



**ESTUDIO GEOTÉCNICO T – 01059.19**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN: MURO DE CONTENCIÓN**

**DIRECCIÓN: C/ SEPULCRO  
BOROX. TOLEDO**

**PETICIONARIO: EXCMO. AYTO. DE BOROX**

**MARZO 2019**

**GEOTECNIA Y GEOLOGÍA APLICADA S.L.**

**Laboratorio con Declaración Responsable MAD-L-059 según RD 410/2010**

Paseo Vereda del Manzanares, 24. El Álamo. Madrid.

Tlf 91 812 01 03 Fax 91 279 90 42 laboratorio@geotecam.com www.geotecam.com

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**REF.: T-01059.19**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN:**

**MURO DE CONTENCION**

**C/ SEPULCRO**

**BOROX**

**TOLEDO**

**PETICIONARIO: EXCMO. AYTO. DE BOROX**

**MARZO 2019**

## ÍNDICE

<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA .....</b>	<b>6</b>
2.1. ESTRATIGRAFÍA. COLUMNA DEL SONDEO .....	8
2.2. SISMICIDAD .....	17
<b>3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA ZONA .....</b>	<b>18</b>
3.1. TRABAJOS DE CAMPO .....	18
3.2. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES .....	19
3.3. CONCLUSIONES .....	21
<b>4. PLANOS .....</b>	<b>24</b>
4.1. FOTOS DE SITUACIÓN DE LOS ENSAYOS .....	24
4.2. MAPA GEOLÓGICO (ESCALA 1 / 50.000) .....	27
<b>5. ANEJO I .....</b>	<b>28</b>

## 1. ANTECEDENTES

El presente trabajo ha sido llevado a cabo por encargo del **EXCMO. AYTO. DE BOROX.**

Se realiza un análisis geotécnico del terreno para un mejor conocimiento del subsuelo en la zona de estudio, localizada en la **Calle Sepulcro**, en **Borox, Toledo**, por medio de la realización de **tres sondeos mecánicos**, acompañados de los correspondientes **ensayos de laboratorio**, cuyo resumen y conclusiones se presentan en el siguiente documento.

La realización de la investigación comprendía:

- Trabajos de campo.
  - **Sondeo Mecánico.**
- Trabajos de laboratorio.
- Estudio, interpretación de resultados e informe final.

Por tanto, se procede en el siguiente informe a la caracterización geológica y geotécnica del terreno para la correcta ejecución de un **Muro** en:

**C/ Sepulcro  
Borox. Toledo.**

Para la definición del parámetro geológico, se ha procedido a un detallado reconocimiento estratigráfico de campo.

En el reconocimiento geológico de campo, se han tomado datos sobre las características texturales y estructurales de las diferentes unidades geológicas reconocidas.

Una vez completado el reconocimiento de campo, se ha procedido a la realización de una campaña de investigaciones “in situ”, consistente en la realización de **un sondeo mecánico** con recogida de muestra y **dos ensayos de penetración dinámica** tipo “DPSH”, que han permitido determinar las características geotécnicas básicas de los materiales existentes en la zona.

Finalmente, se ha procedido a la redacción de la memoria, la cual pretende dar respuesta a los interrogantes que sobre la geología y la geotecnia plantea un estudio de esta naturaleza.

Para dicho fin se ha estructurado dicha memoria en los siguientes apartados:

- **Marco geológico general.**
- **Características geológicas de la zona de estudio.**
- **Geología de detalle.**
- **Sismicidad.**
- **Características geotécnicas de los materiales.**
- **Parámetros geotécnicos básicos.**
- **Recomendaciones para la cimentación.**

Así mismo, la localización de la zona de estudio ha sido plasmada en los siguientes planos:

- A escala regional, la parcela estudiada se incluye en un mapa geológico regional a partir del Mapa Geológico de España a escala 1 / 50.000 realizado por el I. G. M. E.
- A escala de detalle, se realiza un croquis de la parcela en donde se incluye la ubicación de los ensayos de campo efectuados, las cotas aproximadas del terreno, así como la disposición de los perfiles del terreno realizados.

## 2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA ZONA

Los materiales que constituyen el zócalo en la región en la que se encuentra la zona de estudio, están compuestos por rocas ígneas y metamórficas pertenecientes al Macizo Hercínico, de edades precámbrico-paleozoicas.

La estructura tectónica presente en esta zona separa el Sistema Central, como bloque levantado y área fuente de sedimentos detríticos, de la Cuenca del Tajo como zona de hundimiento y receptora de éstos sedimentos. Este fenómeno se da a partir del Terciario inferior, a consecuencia de la reactivación generada por el plegamiento Alpino, sobre las fracturas producidas durante los últimos episodios tectónicos del plegamiento Hercínico; la Orogenia Hercínica es la responsable de los principales eventos tectónicos, metamórficos e ígneos que afectan a los materiales precámbricos.

Capote *et al* (1982) subdividen el Sistema Central en tres grandes complejos estructurales denominados de O a E: Complejo de Gredos, Complejo de Guadarrama y Complejo de Somosierra-Ayllón, estando sus límites formados por cabalgamientos. La zona de estudio se sitúa en el Complejo de Guadarrama, que a grandes rasgos se caracteriza por:

- Metamorfismo regional intenso.
- Presencia de gran número de granitoides tardihercínicos, más abundantes hacia el O.
- Estructura interna con pliegues tumbados y cabalgamientos menores.
- Gran extensión de áreas que alcanzan el grado de anatexia.

A su vez, las rocas hercínicas que afloran se pueden separar esquemáticamente en dos grandes grupos: Rocas metamórficas en grado alto-medio, entre las que se incluyen los ortoneises glandulares y Rocas graníticas hercínicas. El contacto entre las rocas graníticas y las metamórficas suele ser intrusivo, dando lugar a metamorfismos de contacto.

Discordantes sobre los materiales paleozoicos infrayacentes se reconocen en esta área una serie de sedimentos fundamentalmente detríticos, cuyas características estratigráficas permiten agruparlos en tres grandes conjuntos: uno más occidental formado por sedimentos de origen detrítico (verdaderas molasas continentales), otro situado en una banda central constituido por materiales detríticos finos y por último un conjunto situado en el borde oriental formado casi exclusivamente por litofacies de origen químico.

La zona de estudio se encuentra situada dentro de la litofacies más occidental, es decir, las facies detríticas de borde, más conocidas como facies Madrid (Riba 1957). Estos materiales representan la sedimentación de origen mecánico en el borde del Sistema Central.

Las facies Madrid están constituidas principalmente por arcosas feldespáticas provenientes de la destrucción de los relieves graníticos y metamórficos del Guadarrama. Su distribución espacial forma una orla detrítica al sur del Sistema Central sin solución de continuidad con un conjunto de materiales gruesos en el mismo borde del Guadarrama (Mingarro y Marfil 1966).

## **2.1. ESTRATIGRAFÍA. COLUMNA DEL SONDEO.**

El objeto del presente estudio obliga a centrar la atención en el parámetro geológico, relegando a un segundo término el parámetro crono-estratigráfico, el cual ha sido tomado de la bibliografía consultada.

El sustrato de la parcela estudiada, está constituido por arenas arcósicas procedentes de la denudación de los relieves graníticos del Guadarrama.

### **Sondeo S-1**

#### **Nivel 1. Solera**

Aparece en el Sondeo S-1 desde 0,00 m hasta 0,30 m de profundidad, constituyendo la cobertera superficial de la parcela.

El nivel está compuesto por la solera de la nave desde donde se hicieron los ensayos.

#### **Nivel 2. Arcillas arenosas**

Aparecen en el sondeo S-1 desde 0,30 m hasta 7,50 m de profundidad, fin del sondeo.

El nivel está compuesto por arcillas de alta plasticidad de color grisáceo con presencia de sulfatos y carbonatos. Compacidad media.

Por otro lado, el nivel freático no se detectó en el sondeo, a las profundidades alcanzadas, en mediciones efectuadas en fecha de realización de los trabajos de campo.

Perforación		Profundidad m	Potencia m	Recuperación %	Litología	Muestras			Ensayos de Laboratorio							Naturaleza del Terreno				
Tipo	Ø					Prof.	Muestra	N <sub>30</sub>	USCS	WL	IP	CS kg/cm <sup>2</sup>	PH kg/cm <sup>2</sup>	SO <sub>4</sub> %	gravas %		finos %			
RSW	86	0,50	7,2	0,3	[Litología]											ALQUITRAN				
		1,00																		
		1,50																		
		2,00																		
		2,50																		
		3,00																		
		3,50																		
		3,50								3,05	SPTc	25								
		4,00																		
		4,50																		
		5,00																		
		5,50																		
		5,50								5,05	SPTc	28	MH	53,4	21,3			0,41	0,49	97,61
		6,00																		
		6,50																		
7,00																				
7,50																				
7,50					7,05	SPTc	19													
8,00																				
8,50																				
9,00																				
9,50																				
10,00																				
10,50																				
11,00																				
11,50																				
12,00																				
12,50																				
13,00																				
13,50																				
14,00																				
14,50																				
15,00																				

LIMO DE ALTA PLASTICIDAD ARENOSO

FIN DEL SONDEO A 7,50 M DE PROFUNDIDAD.  
NO SE DETECTA EL NIVEL FREÁTICO A LA PROFUNDIDAD ALCANZADA, EN MEDICIONES REALIZADAS EL DÍA 22/02/2019.

Leyenda perforación	P: Percusión S: Seco	B: Barrena helicoidal A: Agua	RS: Rotación batería simple W: Corona widia	RD: Rotación batería doble D: Corona diamante
Leyenda muestras	MA: Muestra Alterada SPT: Ensayo de Penetración Standard	MI: Muestra Inalterada	TP: Testigo Parafinado SPTc: SPT Punta Ciega	TS: Testigo de Sondeo — : Nivel Freático



Estudio Geotécnico T-01059.19 para proyecto de ejecución de un Muro en:  
C/ Sepulcro. Borox. Toledo.

## **Sondeo S-2**

### **Nivel 1. Arcillas arenosas**

Aparecen en el sondeo S-2 desde 0,00 m hasta 4,00 m de profundidad, fin del sondeo.

El nivel está compuesto por arcillas de alta plasticidad de color grisáceo con presencia de sulfatos y carbonatos. Compacidad media.

Por otro lado, el nivel freático no se detectó en el sondeo, a las profundidades alcanzadas, en mediciones efectuadas en fecha de realización de los trabajos de campo.

[9] geotecam				DIRECCIÓN: CALLE SEPULCRO. BOROX. TOLEDO.										Nº TRABAJO: T-01059.19			
				PETICIONARIO: EXCMO. AYTO. DE BOROX										FECHA DE REALIZACIÓN: 22/02/2019			
				SONDEO Nº: 2			PROFUNDIDAD ALCANZADA: 4,00			NIVEL FREÁTICO: NO SE DETECTA				LOCALIZACIÓN: SEGÚN CROQUIS			
Perforación		Profundidad m	Potencia m	Recuperación %	Litología	Muestras			Ensayos de Laboratorio							Naturaleza del Terreno	
Tipo	Ø					Prof.	Muestra	N <sub>30</sub>	USCS	WL	IP	CS kg/cm <sup>2</sup>	PH kg/cm <sup>2</sup>	SO <sub>4</sub> %	gravas %		finos %
RSW	86	0,50	4			0,50	SPTc	21	MH	51,3	19,2			0,49	3,03	84,46	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD ARENOSO
		1,00															
		2,00				2	SPTc	22									
		2,50				2,5											
		3,00															
		3,50															
		4,00															
		4,50															
		5,00															
		5,50															
		6,00															
		6,50															
		7,00															
		7,50															
		8,00															
		8,50															
		9,00															
		9,50															
		10,00															
		10,50															
		11,00															
		11,50															
		12,00															
		12,50															
		13,00															
		13,50															
		14,00															
		14,50															
		15,00															
Leyenda perforación		P: Percusión		B: Barrena helicoidal		RS: Rotación batería simple		RD: Rotación batería doble									
		S: Seco		A: Agua		W: Corona vidia		D: Corona diamante									
Leyenda muestras		MA: Muestra Alterada		MI: Muestra Inalterada		TP: Testigo Parafinado		TS: Testigo de Sondeo									
		SPT: Ensayo de Penetración Standard				SPTc: SPT Punta Ciega		— : Nivel Freático									



## **Sondeo S-3**

### **Nivel 1. Arcillas arenosas**

Aparecen en el sondeo S-3 desde 0,00 m hasta 4,00 m de profundidad, fin del sondeo.

El nivel está compuesto por arcillas de alta plasticidad de color grisáceo con presencia de sulfatos y carbonatos. Compacidad media.

Por otro lado, el nivel freático no se detectó en el sondeo, a las profundidades alcanzadas, en mediciones efectuadas en fecha de realización de los trabajos de campo.

Perforación		DIRECCIÓN: CALLE SEPULCRO, BOROX, TOLEDO.										Nº TRABAJO: T-01059.19					
Peticionario		PETICIONARIO: EXCMO. AYTO. DE BOROX										FECHA DE REALIZACIÓN: 22/02/2019					
SONDEO Nº: 3		PROFUNDIDAD ALCANZADA: 4,00				NIVEL FREÁTICO: NO SE DETECTA		LOCALIZACIÓN: SEGÚN CROQUIS									
Tipo	Ø	Profundidad m	Potencia m	Recuperación %	Litología	Muestras			Ensayos de Laboratorio							Naturaleza del Terreno	
					Prof.	Muestra	N <sub>30</sub>	USCS	WL	IP	CS kg/cm <sup>2</sup>	PH kg/cm <sup>2</sup>	SO <sub>4</sub> %	gravas %	finos %		
RSW	86	0,50 1,00 1,50 2,00 2,50 3,00 3,50 4,00 4,50 5,00 5,50 6,00 6,50 7,00 7,50 8,00 8,50 9,00 9,50 10,00 10,50 11,00 11,50 12,00 12,50 13,00 13,50 14,00 14,50 15,00	4			0,50 1,00 2 2,5	SPTc SPTc	6 19									LIMO DE ALTA PLASTICIDAD ARENOSO
FIN DEL SONDEO A 4,00 M DE PROFUNDIDAD. NO SE DETECTA EL NIVEL FREÁTICO A LA PROFUNDIDAD ALCANZADA, EN MEDICIONES REALIZADAS EL DÍA 22/02/2019.																	
Leyenda perforación		P: Percusión S: Seco		B: Barrera helicoidal A: Agua		RS: Rotación batería simple W: Corona widia		RD: Rotación batería doble D: Corona diamante									
Leyenda muestras		MA: Muestra Alterada SPT: Ensayo de Penetración Standard		MI: Muestra Inalterada		TP: Testigo Parafinado SPTc: SPT Punta Ciega		TS: Testigo de Sondeo		— : Nivel Freático							



## 2.2. SISMICIDAD

Para la redacción del presente apartado se han seguido las indicaciones de la Norma de Construcción Sismorresistente Española NCSE-02 (publicada en Octubre de 2002), la cual, según su párrafo de introducción, tiene como objeto, proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de obras de especial importancia.

Siguiendo el criterio de la norma y a la vista del Mapa de Peligrosidad sísmica, la zona de estudio presenta una aceleración sísmica básica  $a_b/g$  menor a 0,04, expresada en relación al valor de la gravedad (un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un período de retorno de 500 años).

Asimismo, la zona de estudio presentaría un valor de Coeficiente de contribución K de 1,30 y un valor de Coeficiente de suelo C de 1,30, por tratarse de terrenos Tipo II (roca fracturada o suelo granular denso), con velocidad de propagación de las ondas sísmicas transversales o de cizalla ( $V_s$ ),  $750 \text{ m/s} \geq V_s > 400 \text{ m/s}$ .



Mapa de Peligrosidad Sísmica.

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. BOE 11/10/2002

### **3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA ZONA**

#### **3.1. TRABAJOS DE CAMPO**

Los trabajos de campo han permitido reconocer el terreno donde apoyará la cimentación de la futura edificación.

Durante la presente investigación, se ha procedido a la realización de:

- **Campaña de sondeos**

El día 22 de Febrero de 2019 se procedió a la ejecución de tres sondeos mecánicos de reconocimiento geológico-geotécnico a partir de la extracción de terreno en forma de testigo continuo, efectuando durante el transcurso de la perforación, ensayos de carácter geomecánico como son los ensayos de penetración estándar (SPT), así como la toma de muestra inalterada en forma de testigo parafinado (TP).

El sondeo se efectuó por medio de una sonda tipo TP-30 montada sobre Land Rover. La perforación, realizada a rotación, fue ejecutada con diámetros de 101 y 86 mm. La longitud total perforada fue de 15,50 m.

Los ensayos SPT se realizan con la cuchara normalizada, o con la puntaza ciega, en función del material atravesado, según la normativa correspondiente a este tipo de ensayos.

### **3.2. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES**

Para la determinación de las diferentes unidades geotécnicas, se ha seguido un criterio eminentemente práctico, y por ello, aunque se han utilizado las técnicas clásicas de observación directa, interpolación y correlación lateral de datos, las unidades diferenciadas lo han sido en base a la previsión y constatación de comportamientos geotécnicos determinados.

Según esto, se describen a continuación cada una de las unidades geotécnicas definidas a partir de los trabajos efectuados.

#### **UG-1. Solera**

Aparece en el Sondeo S-1 desde 0,00 m hasta 0,30 m de profundidad, constituyendo la cobertera superficial de la parcela.

El nivel está compuesto por alquitrán de la carretera.

#### **UG-2. Arcillas arenosas**

Aparecen en el sondeo S-1, S-2 y s-3 desde entre 0, y 0,00 m hasta entre 7,50 y 4,00 m de profundidad, fin de los sondeos.

El nivel está compuesto por arcillas arenosas en toda la columna con una media compacidad y color grisáceo y con sulfatos.

Según la clasificación modificada de Casagrande, las muestras pertenecientes a la unidad geotécnica UG-2 se clasifica como MH (limo alta plasticidad arenosa), mientras que según la clasificación matizada del C.T.E. nos encontraríamos ante Limo arenoso.

En cuanto al contenido de sulfatos solubles en suelo, en base al ensayo de laboratorio realizado, se determina que los materiales de la unidad UG-2 presentan un contenido de 4939 y 4116 mg/Kg.

Los parámetros internos de estos materiales serían de 15 y 19° para el ángulo de rozamiento y de entre 19 y 37 Kpa para la cohesión, con una densidad aparente de 1,79 g/cm<sup>3</sup>.

Por otro lado, se realizaron cuatro ensayos de Presión de Hinchamiento, con los siguientes resultados de entre 0,10 y 0,36 Kg/cm<sup>2</sup>.

Por otro lado, la principal característica geotécnica de ésta unidad serían los medios golpes obtenidos en los ensayos SPT, con índices medios de golpeo  $N_{DPSH}$  de 18, indicadores de terreno con compacidad media a cota de cimentación.

### 3.3. CONCLUSIONES

Las características morfológicas de la parcela objeto de estudio se detallan a continuación:

- Se realizaron los ensayos para estudiar el tipo de suelo que había en la parcela, para la posterior realización de un muro.
- **Las conclusiones que podemos destacar es la presencia en toda la columna de arcillas con una alta plasticidad y con presencia de sulfatos.**
- **Además no se ha encontrado nivel freático**
- **En cuanto a la carga de trabajo en la zona de la parcela de los sondeos 2 y 3, podemos decir que sería posible tomar una carga de trabajo de 0,80 Kg/ cm<sup>2</sup>, a partir de 0,50 metros de profundidad.**

Por último, se considera muy importante el seguimiento de las excavaciones resultantes por parte de la Dirección de Obra, de tal manera que si al llevarlas a cabo se encontrase un terreno con diferencias notables a las descripciones y clasificaciones definidas en este documento, determinándose que el substrato no es similar al descrito, o con zonaciones de distintos materiales, presencia inesperada de cavidades, existencia de blandones, mayores espesores de los previstos de suelo vegetal, terreno removilizado o rellenos antrópicos, etc., se deberán adoptar las medidas oportunas para conseguir una correcta ejecución de la cimentación, de acuerdo con las soluciones que llegado el caso Geotecnia y Geología Aplicada propondría.

### ***Nivel freático y agresividad del terreno***

El nivel freático no se detectó en el sondeo, habiéndose alcanzado una profundidad de 7,50 m respecto de la superficie de la parcela, en últimas mediciones realizadas el día 22 de febrero de 2019.

En función de los materiales encontrados en la parcela objeto de estudio, se estimaría una permeabilidad del terreno de:

**Mezcla de arenas y arcillas → Permeabilidad  $k_z$  (m/s):  $10^{-5} - 10^{-9}$ .**

Tabla D. 28 del Documento Básico SE-C Cimientos (CTE-2007)

En cuanto al contenido de sulfatos solubles en suelo, en base a los ensayos de laboratorio realizados, se determina que la unidad UG-2 presenta un contenido de 4939 y 4116 mg/Kg.

La normativa EHE recomienda el empleo de cementos que posean resistencia adicional a los sulfatos a partir de una exposición tipo  $Q_b$ , es decir, siempre que el contenido en sulfatos del terreno sea igual o mayor a 3000 mg/kg ( $SO_4^{2-}$  en suelos  $\geq 3000$  mg/kg) y de 600 mg/l en el agua freática ( $SO_4^{2-}$  en aguas  $\geq 600$  mg/l), por lo que será necesario el uso de hormigones sulforresistentes en obra.

Todas las consideraciones incluidas en este estudio se basan en una interpretación razonable de los reconocimientos efectuados, por lo que dado el carácter puntual de los mismos, resultaría interesante comprobar durante la ejecución de los trabajos constructivos que los resultados son generalizables al conjunto de los terrenos afectados por la edificación.

No son descartables por tanto, variaciones respecto a las hipótesis aquí consideradas, por lo que se estima necesaria la supervisión de las obras por un técnico competente, que corrobore o adapte las conclusiones aquí incluidas.

Deberá garantizarse la seguridad del personal y de la obra, adoptando en cada situación las medidas oportunas.

En El Álamo (Madrid), a 22 de Marzo de 2019

Redactó el presente Estudio Geotécnico:



Fdo: Julián Cazorla García  
Geólogo Colegiado nº: 4513

Si se desea consultar aspectos sobre el presente Estudio, contactar con Dpto. de Edificación

## 4. PLANOS

### 4.1. FOTOS DE SITUACIÓN DE LOS ENSAYOS

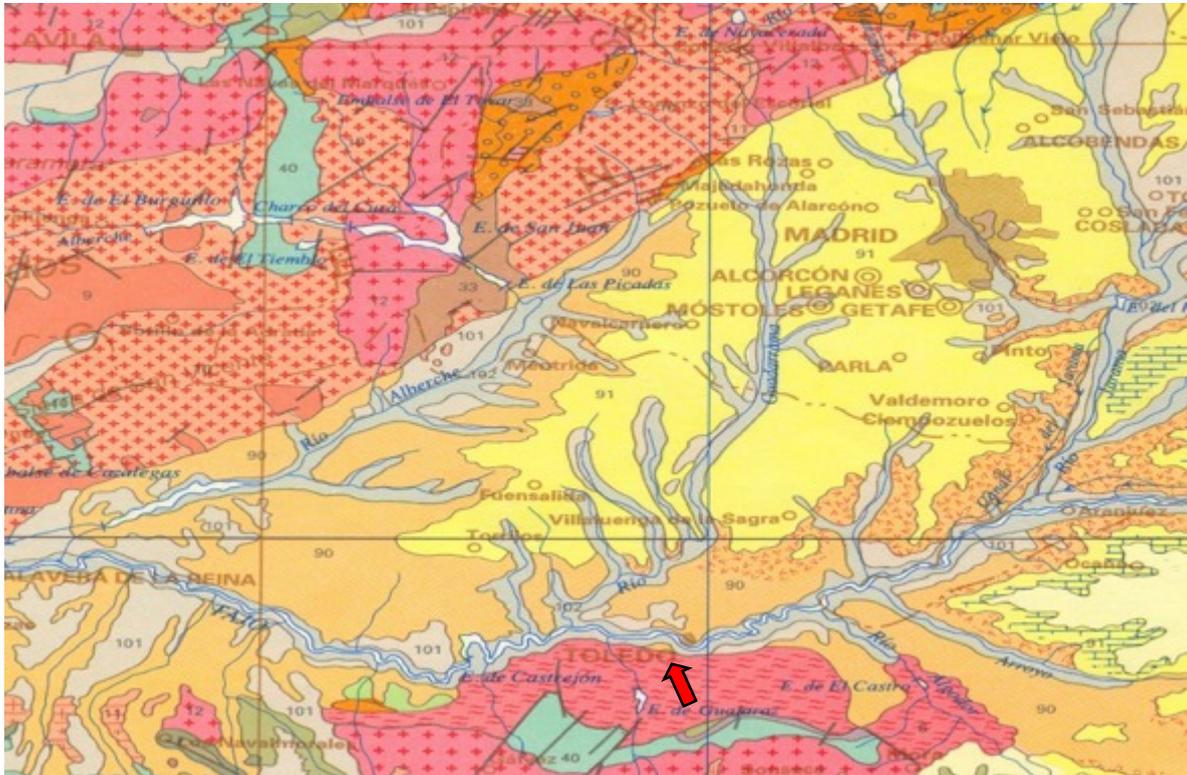


Estudio Geotécnico T-01059.19 para proyecto de ejecución de un Muro en:  
C/ Sepulcro. Borox. Toledo.

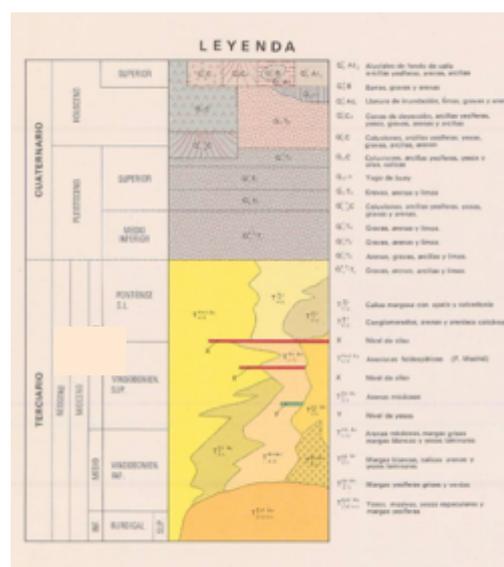




## 4.2. MAPA GEOLÓGICO (ESCALA 1 / 50.000)



### LEYENDA



\* Fuente Bibliográfica: Mapa Geológico de España. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Primera Edición

## 5. ANEJO I

ENSAYOS DE LABORATORIO  
GEOTECNIA, CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE, S. L.  
LABORATORIO DE CONTROL  
*INFORME DE IDENTIFICACIÓN*

El presente Anejo consta de 8 páginas

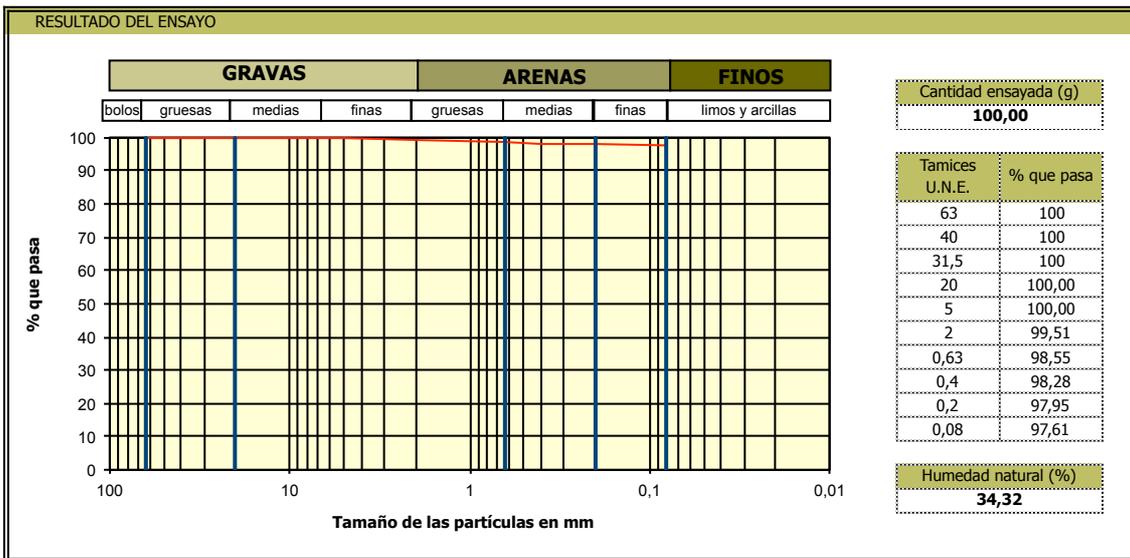
Nº de Trabajo	Nº de Muestra	Nº de Acta	Fecha de Acta	Nº de Hoja
T-01059.19	M-000092	A-000092. Rev 0	18/03/2019	1 de 1

<b>TIPO DE ENSAYO</b> <b>Análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg y contenido en sulfatos solubles de un suelo.</b> UNE 103.101:1995, UNE 103.103:1994, UNE 103.104:1993, UNE 103.201:1996
--

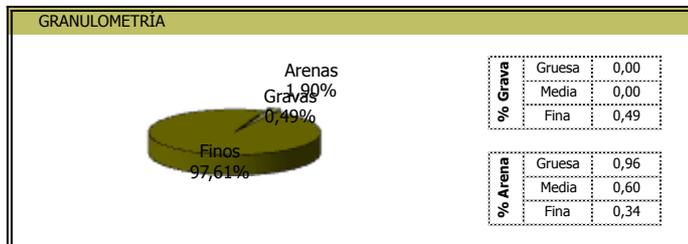
PETICIONARIO	OPERADOR
<b>EXCMO. AYTO. DE BOROX</b>	J. Cazorla

OBRA
Edificación en: Calle Sepulcro Borox Toledo

TIPO DE MUESTRA
Muestra Alterada tomada de S-1. Cota: de 5,00 m a 5,50 m.



LÍMITES DE ATTERBERG	
LÍMITE LÍQUIDO:	<b>53,4</b>
LÍMITE PLÁSTICO:	<b>32,1</b>
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	<b>21,3</b>



CLASIFICACIÓN U.S.C.S.	
<b>MH</b>	Limo alta plasticidad

DENOMINACIÓN MATIZADA
<b>Limo arenoso</b>

CONTENIDO EN SULFATOS
(Se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo de la muestra )
<b>4116 mg/kg</b>
Equivalente a: 0,4116 %
Tipo de exposición Qb (Ataque medio)

ACREDITACIONES
GEOTECNIA Y GEOLOGIA APLICADA
Laboratorio con Declaración Responsable MAD-L-059

Los resultados de esta acta sólo afectan a la muestra ensayada.

J. Cazorla  
Vº Bº Director del Laboratorio

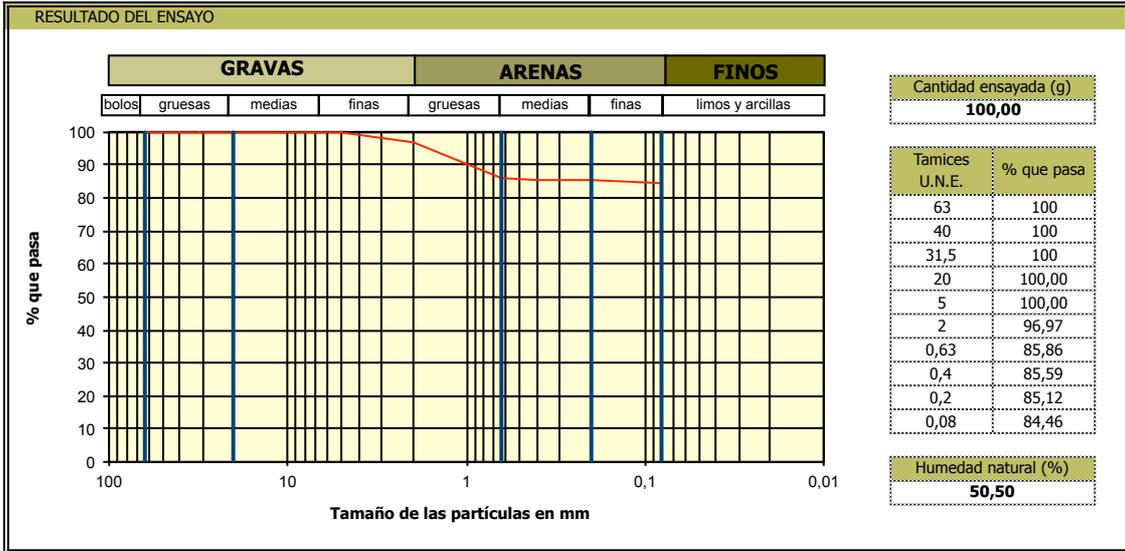
Nº de Trabajo	Nº de Muestra	Nº de Acta	Fecha de Acta	Nº de Hoja
T-01059.19	M-000093	A-000093. Rev 0	18/03/2019	1 de 1

<b>TIPO DE ENSAYO</b>
<b>Análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg y contenido en sulfatos solubles de un suelo.</b>
UNE 103.101:1995, UNE 103.103:1994, UNE 103.104:1993, UNE 103.201:1996

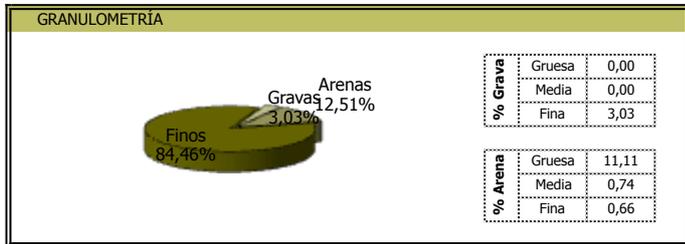
<b>PETICIONARIO</b>	<b>OPERADOR</b>
<b>EXCMO. AYTO. DE BOROX</b>	J. Cazorla

<b>OBRA</b>
Edificación en: Calle Sepulcro Borox Toledo

<b>TIPO DE MUESTRA</b>
Muestra Alterada tomada de S-2. Cota: de 0,50 m a 1,00 m.



<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	
LÍMITE LÍQUIDO:	<b>51,3</b>
LÍMITE PLÁSTICO:	<b>32,1</b>
ÍNDICE DE PLASTICIDAD:	<b>19,2</b>



<b>CLASIFICACIÓN U.S.C.S.</b>	
<b>MH</b>	Limo alta plasticidad con arena

<b>DENOMINACIÓN MATIZADA</b>
<b>Limo arenoso</b>

<b>CONTENIDO EN SULFATOS</b>	
(Se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo de la muestra )	
<b>4939 mg/kg</b>	
Equivalente a: 0,4939 %	
Tipo de exposición Qb (Ataque medio)	

<b>ACREDITACIONES</b>
GEOTECNIA Y GEOLOGIA APLICADA
Laboratorio con Declaración Responsable MAD-L-059

Los resultados de esta acta sólo afectan a la muestra ensayada.

J. Cazorla  
Vº Bº Director del Laboratorio

Nº de Trabajo	Nº de Muestra	Nº de Acta	Fecha de Acta	Nº de Hoja
T-01059.19	M-00090	A-00090. Rev 0	18/03/2019	1 de 1

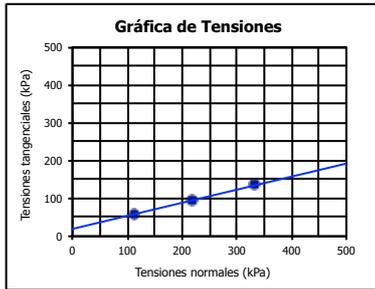
**TIPO DE ENSAYO**  
**Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo.**  
 UNE 103.401:1998

<b>PETICIONARIO</b> EXCMO. AYTO. DE BOROX	<b>OPERADOR</b> Julian Cazorla
--	-----------------------------------

<b>OBRA</b> Edificación en: Calle Sepulcro Borox Toledo
---

<b>TIPO DE MUESTRA</b> MA de sondeo tomado de S-1. Cota: de 2,00 m a 2,50 m.
---

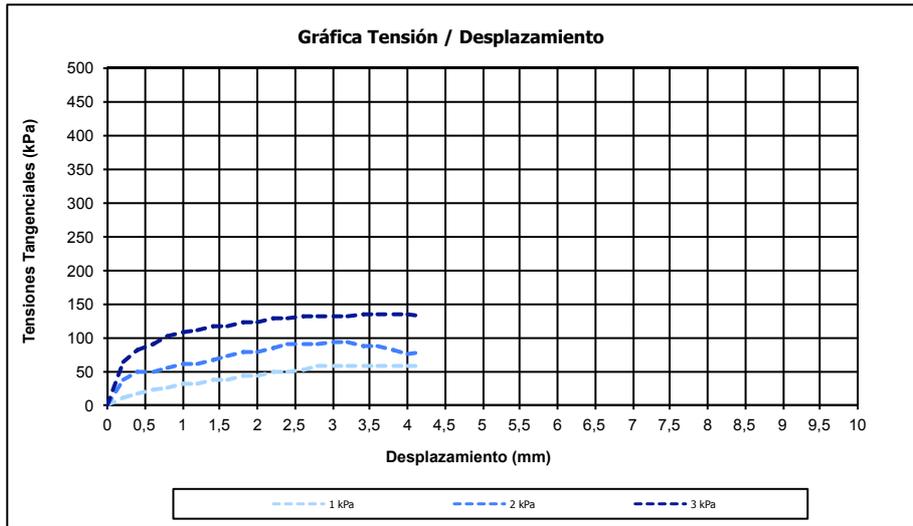
**RESULTADO DEL ENSAYO**



NO CONSOLIDADO / NO DRENADO  
 Tensión Normal (kPa)  
 Tensión Tangencial (kPa)  
 Humedad Inicial (%)  
 Humedad Final (%)  
 Densidad Aparente (g/cm<sup>3</sup>)  
 Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>)  
 Área / Volumen de la Pastilla  
 Velocidad

Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
113,05	217,34	333,39
59,71	92,37	135,79
21,33	24,87	19,36
20,95	20,62	13,92
1,73	1,78	1,86
1,43	1,42	1,56
19,63 cm <sup>2</sup> / 39,26 cm <sup>3</sup>		
0,10 mm/min		

$c$ Cohesión (kPa / kg/cm <sup>2</sup> )	<b>19 / 0,2</b>	$\gamma$ Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,79</b>
$\phi$ Angulo Rozamiento (°)	<b>19</b>	$\delta$ Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,47</b>



**ACREDITACIONES**  
 GEOTECNIA Y GEOLOGÍA APLICADA S.L.  
**Laboratorio con Declaración Responsable MAD-L-059**

Los resultados de esta acta sólo afectan a la muestra ensayada.

J. Cazorla  
 Vº Bº Director del Laboratorio

Nº de Trabajo	Nº de Muestra	Nº de Acta	Fecha de Acta	Nº de Hoja
T-01059.19	M-00091	A-00091. Rev 0	18/03/2019	1 de 1

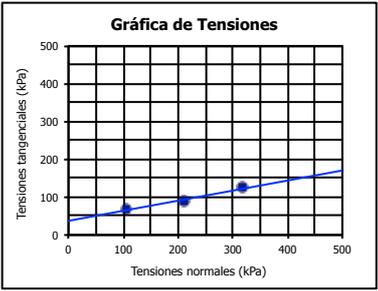
**TIPO DE ENSAYO**  
**Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo.**  
UNE 103.401:1998

<b>PETICIONARIO</b> <b>EXCMO. AYTO. DE BOROX</b>	<b>OPERADOR</b> Julian Cazorla
---	-----------------------------------

<b>OBRA</b> Edificación en: Calle Sepulcro Borox Toledo
---

<b>TIPO DE MUESTRA</b> MA de sondeo tomado de S-1. Cota: de 4,00 m a 4,50 m.
---

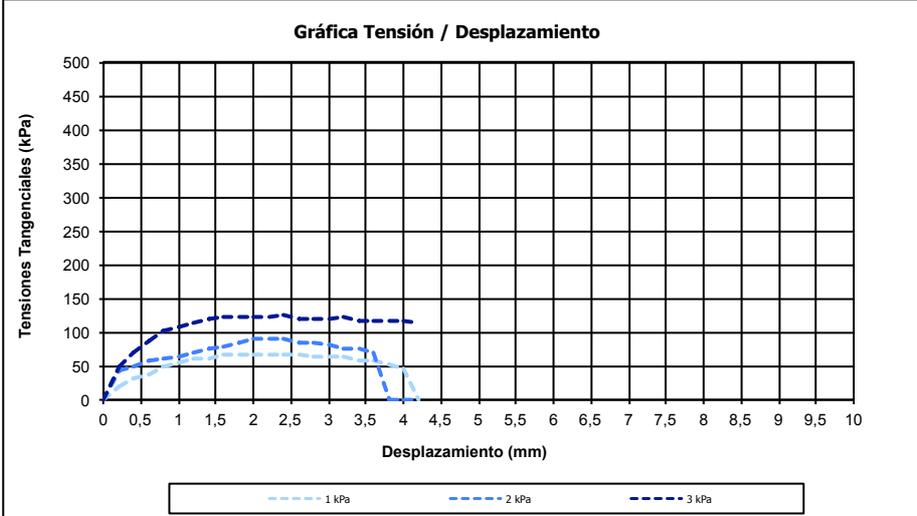
**RESULTADO DEL ENSAYO**



NO CONSOLIDADO / NO DRENADO

Tensión Normal (kPa)	106,89	212,64	318,96
Tensión Tangencial (kPa)	67,78	90,37	124,26
Humedad Inicial (%)	36,14	32,93	31,65
Humedad Final (%)	35,72	28,42	25,65
Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1,73	1,78	1,86
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1,27	1,34	1,41
Área / Volumen de la Pastilla	19,63 cm <sup>2</sup> / 39,26 cm <sup>3</sup>		
Velocidad	0,10 mm/min		

$c$ Cohesión (kPa / kg/cm <sup>2</sup> )	<b>37 / 0,4</b>	$\gamma$ Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,79</b>
$\phi$ Angulo Rozamiento (°)	<b>15</b>	$\delta$ Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>1,34</b>



<b>ACREDITACIONES</b>  GEOTECNIA Y GEOLOGÍA APLICADA S.L.  <b>Laboratorio con Declaración Responsabel MAD-L-059</b>
---

Los resultados de esta acta sólo afectan a la muestra ensayada.

  
 J. Cazorla  
 Vº Bº Director del Laboratorio



Avda. Vereda del Manzanares, 24  
28607. El Álamo. Madrid.  
Telf.: 91 812 01 03

Nº de Trabajo	Nº de Muestra	Nº de Acta	Fecha de Acta	Nº de Hoja
T-01059.19	M-00097	A-00097. Rev 0	18/03/2019	1 de 1

#### TIPO DE ENSAYO

**Ensayo para calcular la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro.**

UNE 103.602:1996

PETICIONARIO	OPERADOR
<b>ECMO. AYTO. DE BOROX</b>	Julián cazorla

OBRA
Edificación en: Calle Sepulcro Borox Toledo

TIPO DE MUESTRA
Testigo de Sondeo . S-3. Cota: de 1,00 m a 1,50 m.

#### PRESIÓN DE HINCHAMIENTO

**0,10 kg/cm<sup>2</sup>**

#### OBSERVACIONES

Se ha utilizado para el ensayo una probeta cilíndrica de 5,00 cm de diámetro y de 2,00 cm de altura.

Humedad Inicial: 25,82 %      Humedad Final: 29,08 %

Densidad Seca: 1,43 g/cm<sup>3</sup>      Densidad Aparente: 1,80 g/cm<sup>3</sup>

#### ACREDITACIONES

GEOTECNIA Y GEOLOGIA APLICADA S.L.

Laboratorio con declaración Responsable MAD-L-070

Los resultados de esta acta sólo afectan a la muestra ensayada.

IT 01-31 Rev. 1

  
J. Cazorla  
Vº Bº Director del Laboratorio



Avda. Vereda del Manzanares, 24  
28607. El Álamo. Madrid.  
Telf.: 91 812 01 03

Nº de Trabajo	Nº de Muestra	Nº de Acta	Fecha de Acta	Nº de Hoja
T-01059.19	M-00096	A-00096. Rev 0	18/03/2019	1 de 1

#### TIPO DE ENSAYO

**Ensayo para calcular la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro.**

UNE 103.602:1996

PETICIONARIO	OPERADOR
<b>ECMO. AYTO. DE BOROX</b>	Julián cazorla

OBRA
Edificación en: Calle Sepulcro Borox Toledo

TIPO DE MUESTRA
Testigo de Sondeo . S-2. Cota: de 0,50 m a 1,00 m.

#### PRESIÓN DE HINCHAMIENTO

**0,36 kg/cm<sup>2</sup>**

#### OBSERVACIONES

Se ha utilizado para el ensayo una probeta cilíndrica de 5,00 cm de diámetro y de 2,00 cm de altura.

Humedad Inicial: 31,06 %      Humedad Final: 33,94 %

Densidad Seca: 1,46 g/cm<sup>3</sup>      Densidad Aparente: 1,91 g/cm<sup>3</sup>

#### ACREDITACIONES

GEOTECNIA Y GEOLOGIA APLICADA S.L.

Laboratorio con declaración Responsable MAD-L-070

Los resultados de esta acta sólo afectan a la muestra ensayada.

IT 01-31 Rev. 1

  
J. Cazorla  
Vº Bº Director del Laboratorio



Avda. Vereda del Manzanares, 24  
28607. El Álamo. Madrid.  
Telf.: 91 812 01 03

Nº de Trabajo	Nº de Muestra	Nº de Acta	Fecha de Acta	Nº de Hoja
T-01059.19	M-00095	A-00095. Rev 0	18/03/2019	1 de 1

#### TIPO DE ENSAYO

**Ensayo para calcular la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro.**

UNE 103.602:1996

PETICIONARIO	OPERADOR
<b>ECMO. AYTO. DE BOROX</b>	Julián cazorla

TIPO DE MUESTRA
Testigo de Sondeo . S-1. Cota: de 5,50 m a 6,00 m.

OBRA
Edificación en: Calle Sepulcro Borox Toledo

#### PRESIÓN DE HINCHAMIENTO

**0,10 kg/cm<sup>2</sup>**

#### OBSERVACIONES

Se ha utilizado para el ensayo una probeta cilíndrica de 7,00 cm de diámetro y de 2,00 cm de altura.

Humedad Inicial: 19,48 %      Humedad Final: 23,03 %

Densidad Seca: 1,45 g/cm<sup>3</sup>      Densidad Aparente: 1,73 g/cm<sup>3</sup>

#### ACREDITACIONES

GEOTECNIA Y GEOLOGIA APLICADA S.L.

Laboratorio con declaración Responsable MAD-L-070

Los resultados de esta acta sólo afectan a la muestra ensayada.

IT 01-31 Rev. 1

  
J. Cazorla  
Vº Bº Director del Laboratorio



Avda. Vereda del Manzanares, 24  
28607. El Álamo. Madrid.  
Telf.: 91 812 01 03

Nº de Trabajo	Nº de Muestra	Nº de Acta	Fecha de Acta	Nº de Hoja
T-01059.19	M-00094	A-00094. Rev 0	18/03/2019	1 de 1

#### TIPO DE ENSAYO

**Ensayo para calcular la presión de hinchamiento de un suelo en edómetro.**

UNE 103.602:1996

PETICIONARIO	OPERADOR
<b>ECMO. AYTO. DE BOROX</b>	Julián cazorla

TIPO DE MUESTRA
Testigo de Sondeo . S-1. Cota: de 5,00 m a 5,50 m.

OBRA
Edificación en: Calle Sepulcro Borox Toledo

#### PRESIÓN DE HINCHAMIENTO

**0,31 kg/cm<sup>2</sup>**

#### OBSERVACIONES

Se ha utilizado para el ensayo una probeta cilíndrica de 7,00 cm de diámetro y de 2,00 cm de altura.

Humedad Inicial: 10,82 %      Humedad Final: 50,41 %

Densidad Seca: 1,29 g/cm<sup>3</sup>      Densidad Aparente: 1,43 g/cm<sup>3</sup>

#### ACREDITACIONES

GEOTECNIA Y GEOLOGIA APLICADA S.L.

Laboratorio con declaración Responsable MAD-L-070

Los resultados de esta acta sólo afectan a la muestra ensayada.

IT 01-31 Rev. 1

  
J. Cazorla  
Vº Bº Director del Laboratorio