

ANEJO Nº 2

ESTUDIO GEOTÉCNICO

**RECONOCIMIENTO GEOTÉCNICO PARA PROYECTO DE
URBANIZACIÓN DE LA CALLE MONASTERIO DE SAMOS ENTRE
LA CALLE CESÁREO ALIERTA Y CALLE MATADERO**

PETICIONARIO: EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

INFORME: ZS-3480

FECHA: 3 de Octubre de 1997

Control de Calidad



SUMARIO

1. ANTECEDENTES
2. GEOLOGÍA DE LA ZONA A ESTUDIO
3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO BORRO'S
 - 3.1. DEFINICIÓN
 - 3.2. REALIZACIÓN DEL ENSAYO
 - 3.3. CÁLCULO DE RESULTADOS
 - 3.4. RESULTADOS OBTENIDOS
4. CALICATAS MECÁNICAS
5. CONCLUSIONES

ANEXOS

- I. Croquis de situación
- II. Gráficos de penetración
- III. Perfiles litológicos
- IV. Fotografías



1. ANTECEDENTES

La Unidad de Proyectos del Departamento de Infraestructuras del Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza, y dentro del contrato para trabajos de consultoría y asistencia relativos a "Estudios geotécnicos de los terrenos incluidos en los proyectos geotécnicos de los terrenos incluidos en los proyectos redactados por el Servicio de Nuevas Infraestructuras", solicita a Proyex la realización de un reconocimiento geotécnico para el proyecto de urbanización de la calle Monasterio de Samos, entre la calle Cesáreo Alierta y calle Matadero.

En este tramo de calle, que incluye zonas de nueva apertura, se han realizado ensayos de penetración dinámica borro's y se han abierto calicatas mecánicas para caracterizar geotécnicamente los terrenos afectados.

En el plano de situación de los anexos se recoge la ubicación de la calle en proyecto, así como de los ensayos realizados.



2. GEOLOGÍA DE LA ZONA A ESTUDIO

La ciudad de Zaragoza se sitúa en el centro de la Depresión Terciaria del Ebro, y en la confluencia de los ríos Gállego y Huerva con el Ebro.

La Depresión Terciaria del Ebro está constituida geológicamente por una potente serie sedimentaria, que en la ciudad de Zaragoza alcanza un espesor próximo a los 1000 m. En esta zona el relleno terciario es exclusivamente de naturaleza yesífera y margosa, incluyéndose en la denominada Formación Yesos de Zaragoza (QUIRANTES, 1969), de edad Mioceno.

Esta formación se compone de margas arcillosas grises alternando con yesos en bancos de espesor muy variable, y con presencia de otras sales más solubles (halita, glauberita, etc) que se explotan en Remolinos y Torres de Berrellén.

Este dispositivo geológico está retocado por la dinámica fluvial del río Ebro y sus afluentes (Gállego y Huerva), que ha determinado la topografía actual, y la acumulación de depósitos granulares (terrazas) en sucesivos escalones o ciclos. Las terrazas del Ebro presentan una notable disimetría entre la margen derecha (donde existe un importante desarrollo) y la margen izquierda (donde están pobremente desarrolladas en general).

Se reconocen hasta 8 niveles de terraza (SORIANO, 1990) en el sector central de la cuenca, estando la más alta a 200-220 m por encima de la cota actual del río Ebro, si bien en el entorno de Zaragoza capital, las terrazas más altas corresponden a la T5.

Estas terrazas están compuestas por elementos granulares de diámetro elevado (gravas), de naturaleza predominantemente silíceo (70-80%) frente a la carbonatada (20-30%), con lentejones de granulometría más fina (arenas, limos y raramente arcillas) de escaso espesor y extensión lateral.

Geología local

La zona de calle Monasterio de Samos, de acuerdo con el Mapa Geotécnico y de Riesgos Geológicos de la Ciudad de Zaragoza (IGME, 1987), se sitúa sobre los niveles de terraza media del río Ebro, caracterizados por la presencia de depósitos granulares (gravas y arenas) densas y en ocasiones cementadas por carbonatos (mallacán).

El nivel freático en esta zona se sitúa a una profundidad del orden de 15 metros, lo que supone una interferencia nula con las obras planteadas en proyecto.

Por otro lado, se trata de una zona en la que los rellenos antrópicos deben ser relativamente poco importantes.



De acuerdo con la publicación mencionada, de donde se ha sacado el plano geológico de la página siguiente, los parámetros geotécnicos que pueden asignarse a los materiales son:

- Ángulo de rozamiento interno $> 35^\circ$
- Módulo de deformación $> 800 \text{ kp/cm}^2$
- Excavación vertical estable a corto plazo en alturas de hasta 4-5 metros.
- Agresividad baja al hormigón.



ACREDITACIONES: Empresa colaboradora Grupo 3 para control de vertidos. Laboratorio de Ensayo de Ventanas acreditado por ENAC con el número 93/LE 232/96. Acreditado por la Diputación General de Aragón por Resoluciones de 01.08.91 y 27.01.92, e inscrito en el Registro General de Laboratorios de Ensayos del Ministerio de Fomento con los números 04003HA91, 04004AP91, 04005AS91, 04006SE91, 04007SV91 (B.O.E. 21.09.91) y 04008ST92 (B.O.E. 30.03.92).

MIL MBRO DE: ASTM (American Society for Testing Materials). ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

Plano geológico-geotécnico de la Ciudad de Zaragoza. El recuadro marca la zona de actuación del proyecto



3. ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO BORRO'S

3.1. Definición

El ensayo continuo de penetración dinámica consiste en clavar en el terreno, una puntaza maciza de hierro, situada en el extremo de una varilla.

La hincia se consigue golpeando el conjunto en su parte superior con una maza en caída libre.

Este varillaje tiene un diámetro inferior al de la puntaza para evitar, en lo posible, el rozamiento del mismo con el suelo.

En este ensayo la puntaza es cuadrada, de base prismática, con un área de 16 cm², una altura de 20 cm y terminada en una pirámide de altura 4 cm y ángulo de 45° en el vértice. El varillaje tiene un diámetro de 32 mm y la maza tiene un peso de 65 Kg. y se deja caer desde una altura de 50 cm.

La resistencia del terreno, a la penetración dinámica, se expresa por el número de golpes necesarios para clavar la varilla una longitud de 20 cm. Dicho número de golpes se designará, en lo sucesivo, por n20.



3.2. Realización del ensayo

Introducida la primera varilla en la meseta de guía, se comienza por fijar la puntaza a su extremo por debajo de la misma y se procede a situar la meseta en su posición definitiva. Como la puntaza sobresale por su parte inferior, al poner la meseta horizontal, se clava en parte en el terreno. Dado que esta magnitud que se introduce normalmente es del orden de 20 cm, no se consideran los golpes correspondientes a esta primera división.

Cuando se necesite hacer alguna pequeña excavación en el terreno para la introducción de la puntaza al comienzo del ensayo (por ejemplo perforar un firme), se descenderá 20 cm o un múltiplo de esta cantidad, con objeto de poder comenzar el ensayo a una cota determinada (20 cm, 40 cm, etc).

Se continúa el ensayo mediante los golpes necesarios para introducir cada una de las divisiones de 20 cm de las varillas.

La velocidad de golpeo de la maza se debe estimar a razón de 30 golpes por minuto.

Se dará por finalizado el ensayo cuando dadas 2 andanadas, de 100 golpes cada una, la penetración sea igual o inferior a 5 cm (en cada una de ellas aisladamente).

Siempre que la penetración sea inferior a 20 cm, el número de golpes que se considerará será el proporcional correspondiente.



3.3. Cálculo de resultados

En base a los resultados del ensayo de penetración Borro's, se puede estimar la resistencia dinámica del terreno utilizando la fórmula holandesa de hincas:

$$Q_d = \frac{P_m^2 \times H}{(P_m + P_p) A 20/n20} \quad \text{donde:}$$

Q_d = Resistencia dinámica unitaria en kg/cm^2 .

P_m = Peso de la maza (65 kg.)

H = Altura de caída libre (50 cm).

P_p = Peso de la puntaza y cabeza de golpeo (1,5 kg) + varillas (8,84 kg/m).

A = Sección de la puntaza (16 cm^2).

$20/n20$ = Penetración por golpe (cm).

A partir del valor de la resistencia dinámica Q_d se puede estimar la resistencia estática unitaria R_p (véase Buisson y otros).

Los coeficientes de transformación dependen fundamentalmente de la naturaleza de terreno y de su estado en el momento de realizar el ensayo.

La carga admisible del terreno puede estimarse a partir de la resistencia estática unitaria R_p según diversas correlaciones (véase Sanglerat, Meyerhof y otros).



3.4. Resultados obtenidos

Aplicando el número de golpes obtenidos en los ensayos utilizando la fórmula anterior, se puede elaborar la siguiente tabla de resistencias dinámicas, en función de la profundidad.

Ensayo nº	Prof. mts.	Nº de golpes		Resistencia dinámica en punta kg/cm ²	
		Min	Max	Min	Max
1	0,0-0,4	12	15	-	-
1	0,6-1,0	6	10	50	80
1	1,2-1,6	57	200	430	> 500
2	0,0-0,4	10	10	-	-
2	0,6-1,0	4	7	30	55
2	1,2-2,0	37	200	290	> 500
3	0,0-0,4	16	18	-	-
3	0,6-1,0	7	11	60	95
3	1,2-1,6	47	200	365	> 500
4	0,0-0,4	15	16	-	-
4	0,6-1,4	4	11	30	80
4	1,6-2,0	34	200	260	> 500

Advertimos que estos datos son orientativos por la propia naturaleza del ensayo y válidos, solamente, para el caso de terrenos homogéneos de grano fino y baja plasticidad.

NOTA.- Rzo (Rechazo) significa, imposibilidad a continuar la penetración, por presentar el terreno una elevada resistencia.

Como puede apreciarse, el perfil resistente obtenido es muy homogéneo en todos los ensayos:

- Nivel superior compactado, de 40 cm de espesor, con golpes entre 10 y 20.
- Nivel intermedio, flojo que se extiende hasta 1,0-1,4 metros, con golpes entre 5 y 10.
- Nivel inferior, denso, con golpes elevados y responsable del rechazo el cual se produce a 1,6-2,0 metros.



4. CALICATAS MECÁNICAS

Se han abierto dos calicatas con retroexcavadora, que se consideran suficientemente significativas de las condiciones litológicas de la zona.

Calicata nº 1

- Entre 0,0 y 0,8 metros. Relleno antrópico con ladrillos, tejas, arcillas y limos de color marrón-oscuro.
- Entre 0,8 y 3,3 metros. Gravas y arenas con bolos, bien redondeados, y con una incipiente cementación por carbonatos. A partir de 2,50 metros el tamaño de los cantos es menor y también el grado de cementación.

Calicata nº 2

- Entre 0,0 y 0,2 metros. Relleno de escombros.
- Entre 0,2 y 0,9 metros. Arcillas de color rojizo con cantos de grava.
- Entre 0,9 y 2,6 metros. Gravas y arenas con algún bolo disperso, bien redondeadas, y con cementación por carbonatos.
- Entre 2,6 y 3,5 metros. Gravas y arenas con algún bolo disperso, y sin cementación por carbonatos.

Como puede observarse, en ambas calicatas el perfil es bastante homogéneo y compuesto por los siguientes niveles:

- Entre 0,0 y 0,9 metros. Rellenos y suelos limo-arcillosos.
- Entre 0,9 y 2,5 metros. Gravas y bolos con cementación por carbonatos.
- Entre 2,5 y 3,5 metros. Gravas y bolos sin cementación por carbonatos.
- Además no se ha detectado agua ni una humedad elevada en ninguno de los niveles atravesados.



5. CONCLUSIONES

Se ha realizado un reconocimiento geotécnico para el proyecto de urbanización de la calle Monasterio de Samos, entre calle Matadero y avenida Cesáreo Alierta. Dicho reconocimiento, realizado en base a calicatas y ensayos de penetración dinámica tipo borro's, nos permite establecer las siguientes consideraciones:

- El terreno se presenta homogéneo en todos los casos, con un nivel superior de rellenos de espesor inferior a 1,0 m y un nivel de terreno natural granular (gravas y bolos) ligeramente cementado hasta una profundidad de 2,5 metros y exento de carbonatos por debajo.
- Las gravas que aparecen en las calicatas se presentan densas y han dado rechazo a la penetración.
- Las paredes de las calicatas se han mantenido estables y verticales para una altura de 3,5 metros.
- No se ha detectado agua o humedad relevante en el terreno, pudiéndose estimar que el nivel freático se encuentre a 15 metros.
- Ni el terreno natural, ni los rellenos observados (donde domina la fracción arcillo-limosa), deben considerarse agresivos hacia el hormigón.

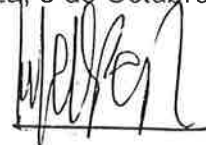
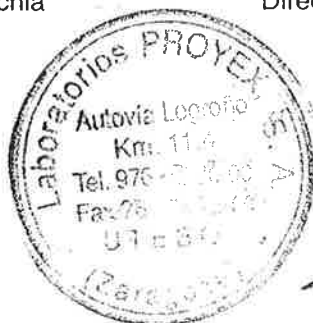
A la vista de todo ello, y considerando las acciones de proyecto (zanjeos, calzadas, aceras, etc) deben considerarse los siguientes hechos:

- La apertura de zanjas podrá realizarse con medios convencionales, no siendo necesario adoptar medidas de sostenimiento incluso con profundidades del orden de 4-5 metros.
- El terreno natural situado bajo los rellenos y de cara al dimensionado de la sección de calzada, debe considerarse como un suelo seleccionado con CBR > 20.
- Para la ejecución de los viales es aconsejable sanear todos los rellenos (espesor medio de 80 cm), y terraplenar apoyando en un nivel de alta capacidad portante (gravas cementadas).
- El contenido en sulfatos solubles de los materiales es bajo y califica al terreno como no agresivo hacia el hormigón, no siendo necesario el uso de cementos sulforresistentes.



- No debe descartarse, tras la demolición de las viviendas afectadas, que pueda aparecer algún tipo de sótano o bodegas. En ese caso deberá sanearse la zona y ejecutar un relleno estructural de compactación estricta para evitar asentamientos sobre los viales, etc, sobre todo si se produce una saturación del material.

Zaragoza, 3 de Octubre de 1997

JOSÉ MANUEL BESCÓS ROY
Departamento Geología y GeotecniaCELEDONIO MELGUIZO BÉJAR
Director del Dpto. de Geología y Geotecnia

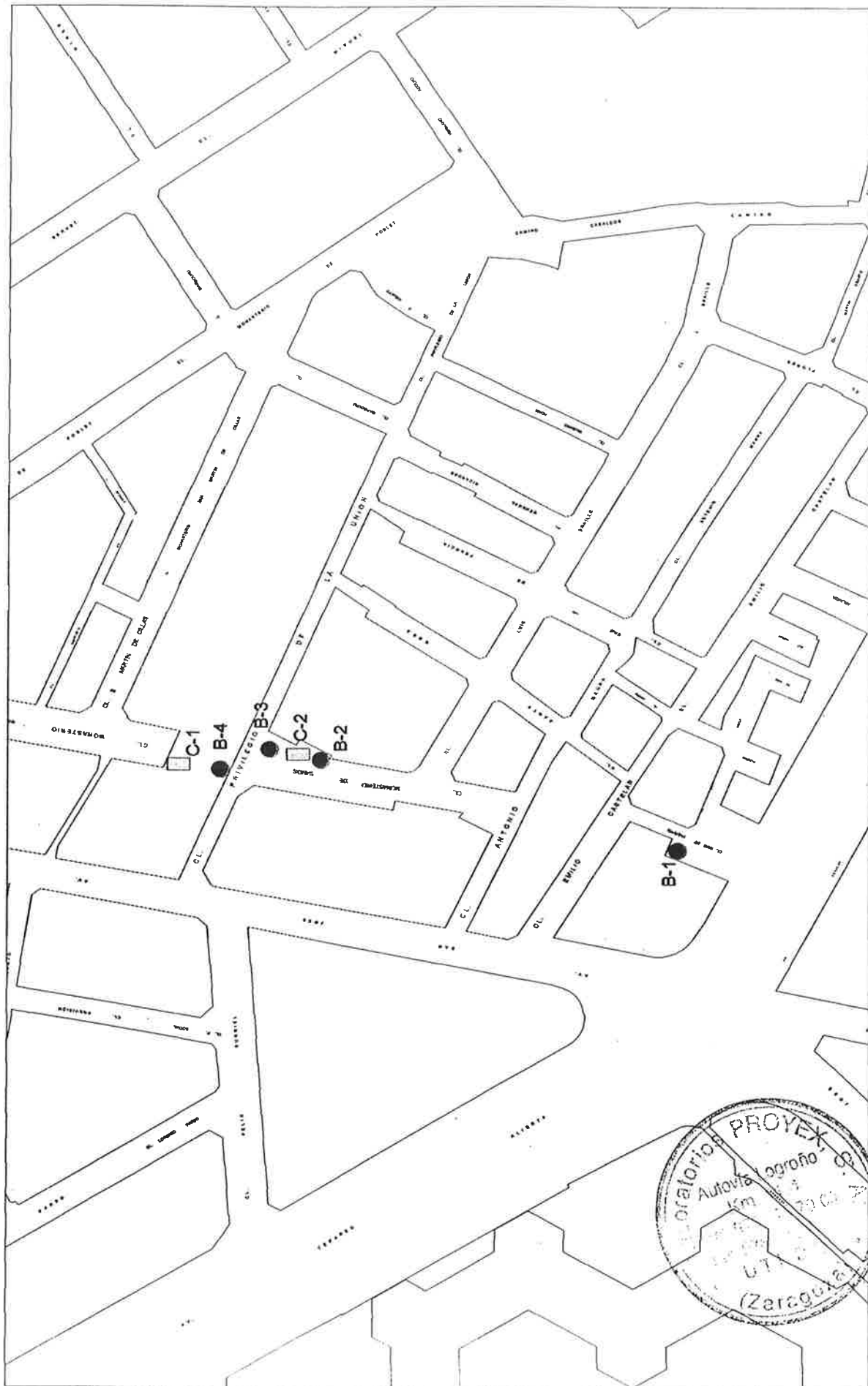
Vº Bº

JUAN RAMÓN LÓPEZ LABORDA
Director Técnico

CROQUIS DE SITUACIÓN



CROQUIS DE SITUACION DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

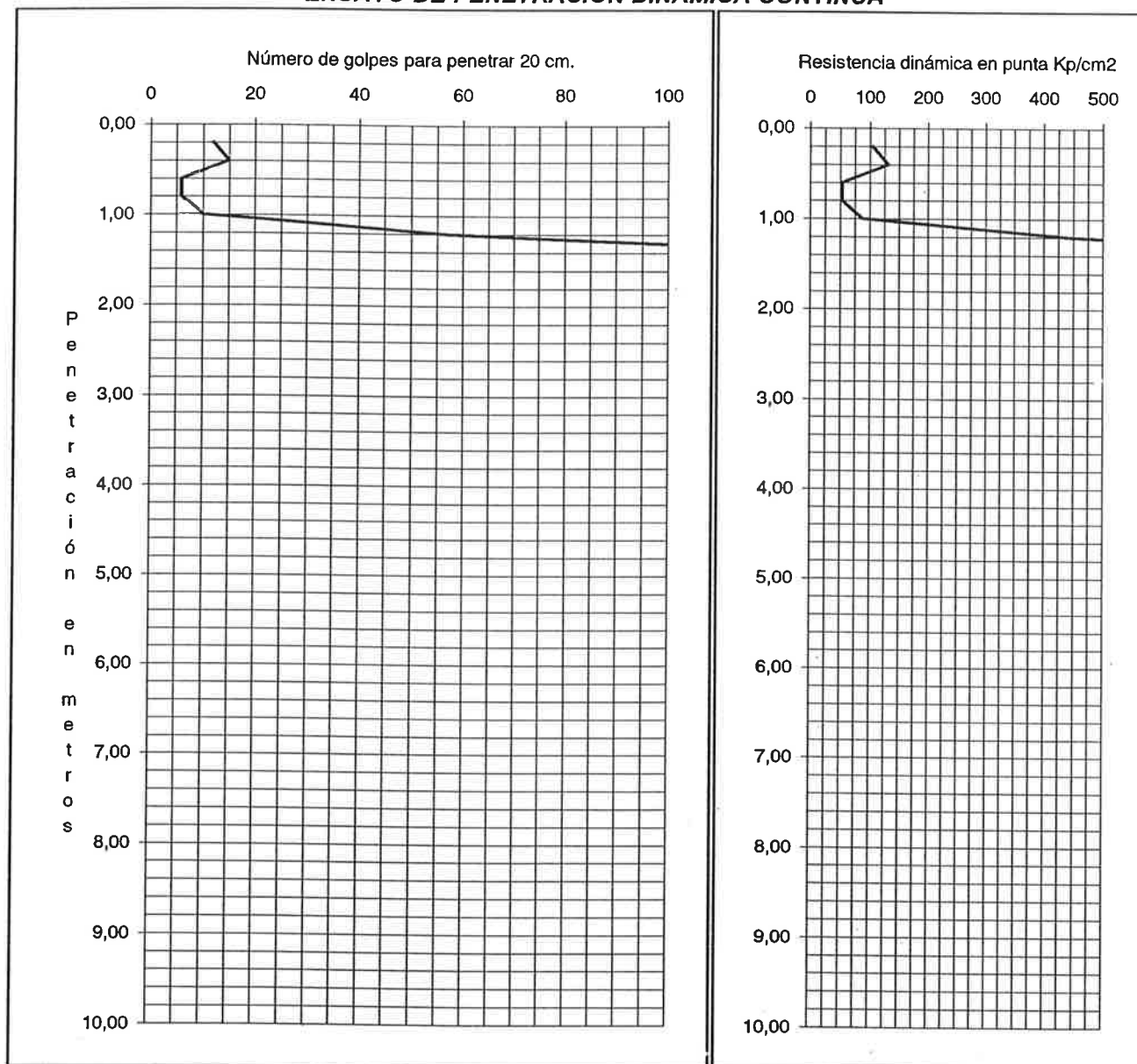


GRÁFICOS DE PENETRACIÓN



CLIENTE: EXCMO. AYTO. ZARAGOZA **EQUIPO:** BORRO'S AUTOMATICO
OBRA: Proy. Prolong. C/MONASTERIO DE **Peso maza kg:** 65 **Altura de caída cm:** 50
EXPEDIENTE: ZS-3480 **ENSAYO N°:** PD- 1 **Peso varillaje kg/m:** 8,84 **Superf. Puntaza cm2:** 16
FECHA: 11,08,97 **COTA :** s/d **Peso cabeza kg:** 1,5

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA



DATOS DEL ENSAYO

Profundidad (m)	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20
Número de Golpes	12	15	6	6	10	57	141	200	****	****	****
Profundidad (m)	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Profundidad (m)	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Profundidad (m)	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80	8,00	8,20	8,40	8,60	8,80
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Profundidad (m)	9,00	9,20	9,40	9,60	9,80	10,00					
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****					

Zaragoza, a 9 de Septiembre de 1997
 El Director del Departamento

CLIENTE: EXCMO. AYTO. ZARAGOZA

EQUIPO: BORRO'S AUTOMATICO

OBRA: Proy. Prolong. C/MONASTERIO DE

Peso maza kg: 65 **Altura de caída cm:** 50

EXPEDIENTE: ZS-3480 **ENSAYO Nº:** PD- 2

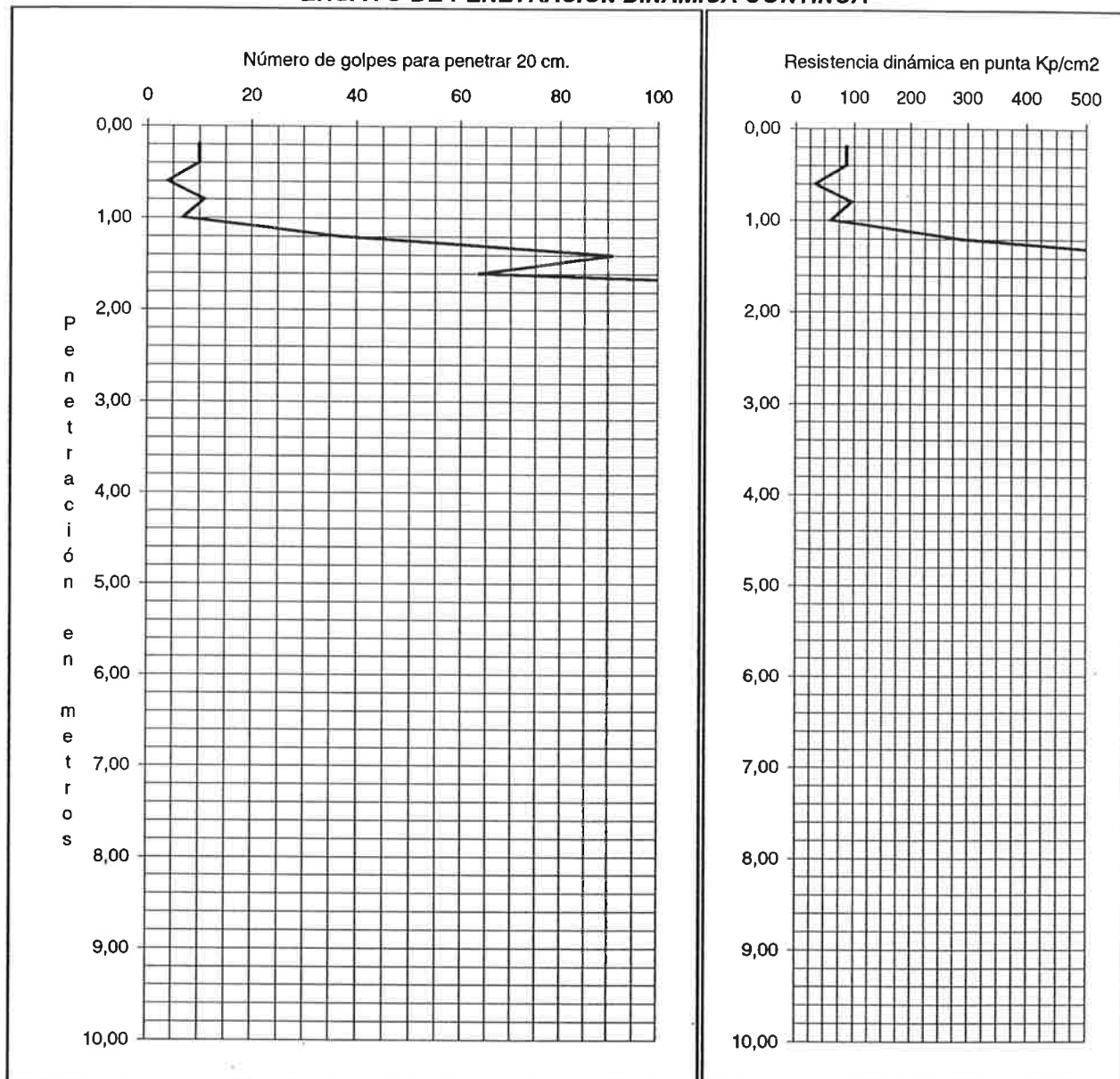
Peso varillaje kg/m: 8,84 **Superf. Puntaza cm2:** 16

FECHA: 11,08,97 **COTA :**

s/d

Peso cabeza kg: 1,5

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA



DATOS DEL ENSAYO

Profundidad (m)	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20
Número de Golpes	10	10	4	11	7	37	91	64	186	200	****
Profundidad (m)	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Profundidad (m)	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Profundidad (m)	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80	8,00	8,20	8,40	8,60	8,80
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Profundidad (m)	9,00	9,20	9,40	9,60	9,80	10,00					
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****					

Zaragoza, a 9 de Septiembre de 1997

El Director del Departamento

CLIENTE: EXCMO. AYTO. ZARAGOZA

EQUIPO: BORRO'S AUTOMATICO

OBRA: Proy. Prolong. C/MONASTERIO DE

Peso maza kg:

65

Altura de caída cm:

50

EXPEDIENTE: ZS-3480 **ENSAYO N°:** PD-3

Peso varillaje kg/m:

8,84

Superf. Punta cm²:

16

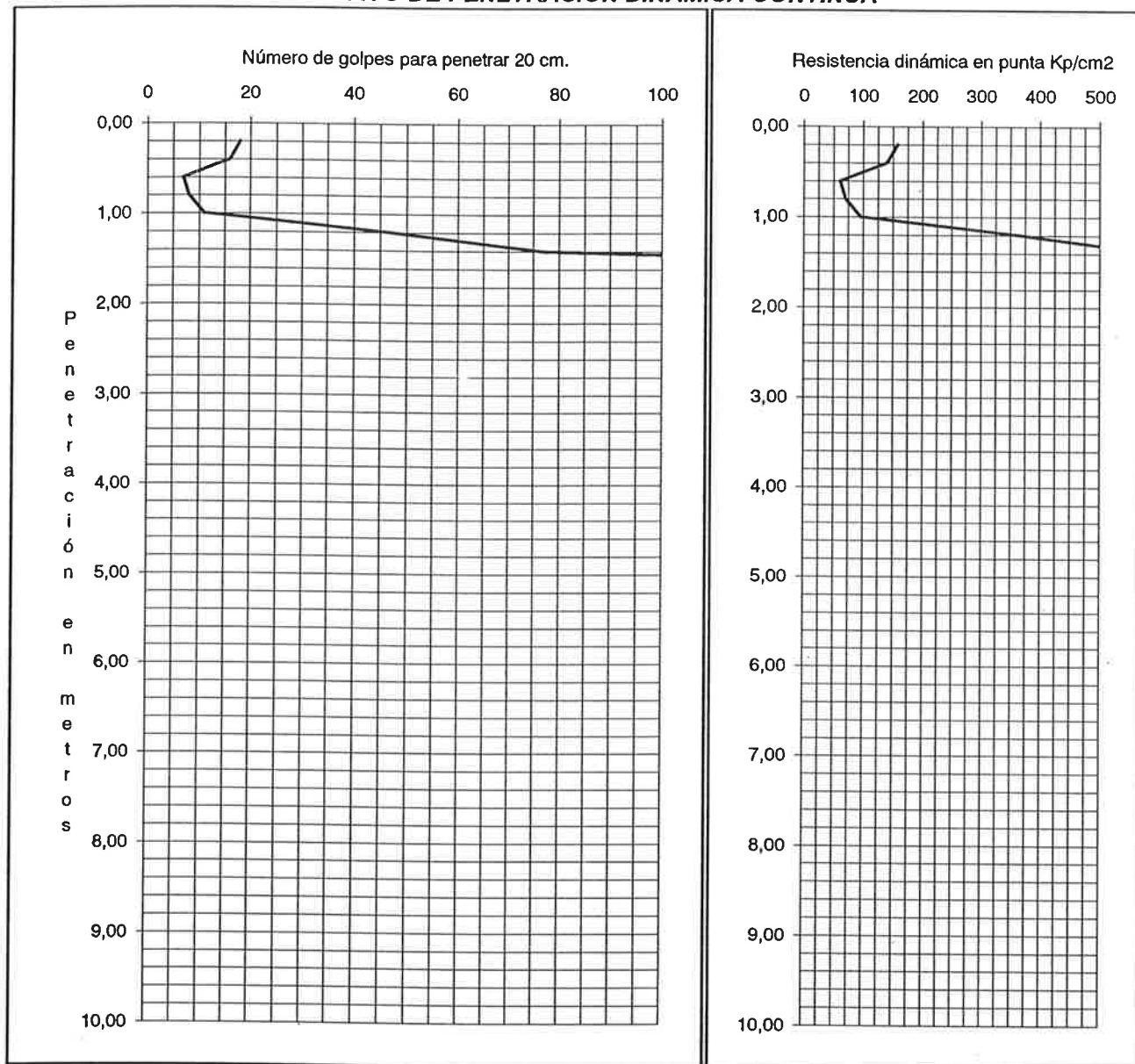
FECHA: 11,08,97 **COTA :**

s/d

Peso cabeza kg:

1,5

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA



DATOS DEL ENSAYO

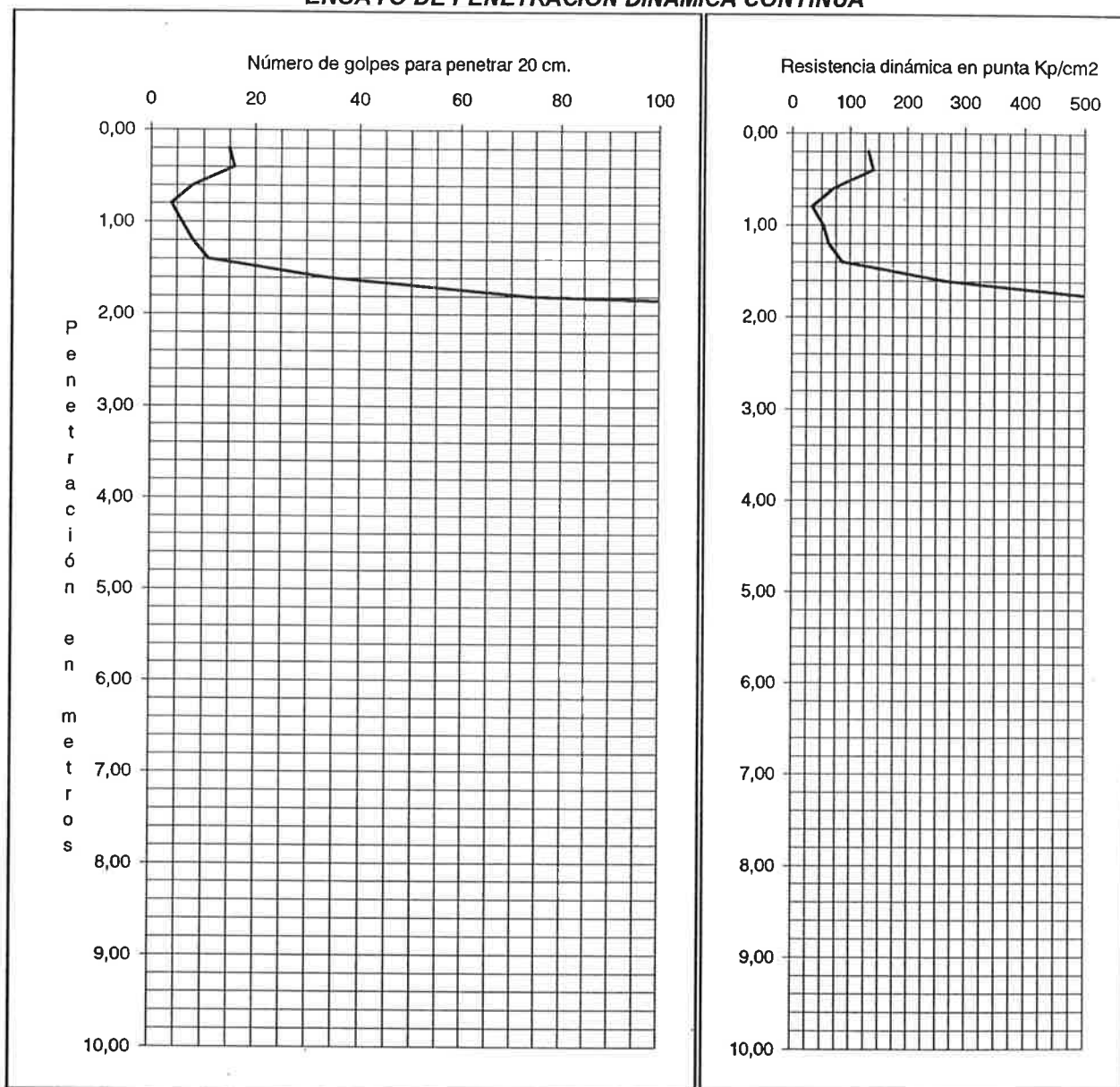
Profundidad (m)	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20
Número de Golpes	18	16	7	8	11	47	77	200	*****	*****	*****
Profundidad (m)	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40
Número de Golpes	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
Profundidad (m)	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60
Número de Golpes	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
Profundidad (m)	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80	8,00	8,20	8,40	8,60	8,80
Número de Golpes	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
Profundidad (m)	9,00	9,20	9,40	9,60	9,80	10,00					
Número de Golpes	*****	*****	*****	*****	*****	*****					

Zaragoza, a 9 de Septiembre de 1997

El Director del Departamento

CLIENTE: EXCMO. AYTO. ZARAGOZA **EQUIPO:** BORRO'S AUTOMATICO
OBRA: Proy. Prolong. C/MONASTERIO DE **Peso maza kg:** 65 **Altura de calda cm:** 50
EXPEDIENTE: ZS-3480 **ENSAYO N°:** PD- 4 **Peso varillaje kg/m:** 8,84 **Superf. Puntaza cm2:** 16
FECHA: 11,08,97 **COTA :** s/d **Peso cabeza kg:** 1,5

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA



DATOS DEL ENSAYO

Profundidad (m)	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20
Número de Golpes	15	16	8	4	6	8	11	34	74	200	****
Profundidad (m)	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Profundidad (m)	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Profundidad (m)	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80	8,00	8,20	8,40	8,60	8,80
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****
Profundidad (m)	9,00	9,20	9,40	9,60	9,80	10,00					
Número de Golpes	****	****	****	****	****	****					

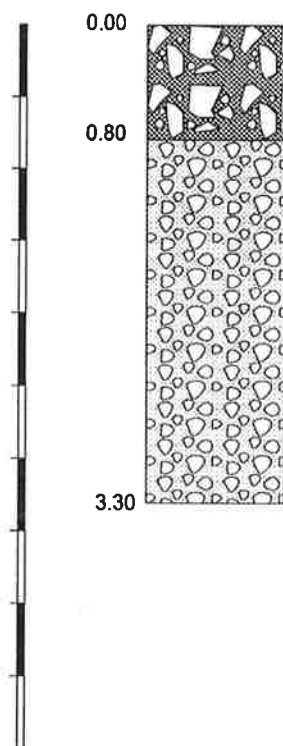
Zaragoza, a 9 de Septiembre de 1997
 El Director del Departamento

PERFILES LITOLÓGICOS



CALICATA Nº 1	Localización: Calle Monasterio de Samos.	Cota: Ref. : ZS-3480
	Peticionario: EXCMO. AYT. ZARAGOZA	Fecha: 11-08-97

**Escala
vertical.**



Relleno de ladrillos, tejas, etc, con una matriz arcillo-limosa de color marrón oscuro.

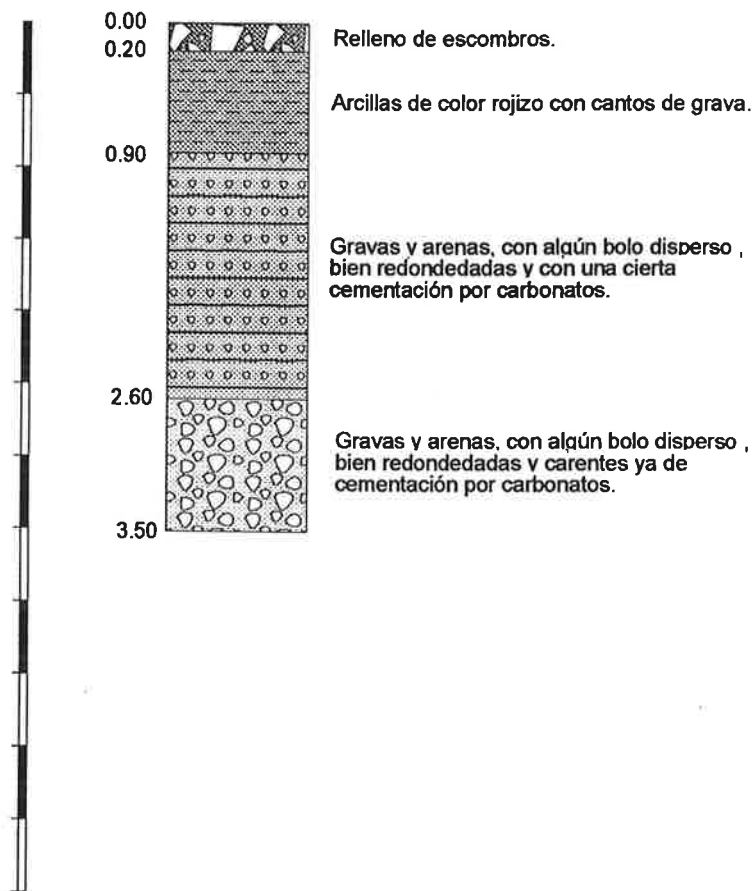
Gravas y arenas, con bolos, bien redondeadas y con una incipiente cementación por carbonatos. A partir de 2.50 metros el tamaño de grano es menor y la cementación también desciende.

Zaragoza, a 10 de Septiembre de 1997
El Director de Departamento

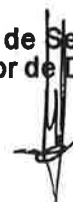


CALICATA Nº 2	Localización: Calle Monasterio de Samos.	Cota: Ref. : ZS-3480
	Peticionario: EXCMO. AYTO. ZARAGOZA	Fecha: 11-08-97

**Escala
vertical.**

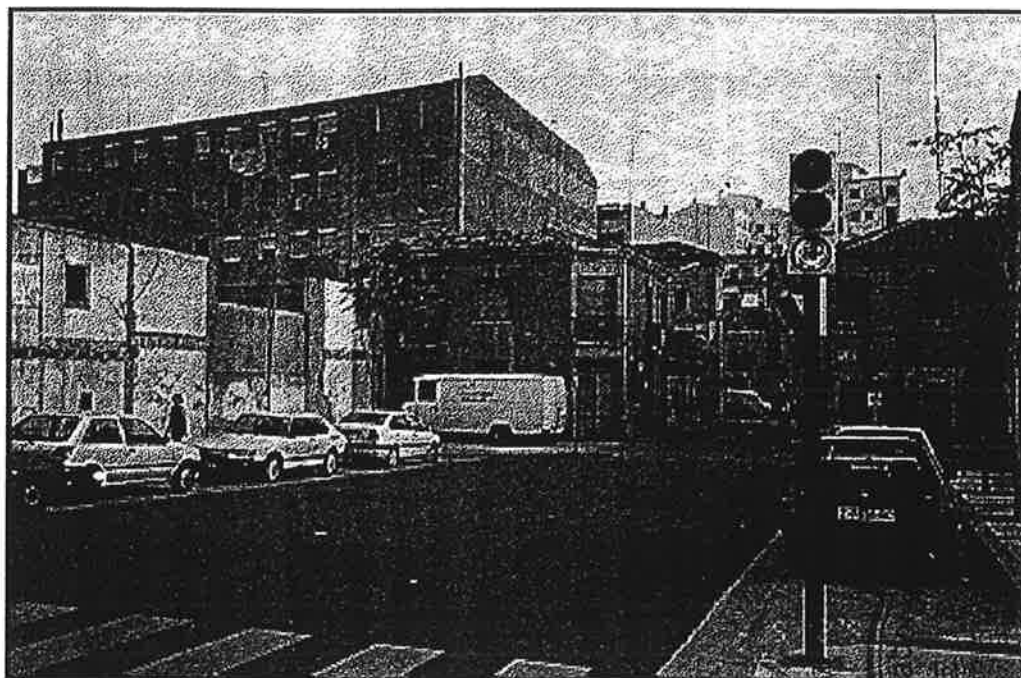


Zaragoza, a 10 de Septiembre de 1997
El Director de Departamento




FOTOGRAFÍAS



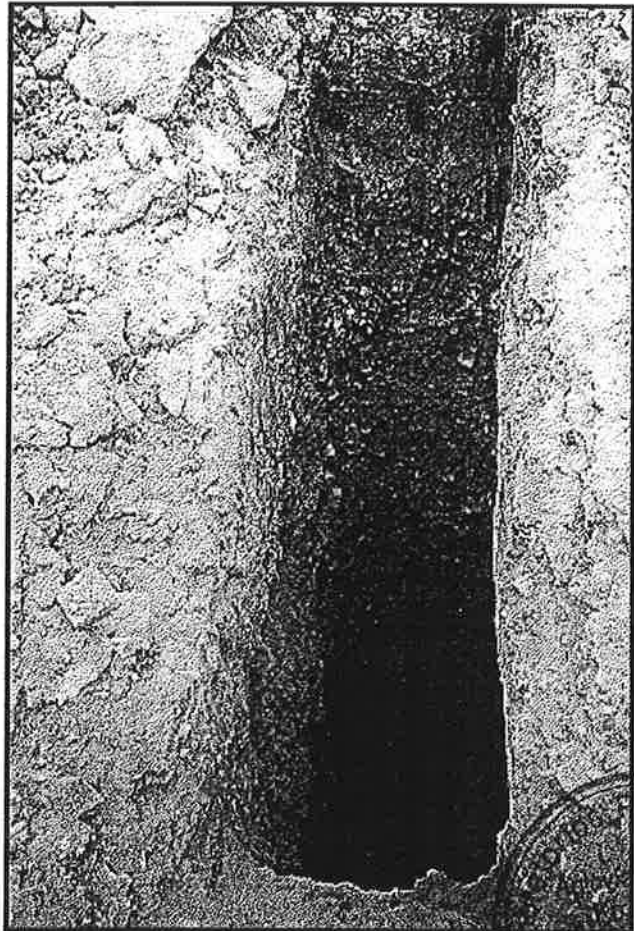


Dos vistas de la calle Monasterio de Samos. En la primera fotografía se observa el tramo de la calle más cercano a la calle Cesario Alierta, en el que se realizó el ensayo B-1.



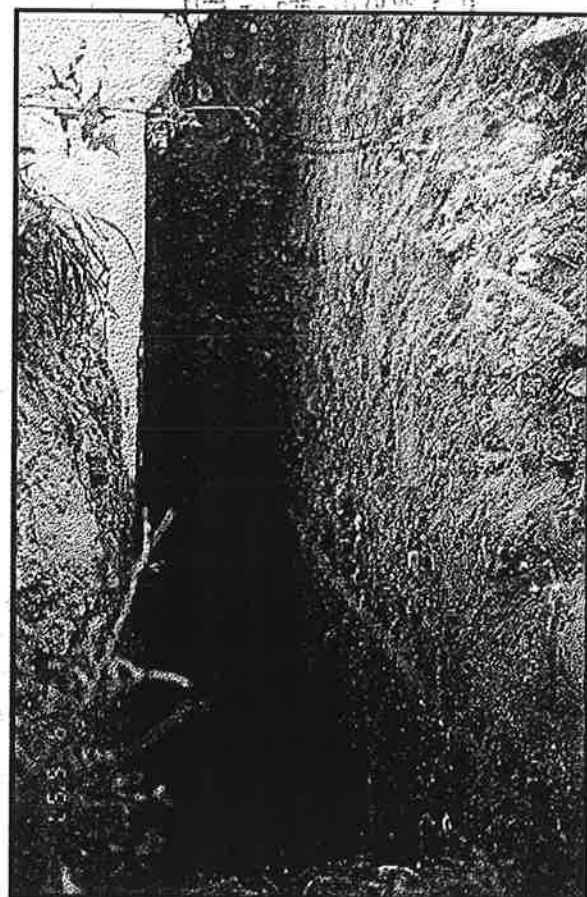
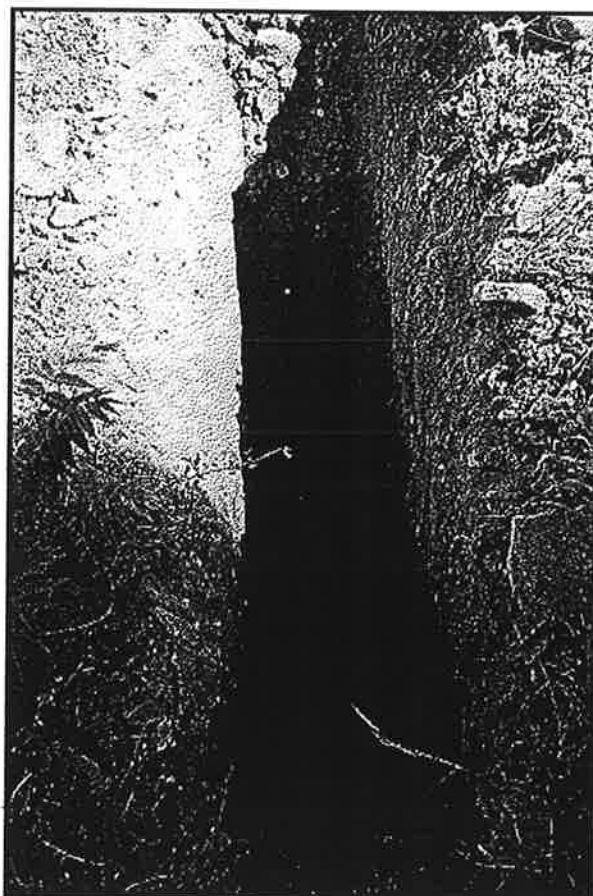
Dos vistas de la calle Monasterio de Samos. En la primera fotografía se observa el solar situado frente al nº 6 de la C/ Privilegio de la Unión, en el que se realizaron los ensayos de penetración B-2 y B-3 y la calicata nº 2. En la segunda fotografía se observa el solar en el que se realizó la calicata C-1 y el ensayo de penetración B-4.

**Calicata número 1:
Perfil litológico y máquina
retroexcavadora durante la
realización de los trabajos.**





Máquina retroexcavadora durante la realización de la calicata C-2.



Dos vistas del perfil del terreno atravesado en la calicata C-2.