teléfono y email de contacto son los siguientes:

Tel: 916 828 727 Fax: 916 019 683

madrid@cemosa.es

Para cualquier consulta o aclaración, así como para cualquier cuestión relacionada con este documento habrá de dirigirse al siguiente técnico de contacto:

Carlos Álvarez Calvo



Carlos Álvarez Calvo

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356