



Proyecto Básico y de Ejecución

**DEMOLICIÓN PARCIAL DE EDIFICIO
CON CONSERVACIÓN DE
FACHADAS PRINCIPAL Y POSTERIOR**

C/ Goya, 52. Madrid. 28001

ANEJO – 1

ESTUDIO GEOTÉCNICO

JUNIO 2022

Javier Merino Díaz, Arquitecto colegiado COAM nº 11.343.

📞 607.59.18.30 ✉ 11343merino@coam.es

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN C/ GOYA Nº 52
MADRID**

REF. Nº: M09-MCL-57

JUNIO 2009

CLIENTE: **ARPROMA, SA**

DIRECCIÓN: **C/ Alcalá Nº 21, 4ª Planta**

A/a: **Sra. Esther Martín-Peñato Molina**

El presente informe contiene la exposición de los resultados de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio efectuados, así como, cuando proceda, las recomendaciones técnicas relativas a los trabajos desarrollados. Siguiendo la normativa correspondiente, los ensayos han sido efectuados directamente sobre los materiales objeto de estudio y/o sobre las muestras tomadas "in situ", y/o sobre las muestras remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y aplicación de procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la zona, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Los resultados se consideran como propiedad del Cliente, y sin autorización previa, GEOPAYMA,SA.U. se abstendrá de comunicarlos a un tercero. GEOPAYMA,SA.U. no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial esta totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento de GEOPAYMA,SA.U., debiendo reflejarse en ella íntegramente todos los resultados obtenidos en los ensayos.

1. ANTECEDENTES	
La EMPRESA ARPROMA, S.A. ha solicitado a nuestra firma, GEOPAYMA S.A.U., la realización del estudio geotécnico para un edificio en C/ Goya, Nº 52 (Madrid).	
El proyecto contempla la rehabilitación de una edificación en calle Goya Nº 52, para la cual se conservan elementos persistentes como las fachadas, y la ejecución de una nueva edificación en la zona actualmente destinada a patio interior del edificio. La zona donde se ejecutará una nueva edificación, no contempla la ejecución de sótano. El área ocupada en planta por la actual edificación es de aproximadamente 308 m², y la del futuro edificio de 285 m².	
El edificio actualmente existente limita a este y oeste con edificios de viviendas, situándose con orientación al norte su fachada principal, donde se encuentra la entrada en calle Goya Nº 52. la fachada orientada hacia el sur puede observarse desde el interior del patio a cielo abierto que presenta el edificio en su acceso desde calle General Pardiñas esquina con calle Goya, es precisamente en dicho patio y en la zona más cercana a la calle General Pardiñas, donde se construirá una nueva edificación que se unirá a la edificación rehabilitada a través de su fachada con orientación sur. La situación en planta de las edificaciones proyectadas puede observarse en el plano de situación en planta de puntos de investigación incluido en el apéndice, A-1 PLANO DE SITUACIÓN.	

El objeto de este informe es exponer los resultados del estudio, describiendo los trabajos y reconocimientos efectuados así como la composición y características del subsuelo deducidos a partir de éstos, determinar la presencia y situación del nivel freático y presentar los resultados de los ensayos de campo y de laboratorio.

Finalmente, efectuado el análisis de toda la información obtenida, se darán las recomendaciones oportunas para la ejecución de la obra: parámetros resistentes, condiciones de cimentación, agresividad al hormigón, así como cualquier otro problema que pueda plantear el subsuelo existente en la zona de estudio.

	Contenido
1. ANTECEDENTES	1
2. TRABAJOS REALIZADOS.	2
2.1. SONDEOS MECÁNICOS.	2
2.2. ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR S.P.T.	3
2.3. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS.	4
2.4. CALICATAS MECÁNICAS	4
2.5. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO D.P.S.H.	5
2.6. ENSAYOS DE LABORATORIO.	6
3. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.	7
3.1. SITUACIÓN GEOLÓGICA GENERAL.	7
3.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.	8
3.3. HIDROGEOLOGÍA.	17
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	18
4.1. CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.	18
4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESISTENTES.	19
4.3. SOLUCIONES A LA CIMENTACIÓN.	19
4.4. EJECUCIÓN DE SOLERAS	28
4.5. AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN	28
4.6. ACCIONES SÍSMICAS.	28
ANEJOS	31

- A-1: PLANO DE SITUACION
- A-2: REGISTRO DE LOS SONDEOS MECÁNICOS
- A-3: ACTAS DE LOS ENSAYOS 'IN SITU'
- A-4: CORTES LITOLÓGICOS INTERPRETADOS
- A-5: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO
- A-6: REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- A-7: INFORME PRESIOMÉTRICO

2. **TRABAJOS REALIZADOS.**

En primer lugar, se ha examinado la información facilitada, así como toda aquella documentación bibliográfica y cartográfica que se ha recopilado de la geología general de la zona de estudio.

Posteriormente se ha llevado a cabo una campaña de reconocimiento consistente en la ejecución de 2 sondeos mecánicos a rotación continua con recuperación de testigo, 1 ensayo de penetración dinámica de tipo superpesado (DPSH), 3 calicatas manuales mediante martillo neumático para la inspección de la cimentación de la estructura a rehabilitar y ensayos de laboratorio realizados sobre muestras obtenidas en los sondeo y las calicatas, con el objeto de realizar la caracterización geotécnica de los materiales reconocidos a la profundidad de influencia de las obras comprendidas en el presente estudio.

2.1. **SONDEOS MECÁNICOS.**

Durante el mes de Junio de 2009, fueron ejecutados dos sondeos mecánicos alcanzando una profundidad máxima de 10,00 m.

Los trabajos de perforación se han desarrollado con una sonda ROLATEC RL 400, montada sobre orugas, mediante el sistema de perforación a rotación con recuperación de testigo continuo, baterías simples de 101 y 86 mm y coronas de widia.

La denominación, cota de emboquille y la profundidad final de cada uno de los sondeos se incluyen en la Tabla 1.

Tabla 1: Profundidad alcanzada y cota de emboquille de los sondeos realizados.

Reconocimiento	Prof. (m)	Cota de emboquille
S-1	9,60	673,10
S-2	10,60	672,75

No se cuenta con la cota exacta a la que se realizaron las calicatas para el estudio de la

cimentación de los muros en la edificación existente.

La situación en planta de los trabajos de perforación se recoge en el plano Situación de los Puntos de Reconocimiento que se incluye en el Anejo A-1: PLANO DE SITUACION.

Toda la información relativa al sistema de ejecución de los sondeos puede consultarse en el Anejo A-2: REGISTRO DE LOS SONDEOS MECÁNICOS.

El terreno extraído durante las perforaciones ha sido debidamente almacenado en cajas de plástico diseñadas para tal fin. Las fotografías de los emplazamientos de los sondeos así como de las cajas de los testigos se incluyen en el Anejo A-6: REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

2.2. **ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR S.P.T.**

Durante los trabajos de perforación, se realizaron diversos ensayos de penetración estándar S.P.T. a distintas profundidades.

Este ensayo consiste en golpear una cuchara estándar mediante una maza de 63,5 kg que cae libremente desde una altura de 76,2 cm. Previamente se realizan unas señales de forma que se diferencien cuatro tramos de 15 cm cada uno.

El resultado del ensayo consiste en contar el número de golpes necesarios para introducir la cuchara en el terreno cada tramo de 15 cm. La primera serie de golpes no se contabiliza puesto que se considera que el terreno en esta zona resulta alterado por la rotación de la corona del sondeo. Se contabiliza el golpeo de las dos series siguientes, cuya suma será el valor N_{SPT} y, por lo tanto, equivale al número de golpes necesarios para profundizar la cuchara 30 cm en el terreno.

En suelos que requieren más de 50 golpes para avanzar 15 cm se registra la longitud alcanzada y se indica que se ha obtenido el rechazo, que se simboliza por una 'R'.

La información técnica relativa a los ensayos S.P.T. y sus correspondientes resultados se recogen

en el Anejo A-2: REGISTRO DE LOS SONDEOS MECÁNICOS.

2.3. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS.

Durante la ejecución de los sondeos se procedió a la extracción de muestras inalteradas. Para ello, se emplea un tubo tomamuestras especial que se clava en el terreno en cuatro tramos de 15 cm cada uno con el mismo dispositivo usado en el ensayo S.P.T. y a continuación se retira la muestra inalterada en su interior. La diferencia entre las características del tubo tomamuestras y la cuchara empleada en el S.P.T. permite considerar la correlación aproximada $N_{Mt} = 0,6 \cdot N_{SPT}$, donde N_{Mt} indica la cantidad de golpes registrados durante el hincado del segundo y tercer tramo de 15 cm, por tanto de los 30 cm de los dos tramos intermedios.

Tanto la información técnica como los resultados de golpeo obtenido en la extracción de las muestras inalteradas se recogen en el Anejo A-2: REGISTRO DE LOS SONDEOS MECÁNICOS.

Las fotografías realizadas durante la ejecución de los trabajos de perforación se incluyen en el Anejo A-6: REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

2.4. CALICATAS MECÁNICAS

El día 4 de junio de 2009, se ejecutaron 3 calicatas manuales por medio de martillo neumático. Durante la ejecución de las mismas se procedió a su inspección por personal técnico de GEOPAYMA S.A.U. Llevándose a cabo el levantamiento del perfil estratigráfico de la excavación, así mismo, se procedió a la toma de muestras de los diferentes litotipos atravesados anotando datos referidos a excavabilidad, estabilidad de las paredes o presencia de agua en el interior de las mismas.

La denominación y profundidad alcanzada en cada una de las calicatas se indican en la siguiente tabla:

Tabla 2: Denominación y profundidad alcanzada en las calicatas realizadas.

Denominación	Profundidad
--------------	-------------

C-1	0,50
C-2	1,20
C-3	0,50

La columna estratigráfica realizada de cada una de las calicatas se encuentran en el Anejo A-2: REGISTRO DE LAS CALICATAS.

Las fotografías realizadas durante la ejecución de los trabajos se incluyen en el Anejo A-6: REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

2.5. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO D.P.S.H.

El día 3 de Junio de 2009, se llevo a cabo un ensayo de penetración dinámica mediante un penetrómetro TECOINSA modelo PDP 3.10 D, instalado sobre oruga, provisto de un dispositivo de golpeo automático y adaptándose a los parámetros del ensayo especificados para el tipo D.P.S.H., la denominación y profundidad alcanzadas se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 3: Denominación y profundidad alcanzada de los ensayos de penetración dinámica.

Denominación	Profundidad	Cota de emboquille
P-1	6,00 m	673,33

El ensayo de penetración dinámica tipo D.P.S.H. consiste en la hincada de un cono estándar (de 20 cm² sección), mediante la aplicación de golpes propinados por una maza de 63,5 kg que cae libremente desde una altura de 75 cm. El resultado se obtiene al contar el número de golpes necesarios para profundizar 20 cm de varillaje con su correspondiente puntaza en el suelo. La secuencia se repite hasta alcanzar la profundidad de investigación deseada, o bien hasta obtener el rechazo de la hincada (entendiendo por rechazo un valor de 100 golpes sin profundizar en el terreno o tres valores consecutivos superiores a 75 golpes). Cada secuencia de golpes necesarios para profundizar 20 cm de varillaje en el subsuelo se identifica por el símbolo N_{DPSH} , al que se le asocia el número de golpes obtenido en el correspondiente intervalo de ensayo. El número de golpes necesarios ofrece una orientación cualitativa sobre la compacidad del terreno, aunque los valores del golpeo dependen de la profundidad a la que se realiza la prueba, debido al mayor

confinamiento que produce el terreno suprayacente. Por este motivo, los valores de golpeo realizados a cierta profundidad deberán ser corregidos debidamente.

2.6. ENSAYOS DE LABORATORIO.

La Tabla 4 muestra la cantidad y tipo de ensayos de laboratorio que han sido realizados para la elaboración de este estudio.

Tabla 4: Ensayos de laboratorio realizados en el Laboratorio de Mecánica del Suelos de GEOPAYMA, S.A.U.

ENSAYOS DE LABORATORIO	UNIDADES
APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS (ASTM-D2488)	5
DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD NATURAL (UNE 103.300/93)	1
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD (UNE 103.301/94)	1
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103.101/95)	5
LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103.103/94 Y 103.104/94)	5
CORTE DIRECTO CD (UNE 103402/98)	1
ANÁLISIS DE CONTENIDO EN SULFATOS (EHE 98 – ANEJO 5)	1
DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (EHE-98 ANEJO 5)	1

* Nota: El ensayo de corte directo CD incluye determinación de la densidad aparente y de la humedad natural

Los ensayos realizados, que corresponden a la identificación, clasificación y caracterización geotécnica de los diferentes materiales detectados, han sido efectuados siguiendo los métodos y la normativa vigente. Los resultados se presentan en el Anejo 4: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

3. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.

3.1. SITUACIÓN GEOLÓGICA GENERAL.

La Comunidad de Madrid está situada en el borde septentrional de la meseta Sur, sobre la vertiente meridional de la cordillera central, extendiéndose hasta el río Tago, que drena el sistema hidrográfico de la región.

Geológicamente, el sistema Central forma parte del zócalo hercínico, que configura la región central de España a manera de larga dorsal sobre la que se han desarrollado las depresiones terciarias. Estas cuencas han dado origen a las dos submesetas.

Los materiales de la zona ocupada por Madrid y sus alrededores pertenecen al relleno sedimentario continental de la cuenca central de la depresión terciaria del Tajo, depositados en condiciones subdesérticas durante el Mioceno.

Su distribución es típica de las citadas condiciones de deposición: materiales detríticos en el borde y evaporíticos en el interior, con una zona intermedia en la que se produce deposición mixta de materiales detríticos con interestratificados de minerales neoformados.

Así se distinguen facies de borde o detríticas (facies "Madrid", "Toledo", "Guadalajara" y "Alcarria"), facies intermedias (facies "Blanca") y facies centrales o evaporíticas (facies "Vallecas" y "Gris").

La ciudad de Madrid y su entorno está situada en una zona afectada por los tres tipos de sedimentos citados y así, al moverse en dirección aproximadamente perpendicular a la Sierra del Guadarrama, de NO a SE de la capital, se pasa de las facies detríticas (arena de miga y tosco) a las intermedias (peñuelas) para terminar con las evaporíticas (yesos).

La zona en que se encuentra la parcela objeto de este estudio, está situada en las zonas de borde de la cuenca terciaria de Madrid, sobre materiales pertenecientes a las facies detríticas.

3.2. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.

En base a los resultados de la campaña de reconocimiento del terreno realizada en la zona de estudio, se distinguen los siguientes niveles geotécnicos:

N-0: SUELO VEGETAL/RELLENO ANTRÓPICO.

N-1: SUBSTRATO MIOCENO. ARENAS CON INDICIOS DE ARCILLA O LIMO, “ARENA DE MIGA”

En la **¡Error!** No se encuentra el origen de la referencia.5 se muestra la profundidad a la que se ha detectado cada uno de estos niveles en los reconocimientos realizados.

Tabla 5: Profundidad a la que han sido detectados los distintos niveles geotécnicos

Reconocimiento	Prof. (m)	
	N-0	N-1
S-1	0,00 – 6,40 m	6,40 – fin rec.
S-2	0,00 – 1,00 m	1,00 - fin rec.
C-1	0,00 – 0,30	0,30 – fin rec.
C-2	0,00 – 0,90 m	0,90 – fin rec.
C-3	0,00 – 0,30 m	0,30 – fin rec.

En la siguiente tabla se muestra la cota a la que se ha detectado cada uno de estos niveles.

Tabla 6: Cota a la que han sido detectados los distintos niveles geotécnicos.

Reconocimiento	Cota	
	N-0	N-1
S-1	673,1-666,7	666,7- final
S-2	672,75-671,75	671,75- final
P-1	673,33 – 672,73	672,73- final

En el Anejo A-2: REGISTRO DE LOS SONDEOS MECÁNICOS, se describen, de forma más detallada, los materiales detectados en los sondeos mecánicos. La estratigrafía se incluye también en el Perfil Geológico-Geotécnico del Anejo A-4 PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO.

A continuación, se describen las principales características geotécnicas que definen cada uno de los niveles diferenciados en el subsuelo investigado.

N-0: RELLENO ANTRÓPICO

En este nivel se engloban los materiales más superficiales detectados en los reconocimientos realizados en la zona de estudio. En el sondeo S-1, se detectó un hueco de 4,50 a 5,10 m de profundidad, sobre 1,30 m de un relleno compuesto de ladrillo, por lo que se estima que dicho hueco pueda tratarse de una antigua conducción, y que el terreno situado sobre dicha cavidad se trate de un relleno antrópico.

En el presente nivel geotécnico se cuenta únicamente con información proveniente del golpeo registrado por una muestra inalterada y los golpes registrados por el ensayo de penetración dinámica en su tramo más superficial (primeros 0,60 m), que se han correlacionado con rellenos antrópicos a partir del registro de dicho ensayo y de lo observado en el sondeo S-2. La muestra inalterada obtuvo un golpeo de rechazo, que no corresponde con un material de relleno antrópico, salvo que haya presencia de materiales gruesos que provoquen un falso rechazo. En cuanto al registro del ensayo de penetración dinámica, este permite correlacionar los rellenos con los golpes inferiores a 10.

Dado su origen antrópico, se trata de un conjunto de materiales de litología y comportamiento mecánico heterogéneo. Por este motivo no deberán apoyarse las cimentaciones sobre este estrato.

N-1: ARENA MIOCENA

Esta unidad se encuentra debajo del nivel de relleno (N-0), identificándose hasta la profundidad final de reconocimiento, por lo que no ha sido posible determinar el espesor de dicho nivel.

Litológicamente está constituido por arenas finas a medias-gruesas con contenidos variables en arcilla y limo con contenidos variables, entre el 6 y el 23%. Predominando las arenas “limpias” conocidas en el argot geotécnico de Madrid como arena de miga, lo cual implica un contenido de

finos inferior al 25%. Dentro de las arenas de miga se detectan niveles de pequeño espesor, intercalados, formados por arcillas arenosas y arenas arcillosas correspondientes a las facies tosco arenoso y arenas tosquizas. Estos materiales se presentan con tonos marrones a marrones claros y grisáceos, ya que contienen algunas venas carbonáticas. Estos materiales, en su conjunto, se caracterizan por presentar un comportamiento predominantemente granular con una compactad que varía de densa en los primeros metros a muy densa.

En la tabla siguiente se presenta un cuadro resumen de los ensayos de laboratorio realizados en esta unidad así como su tratamiento estadístico.

M09-MCL-57

Tabla 7: Cuadro resumen de ensayos de laboratorio realizados en el nivel N1 reflejando media, máximo, mínimo y desviación estándar de cada parámetro de ensayo.

Reconocimiento	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación U.S.C.S	Granulometría			Límites de Aterberg (%)			Hn (%)	D.apar. (gr/cm³)	D. seca (gr/cm³)	Corte Directo CD		Ensayos químicos	
				%gravas	%arenas	%finos	LL	LP	IP				C (kg/cm²)	Φ(°)	Sulfatos SO ₄ (mg/kg)	Baumann-Gutly(mg/kg)
S-1	SPT	7.20 – 7.80	SC	0.40	76.20	23.40	27.3	19.6	7.70							
S-1	MI	9.00 – 9.60	SP-SM	3.50	88.60	7.90	27.60	24.40	3.20	7.10	2.07	1.93				
S-2	SPT	1.50 – 2.10	CL	0.00	46.70	53.30	30.90	21.60	9.30						2461.8	0.00
S-2	MI	4.80 – 5.40	SW-SM	2.80	90.80	6.40	NP	NP	NP	6.95 (*)	1.82 (*)	1.70 (*)	0.02	44.27		
C-2	MA	1.00 – 1.20	SC	1.00	82.10	36.90	32.90	22.70	10.20						424.1	0.00
Media				1.54	72.88	25.58	29.68	22.08	7.60	7.03	1.95	1.82			1443	0.00
Des. Estándar				1.53	18.58	19.89	2.70	2.01	3.11							
Máximo				3.5	90.8	53.3	32.9	24.4	10.2							
Mínimo				0	46.7	6.4	NP	NP	NP							

(*) Nota: Los valores obtenidos se han calculado como la media de las 3 determinaciones necesarias para realizar el ensayo de corte directo.

En función de los resultados de las pruebas realizadas ‘in situ’ y de los ensayos del laboratorio, el nivel **N-1** puede caracterizarse mediante los siguientes parámetros geotécnicos medios:

Identificación y estado:

- Humedad Natural (2 *datos*): %
 $w = 7,00$
- Densidad Aparente (2 *datos*): gr/cm^3
 $\gamma_{ap} = 2,00$
- Densidad Seca (2 *datos*): gr/cm^3
 $\gamma_s = 1,90$
- Análisis granulométrico por tamizado (5 *datos*):
 - Contenido de fracción fina (pasa por tamiz 0,080 UNE): 25,6%
 - Contenidos de arena (pasa por 2 UNE y retiene 0,080 UNE): 73,0%
 - Contenido de gravas (retiene tamiz 2 UNE): 1,54%
- Límites de Atterberg (5 *datos*):

Las muestras analizadas se han representado en la figura 2 adjunta.

GRÁFICO DE CASAGRANDE
Substrato Mioceno Arcilloso

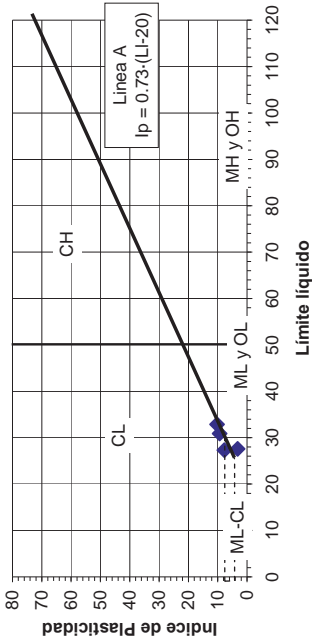


Figura 1: Carta de plasticidad de Casagrande para la unidad N-1.

Los valores obtenidos en los ensayos de identificación permiten clasificar estos materiales según el Sistema de Clasificación de Suelos Unificado “U.S.C.S.” como SC, SP-SM, SW-SM y CL, es decir Arenas con indicios a algo de limo, arcilla arenosa y arena con bastante arcilla a arcillosa.

Resistencia:

- Ensayo de penetración estándar S.P.T. y toma de muestras inalteradas (9 *datos*):

Para evaluar la resistencia de las unidades geotécnicas diferenciadas en el presente estudio se cuenta con los índices N_{SPT} obtenidos directamente como la suma de los dos tramos intermedio del ensayo SPT, o a partir de correlación con el índice N_{Ml} , calculado como la suma de los dos tramos intermedios de dicho ensayo. Dicha correlación, presentada en el apartado 2.3, correlaciona ambos índices según la siguiente expresión:

$$N_{Ml} = 0,6 \cdot N_{SPT}$$

Los valores del índice N_{SPT} han sido corregidos mediante la estandarización al 60% de la energía mediante la expresión [2] según la formulación de J. E. Bowles propuesta en ‘Foundation Analysis and Design’ (1997; pp.158-160).

$$N_{60}=C_N \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot N_{SPT} \quad [2]$$

Siendo,

N_{60} = Valor corregido estandarizado al 60% de energía.

C_N = Factor corrector por presión efectiva in situ, que se evalúa según la expresión:

$$C_N = \left(\frac{95,76}{p_o} \right)^{1/2}, \text{ expresión de Liao-Whitman, 1986. } [3]$$

Siendo P_o [expresada en kPa] la tensión efectiva a la profundidad a la que se ejecuta el ensayo S.P.T.

η_1 = Factor corrector por energía media de ensayo, de valor $\eta_1 = 60/60 = 1$, según la

‘*Guía de Cimentaciones en Obras de carretera*’, Ministerio de Fomento [2004].

η_2 = Factor corrector por longitud de varillaje, que depende de la profundidad a la que se realiza el ensayo, como se muestra a continuación:

η_2	Profundidad > 10 m	Profundidad 6 – 10 m	Profundidad 4 – 6 m	Profundidad <4 m
	1,00	0,95	0,85	0,75

En la gráfica de la Figura 1 se representan los índices de golpeo N_{SPT} , N_{60} y N_{55} obtenidos.

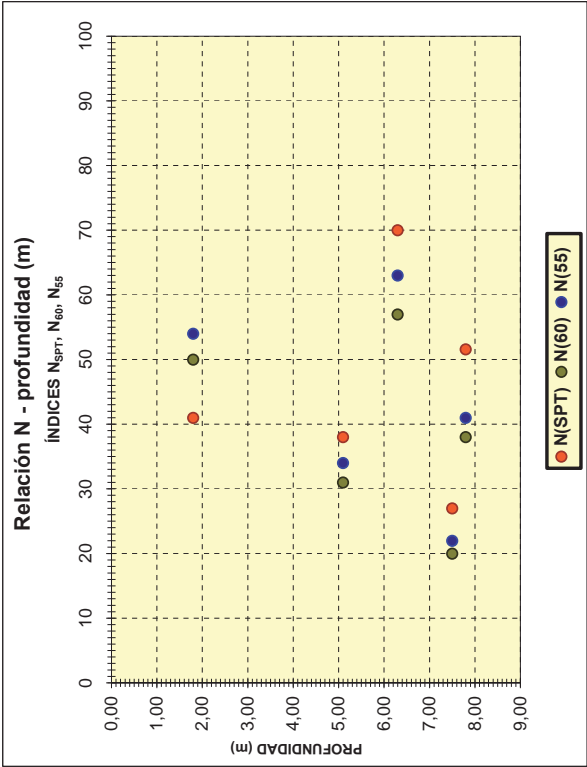


Figura 2: Valores de N_{SPT} , N_{60} y de N_{55} correspondientes al nivel N-1 en función de la profundidad de ejecución del ensayo.

- Ensayo de penetración dinámica DPSH (6 datos):

A partir de los valores de NDPSH obtenidos en los ensayos de penetración dinámica realizados, se ha determinado el valor de golpeo equivalente al ensayo de penetración estándar S.P.T., mediante la correlación para suelos cohesivos propuesta en el artículo de F. Puell, Dr. R. C. Pugh, J.A. López-Chinarro, ‘Relación entre los resultados de los ensayos de penetración dinámica D.P.S.H. y el S.P.T. en suelos granulares y cohesivos de la cuenca de Madrid’, 32ª Jornada sobre Obras de Interés Geotécnico, 28 de noviembre [2006] y minorándola posteriormente mediante un factor de seguridad de 1,2. La expresión resultante se muestra a continuación:

$$N_{SPT} = 1,877 \cdot N_{DPSH}^{0,86} \quad [1]$$

Siendo,

N_{SPT}= Resultado equivalente al ensayo de penetración estándar S.P.T.
N_{DPSH}= Resultado correspondiente al ensayo de penetración D.P.S.H.

Estos valores del índice N_{SPT} se han corregido mediante la estandarización al 60% de la energía siguiendo la misma metodología anteriormente expuesta (Expresión [2]).

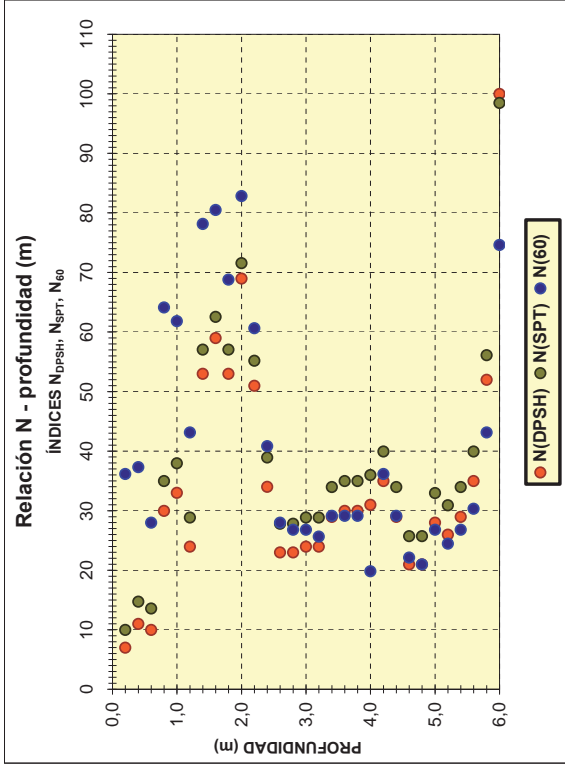


Figura 3: Valores de los índices N_{DPSH}, N_{SPT} y N₆₀ obtenidos a partir del ensayo de penetración dinámica.

A continuación se han determinado los estadísticos descriptivos respecto al valor *bruto* N_{SPT}, N₆₀ y al N₅₅.

Tabla 6: Media, Moda y desviación estándar de los valores de N_{SPT}, N₆₀ y N₅₅ del nivel N-I.

ESTADÍSTICO	N _{SPT}	N ₆₀	N ₅₅
Media	42	43	46
Desviación estándar	19	20	22

Los resultados de este ensayo permiten calificar el terreno como denso, según la clasificación formal existente para suelos predominantemente granulares.

Se cuenta a su vez con un ensayo de corte directo consolidado y drenado, realizado con objeto de obtener una determinación directa de los parámetros resistentes del terreno.

- Corte directo CD (1 dato):
 - Cohesión: 200 kPa (0,02 kp/cm²)
 - Ángulo de rozamiento: 44,27°

A partir de dicho resultado puede interpretarse que el Nivel I Arena miocena presenta un comportamiento predominantemente granular, aunque muestra un ángulo de rozamiento propio de una arena muy densa, mientras que el índice N_{SPT} registrado a la profundidad a la que se realizo el ensayo, corresponde con una arena densa.

Componentes Químicos:

Con objeto de caracterizar la posible agresividad del terreno al hormigón se han realizado los siguientes ensayos.

- Contenido en Sulfatos (2datos): Presenta un máximo de 2461,8 mg/l SO₄, mostrando agresividad débil (tipo de exposición Q_h).
- Grado de acidez Baumann-Gully (2datos): 0,00

3.3. HIDROGEOLOGÍA.

En el momento y bajo los condicionantes climáticos en que se realizaron los reconocimientos de campo no se detecto el nivel freático, comprobándose al finalizar el sondeo y transcurridos unos días de la ejecución de los mismos. Los sondeos se perforaron completamente en seco, sin detectar humedad en el testigo ni afluencia de agua a la perforación, aunque no se puede descartar que el terreno presente niveles colgados de agua asociados a niveles de granulometria arenosa apoyados sobre los niveles mas arcillosos. En cualquier caso, de existir, estos presentarían caudales poco significativos y facilmente achicables. Dada la tipología de edificio de proyecto, que no contempla niveles de sótano, la presencia de niveles colgados no supondría un condicionante en las recomendaciones de cimentación.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 3 del documento SE-C del Código Técnico de la Edificación (CTE), el presente estudio geotécnico corresponde a las características:

- TIPO DE CONSTRUCCIÓN: **C-2** ‘Construcciones entre 4 y 10 plantas’.
- TIPO DE TERRENO: **T-1** ‘Terrenos favorables’.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecen los siguientes condicionantes del estudio geotécnico a realizar:

- NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE RECONOCIMIENTO: 3.
- PROFUNDIDAD ORIENTATIVA DE INVESTIGACIÓN: 12,00 m.

En el presente estudio se han considerado **6** puntos de reconocimiento: 2 sondeos mecánicos a rotación con recuperación continúa de testigo, 1 ensayo de penetración dinámica tipo DPSH y 3 calicatas manuales.

En cuanto a la profundidad de reconocimiento, dada la tipología de la edificación y dado que no se contemplan plantas bajo superficie, se han estimado necesarios reconocimientos de 10,0 m de profundidad con objeto de caracterizar los materiales afectados por el bulbo de tensiones bajo las cimentaciones proyectadas.

4.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESISTENTES.

Tras el análisis de los trabajos de campo realizados, los ensayos de laboratorio, las correlaciones existentes entre el ángulo de rozamiento y el módulo de deformación con el índice N_{SPT} , y considerando la bibliografía existente sobre las unidades geotécnicas de la Comunidad de Madrid, “Parámetros geotécnicos de los suelos de Madrid” publicado por la Revista Obras Públicas y escrito por José María Rodríguez Ortiz, se proporcionan los siguientes parámetros geotécnicos para los niveles detectados en los sondeos.

Tabla 7: Parámetros geotécnicos recomendados.

NIVEL GEOTÉCNICO	DENSIDAD NATURAL, γ_{nat}	ÁNGULO DE ROZAMIENTO, ϕ'	COHESIÓN, c'	MÓDULO ELÁSTICO, E'	PERMEABILIDAD (m/s)
N-0	18 kN/m ³	28°	0,0 kPa	5 MPa	10 ⁻²
N-1	20 kN/m ³	35°	0,02 kPa	40 MPa	10 ⁻³

Los valores recomendados se han obtenido a partir de los golpes estandarizados de los ensayos de penetración dinámica, de los ensayos estándar de penetración realizados en los sondeos, de los resultados de los ensayos de identificación realizados en el laboratorio, del ensayo de resistencia al corte realizado, de los rangos propuestos en la tabla D.23 del Anejo D del Documento Básico SE-C del Código Técnico de la Edificación (2006; pp.SE-C-120) y de la propia experiencia en este tipo de materiales.

4.3. SOLUCIONES A LA CIMENTACIÓN.

La tensión admisible por el terreno se ve limitada por:

- Estado límite último: asociados con la rotura total o parcial del terreno o con el fallo estructural de la cimentación.
- Estado límite de servicio: Relacionado con las limitaciones en lo que a deformaciones se refiere, tanto por criterios impuestos desde el punto de vista de la estructura como el de la cimentación

Considerando las características geotécnicas y la naturaleza del terreno detectado en la zona, se ha considerado que la opción más adecuada para la cimentación, es una **cimentación superficial** apoyada en el nivel geotécnico **N-1 (substrato mioceno, “arena de miga”)** mediante **zapatas aisladas considerando un empotramiento mínimo de 1,00 m en este nivel salvo en la zona donde se realice el sondeo S-1.**

En dicha zona se detectó una antigua canalización y por lo tanto en esta zona podrá optarse por:

- Retirar mediante excavación, los rellenos antrópicos hasta la profundidad máxima detectada bajo la canalización, 6,40 m de profundidad, rellenando a continuación mediante hormigón pobre para formar un pozo de cimentación que transmita la carga al substrato natural. Esta solución de cimentación llevaría implícita la necesidad de un estudio complementario para delimitar la zona atravesada por la canalización, profundidad a la que se encuentra la misma y sus dimensiones, para esto se sugiere el empleo de técnicas geofísicas como P.Ej. tomografía 3D.
- Ejecución de una cimentación profunda micropilotada en el área afectada por dicha canalización, atravesando mediante los micropilotes la profundidad máxima a la que se sitúa el relleno de ladrillo bajo la conducción. El empotramiento necesario en los micropilotes vendrá condicionado por la carga para la cual se diseñen. Para poder delimitar el área a cimentar mediante el empleo de micropilotes, también deberá definirse con mayor exactitud la posición, dimensiones dirección y profundidad de la misma siendo igualmente recomendable el empleo de la técnica geofísica comentada.
- Definiendo correctamente la situación de dicha canalización, también puede optarse por modificarse la estructura, tratando de apartar de la zona de afección pilares, y muros de carga, evitando transmitir tensiones al terreno en las inmediaciones de la oquedad y rellenos detectados. Si no fuese posible apartar las cimentaciones, podría evaluarse también la posibilidad de puentear la cavidad

mediante una cimentación en losa, calculada y armada a tal efecto, aunque a priori la solución mediante losa podría derivar un aumento del costo de la cimentación.

CIMENTACIÓN DIRECTA MEDIANTE ZAPATAS CUADRADAS.

Las presentes recomendaciones de cimentación corresponden a aquellos apoyos que no se encuentren en las inmediaciones de la zona de afección del S-1, donde se localizo una cavidad a 4,50 m de profundidad.

Para el cálculo de la tensión admisible, se han empleado dos caminos:

1. El método propuesto en el Documento Básico SE-C ‘Seguridad Estructural. Cimientos’ del Código Técnico de la Edificación. (2006; pp.SE-C-33), nos indica que el valor tensión admisible se obtiene a partir de la expresión analítica básica propuesta por Brinch-Hansen recogida en el apartado 4.3.2.1 del presente documento. La fórmula empleada se recoge en la expresión [3].

$$q_n = c \times N_c \times d_c \times s_c \times i_c \times t_c + q \times N_q \times d_q \times s_q \times i_q \times t_q + \frac{1}{2} \times B^* \times \gamma \times N_\gamma \times d_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma \times t_\gamma \quad [4]$$

Siendo,

q_n = Presión vertical del terreno o carga de hundimiento.

q = Sobrecarga debida al peso de tierras a la profundidad de la cimentación, en el entorno del cimiento.

c = Cohesión.

B^* = Ancho tributario de la cimentación, en m.

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga.

d_c, d_q, d_γ = Factores de profundidad.

s_c, s_q, s_γ = Coeficientes correctores de influencia para considerar la forma de la planta del cimiento.

i_c, i_q, i_γ = Coeficientes correctores de influencia para considerar el efecto de la inclinación de las resultantes de las acciones con respecto a la vertical.

t_c, t_q, t_γ = Coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a un

talud.

Considerando el anterior desarrollo para determinar el valor de tensión admisible (q_{adm}) del nivel N-1 se debe minorar el valor de la carga de hundimiento (q_b) por un factor de seguridad (F) igual a 3, como indica la expresión [5].

$$q_{adm} = \frac{q_b}{3} \quad [5]$$

2. El método simplificado propuesto en el Documento Básico SE-C ‘Seguridad Estructural. Cimentaciones’ del Código Técnico de la Edificación, (2006; pp.SE-C-33). La tensión admisible se obtiene a partir del valor del golpeo S.P.T. que, en este caso, ha sido estandarizado al 60% de la energía para tener en cuenta, entre otros factores, la profundidad de realización del ensayo. La fórmula empleada se recoge en la expresión [6].

$$\begin{aligned} \text{Para } B^* < 1,2 \text{ m} \quad q_{adm} &= 12 \times N_{60} \times \left(1 + \frac{D}{3B^*}\right) \times \frac{S_t}{25} \quad \text{kN/m}^2 \\ \text{Para } B^* \geq 1,2 \text{ m} \quad q_{adm} &= 8 \times N_{60} \times \left(1 + \frac{D}{3B^*}\right) \times \left(\frac{S_t}{25}\right) \times \left(\frac{B^* + 0,3}{B^*}\right)^2 \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned} \quad [6]$$

Siendo,

S_t =Asiento total admisible, en mm.

N_{60} =Valor medio de los resultados obtenidos en la influencia de la cimentación, comprendida entre un plano situado a una distancia $0,5 \cdot B^*$ por encima de su base y otro situado a una distancia mínima $2 \cdot B^*$ por debajo de la misma.

B^* =Ancho tributario de la cimentación, en m.

D =Profundidad de la base de la cimentación, en m.

Se han calculado los valores de carga admisible a partir de ambos métodos para cimentaciones cuadradas, empotradas 1,00 m en el Substrato mioceno Nivel 1, Arena de miga. Se ha tanteado con dimensiones de zapatas cuadradas de 1,00 x 1,00 m² a 4,00 x 4,00 m², obteniéndose una carga admisible:

$$P_{radon} = 250 \text{ kPa (2,5 kp/cm}^2\text{)}$$

Dicha carga admisible se obtiene considerando las limitaciones impuestas por criterios de asientos admisibles, los cuales se presentan a continuación.

Los asientos inducidos por los valores obtenidos mediante las expresiones [4] y [6] han sido comprobados a partir del método elástico de Whitman y Richard mediante la expresión [7] para verificar que excedan a los máximos admisibles. Los valores de los parámetros de deformación empleados en los cálculos son los que se recogen en la *Tabla 9*.

$$s = \frac{\sigma_{adm} \times (1 - \nu^2)}{\beta \times E} \times \sqrt{B \times L} \quad [7]$$

Siendo:

s = Asiento (cm).

σ_{adm} = Tensión media admisible (kg/cm²).

ν = Coeficiente de Poisson, 0,30.

B y L = Ancho y largo de la zapata (cm). Se suponen zapatas cuadradas de entre 1 y 4 m de ancho.

β = Factor tabulado función de L/B (1,1 para zapatas cuadradas).

E= Módulo de deformación, 400 Kp/cm²

Tabla 8: Asientos estimados con anchos de zapatas distintos.

ANCHO DE ZAPATA	TENSIÓN ADMISIBLE
1,0 m	2,5 kg/cm ²
2,0 m	0,52 cm
3,0 m	1,04 cm
4,0 m	1,56 cm
	2,08 cm

A la vista de los resultados obtenidos, se recomienda aplicar una tensión admisible de 2,5 kg/cm², empotrando las cimentaciones 1,00 m en el substrato mioceno detectado (arena de miga), para la cual se obtendrán asientos inferiores a 2,50 cm según el tanteo realizado con las distintas dimensiones de zapatas cuadradas estimadas hasta unas dimensiones máximas de 4,00 x

4,00 m.

CIMENTACIÓN EN ZONA DE AFECCIÓN DEL SONDEO S-1

Las recomendaciones de cimentación mediante zapatas no serán aplicables en la zona de influencia del sondeo S-1, donde se detectó una cavidad que puede corresponder a una antigua canalización, hallándose rellenos antrópicos hasta una profundidad de 6,40 m. En esta zona se ha recomendado un estudio adicional mediante métodos geofísicos como, P.Ej. tomografía eléctrica 3D.

Una vez se cuente con una correcta delimitación de la zona atravesada por la canalización, su profundidad y dimensiones, se podrá optar por adoptar las soluciones que se han propuesto en el presente apartado. A tal efecto se procederá a dar las siguientes recomendaciones.

En el caso de retirar el espesor correspondiente de rellenos cimentando en el sustrato representado por el nivel N-I Arena miocena y empotrando los pozos al menos 0,5 m en las mismas, bajo la cavidad, serán aplicables iguales recomendaciones que el caso calculado para cimentaciones superficiales, es decir:

$$P_{adm} = 250 \text{ kPa (2,5 kp/cm}^2\text{)}$$

Coincidiendo el cálculo de asientos presentado par alas mismas:

Tabla 9: Asientos estimados con anchos de zapatas distintos.

ANCHO DE ZAPATA	TENSIÓN ADMISIBLE
1,0 m	2,5 kg/cm²
2,0 m	0,52 cm
3,0 m	1,04 cm
4,0 m	1,56 cm
	2,08 cm

En el caso de optarse por una cimentación profunda mediante micropilotes, se van a aportar valores de resistencia por fuste y por punta de los mismos, con objeto que se pueda dimensionar la cimentación.

A partir de las recomendaciones presentes en la Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carreteras (2005), para poder contar con la resistencia por punta de los micropilotes será necesario que estos se empotren en un terreno granular con un índice N_{spt}

superior a 30 y que la longitud de empotramiento de los mismos, dentro del nivel con N_{spt}>30 sea superior a seis diámetros (L_{emp} ≥6D).

Dado que la primera prescripción se cumple, puede contarse con la resistencia por punta siempre que en el dimensionamiento de los micropilotes se tenga en consideración la longitud de empotramiento mínima comentada.

Resistencia por fuste

Utilizando correlaciones empíricas, el rozamiento unitario por fuste de cálculo se obtiene mediante la expresión:

$$r_{fcd} = r_{fadm} / F_r$$

donde:

r_{fcd}: Rozamiento unitario por fuste de cálculo frente a esfuerzos de compresión.

r_{fadm}: Rozamiento unitario límite por fuste. Puede obtenerse a partir de la figuras aportadas a continuación:

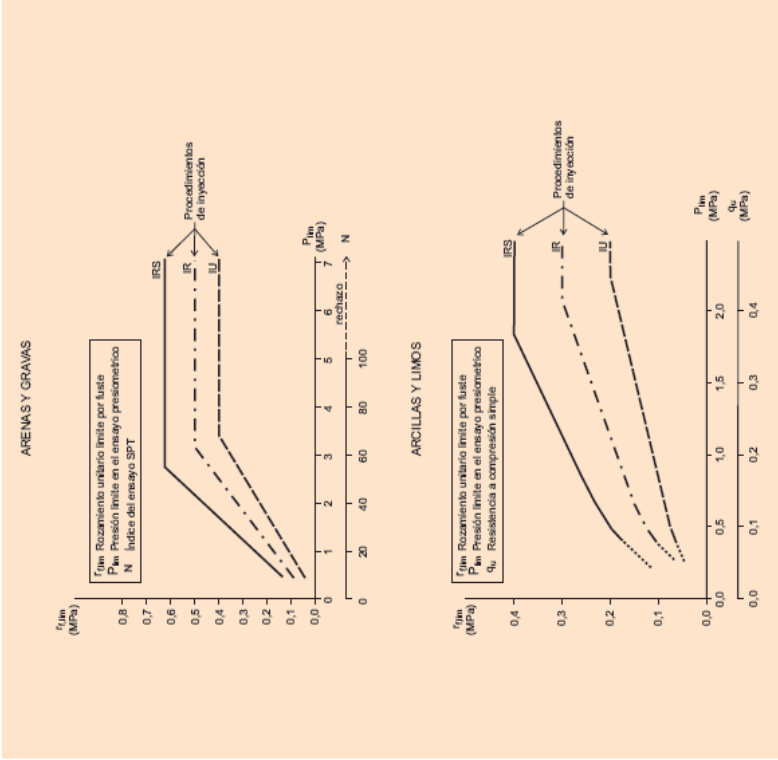


Figura 4: Rozamiento unitario límite por fuste. Figura 3.3., Pg. 30 Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carreteras.

F_r : Coeficiente de minoración que tiene en cuenta la duración de la función estructural de los micropilotes, que puede obtenerse de la tabla mostrada a continuación:

DURACIÓN	F_r
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración inferior o igual a seis (6) meses	1,45
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración superior a seis (6) meses	1,65

Figura 5: Coeficiente F_r . Tabla 3.2., Pg. 30, Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carreteras.

Por tanto adoptando el supuesto de micropilotes ejecutados mediante inyección única, obtendríamos una carga unitaria por fuste:

$r_{fc,d} = 0,1212 \text{ MPa} = 121,2 \text{ kPa}$

Para la parte del fuste que se encuentre a una profundidad, medida verticalmente desde la superficie del terreno, menor de cinco metros, debe adoptarse independientemente del método de inyección empleado, el valor de rozamiento unitario límite por fuste ($r_{r,lim}$) correspondiente al de una inyección del tipo IU (Inyección Única).

La resistencia por fuste podrá obtenerse una vez dimensionados los micropilotes según lo dispuesto a partir del cálculo estructural necesario, ya que resulta del producto del rozamiento por fuste unitario y el área de fuste considerada para el empostramiento necesario dada una carga de cálculo:

$R_{fc,d} = A_L \cdot r_{fc,d}$

Donde:

$R_{fc,d}$: Resistencia por fuste de cálculo frente a esfuerzos de compresión.

A_L : Área lateral del micropilote. Deberá determinarse a partir del diámetro nominal, D , dicho diámetro nominal se define como, diámetro del micropilote considerado a efectos de cálculo, que será menor o igual que el de perforación (véase epígrafe

$r_{fc,d}$: Rozamiento unitario por fuste de cálculo frente a esfuerzos de compresión.

Resistencia por punta

En el caso de apoyo de los micropilotes en suelo, y dada la pequeña sección transversal de los mismos, resulta habitual no considerar la colaboración por punta del terreno. No obstante cumpliendo las prescripciones antes comentadas, puede considerarse una resistencia por punta

R_{pd} con un valor máximo del 15% de la carga por fuste obtenida $R_{e,d}$.

4.4. EJECUCIÓN DE SOLERAS

El apoyo de las soleras se deberá realizar sobre el nivel de sustrato mioceno denso a muy denso. Dado que se ha localizado relleno o tierra vegetal como nivel superficial, en general será necesaria una sustitución de 0,6 m de terreno por un material granular extendido en tongadas de 0,30 m y compactado al 95% densidad proctor modificado para apoyo de la solera por motivos geotécnicos. En aquellas zonas donde se detecte directamente el sustrato podrá evitarse dicha sustitución.

Previamente a su colocación, la explanada resultante de la sustitución de terreno deberá ser escarificada y compactada con los medios más energéticos que se dispongan en obra con el fin de mejorar su capacidad portante.

4.5. AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

Respecto a la agresividad del terreno al hormigón, las muestras ensayadas han ofrecido contenidos de ión SO_4^{2-} , comprendidos entre 424,1 y 2461,8 mg/l.

En cuanto al índice de acidez de Baumann-Gully, se han obtenido 2 resultados que indican un valor nulo, por tanto no agresivos según el criterio fijado por EHE-08.

Por tanto lo que la normativa EHE-08 ('Instrucción de Hormigón Estructural') clasifica la agresividad al hormigón de estas muestras como de "débil", con un tipo de exposición Q_a .

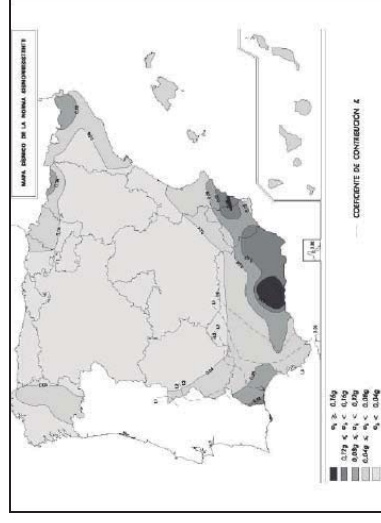
4.6. ACCIONES SÍSMICAS.

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

- Clasificación de las construcciones: de normal importancia.
- Aceleración sísmica básica: $<0,04$ g.
- Aceleración sísmica de cálculo: $<0,06$ g.

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

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



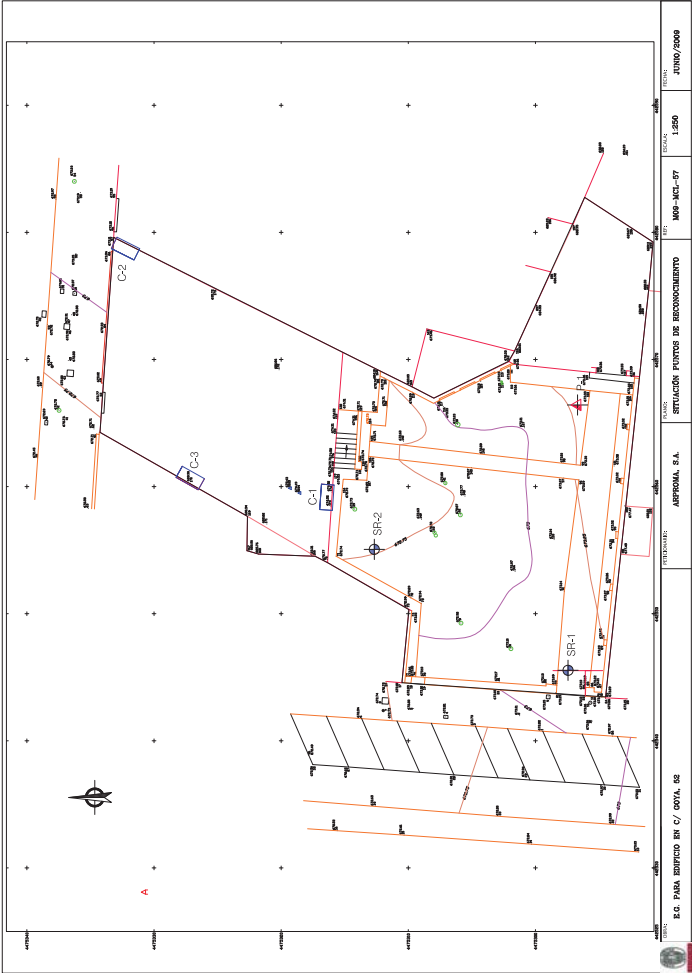
Madrid a 07 de Julio de 2009

ANEJOS

Fdo. Javier González Del Álamo
Ingeniero Geólogo


Fdo: Andrés Pujol Ruiz
Geólogo
Delegado de GEOPAYMA S.A.U. Madrid
GEOPAYMA, S.A.U.

A1. PLANOS DE SITUACION



SIST. PREPARACION		DIAMETRO - BATERIA		LITOLOGIA		DESCRIPCION LITOLÓGICA		NIVEL RECUPERACION		MUESTREO / S.P.T.		PERMEABIL		PRESION		GRANULOMETRIA		LIMITE DE ATERRIZO		CLASIFICACION U.S.C.		HUMEDAD NATURAL (%)		APARENTE		COMPRESION SIMPLE (kg/cm²)		CONEXION (kg/cm²)		ANG. ROZ. (°)		COEF. COMP. (C)		EDEMOTRIO		P. DE HINCAJEMENTO (kg/cm²)		SULFATOS (mg/kg)		CARBONATOS (%)		ADIC. SULFATOS CALC.		OBSERVACIONES	
PROFUNDIDAD (m)		COTA (m)		LITOLOGIA		DESCRIPCION LITOLÓGICA		NIVEL RECUPERACION		MUESTREO / S.P.T.		PERMEABIL		PRESION		GRANULOMETRIA		LIMITE DE ATERRIZO		CLASIFICACION U.S.C.		HUMEDAD NATURAL (%)		APARENTE		COMPRESION SIMPLE (kg/cm²)		CONEXION (kg/cm²)		ANG. ROZ. (°)		COEF. COMP. (C)		EDEMOTRIO		P. DE HINCAJEMENTO (kg/cm²)		SULFATOS (mg/kg)		CARBONATOS (%)		ADIC. SULFATOS CALC.		OBSERVACIONES	
0		-1.0		LIT. 1		LIT. 1		0		SPT 25		SPT 25		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0			
-1.0		-2.0		LIT. 2		LIT. 2		0		SPT 30		SPT 30		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
-2.0		-3.0		LIT. 3		LIT. 3		0		SPT 35		SPT 35		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
-3.0		-4.0		LIT. 4		LIT. 4		0		SPT 40		SPT 40		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
-4.0		-5.0		LIT. 5		LIT. 5		0		SPT 45		SPT 45		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
-5.0		-6.0		LIT. 6		LIT. 6		0		SPT 50		SPT 50		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
-6.0		-7.0		LIT. 7		LIT. 7		0		SPT 55		SPT 55		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
-7.0		-8.0		LIT. 8		LIT. 8		0		SPT 60		SPT 60		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
-8.0		-9.0		LIT. 9		LIT. 9		0		SPT 65		SPT 65		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
-9.0		-10.0		LIT. 10		LIT. 10		0		SPT 70		SPT 70		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
-10.0		-11.0		LIT. 11		LIT. 11		0		SPT 75		SPT 75		0.02		2.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
-11.0		-12.0		LIT. 12		LIT. 12		0		SPT 80		SPT 80		0.02		2.0		1.0																											

[illegible]



Prueba P-1

Prueba de Penetración Dinámica Superpesada - DPSH

UNE 103-801-94

Datos Generales:

Cliente: ARPROMA

Denominación: E.G.

Representación Gráfica de la Prueba P-1:

Nº de golpes	Profundidad (m)
7	0,2
11	0,4
10	0,6
30	0,8
33	1,1
36	1,2
51	1,4
59	1,6
69	1,8
71	2,2
84	2,4
93	2,6
100	2,8
104	3,1
124	3,2
129	3,4
130	3,6
130	3,8
131	4,1
135	4,2
139	4,4
141	4,6
141	4,8
148	5,1
150	5,28

Datos de la Prueba P-1:

Situación: Ver Plano

Longitud (m): 6,00

Características del Ensayo:

Ensayo	Alto de caída (m)	Masa (kg)	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Masa (kg)	Tipología
DPSH	0,75	63,5	1	33	8	20

Datos de la Prueba P-1:

P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N
0,2	7	5,2	26	0,4	11	5,4	29	0,6	10	5,6	35	0,8	30	5,8	52	1,1	33
1,2	24	1,4	53	1,6	59	1,8	53	2,2	51	2,4	34	2,6	23	2,8	23	3,1	24
3,2	24	3,4	29	3,6	30	3,8	30	4,1	31	4,2	35	4,4	29	4,6	21	4,8	21
5,1	28																

Observaciones:

Datos Generales:

Prueba P-1

Prueba de Penetración Dinámica Superpesada - DPSH

UNE 103-801-94

Área de Acreditación

GTC

Equipo Empleado:

Tipo: 0

Código: 0

Fecha de Calibración: 00-ene-00

Características del Ensayo:

Ensayo	Alto de caída (m)	Masa (kg)	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Masa (kg)	Tipología
DPSH	0,75	63,5	1	33	8	20

Datos de la Prueba P-1:

Situación: Ver Plano

Longitud (m): 6,00

Observaciones:

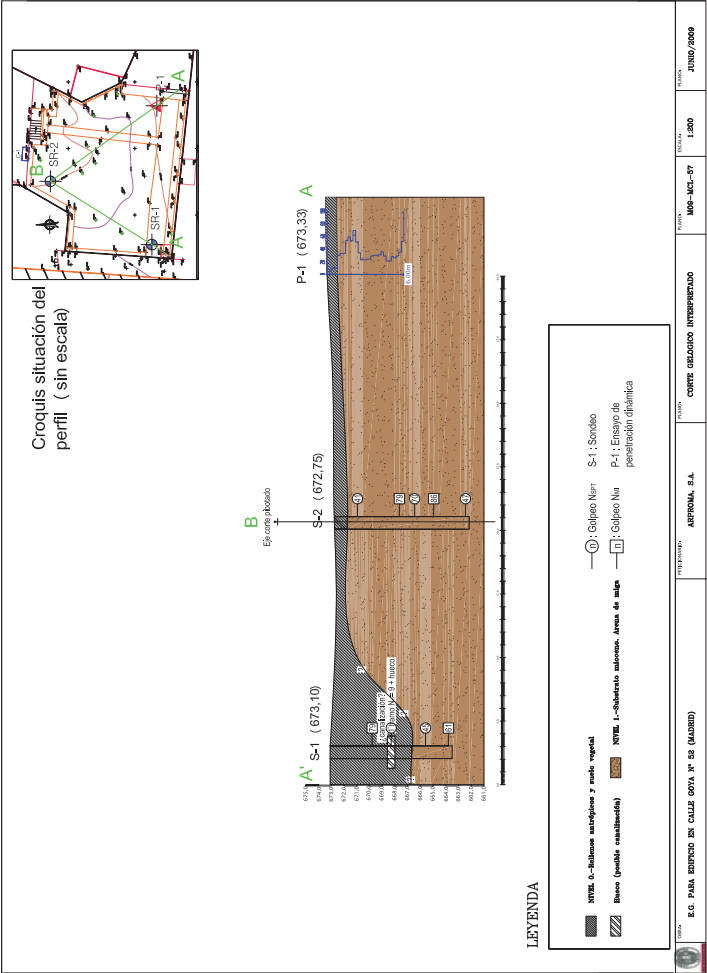
Operador:

Artenio Lorenzo

Informe N°: M0701-C254-09

Página 1 de 1

A-4: CORTES LITOLOGICOS INTERPRETADOS





GEOPAYMA
Pol. Ind. La Ferreria, Avda. de la Ferreria, 28
08110 Montcada i Reixac (Barcelona)
central@geopayma.com
T. 935 650 724 / F. 935 750 107

PETICIONARIO: Empresa: ARPROMA, S.A.

CLIENTE: Empresa: PAYMACOTAS (DELEGACIÓN MADRID) (A-33393240)
Domicilio: C/Valportillo Primera, 22-24, P.I.La Granja,
28108 ALCOBENDAS
MADRID

Sr./Sra.: Luis Zavala

DENOMINACIÓN:
EDIFICIO EN CALLE GOYA, 52. MADRID.

A-5: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO: ACTAS DE RESULTADOS
Nº de Informe: B0401-71-09 Fecha de emisión: 18-jun-09

MATERIAL/ES ENSAYADO/S: SUELO

MUESTRA/S: REMITIDAS POR EL CLIENTE/PETICIONARIO

Fecha de recepción: 10-jun-09

Referencia/s del laboratorio:
G093307 G093308 G093309 G093310 G093311



ENSAYOS REALIZADOS: Según hojas adjuntas.

* El presente informe se compone de 23 páginas incluidas portada y contraportada.

El presente informe contiene la exposición de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio efectuados, ajustándose a las directrices marcadas por la Norma UNE 68.003.09 "Informe Técnico. Presentación de los resultados de los ensayos".
Los datos son exclusivos, siendo la normativa correspondiente, directamente sobre los materiales y objetos ensayados y pertenecientes a muestras "brotadas" en su o ensayos al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y aplicación de procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la muestra, producto o material incluido en el apartado correspondiente.
Los resultados se consideran como propiedad del Cliente y son autorizados para su uso. GEOPAYMA se abstiene de comunicarlos a un tercero. GEOPAYMA no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento. Toda reproducción parcial está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento de GEOPAYMA, debiendo reflejarse en ella íntegramente todos los registros obrantes en los ensayos.





RESUMEN DE ENSAYOS

REFERENCIA DEL LABORATORIO: G09-3307
CLIENTE: APPROMA, S.A.
DENOMINACIÓN: PAYMACOTAS (DELEGACIÓN MADRID) (A-33393240)
EDIFICIO EN CALLE GOYA, 52, MADRID.

Nº DE INFORME:	B0401-71-09	G09-3307	G09-3308	G09-3309	G09-3310	G09-3311
REFERENCIA DEL CLIENTE						
SITUACIÓN	S-1	S-1	S-2	S-2	S-2	C-2
TIPO DE MUESTRA	SPT	MI	SPT	MI	MA	MA
PROFUNDIDAD, m	7.2-7.8	9.6	1.5-2.1	4.8-5.4	1-1.2	99.0
% pas # 5 UNE	89.6	86.5	100.0	97.2	99.0	99.0
% pas # 2 UNE	88.7	73.3	99.8	78.4	92.2	92.2
% pas # 0.42 UNE	45.9	20.5	84.8	19.9	56.4	56.4
% pas # 0.075 UNE	23.4	7.9	53.3	6.4	36.9	36.9
GRANULOMETRÍA T.M.	27.3	27.6	30.9	32.9	32.9	32.9
L. Líquido	19.6	24.4	21.6	22.7	22.7	22.7
L. Plástico	7.7	3.2	9.3	NO PLÁSTICO	10.2	10.2
LÍMITES DE ATT.	SC	SP-SM	CL	SW-SM	SC	SC
CLASIFICACIÓN U.S.C.S.						
HUMEDAD NATURAL, %	7.1					
DENSIDAD	Agente, g/cm³	2.07				
	Seca, g/cm³	1.93				
CORTE DIRECTO	Tipo de ensayo				CD	
	Ag. Resquebraja, *				44.27	
	Coeficiente, %				0.02	
SULFATOS	% SO3			0.2049		0.0353
	% SO4			0.2462		0.0424
	% SO3 o eq. SO3			2.149.45		353.00
	% SO3 o eq. SO4			2.461.77		424.13
ACREZ BALMANQUILY, mm						
GRADO DE ADHESIÓN (EN)				DEBIL		NO ADHESIVO

Referencia del laboratorio: G09-3307

APERTURA Y DESCRIPCION DE MUESTRA

IAT-SUE.APER.001

Área Acreditación

GTL

DATOS GENERALES:

INFORME NÚMERO: B0401-71-09
PETICIONARIO: APPROMA, S.A.
CLIENTE: PAYMACOTAS (DELEGACIÓN MADRID) (A-33393240)
DENOMINACIÓN: EDIFICIO EN CALLE GOYA, 52, MADRID.

DATOS DE LA MUESTRA:

Situación: S-1
Profundidad, m: 7.2 - 7.8

Tipo de muestra: SPT
Fecha de toma: 10/08/2009

Dímetro, cm: 10.08/2009
Fecha de apertura: 15/09/2009

Almacenamiento: CÁMARA HÚMEDA
Medio de apertura: MANUAL

Entorno de ensayo: LAB. GEOPAYMA BARCELONA
Operador: IRP

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

Nivel del	Litología	Observaciones
7.2 m	ARENA CON BASTANTE ARCILLA Y CON ALGO DE GRAVA.	P. procedimiento manual V. valor-lab manual Igloo2
7.8 m	TONALIDAD PARCO-MARRÓN.	

CLASIFICACIÓN U.S.C.S.: SC

ENSAYOS REALIZADOS:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - UNE 103101:1995
LÍMITES DE ATTERBERG - UNE 103103:1994 - UNE 103104:1993

OBSERVACIONES:

La información contenida en esta ficha de apertura afecta exclusivamente a las hojas de ensayo siguientes con el mismo número de referencia de la muestra. Cada ensayo se realiza según la Norma y procedimiento indicados en la hoja de ensayo correspondiente.



Referencia del laboratorio: **G09-3307**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
UNE 103.101/95

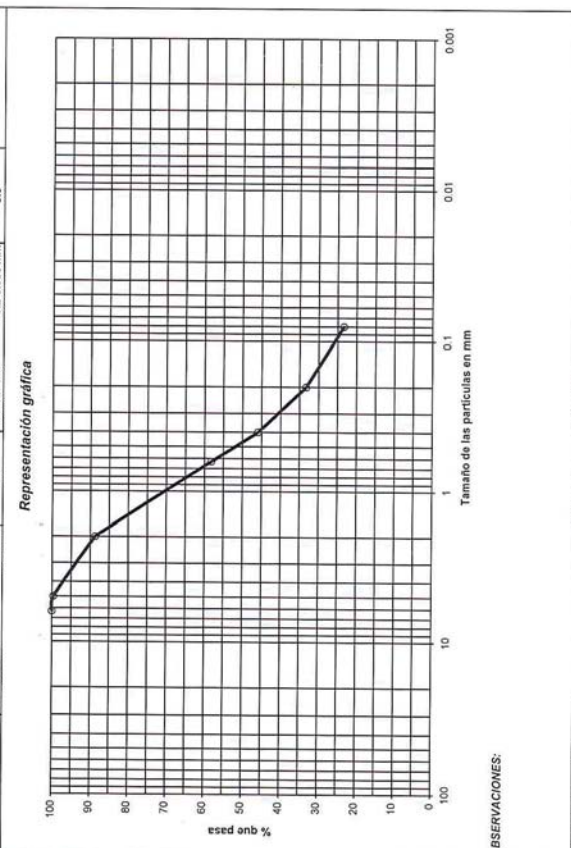
Referencia del laboratorio: **G09-3307**

UNE 103.103/94 - UNE 103.104/93

Área Acreditación
GTL

Tamices (*)		Retenido tamices		Pasa en muestra total		Cálculos previos	
Desig.	mm	UNE	Parcial g	Total g	%	Muestra total seca aire, g	178.85
4"	101.6	100		178.85	100.0	M. > 20 mm, total lav. y seca, g	0.00
3"	76.2	80				M. < 20 mm, seca aire ensay., g	178.85
2.5"	63.5	63				M. 20-2 mm, lavada y seca, g	20.13
2"	50.8	40				M. 20-2 mm, total lav. y seca, g	20.13
1.5"	38.1	40				M. > 2 mm, lavada y seca, g	20.13
1"	25.4	25				M. < 2 mm, ensay. seca aire, g	153.72
3/4"	19.1	20				M. < 2 mm, ensayada y seca, g	153.72
1/2"	12.7	12.5				M. < 2 mm, total y seca, g	153.72
3/8"	9.52	10				Muestra total seca, g	178.85
1/4"	6.35	6.3					
Nº4	4.75	5					
Nº10	2	2					
Nº12	1.68	1.6					
Nº30	0.59	0.63					
Nº40	0.42	0.4					
Nº60	0.25	0.25					
Nº70	0.21	0.2					
Nº80	0.177	0.18					
Nº200	0.074	0.08					
Nº230	0.062	0.063					
% GRAVA > 2 mm							
% Bolas > 63 mm							
% Arena gruesa 63-20 mm							
% Arena media 20-6.3 mm							
% Arena fina 6.3-2 mm							
% FINOS < 0.063 mm							

Tipo de suelo según clasificación DIN422 (con aberturas de tamiz aproximadas)	
% ARENA entre 2 y 0.063 mm	65.3
% Arena gruesa 2-0.63 mm	30.5
% Arena media 0.63-0.2 mm	24.9
% Arena fina 0.2-0.063 mm	9.9
% FINOS < 0.063 mm	23.4



OPERADOR: JNG INFORME N°: B0401-71-09

Referencia del laboratorio: **G09-3307**

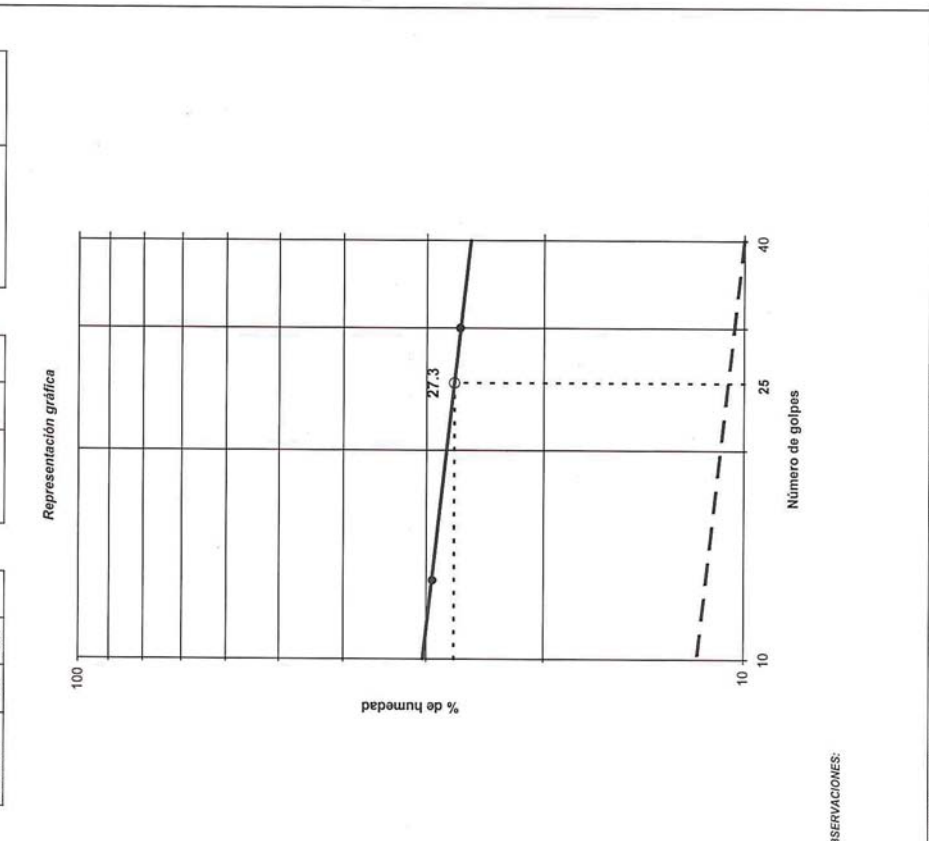
LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO DE UN SUELO
UNE 103.103/94 - UNE 103.104/93

Referencia del laboratorio: **G09-3307**

UNE 103.103/94 - UNE 103.104/93

Área Acreditación
GTL

Límite Líquido		Límite Plástico		Resultados	
Nº de golpes	30	13	0.98	Límite líquido	27.3
Agua, g	1.65	1.71	15.51	Límite plástico	19.6
Tara+Suelo+Agua, g	21.23	21.06	14.53	Ind. de plasticidad	7.7
Tara+Suelo, g	19.58	19.35	9.52		
Tara, g	13.41	13.53	5.01		
Suelo, g	6.17	5.82	19.6		
% Humedad	26.7	29.4			



OPERADOR: SGG INFORME N°: B0401-71-09

Referencia del laboratorio: G09-3308

APERTURA Y DESCRIPCION DE MUESTRA

IAT-SUE.APER.001

DATOS GENERALES:

INFORME NÚMERO: B0401-71-09
PETICIONARIO: APPROMA, S.A.
CLIENTE: PAYMACOTAS (DELEGACIÓN MADRID) (A-33393240)
DENOMINACIÓN: EDIFICIO EN CALLE GOYA, 52. MADRID.

DATOS DE LA MUESTRA:

Situación: S-1
Profundidad, m: 9 - 9.6

Tipo de muestra: MI	Dímetro, cm: 6	Longitud, cm: 50
Fecha de toma:	Fecha de recepción: 10/06/2009	Fecha de apertura: 12/06/2009

Almacenamiento: CÁMARA HÚMEDA
Medio de apertura: EXTRACTOR HIDRÁULICO

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

Nivel del	Litología	Observaciones
9 m		P. peritrochero minuto, V. vane-test manual, kpm2
	ARENA CON BASTANTE GRAVA Y CON INDICIOS DE LIMO. TONALIDAD MARRÓN CLARA.	
9.5 m		

CLASIFICACIÓN U.S.C.S.:

SP-SM

ENSAYOS REALIZADOS:

HUMEDAD NATURAL - UNE 103300:1993
DENSIDAD - UNE 103301:1994
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - UNE 103101:1995
LÍMITES DE ATTERBERG - UNE 103103:1994 - UNE 103104:1993

OBSERVACIONES:

La información contenida en esta ficha de apertura afecta exclusivamente a las hojas de ensayo siguientes con el mismo número de referencia de la muestra. Cada ensayo se realiza según la Norma o procedimiento indicado en la hoja de ensayo correspondiente.

Referencia del laboratorio: G09-3308

HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA

UNE 103.300/93

t	Tara, g	
$t + s + a$	Tara + suelo + agua, g	201.36
$t + s$	Tara + suelo, g	340.96
$a = (t + s + a) - (t + s)$	Agua, g	331.65
$s = (t + s) - t$	Suelo, g	9.31
$W = (a/s) * 100$	% Humedad	130.29
		7.1

DENSIDAD DE UN SUELO. MÉTODO DE LA BALANZA HIDROSTÁTICA	Área Acreditación
---	-------------------

UNE 103.301/94

M1	Peso suelo, g	232.62
M2	Peso suelo + parafina, g	237.75
M3 = M2 - M1	peso parafina, g	5.13
M4	peso en agua, g	119.74
V1 = M3/0.8 (*)	Volumen parafina, cm ³	5.70
V2 = M2 - M4	Volumen suelo + parafina, cm ³	118.01
V3 = V2 - V1	Volumen suelo, cm ³	112.31
D = M1/V3	Densidad aparente, g/cm ³	2.07
Ds = D/(1 + (Wt/100)) (**)	Densidad seca, g/cm ³	1.93

(*) Densidad de la parafina = 0.9 g/cm³

(**) W = % humedad según Norma UNE 103 300/93

OBSERVACIONES:

OPERADOR: IRP/EFG INFORME N°: B0401.71-09

Referencia del laboratorio: **G09-3308**

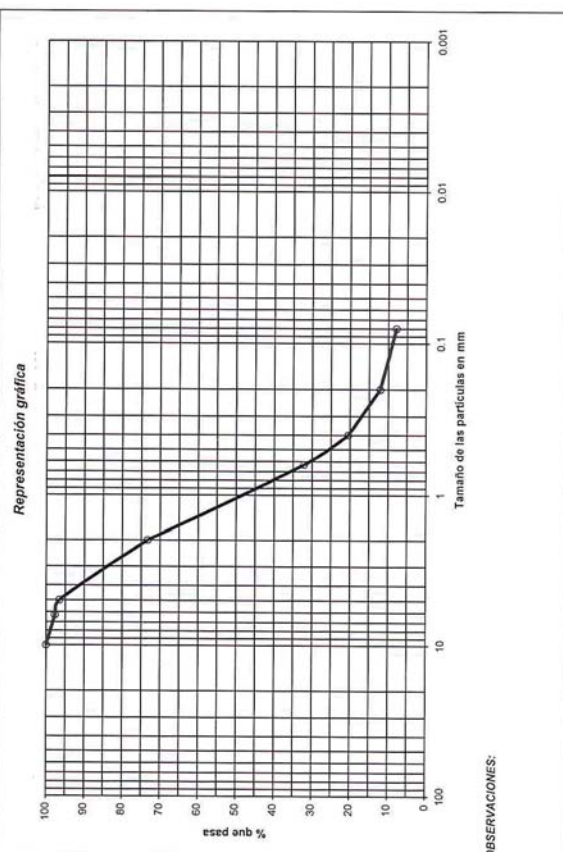
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

UNE 103.101/95

GTL

Se utiliza para el ensayo los tamices de la serie UNE									
Tamices (*)		UNE		Retención únicas		Pasa en muestra total		Cálculos previos	
Desig.	mm	mm	mm	g	Total g	g	%	Muestra total seca aire, g	
4"	101.6	100				270.17	100.0	M. > 20 mm, total lav. y seca, g	270.17
5"	76.2	80						M. < 20 mm, seca aire ensay., g	0.00
2.5"	63.5	63						M. 20-2 mm, lavada y seca, g	27.11
2"	50.8	50						M. 20-2 mm, total lav. y seca, g	72.11
1.5"	38.1	40						M. > 2 mm, lavada y seca, g	72.11
1"	25.4	25						M. > 2 mm, ensay. seca aire, g	198.06
3/4"	19.1	20						M. < 2 mm, ensayada y seca, g	198.06
1/2"	12.7	12.5						M. < 2 mm, total y seca, g	198.06
3/8"	9.52	10						Muestra total seca, g	270.17
1/4"	6.35	6.3			0.00	270.17	100.0	Humedad hipocresida, %	0.00
N4	4.75	5			6.33	263.84	97.7	(fracción inferior a 2 mm)	
N10	2	2			3.07	260.77	96.5	Factor de corrección, f ₁	1.0000
N12	1.68	1.6			62.71	198.06	73.3	(fracción inferior a 2 mm)	
N30	0.85	0.83			111.34	86.72	32.1	Factor de corrección, f ₂	1.0000
N40	0.42	0.4			31.34	55.38	20.5	(fracción entre 20 y 2 mm)	
N60	0.25	0.25						Factor de corrección, f ₃	1.0000
N70	0.21	0.2			22.61	32.77	12.1	(fracción inferior a 2 mm)	
N80	0.177	0.18							
N200	0.074	0.08			11.51	21.26	7.9		
N230	0.062	0.063							

Tipo de suelo según clasificación DIN4202 (con aberturas de tamiz aproximadas)					% FINOS		% FINOS	
> 2 mm		26.7		% ARENA		entre 2 y 0.03 mm		65.4
> 63 mm		63-20 mm		% Arena gruesa		2-0.03 mm		41.2
0.0		20-6.3 mm		2.3		0.63-0.2 mm		20.0
		6.3-2 mm		24.4		0.2-0.060 mm		4.2
								7.9



OBSERVACIONES:

OPERADOR: JNG

INFORME N°: B0401-71-09

8/23

Reg. Merc de Barcelona, Tomo 32115, Folio 211, Hoja B.207538, C.I.F. A-62076757

Referencia del laboratorio: G09-3308

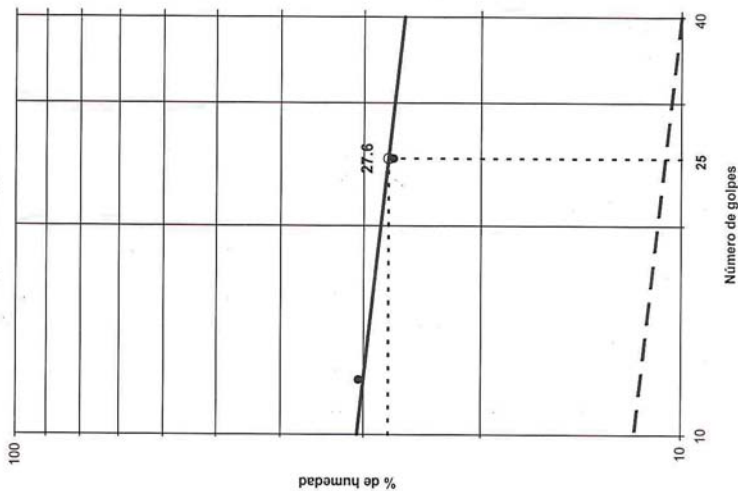
LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO DE UN SUELO

UNE 103.103/94 - UNE 103.104/93

GTL

Limite Líquido		Limite Plástico		Resultados	
Nº de golpes	25	12	155	Limite líquido	27.6
Agua, g	1.64	2.21	19.77	Limite plástico	24.4
Tara+Suelo, g	23.00	21.19	18.52	Ind. de plasticidad	3.2
Tara+Suelo+Agua, g	21.36	18.98	13.40		
Tara+Suelo, g	15.31	11.74	5.12		
Suelo, g	6.05	7.24	24.4		
% Humedad	27.1	30.5			

Representación gráfica



OBSERVACIONES:

OPERADOR: SGG

INFORME N.º: B0401-71-09

9/23

Referencia del laboratorio: G09-3309

APERTURA Y DESCRIPCION DE MUESTRA		Area Acreditación	
IAT-SUE.APER.001		GTL	
DATOS GENERALES:			
INFORME NÚMERO: B0401-71-09			
PETICIONARIO: ARPRONA, S.A.			
CLIENTE: PAYMACOTAS (DELEGACIÓN MADRID) (A-33393240)			
DENOMINACIÓN: EDIFICIO EN CALLE GOYA, 52, MADRID.			
DATOS DE LA MUESTRA:			
Situación: S-2			
Profundidad, m: 1.5 - 2.1			
Tipo de muestra: SPT			
Fecha de toma: 10/06/2009			
Dímetro, cm: 50			
Fecha de apertura: 15/06/2009			
Almacenamiento: CÁMARA HÚMEDA			
Medio de apertura: MANUAL			
Operador: IRP			
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:			
Litología		Observaciones	
ARCILLA ARENOSA DE TONALIDAD PARDO-MARRÓN CLARA.		P. penetrómetro manual V. vane-art manual 10/06/09	
2.1 m			
CLASIFICACIÓN U.S.C.S.: CL			
ENSAYOS REALIZADOS:			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - UNE 103101:1995			
LÍMITES DE ATTERBERG - UNE 103103:1994 - UNE 103104:1993			
CONTENIDO CUANTITATIVO DE SULFATOS - EHE-98, ANEJO 5			
ACIDEZ BAUMANN-GULLY - EHE-98, ANEJO 5			
AGRESIVIDAD DE SUELOS AL HORMIGÓN (SOMACIEZ B-G) - EHE-98, ANEJO 5			
OBSERVACIONES:			

La información contenida en esta hoja de apertura afecta exclusivamente a la hoja de ensayo siguiente con el mismo número de referencia de la muestra. Cada ensayo se realiza según la norma o procedimiento indicada en la hoja de ensayo correspondiente.

Referencia del laboratorio: G09-3309

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO		Area Acreditación	
UNE 103.101/95		GTL	
Temperaturas (*) Se utilizan para el ensayo los límites de la serie UNE			
Temperaturas (*)		Pesa en muestra total	
ASTM		Total	
Desig.		g	
4"		101.6	
3"		76.2	
2.5"		63.5	
2"		50.8	
1.5"		38.1	
1"		25.4	
3/4"		19.1	
1/2"		12.7	
3/8"		9.52	
1/4"		6.35	
N°4		4.75	
N°10		2	
N°20		0.85	
N°40		0.425	
N°60		0.25	
N°80		0.18	
N°100		0.15	
N°200		0.075	
N°400		0.0375	
N°800		0.019	
N°1600		0.0095	
N°3200		0.00475	
N°6300		0.002375	
N°12500		0.0011875	
N°25000		0.00059375	
N°50000		0.000296875	
N°100000		0.0001484375	
N°200000		0.00007421875	
N°400000		0.000037109375	
N°800000		0.0000185546875	
N°1600000		0.00000927734375	
N°3200000		0.000004638671875	
N°6300000		0.0000023193359375	
N°12500000		0.00000115966796875	
N°25000000		0.000000579833984375	
N°50000000		0.0000002899169921875	
N°100000000		0.00000014495849609375	
N°200000000		0.000000072479248046875	
N°400000000		0.0000000362396240234375	
N°800000000		0.00000001811981201171875	
N°1600000000		0.000000009059906005859375	
N°3200000000		0.0000000045299530029296875	
N°6300000000		0.00000000226497650146484375	
N°12500000000		0.000000001132488250732421875	
N°25000000000		0.0000000005662441253662109375	
N°50000000000		0.00000000028312206268310546875	
N°100000000000		0.000000000141561031341552734375	
N°200000000000		0.0000000000707805156707763671875	
N°400000000000		0.00000000003539025783538818359375	
N°800000000000		0.000000000017695128917694091796875	
N°1600000000000		0.0000000000088475644588470458984375	
N°3200000000000		0.00000000000442378222942352294921875	
N°6300000000000		0.000000000002211891114711761474609375	
N°12500000000000		0.0000000000011059455573558807373046875	
N°25000000000000		0.00000000000055297277867794036865234375	
N°50000000000000		0.000000000000276486389338970184326171875	
N°100000000000000		0.0000000000001382431946694850921630859375	
N°200000000000000		0.00000000000006912159733474254608154296875	
N°400000000000000		0.000000000000034560798667371273040771484375	
N°800000000000000		0.0000000000000172803993336856365203857221875	
N°1600000000000000		0.00000000000000864019966684281826019286109375	
N°3200000000000000		0.000000000000004320099833421409130096430546875	
N°6300000000000000		0.000000000000002160049916710704565048202734375	
N°12500000000000000		0.0000000000000010800249583553522825241013671875	
N°25000000000000000		0.00000000000000054001247917767614126205068359375	
N°50000000000000000		0.000000000000000270006239588838070631025341796875	
N°100000000000000000		0.0000000000000001350031197944190353151266708984375	
N°200000000000000000		0.00000000000000006750155989720951765756333544921875	
N°400000000000000000		0.000000000000000033750779948604758828781667722109375	
N°800000000000000000		0.00000000000000001687538997430237941439083338610546875	
N°1600000000000000000		0.000000000000000008437694987151189707195416667722109375	
N°3200000000000000000		0.0000000000000000042188474935755948535977083338610546875	
N°6300000000000000000		0.00000000000000000210942374678779742679885416667722109375	
N°12500000000000000000		0.000000000000000001054711873393898713399427083338610546875	
N°25000000000000000000		0.00000000000000000052735593669694936699713699427083338610546875	
N°50000000000000000000		0.0000000000000000002636779683484718334985684936699713699427083338610546875	
N°100000000000000000000		0.000000000000000000131838984174235916674928424684936699713699427083338610546875	
N°200000000000000000000		0.0000000000000000000659194920871179583374642123424684936699713699427083338610546875	
N°400000000000000000000		0.00000000000000000003295974604355897916873210617123424684936699713699427083338610546875	
N°800000000000000000000		0.00000000000000000001647987302177948958436605305585617123424684936699713699427083338610546875	
N°1600000000000000000000		0.000000000000000000008239936510889744792183026527778085617123424684936699713699427083338610546875	
N°3200000000000000000000		0.0000000000000000000041199682554448723960915132638890428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°6300000000000000000000		0.00000000000000000000205998412772243619804556631694452140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°12500000000000000000000		0.000000000000000000001029992063861218099022783159722260702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°25000000000000000000000		0.0000000000000000000005149960319306090499511415786111301050702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°50000000000000000000000		0.00000000000000000000025749801596530454975572778392556505250350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°100000000000000000000000		0.0000000000000000000001287490079826522724877888919627825262501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°200000000000000000000000		0.000000000000000000000064374503991326136243889445981391263125087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°400000000000000000000000		0.00000000000000000000003218725199566306812194472299069563156250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°800000000000000000000000		0.00000000000000000000001609362599783153406097236499534781578125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°1600000000000000000000000		0.00000000000000000000000804681299891576703048618249967390789062501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°3200000000000000000000000		0.00000000000000000000000402340649945788351520240924998369394531250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°6300000000000000000000000		0.0000000000000000000000020117032497289417576012046249991846972656250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°12500000000000000000000000		0.00000000000000000000000100585162486447287880060231249995923486328125001562500156250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°25000000000000000000000000		0.0000000000000000000000005029258124322364394400301156249997962348632812500078125000781250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°50000000000000000000000000		0.000000000000000000000000251462906216118222220015057812499989811743243281250003906250003906250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°100000000000000000000000000		0.0000000000000000000000001257314531080591111110007528906249994905871621628125000195312500019531250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°200000000000000000000000000		0.000000000000000000000000062865726554029555555500037614524999745293581062812500009765625000097656250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°400000000000000000000000000		0.000000000000000000000000031432863277014777777500018807262499987264642931250000488281250000488281250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°800000000000000000000000000		0.0000000000000000000000000157164316385073888887500009403631249998363232162162812500002441406250002441406250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°1600000000000000000000000000		0.0000000000000000000000000078582158192536944443750000470181562499967264642931250000122070312500012207031250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°3200000000000000000000000000		0.00000000000000000000000000392910790962684722218750000235090781249993363232162162812500000610351562500061035156250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°6300000000000000000000000000		0.000000000000000000000000001964553954813423611109375000011754539062499966816323216216281250000030517578125000305175781250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°12500000000000000000000000000		0.000000000000000000000000000982276977406711805554687500000587726953124999334066132321621628125000001525878906250001525878906250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°25000000000000000000000000000		0.00000000000000000000000000049113848870335590277734375000002938634765624999668163232162162812500000076293945312500007629394531250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°50000000000000000000000000000		0.000000000000000000000000000245569244351677951388671875000001469317265624999834066132321621628125000000381469726562500038146972656250031250031250062500562501125021250425087501750350702140428085617123424684936699713699427083338610546875	
N°100000000000000000000000000000		0.00000000000000	



Referencia del laboratorio: **G09-3309**

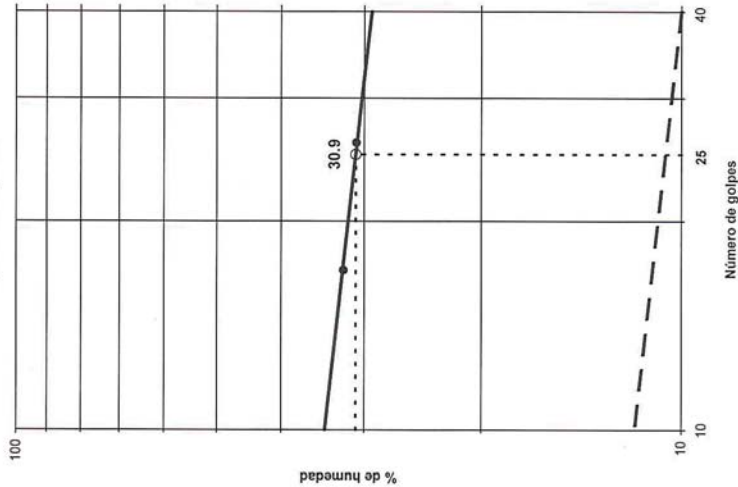
LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO DE UN SUELO
UNE 103.103/94 - UNE 103.104/93

Área Acreditación

GTL

Límite Líquido		Límite Plástico		Resultados	
Nº de golpes	17	28	1,31	Límite líquido	30,9
Agua, g	1,77	2,30	16,35	Límite plástico	21,6
Tara+Suelo+Agua, g	22,55	23,25	15,05	Ind. de plasticidad	9,3
Tara+Suelo, g	20,78	20,95	8,99		
Tara, g	15,29	13,49	6,08		
Suelo, g	5,49	7,46	21,6		
% Humedad	32,2	30,8			

Representación gráfica



OBSERVACIONES:

OPERADOR: SGG

INFORME N°: B0401-71-09

Referencia del laboratorio: **G09-3309**

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS QUÍMICOS
EN LOS SUELOS

* **CONTENIDO CUANTITATIVO DE SULFATOS SOLUBLES EN LOS SUELOS - EHE-98 (ANEJO 5)**

Área de Acreditación: GTL	10.0864 g
Masa de suelo analizada:	
RESULTADO:	2 049,43 mg/kg SO ₃
	2 461,77 mg/kg SO ₄
	0,2049 % SO ₃
	0,2462 % SO ₄

* **DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ BAUMANN-GULLY - EHE-98 (ANEJO 5)**

Área de Acreditación: GTL	50.1574 g
Masa de suelo analizada:	
RESULTADO:	0.00 ml/kg

OBSERVACIONES:
EL SUELO ANALIZADO ES DE AGRESIVIDAD DÉBIL PARA EL HORMIGÓN (SEGÚN EHE-98, ANEJO 5)

OPERADOR: SGG

INFORME N°: B0401-71-09



Referencia del laboratorio: **G09-3310**

APERTURA Y DESCRIPCION DE MUESTRA		Area Acreditación
IAT-SUE.APER.001		GTL
DATOS GENERALES:		
INFORME NÚMERO: B0401-71-09		
PETICIONARIO: ARPRIMA, S.A.		
CLIENTE: PAYMACOTAS (DELEGACIÓN MADRID) (A-33393240)		
DENOMINACIÓN: EDIFICIO EN CALLE GOYA, 52, MADRID.		
DATOS DE LA MUESTRA:		
Situación: S-2		
Profundidad, m: 4.8 - 5.4		
Tipo de muestra: MI		
Fecha de toma:	Dímetro, cm: 6	Longitud, cm: 60
Almacenamiento: CÁMARA HÚMEDA	Fecha de recepción: 10/06/2009	Fecha de apertura: 12/06/2009
Método de apertura: EXTRACTOR HIDRÁULICO	Entorno de ensayo: LAB. GEOPAYMA BARCELONA	
Operador: IRP		
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:		
Nivel de: 4.8 m	Litología: ARENA CON BASTANTE GRAVA Y CON INDICIOS DE LIMO. TONALIDAD PARDOMARRÓN CLARA.	Observaciones: P- periclitómetro manual V- vane-test manual. Ip/cor2
6.4 m		
CLASIFICACIÓN U.S.C.S.: SW-SM		
ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - UNE 103101:1995 LÍMITES DE ATTERBERG - UNE 103103:1994 - UNE 103104:1993 CORTE DIRECTO CD - UNE 103401:1998		
OBSERVACIONES:		

La información contenida en esta ficha de apertura afecta exclusivamente a las hojas de ensayo expedidas con el informe. Queda de la responsabilidad de la muestra. Cada ensayo se realiza según la Norma y procedimiento indicados en la hoja de ensayo correspondiente.

Referencia del laboratorio: **G09-3310**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO		Area Acreditación
UNE 103.101/95		GTL
(*) Se utilizan para el ensayo los tamices de la serie UNE.		
Tamices (*)		
UNE	Retenido tamices	Pasa en muestra total
Desig.	mm	g
4"	101.6	677.69
3"	76.2	80
2.5"	63.5	63
2"	50.8	50
1.5"	38.1	40
1"	25.4	25
3/4"	19.1	20
1/2"	12.7	12.5
3/8"	9.52	10
1/4"	6.35	6.3
Nº4	4.75	5
Nº10	2	2
Nº12	1.68	1.6
Nº30	0.59	0.63
Nº40	0.42	0.4
Nº60	0.25	0.25
Nº70	0.21	0.2
Nº80	0.177	0.18
Nº200	0.074	0.08
Nº230	0.062	0.063
Tipo de suelo según clasificación DIN4022 (con aberturas de tamiz aproximadas)		
% GRAVA	> 2 mm	21.6
% Arena gruesa	63-20 mm	0.0
% Arena media	20-6.3 mm	1.7
% Arena fina	6.3-2 mm	19.9
% FINOS	< 0.063 mm	72.0
Representación gráfica		
OBSERVACIONES:		

INFORME Nº: B0401-71-09

OPERADOR: IRP

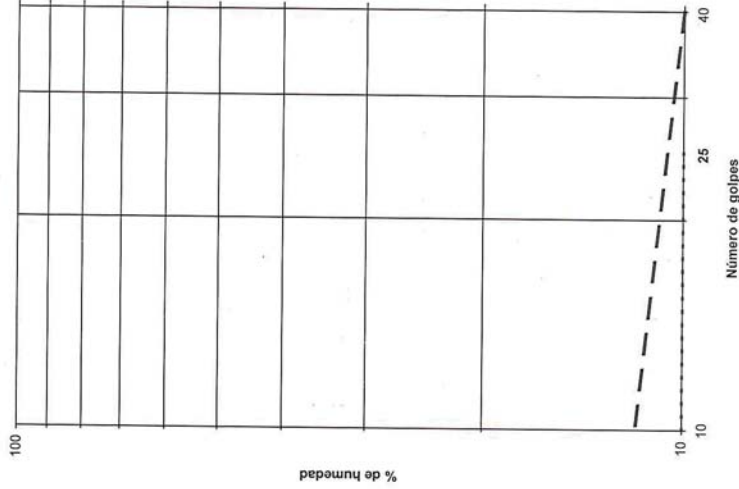
Referencia del laboratorio: G09-3310

LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO DE UN SUELO

UNE 103.103/94 - UNE 103.104/93

Límite Líquido		Límite Plástico		Resultados	
Nº de golpes		Agua, g		Límite líquido	
Agua, g		Tara+Suelo+Agua, g		Límite plástico	
Tara+Suelo+Agua, g		Tara, g		Ind. de plasticidad	NO PLÁSTICO
Tara, g		Suelo, g			
Suelo, g		% Humedad			
% Humedad					

Representación gráfica



OBSERVACIONES:

OPERADOR: EFG

INFORME N°: B0401-71-09

Referencia del laboratorio: G09-3310

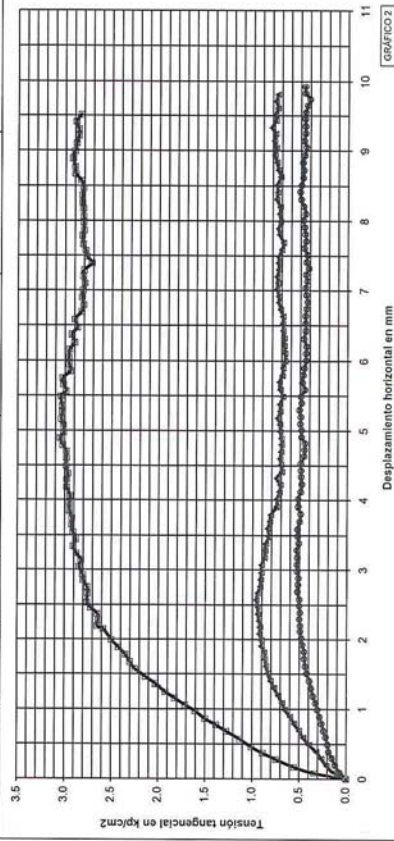
CORTE DIRECTO EN PROBETAS DE SUELO

UNE 103.401/98

Tipo de ensayo		CD		Condiciones del suelo		Área Acreditación	
Equipo		MATEST S-280 - CELULA TIC 500 kp		Suelo sumergido		GTL	
Caja de corte CIRCULAR		Simbolos en graficos 2 a 4 (tens. normal, kN/cm2)		Saturación previa		INALTERADO	
0.5 1 3		0.5 1 3		Consolid. previa			
				Rotura drenada			
				Parám. residuales			

Datos del ensayo		Tensión normal, kN/cm2		Tensión tangencial máxima en kN/cm2	
0.5 1 3		19.564 19.564 19.564		0.048 2.947	
Sección inicial, cm2		14.641 14.700 14.847			
Sección final corr., cm2 (*)		44.78 44.78 44.78			
Volumen inicial, cm3		7.0 7.0 6.8			
Humedad inicial, %		19.6 18.2 18.9			
Humedad final, %		1.78 1.80 1.87			
Dens. apar. inicial, g/cm3		1.66 1.68 1.75			
Dens. seca inicial, g/cm3		0.063 0.207 0.577			
Consolidación previa, mm		-0.200 -0.095 0.489			
Ind. poros inicial		0.5984 0.5774 0.5143			
Ind. poros final cons. previa		0.5920 0.5631 0.4761			
Ind. de poros final ensayo		0.6103 0.5839 0.4819			
Grado de satur. inicial, %		31.10 32.13 35.04			
Grado de satur. final ens., %		85.11 82.60 100.00			
Tensión tang. máx., kN/cm2		0.530 0.957 3.048			
Tensión tang. adoptada, kN/cm2		0.530 0.957 2.947			
Veloc. horizontal, mm/min		0.05000 0.04982 0.04923			
Dens. rel. part. sólida, gr/cm3		2.650 (estimada)			

Simbolos en gráfico 1		Resultados		Interpretación laboratorio		Estimación entre puntos 1 y 2		Estimación entre puntos 3 y 3		Parámetros residuales	
ANG. ROZ. INT., °		44.27		45.51		40.50		44.98			
COHESIÓN, kN/cm2		0.02		0.00		0.10		0.00			
kPa:		1.96		0.00		9.81		0.00			



OBSERVACIONES:

OPERADOR: IRP

INFORME N°: B0401-71-09



GEOPAYMA

Pol. Ind. La Ferreria, Avda. de la Ferreria, 28
08110 Montcada i Reixac (Barcelona)
central@geopayma.com
T. 935 650 724 / F. 935 750 107



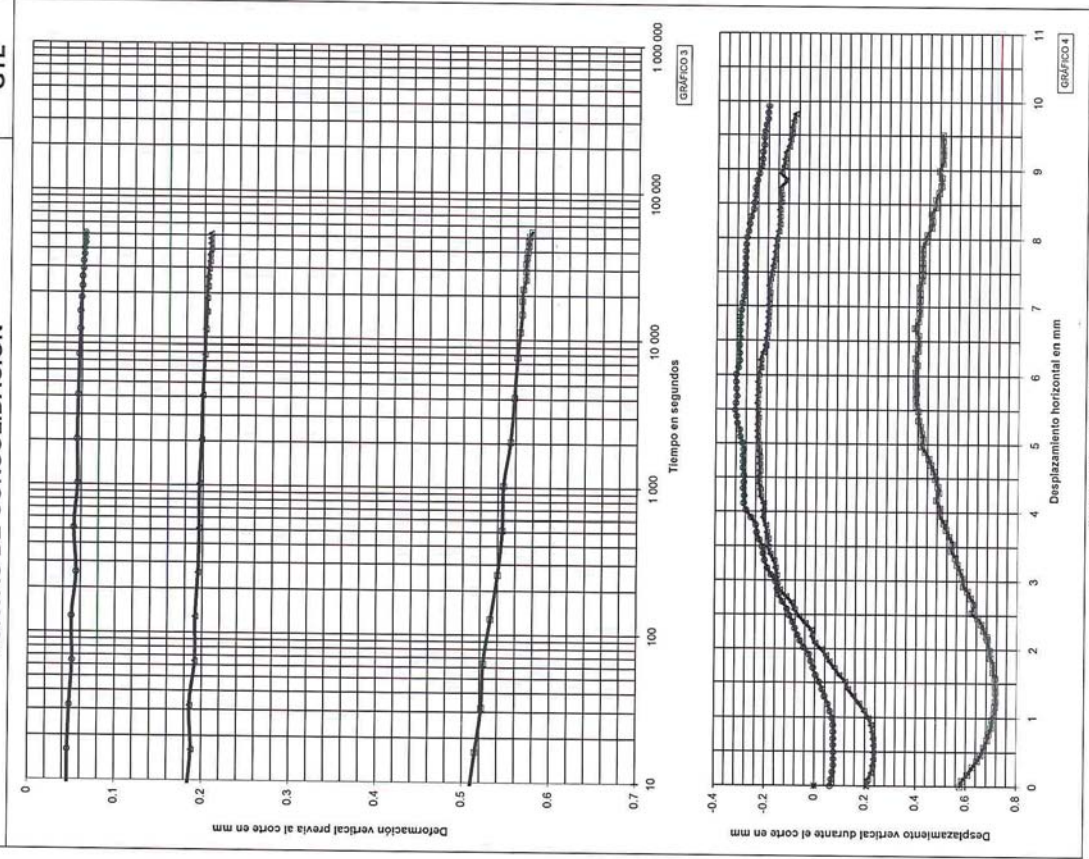
GEOPAYMA

Pol. Ind. La Ferreria, Avda. de la Ferreria, 28
08110 Montcada i Reixac (Barcelona)
central@geopayma.com
T. 935 650 724 / F. 935 750 107

Referencia del laboratorio: G09-3310

CORTE DIRECTO - UNE 103.401/98

CURVAS DE CONSOLIDACIÓN



INFORME Nº: B0401-71-09

Referencia del laboratorio: G09-3311

APERTURA Y DESCRIPCION DE MUESTRA

IAT-SUE.APER.001

DATOS GENERALES:		Área Acreditación GTL	
INFORME NÚMERO: B0401-71-09			
PETICIONARIO: ARPRIMA, S.A.			
CLIENTE: PAYMACOTAS (DELEGACIÓN MADRID) (A-33393240)			
DENOMINACIÓN: EDIFICIO EN CALLE GOYA, 52, MADRID.			
DATOS DE LA MUESTRA:			
Situación: C-2			
Profundidad, m: 1 - 1.2			
Tipo de muestra: MA		Dímetro, cm: Longitud, cm:	
Fecha de toma:		Fecha de apertura: 15/05/2009	
Almacenamiento: CÁMARA HÚMEDA		Entorno de ensayo: LAB. GEOPAYMA BARCELONA	
Medio de apertura: MANUAL		Operador: IRP	
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:			
Litología: ARENA ARCILLOSA Y CON INDICIOS DE GRAVA. TONALIDAD MARRÓN CLARA.		Observaciones: P. penetrómetro manual V. vase-ist manual Iy002	
Nivel díf. 1 m			
1.2 m			
CLASIFICACIÓN U.S.C.S.: SC			
ENSAYOS REALIZADOS:			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - UNE 103101:1985			
LÍMITES DE ATTERBERG - UNE 103103:1994 - UNE 103104:1993			
CONTENIDO CUANTITATIVO DE SULFATOS - EHE-98, ANEJO 5			
ACIDEZ BAUMANN-GULLY - EHE-98, ANEJO 5			
AGRESIVIDAD DE SUELOS AL HORMIGÓN (SCHACKEZ B-G) - EHE-98, ANEJO 5			
OBSERVACIONES:			

La información contenida en este fichero de apertura afecta exclusivamente a las hojas de ensayo y a las partes que el mismo forme de referencia de la muestra. Cada ensayo de ensayo se indica en la hoja de ensayo correspondiente.



Referencia del laboratorio: **G09-3311**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

UNE 103.101/95

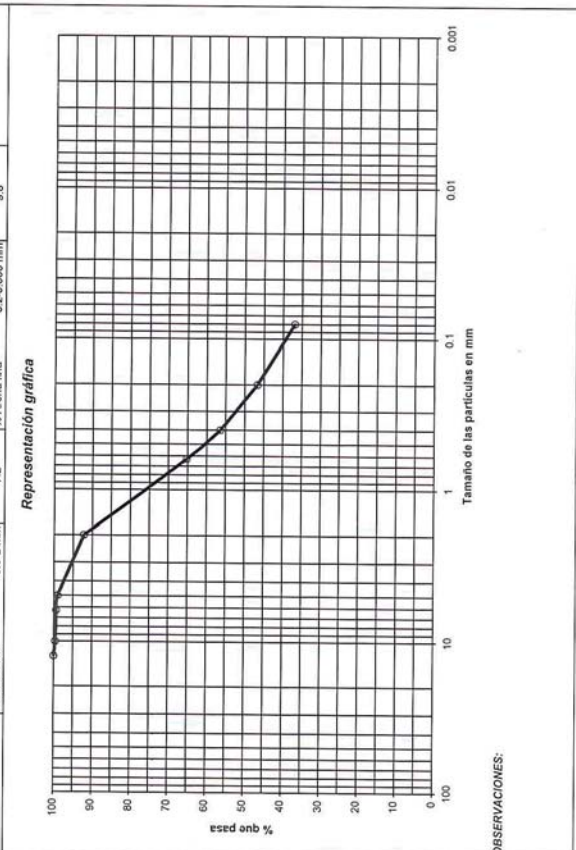
Área Acreditación
GTL

Tamices (*)		Retenido tamices		Pasa en muestra total	
Desig.	UNE	Parcial	Total	g	%
4"	101.6			229.98	100.0
3"	76.2				
2.5"	63.5				
2"	50.8				
1.5"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.1				
1/2"	12.7				
3/8"	9.52				
1/4"	6.35				
Nº4	4.75				
Nº10	2				
Nº20	0.85				
Nº40	0.425				
Nº60	0.25				
Nº80	0.177				
Nº100	0.15				
Nº200	0.075				
Nº425	0.0375				

Cálculos previos	
Muestra total seca aire, g	229.98
M. > 20 mm, total lav. y seca, g	0.00
M. < 20 mm, seca aire ensay, g	229.98
M. 20-2 mm, lavada y seca, g	18.00
M. 20-2 mm, total lav. y seca, g	18.00
M. > 2 mm, lavada y seca, g	18.00
M. < 2 mm, ensay. seca aire, g	211.98
M. < 2 mm, ensajada y seca, g	211.98
M. < 2 mm, total y seca, g	211.98
Muestra total seca, g	229.98

Humedad higroscópica, %	
(fracción inferior a 2 mm)	0.00
Factor de corrección, f	
(fracción inferior a 2 mm)	1.0000
Factor de corrección, f ₁	
(fracción entre 20 y 2 mm)	1.0000
Factor de corrección, f ₂	
(fracción inferior a 2 mm)	1.0000

Tipo de suelo según clasificación DIN4022 (con aberturas de tamiz aproximadas)			
% GRAVA > 2 mm	7.8	% ARENA entre 2 y 0.063 mm	55.3
% Bolas > 63 mm	0.0	% Arena gruesa 20-63 mm	27.0
% Grava gruesa 20-63 mm	0.6	% Arena media 0.63-0.2 mm	18.5
% Grava fina 6.3-2 mm	7.2	% Arena fina 0.2-0.063 mm	9.8



OBSERVACIONES:

OPERADOR: IRP

INFORME Nº: B0401-71-09



Referencia del laboratorio: **G09-3311**

LÍMITES LÍQUIDO Y PLÁSTICO DE UN SUELO

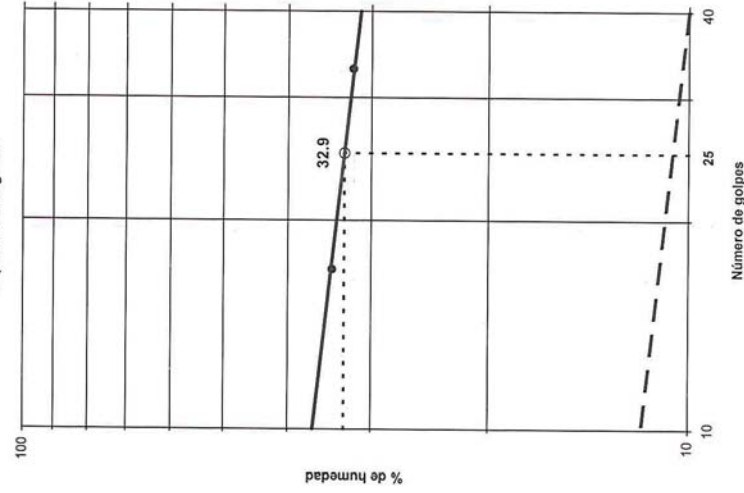
UNE 103.103/94 - UNE 103.104/93

Área Acreditación
GTL

Límite Líquido		Límite Plástico	
Nº de golpes	17	33	
Agua, g	4.66	4.13	
Terra+Suelo+Agua, g	31.76	30.49	
Terra+Suelo, g	27.10	26.36	
Terra, g	13.53	13.45	
Suelo, g	13.57	12.91	
% Humedad	34.3	32.0	

Resultados	
Límite líquido	32.9
Límite plástico	22.7
Ind. de plasticidad	10.2

Representación gráfica



OBSERVACIONES:

OPERADOR: JNG

INFORME Nº: B0401-71-09



GEOPAYMA
Pol. Ind. La Ferreria, Avda. de la Ferreria, 28
08110 Montcada i Reixac (Barcelona)
central@geopayma.com
T. 935 650 724 / F. 935 750 107



GEOPAYMA
Pol. Ind. La Ferreria, Avda. de la Ferreria, 28
08110 Montcada i Reixac (Barcelona)
central@geopayma.com
T. 935 650 724 / F. 935 750 107

Referencia del laboratorio: **G09-3311**

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS QUÍMICOS EN LOS SUELOS

* CONTENIDO CUANTITATIVO DE SULFATOS SOLUBLES EN LOS SUELOS - EHE-98 (ANEJO 5)

Área de Acreditación: GTL

Masa de suelo analizada: 10.9267 g

RESULTADO:

353.09 mg/kg SO₃
424.13 mg/kg SO₄
0.0353 % SO₃
0.0424 % SO₄

* DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ BAUMANN-GULLY - EHE-98 (ANEJO 5)

Área de Acreditación: GTL

Masa de suelo analizada: 50.6182 g

RESULTADO:

0.00 m/Kg

OBSERVACIONES:
EL SUELO ANALIZADO NO ES AGRESIVO PARA EL HORMIGÓN (SEGÚN EHE-98, ANEJO 5)

OPERADOR: SGG

INFORME Nº: B0401-71-09

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO ÁREA DE ENSAYO GTL

GEOPAYMA, S.A.U.

Laboratorio Acreditado por la Generalitat de Catalunya (18-04-06), de conformidad con el Decret 257/2003 de 21 de octubre sobre la Acreditación de los Laboratorios de Ensayos de la Construcción, en las siguientes Áreas Técnicas:

GTL Área de ensayos de laboratorio de geotecnia
Número de identificación a efectos registrales: 06162GTL06(B+C)
GTC Área de sondeos, toma de muestras y ensayos 'in situ' para reconocimientos geotécnicos.
Número de identificación a efectos registrales: 0616GTC06(B)

GEOPAYMA, S.A.U. es miembro fundador de la Asociación Catalana de Empreses de Sondeos y Estudios Geotécnicos (ACESEG)
GEOPAYMA, S.A.U. es miembro de la Associació de Consultors i Empreses de Geologia Aplicada de Catalunya (ACEGAC)

GEOPAYMA, S.A.U. tiene implantado un Sistema Integrado de Gestión, certificado según las siguientes normas y con los siguientes números de registro (lo que no implica la certificación del presente producto):
- UNE-EN-9001:2000. Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos - Certificado nº 3572/ER/09/04 (29-09-04)
- UNE-EN-14001:2004. Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con Orientación para su Uso - Certificado nº 584/MA/03/05 (02-03-05)
- OHSAS18001:1999. Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo - Certificado nº 046/SE/06/05 (06-06-05)
- PNE 165010 Ex. Ética. Sistemas de gestión de la Responsabilidad Social Corporativa - Certificado nº 07/G/E/05/05 (25-05-05)

(*) En esta lista los ensayos no incluidos en las acreditaciones del laboratorio.

ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE MONTCADA I REIXAC

GEOPAYMA, S.A.U.
Montcada i Reixac

GEOPAYMA, S.A.U.
Montcada i Reixac



Fdo. FRANCISCO GARCÍA FERNÁNDEZ
Geólogo
Director del Laboratorio

Fdo. ALFONSO GÓMEZ GONZÁLEZ
Geólogo
Responsable Área de Ensayo GTL



SONDEO S-1 (1/1)



S-1, Profundidad 0.00 - 3.00



S-1, Profundidad 3.00 - 6.00



S-1, Profundidad 6.00 - 9.00

A-6: REPORTEJE FOTOGRÁFICO

SONDEO S-1 (2/2)



S-1, Profundidad 9,00 - 9,60

SONDEO S-2 (1/2)



S-2, Profundidad 0,00 - 3,00



S-2, Profundidad 3,00 - 6,00



S-2, Profundidad 6,00 - 9,00

SONDEO S-2 (2/2)



S-2, Profundidad 9,00 - 10,60

ADENDA AL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN C/
GOYA Nº 52 MADRID
REF. N.º: M09-MCL-57
SEPTIEMBRE 2009

CLIENTE: ARPROMA, SA
DIRECCIÓN: C/ Alcalá Nº 21, 4ª Planta
A/a: Sra. Esther Martín-Peñato Molina

El presente informe contiene la exposición de los resultados de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio efectuados, así como, cuando proceda, las recomendaciones técnicas relativas a los trabajos desarrollados. Siguiendo la normativa correspondiente, los ensayos han sido efectuados directamente sobre los materiales objeto de estudio y/o sobre las muestras tomadas "in situ", y/o sobre las muestras remitidas al laboratorio, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta utilización de las técnicas y aplicación de procedimientos apropiados. Los resultados del presente informe se refieren exclusivamente a la zona, producto o material indicado en el apartado correspondiente.

Los resultados se consideran como propiedad del Cliente, y sin autorización previa, GEOPAYMASA, S.L. se abstendrá de comunicarlos a un tercero. GEOPAYMASA, S.L. no se hace responsable, en ningún caso, de la interpretación o uso indebido que pueda hacerse de este documento, cuya reproducción parcial está totalmente prohibida. No se autoriza su publicación o reproducción sin el consentimiento de GEOPAYMASA, S.L., debiendo reflejarse en ella íntegramente todos los resultados obtenidos en los ensayos.

	Contenido
1. ANTECEDENTES	1
2. TRABAJOS REALIZADOS.	2
3. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN EN ZONAS CON RELLENOS SUPERFICIALES O ÁRBOLES.	4
4. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN EN ZONA CON CANALIZACIONES.	5
ANEJOS	12
A-1: RECONOCIMIENTO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA 3D DE TODA LA PARCELA	
A-2: RECONOCIMIENTO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA 3D DE ZONA CON ANOMALÍAS, CON MAYOR RESOLUCIÓN.	
A-3: PLANO DE PLANTA DE ZONA A MICROPILOTAR	

1. ANTECEDENTES

La EMPRESA ARPROMA, S.A. solicitó a nuestra firma, GEOPAYMA S.A.U., la realización del estudio geotécnico para un edificio en C/ Goya, Nº 52 (Madrid), cuya fecha de entrega fue julio de 2009.

El proyecto contempla la rehabilitación de una edificación en calle Goya Nº 52, para la cual se conservan las fachadas, y se ejecuta una nueva edificación en la zona actualmente destinada a patio. La zona donde se ejecutará dicha nueva edificación, no contempla la ejecución de sótano. El área ocupada en planta por la actual edificación es de aproximadamente 308 m², y la del futuro edificio de 285 m².

El edificio actualmente existente limita a este y oeste con edificios de viviendas, situándose su fachada principal con orientación al norte, donde se encuentra la entrada en calle Goya Nº 52. La fachada orientada hacia el sur puede observarse desde el interior del patio a cielo abierto que presenta el edificio en su acceso desde calle General Pardiñas esquina con calle Goya, es precisamente en dicho patio y en la zona más cercana a la calle General Pardiñas, donde se construirá una nueva edificación que se unirá a la edificación rehabilitada a través de la fachada con orientación sur. La situación en planta de las edificaciones proyectadas puede observarse en el plano de planta de la edificación sobre el que se ha proyectado la zona a micropilotar, en el apéndice, A-3 PLANO DE PLANTA DE ZONA A MICROPILOTAR.

En el Estudio Geotécnico redactado por GEOPAYMA, de fecha Julio de 2009, se presentaron las recomendaciones oportunas en cuanto a ejecución de soleras, cálculo de cimentaciones, estudio de agresividad potencial de hormigón y acciones sísmicas. Dado que se detectó una cavidad en el sondeo S-1 a una profundidad de 4,50 m a 5,10 m de profundidad, se recomendó la ejecución de una campaña geofísica basada en la realización una tomografía eléctrica en 3 dimensiones para la detección de dicha cavidad y su posible orientación. Con este objeto se ha realizado la presente adenda que recoge los trabajos geofísicos realizados, así como las

recomendaciones constructivas pertinentes en función de los datos obtenidos.

2. TRABAJOS REALIZADOS.

Para el estudio del subsuelo se programó una campaña geofísica basada en una tomografía eléctrica en 3D sobre toda la planta de la parcela donde se prevé edificar, empleando en primer lugar un espaciado de electrodos de 4,0 m con objeto de lograr una profundidad de reconocimiento de aproximadamente 10,0 m. Este primer estudio permitió realizar una primera interpretación general de la parcela y acotar una zona de anomalías donde se tomó la decisión de repetir el estudio con un menor espaciado (una malla de 1,0 m x 1,0 m), que permite una menor profundidad de reconocimiento pero mayor resolución. Con esta segunda campaña pudieron detectarse anomalías correspondientes a altas resistividades a cota similar a la que se detectó la cavidad en el sondeo, debiéndose la posible variación en cota a las imprecisiones centimétricas que puedan cometerse durante la ejecución del sondeo o a la resolución de la geofísica. En cualquier caso, se detecta una anomalía de alta resistividad con una cierta disposición lineal que parece indicar la presencia de una antigua canalización, ya que como indican los informes geofísicos incluidos en los anejos de la presente adenda, resistividades en ese rango suelen marcar la presencia de rellenos. En dicho informe se indica que no se han obtenido resistividades como las que daría un hueco vacío, pero esto puede deberse a que la cavidad se haya ido rellenando por colapsos de la misma. En cuanto a la posición de la cavidad frente a la posición del sondeo, parece ser que el sondeo no se ha situado encima del eje de la canalización, sino que probablemente ha pasado muy cercano al lateral de la misma, pudiendo detectar un hueco en el lateral de la misma y los ladrillos en la base.

A continuación se muestra la imagen del informe geofísico empleada para interpretar la posición de una canalización en el entrono del sondeo S-1.

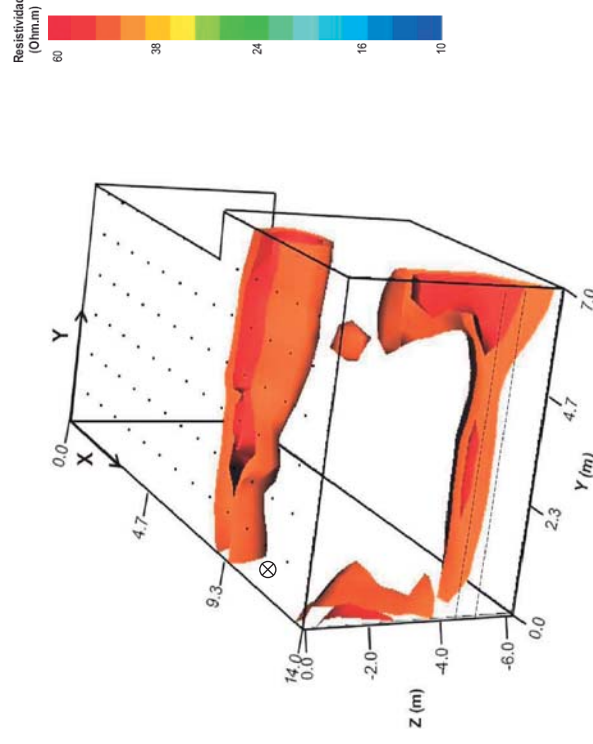


Fig. 1. Las líneas punteadas representan las cotas a la que se detectó una oquedad en el sondeo S-1. Se ha representado la posición aproximada del sondeo mediante una circunferencia con un aspa en su interior.

Como puede observarse, en la figura mostrada anteriormente, se puede interpretar la existencia de una canalización hasta unos 6,0 m de profundidad máxima y en dirección perpendicular a la calle General Pardiñas.

La geofísica también presenta algunas anomalías superficiales, que en algunos casos puede responder a la situación de algunos de los árboles del patio y en otros casos a zonas rellenadas para allanar el patio. Estas anomalías suelen llegar a profundidades inferiores a 3,0 m y lógicamente serán zonas que se detectarán durante la excavación de las zapatas, teniendo que ser retirado el material de relleno, o en el caso de los árboles el terreno alterado por la acción de las raíces, ejecutando las cimentaciones mediante pozos de cimentación que se empotren 0,5 m en el terreno natural. Las recomendaciones de cimentación de dichos pozos, son las que se presentan en el anejo correspondiente del informe redactado por GEOPAYMA, con fecha de julio de 2009,

sin embargo se repetirán en la presente adenda para mayor comodidad.

Como ya se indicó en el informe de GEOPAYMA de julio de 2009, en aquellas zonas donde no se detecte el terreno natural directamente, entre la cuales deberán incluirse aquellas zonas donde se retiren los árboles, deberá ejecutarse un relleno estructural de 0,6 m de terreno, por un material granular extendido en tongadas de 0,30 m y compactado al 95% densidad proctor modificado, de cara al apoyo de la solera.

Por último señalar que la tomografía realizada para toda la parcela da evidencias de la presencia del pozo y galería del que ya se tenía conocimiento, a partir de información suministrada por el peticionario, confirmando la dirección de la galería que parte del pozo, aunque dada la menor resolución de la primera tomografía realizada y que ya se contaba con información sobre su situación y dirección a partir de información directa obtenida de la exploración del pozo, se considera más indicado emplear dicha información o al menos cotejar ambas. En la zona afectada por dicha canalización lógicamente, también deberán ejecutarse las cimentaciones mediante micropilotes que atraviesen la canalización y zona de rellenos inferior.

Entre los anejos a la presente adenda se incluye un plano de planta con la zona propuesta para la cimentación mediante micropilotes.

3. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN EN ZONAS CON RELLENOS SUPERFICIALES O ÁRBOLES.

En aquellas zonas en las que se detecten mayores espesores de rellenos que los contemplados a partir de la información aportada por el sondeo S-2 y el ensayo de penetración P-1, o en las que deban retirarse árboles, las cimentaciones se realizarán mediante pozos de cimentación empotrados 0,5 m en el terreno natural. Dichos pozos de cimentación podrán realizarse mediante hormigón en masa bajo las zapatas.

La tensión admisible a contemplar en dichos pozos será $P_{vadm} = 250 \text{ kPa}$ (2,5 kp/cm²).

Empleando el mismo cálculo de asiento realizado para las zapatas cuadradas, se va a presentar los asientos obtenidos para pozos de cimentación cuadrados de las siguientes dimensiones:

Tabla 1: Asientos estimados con anchos de zapatas / pozos de cimentación distintos.

ANCHO DE ZAPATA/POZO	TENSIÓN ADMISIBLE
CUADRADOS	250 kPa (2,5 kg/cm²)
1,0 m	0,52 cm
2,0 m	1,04 cm
3,0 m	1,56 cm
4,0 m	2,08 cm

A continuación se incluirá una estimación de tensión admisible y asientos en el caso de zapatas corridas bajo muro:

La tensión admisible a contemplar en zapatas corridas bajo muro estará limitada por el criterio habitual de asientos admisibles de $s < 25\text{mm}$, por tanto en función de las dimensiones estimadas para las zapatas se obtiene una tensión admisible de $P_{vadm} = 250 \text{ kPa}$ (2,5 kp/cm²) en zapatas corridas de 1,0 m de ancho y $P_{vadm} = 175 \text{ kPa}$ (1,75 kp/cm²) en zapatas corridas de 2,0 m de ancho . Empleando el mismo cálculo de asiento realizado para las zapatas:

Tabla 2: Asientos estimados con anchos de zapatas / pozos de cimentación distintos.

Tensión admisible		
ANCHO DE ZAPATA	TENSIÓN ADMISIBLE	
	175 kPa (1,75 kg/cm ²)	250 kPa (2,5 kg/cm ²)
1,0 m	---	2,50 cm
2,0 m	2,50 cm	---

4. SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN EN ZONA CON CANALIZACIONES.

La tensión admisible por el terreno se ve limitada por:

- Estado límite último: asociados con la rotura total o parcial del terreno o con el fallo estructural de la cimentación.
- Estado límite de servicio: Relacionado con las limitaciones en lo que a deformaciones se refiere, tanto por criterios impuestos desde el punto de vista de la estructura como el de la cimentación

Finalmente se opta por la cimentación profunda mediante micropilotes en aquellas zonas en que el bulbo de tensiones transmitido por una cimentación superficial, alcanzaría la canalización ya conocida o la canalización detectada con la geofísica.

A continuación se repiten las recomendaciones dadas para la cimentación mediante micropilotes en el informe de julio de 2009, incluyendo un apartado de cálculo de asiento de los micropilotes, con objeto de dar una estimación, para un diámetro de micropilote supuesto, de los posibles asientos diferenciales entre la zona micropilotada y la zona cimentada mediante zapatas. Se van a aportar valores de resistencia por fuste y por punta de los pilotes, con objeto que se pueda dimensionar la cimentación.

A partir de las recomendaciones presentes en la Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carreteras (2005), para poder contar con la resistencia por punta de los micropilotes será necesario que estos se emboten en un terreno granular con un índice N_{SPT} superior a 30 y que la longitud de empotramiento de los mismos, dentro del nivel con $N_{SPT} > 30$ sea superior a seis diámetros ($L_{emp} \geq 6D$).

Dado que la primera prescripción se cumple, puede contarse con la resistencia por punta siempre que en el dimensionamiento de los micropilotes se tenga en consideración la longitud de empotramiento mínima comentada.

Resistencia por fuste

Utilizando correlaciones empíricas, el rozamiento unitario por fuste de cálculo se obtiene mediante la expresión:

$$r_{f,c,d} = r_{f,lim} / F_r$$

donde:

$r_{f,c,d}$: Rozamiento unitario por fuste de cálculo frente a esfuerzos de compresión.

$r_{f,lim}$: Rozamiento unitario límite por fuste. Puede obtenerse a partir de la figura aportada a continuación:

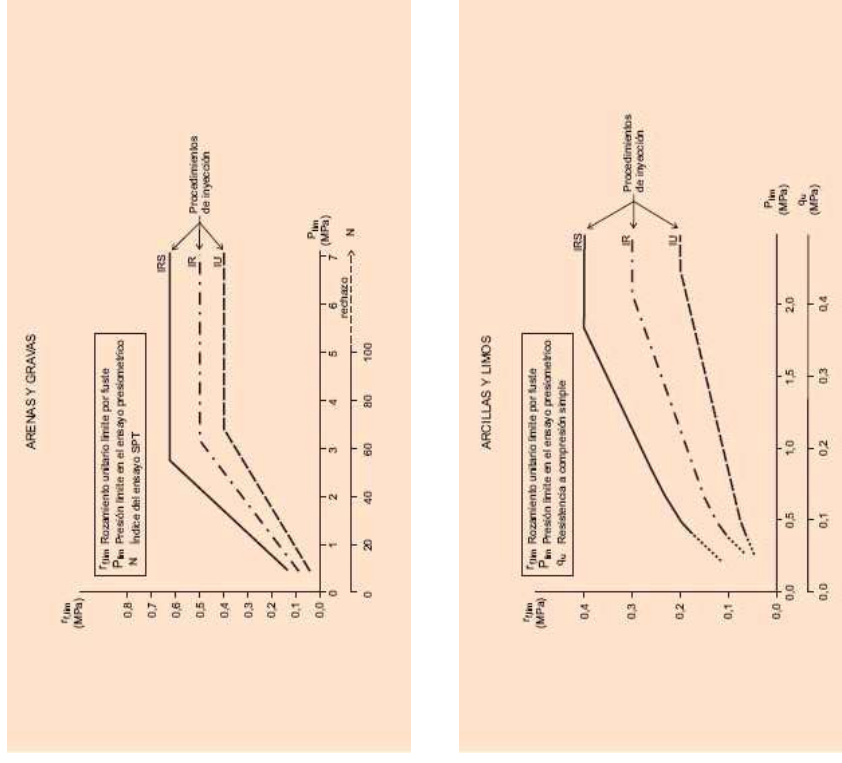


Fig. 2. Rozamiento unitario límite por fuste. Figura 3.3., Pg. 30 Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carreteras.

A partir de la anterior figura se obtiene un $r_{f,lim} = 0,2 \text{ MPa}$

F_r : Coeficiente de minoración que tiene en cuenta la duración de la función estructural de los micropilotes, que puede obtenerse de la tabla mostrada a continuación:

DURACIÓN	F _r
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración inferior o igual a seis (6) meses	1,45
Obras donde los micropilotes tienen una función estructural de duración superior a seis (6) meses	1,95

Fig. 3. Coeficiente F_r, Tabla 3.2., Pg. 30, Guía para el proyecto y ejecución de micropilotes en obras de carreteras.

Por tanto adoptando el supuesto de micropilotes ejecutados mediante inyección única (del lado de la seguridad), cuya función estructural tiene duración superior a 6 meses (=1,65), obtendríamos una carga unitaria por fuste:

$r_{f,c,d} = 0,12 \text{ MPa} = 120 \text{ kPa}$

Para la parte del fuste que se encuentre a una profundidad, medida verticalmente desde la superficie del terreno, menor de cinco metros, debe adoptarse independientemente del método de inyección empleado, el valor de rozamiento unitario límite por fuste ($r_{f,lim}$) correspondiente al de una inyección del tipo IU (Inyección Única).

La resistencia por fuste podrá obtenerse una vez dimensionados los micropilotes según lo dispuesto a partir del cálculo estructural necesario, ya que resulta del producto del rozamiento por fuste unitario y el área de fuste considerada para el empotramiento necesario dada una carga de cálculo:

$R_{f,c,d} = A_L \cdot r_{f,c,d}$

Donde:

R_{f,c,d}: Resistencia por fuste de cálculo frente a esfuerzos de compresión.

A_L: Área lateral del micropilote. Deberá determinarse a partir del diámetro nominal, D, dicho diámetro nominal se define como, diámetro del micropilote considerado a efectos de cálculo, que será menor o igual que el de perforación (véase epígrafe

r_{f,c,d}: Rozamiento unitario por fuste de cálculo frente a esfuerzos de compresión.

Resistencia por punta

En el caso de apoyo de los micropilotes en suelo, y dada la pequeña sección transversal de los mismos, resulta habitual no considerar la colaboración por punta del terreno. No obstante cumpliendo las prescripciones antes comentadas, puede considerarse una resistencia por punta R_{p,d} con un valor máximo del 15% de la carga por fuste obtenida R_{f,c,d}.

Estimación de los asientos diferenciales entre la solución de cimentación directa y la cimentación profunda mediante micropilotes.

Se ha calculado el asiento para un micropilote individual, dado que este cálculo dará menores asientos que considerando el grupo de micropilotes, lo cual resultará del lado de la seguridad de cara a calcular el asiento diferencial entre cimentaciones superficiales y cimentaciones mediante micropilotes.

Dado que no se cuenta con información sobre los micropilotes a disponer para la cimentación, ni de su disposición y número por encepado, se ha considerado el asiento de un pilote individual de diámetro nominal, 200 mm, diseñado para agotar un tope estructural de 53 T, mayorado con un factor de 1,6 (carga de trabajo de 33 t), para lo cual resulta una longitud del mismo de 11,0 m contando con un encepado situado a 1,0 m de profundidad. El presente dimensionamiento cuenta con el porcentaje correspondiente de resistencia por punta.

Para el cálculo de asiento se ha empleado la siguiente expresión:

$s_N = \left(\frac{9N_{c,EK}}{R_{c,d}} - 2 \right) \frac{D}{90}$

S_N: Asiento del micropilote sometido al esfuerzo N_{c,EK} en terreno granular.

N_{c,EK}: Esfuerzo axil característico, considerando las acciones sin mayorar (33 t).

R_{c,d}: Resistencia de cálculo frente al modo de fallo de hundimiento (52,6 t).

D: Diámetro nominal del pilote (200 mm).

De este modo, para un pilote individual de 200 mm, con encepado a 1,0 m de profundidad y una longitud de unos 11,0 m, se obtiene un asiento de,

$S_N = 8 \text{ mm}$

A dicho asiento, en caso de considerar la resistencia por punta del mismo, habría que sumarle el acortamiento elástico del micropilote a partir de la siguiente expresión:

$$S_e = \frac{N_{c,Ek} \cdot L_E}{A_p \cdot E_p}$$

Donde:

S_e : Acortamiento elástico del micropilote.

$N_{c,Ek}$: Esfuerzo axial característico, considerando las acciones sin mayoral.

L_E : Longitud del micropilote que se acorta elásticamente (11,0 m).

$A_p \cdot E_p$: Rigidez de la sección transversal del micropilote. Equivale a la suma de las rigideces de la lechada o mortero y de la armadura ($3,0 \cdot 10^{-7} \text{ t}$).

La magnitud del asiento elástico del micropilote es mucho menor que el asiento del terreno, resultando,

$S_e = 0,02 \text{ mm}$

Por tanto, entre el asiento máximo experimentado por las zapatas o pozos de dimensiones 4,0 x 4,0 m de, $S = 21,0 \text{ mm}$, y considerando que los pilotes tengan un asiento de, 8 mm a partir de los cálculos realizados, se estima que para cumplir el criterio de asientos diferenciales admisibles, de 1/500, las luces entre apoyos deben ser de al menos 7,0 m. Lo asientos diferenciales pueden minimizarse disponiendo juntas estructurales entre las zonas cimentadas mediante zapatas y las zonas cimentadas mediante micropilotes. El presente cálculo responde a un supuesto para un micropilote de 200 mm de diámetro, bajo una carga mayorada igual a su tope estructural, de 53 t, y 11,0 m de longitud, el dimensionamiento final de las cimentaciones, lógicamente, condicionará los resultados.

Madrid a 10 de Septiembre de 2009

Fdo: Javier González Del Álamo
Ingeniero Geólogo

Fdo: Andrés Pujol Ruiz
Geólogo
Delegado de GEOPAYMA S.A.U. Madrid
GEOPAYMA, S.A.U.

ANEJOS

**A1. RECONOCIMIENTO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA 3D DE
TODA LA PARCELA**



Estudio Geotécnico para Edificio en Calle Goya 52 (Madrid)

Reconocimiento geofísico mediante Tomografía eléctrica 3D

Agosto 2.009

INDICE

1.	Presentación y objetivos	1
1.1.	Equipo de trabajo	1
2.	Metodología de trabajo	3
2.1.	Justificación del empleo de métodos geofísicos en este estudio	3
2.2.	El método de la Tomografía eléctrica 3D	4
3.	Descripción del trabajo realizado	8
3.1.	Medidas sobre el terreno	8
3.2.	Instrumentación empleada	9
3.3.	Control de Calidad	11
3.4.	Análisis y procesamiento de los datos	12
4.	Resultados del estudio	14
4.1.	Criterios interpretativos de las secciones de resistividad	14
4.2.	Interpretación de las secciones y bloques 3D de resistividad. Conclusiones	15

FIGURAS

- 1. Dispositivo Polo-Dipolo empleado para las medidas de Tomografía Eléctrica 3D en este estudio.
- 2. Ejemplos de algunas secuencias de medidas realizadas en estudios de Tomografía eléctrica 3D.
- 3. Diagrama de correlación del proceso de inversión de los datos.

PLANOS

- 1. Localización del bloque medido
- 2. Resultados de las medidas: Bloque de resistividad (vista desde la superficie)
- 3. Resultados de las medidas: Bloque de resistividad (vista inferior)

1. PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS

Este estudio forma parte de los trabajos de reconocimiento geotécnico del terreno que se están llevando a cabo en el emplazamiento escogido para la construcción de un nuevo Centro de Salud, en la **Calle Goya número 52**, en Madrid.

Durante el transcurso de los trabajos geotécnicos previstos uno de los sondeos de reconocimiento perforados en el patio del edificio (sondeo SR-1) intersectó una zona hueca, tal vez correspondientes a una antigua canalización, seguida de un tramo en el cual aparecieron restos de ladrillo. Con el objetivo de confirmar la hipótesis de una galería de ladrillo hueca y determinar su posición en planta se planteó hacer el reconocimiento geofísico que describimos en este documento.

El estudio ha sido realizado por **International Geophysical Technology, S.L. (IGT)** en calidad de empresa especializada en el estudio del subsuelo por métodos geofísicos, como empresa colaboradora de **GEOPAYMA** en este proyecto. Se ha utilizado el método de la **Tomografía eléctrica** en su modalidad **3D** por ser el que proporciona la información más detallada para el estudio y caracterización de accidentes locales del terreno, tal como huecos o cavidades.

En este informe damos cuenta del trabajo realizado y de los resultados del estudio, junto con una breve explicación de los fundamentos y particularidades del método utilizado. Nuestra intención es que el conocimiento de la metodología de trabajo pueda contribuir a la valoración más objetiva de los resultados obtenidos, que en nuestra opinión han cubierto aceptablemente los objetivos del estudio.

1.1. Equipo de trabajo

En la ejecución de este estudio ha participado el personal técnico de la plantilla de **International Geophysical Technology, S.L. (IGT)** que a continuación se relaciona, indicando la función realizada por cada uno de ellos:

- ▶ Ángel Granda Sanz. Ingeniero de Minas. Planificación de los trabajos, supervisión del procesado de los datos.

- ▶ José Enrique Borges Viralta. Ingeniero Geofísico. Jefe de equipo responsable de las medidas de la resistividad eléctrica del terreno en la forma requerida por los estudios de Tomografía eléctrica 3D.
- ▶ Teresa Granda París. Ingeniero de Minas. Análisis y procesado de los datos de campo, elaboración de los documentos finales del estudio, interpretación de los resultados y redacción del informe.
- ▶ Abel Vega Oviedo. Ayudante. Trabajos de campo.
- ▶ Francisco Javier Moirón Delgado. Ayudante. Trabajos de campo.

Hacemos notar que este equipo acumula una amplia experiencia en la ejecución de estudios con similares objetivos y metodologías que los de este caso, por lo que está plenamente capacitado para la realización de este trabajo. La experiencia de IGT puede consultarse en nuestra página web www.igt-geofisica.com.

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.1. Justificación del empleo de métodos geofísicos en este estudio

La presencia en el terreno de posibles discontinuidades locales en algunos de ellos como cavidades o huecos representa, en términos geofísicos, una fuerte discontinuidad en la distribución de determinados parámetros físicos del terreno tales como la densidad, la resistividad eléctrica o la velocidad de transmisión de los diversos tipos de ondas sísmicas.

Mediante medidas de tales parámetros convenientemente realizadas desde la superficie o desde sondeos, es posible en muchos casos detectar las discontinuidades o contrastes producidos por los contactos entre las capas de diferente naturaleza o por los accidentes puntuales mencionados, e interpretarlos de modo que se pueda determinar la existencia, la localización y las principales características de las discontinuidades del subsuelo que dan origen a tales anomalías. La aplicación de los métodos geofísicos para el reconocimiento del subsuelo consiste en eso.

Uno de los parámetros físicos más representativo a efectos prospectivos es la **resistividad eléctrica** de los materiales, que depende de su naturaleza litológica, de su saturación, de la salinidad del agua, etc. Por ello los métodos geoelectrónicos que son en los que se basan las medidas de la resistividad del terreno, se han venido utilizando durante décadas para el estudio del subsuelo en ámbitos tales como la Prospección minera, la Hidrogeología y la Geotecnia.

De entre las diversas variantes de estos métodos, la que combina la mejor resolución lateral y vertical en el rango de profundidad que habitualmente interesa a los estudios geotécnicos, es la **Tomografía eléctrica**. Por ello está considerada como un método eficaz para detectar los contactos entre los niveles de diferente composición y las discontinuidades tales como zonas de hueco, por citar las más próximas a los objetivos de este estudio.

Habitualmente cuando se habla de este método, se refiere implícitamente a medidas en la modalidad 2D, es decir, a medidas realizadas sobre perfiles para obtener como resultado final secciones con la distribución de la resistividad real del terreno. Una modalidad más completa de la **Tomografía eléctrica** es la denominada **3D**, que permite determinar la distribución de la resistividad eléctrica del terreno comprendido en un cierto volumen del mismo y visualizar las

variaciones de resistividad según tres direcciones ortogonales. Es por lo tanto un método más preciso para el estudio detallado de zonas locales con fuertes variaciones de resistividad en cualquier dirección.

2.2 El método de la Tomografía eléctrica 3D

En su sentido más amplio la Tomografía es una técnica geofísica para el estudio del subsuelo que consiste en determinar la distribución de un parámetro físico característico del mismo dentro de un ámbito espacial limitado, a partir de un número muy elevado de medidas realizadas desde la superficie del terreno o desde sondeos. El proceso matemático de inversión de los datos medidos para la obtención de la distribución real del parámetro estudiado es complejo pero capaz de proporcionar resultados precisos y fiables.

La **Tomografía eléctrica** tiene por objetivo específico determinar la distribución real de la resistividad del subsuelo a lo largo de un perfil de medida (2D), o bien en un volumen determinado del medio estudiado (**modalidad 3D**) a partir de los valores de resistividad aparente obtenidos mediante medidas por métodos convencionales de corriente continua realizadas desde la superficie.

El factor clave de esta técnica es el número y distribución de las medidas de campo y de ello depende no sólo la precisión de sus resultados sino también la profundidad de investigación. Como regla general un estudio mediante Tomografía eléctrica requiere la obtención de un número muy alto de datos, con un pequeño espaciado entre medidas para aumentar la resolución lateral.

Las medidas se hacen involucrando de forma progresiva varios rangos de profundidad. El resultado final es de este tipo de estudios es un bloque tridimensional a partir del que se puedan obtener múltiples secciones en cualquier dirección, con la distribución de la resistividad real del subsuelo. Estos datos son interpretables directamente en términos comprensibles desde el punto de vista geológico-geotécnico.

Las medidas de la resistividad aparente del terreno para un estudio mediante Tomografía eléctrica 3D se efectúan por técnicas de corriente continua, siendo posible emplear una gran variedad de dispositivos, variando la distribución y la función de los diversos electrodos del equipo de medida. Entre estos dispositivos podemos citar los de tipo Wenner, polo-dipolo, dipolo-dipolo,

polo-polo, radial, etc. A pesar de sus diferentes configuraciones, todos ellos tienen en común la disposición de los electrodos en forma de malla de regular cubriendo toda la zona de estudio.

Cada uno de los dispositivos configurados por los electrodos tiene particularidades que hacen su empleo más o menos adecuado en función de las características geológicas y logísticas de cada caso. Para las medidas de este reconocimiento geofísico se ha empleado el **dispositivo polo-dipolo**, debido a su alta capacidad resolutive y a los requerimientos en lo que se refiere a la profundidad de investigación.

Para llevar a cabo las medidas con un dispositivo de electrodos situados sobre el terreno en forma de malla, se hace circular por el terreno una corriente mediante dos electrodos (A,B) clavados en el suelo midiendo su intensidad (I). Al menos uno de estos electrodos (A,B) se sitúa en la zona de estudio, formando parte de la malla. Mediante otros dos electrodos (M y N) se mide la diferencia de potencial (ΔV) que se establece entre ellos al circular la corriente citada anteriormente por el subsuelo. También los dos electrodos (M y N) forman parte de la malla de medida.

Puesto que los electrodos de medida se disponen en malla, y debido a la naturaleza 3D de las medidas, no existe un único electrodo A ni un único electrodo M o N, pudiendo todos los electrodos de la malla del dispositivo desempeñar alternativamente el papel de electrodo A, M, B o N. La **Figura 1** muestra un esquema simplificado de la configuración de los electrodos para el dispositivo polo - dipolo múltiple empleado en esta caso; que ilustra las explicaciones anteriores.

A partir de los valores medidos de ΔV e I se calcula para cada una de las combinaciones de electrodos A-B-M-N un valor de la **resistividad aparente** del terreno. Debido a la naturaleza tridimensional de las medidas, esta resistividad puede expresarse como $\rho_a = \rho_a(x, y, z)$ siendo "x, y" las coordenadas de cada uno de los puntos de la malla formada por los electrodos de medida y "z" la profundidad a la cual se asigna cada valor calculado. Para el cálculo de la resistividad aparente se asume que el medio estudiado es isótropo.

Al finalizar el programa de medidas se obtienen datos de resistividad aparente del terreno, interpretables en los términos de interés para cada caso, de forma cualitativa mediante modelización o bien de forma cuantitativa mediante inversión. Esta segunda forma constituye la esencia de la Tomografía Eléctrica en cualquiera de sus variantes.

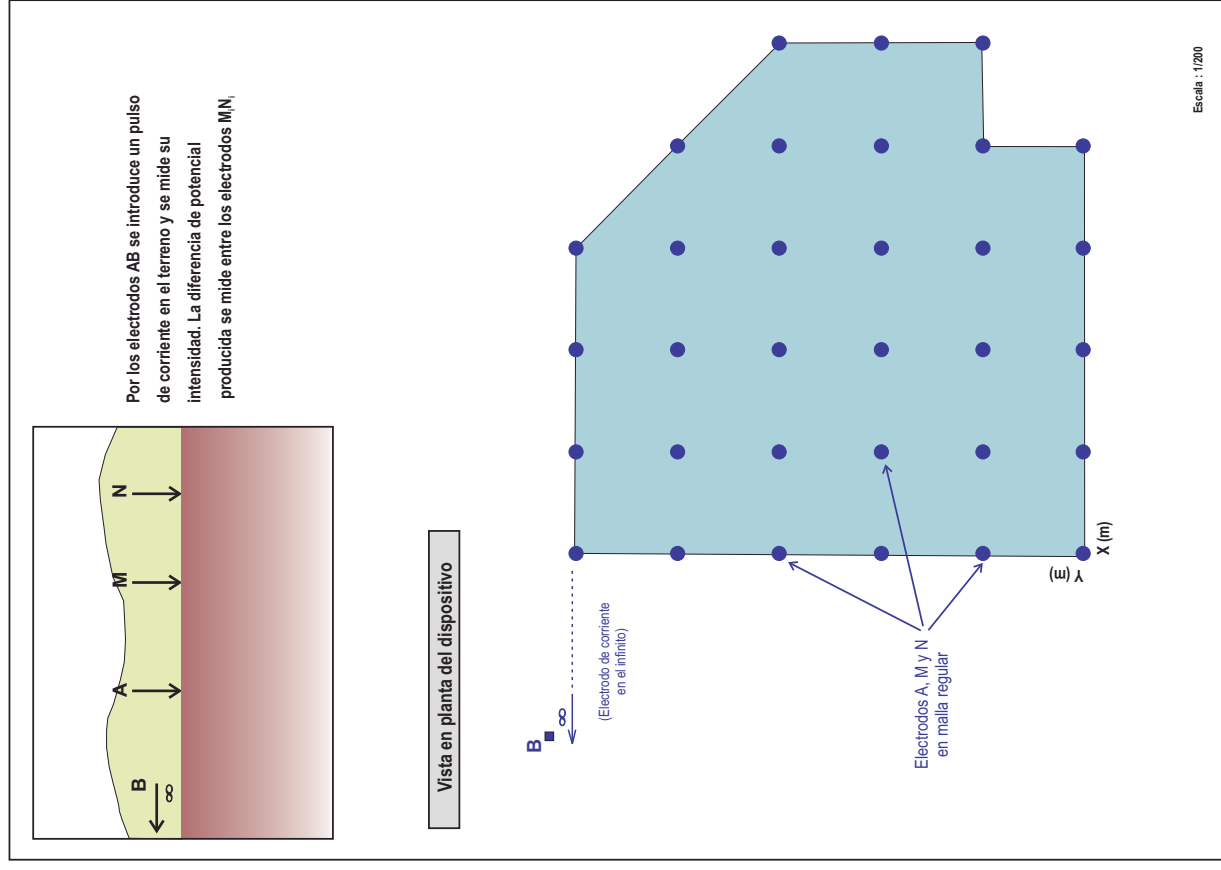


Figura 1.- Dispositivo tipo Polo-Dipolo empleado para las medidas de Tomografía Eléctrica 3D en este estudio.

Es importante aclarar que los valores de resistividad aparente obtenidos no corresponden a la distribución real de la resistividad del subsuelo. Por lo tanto no son directamente interpretables desde el punto de vista de interés geológico, sino que es preciso realizar la inversión de esta serie de datos para obtener resultados con significado geológico. El empleo de un dispositivo 3D multiplica el número de datos obtenidos y con ello la capacidad para resolver de forma detallada cualquier accidente puntual del subsuelo, siempre que se den las necesarias condiciones entre sus dimensiones y la profundidad a que se localiza.

Es evidente que la precisión y la resolución de los resultados de un estudio mediante Tomografía eléctrica en la modalidad 3D es muy superior a la correspondiente a la metodología clásica 2D porque involucran un volumen de datos muy superior y porque tienen en consideración los efectos laterales, que en estas últimas pueden ser muy importantes y no manifestarse de forma correcta en su verdadera situación en las secciones de resistividad obtenidos mediante medidas en la modalidad 2D.

Esta particularidad resulta especialmente interesante cuando el objetivo del estudio constituye un elemento "puntual" del subsuelo, como por ejemplo un hueco o cualquier otro accidente de origen kárstico. En todo caso la capacidad resolutoria del método es directamente proporcional al volumen de los accidentes a detectar e inversamente proporcional a la profundidad a que se localicen. En consecuencia ha de definirse en cada caso de forma cuidadosa cuál es el espaciado entre los electrodos más conveniente para cada estudio en función de los objetivos a resolver y de la profundidad a investigar.

3. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

3.1. Medidas sobre el terreno

Para las medidas de la resistividad aparente de este estudio en la zona que sobre el terreno nos fue indicada por los técnicos de **GEOPAYMA**, se distribuyeron en total **33 electrodos**, **32 de ellos** en malla regular de 4 x 4 m, cubriendo la zona indicada en el **Plano nº 1**, que nos fue proporcionado por nuestro cliente. Las dimensiones del patio en el cual se hicieron las medidas condicionaron la extensión de nuestro dispositivo de electrodos, y por ese motivo el espaciado entre los electrodos se estableció en 4 metros. El jefe de equipo situó los electrodos de tal manera que se cubriese lo mejor posible la zona de interés pero manteniéndolos (en la medida de lo posible) lo suficientemente alejados de los muros para evitar interferencias no deseadas.



Detalle del dispositivo de electrodos durante las medidas

Los electrodos se han distribuido en un único bloque, tal como el personal de **GEOPAYMA** indicó a nuestro equipo. Con este conjunto de electrodos se hicieron las medidas, utilizando el dispositivo **polo-dipolo** múltiple mencionado en el capítulo anterior. lo que produce un número de medidas o datos cercano a 400, en este caso.

Posteriormente a la toma de datos nuestro cliente nos comunicó que la zona hueca intersectada por el sondeo SR-1 se encontraba entre 4'5 y 5'1 metros de profundidad. Es decir que la galería o canalización parece tener un diámetro cercano a 0'5 metros o en todo caso inferior a un metro. Si se nos hubiese comunicado este dato con anterioridad a la ejecución de las medidas el Jefe de Equipo hubiese variado la configuración de los electrodos, disminuyendo el espaciado entre ellos hasta un máximo de 1 metro : **el espaciado entre electrodos debe ser siempre igual o inferior al tamaño mínimo de anomalía o elemento que se pretende caracterizar**. Por desgracia haciendo las medidas con electrodos separados 4 metros entre ellos no es posible detectar una galería de menos de 1 metro de diámetro.

De todas maneras las medidas geofísicas se realizaron sin ninguna incidencia digna de consideración que afectase a la calidad de las mismas, obteniendo datos de buena calidad, que sin duda contribuyen a la fiabilidad de los resultados deducidos de su interpretación.

3.2. Instrumentación empleada

Para la ejecución de las medidas de la resistividad aparente del terreno hemos utilizado un resistivímetro automático **Super Sting-R8** (s/n 0609219) de la marca **AGI**, con **caja de conexión** para el control simultáneo de hasta 112 electrodos distribuidos en 8 cables especiales de 14 electrodos por cable, alimentado por una unidad "Main & Boost" de 110-240 V, utilizada conjuntamente con un motor generador.

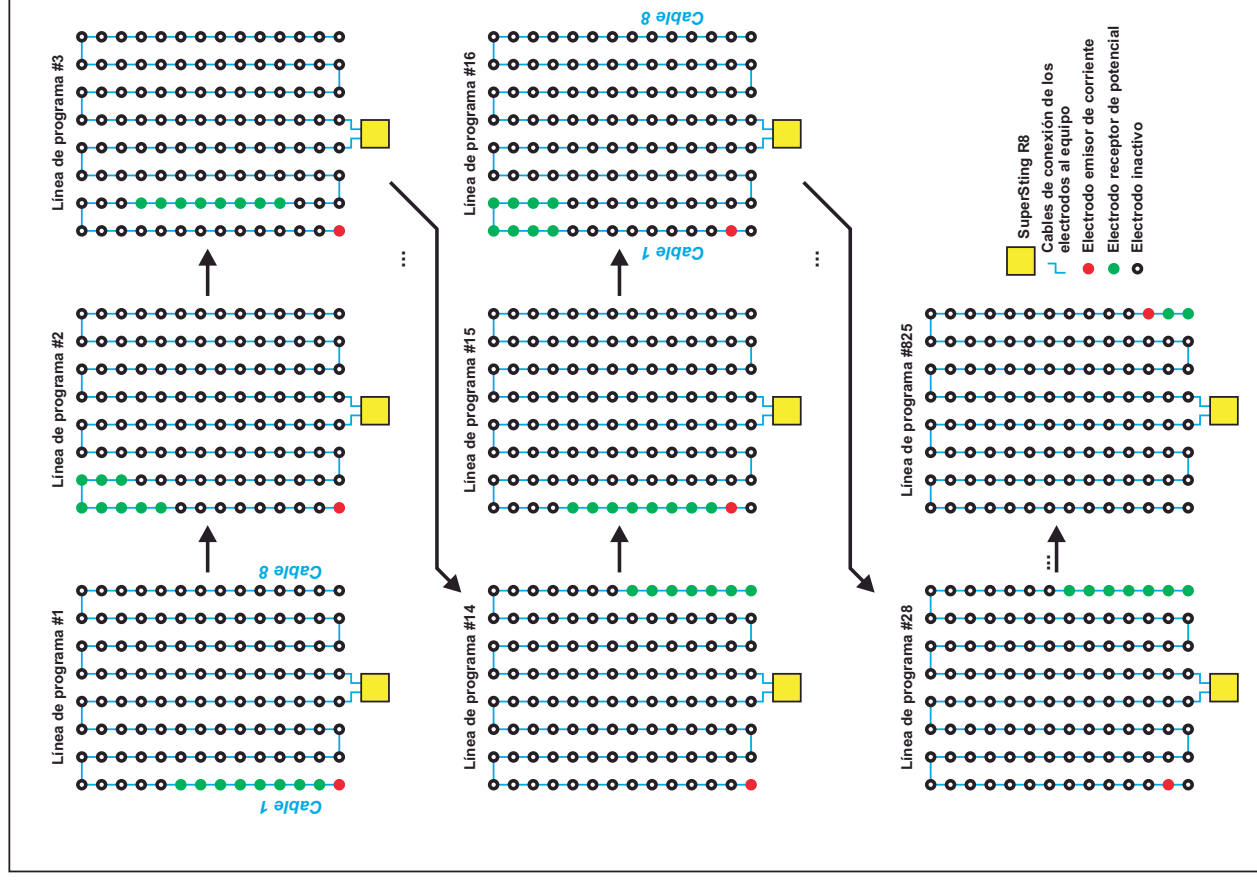
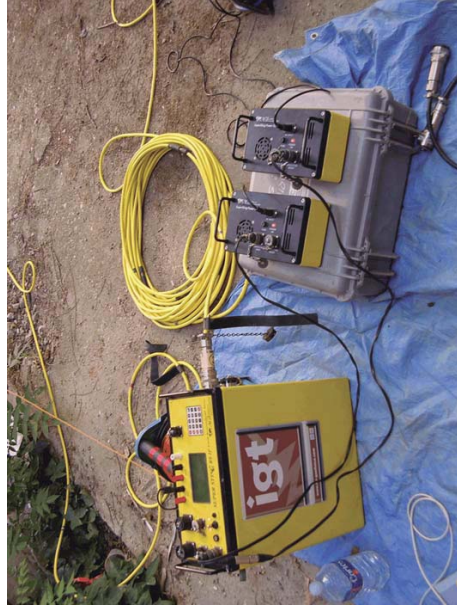


Figura 2.- Algunas secuencias de medidas realizadas en estudios de Tomografía Eléctrica 3D.



Instrumentación empleada para las medidas de Tomografía eléctrica en la modalidad 3D

3.3. Control de Calidad

En nuestro interés por proporcionar a nuestros clientes datos y resultados de la mayor calidad posible, IGT realiza de manera sistemática repeticiones de las medidas en diversos puntos de cada campaña de acuerdo con lo establecido en las correspondientes **Instrucciones Técnicas** de nuestro sistema de **Control de Calidad** para cada método.

En consecuencia, hemos elaborado una serie de normas y buenas prácticas que deben seguirse por nuestros equipos para garantizar la fiabilidad de los resultados de las mediciones. De este modo pretendemos disponer de los datos necesarios para evaluar y para demostrar la calidad de las medidas realizadas y su repetibilidad, así como el correcto funcionamiento de nuestros instrumentos geofísicos.

En este caso y con el fin de controlar la calidad de los datos de campo, hemos seguido los procedimientos descritos en nuestra Instrucción Técnica **IT-01** "Métodos geoelectricos", comprobando la repetibilidad de las medidas y el correcto funcionamiento del equipo utilizado en este estudio. Por tratarse de un solo bloque de electrodos, la repetición de las medidas se ha

hecho únicamente para diversas posiciones de los electrodos de emisión-recepción. Se trata de un control puntual realizado en campo cuando el volumen de datos es relativamente reducido.

3.4. Análisis y procesamiento de los datos

Básicamente, el procedimiento seguido para obtener la distribución 3D de los valores de la resistividad del subsuelo en cada el bloque estudiado a partir de los valores de la resistividad aparente medidos sobre el terreno, ha sido un proceso de modelización e inversión realizado de forma semiautomática mediante software específico para el procesamiento de medidas de resistividad.

La representatividad y precisión de los modelos 3D con la distribución de la resistividad obtenidos en el proceso anterior, se evalúa en función del grado de coincidencia entre los datos de campo y los valores teóricos de la resistividad aparente correspondientes a tal modelo para un dispositivo de medida idéntico al utilizado en cada caso.

Representamos gráficamente la correlación entre ambas series de datos para las medidas de este estudio en la **Figura 3** cuyo significado es fácil de comprender. El alto grado de ajuste entre las medidas de campo y la respuesta teórica del modelo demuestran que los resultados de la inversión de las medidas son muy próximos a la realidad geoelectrica de la zona estudiada.

Además de la nube principal de puntos que representa la gran mayoría de los datos "válidos", existen algunos datos "dispersos" que representan el efecto de las medidas de menor calidad afectadas por malas condiciones de contacto de algunos electrodos con el terreno o por heterogeneidades locales en la proximidad de los mismos. Generalmente se trata de efectos superficiales con mínima influencia en los resultados. También representamos la evolución de la convergencia durante el proceso de inversión de los datos en función del número de iteraciones llevadas a cabo.

El resultado de este proceso se puede presentar de diversas formas, entre las que para este informe hemos seleccionado el formato de bloque 3D "opaco" que únicamente permite visualizar tres caras del cuerpo prismático configurado por los valores de resistividad de cada una de las celdillas del subsuelo, determinados mediante la inversión de los datos de campo. Incluimos dos bloques en los **Planos 2 y 3**.

4. RESULTADOS DEL ESTUDIO

4.1. Criterios interpretativos de las secciones y bloques de resistividad

Para la valoración más objetiva de las secciones de resistividad obtenidas mediante Tomografía Eléctrica ha de tenerse en cuenta que, como en cualquier método geofísico, se trata de resultados de carácter indirecto que son el producto del adecuado procesamiento de medidas de parámetros físicos del subsuelo, realizada desde la superficie para convertir tales datos en documentos con sentido geológico.

Así pues las secciones y los bloques 3D conformados por los valores de la resistividad constituyen en esencia documentos que muestran exclusivamente la distribución de la resistividad eléctrica del subsuelo.

En cada contexto la referida distribución de resistividad puede tener una o varias interpretaciones posibles en términos geológicos. Acoltar cuál de estas interpretaciones es la más correcta requiere apoyarse en otros datos ajenos al estudio geofísico propiamente dicho como son por ejemplo la cartografía geológica y también los datos obtenidos mediante catas o sondeos.

Para la interpretación más correcta de los resultados de este tipo de reconocimientos es conveniente tener presente cuáles son y cómo intervienen los diversos factores de los que dependen los valores de este parámetro característico del terreno. Básicamente son los siguientes:

- Naturaleza litológica y especialmente contenido en componentes arcillosos del terreno según una relación inversa. De modo general, cuanto mayor sea el contenido en arcillas, menor es la resistividad eléctrica del subsuelo. En nuestro caso éste será el factor determinante de las variaciones de la resistividad. La presencia de huecos o de canalizaciones vacías producirá anomalías locales de muy alta resistividad.
- Porosidad y saturación en agua. También esta relación es de tipo inverso: A mayor contenido de agua más bajos son los valores de la resistividad eléctrica del terreno.
- Salinidad y temperatura del agua. Especialmente, el efecto de la salinidad del agua es

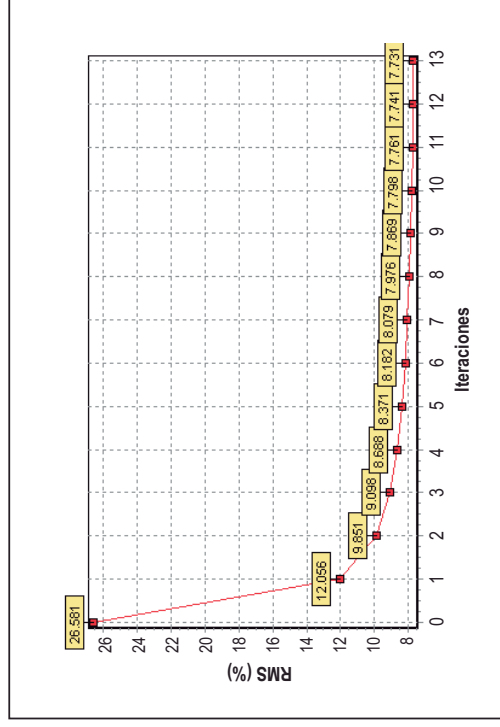
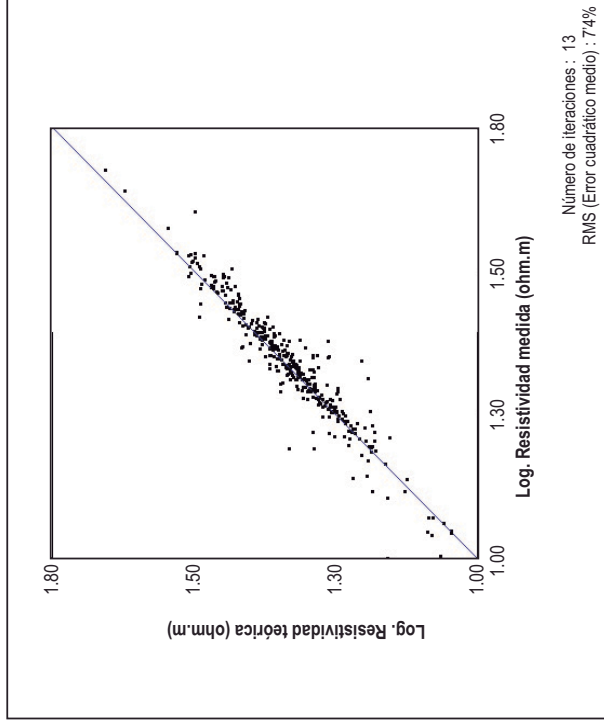


Figura 3.- Diagramas de correlación del proceso de inversión de los datos.



muy acusado en la resistividad. Sin embargo es previsible que en nuestro caso este factor sea irrelevante, ya que no cabe esperar que existan variaciones de salinidad en el pequeño volumen del terreno involucrado en las medidas de este estudio.

4.2. Interpretación de las secciones y bloques 3D de resistividad. Conclusiones.

Como hemos apuntado en el capítulo anterior no es posible detectar una galería de menos de 1 metro de diámetro si los electrodos se emplazan espaciados 4 metros. En el bloque de resistividad obtenido no se observa ninguna anomalía que, por su morfología y profundidad, pudiera corresponder a la canalización buscada, puesto que las características del dispositivo de medida no han permitido obtener la resolución suficiente para resolver los objetivos planteados.

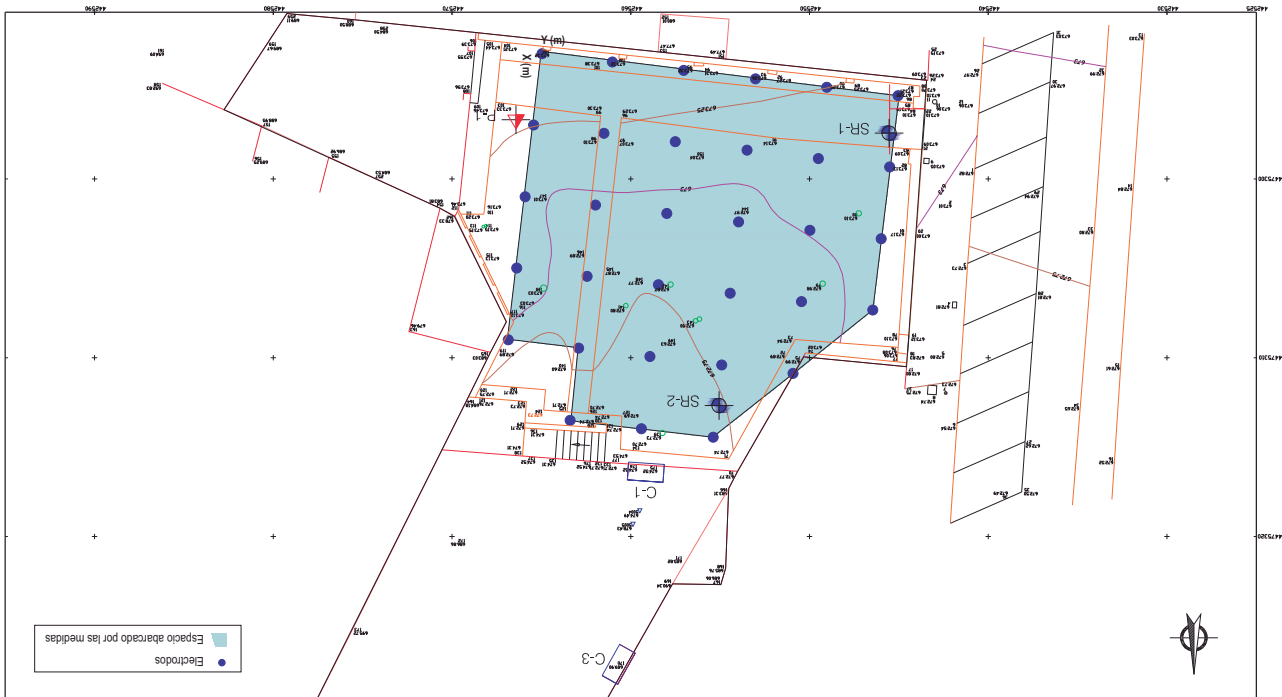
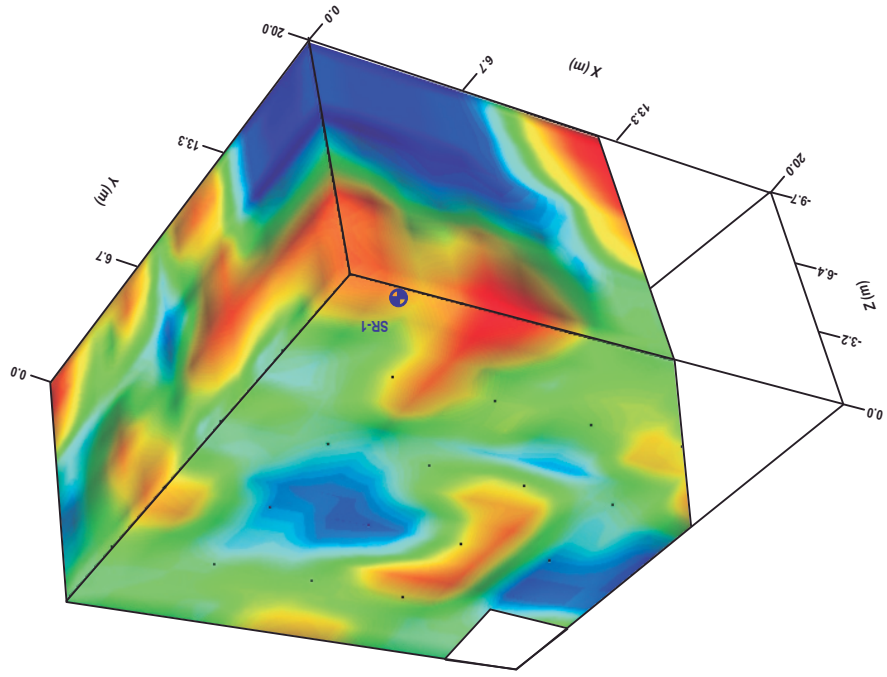
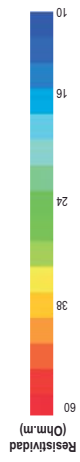
En el caso de haber dispuesto de más información en el momento de planificar de los trabajos de campo y la configuración del dispositivo de medida los resultados hubiesen sido satisfactorios y muy probablemente positivos.

San Sebastián de los Reyes, Agosto 2.009
International Geophysical Technology, S.L.

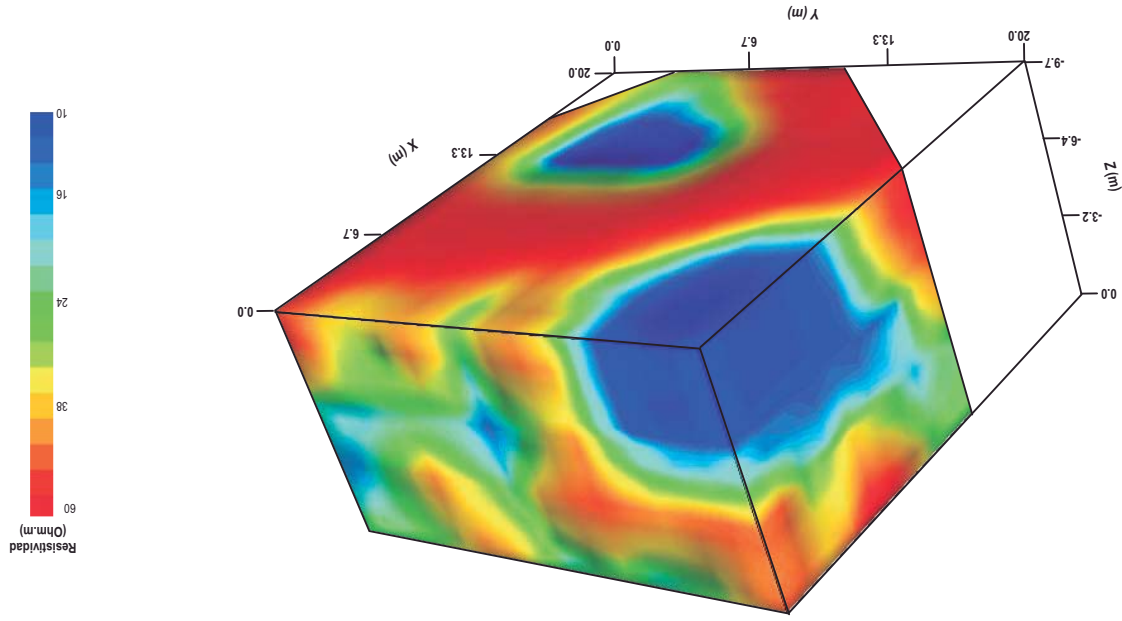
Fdo.: Teresa Granda París
Ingeniero de Minas



P L A N O S



A2. RECONOCIMIENTO GEOFÍSICO MEDIANTE TOMOGRAFÍA 3D DE ZONA CON ANOMALÍAS, CON MAYOR RESOLUCIÓN.



ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EDIFICIO EN ACLE GOYA 52, (MADRID)
Reconocimiento geofísico mediante Tomografía Eléctrica 3D

RESULTADOS DE LAS MEDIDAS
BLOQUE DE RESISTIVIDAD (VISTA INFERIOR)

Escala
Sin escala
Original en DIN A3

Realización
194

Fecha
Agosto-2008

Página
3



INDICE

1.	Justificación de las medidas	1
2.	Descripción del trabajo realizado	2
2.1.	Medidas sobre el terreno	2
2.2.	Control de Calidad	2
2.3.	Análisis y procesado de los datos	3
3.	Resultados del estudio	6

FIGURAS

1. Diagrama de correlación del proceso de inversión de los datos.

PLANOS

1. Localización del bloque medido
2. Resultados de las medidas. Bloque de resistividad (vista desde la superficie)
3. Resultados de las medidas. Bloque de resistividad (vista inferior)

Estudio Geotécnico para Edificio en Calle Goya 52 (Madrid)

Nota Complementaria al informe del Reconocimiento geofísico mediante
Tomografía eléctrica 3D

Septiembre 2.009



1. JUSTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS

Este estudio forma parte de los trabajos de reconocimiento geotécnico del terreno que se están llevando a cabo en el emplazamiento escogido para la construcción de un nuevo Centro de Salud, en la **Calle Goya número 52**, en Madrid.

Las medidas de Tomografía Eléctrica en modalidad 3D que se describen en este informe constituyen la segunda fase de un reconocimiento geofísico realizado en el mes de Agosto. La primera fase de los trabajos se llevó a cabo empleando un dispositivo de electrodos no adecuado para resolver el objetivo planteado por **GEOPAYMA**. Dicho objetivo era confirmar la hipótesis de la existencia de una galería o canalización aparentemente intersectada por el sondeo SR-1 y determinar su posición en planta.

Al igual que en la primera fase del estudio las medidas fueron realizadas por **International Geophysical Technology, S.L. (IGT)**, empresa especializada en el estudio del subsuelo por métodos geofísicos, como empresa colaboradora de **GEOPAYMA** en este proyecto. De nuevo se ha utilizado el método de la **Tomografía eléctrica** en su modalidad **3D** por ser el que proporciona la información más detallada para el estudio y caracterización de accidentes locales del terreno, tal como huecos o cavidades.

Para esta segunda fase de medidas se redujo el espaciado entre los electrodos del dispositivo, teniendo en cuenta la información proporcionada por nuestro cliente acerca del tamaño estimado de la posible galería o canalización. El diámetro estimado de acuerdo con los resultados del sondeo SR-1 era de 0'5 a 1 metro. La separación entre los electrodos se estableció por lo tanto en 1 metro, cuando en la primera serie de medidas ese valor fue 4 metros (totalmente inadecuado a los objetivos planteados).

Presentamos en este documento los resultados obtenidos en estas medidas, pero no incluimos ninguna descripción de la metodología de trabajo seguida, puesto que ya se detalló en el informe de la primera fase. El equipo de trabajo que ha participado en el desarrollo de este trabajo es el mismo que participó en las primeras medidas.



2. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

2.1. Medidas sobre el terreno

Las medidas de resistividad se hicieron únicamente en una zona concreta del patio del edificio, coincidente con la dirección estimada como más probable para la posible galería. Se distribuyeron en total **112 electrodos** en malla regular de 1 x 1 m, cubriendo la zona indicada en el **Plano nº 1**, que nos fue proporcionado por nuestro cliente.

Los electrodos se han distribuido en un único bloque, tal como el personal de **GEOPAYMA** indicó a nuestro equipo. Con este conjunto de electrodos se hicieron las medidas, utilizando un dispositivo **dipolo-dipolo** múltiple.

De nuevo las medidas geofísicas se realizaron sin ninguna incidencia digna de consideración que afectase a la calidad de las mismas, obteniendo datos de buena calidad, que sin duda contribuyen a la fiabilidad de los resultados deducidos de su interpretación.

La instrumentación empleada para la ejecución de las medidas de la resistividad aparente del terreno fue la misma que en la primera fase : un resistivímetro automático **Super Sting-R8** (s/n 0609219) de la marca **AGI**, con **caja de conexión** para el control simultáneo de hasta 112 electrodos distribuidos en 8 cables especiales de 14 electrodos por cable, alimentado por una unidad "Main & Boost" de 110-240 V, utilizada conjuntamente con un motor generador.

2.2. Control de Calidad

En nuestro interés por proporcionar a nuestros clientes datos y resultados de la mayor calidad posible, IGT realiza de manera sistemática repeticiones de las medidas en diversos puntos de cada campaña de acuerdo con lo establecido en las correspondientes **Instrucciones Técnicas** de nuestro sistema de **Control de Calidad** para cada método.

En consecuencia, hemos elaborado una serie de normas y buenas prácticas que deben seguirse por nuestros equipos para garantizar la fiabilidad de los resultados de las mediciones. De este modo pretendemos disponer de los datos necesarios para evaluar y para demostrar la calidad de las medidas realizadas y su repetibilidad, así como el correcto funcionamiento de nuestros instrumentos geofísicos.

En este caso y con el fin de controlar la calidad de los datos de campo, hemos seguido los procedimientos descritos en nuestra Instrucción Técnica IT-01 "Métodos geoelectricos", comprobando la repetibilidad de las medidas y el correcto funcionamiento del equipo utilizado en este estudio. Por tratarse de un solo bloque de electrodos, la repetición de las medidas se ha hecho únicamente para diversas posiciones de los electrodos de emisión-recepción. Se trata de un control puntual realizado en campo cuando el volumen de datos es relativamente reducido.

3.3. Análisis y procesamiento de los datos

Al igual que en el caso de la primera fase de las medidas, para llegar a los resultados finales se ha llevado a cabo un proceso de modelización e inversión realizado de forma semiautomática mediante software específico para el procesamiento de medidas de resistividad.

La representatividad y precisión de los modelos 3D con la distribución de la resistividad obtenidos en el proceso anterior, se evalúa en función del grado de coincidencia entre los datos de campo y los valores teóricos de la resistividad aparente correspondientes a tal modelo para un dispositivo de medida idéntico al utilizado en cada caso. La correlación entre ambas series de datos para las medidas de este estudio se muestra en la **Figura 1** cuyo significado es fácil de comprender. El alto grado de ajuste entre las medidas de campo y la respuesta teórica del modelo demuestran que los resultados de la inversión de las medidas son muy próximos a la realidad geoelectrica de la zona estudiada.

Además de la nube principal de puntos que representa la gran mayoría de los datos "válidos", existen algunos datos "dispersos" que representan el efecto de las medidas de menor calidad afectadas por malas condiciones de contacto de algunos electrodos con el terreno o por heterogeneidades locales en la proximidad de los mismos. Generalmente se trata de efectos superficiales con mínima influencia en los resultados. También representamos la evolución de la convergencia durante el proceso de inversión de los datos en función del número de iteraciones llevadas a cabo.

El resultado de este proceso se puede presentar de diversas formas, entre las que para este informe hemos seleccionado el formato de bloque 3D "opaco" y que únicamente permite visualizar tres caras del cuerpo prismático configurado por los valores de resistividad de cada una de las celdillas del subsuelo, determinados mediante la inversión de los datos de campo. Incluimos un bloque en el **Plano 2**.

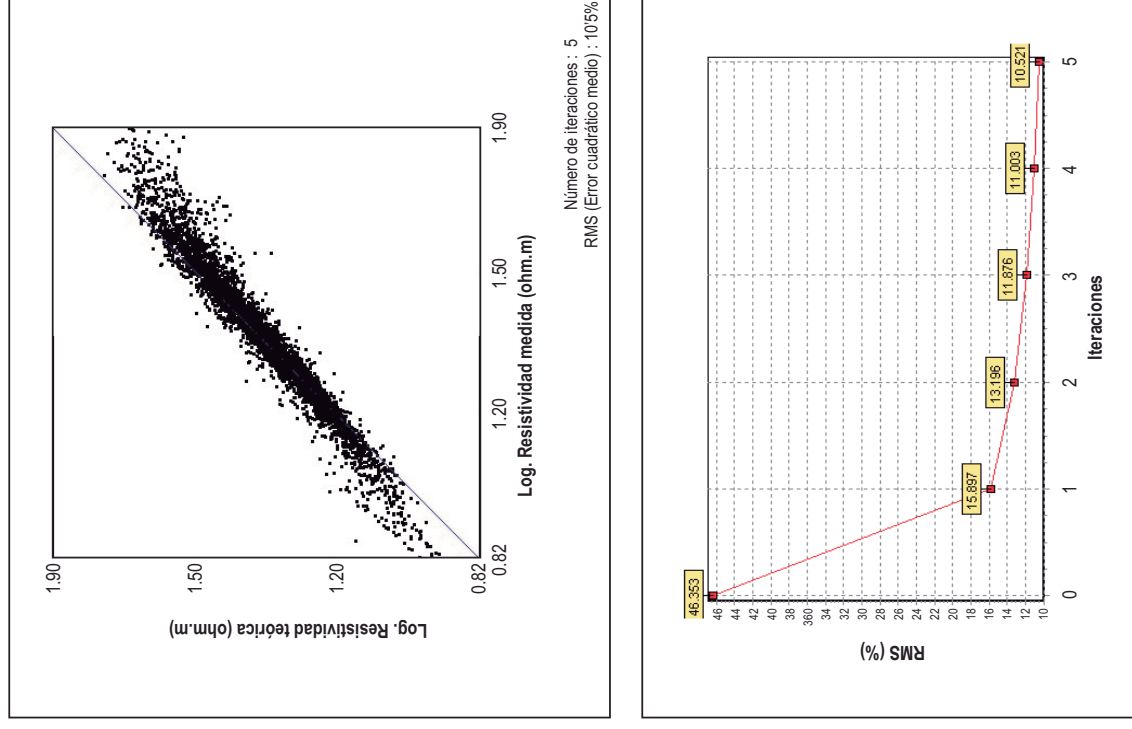


Figura 1.- Diagramas de correlación del proceso de inversión de los datos.

Puesto que uno de los objetivos de mayor interés de este estudio es la identificación de una posible galería o hueco (re lleno de agua o no, desconocemos su posible estado), presentamos en los **Planos 3 y 4** en forma de bloque 3D únicamente las zonas cuya resistividad es superior a 50 Ohm.m e inferior a 15 Ohm.m. El primer caso correspondería a una posible galería sin presencia de agua en su interior, mientras que el segundo podría ser el caso de una galería llena de agua. Hemos preparado ambas representaciones porque en el caso de galerías o huecos es igual de probable que se den ambas circunstancias. Si están llenas de agua su resistividad será muy baja (de manera absoluta y también comparada con la del entorno). Si por el contrario están vacías su resistividad será altísima (teóricamente sería infinita, como la del aire).

3. RESULTADOS DEL ESTUDIO Y CONCLUSIONES

Los bloques de resistividad obtenidos contienen toda la información que las medidas de Tomografía Eléctrica permiten obtener. Del análisis de los resultados se pueden sacar las siguientes conclusiones :

- Las zonas de resistividad superior a 50 Ohm.m se concentran en el entorno del sondeo SR-1, pero sin embargo no a 4'5 metros de profundidad ni justo debajo del sondeo. Ninguna de ellas corresponde al tramo hueco interceptado por el sondeo. De todos modos los valores de resistividad, que no superan los 60 Ohm.m, no corresponden a los que caracterizarían un hueco, que serían mucho más elevados. En nuestra opinión esos valores muestran únicamente un menor contenido en finos en los materiales del subsuelo en esas zonas, o tal vez una mayor presencia de rellenos de origen antrópico (teniendo en cuenta la ubicación del edificio y las características del patio en el que se han hecho las medidas es posible que haya restos de ladrillos, escombros u otros materiales de obra).
- Las zonas de resistividad inferior a 15 Ohm.m (que podrían corresponder a una galería llena de agua) no se encuentran a 4'5 metros de profundidad bajo el sondeo SR-1, sino por encima de éste. Consideramos que no son indicios de huecos o galería, sino que más bien definen una zona más arcillosa o con mayor contenido en finos, de forma lenticular.

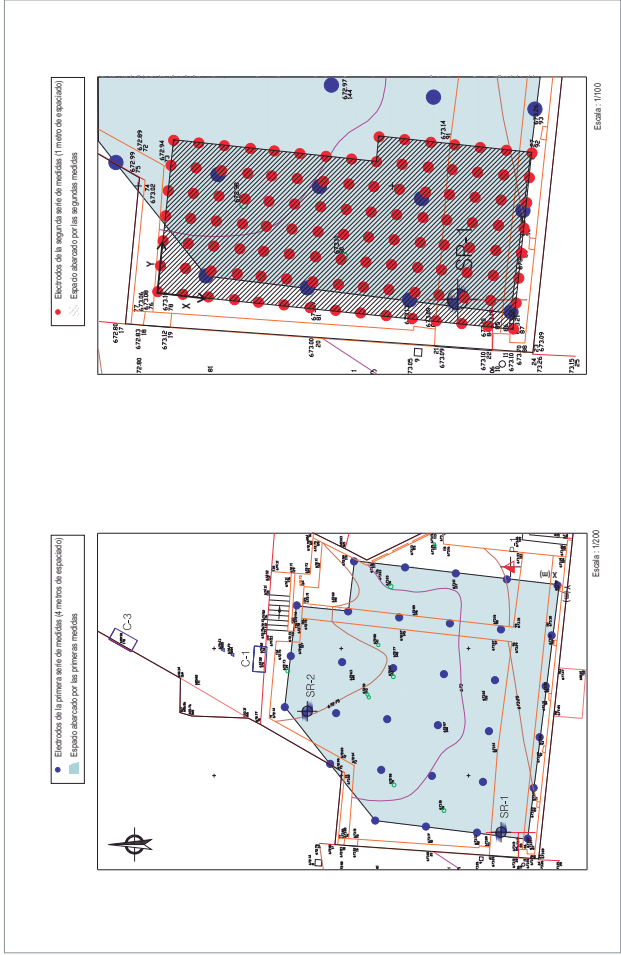
San Sebastián de los Reyes, Septiembre 2.009
International Geophysical Technology, S.L.

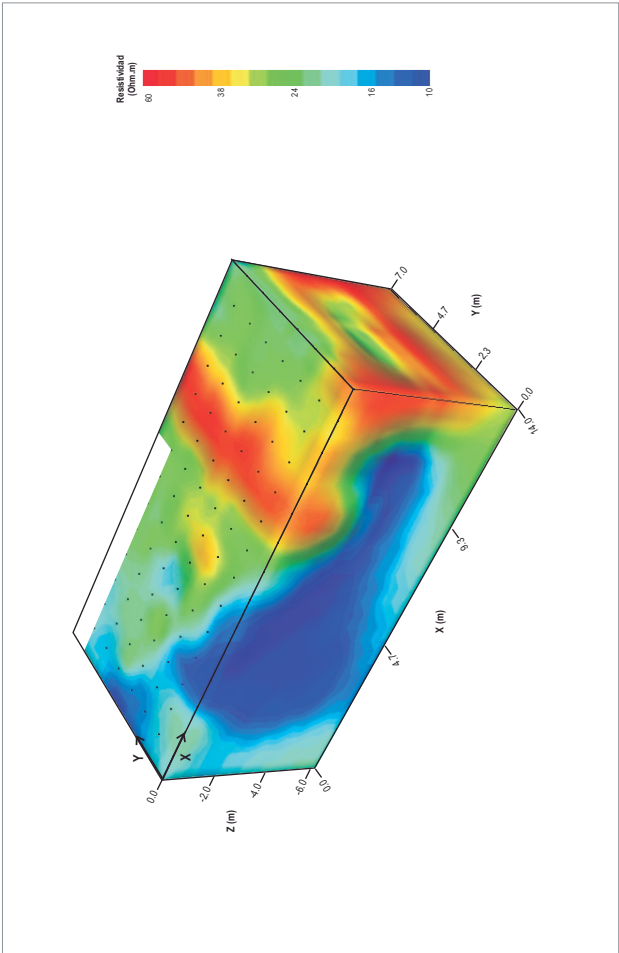
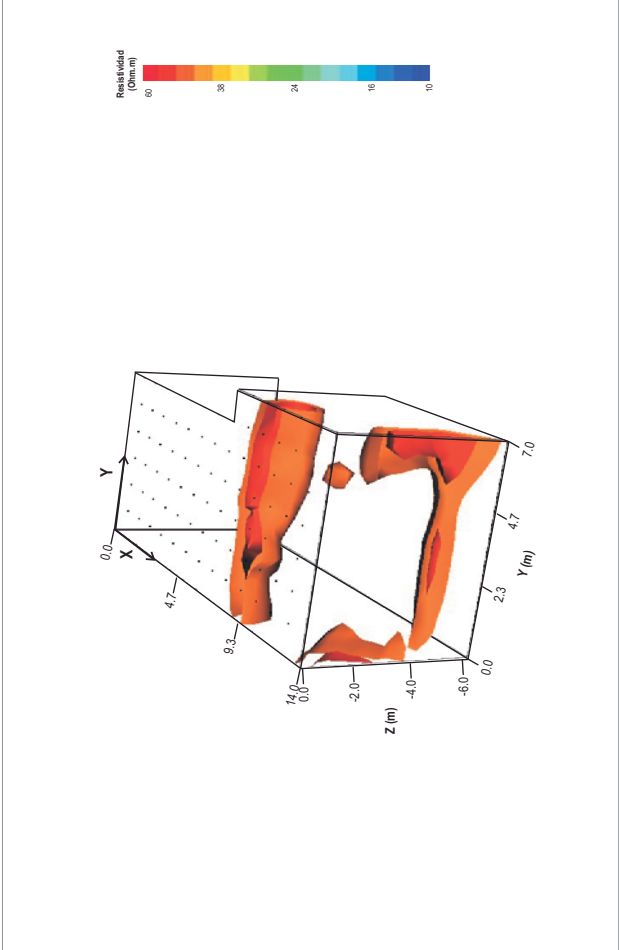


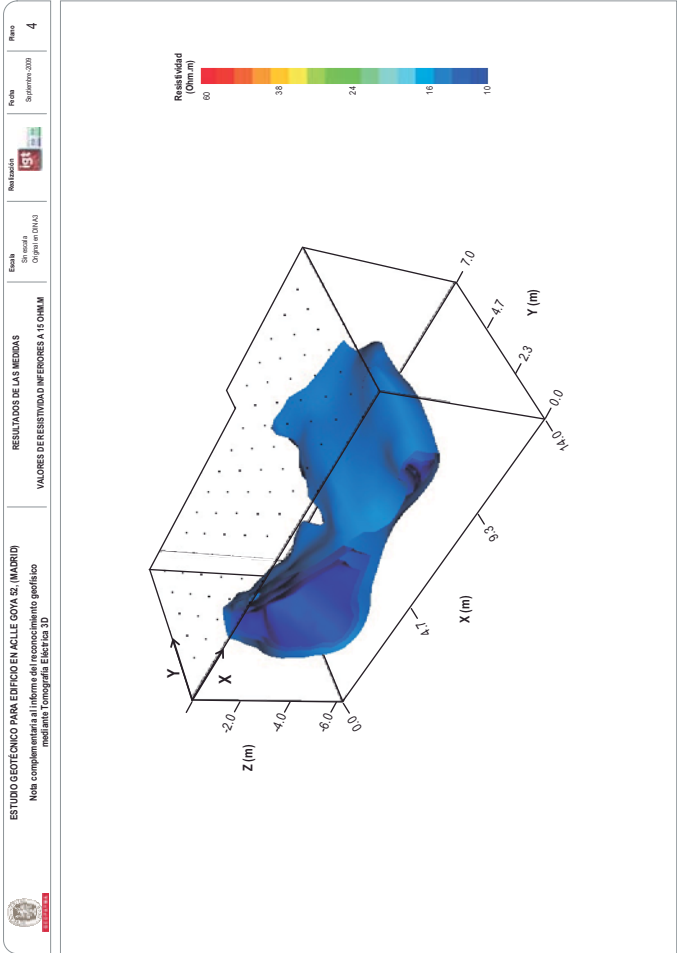
Fdo. : Teresa Granda París
Ingeniero de Minas



PLANOS







A3. PLANO DE PLANTA DE ZONA A MICROPILOTAR

