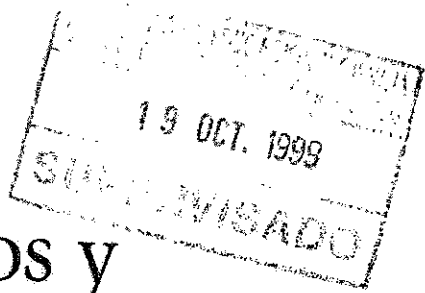


**ESTUDIO GEOTÉCNICO DE ZONAS COLINDANTES DEL CAMPUS DE  
PUERTO REAL.**

3

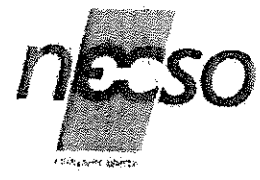
Proyecto básico y de ejecución de edificios  
para Aulario y Servicios Centralizados en  
las parcelas B4 y B6 del  
CAMPUS RÍO SAN PEDRO  
de Puerto Real de la Universidad de  
Cádiz.

Documento I  
Tomo 2º



Estudios Técnicos y  
Documentación Anexa

Cádiz, junio de 1999  
Rev.: Octubre 1999  
Fernando Balbuena Marcilla  
Arquitecto



# NECSO

## ESTUDIO GEOTÉCNICO

AMPLIACIÓN FACULTAD CIENCIAS DEL MAR

PUERTO REAL

CÁDIZ

RECEIVED  
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD  
19 OCT. 1998

SEVILLA A 21 DE MAYO DE 1.998

**INDICE**

1.- ANTECEDENTES. ....	4
2.- CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN DEL SOLAR. ....	6
3.- TRABAJOS REALIZADOS. ....	7
3.1.- TRABAJOS DE CAMPO. ....	7
3.1.1.- SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN CONTINUA DE TESTIGO. ....	8
3.1.2.- ENSAYOS S.P.T. ....	10
3.1.3.- EXTRACCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS. ....	12
3.1.4.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO "BORROS".	13
3.1.5.- MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO. ....	15
3.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO. ....	16
4.- INFORME. ....	17
4.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL. ....	17
4.2.- NIVELES ESTRATIGRÁFICOS DIFERENCIADOS. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS MISMOS. ....	18
4.3.- CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LA ZONA. ....	37
4.4.- ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN. ....	40
4.5.- AGRESIVIDAD. ....	50
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES. ....	51
5.1. CONCLUSIONES. ....	51
5.2.- RECOMENDACIONES GENERALES. ....	54



6.- ANEXOS .....	57
6.1.- CROQUIS DE SITUACIÓN .....	58
6.2.- GRÁFICAS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO BORROS .....	59
6.3.- PARTES DE SONDEOS .....	60
6.4.- PARTES DE ENSAYOS .....	61
6.5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO .....	62

18.01.01

VORSEVI, S.A.  
INGENIERÍA Y CONTROL DE CALIDAD

## 1.- ANTECEDENTES.

El presente estudio se realiza a petición de NECSO con el objeto de estudiar las características geotécnicas del terreno que servirá de apoyo al Proyecto de Ampliación de Campus Universitario de la Facultad de Ciencias del Mar situado en Puerto Real, provincia de Cádiz.

Así mismo, en este informe, en base a los trabajos y estudios geotécnicos realizados, se proporcionan los datos necesarios para el establecimiento de las soluciones de cimentación más idóneas de acuerdo con el Proyecto previsto.

Para la realización de los trabajos de campo, de laboratorio y de redacción del informe, se han seguido una serie de pautas que seguidamente se enumeran de forma muy somera:

1. En primer lugar, un equipo de VORSEVI, S.A. han reconocido el solar en todo su conjunto, así como el resto del entorno, tratando de detectar cualquier elemento o característica que pueda influir directa o indirectamente sobre el solar y sobre el proyecto previsto.
2. En base a estos reconocimientos, las características del proyecto o las indicaciones realizadas por la Dirección del Proyecto o Cliente, se diseña una campaña de trabajos geotécnicos, orientados hacia el reconocimiento de los diferentes niveles geológico-geotécnicos que servirán de apoyo a la cimentación de la estructura diseñada (estratigrafía, características geomecánicas, hidrogeología, etc.). Además, se ha contado con la amplia experiencia que posee VORSEVI, S.A. de otros estudios geotécnicos de similares características, así como de la bibliografía disponible.
3. Con estos trabajos se campo pueden obtenerse muestras del subsuelo sobre las que realizar diferentes ensayos de laboratorio para la determinación de los parámetros necesarios en el cálculo de la cimentación más apropiada.

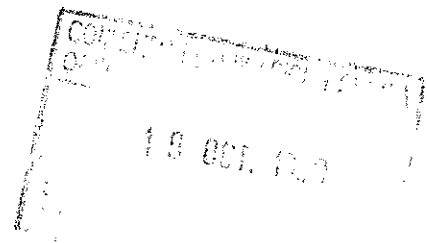
Para la localización del solar, el diseño de la campaña de trabajos geotécnicos etc. se utilizan los planos facilitados por el cliente o los planos topográficos levantados expresamente para la elaboración del presente informe, así como la información facilitada sobre el tipo de construcción que prevé el Proyecto.

COMPROBADO  
19 OCT. 1993

## 2.- CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN DEL SOLAR.

Se trata de un solar de morfología poligonal situado entre la Escuela de Magisterio y la Facultad de Ciencias del Mar (ver planos de situación).

Es una franja de topografía esencialmente planar con abundante vegetación arbustiva y pequeñas ondulaciones en el terreno.



### 3.- TRABAJOS REALIZADOS.

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

Los trabajos de campo realizados para el reconocimiento del subsuelo de este solar han consistido en la ejecución de los siguientes ensayos:

		CANTIDAD	PROFUNDIDAD
SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN		3	20.00 m
ENSAYOS REALIZADOS EN EL INTERIOR DEL SONDEO	ENSAYOS S.P.T.	20	
	MUESTRAS INALTERADAS	18	
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA "BORROS"		12	

Los mencionados trabajos han sido llevados a cabo con la maquinaria y personal especializado de VORSEVI, S.A., bajo control y supervisión del personal técnico de nuestro departamento de Geotecnia, siguiendo las pautas y procedimientos normalizados que exige nuestro control de calidad.

En los apartados correspondientes de los anexos de este informe se adjunta la situación en planta de cada uno de los ensayos. Además se adjunta un apartado de reportaje fotográfico de los trabajos realizados.

Seguidamente se describe el fundamento teórico y el método operatorio de cada uno de los ensayos geotécnicos realizados.

### 3.1.1.- SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN CON EXTRACCIÓN CONTINUA DE TESTIGO.

Se han realizado tres sondeos de 20.00 m de profundidad cuyos perfiles geológicos con la caracterización de los diferentes niveles puede observarse en el apartado correspondiente de los anexos de este informe.

La situación de los mismos también puede observarse sobre la planta que se adjuntan en el apartado correspondiente del presente informe.

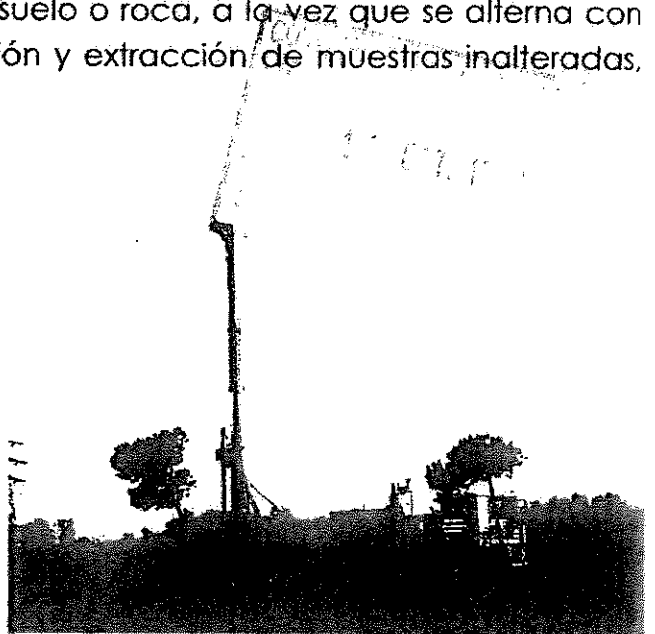
Además se presenta un reportaje fotográfico con la situación de la sonda, así como las cajas con la recuperación del testigo continuo y, en su caso, las muestras inalteradas tomadas y los ensayos SPT realizados.

#### **Fundamento teórico.**

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

Las perforaciones se realizan con una sonda de avance hidráulico montada sobre camión o con motricidad autónoma (según las necesidades y características del estudio) dotada de castillete o torre de sondeo y bomba de lodos.

El testigo reconocido se aloja en un tubo de testigo hueco, o en el interior de otro tubo en cuyo extremo inferior va enroscada una



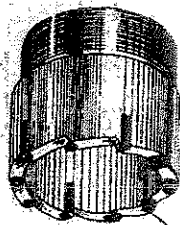
corona de widia o diamante que va realizando la perforación.

Al extremo superior del tubo va enroscado el varillaje, generalmente de 42 ó 50 mm (hueco), para permitir que pase el agua proveniente de la bomba.

Durante la ejecución del sondeo, y si el terreno sufre desprendimiento, hay que proceder a

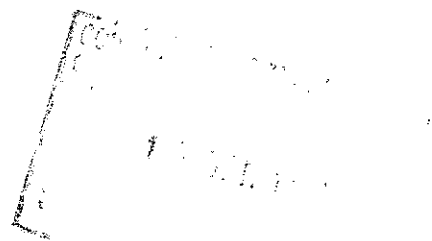
la entubación del sondeo con la tubería de revestimiento, polímeros o

bien se utilizan lodos bentoníticos que mantienen las paredes sin desmoronamiento.



Corona de perforación

Placa de acero de 10 mm



### 3.1.2. - ENSAYOS S.P.T.

A lo largo de la longitud de los sondeos y siempre que sea posible se realizan varios ensayos de penetración SPT. Los valores vienen reflejados en los partes de sondeos que se adjuntan en el apartado correspondiente de este informe.

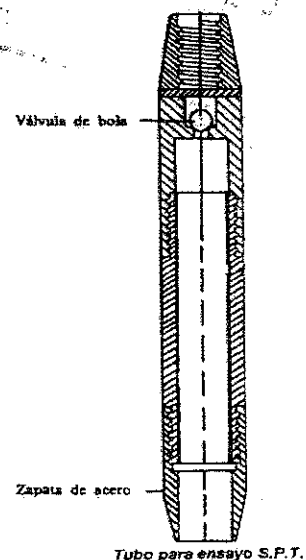
#### **Fundamento teórico.**

Los ensayos de Penetración SPT se utilizan en Geotecnia para correlacionar diferentes parámetros resistentes en los suelos. Estos ensayos determinan la resistencia de los suelos a la penetración de un tomamuestras partido, permitiendo obtener muestras alteradas de suelo dentro de un sondeo para su identificación, y proporcionando a su vez información sobre la variabilidad y rigidez del suelo.

Este tipo de ensayos se realiza en el interior de sondeos, en los cuales es necesario limpiar previamente el fondo de la perforación, manteniendo la entubación por encima del nivel de comienzo del ensayo.

El equipo necesario para la realización de esta prueba consta de un tomamuestras bipartido de pared gruesa de 51 mm de sección acoplado a un varillaje rígido, en cuyo extremo se coloca la cabeza de golpeo y contragolpe, sobre la que impacta una maza de 63.5 kg en caída libre, desde una altura de 76.2 cm. Este equipo suele ir montado sobre el camión de sondeos, acoplado a la sonda y con un funcionamiento automático.

En el caso de materiales granulares gruesos, el ensayo se realiza con una "puntaza ciega" que ofrece unos valores de resistencia pero no recupera la muestra atravesada.





En el procedimiento de realización del ensayo se distinguen dos fases. Una primera de hincas o colocación de 15 cm, incluyendo la penetración inicial del tomamuestras bajo su propio peso, y una segunda fase o ensayo de hincas propiamente dicho, en la cual se anota el número de golpes necesario para penetrar adicionalmente 30 cm. Este número obtenido se denomina resistencia a la penetración N.

Si los 30 cm de penetración no pueden lograrse con 100 golpes, el ensayo de hincas se dará por terminado.

Según Sanglerat (1.967), en función el golpeo obtenido, se puede establecer la siguiente clasificación.

CLASIFICACIÓN DE SANGLERAT (1.967), HUNT (1984)			
SUELOS COHESIVOS		SUELOS GRANULARES	
Nº GOLPES/30 cm	CONSISTENCIA	Nº GOLPES/30 cm	COMPACIDAD
0-2	Muy Blanda	0-4	Muy Suelta
3-5	Blanda	4-10	Suelta
6-15	Media	10-30	Media
16-25	Firme	30-50	Compacta
>25	Dura	>50	Muy compacto

### 3.1.3.- EXTRACCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS.

Durante la realización de los sondeos en materiales cohesivos, y a distintas cotas, se extraen muestras representativas de este tipo con vista a la realización de los ensayos geotécnicos para clasificar los suelos atravesados y definir sus propiedades de resistencia y deformabilidad.

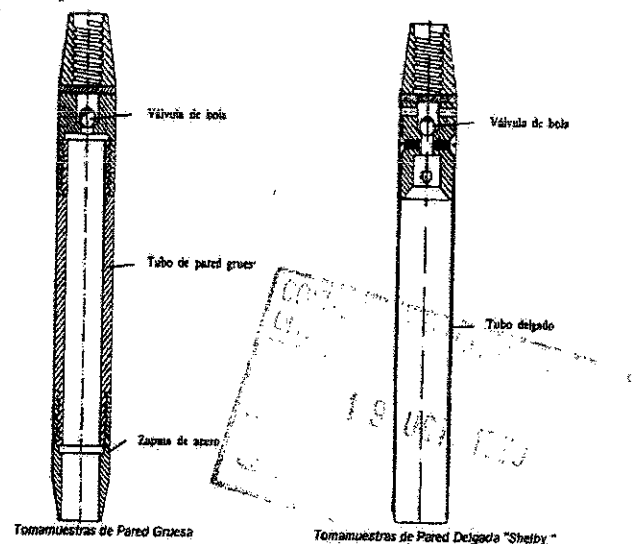
#### **Fundamento teórico.**

Las muestras inalteradas se pueden obtener a percusión, a presión, o a rotación. En el primer caso, se trata de un ensayo parecido al S.P.T., con la diferencia de que el tomamuestras empleado es del tipo GMPV de pared gruesa, de mayor sección que el del S.P.T., diseñado especialmente para que la muestra se recupere en el interior de un tubo de plástico que cerrado herméticamente con tapas de goma, mantenga inalterada largo tiempo las propiedades del suelo.

Al igual que en el ensayo S.P.T., sólo se contabiliza los golpes necesarios para penetrar 30 cm, después de haber desechado los primeros 15 cm. Al número obtenido, se le denomina  $N_i$ , para diferenciarlo del ensayos Standard,. También se pueden obtener muestras inalteradas con el tomamuestras anterior, introducido a presión.

Para suelos blandos fangosos, está especialmente indicado el tomamuestras de pared delgada o Shelby.

Finalmente , en suelos cohesivos duros, pueden obtenerse muestras inalteradas del mismo testigo de perforación, parafinando la muestra una vez extraída de la batería de perforación.



### 3.1.4.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO "BORROS".

Se han realizado doce ensayos de penetración Dinámica tipo Borros.

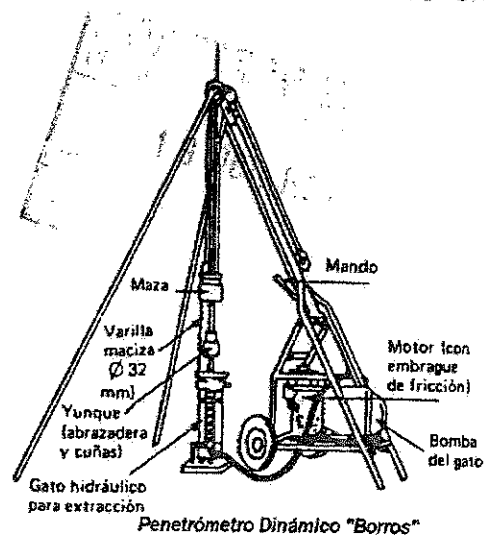
Los parámetros obtenidos a través de los ensayos de penetración dinámica tipo "Borros" ofrecen unos valores correlacionables con diferentes parámetros de resistencia de los suelos atravesados.

En los anexos correspondientes del presente informe se adjuntan los partes de penetración, así como las gráficas correspondientes. Además, se adjunta un reportaje fotográfico con la ubicación de algunos de los ensayos realizados.

#### **Fundamento teórico.**

El ensayo de Penetración Dinámica Continua utilizado es el Borros, que consiste en la hincada de una puntaza de sección cuadrada de 40 mm de lado acoplada a un varillaje de 32 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de 65 kg que cae desde una altura de 50 cm impactando sobre una cabeza o "yunque" rigidamente unido al varillaje.

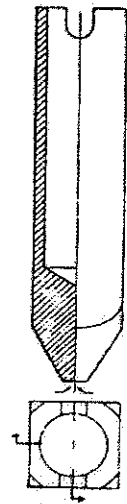
La resistencia a la penetración se define como el número de golpes requerido para hacer avanzar el penetrómetro una longitud de 20 cm designándose a este valor como  $N_B$ , representándose los resultados en gráficos que reflejan los diferentes golpes obtenidos en función de la profundidad. El ensayo se da por terminado cuando se alcanza el rechazo, que fijamos en un valor de  $N_B = 200$  golpes.



subsuelo, pues las propiedades geomecánicas de éste no son determinadas.

El registro continuo del terreno tiene la ventaja de detectar con claridad capas blandas o duras y de correlaciones a los diferentes niveles en base a similitudes del golpeo.

Los ensayos de penetración dinámica pueden presentarse en forma de resistencia dinámica o capacidad de carga del suelo según diferentes métodos o formulaciones, entre los cuales, los más comunes son los de los holandeses, Hiley, Buisson, Achutegui, Tablas suministradas por la Casa Borros.



Puntaza del Penetrómetro Dinámico

De las diferentes correlaciones que se pueden hacer con los valores  $N_B$  obtenidos a través de estos ensayos, en este informe se ha utilizado una recopilación que incluye a la experiencia propia, correlacionando estos valores con los del  $N_{SPT}$ :

CORRELACIÓN ENTRE $N_B$ "BORROS" Y $N_{SPT}$					
SUELOS COHESIVOS			SUELOS GRANULARES		
BORROS Nº golpes/20cm	Consistencia	S.P.T. Nº golpes/30cm	BORROS Nº golpes/20cm	Compacidad	S.P.T. Nº golpes/30 cm
0-2	Muy Blanda	0-2	0-3	Muy suelta	0-4
2-5	Blanda	3-5	3-6	Suelta	4-10
5-12	Media	6-15	6-18	Media	10-30
12-18	Firme	16-25	18-30	Compacta	30-50
>18	Dura	>25	>30	Muy compac.	>50

La interpretación de los ensayos de penetración dinámica debe considerarse de manera cualitativa y no cuantitativa. Si bien los valores de  $N_B$  en los primeros 12 ó 15 m son inferiores a los del  $N_{SPT}$ , a partir de esta profundidad se puede producir una inversión por el rozamiento de las barras.

### 3.1.5.- MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO.

La determinación de la posición del nivel freático resulta muy importante para el estudio de las condiciones de cimentación, por lo que durante la ejecución de los ensayos se presta una especial atención en acotar la profundidad de la lámina freática. En el caso de haber realizado sondeos, al menos en alguno de ellos se instala una tubería piezométrica, que permita hacer un seguimiento posterior de este nivel.

La campaña piezométrica realizada para la elaboración de este informe determinó que la profundidad de la misma se localizaba a las cotas que se detalla en el siguiente cuadro:

ENSAYO	PROFUNDIDAD DESDE SUPERFICIE (m)	FECHA
S-1	2.20	28-4-98
S-2	1.80	28-4-98
S-3	2.00	28-4-98

Estos valores no deben considerarse estables ya que la profundidad del nivel freático experimenta variaciones en el tiempo, derivadas del régimen hídrico de precipitaciones, de las condiciones hidrogeológicas, de aportes artificiales (riegos), extracciones próximas (bombes), etc..

Como recomendación general se deberá comprobar la posición de este nivel con un margen temporal más amplio, haciéndolo al menos de manera previa al comienzo de la fase de excavación.

### 3.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO.

Los ensayos de laboratorio realizados para la identificación de los distintos suelos y determinación de los parámetros geotécnicos más relevantes en el estudio de la cimentación, han consistido en la realización de:

Nº ENSAYOS	ENSAYOS	NORMAS
14	Análisis granulométricos por tamizado	NLT 104/72 equivalente a UNE 103101/95
14	Límites de Atterberg	NLT 105/72 equivalente a UNE 103103/94 y 103104/94
2	Compresión simple	UNE 103400/93
7	Humedad natural	NLT 103/72 equivalente a UNE 103300/93
5	Contenido en sulfatos solubles	UNE 103201/96
3	Análisis químico de agua	Granulometría, Electrometría, Volumetría, Colorimetría UNE 7234/71, UNE 7130/58, UNE 7131/58, UNE 7178/60



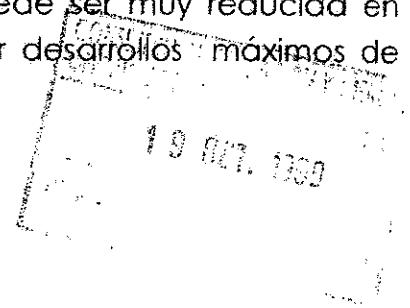
#### 4.- INFORME.

##### **4.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL.**

La ciudad de Puerto Real constituye el borde E de la Bahía de Cádiz nombre, de edad geológica reciente y rodeada por zonas emergidas de baja cota topográfica compuestas de materiales Pliocuaternarios depositados en típicos medios sedimentarios de transición (continente-mar).

En el subsuelo de la ciudad distinguiríamos un sustrato generalizado básico del Plioceno constituido por arenas limosas, areniscas, margas y conglomerados ("Piedra Ostionera") de tonalidad amarillenta, que se caracterizan por su compacidad alta. Dichos niveles aparecen a cotas variables entre los 2-3 m. y los 20.00 m. de profundidad según el sector considerado.

Superpuestos a los niveles del Plioceno aparecen de forma discontinua sedimentos cuaternarios de marisma recientes, constituidos por arenas, limos y arcillas grisáceas fangosas cuya potencia puede ser muy reducida en algunos sectores o estar ausente o bien alcanzar desarrollos máximos de 16-22 m.



#### 4.2.- NIVELES ESTRATIGRÁFICOS DIFERENCIADOS. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DE LOS MISMOS.

En base a los ensayos geotécnicos realizados para este estudio, se han podido diferenciar los niveles geotécnicos que seguidamente pasamos a describir, comenzando por el más superficial hasta llegar al más profundo reconocido.

##### NIVEL 1: Terreno vegetal arenoso eólico suelto

##### Acotación del nivel.

Este nivel ha sido reconocido por los ensayos realizados, entre las cotas que se detallan en el siguiente cuadro, donde además se presenta el espesor medido.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
S-1	0.00	1.45	1.45
S-2	0.00	0.60	0.60
S-3	0.00	1.00	1.00

Con los ensayos de penetración Dinámica tipo Borros se puede realizar una acotación aproximada del nivel basada en tramos de similar  $N_b$  con valores inferiores a los del nivel infrayacente, correlacionables con la información de los sondeos. Siguiendo este criterio, en la siguiente tabla se expone la acotación aproximada de este nivel en base a los ensayos de penetración dinámica.



ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
P-1	0.00	1.00	1.00
P-2	0.00	0.80	0.80
P-3	0.00	0.60	0.60
P-4	0.00	0.80	0.80
P-5	0.00	0.80	0.80
P-6	0.00	0.80	0.80
P-7	0.00	0.80	0.80
P-8	0.00	1.00	1.00
P-9	0.00	1.40	1.40
P-10	0.00	1.00	1.00
P-11	0.00	0.80	0.80
P-12	0.00	1.20	1.20

Podemos asignar a este primer nivel un espesor variable entre 0.60/1.45m, registrándose los mayores espesores en la franja del P-10 a P-12 y S-3 (ligeramente por encima de 1 m).

**Descripción del nivel.**

Se trata de un nivel arenoso marrón claro con origen eólico, al menos en parte, de compacidad suelta sobre el que se ha desarrollado la capa de tierra vegetal y que presenta, por tanto materia orgánica y raíces.

Se incluyen aquí los rellenos puntuales, caminos y viales que existan en la zona.

Los ensayos identificativos realizados sobre este nivel han consistido en análisis granulométricos por tamizado y determinación de los Límites de Atterberg, cuyos valores más representativos se exponen en la siguiente tabla.

PARÁMETRO	S-1
Clasificación (USCS)	SM
Límite líquido	NP
Límite plástico	NP
Índice de plasticidad	NP
% Pasa Tamiz 4 (ASTM)	99.2
% Pasa Tamiz 200 (ASTM)	18.5

Se trata pues de arenas algo limosas, con predominio de arena de grano fino, con indicios de materia orgánica y de raíces.

Dada la disponibilidad de muestras inalteradas en este nivel, hace posible la realización de ensayos para determinar la humedad natural, cuyos resultados aparecen en el siguiente cuadro:

	S-1 1.00-1.45
% HUMEDAD NATURAL	5.1

**Parámetros resistentes: Compacidad.**

Para la determinación de los parámetros resistentes de suelo se han utilizado ensayos de campo basados en los ensayos de penetración SPT y ensayos de penetración dinámica tipo "Borros".

Para el primer caso se han obtenido los parámetros que se expresan en el siguiente cuadro:

ENSAYO	S-1
COTA	1.00-1.45
$N_{SPT}$	13

Los ensayos de penetración Dinámica tipo Borros también nos permiten valorar la consistencia de los diferentes niveles agrupándolos en base a similitudes de golpeo. Además pueden diferenciar varios tramos de diferente consistencia dentro del mismo nivel.

De acuerdo con el criterio anterior, en el siguiente cuadro se resumen los valores medios de golpeo en los distintos tramos diferenciados:

Ensayo	PENETRACIONES											
Nivel/ Tramo	P-1		P-2		P-3		P-4		P-5		P-6	
	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)
1	1.00	6	0.80	8	0.60	5	0.80	8	0.80	8	0.80	8

Ensayo	PENETRACIONES											
Nivel/ Tramo	P-7		P-8		P-9		P-10		P-11		P-12	
	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)	Prof. Base	N <sub>B</sub> (medios)
1	0.80	6	1.00	9	1.40	9	1.00	9	0.80	7	1.20	9

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo y los realizados en laboratorio, se deduce que se trata de un nivel de compacidad suelta a media.

**NIVEL 2: Arenas limosas marrones, grises en profundidad**

Acotación del nivel.

Este nivel ha sido reconocido por los ensayos realizados, entre las cotas que se detallan en el siguiente cuadro, donde además se presenta el espesor medido.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPELOR (m)
S-1	1.45	8.35	6.90
S-2	0.60	6.45	5.85
S-3	1.00	7.45	6.45

Con los ensayos de penetración Dinámica tipo Borros se puede realizar una acotación aproximada del nivel basada en tramos de similar  $N_B$  correlacionables con la información de los sondeos. Siguiendo este criterio, en la siguiente tabla se expone la acotación aproximada de este nivel en base a los ensayos de penetración dinámica.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPELOR (m)
P-1	1.00	7.20	6.20
P-2	0.80	6.20	5.40
P-3	0.60	6.80	6.20
P-4	0.80	6.00	.20
P-5	0.80	6.40	5.60
P-6	0.80	6.20	5.40
P-7	0.80	6.00	5.20
P-8	1.00	6.00	5.00
P-9	1.40	6.40	5.00
P-10	1.00	6.00	5.00
P-11	0.80	6.40	5.60
P-12	1.20	6.00	4.80

Vemos, pues, que el espesor de este segundo nivel es variable entre 4.8 y 6.90 m, situándose la base del mismo a una profundidad media de 5.5/6.5 m.

### Descripción del nivel.

Se trata de un nivel arenoso fino de tonalidades marrones, a grisáceas en profundidad (por debajo de cota del nivel freático), con indicios de finos de carácter limoso no plástico y sin prácticamente arena de grano grueso ni grava fina.

Podemos asignar a este nivel un origen mixto eólico y arenas costeras de facies litorales.

Los ensayos identificativos realizados sobre este nivel han consistido en análisis granulométricos por tamizado y determinación de los Límites de Atterberg, cuyos valores más representativos se exponen en la siguiente tabla.

PARÁMETRO	S-1 6.45-6.90	S-2 1.00-1.45 A	S-2 1.00-1.45 B	S-3 1.00-1.45	S-3 4.00-4.50
Clasificación (USCS)	SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM
Límite líquido	NP	NP	NP	NP	NP
Límite plástico	NP	NP	NP	NP	NP
Índice de plasticidad	NP	NP	NP	NP	NP
% Pasa Tamiz 4 (ASTM)	100	100	97.1	100	100
% Pasa Tamiz 200 (ASTM)	19.7	6.4	6.2	5.1	7.7

En base a la información obtenida a través de los ensayos identificados y haciendo una correcta interpretación de los mismos contrastada con las observaciones realizadas, podemos definir a este suelo como SM, SP-SM.

La disponibilidad de muestras inalteradas en este nivel, hace posible la realización de ensayos para determinar la humedad natural, cuyos resultados aparecen en el siguiente cuadro:

	S-2 1.00-1.45 A	S-2 1.00-1.45 B	S-3 1.00-1.45
% HUMEDAD NATURAL	24.5	29.7	25.7

**Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad.**

Para la determinación de los parámetros resistentes de suelo se han utilizado ensayos de campo basados en los ensayos de penetración SPT y ensayos de penetración dinámica tipo "Borros".

Para el primer caso se han obtenido los parámetros que se expresan en el siguiente cuadro:

ENSAYO	S-1	S-2	S-3	S-3
COTA	6.45-6.90	1.00-1.45	1.00-1.45	4.00-4.50
N <sub>SPT</sub>	14	20	17	26

Los ensayos de penetración Dinámica tipo Borros también nos permiten valorar la consistencia de los diferentes niveles agrupándolos en base a similitudes de golpeo. Además pueden diferenciar varios tramos de diferente consistencia dentro del mismo nivel.

De acuerdo con el criterio anterior, en el siguiente cuadro se resumen los valores medios de golpeo en los distintos tramos diferenciados:

Ensayo	PENETRACIONES											
	P-1		P-2		P-3		P-4		P-5		P-6	
	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>
1	7.20	22	6.20	21	6.80	22	6.00	22	6.40	22	6.20	24

Ensayo	PENETRACIONES											
	P-7		P-8		P-9		P-10		P-11		P-12	
	Prof. Base	$N_b$ (medios)	Prof. Base	$N_b$ (medios)	Prof. Base	$N_b$ (medios)	Prof. Base	$N_b$ (medios)	Prof. Base	$N_b$ (medios)	Prof. Base	$N_b$ (medios)
1	6.00	20	6.00	22	6.40	20	6.00	22	6.40	20	6.00	18

En algunos ensayos puede diferenciarse el tramo superior de arenas por su menor golpeo medio  $N_b = 10$  a 20, con respecto al nivel de arenas grisáceas  $N_b = 15-25$ . Aunque el tránsito desde uno a otro nivel es gradual.

El contenido en sulfatos medido en este nivel fue del 0.12%.

**NIVEL 3:** Arcillas y arcillas limoarenosas grisáceas de textura fangosa.

**Acotación del nivel.**

Este nivel ha sido reconocido por los ensayos realizados, entre las cotas que se detallan en el siguiente cuadro, donde además se presenta el espesor medido.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
S-1	8.35	10.75	2.40
S-2	6.45	11.10	4.65
S-3	7.45	11.05	3.60

Con los ensayos de penetración Dinámica tipo Borros se puede realizar una acotación aproximada del nivel basada en tramos de similar  $N_b$  correlacionables con la información de los sondeos. Siguiendo este criterio, en la siguiente tabla se expone la acotación aproximada de este nivel en base a los ensayos de penetración dinámica.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
P-1	7.20	11.20	4.00
P-2	6.20	11.40	5.20
P-3	6.80	10.60	3.80
P-4	6.00	11.20	5.20
P-5	6.40	10.00	3.60
P-6	6.20	11.00	4.80
P-7	6.00	10.00	4.00
P-8	6.00	9.40	3.40
P-9	6.40	8.00	1.60
P-10	6.00	10.40	4.40
P-11	6.40	11.00	4.60
P-12	6.00	10.60	4.60

Por tanto podemos acotar este nivel entre los 6/8.35 m en el techo y los 8/11.20 m en la base, registrándose por tanto ligeras oscilaciones con respecto a una superficie subhorizontal para el conjunto del estrato.

Observamos también una cierta tendencia a registrarse mayores espesores en las penetraciones, dispersión que puede explicarse por el cambio gradual en la consistencia o compacidad del nivel superior.

#### Descripción del nivel.

Podemos considerar este nivel como arcillas o arcillas limosas de baja plasticidad con bastante arena fina de textura semifangosa, con una tonalidad grisácea características.

Es un nivel con una continuidad lateral bastante patente entre unos y otros ensayos, aunque con ligeras oscilaciones en su espesor.



Los ensayos identificativos realizados sobre este nivel han consistido en análisis granulométricos por tamizado y determinación de los Límites de Atterberg, cuyos valores más representativos se exponen en la siguiente tabla.

PARÁMETRO	S-1 9.45-9.90	S-3 9.00-9.60
Clasificación (USCS)	CL	CL-ML
Límite líquido	35.1	24.6
Límite plástico	18.2	18.3
Índice de plasticidad	16.9	6.3
% Pasa Tamiz 4 (ASTM)	100	100
% Pasa Tamiz 200 (ASTM)	76.6	55

En base a la información obtenida a través de los ensayos identificados y haciendo una correcta interpretación de los mismos contrastada con las observaciones realizadas, podemos definir a este suelo como arcillas y arcillas limosas de baja/media plasticidad CL, CL-ML con bastante arena de textura fangosa.

Dada la disponibilidad de muestras inalteradas en este nivel, hace posible la realización de ensayos para determinar la humedad natural, cuyos resultados aparecen en el siguiente cuadro:

	S-3 9.00-9.60 m
% HUMEDAD NATURAL	31.8

19 OCT. 1999

**Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad.**

Para la determinación de los parámetros resistentes de suelo se han utilizado ensayos de campo basados en los ensayos de penetración SPT y ensayos de penetración dinámica tipo "Borros".

Para el primer caso se han obtenido los parámetros que se expresan en el siguiente cuadro:

ENSAYO	S-1	S-3
COTA	9.45-9.90	9.00-9.60
N <sub>SPT</sub>	2	2
CONSISTENCIA	Muy blanda	Muy blanda

Los ensayos de penetración Dinámica tipo Borros también nos permiten valorar la consistencia de los diferentes niveles agrupándolos en base a similitudes de golpeo. Además pueden diferenciar varios tramos de diferente consistencia dentro del mismo nivel.

De acuerdo con el criterio anterior, en el siguiente cuadro se resumen los valores medios de golpeo en los distintos tramos diferenciados.

Ensayo	PENETRACIONES											
	P-1		P-2		P-3		P-4		P-5		P-6	
	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>
1	11.20	14	11.04	15	10.60	16	110.2	14	10.00	15	11	15

Ensayo	PENETRACIONES											
	P-7		P-8		P-9		P-10		P-11		P-12	
	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>	Prof. Base	N <sub>B(medios)</sub>
1	10.00	18	9.40	16	8.00	12	10.40	15	11.00	12	10.60	14

Se observa un primer tramo en algunas penetraciones con un golpeo algo más bajo  $N_B = 10-12$  de unos 2/3 m de espesor.

En general el golpeo se mantiene en valores muy similares o aumenta.

Las muestras inalteradas extraídas de este nivel han sido sometidas a ensayos de compresión simple siguiendo el criterio de clasificación de la consistencia definido en la NTE.CEG (1975):

En la tabla que se presenta seguidamente se exponen los parámetros determinados.

PARÁMETRO	S-3 9.00-9.60
Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	1.90
Resistencia a C.S. ( $q_u$ , kp/cm <sup>2</sup> )	0.32
Clasificación	Blanda

Debemos de indicar para la correcta interpretación de este ensayo, que los resultados obtenidos para unas condiciones de consistencia dadas, deducidas de otros ensayos, son muy dependientes de la granulometría, plasticidad, textura y estructura de la muestra. Los valores más representativos y en los cuales este ensayo está más indicado se consiguen en las muestras más cohesivas, mientras que la existencia de proporciones granulares significativas, la baja plasticidad, o la presencia de fisuraciones o texturas lajosas redundan en valores bajos sin que ello signifique baja consistencia del conjunto.

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo y los realizados en laboratorio, se deduce que se trata de un nivel de consistencia blanda, aumentando ligeramente en la profundidad.

Los valores de golpeo más elevados en las penetraciones se debe al rozamiento del varillaje.

El contenido en sulfatos de este nivel fue en la muestra ensayada de un 0.44%.

**NIVEL 4: Arenas arcillosas marrones a rojizas con algo de grava y niveles parcialmente cementados.**

**Acotación del nivel.**

Este nivel ha sido reconocido por los ensayos realizados, entre las cotas que se detallan en el siguiente cuadro, donde además se presenta el espesor medido.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
S-1	10.75	14.00	3.25
S-2	11.10	12.25	1.15
S-3	11.05	12.00	0.95

Con los ensayos de penetración Dinámica tipo Borros se puede realizar una acotación aproximada del nivel basada en tramos de similar  $N_b$  correlacionables con la información de los sondeos. Siguiendo este criterio, en la siguiente tabla se expone la acotación aproximada de este nivel en base a los ensayos de penetración dinámica.

Las penetraciones dinámicas borros no permiten diferenciar con claridad la base de este nivel, aunque en la mayoría de ellas se observa un rápido incremento del golpeo coincidente con el techo del nivel, hasta valores de  $N_b$  medios entre 35 y 40 y con puntas de  $N_b > 100$ .

Posteriormente los golpes bajan hasta medio de  $N_b = 40-50$  y se mantienen con frecuentes picos de golpeo elevados (asimilables a tramos cementados) hasta una profundidad variable entre los 13 y 17 m en que nuevamente parece dispararse el golpeo hasta alcanzar el rechazo en el nivel 5.

**Descripción del nivel.**

Litológicamente este nivel ha sido reconocido como un nivel de transición de arenas arcillosas y limosas, con tramos limoarenosos y con algo de grava procedente de pequeños litos o niveles discontinuos de areniscas.

Presenta coloraciones marrones a rojizas y niveles milimétricos blanquecinos de concentración de carbonatos.

Los ensayos identificativos realizados sobre este nivel han consistido en análisis granulométricos por tamizado y determinación de los Límites de Afterberg, cuyos valores más representativos se exponen en la siguiente tabla.

PARÁMETRO	S-1 12.45-12.90	S-2 11.60-11.90
Clasificación (USCS)	SM-SC	SC
Límite líquido	18.2	41.0
Límite plástico	13.5	23.6
Índice de plasticidad	47	17.4
% Pasa Tamiz 4 (ASTM)	91.2	85.1007
% Pasa Tamiz 200 (ASTM)	20.3	30.1

En base a la información obtenida a través de los ensayos identificados y haciendo una correcta interpretación de los mismos contrastada con las observaciones realizadas, podemos definir a este suelo como una arena limoarcillosa con algo de grava: SC, SM-SC.

Dada la disponibilidad de muestras inalteradas en este nivel, hace posible la realización de ensayos para determinar la humedad natural, cuyos resultados aparecen en el siguiente cuadro:

	S-2 (11.60-11.90)
% HUMEDAD NATURAL	14.6

A partir de este parámetro y de los límites de Atterberg podemos deducir los valores del índice de fluidez (IF) y del índice de desecación (ID) mediante las siguientes expresiones:

$$I.F. = \frac{\% W - \%WP}{\%WL - \%WP}$$

$$I.D. = \frac{\%W}{\%WP}$$

	S-2 11.60-11.90
INDICE DE FLUIDEZ	-0.52
INDICE DE DESECACIÓN	0.62

**Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad.**

Para la determinación de los parámetros resistentes de suelo se han utilizado ensayos de campo basados en los ensayos de penetración SPT y ensayos de penetración dinámica tipo "Borros".

Para el primer caso se han obtenido los parámetros que se expresan en el siguiente cuadro:

ENSAYO	S-1
COTA	12.45-12.90
N <sub>SPT</sub>	66

Dado que los golpes en este nivel se sitúan siempre con N<sub>b</sub> >30 golpes (y frecuentemente N<sub>b</sub> superan los 50 golpes) podemos asignarle a este nivel una compacidad muy densa.

Los valores de N<sub>SPT</sub> oscilaron entre N = 66 y R.

Además, dada la disponibilidad de muestras inalteradas sobre este nivel podemos asignar a este nivel una resistencia a compresión simple de:

PARÁMETRO	S-2 11.60-11.90
Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.03
Resistencia a C.S. (q <sub>u</sub> , kp/cm <sup>2</sup> )	2.90
Clasificación	Muy firme

Por tanto, se trata de un nivel de compacidad DENSA a MUY DENSA. Por último indicaremos que no se ha encontrado sulfatos formando parte de este nivel en las muestras de suelo analizadas.

**NIVEL 5: *Sustrato Plioceno: Arenas limosas amarillentas con niveles areniscosos finos.***

**Acotación del nivel.**

Este nivel ha sido reconocido por los ensayos realizados, entre las cotas que se detallan en el siguiente cuadro, donde además se presenta el espesor medido.

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
S-1	14.00	20.00*	6.00*
S-2	12.25	20.00*	7.75*
S-3	12.00	20.00*	8.00*

\* Cota máxima por finalización de ensayos

En los ensayos de penetración Dinámica no puede diferenciar con claridad el techo de este nivel por la similitud de golpeo con el precedente. No obstante parece claro que todos los ensayos alcanzan el mismo y obtienen el rechazo dentro de él a las siguientes cotas:

ENSAYO	PROFUNDIDAD DE RECHAZO (m)
P-1	18
P-2	17.20
P-3	18.40
P-4	17.60
P-5	14.40
P-6	18.60
P-7	17.80
P-8	17.20
P-9	18.80
P-10	17.20
P-11	15.60
P-12	17.80

#### Descripción del nivel.

Se trata de un nivel de arenas limosas y areniscas de tonalidad marrón, con cemento carbonatados y abundancia de bioclastos.

Los tramos cementados son de espesores centimétricos y presentan una mayor continuidad y potencia hacia la base del nivel.

Por correlaciones con datos de geología y estratigrafía este nivel puede presentar varias decenas de muestras de espesor máximo.

Los ensayos identificativos realizados sobre este nivel han consistido en análisis granulométricos por tamizado y determinación de los Límites de Atterberg, cuyos valores más representativos se exponen en la siguiente tabla.



PARÁMETRO	S-1 15.00-15.60 A	S-1 15.00-15.60 B	S-2 18.00-18.21	S-3 13.00-13.45
Clasificación (USCS)	SP-SM	SP-SM	SM	SM
Límite líquido	NP	NP	NP	NP
Límite plástico	NP	NP	NP	NP
Índice de plasticidad	NP	NP	NP	NP
% Pasa Tamiz 4 (ASTM)	77.1	100	97.7	86.3
% Pasa Tamiz 200 (ASTM)	11.4	7.6	12.7	17.2

En base a la información obtenida a través de los ensayos identificados y haciendo una correcta interpretación de los mismos contrastada con las observaciones realizadas, podemos definir a este suelo como arenas algo limosas (SM) y con tramos de cementación incipiente : SP-SM.

Dada la disponibilidad de muestras inalteradas en este nivel, hace posible la realización de ensayos para determinar la humedad natural, cuyos resultados aparecen en el siguiente cuadro:

	S-1 15.00-15.60 A	S-1 15.00-15.60 B
% HUMEDAD NATURAL	13.1	13.9

**Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad.**

Para la determinación de los parámetros resistentes de suelo se han utilizado ensayos de campo basados en los ensayos de penetración SPT y ensayos de penetración dinámica tipo "Borros".

Para el primer caso se han obtenido los parámetros que se expresan en el siguiente cuadro:

ENSAYO	S-1	S-1	S-2	S-2
COTA	15.45-5.09	18.0-18.39	1.25-12.51	15.28-15.67
N <sub>SPT</sub>	42	99	R	88
COMPACIDAD	Densa	Muy densa	Muy densa	Muy densa

ENSAYO	S-2	S-3	S-3	S-3
COTA	18.00-18.21	13.00-13.45	16.00-16.45	18.00-18.45
N <sub>SPT</sub>	R	99	55	63
COMPACIDAD	Muy densa	Muy densa	Muy densa	Muy densa

Como hemos indicado anteriormente los ensayos de penetración dinámica borros también asignan a este nivel una compacidad muy densa con valores mínimos de  $N_b > 50$  en prácticamente todo el nivel, con frecuentes picos por la alternancia de niveles de diferente grado de cementación.

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo y los realizados en laboratorio, se deduce que se trata de un nivel de compacidad muy densa, incluso con niveles rocosos intercalados.

19 OCT. 1999

#### 4.3.- CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LA ZONA.

La nueva Norma de Construcción Sismorresistente de 29 de Diciembre de 1994 (NCSE) proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de obras a las que es aplicable la citada Norma.

A efectos de esta Norma las construcciones se clasifican en:

##### 1.- De moderada importancia.

Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos.

##### 2.- De normal importancia.

Aquellas cuya destrucción por el terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

##### 3.- De especial importancia.

Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en las construcciones de moderada importancia y en aquellas en que la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$ , sea inferior a 0.06 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica que suministra para cada punto del territorio y expresada en relación al valor de la gravedad la aceleración sísmica básica,  $a_b$ , un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de quinientos años; el mapa suministra también el valor del coeficiente K o de

contribución, que tiene en cuenta la influencia de la peligrosidad sísmica de cada punto de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma.

La aceleración sísmica de cálculo ( $a_c$ ) se define como el producto de  $\rho \cdot a_b$ , siendo  $\rho$  un coeficiente adimensional de riesgo, cuyo valor es de 1 para construcción de 50 años y de 1.30 para construcción cuyo periodo de vida se estima en 100 años.

También contempla la Norma la clasificación del terreno para el coeficiente de suelo:

Terreno I: Roca compacta

Terreno II: Terrenos granulares o cohesivos de compacidad media a dura

Terreno III: Suelo granular suelto a medio, o suelo cohesivo a blando.

Para el lugar estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

LUGAR O ZONA MAS PRÓXIMA	ACELERACIÓN BÁSICA ( $A_b/g$ )	COEFICIENTE CONTRIBUTIÓN/(K)	COEFICIENTE SUELO (C)
Puerto Real	0.06	1.4	Tipo II

La citada Norma establece las siguientes reglas de diseño y prescripciones constructivas en zonas sísmicas en lo referente a la cimentación:

- Debe de evitarse la coexistencia en una misma unidad estructural de sistemas de cimentación superficiales y profundos.

- Es recomendable disponer la cimentación sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo, presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades

independientes.

Cuando existan suelos susceptibles de licuefacción, deberán adoptarse las medidas oportunas. En concreto no se considerará la resistencia de fuste de los pilotes en la zona de estos colindante con estratos susceptibles de licuarse durante un sismo.

- Cuando  $a_c \geq 0.08$  g los elementos de cimentación situados en el perímetro deberán enlazarse entre sí, siguiendo éste, mediante vigas de atado capaces de resistir un esfuerzo axial de valor  $a_c$  veces la carga vertical transmitida en cada punto.

Cuando  $a_c \geq 0.16$  g el atado debe afectar a todos los elementos y ser en dos direcciones.

- En el caso de cimentación por pilotes, es recomendable que éstos posean una armadura longitudinal de sección al menos el 4 % de área del pilote, y una armadura transversal equivalente al menos un  $\phi$  del 10 cada 30 cms., en una longitud a partir del encepado no inferior a seis veces el diámetro del pilote ni a seis metros.

19 OCT. 1999

#### 4.4. - ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN

En este apartado analizamos las condiciones de cimentación en la parcela estudiada en función de las propiedades geotécnicas del subsuelo y de las características del proyecto.

##### Tipología y características del Proyecto:

Edificios de una y cuatro alturas sobre rasante actual.

##### Factores geotécnicos condicionantes:

El principal condicionante de la cimentación es la existencia de una capa blanda (nivel II) situada entre 6 y 8 m de profundidad desde la superficie actual que puede condicionar la adopción de cimentaciones superficiales en edificios singulares que transmiten cargas elevadas al suelo.

Para el caso de edificios poco cargados puede proyectarse una cimentación directa sobre el nivel II de compacidad media.

##### Propuesta de cimentación:

En base a ello proponemos dos opciones de cimentación:

- 1) Para edificios poco cargados ( una o dos plantas) se proyecta una cimentación directa mediante **zapatas arriostradas** empotradas en el nivel II de arenas limosas marrones a una profundidad media de 1.5 m desde la superficie actual.
- 2) Para el resto de los edificios (más de dos plantas). Se propone una cimentación profunda mediante **pilotes de extracción "in situ" o de desplazamiento prefabricados** empotrados en el nivel 5 o sustrato Plioceno.

## A SOLUCIÓN POR ZAPATAS (CARGA ADMISIBLE)

De entre las distintas correlaciones existentes el índice  $N_{SPT}$  y la presión admisible vertical de cimentación, adoptamos la propuesta de Meyerhof.

La presión vertical admisible en arenas, de manera que se tenga una seguridad adecuada frente a hundimiento y de manera que el asiento sea inferior a una pulgada (2.54 cm), es:

Si el ancho de cimentación es igual o menor de 1.2 m:

$$P_{V_{ADM}} = 6N \left( 1 + \frac{D}{3 \times B} \right) \text{ KN/m}^2$$

Si el ancho de cimentación es igual o mayor de 1.2 m:

Donde:

$$P_{V_{ADM}} = 4N \left( 1 + \frac{D}{3 \times B} \right) \left( \frac{B + 0.3}{B} \right)^2 \text{ KN/m}^2$$

D = Profundidad de cimentación

B = Ancho equivalente de la cimentación

El índice  $N_{SPT}$  a utilizar en esta expresión debe ser el valor medio obtenido en la zona comprendida entre el plano de cimentación y una profundidad  $1.5 \times B$  bajo dicho plano.

En nuestro caso, la anchura de cimentación se define al menos en 1.5m y por tanto utilizamos la fórmula segunda:

Teniendo en cuenta que:

$$1 \text{ KN/m}^2 = 1 \text{ KPa (kilopascal)} \approx 0.01 \text{ kg/cm}^2$$

Los valores de N obtenidos entre el plano del cimiento ( D =1.5 m) y una profundidad comprendida entre D (1.5) y D+1.5 B (3.75 m), considerando B = 1.5 m es:

ENSAYO	PROFUNDIDAD (m)	N <sub>SPT</sub>
S-1	1.45-1.90	13
	4.00-4.45	38
S-2	1.45-1.90	28
	4.00-4.45	28
S-3	1.45-1.90	17
	4.00-4.45	26

El valor medio de N<sub>SPT</sub> = 25

Obtenemos el siguiente valor:

$$P_{VADM} \approx 1.9 \text{ kp/cm}^2$$

## **B** **SOLUCIÓN POR PILOTES**

### **Pilote perforado o de extracción**

La expresión general de la carga de hundimiento es viene dada por la expresión:

$$Q_h = Q_p + Q_f$$

$$Q_p = \pi \frac{D^2}{4} R_p \text{ siendo } R_p = \text{resistencia por punta y}$$

D el diámetro del pilote.

$$Q_f = \sum \pi D L R f$$

19 OCT. 1999



Siendo  $R_f$  la resistencia por fuste de cada capa distinguida.  
 $D$  = Diámetro del pilote  
 $L$  = Espesor de la capa

El esquema seguido para el cálculo de  $R_p$  y  $R_f$  puede realizarse según el cálculo recogido en la Norma Tecnológica Española - Pilotes in situ (NTE - CPI), a partir de los valores de  $N$  para terrenos granulares y de  $q_u$  (resistencia a compresión simple) en los terrenos cohesivos. La resistencia total por fuste es la suma de la resistencia unitaria por el fuste de cada capa, por la superficie lateral.

\* Para suelos granulares:

En suelos granulares también puede optarse por otra formulación algo más conservadora para el cálculo de  $R_f$  y  $R_p$ :

$$R_f = 2N \times 0.75 \text{ (Kpa)}$$

$$R_p = \frac{\alpha \times N}{2} \text{ (Mpa)} \quad \alpha \approx 0.4$$

Siendo  $N$  el valor del SPT.  
 $\alpha \approx 0.4$

19 OCT 2017

En ausencia de valores de  $q_u$ , se utilizan correlaciones habituales.

La resistencia unitaria por la punta es la media entre las resistencias unitarias por la punta de la zona activa y la zona activa inferior.

El espesor que se considera para la zona activa superior es:

- 4 Veces el diámetro del pilote (suelo cohesivo)
- 8 Veces el diámetro del pilote (suelo granular)

La resistencia por la punta de la zona activa superior es la media ponderada de la resistencia por la punta de cada una de las capas que se encuentran en dicha zona.

Para la zona activa inferior se consideran los siguientes espesores:

- 1.5 Veces el diámetro del pilote (suelo cohesivo).
- 3 Veces el diámetro del pilote (suelo granular).

El cálculo de esta zona se hace de manera similar a la zona superior.

La resistencia admisible geotécnica se calcula con un factor de seguridad  $F = 3$ , aunque en el caso del fuste este valor puede reducirse a 2.

El esquema de cálculo geomecánico adoptado recoge los datos más desfavorables encontrados en la parcela, de los sondeos y de las Penetraciones Dinámicas Borros, lo cual deja del lado de la seguridad.

Desde la cota actual en superficie (0.00 m.):

- De 0.00 a 1.50 m. Terreno vegetal arenoso eólico suelto, en gran parte excavado para la implantación de encepados (sin capacidad resistente).
- De 1.50 a 7.00 m. Arenas limosas de compacidad media.  $N_{SPT} = 20$ .
- De 7.00 a 11.00 m. Arcillas blandas grisáceas;  $q_u = 0.3 \text{ kp/cm}^2$ .
- De 11.00 a 14.00 m. Arenas arcillosas marrones a rojizas densas.  
 $R_t = 6 \text{ Tn/m}^2$   
 $R_p = 600 \text{ Tn/m}^2$
- A partir de 14.00 m. Arenas amarillentas con tramos cementados con  $N_{SPT} >> 40$ .

Con este esquema calculamos  $Q_{adm}$  para diferentes longitudes y diámetros del pilote. Como se recoge en las tablas siguientes:

CALCULO GEOTECNICO DE PILOTES / SALIDA DE RESULTADOS VORSEVI.

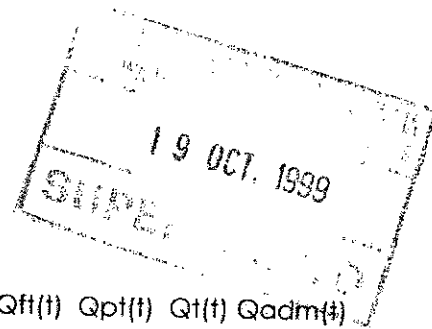
CLIENTE: NECSO  
TRABAJO: AMPLIACION CIENCIAS DEL MAR  
SITUACION: CAMPUS DE PUERTO REAL  
LOCALIDAD: PUERTO REAL

DATOS DE LAS CAPAS:

Capa	Cota techo(m)	Cota base(m)	Qf(t/m <sup>2</sup> )	Rp(t/m <sup>2</sup> )	N	qu(kp/cm <sup>2</sup> )	Tipo
1	0.00	1.50	0.00	0.00	--	--	Granular
2	1.50	7.00	6.00	760.00	20.00	--	Granular
3	7.00	11.00	1.50	13.50	--	0.30	Coherente
4	11.00	14.00	6.00	600.00	--	--	Granular
5	14.00	--	10.00	1520.00	20.00	--	Granular

Coefficiente de Seguridad por Fuste: 3.00  
Coefficiente de Seguridad por Punta: 3.00

PILOTE DIAMETRO 35 cm



H(m)	Qf1(t)	Qf2(t)	Qf3(t)	Qf4(t)	Qf5(t)	Qps(t)	Qpi(t)	Qff(t)	Qpf(t)	Qt(t)	Qadm(t)
10.0	0.00	36.29	4.95	0.00	0.00	1.30	1.30	41.23	1.30	42.53	14.18
11.0	0.00	36.29	6.60	0.00	0.00	1.30	57.73	42.88	29.51	72.40	24.13
12.0	0.00	36.29	6.60	6.60	0.00	21.45	57.73	49.48	39.59	89.07	29.69
13.0	0.00	36.29	6.60	13.19	0.00	41.60	62.31	56.08	51.96	108.03	36.01
14.0	0.00	36.29	6.60	19.79	0.00	57.73	153.94	62.67	105.83	168.51	56.17
15.0	0.00	36.29	6.60	19.79	11.00	92.09	153.94	73.67	123.01	196.68	65.56
16.0	0.00	36.29	6.60	19.79	21.99	126.45	153.94	84.67	140.19	224.86	74.95
17.0	0.00	36.29	6.60	19.79	32.99	153.94	153.94	95.66	153.94	249.60	83.20

PILOTE DIAMETRO 45 cm

H(m)	Qf1(t)	Qf2(t)	Qf3(t)	Qf4(t)	Qf5(t)	Qps(t)	Qpi(t)	Qff(t)	Qpt(t)	Qt(t)	Qadm(t)
10.0	0.00	46.65	6.36	0.00	0.00	2.15	2.15	53.01	2.15	55.16	18.39
11.0	0.00	46.65	8.48	0.00	0.00	2.15	95.43	55.13	48.79	103.92	34.64
12.0	0.00	46.65	8.48	8.48	0.00	28.06	95.43	63.62	61.74	125.36	41.79
13.0	0.00	46.65	8.48	16.96	0.00	53.97	136.66	72.10	95.31	167.41	55.80
14.0	0.00	46.65	8.48	25.45	0.00	79.88	254.47	80.58	167.17	247.76	82.59
15.0	0.00	46.65	8.48	25.45	14.14	139.60	254.47	94.72	197.04	291.76	97.25
16.0	0.00	46.65	8.48	25.45	28.27	183.78	254.47	108.86	219.13	327.98	109.33
17.0	0.00	46.65	8.48	25.45	42.41	227.96	254.47	122.99	241.22	364.21	121.40

PILOTE DIAMETRO 55 cm

H(m)	Qf1(t)	Qf2(t)	Qf3(t)	Qf4(t)	Qf5(t)	Qps(t)	Qpi(t)	Qff(t)	Qpt(t)	Qt(t)	Qadm(t)
10.0	0.00	57.02	7.78	0.00	0.00	3.21	3.21	64.80	3.21	68.00	22.67
11.0	0.00	57.02	10.37	0.00	0.00	3.21	142.55	67.39	72.88	140.27	46.76
12.0	0.00	57.02	10.37	10.37	0.00	34.88	142.55	77.75	88.71	166.47	55.49
13.0	0.00	57.02	10.37	20.73	0.00	66.54	233.65	88.12	150.10	238.22	79.41
14.0	0.00	57.02	10.37	31.10	0.00	98.21	373.80	98.49	236.03	334.49	111.50
15.0	0.00	57.02	10.37	31.10	17.28	182.44	373.80	115.77	278.12	393.89	131.30
16.0	0.00	57.02	10.37	31.10	34.56	247.66	373.80	133.05	310.73	443.78	147.93
17.0	0.00	57.02	10.37	31.10	51.84	300.22	373.80	150.33	337.01	487.33	162.44

PILOTE DIAMETRO 65 cm

H(m)	Qf1(t)	Qf2(t)	Qf3(t)	Qf4(t)	Qf5(t)	Qps(t)	Qpi(t)	Qff(t)	Qpt(t)	Qt(t)	Qadm(t)
10.0	0.00	67.39	9.19	0.00	0.00	4.48	4.48	76.58	4.48	81.06	27.02
11.0	0.00	67.39	12.25	0.00	0.00	4.48	199.10	79.64	101.79	181.43	60.48
12.0	0.00	67.39	12.25	12.25	0.00	51.43	199.10	91.89	125.27	217.16	72.39
13.0	0.00	67.39	12.25	24.50	0.00	79.33	347.83	104.14	213.58	317.72	105.91
14.0	0.00	67.39	12.25	36.76	0.00	116.76	504.38	116.40	310.57	426.97	142.32
15.0	0.00	67.39	12.25	36.76	20.42	212.89	504.38	136.82	358.64	495.45	165.15
16.0	0.00	67.39	12.25	36.76	40.84	309.03	504.38	157.24	406.71	563.94	187.98
17.0	0.00	67.39	12.25	36.76	61.26	375.22	504.38	177.66	439.80	617.46	205.82

TABLA RESUMEN RESISTENCIA ADMISIBLE (t)

H(M)	35cm	45cm	55cm	65cm
10.0	14.18	18.39	22.67	27.02
11.0	24.13	34.64	46.76	60.48
12.0	29.69	41.79	55.49	72.39
13.0	36.01	55.80	79.41	105.91
14.0	56.17	82.59	111.50	142.32
15.0	65.56	97.25	131.30	165.15
16.0	74.95	109.33	147.93	187.98
17.0	83.20	121.40	162.44	205.82

El máximo aprovechamiento del pilote se consigue cuando la resistencia estructural del mismo se asemeja a la carga admisible geotécnica.

Las resistencias estructurales de los pilotes "in situ" según la Norma NTE-CPI, son:

	DIÁMETRO (m)			
	0.35	0.45	0.55	0.65
RESISTENCIA ESTRUCTURAL EN (Tm)	38.5	63.6	95.0	132.7

De acuerdo con los datos de la página anterior las profundidades idóneas a alcanzar en función del mayor aprovechamiento estructural se obtiene a las siguientes cotas:

DIÁMETRO	PROFUNDIDAD (m)
0.35	14
0.45	14
0.55	14
0.65	14

A estas cotas deduciremos la altura de posibles excavaciones o desmontes (sótanos) para obtener las longitudes finales.

**Carga de hundimiento de grupos de pilotes**

Para los pilotes que descansan en terrenos granulares densos.

$Q_{hg} \approx 1 \sum Q_h$ ; el efecto del grupo se hace próximo a la unidad.

El cálculo de asientos de los pilotes puede comprobarse según la NTE-CPTI una vez se conozcan las cargas y grupos de pilotes a emplear utilizando como esquemas geomecánicos los descritos anteriormente para el cálculo de pilotes. No obstante si el pilote descansa en terreno denso arenoso como comentamos anteriormente, los asientos serán muy reducidos.

**Asientos de pilotes**

En pilotes "in situ" el asiento S se puede evaluar aproximadamente por la expresión:

$$S = d/20 \text{ a } d/30$$

d = diámetro

Para grupos de pilotes de ancho B el asiento es:

$$S_g = a_g \cdot S$$

Siendo  $a_g$  un coeficiente de mayoración que vale (Skempton 1953):

B/d	1	5	10	20	40	60
$a_g$	1	3.5	5	7.5	10	12

19 OCT 1998

### Pilotes de desplazamiento prefabricados

Alternativamente al pilote de extracción puede adoptarse un pilote prefabricado de desplazamiento, tipo que se ve favorecido por la compactación que induce en el terreno.

La carga admisible en pilotes prefabricados de desplazamiento puede evaluarse en función de fórmulas estáticas o dinámicas.

En primer caso el cálculo sería análogo al de los pilotes de extracción, pero teniendo en cuenta su diámetro equivalente y su tope estructural, más elevado que en los pilotes "in situ". Por tanto utilizando los esquemas de cálculo adoptados en el pilote barrenado y conociendo los datos anteriores se puede hacer una estimación de la carga admisible en función de varias profundidades y diámetros equivalentes.

En terrenos granulares la resistencia por punta puede evaluarse por:

$$q_p = \alpha N \text{ (Mpa)} \quad \alpha = 0.4$$

y la resistencia por fuste  $R_f = 2N$  (kPa)

En el caso de utilizar fórmulas dinámicas (Holandeses, Hilley o Jambu) se definirá previamente el rechazo a la penetración con la hincia en función de las cargas admisibles que se quieran conseguir con las distintas secciones.

De manera orientativa las penetraciones Dinámicas Borros han conseguido el rechazo a profundidades que han oscilado entre 14.40 y 19.60m.

#### 4.5.- AGRESIVIDAD

Para determinar la potencial agresividad por sulfatos solubles que puede presentar un suelo o el agua natural que se encuentra en el subsuelo, se han realizado diferentes análisis químicos.

El criterio utilizado en este informe para determinar la agresividad por sulfatos es el indicado en la NTE-CEG-1975 y la EH-91.

% SO <sub>3</sub> en agua	% SO <sub>3</sub> en suelo	AGRESIVIDAD	CEMENTOS RECOMENDADOS
< 0.03	< 0.2	DÉBIL	ORDINARIO
0.03-0.10 (> 400 mg/l)	0.2-0.5	FUERTE	SRMR
> 0.10	> 0.5	MUY FUERTE	SRMR

A través de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras analizadas se han obtenido los siguientes resultados recogidos en la siguiente tabla:

MUESTRA	CONTENIDO EN SULFATOS
Muestras agua S-1, S-2, S-3	98-648.3 mg/l
S-3 9.00-9.60	0.44%

COMISIÓN DE EDUCACION Y CIENCIA  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACION DE PROYECTOS  
19 OCT. 1999  
SUPERVISADO

En base a estos valores el suelo es POTENCIALMENTE AGRESIVO según el contenido en sulfatos por lo que se recomienda el empleo de cementos del tipo SRMR (sulforresistentes) en cimentaciones profundas pilotadas.

En cimentación superficial se emplearán cementos ordinarios.

El agua en la franja litoral puede entremezclarse y resultar agresiva.



## 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

### 5.1. CONCLUSIONES

En este apartado se incluyen, a manera de resumen, los principales datos del estudio geotécnico que se han desarrollado en apartados anteriores y a los cuales remitimos para su completa y mejor comprensión.

El presente estudio se realiza a petición de NECSO para reconocer el terreno que servirá de apoyo al futuro proyecto de ampliación de la Facultad de Ciencias del Mar.

#### **Situación y características del solar:**

El solar estudiado con morfología poligonal y topografía planar se sitúa entre la Escuela de Magisterio y la citada Facultad de Ciencias del Mar en el Campus universitario de Puerto Real (Cádiz).

#### **Trabajos geotécnicos realizados:**

Para el reconocimiento geotécnico del subsuelo, se han realizado los siguientes ensayos geotécnicos:

	CANTIDAD	PROFUNDIDAD
SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN	3	20.00 m
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA "BORROS"	12	

Además se han realizado los ensayos de laboratorio necesarios para la caracterización de los distintos niveles.

#### **Niveles geotécnicos diferenciados**

##### **Nivel 1: Terreno vegetal arenoso eólico suelto.**

Capa superior de 0.60/1.45 m de espesor de compacidad suelta a media

**Nivel 2:** **Arenas limosas marrones, grises en profundidad.**

Bajo el nivel anterior, su espesor es de 4.80 a 6.90 m. Compacidad media.

**Nivel 3:** **Arcilla fangosa grisácea fangosa.**

Cortada a 6.00/8.35 m con un espesor variable de 1.60 a 5.20 m. Consistencia blanda a muy blanda.

**Nivel 4:** **Arenas arcillosas de coloraciones diversas con algo de grava y finos niveles de areniscas.**

Aparecen entre los 10.75/11.20 m con espesores de 0.95 a más de 4 m y compacidad densa a muy densa.

**Nivel 5:** **Arenas limosas amarillas con niveles areniscosos finos de débil cementación.**

Es el sustrato Plioceno compacto, reconocido entre los 12.00 y los 14.00 m. Es denso a muy denso, y en él alcanzan rechazo los penetrómetros Dinámicos entre los 14.40 y los 19.60 m.

**Medida del nivel freático:**

Con los ensayos realizados, el nivel freático se sitúa entre 1.80 y 2.20 m.

Estos valores no deben considerarse estables ya que se encuentran sometidos a fluctuaciones condicionadas por el régimen hidrológico, condiciones hidrogeológicas, aportes o extracciones artificiales, etc.

**Agresividad:**

Con los ensayos realizados se determina que este suelo es potencialmente agresivo y por lo tanto, para los materiales de cimentación se recomienda un cemento de tipo sulforresistente en cimentaciones que queden bajo el nivel freático.

Los niveles I y II no son agresivos y si la cimentación queda por encima del nivel freático no será necesario el empleo de cementos especiales.

**Estudio de la cimentación:**

En base a ello proponemos dos opciones de cimentación:

1) Para edificios poco cargados ( una o dos plantas) se proyecta una cimentación directa mediante **zapatas arriostradas** empotradas en el nivel II de arenas limosas marrones a una profundidad media de 1.5 m desde la superficie actual. Se empleará un valor de:

$$\sigma_{ADM} = 1.9 \text{ kg/cm}^2$$

2) Para el resto de los edificios (más de dos plantas). Se propone una cimentación profunda mediante **pilotes de extracción "in situ" o de desplazamiento prefabricados** empotrados en el nivel 5 o sustrato Plioceno.

En el caso de pilotes de extracción, las longitudes idóneas de mejor aprovechamiento se sitúan a las siguientes cotas:

DIÁMETRO	PROFUNDIDAD (m)
0.35	14
0.45	14
0.55	14
0.65	14

En el caso de pilotes de hincapié de orientación el rechazo alcanzado en los ensayos de penetración para la estimación de su profundidad, 14.40 a 18.80 m.

## 5.2.- RECOMENDACIONES GENERALES.

Tanto la elección de la cota de cimentación como la verificación de las tensiones admisibles consideradas en el cálculo deberán ser aprobadas en último término por la Dirección Facultativa de la obra.

La excavación se realizará de forma que no se alteren las características mecánicas del suelo, para ello se recomienda que la excavación de los últimos 15 a 20 cms. no sea efectuada hasta inmediatamente antes de iniciar el vertido del hormigón especialmente en suelos cohesivos.

Una vez alcanzado el firme elegido, y antes de hormigonar, se limpiará y nivelará el fondo.

Si hubiera indicios de existencia de bolsas blandas o irregularidades de este tipo en el terreno bajo la cota de cimentación, se deberá comprobar mediante un ensayo simple de penetración en cada zapata, clavando una barra de hierro en el terreno a golpes de martillo.

Todos los elementos extraños que pudieran aparecer en el fondo de la excavación, como rocas, restos de cimentaciones antiguas, lentejones de terreno más resistentes, etc..., se retirarán, rebajándose el nivel del fondo lo suficiente para que las zapatas apoyen en condiciones homogéneas.

Cuando los elementos extraños sean más compresibles que el terreno en su conjunto, serán excavados y sustituidos por un suelo de relleno compactado para tener una compresibilidad equivalente a la del conjunto.

Los emparillados o armaduras que se coloquen sobre el fondo de la zapata deberán apoyarse sobre tacos de mortero rico que se usarán de

espaciadores respecto al nivel teórico del fondo de la zapata, que es el c  
hormigón de limpieza.

En ningún caso deben apoyar las armaduras sobre "pates" o latiguilla  
metálicos que después del hormigonado queden en contacto con l  
superficie del terreno, pues constituirían un punto fácil de entrada de l  
fenómenos de corrosión a la armadura.

Los espaciadores deben colocarse formando cuadros de lado 15 a 2  
veces el diámetro de la armadura.

Es conveniente también colocar espaciadores en la parte vertical de  
ganchos o patillas, para evitar el movimiento horizontal de la parrilla de  
fondo.

No se realizará nunca hormigonado por fases en zapatas aisladas.

Es importante que todas aquellas obras que se pretendan realizar junta  
a los elementos de cimentación (soleras, arquetas de pie de pilar,  
saneamientos, etc.) se estudien convenientemente para no alterar las  
condiciones de trabajo de los mismos o bien dar lugar, mediante fugas, a  
vías de agua que produzcan lavados del terreno, descalzamientos,  
encharcamientos, fenómenos de expansividad, etc...

Caso de detectarse sobre la cota de cimentación la presencia de  
agua (nivel freático no previsto, oscilaciones del mismo, aguas colgadas,  
etc.) se deberá realizar un estudio para determinar la posible agresividad del  
medio sobre los materiales empleados y el sistema de saneamiento o  
drenaje adecuado para una correcta ejecución de la cimentación.

Por último hay que indicar que las consideraciones que se exponen en los anteriores párrafos están referidas a ensayos puntuales realizados. Cabe pensar que en su conjunto son extrapolables a la totalidad de la parcela. No se descarta la posibilidad de que aparezcan zonas con diferentes características a las indicadas.

En el caso de cimentación por pilotes, es recomendable que éstos posean una armadura longitudinal de sección al menos el 4 % de área del pilote, y una armadura transversal equivalente al menos un  $\phi$  del 10 cada 30 cms., en una longitud a partir del encepado no inferior a seis veces el diámetro del pilote ni a seis metros.

DPTO. DE INGENIERIA

Fdo.: *[Signature]*  
Fdo.: *[Signature]* Noriega Rivera

19 OCT. 1999

JEFE DE DPTO. DE INGENIERIA

Fdo.: MIGUEL ANGEL FERNANDEZ VELEZ

JEFE DPTO. MECANICA SUELOS

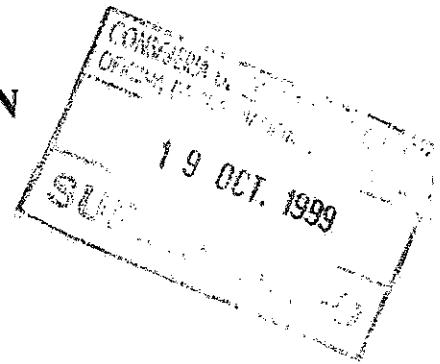
Fdo.: *[Signature]*  
Fdo.: Angel Martínez Girón

**6.- ANEXOS**

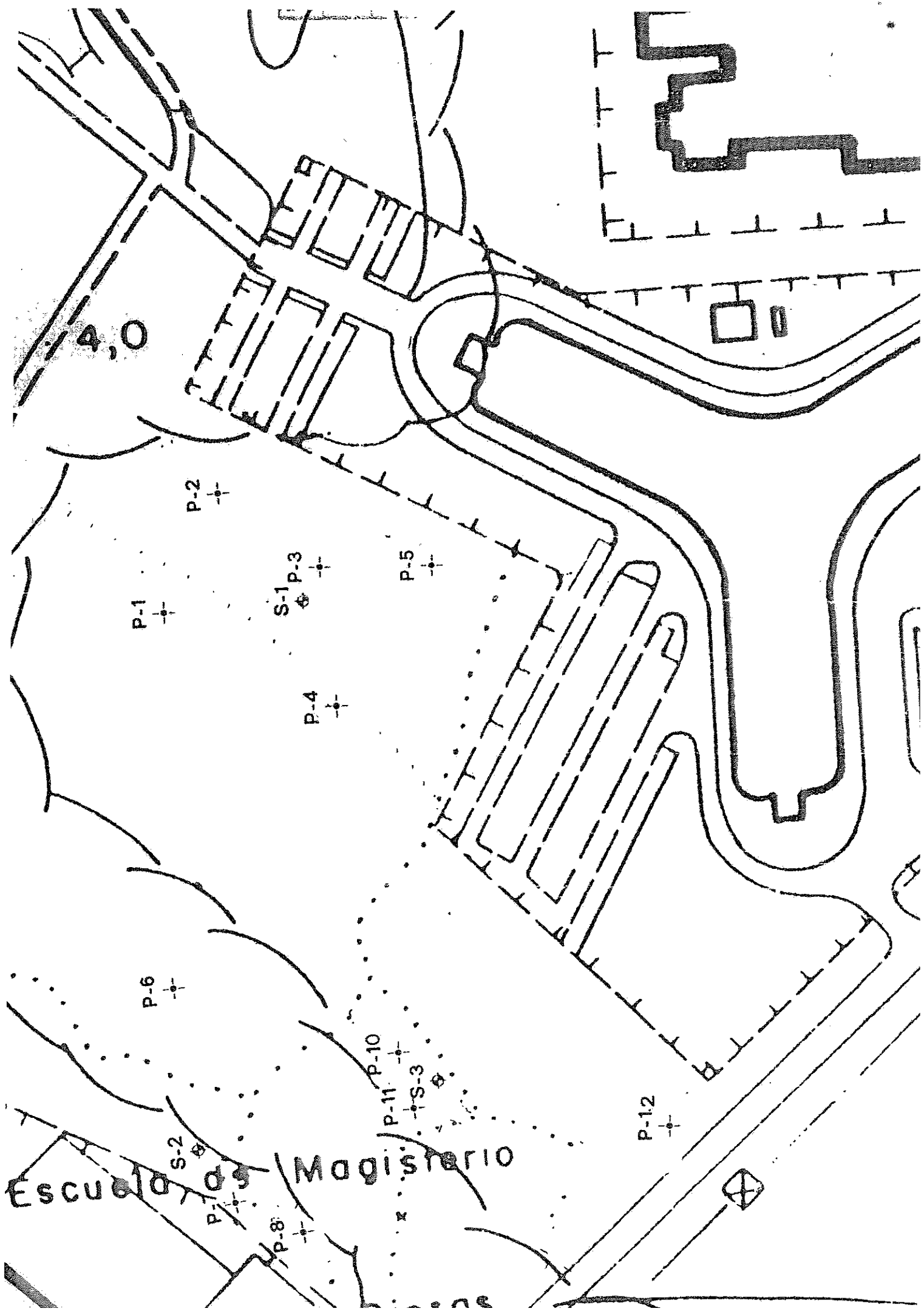
19 OCT. 1999

VORSEVÍ, S.A.  
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

## 6.1.- CROQUIS DE SITUACIÓN







A.O

P-1

P-2

S-1 P-3

P-5

P-4

P-6

P-10

P-11 S-3

P-12

Escuela

Magisterio

P-7

P-8

**6.2.- GRÁFICAS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO  
BORROS**

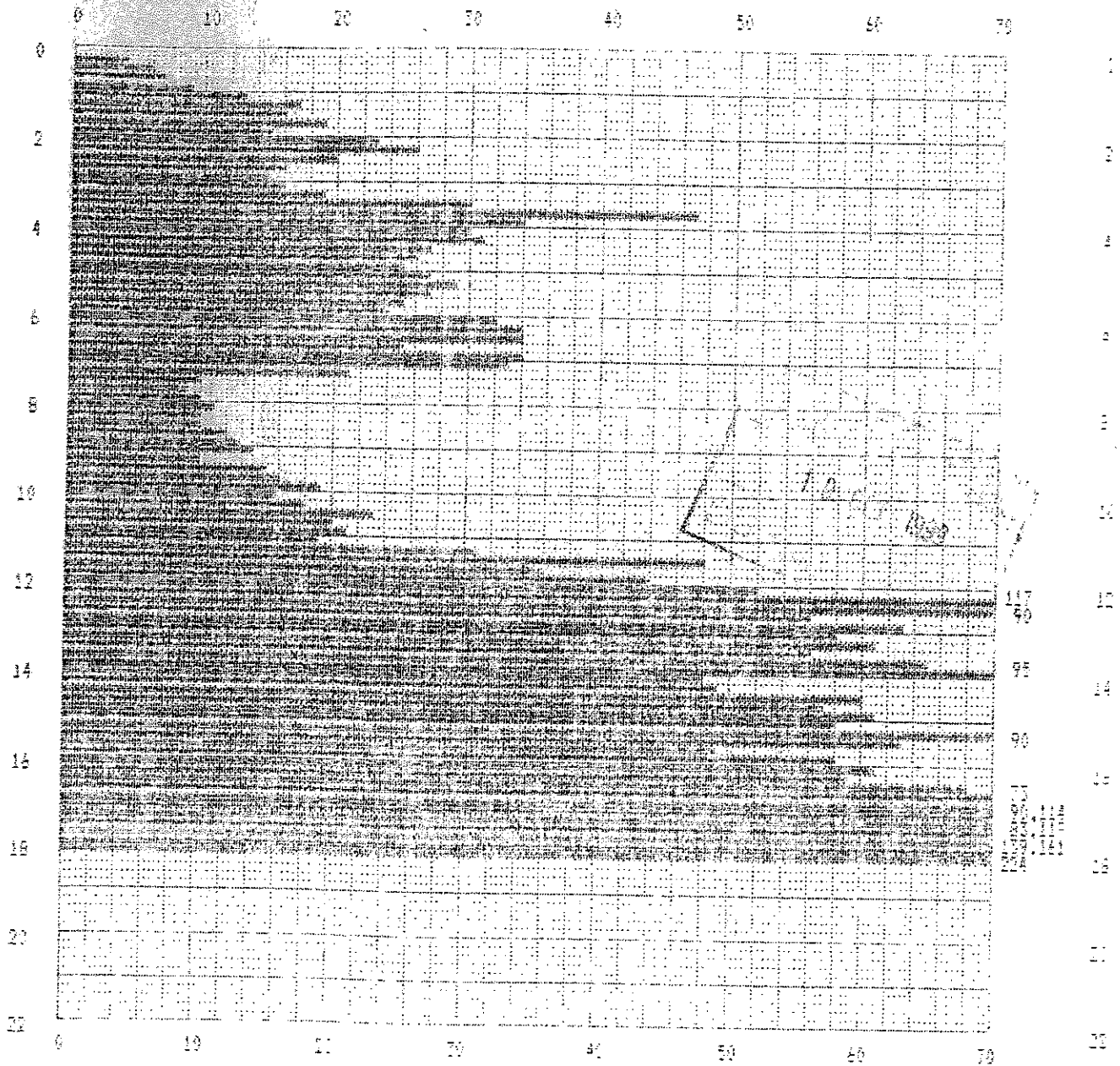
VORSEVI, S.A.  
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD  
10/1/2008

Ensayo de penetracion dinamica Borro

Ciente : NECSO  
Obra : PUERTO REAL (CADIZ)  
Ensayo nº : 1

Profund. (m)

Golpes por 2x cm

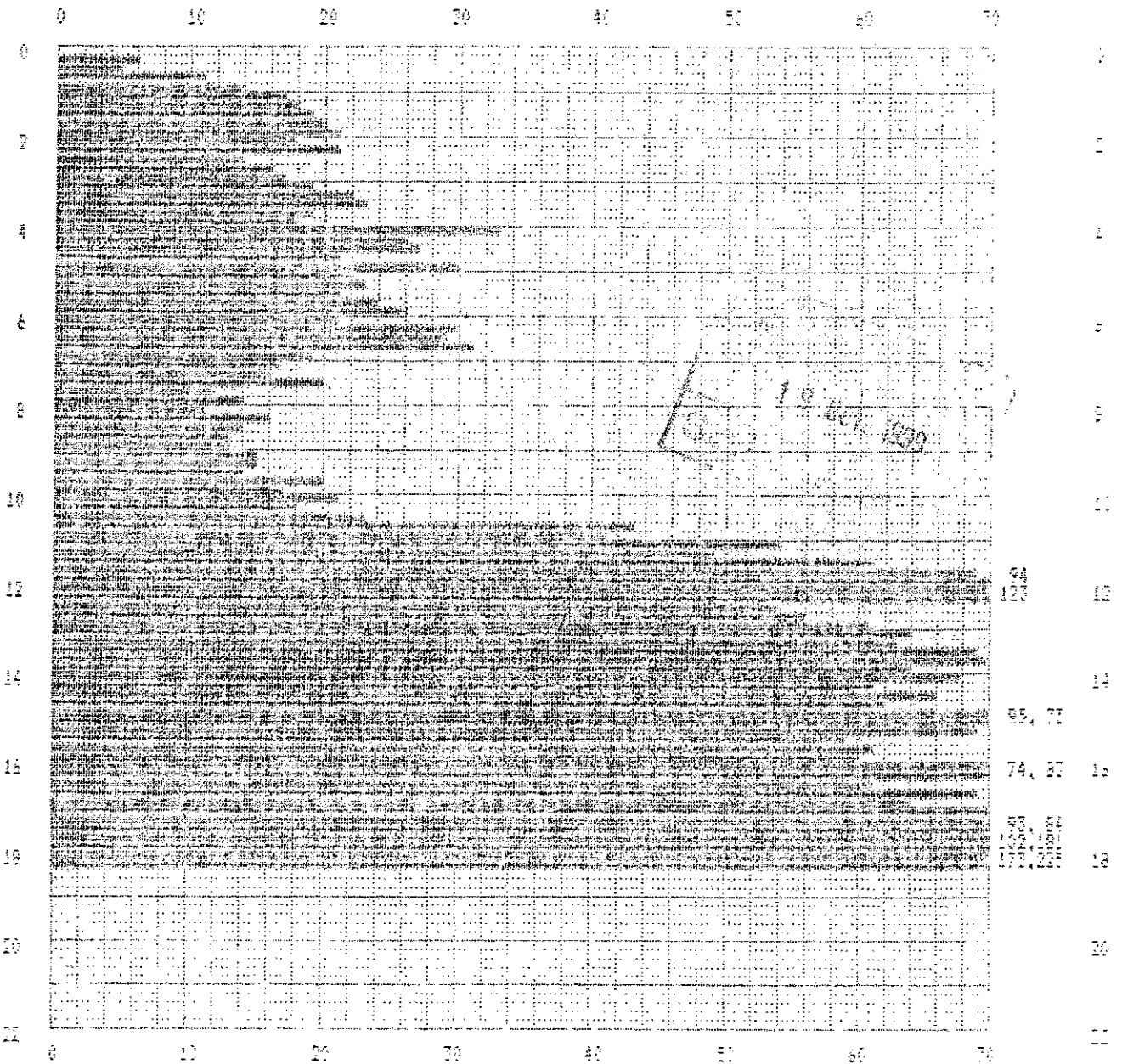




**Ensayo de penetracion dinamica Borro**

Cliente : NECSO  
Obra : PUERTO REAL (CADIZ)  
Ensayo nº : 3

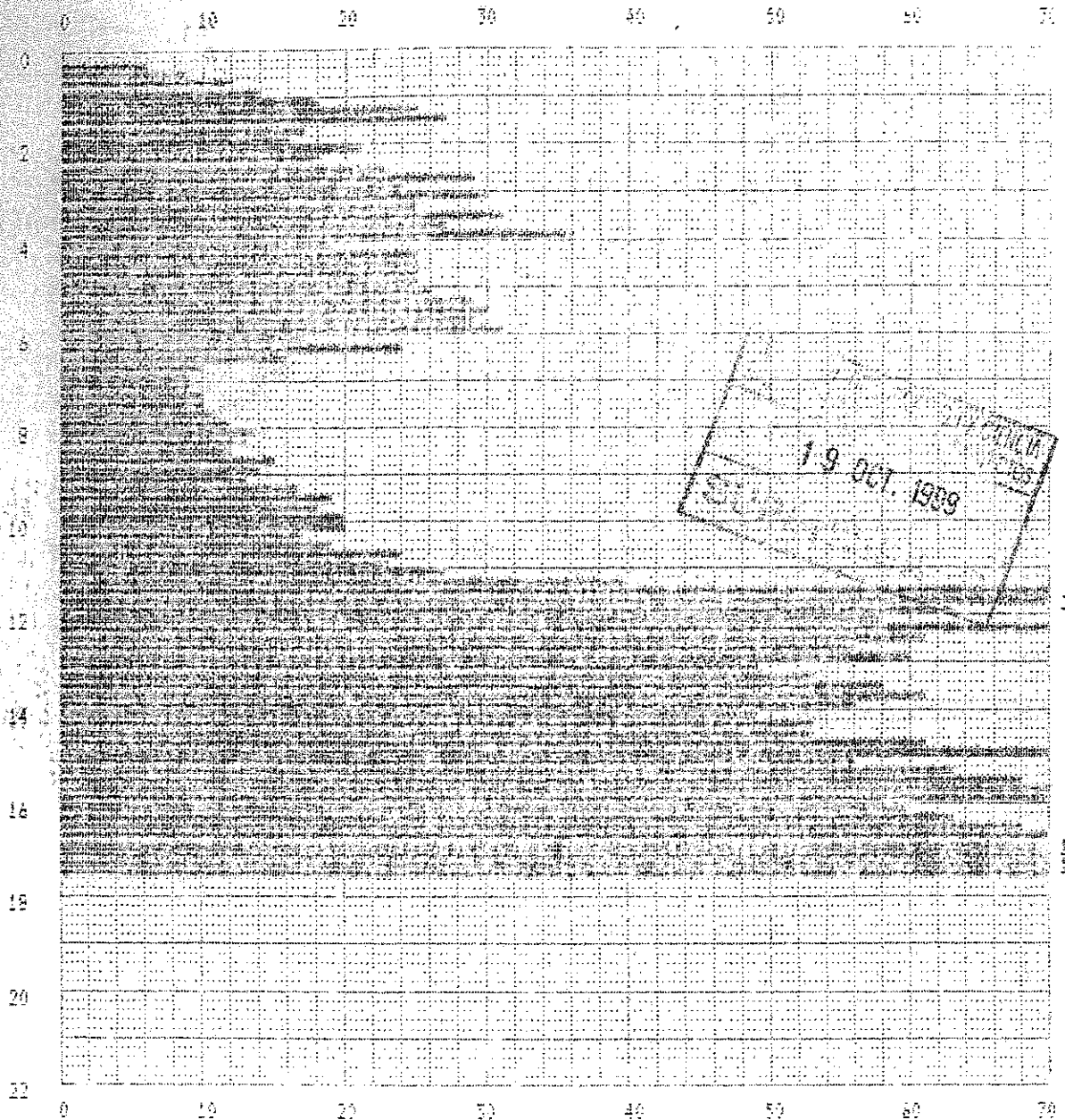
Profund. (m)      Colores L=1 20 cm



Ensayo de penetracion dinamica Bor

Cliente : NECSO  
Obra : PUERTO REAL (CADIZ)  
Ensayo nº : 4

Profund., (m) Golpes por 20 cm



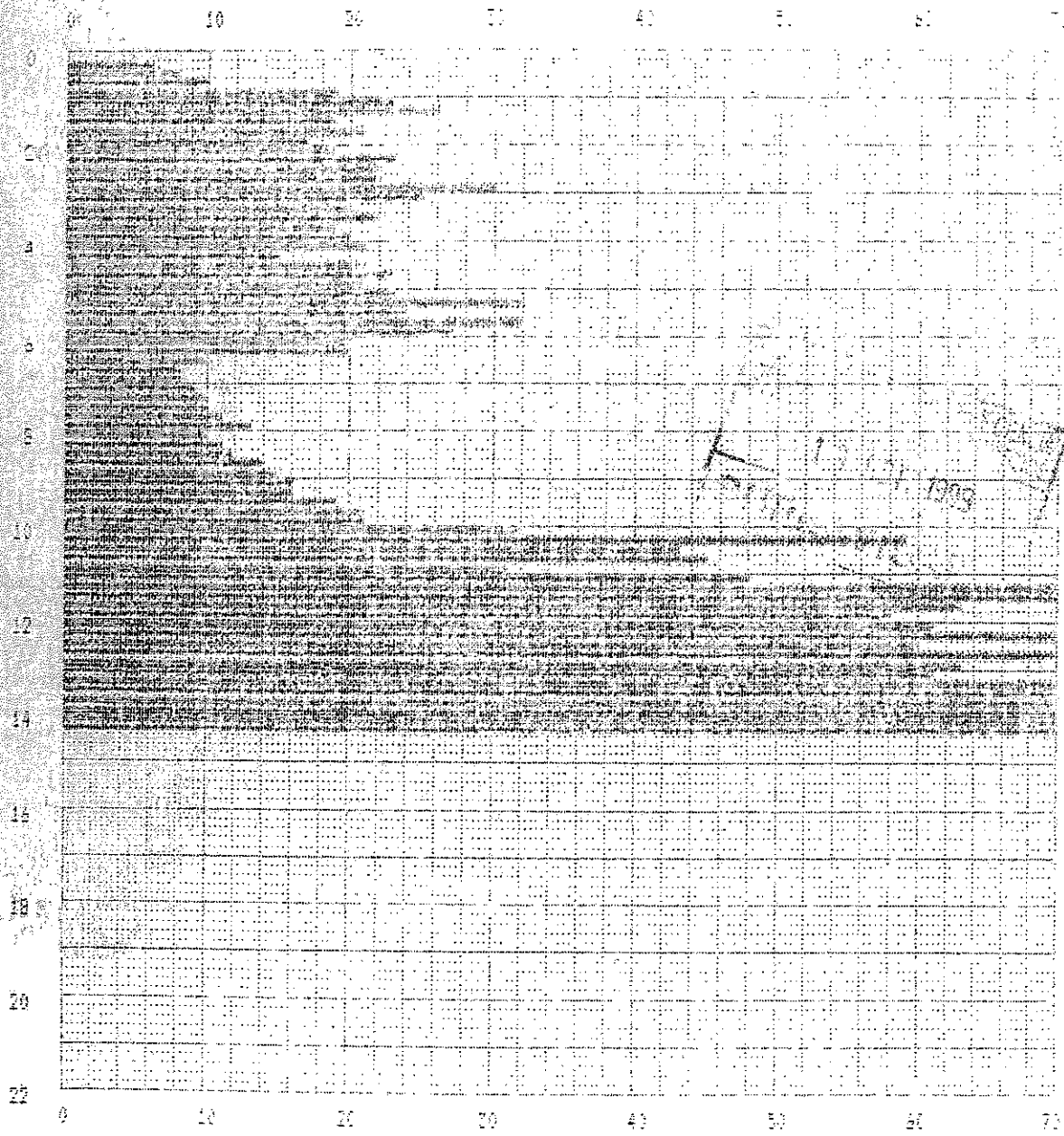
90  
87  
80  
71.4  
61



**Ensayo de penetración dinamica Bo**

Cliente : NECSO  
Obra : PUERTO REAL (CADIZ)  
Ensayo nº : 5

Profundidad (m)                      Cálculo de  $\rho_{10}$



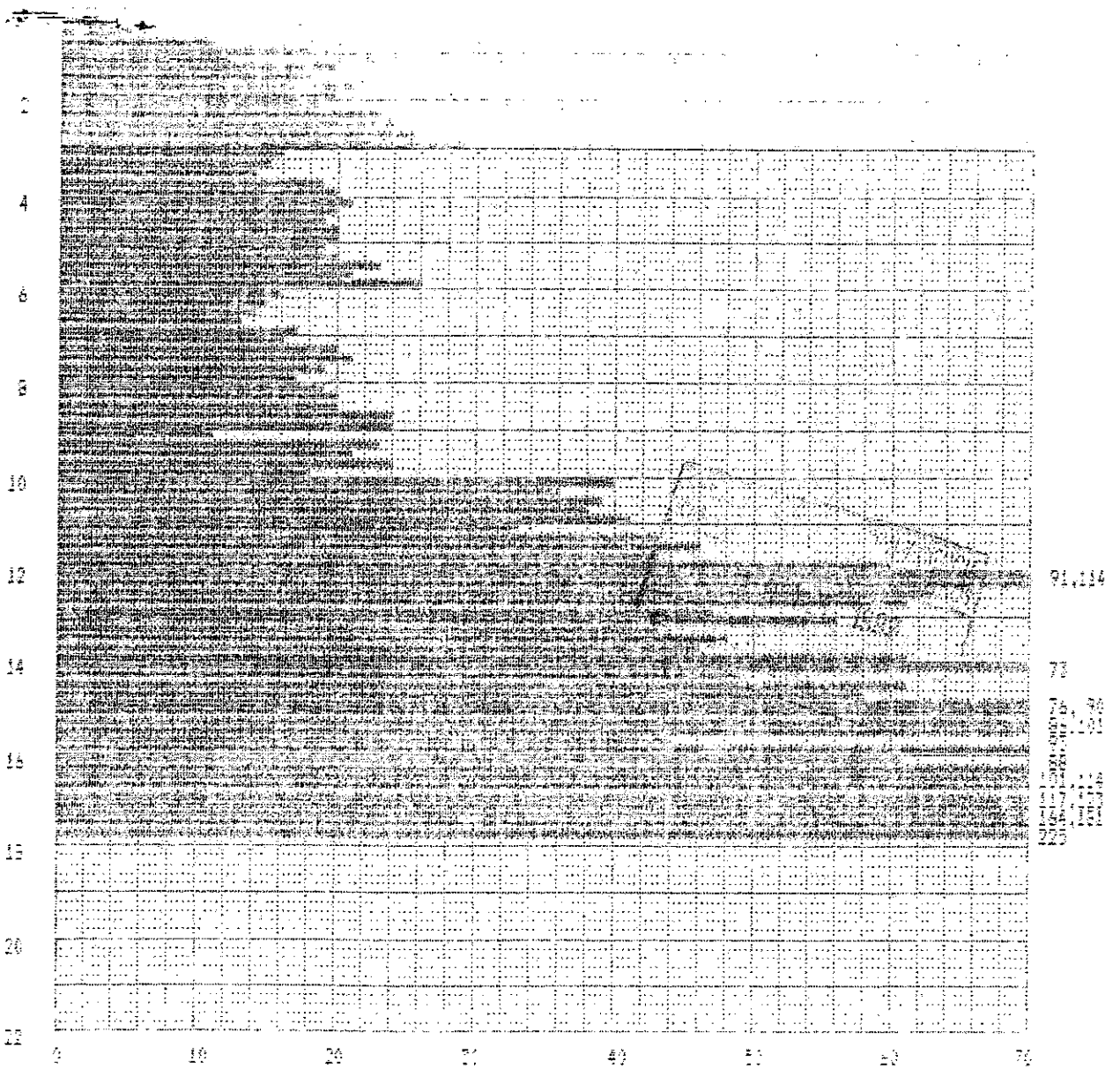
121.  
72  
72  
94  
104  
121.2





**Ensayo de penetracion dinamica Borro**

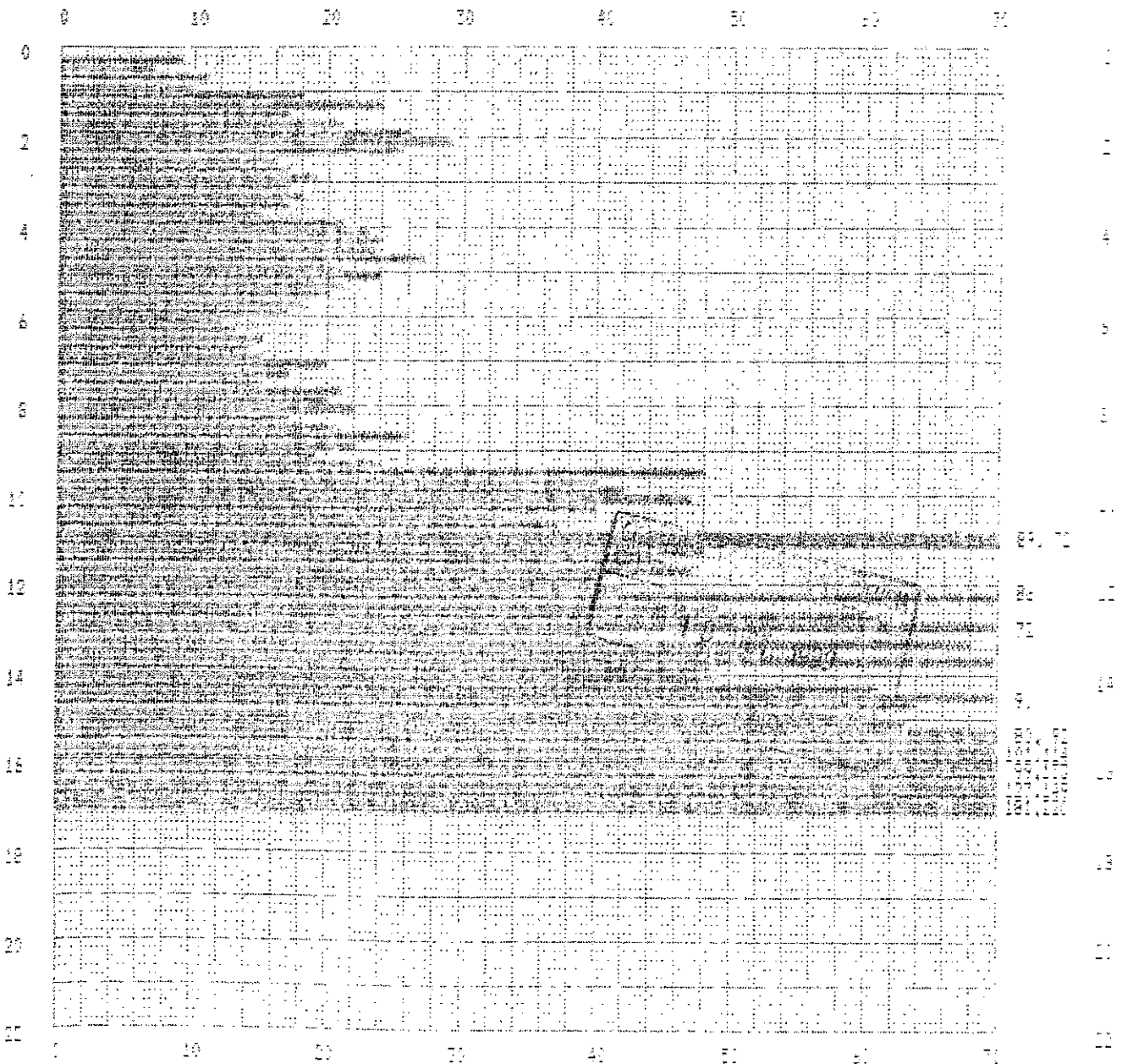
Cliente : NECSO  
Obra : PUERTO REAL (CADIZ)  
Ensayo nº : 7



**Ensayo de penetracion dinamica Borro**

Cliente : NECSO  
Obra : PUERTO REAL (CADIZ)  
Ensayo nº : 8

Profund. (m)                      Golpes por 20 cm

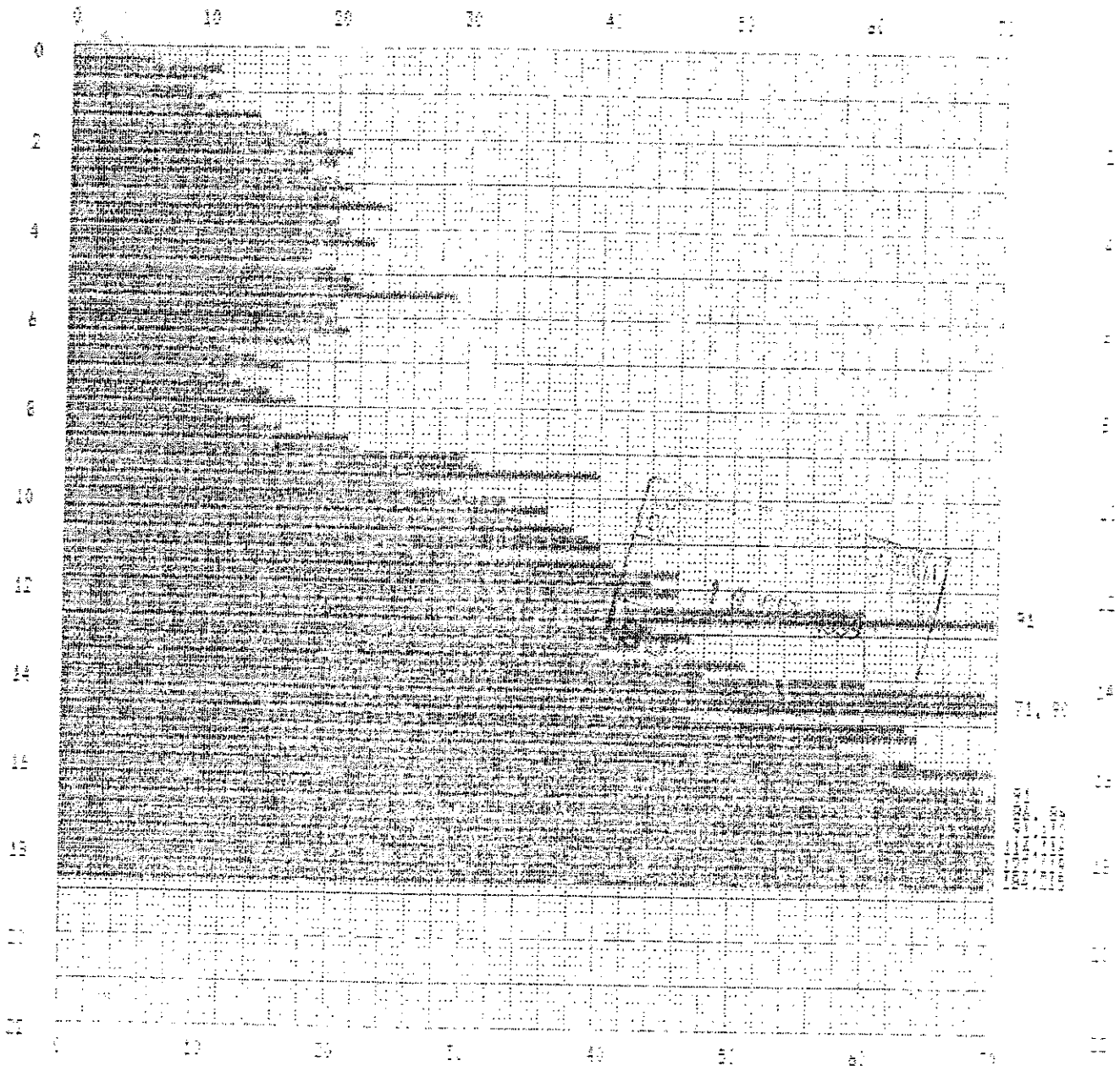


**Ensayo de penetracion dinamica Borro**

Cliente : NECSO  
Obra : PUERTO REAL (CADIZ)  
Ensayo nº : 9

Profund. (m)

Colores por 20 cm

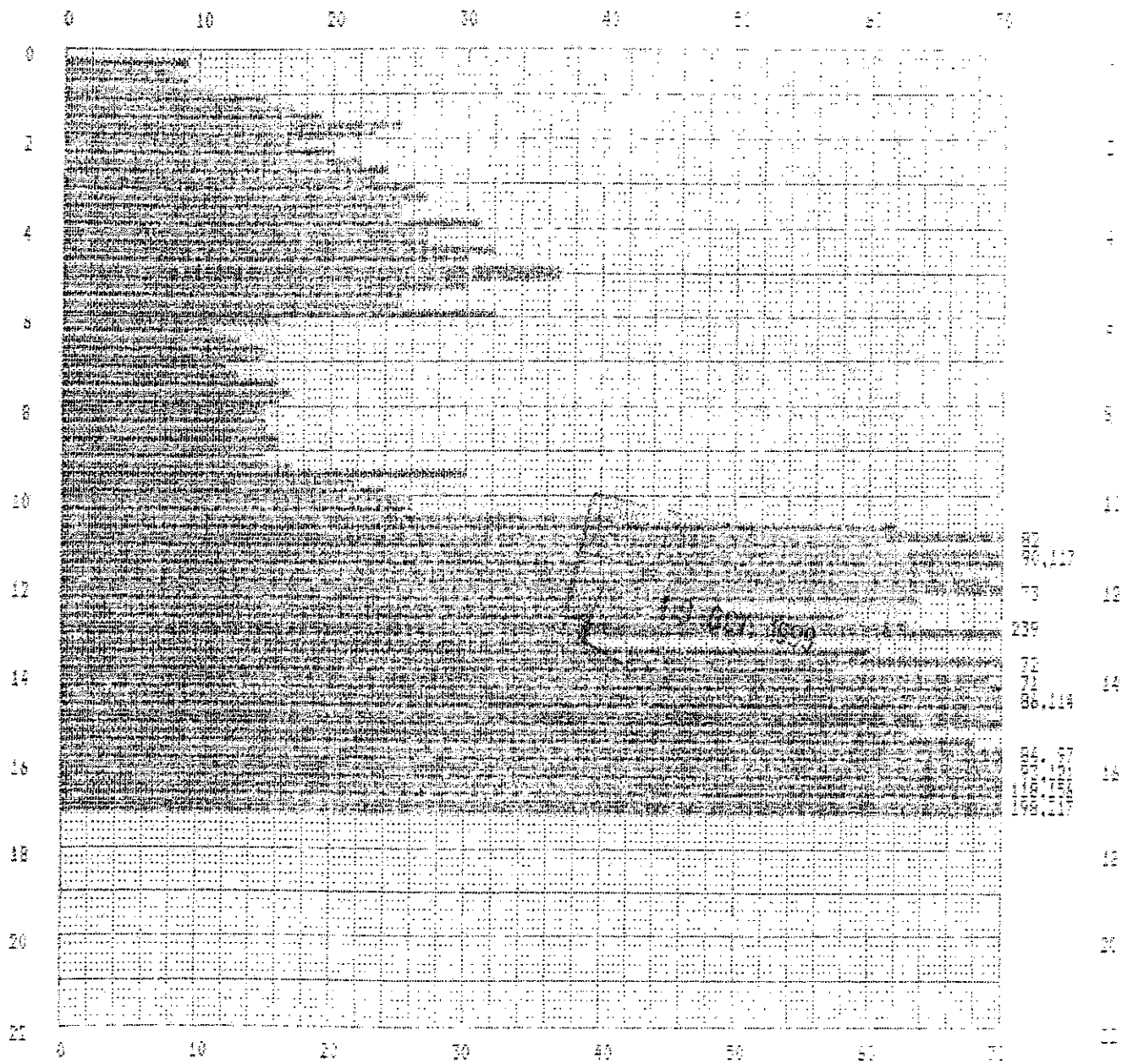


**Ensayo de penetracion dinamica Borro**

Cliente : NECSO.  
Obra : PUERTO REAL (CADIZ)  
Ensayo nº : 10

Profund. (m)

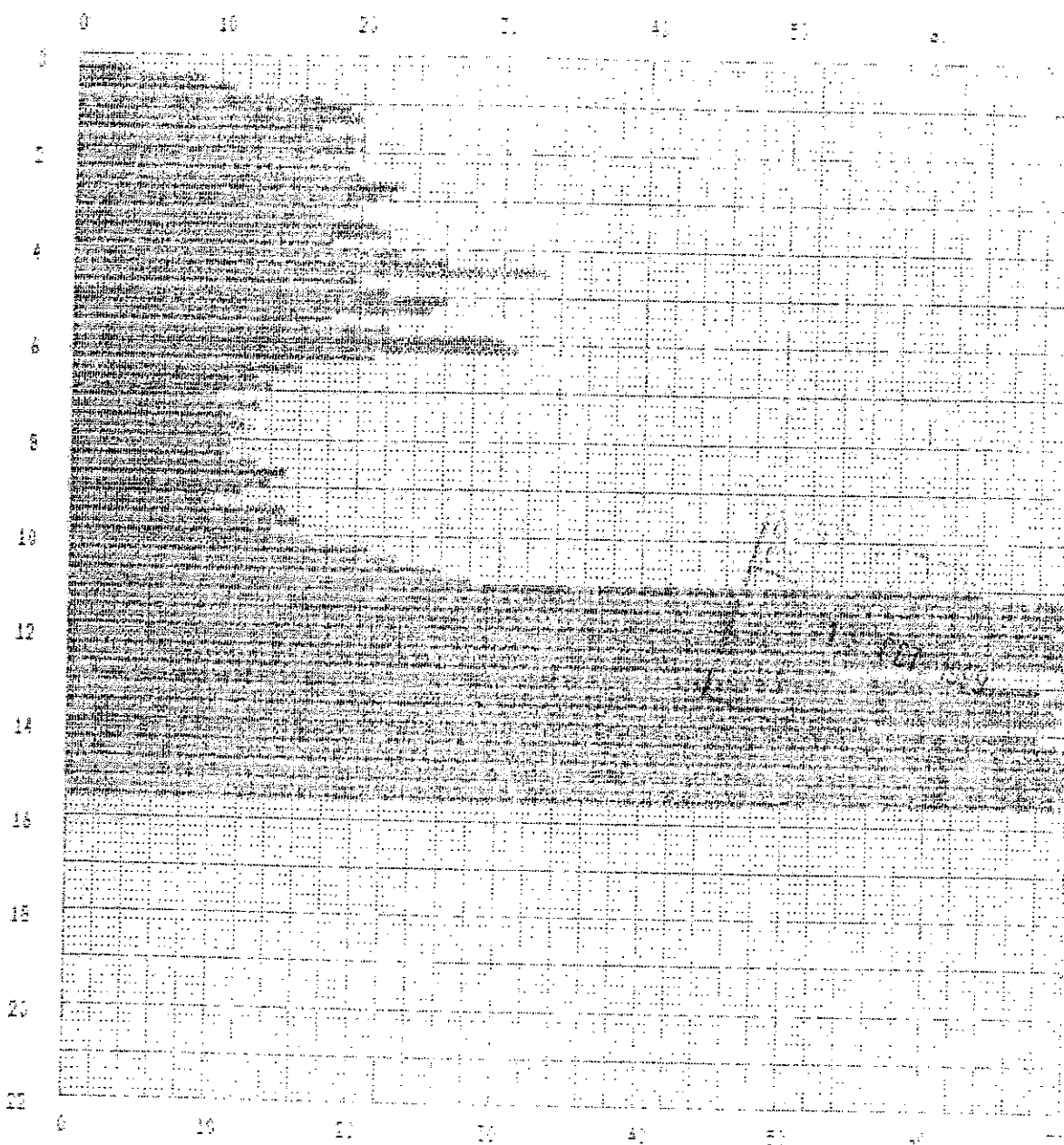
Golpes por 2x cm.



**Ensayo de penetracion dinamica Bor**

Cliente : NECSO  
Obra : PUERTO REAL (CADIZ)  
Ensayo nº : 11

Profund. (m)                      Distancia (m)    20    m



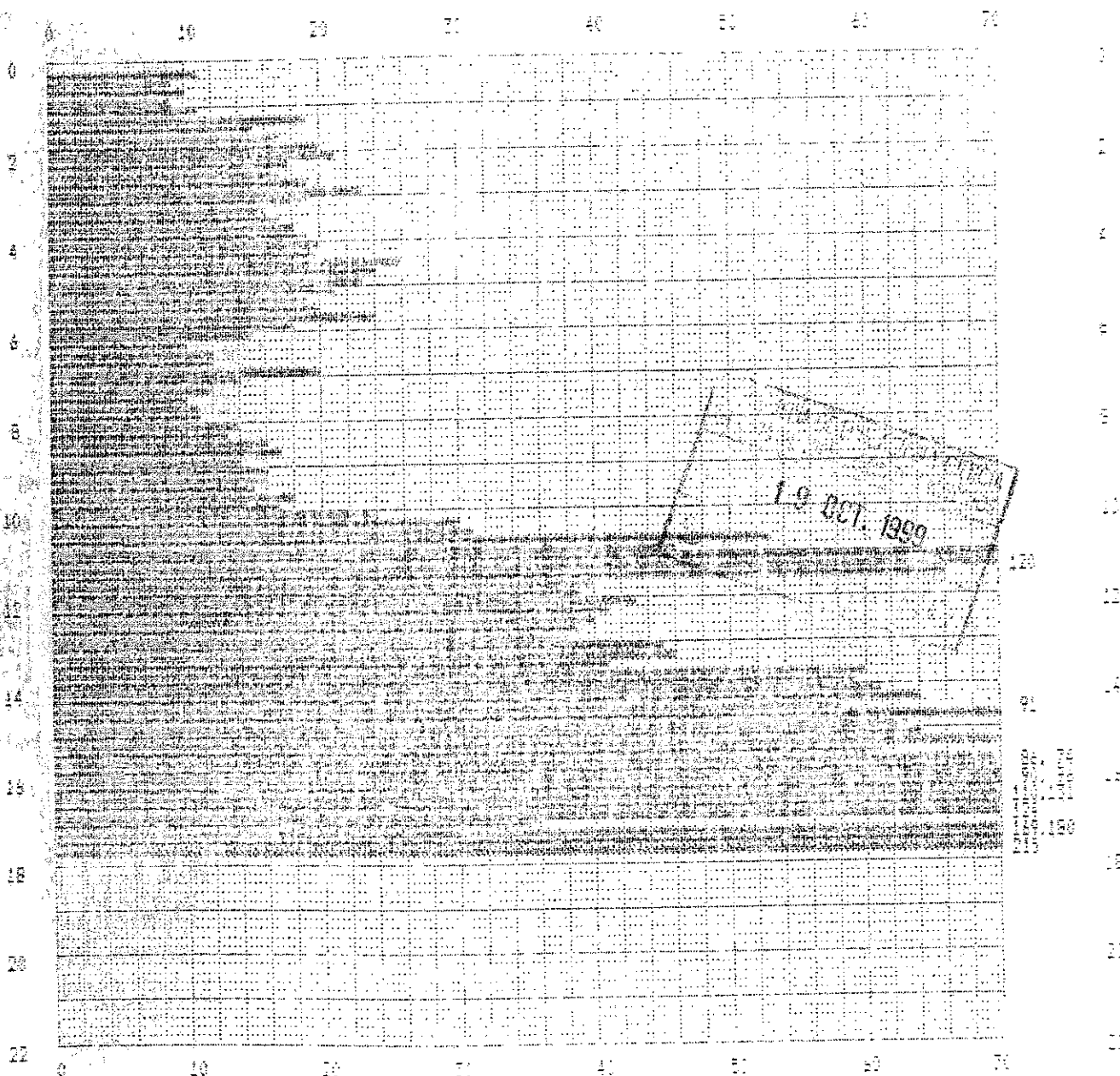
01 11 11  
 02 11 11  
 03 11 11  
 04 11 11  
 05 11 11  
 06 11 11  
 07 11 11  
 08 11 11  
 09 11 11  
 10 11 11  
 11 11 11  
 12 11 11  
 13 11 11  
 14 11 11  
 15 11 11  
 16 11 11  
 17 11 11  
 18 11 11  
 19 11 11  
 20 11 11  
 21 11 11  
 22 11 11

Ensayo de penetracion dinamica Borro

Cliente : NECSO  
Obra : PUERTO REAL (CADIZ)  
Ensayo nº : 12

Profund. (cm)

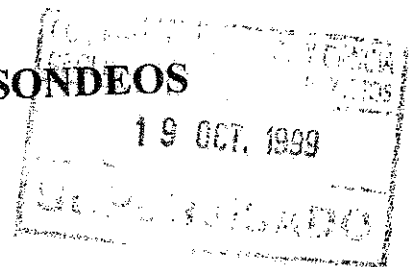
Golpes por 25 cm.

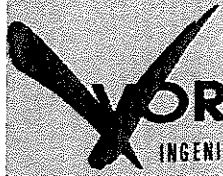


Profundidad (cm)  
10  
15  
20



### 6.3.- PARTES DE SONDEOS





**MORSEVI, S.A.**  
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD



PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DEL MAR	<b>SONDEO: 1</b>
SITUACION: PUERTO REAL	
POBLACION: CADIZ	
FECHA DE EJECUCION: 28-04-98	
COTA: TERRENO ACTUAL	
	SONDA: MOBILE DRILL B-34-L
	COORDENADAS:
	ESCALA: 1:125

ESCALA 1:125	RVTO.	D. PERFORACION	PORCENTAJE RECUPERAC.	PROFUNDIDAD	POTENCIA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION	MUESTRAS	N SPT une 103-800-92	N. FREATICO
1			20.40/60.80	1.45	1.45		TERRENO VEGETAL. ARENA LIMOSA MARRÓN CLARA CON RAÍCES Y MATERIA ORGÁNICA.	1.00 16	1.45	
2				1.45	1.45		ARENA LIMOSA MARRÓN.	1.45	1.90	2.20
3				3.00	1.55		ARENA LIMOSA GRIS CON LENTEJONES LIMOSOARCILLOSOS.	3.00 42		
4								3.45	4.00	
5									3.8	
6					5.35			6.00 36	6.45	
7								6.45	14	
8									6.90	
9				8.35	2.40		ARCILLA FANGOSA GRIS CON BASTANTE ARENA.	9.00 3		
10								9.45	10.00	
11									10.45	
12				10.75	3.25		ARENA LIMOSA ROJIZA CON ALGO DE GRAVA. - Cantos de grava de morfología subredondeada.	12.00 83		
13								12.45	13.00	
14									66	
15				14.00	6.00		ARENA LIMOSA AMARILLENTA CON NIVELES ARENISCOSOS E INDICIOS DE GRAVA SUBREDONDEADA SOBRE TODO A SU TECHO. - Cementación débil de los tramos areniscosos.	15.00 47	15.45	
16								15.45	42	
17									15.90	
18									18.00	
19									99	
20				20.00					18.39	



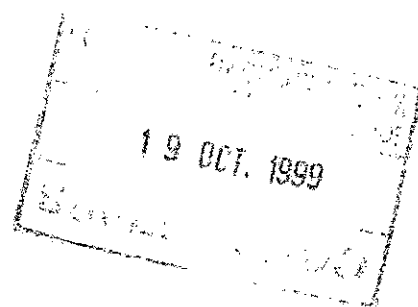
PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DEL MAR	<b>SONDEO: 2</b>
SITUACION: PUERTO REAL	
POBLACION: CADIZ	SONDA: MOBILE DRILL B-34-L
FECHA DE EJECUCION: 27-04-98	COORDENADAS:
COTA: TERRENO ACTUAL	ESCALA: 1:125

ESCALA 1:125	RVTO	D. PERFORACION	PORCENTAJE RECUPERAC. 2040/6080	PROFUNDIDAD	POTENCIA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION	MUESTRAS	N. SPT une 103-800-92	N. FREATICO
1				0.60	0.60	+	TERRENO VEGETAL ARENA LIMOSA MARRÓN CON RAÍCES, RESTOS DE CONCHAS Y MATERIA ORGÁNICA.			
2				1.90	1.30		ARENA MARRÓN CLARA CON ALGO DE LIMO.	1.00 20 1.45	1.45 28	1.80
3							ARENA LIMOSA GRISÁCEA CON LENTEJONES LIMOARCILLOSOS.			
4					4.55			3.00 27 3.45	4.00 28	4.45
5										
6				6.45			ARCILLA FANGOSA GRIS CON ALGO DE ARENA FINA.	6.00 3 6.45		
7					4.65					
8										
9										
10										
11										
12				11.10	0.40		ARCILLA ARENOSA GRIS CON ALGO DE GRAVA.			
13				11.50	0.75		ARENA ARCILLOSA MARRÓN VERDOSA CON NÓDULOS DE CARBONATO Y GRAVAS SUBREDONDEADAS.	11.60 TP		
14				12.25			ARENA LIMOSA AMARILLENTA CON NIVELES ARENISCOSOS POCO CEMENTADOS. - Cantos y nódulos areniscosos. - Gravillas dispersas.	11.90 R 12.00 R 12.25	12.25 R 12.51	
15										
16					7.75			15.00 R 15.28	15.28 88	15.67
17										
18										
19										
20				20.00						18.00 R 18.21

PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DEL MAR	<b>SONDEO: 3</b>
SITUACION: PUERTO REAL	
POBLACION: CADIZ	SONDA: MOBILE DRILL B-34-L
FECHA DE EJECUCION: 24-04-98	COORDENADAS:
COTA:	ESCALA: 1:125

ESCALA 1:125	RVTO.	D. PERFORACION	PORCENTAJE RECUPERAC. 20406080	PROFUNDIDAD	POTENCIA	ESTRATIGRAFIA.	DESCRIPCION	MUESTRAS	N SPT une 103-800-92	N. FREATICO
1				1.00	1.00		TERRENO VEGETAL. LIMO ARENOSO MARRÓN CLARO CON RAICES.			
2				2.00	2.00		ARENA LIMOSA MARRÓN AMARILLENTO CON VETAS GRISES.	1.00 18 1.45	1.45 17 1.90	2.00
3				3.00			ARENA LIMOSA GRIS VERDOSA CON ALGO DE LIMO.	3.00 25 3.45	4.00 26 4.45	
4				4.45						
5				7.45			ARCILLA LIMOSA FANGOSA GRIS OSCURA CON RESTOS DE CONCHAS Y CON BASTANTE ARENA FINA.	6.00 26 6.45	7.00 14 7.45	
6				3.60						
7				11.05	0.95		LIMO ARCILLOARENOSO MARRÓN BEIGE CON NÓDULOS DE CARBONATO Y FINOS NIVELES CALCARENÍTICOS.	9.00 SHELBY 9.60	9.60 2 10.05	
8				12.00			ARENA LIMOSA AMARILLENTO CON NIVELES ARENISCOSOS DE CEMENTACIÓN DÉBIL. - Nódulos y cantos areniscosos. - Gravas y gravillas minoritarias.	12.00 70 12.45	13.00 99 13.45	
9				8.00						
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20				20.00						

## 6.4.- PARTES DE ENSAYOS

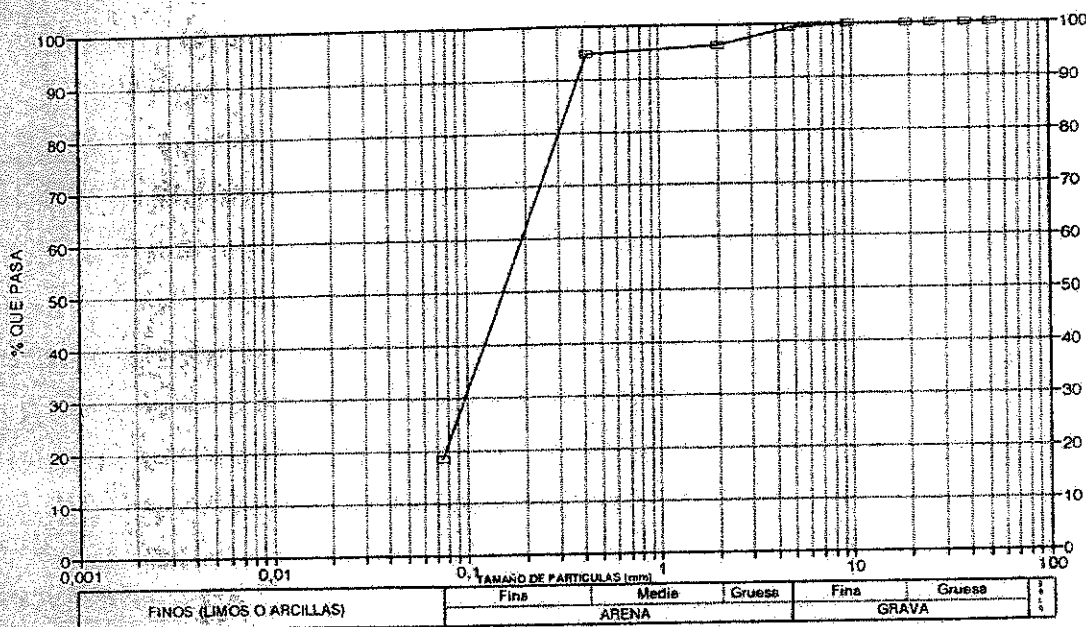


## ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE SUELOS

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar.  
MUESTRA: S-1

PROFUNDIDAD: 1.00-1.45 m

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Según NLT 104/72)



C.C.	1,5
C.U.	6,6

#### TAMICES (% QUE PASA)

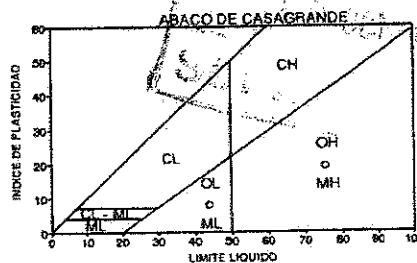
UNE	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	2"	1'5"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,20	96,10	94,80	18,50

#### LIMITES DE ATTERBERG (Según NLT 105/72)

LIMITE LIQUIDO: --  
LIMITE PLASTICO: --  
INDICE DE PLASTICIDAD: NP

#### CLASIFICACION DEL SUELO

U.S.C.S./ASTM: SM  
H.R.B./AASHTO: A-2-4  
INDICE GRUPO: 0



DESCRIPCION SUELO: Arena con algo de limo

#### OTRAS PROPIEDADES

% SULFATOS (Según NLT 120/72): -  
% CARBONATOS (Según NLT 116/72): -  
% HUMEDAD (Según NLT 103/72): 5,10

#### CAMBIO POTENCIAL VOLUMEN (E. LAMBE)(UNE 7402)

P.V.C.: -  
INDICE DE EXPANSIVIDAD (Kg/cm2): -  
CLASIFICACION: -

VºBº

Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

VºBº

LA PUERTA

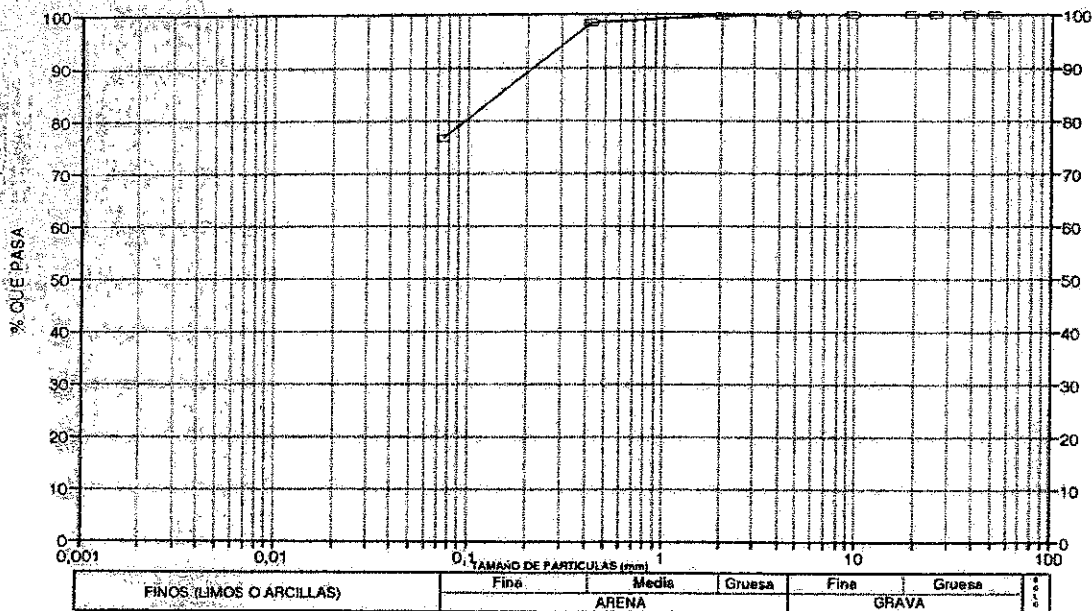


## ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE SUELOS

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar.  
MUESTRA: S-1

PROFUNDIDAD: 9.45-9.90 m

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Según NLT 104/72)



C.C.	1,5
C.U.	6,0

#### TAMICES (% QUE PASA)

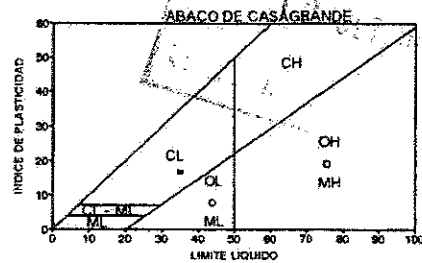
UNE	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
ASTM	2"	1'5"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,70	98,40	76,60

#### LIMITES DE ATTERBERG (Según NLT 105/72)

LIMITE LIQUIDO	35,1
LIMITE PLASTICO	18,2
INDICE DE PLASTICIDAD	16,9

#### CLASIFICACION DEL SUELO

U.S.C.S./ASTM	CL
H.R.B./AASHTO	A-6
INDICE GRUPO	12,00



**DESCRIPCION SUELO:** Arcilla con bastante arena

#### OTRAS PROPIEDADES

% SULFATOS (Según NLT 120/72)	-
% CARBONATOS (Según NLT 116/)	-
% HUMEDAD (Según NLT 103/72)	-

#### CAMBIO POTENCIAL VOLUMEN (E. LAMBE)(UNE 7402)

P.V.C.	-
INDICE DE EXPANSIVIDAD (Kg/cm <sup>2</sup> )	-
CLASIFICACION	-

ENTIDAD ACREDITADA

VºBº

Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

VºBº

JOSE LUIS ROJAS DE LA FUENTE

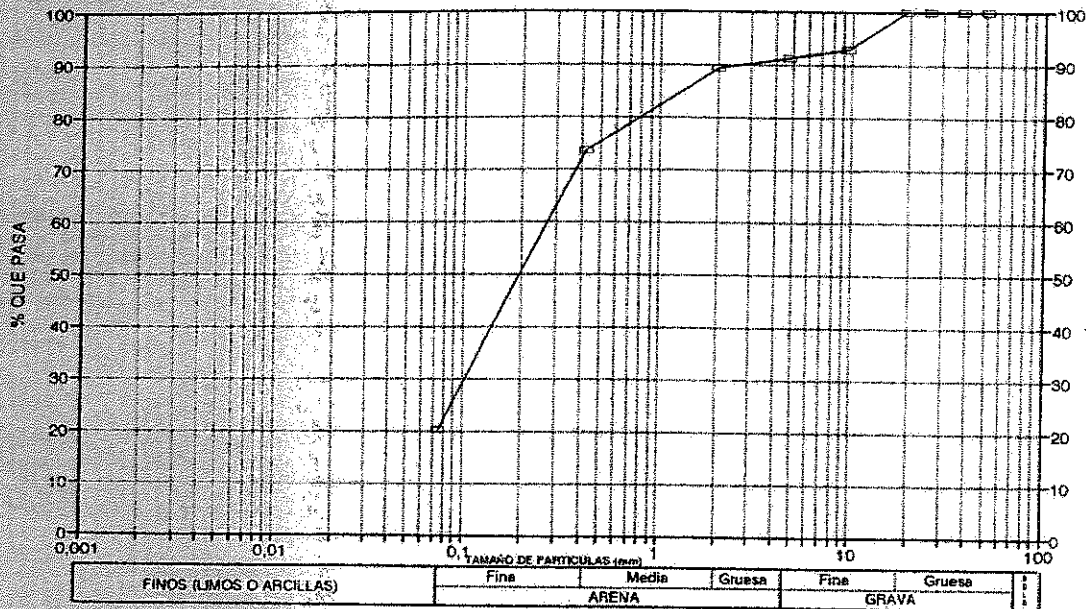


## ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE SUELOS

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar.  
MUESTRA: S-1

PROFUNDIDAD: 12.45-12.90 m

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Según NLT 104/72)



C.C.	1,6
C.U.	9,1

#### TAMICES (% QUE PASA)

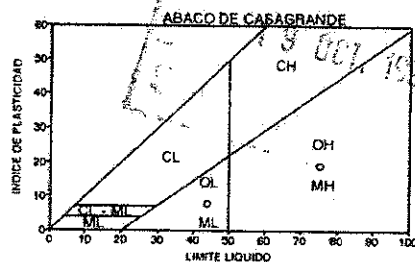
UNE	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
ASTM	2"	1'5"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	92,90	91,20	89,30	73,50	20,30

#### LIMITES DE ATTERBERG (Según NLT 105/72)

LIMITE LIQUIDO 18,2  
LIMITE PLASTICO 13,5  
INDICE DE PLASTICIDAD 4,7

#### CLASIFICACION DEL SUELO

U.S.C.S./ASTM SM-SC  
H.R.B./AASHTO A-2-4  
INDICE GRUPO 0



#### DESCRIPCION SUELO:

Arena con algo de arcilla limosa y de grava

#### OTRAS PROPIEDADES

% SULFATOS (Según NLT 120/72)  
% CARBONATOS (Según NLT 116/72)  
% HUMEDAD (Según NLT 103/72)

0,00

#### CAMBIO POTENCIAL VOLUMEN (E. LAMBE)(UNE 7402)

P.V.C.  
INDICE DE EXPANSIVIDAD (Kg/cm2)  
CLASIFICACION

LABORATORIO DE SUELOS

VºBº

Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

VºBº

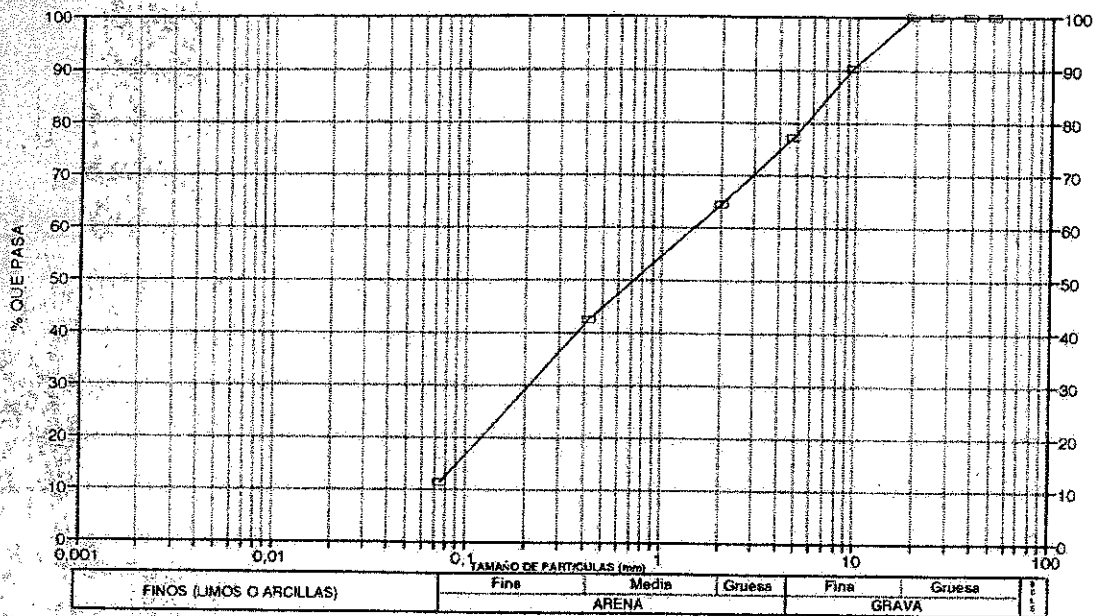
LABORATORIO

## ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE SUELOS

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar.  
MUESTRA: S-1

PROFUNDIDAD: 15.00-15.45 m

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Según NLT 104/72)



C.C.	0,7
C.U.	25,9

### TAMICES (% QUE PASA)

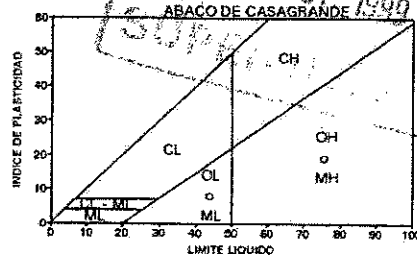
UNE	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
ASTM	2"	1.5"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	90,30	77,10	64,40	42,60	11,40

### LIMITES DE ATTERBERG (Según NLT 105/72)

LÍMITE LÍQUIDO: --  
LÍMITE PLÁSTICO: --  
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD: NP

### CLASIFICACION DEL SUELO

U.S.C.S./ASTM: SP-SM  
H.R.B./AASHTO: A-1-b A-2-4  
ÍNDICE GRUPO: 0,00



**DESCRIPCION SUELO:** Arena con algo de limo y de grava

### OTRAS PROPIEDADES

% SULFATOS (Según NLT 120/72): -  
% CARBONATOS (Según NLT 116/): -  
% HUMEDAD (Según NLT 103/72): 13,10

### CAMBIO POTENCIAL VOLUMEN (E. LAMBE) (UNE 7402)

P.V.C.: -  
ÍNDICE DE EXPANSIVIDAD (Kg/cm<sup>2</sup>): -  
CLASIFICACION: -

VºBo

Entidad acreditada en el "Área de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

VºBo



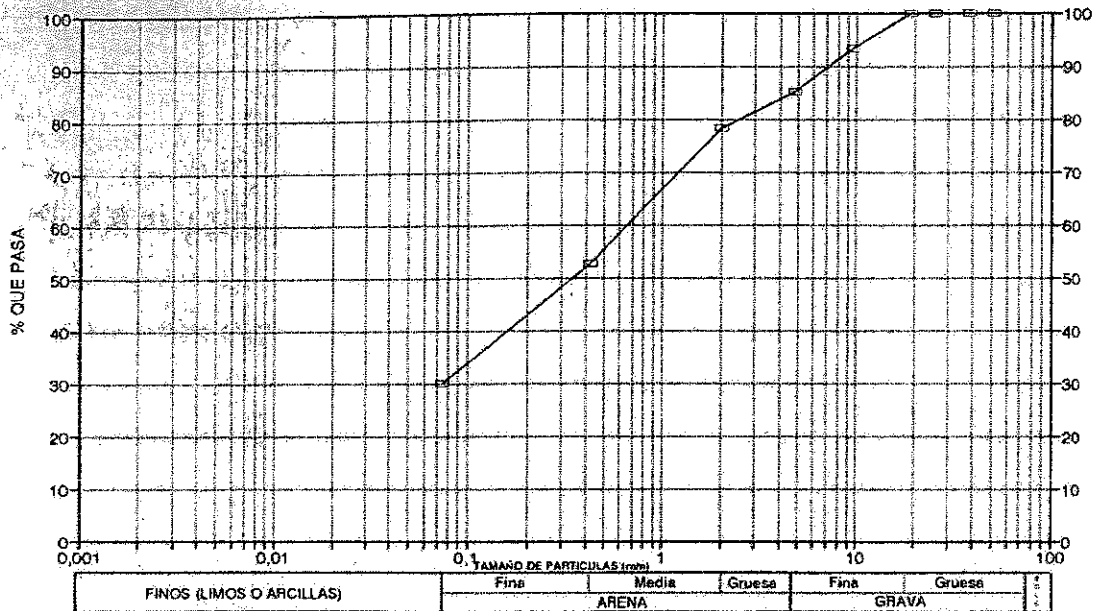


## ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE SUELOS

REFERENCIA: NECSO Ampliación F. Ciencias del Mar.  
MUESTRA: S-2

PROFUNDIDAD: 11.60-11.90 m

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Según NLT 104/72)



C.C.	0,3
C.U.	35,5

#### TAMICES (% QUE PASA)

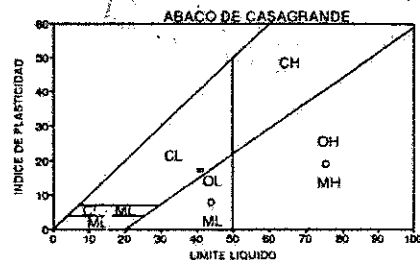
UNE	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
ASTM	2"	1'5"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	93,30	85,10	78,20	52,70	30,10

#### LIMITES DE ATTERBERG (Según NLT 105/72)

LIMITE LIQUIDO	41,0
LIMITE PLASTICO	23,6
INDICE DE PLASTICIDAD	17,4

#### CLASIFICACION DEL SUELO

U.S.C.S./ASTM	SC
H.R.B./AASHTO	A-2-7
INDICE GRUPO	0,00



**DESCRIPCION SUELO: Arena arcillosa con algo de grava**

#### OTRAS PROPIEDADES

% SULFATOS (Según NLT 120/72)	0,00
% CARBONATOS (Según NLT 116/72)	-
% HUMEDAD (Según NLT 103/72)	14,60

#### CAMBIO POTENCIAL VOLUMEN (E. LAMBE)(UNE 7402)

P.V.C.	-
INDICE DE EXPANSIVIDAD (Kg/cm2)	-
CLASIFICACION	-

VºBº

Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

JOSE LUIS B... S... 11/03/2004

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**  
(UNE 103-400-93)

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar  
MUESTRA: S-2

PROFUNDIDAD: 11.60-11.90 m

DIMENSIONES DE LA PROBETA

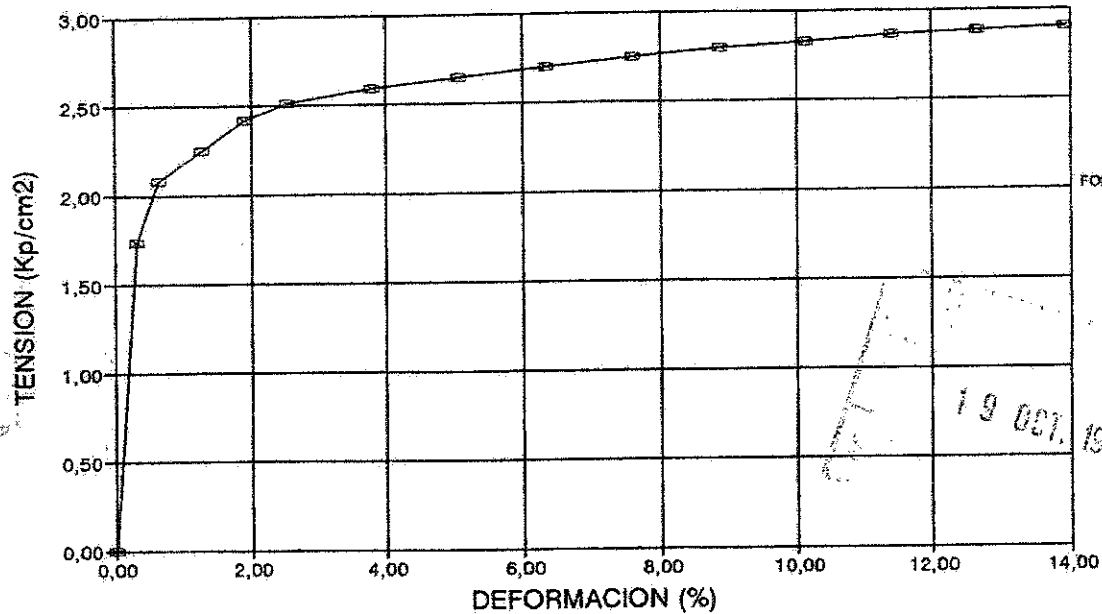
DIAMETRO (cm): 7,40  
LADO (cm):  
LADO (cm):  
SECCION (cm<sup>2</sup>): 43,01  
ALTURA (cm): 15,80  
VOLUMEN (cm<sup>3</sup>): 679,53

PARAMETROS DEL ENSAYO

CONSTANTE (K): 1,00  
VELOC. ROTURA (%): 2

PARAMETROS FISICOS DE LA PROBETA

HUMEDAD (%): 14,60  
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm<sup>3</sup>): 2,03  
DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1,77



FORMA DE ROTURA



**RESULTADOS DEL ENSAYO**

RESIST. COMPRES. SIMPLE (qu): 2,90 Kp/cm<sup>2</sup> 284,60 KPa  
DEFORMACION EN ROTURA: 13,92 % 0,14 mm  
CONSISTENCIA (Según NTE-CEG): MUY FIRME

VºBº Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

*[Handwritten signature]*

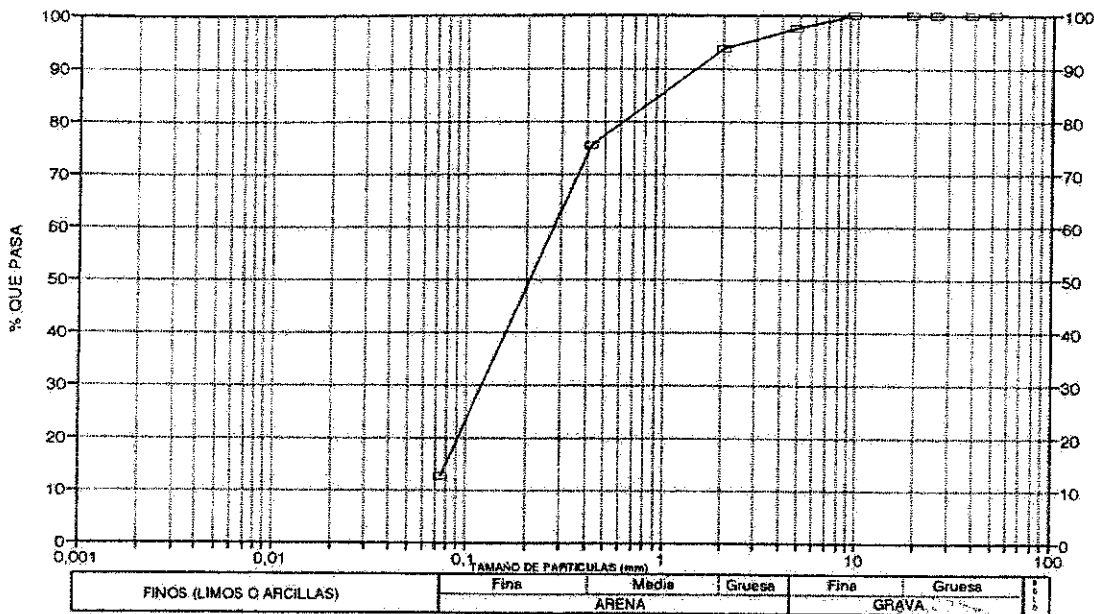
VºBº *[Handwritten signature]*

## ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE SUELOS

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar.  
MUESTRA: S-2

PROFUNDIDAD: 18.00-18.21 m

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Según NLT 104/72)



C.C.	1,5
C.U.	5,7

### TAMICES (% QUE PASA)

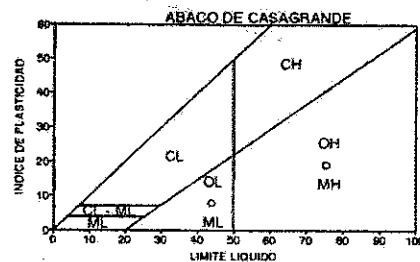
UNE	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
ASTM	2"	1.5"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,70	93,70	75,50	12,70

### LIMITES DE ATTERBERG (Según NLT 105/72)

LIMITE LIQUIDO: --  
LIMITE PLASTICO: --  
INDICE DE PLASTICIDAD: NP

### CLASIFICACION DEL SUELO

U.S.C.S./ASTM: SM  
H.R.B./AASHTO: A-2-4  
INDICE GRUPO: 0,00



DESCRIPCION SUELO: **Arena limosa**

### OTRAS PROPIEDADES

% SULFATOS (Según NLT 120/72): 0,00  
% CARBONATOS (Según NLT 116/72): --  
% HUMEDAD (Según NLT 103/72): --

### CAMBIO POTENCIAL VOLUMEN (E. LAMBE)(UNE 7402)

P.V.C.: --  
INDICE DE EXPANSIVIDAD (Kg/cm<sup>2</sup>): --  
CLASIFICACION: --

VºBº  
Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

VºBº

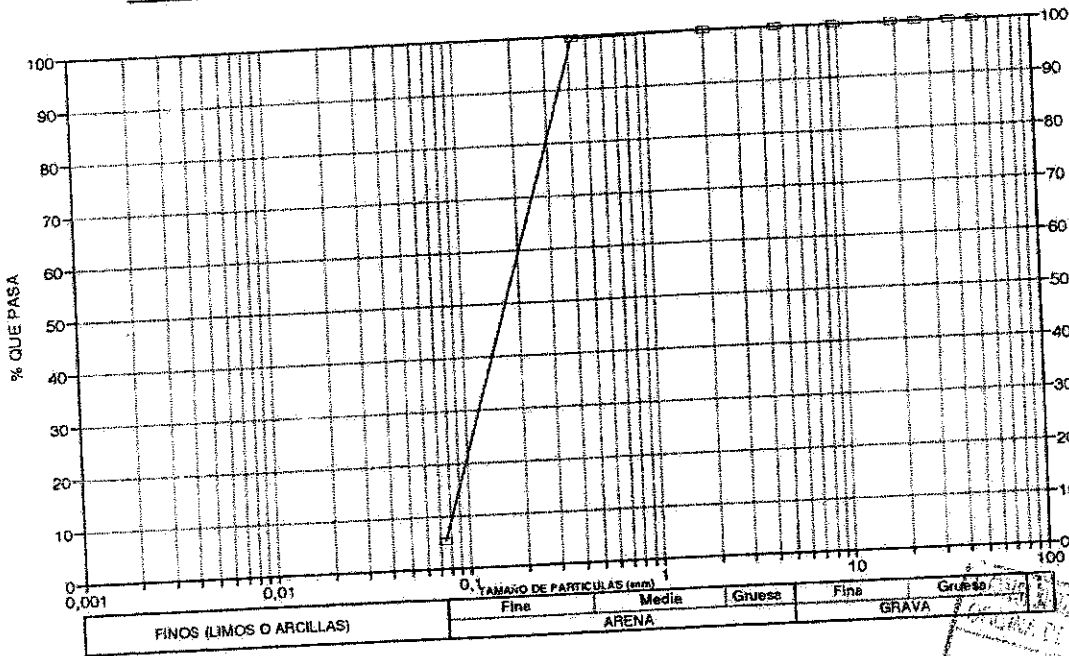
LABORATORIO

## ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE SUELOS

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar.  
MUESTRA: S-3

PROFUNDIDAD: 1.00-1.45 m

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Según NLT 104/72)



C.C.	1,1
C.U.	3,0

#### TAMICES (% QUE PASA)

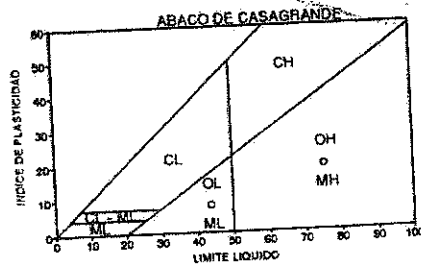
UNE	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
ASTM	2"	1.5"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,90	99,60	5,10

#### LIMITES DE ATTERBERG (Según NLT 105/72)

LIMITE LIQUIDO  
LIMITE PLASTICO  
INDICE DE PLASTICIDAD NP

#### CLASIFICACION DEL SUELO

U.S.C.S./ASTM SP-SM  
H.R.B./AASHTO A-3A-2-4  
INDICE GRUPO 1,00



DESCRIPCION SUELO: Arena con indicios de limo

#### OTRAS PROPIEDADES

% SULFATOS (Según NLT 120/72) -  
% CARBONATOS (Según NLT 116/ -  
% HUMEDAD (Según NLT 103/72) 25,70

#### CAMBIO POTENCIAL VOLUMEN (E. LAMBE)(UNE 7402)

P.V.C. -  
INDICE DE EXPANSIVIDAD (Kg/cm2) -  
CLASIFICACION

VºBº

Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

VºBº

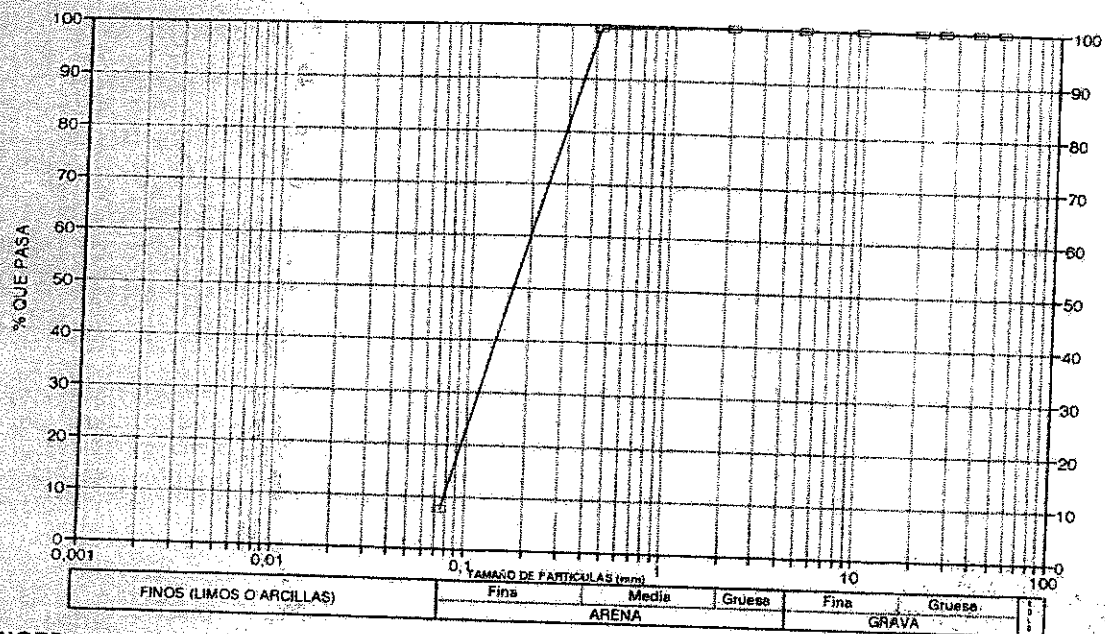
JOSE LUIS PONS DE LA MEYRA

## ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE SUELOS

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar.  
MUESTRA: S-3

PROFUNDIDAD: 4.00-4.50 m

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Según NLT 104/72)



C.C.	1,1
C.U.	3,3

#### TAMICES (% QUE PASA)

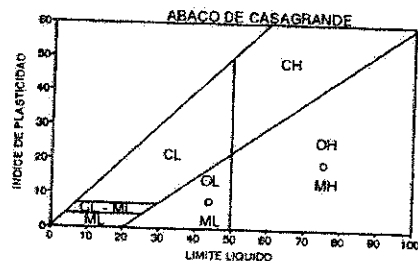
UNE	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.08
ASTM	2"	1.5"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,90	99,40	7,70

#### LIMITES DE ATTERBERG (Según NLT 105/72)

LIMITE LIQUIDO: -  
LIMITE PLASTICO: -  
INDICE DE PLASTICIDAD: NP

#### CLASIFICACION DEL SUELO

U.S.C.S./ASTM: SP-SM  
H.R.B./AASHTO: A-3A-2-4  
INDICE GRUPO: 1,00



DESCRIPCION SUELO: Arenas con indicios de limo

#### OTRAS PROPIEDADES

% SULFATOS (Según NLT 120/72) -  
% CARBONATOS (Según NLT 116/72) -  
% HUMEDAD (Según NLT 103/72) -

#### CAMBIO POTENCIAL VOLUMEN (E. LAMBE)(UNE 7402)

P.V.C. -  
INDICE DE EXPANSIVIDAD (Kg/cm<sup>2</sup>) -  
CLASIFICACION

VºBº  
Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

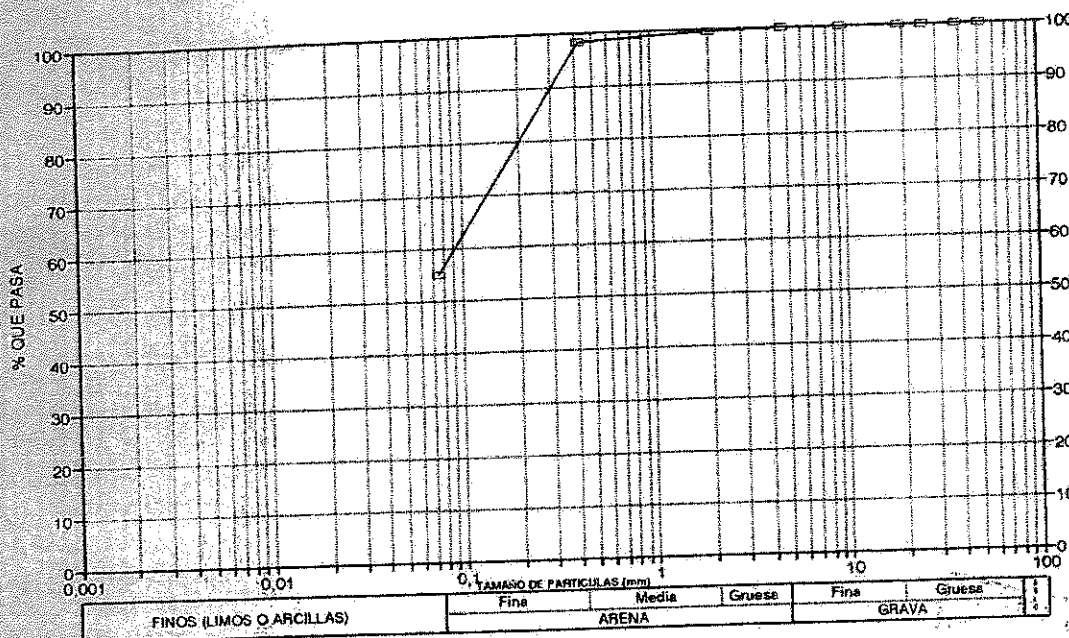
VºBº

## ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE SUELOS

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar.  
MUESTRA: S-3

PROFUNDIDAD: 9.00-9.60 m

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Según NLT 104/72)



C.C.	1,1
C.U.	8,5

#### TAMICES (% QUE PASA)

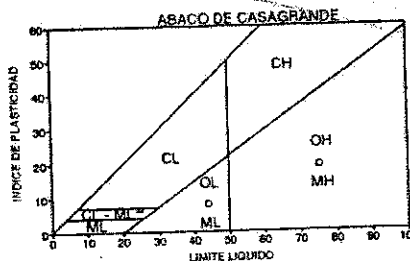
	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
UNE	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08
ASTM	2"	1'5"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,60	98,30	55,00

#### LIMITES DE ATTERBERG (Según NLT 105/72)

LIMITE LIQUIDO	24,6
LIMITE PLASTICO	18,3
INDICE DE PLASTICIDAD	6,3

#### CLASIFICACION DEL SUELO

U.S.C.S./ASTM	CL-ML
H.R.B./AASHTO	A-4
INDICE GRUPO	1,00



DESCRIPCION SUELO: Arcilla limosa y arenosa

#### OTRAS PROPIEDADES

% SULFATOS (Según NLT 120/72)	0,44
% CARBONATOS (Según NLT 116/72)	-
% HUMEDAD (Según NLT 103/72)	31,80

#### CAMBIO POTENCIAL VOLUMEN (E. LAMBE)(UNE 7402)

P.V.C.	-
INDICE DE EXPANSIVIDAD (Kg/cm <sup>2</sup> )	-
CLASIFICACION	-

LABORATORIO DE SUELOS

VºBº

Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

VºBº

DIRECTOR DEL LABORATORIO



**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**  
(UNE 103-400-93)

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar

PROFUNDIDAD: 9.00-9.60 m

MUESTRA: S-3

DIMENSIONES DE LA PROBETA

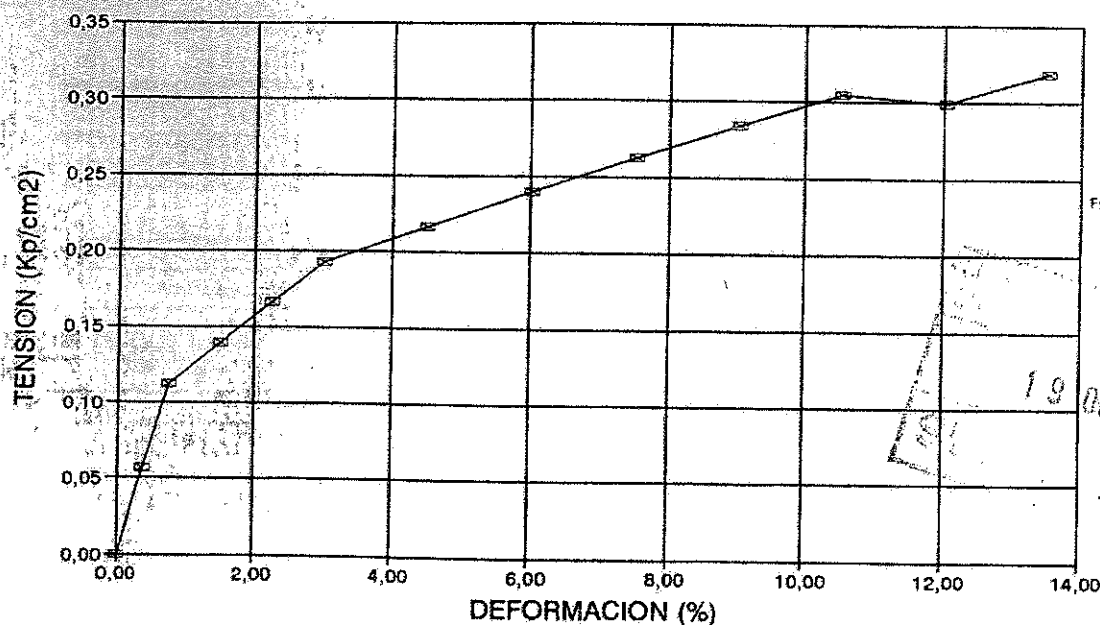
DIAMETRO (cm): 6,70  
LADO (cm):  
LADO (cm):  
SECCION (cm<sup>2</sup>): 35,26  
ALTURA (cm): 13,30  
VOLUMEN (cm<sup>3</sup>): 468,91

PARAMETROS DEL ENSAYO

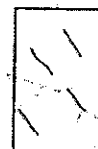
CONSTANTE (K): 1,00  
VELOC. ROTURA (%): 2

PARAMETROS FISICOS DE LA PROBETA

HUMEDAD (%): 31,80  
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm<sup>3</sup>): 1,90  
DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>): 1,44



FORMA DE ROTURA



19 OCT. 1999

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

RESIST. COMPRES. SIMPLE (qu):

0,32 Kp/cm<sup>2</sup>

31,27 KPa

DEFORMACION EN ROTURA:

13,53 %

0,14 mm

CONSISTENCIA (Según NTE-CEG):

BLANDA

VORSEVI S.A. SUELO  
Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

VORSEVI S.A.  
ASISTENTE TECNICO

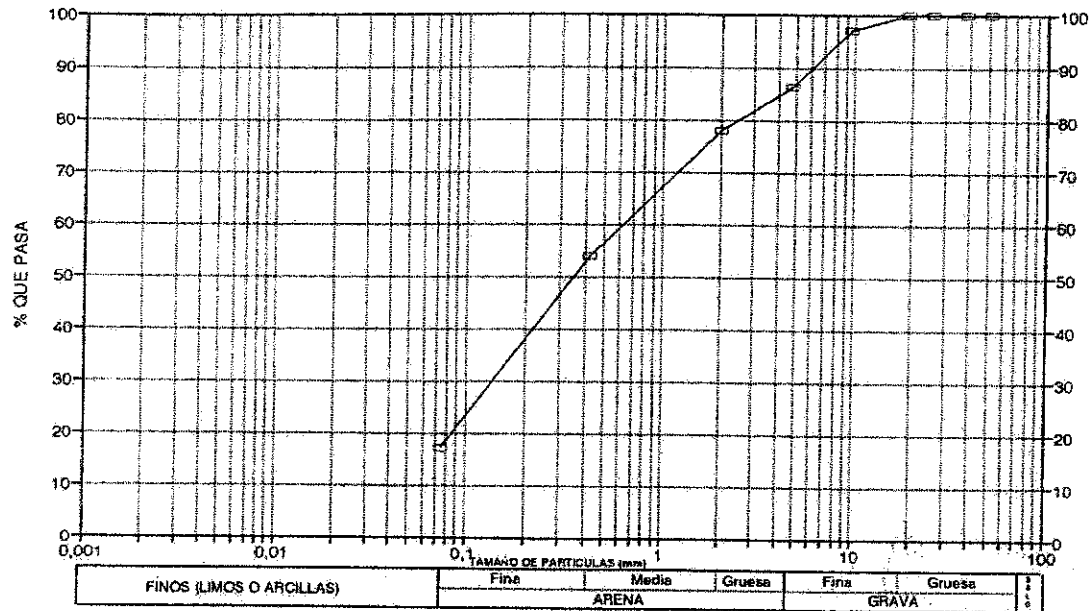


## ENSAYOS DE IDENTIFICACION DE SUELOS

REFERENCIA: NECSO. Ampliación F. Ciencias del Mar.  
MUESTRA: S-3

PROFUNDIDAD: 13.00-13.45 m

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (Según NLT 104/72)



C.C.	1,1
C.U.	19,2

#### TAMICES (% QUE PASA)

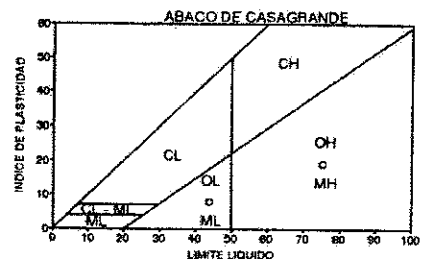
UNE	50	40	25	20	10	5	2	0.4	0.075	0.08
ASTM	2"	1.5"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200	200
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	97,20	86,30	77,90	53,80	17,20	17,20

#### LIMITES DE ATTERBERG (Según NLT 105/72)

LIMITE LIQUIDO: --  
LIMITE PLASTICO: --  
INDICE DE PLASTICIDAD: NP

#### CLASIFICACION DEL SUELO

U.S.C.S./ASTM: SM  
H.R.B./AASHTO: A-2-4  
INDICE GRUPO: 0



DESCRIPCION SUELO: Arena con algo de grava y de limo

#### OTRAS PROPIEDADES

% SULFATOS (Según NLT 120/72) -  
% CARBONATOS (Según NLT 116/) -  
% HUMEDAD (Según NLT 103/72) -

#### CAMBIO POTENCIAL VOLUMEN (E. LAMBE)(UNE 7402)

P.V.C. -  
INDICE DE EXPANSIVIDAD (Kg/cm2) -  
CLASIFICACION -

VºBo [Signature] Entidad acreditada en el "Area de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos" (SE), con el nº 11014SE91 (BOE 25/03/93 y BOJA 05/01/93).

VºBo [Signature] JOSE MARIA REJAS PELA PUNTA

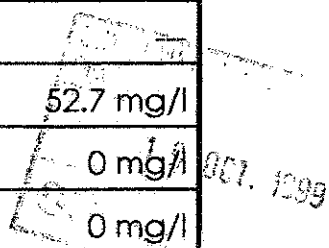
## ANALISIS DE AGUA

(AGRESIVIDAD AL HORMIGON EH-91)

PROCEDENCIA: NECSO

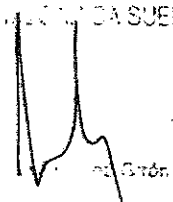
REFERENCIA: AMPLIACION FACULTAD CIENCIAS DEL MAR.

DETERMINACIONES	RESULTADOS
Amonio (NH <sub>4</sub> )	0 mg/l
PH	7.8
Calcio (Ca)	41.6 mg/l
Hierro (Fe)	—
Magnesio (Mg)	27.2 mg/l
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H)	
Cloruros (Cl)	52.7 mg/l
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	0 mg/l
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	0 mg/l
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	98 mg/l
Materia orgánica	1.9 mg/l
Residuo seco a 110°	361 mg/l
Sacarosa	0
Glucosa	0
Aceites y grasas	0
Dureza total	21.6° F
TA	—
TAC	—

  
 001. 1099

JOSUIS RODRIGUEZ DE LA ROSA

ANÁLISIS DE SUELOS



15/05/2011

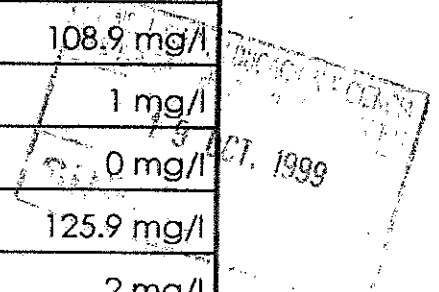
## ANALISIS DE AGUA


(AGRESIVIDAD AL HORMIGON EH-91)

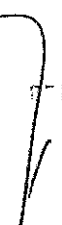
PROCEDENCIA: NECSO

REFERENCIA: AMPLIACION FACULTAD CIENCIAS DEL MAR.

DETERMINACIONES	RESULTADOS
Amonio (NH <sub>4</sub> )	0 mg/l
PH	7.7
Calcio (Ca)	51.2 mg/l
Hierro (Fe)	---
Magnesio (Mg)	29.2 mg/l
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H)	---
Cloruros (Cl)	108.9 mg/l
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	1 mg/l
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	0 mg/l
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	125.9 mg/l
Materia orgánica	2 mg/l
Residuo seco a 110°	578 mg/l
Sacarosa	0
Glucosa	0
Aceites y grasas	0
Dureza total	24.8° F
TA	---
TAC	---

  
 27. 1999

  
 ...ELOS



## ANALISIS DE AGUA


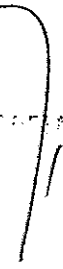
(AGRESIVIDAD AL HORMIGON EH-91)

PROCEDENCIA: NECSO

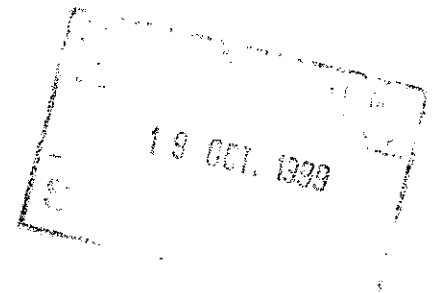
REFERENCIA: AMPLIACION FACULTAD CIENCIAS DEL MAR.

DETERMINACIONES	RESULTADOS
Amonio (NH <sub>4</sub> )	3 mg/l
PH	7.7
Calcio (Ca)	82.3 mg/l
Hierro (Fe)	--
Magnesio (Mg)	199.3 mg/l
Bicarbonatos (CO <sub>3</sub> H)	--
Cloruros (Cl)	3521.5 mg/l
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	0 mg/l
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	0 mg/l
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	648.3 mg/l
Materia orgánica	4.9 mg/l
Residuo seco a 110°	7998 mg/l
Sacarosa	0
Glucosa	0
Aceites y grasas	0
Dureza total	102.8° F
TA	--
TAC	

INGENIERIA DE SUELOS

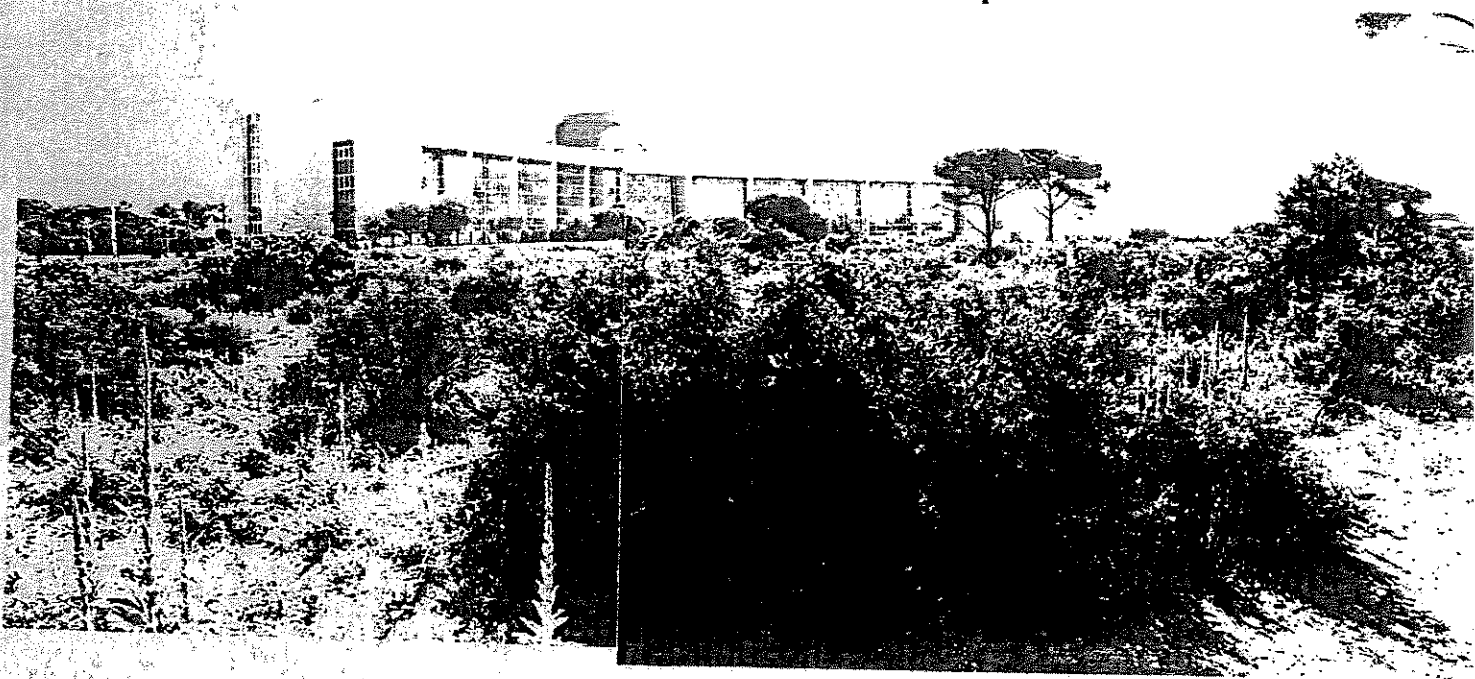



## 6.5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO





19 OCT. 1999

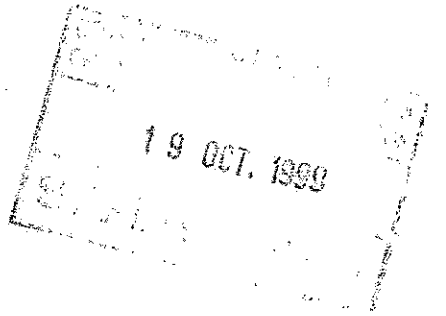




P-1



P-2

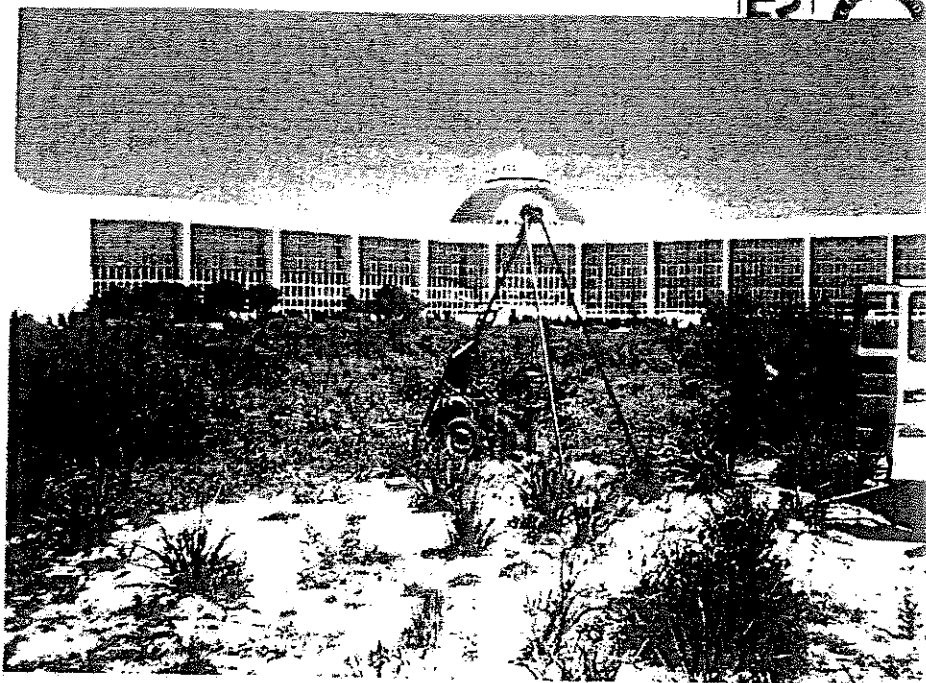


P-3

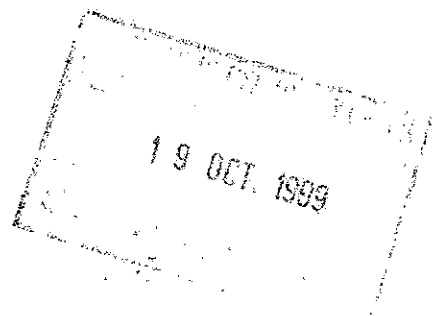




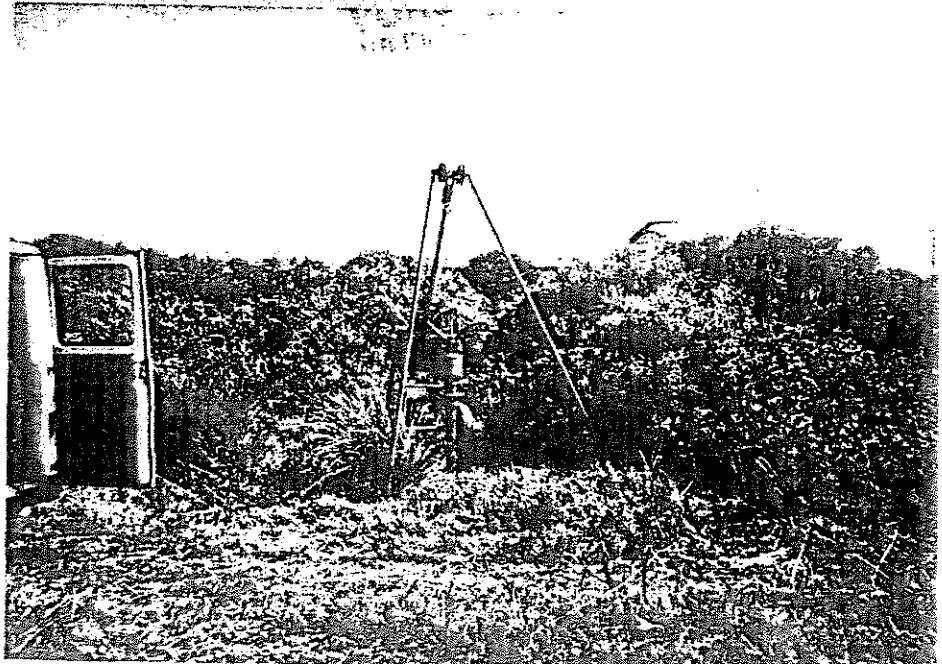
P-4



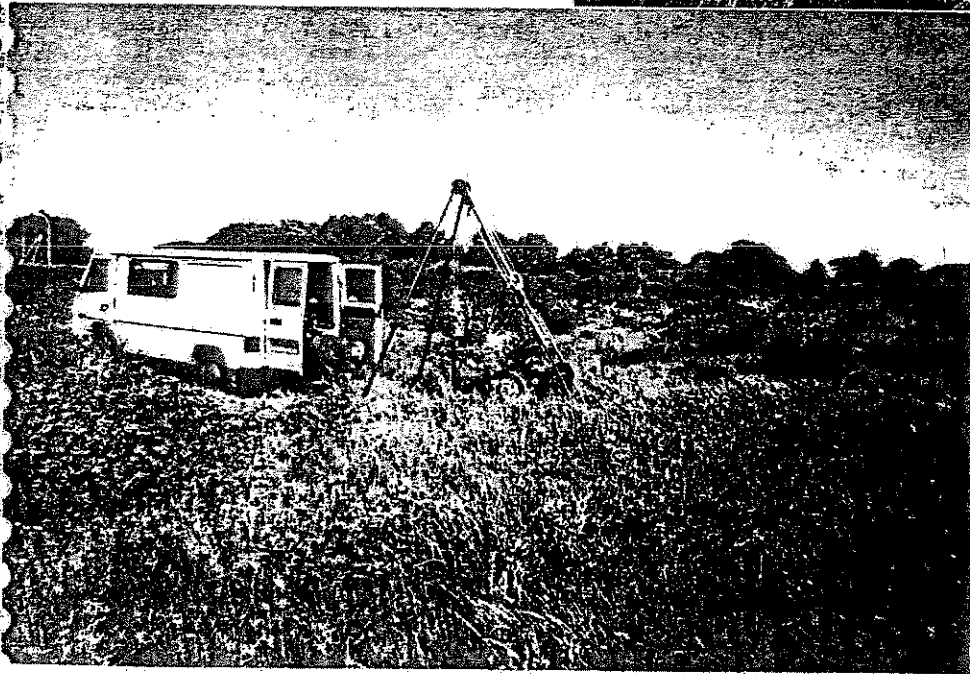
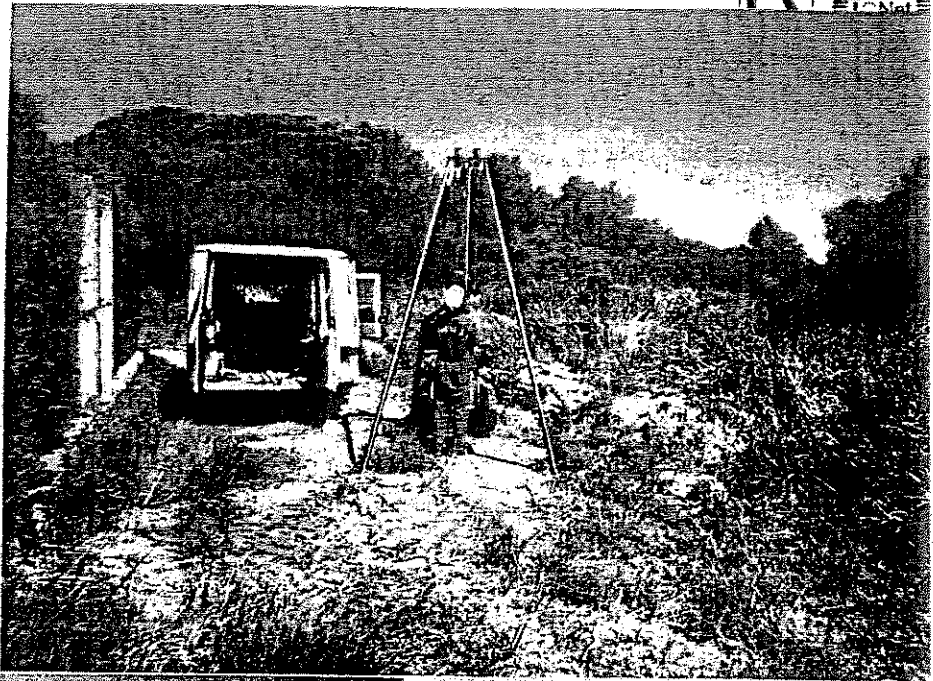
P-5



P-6



P-7

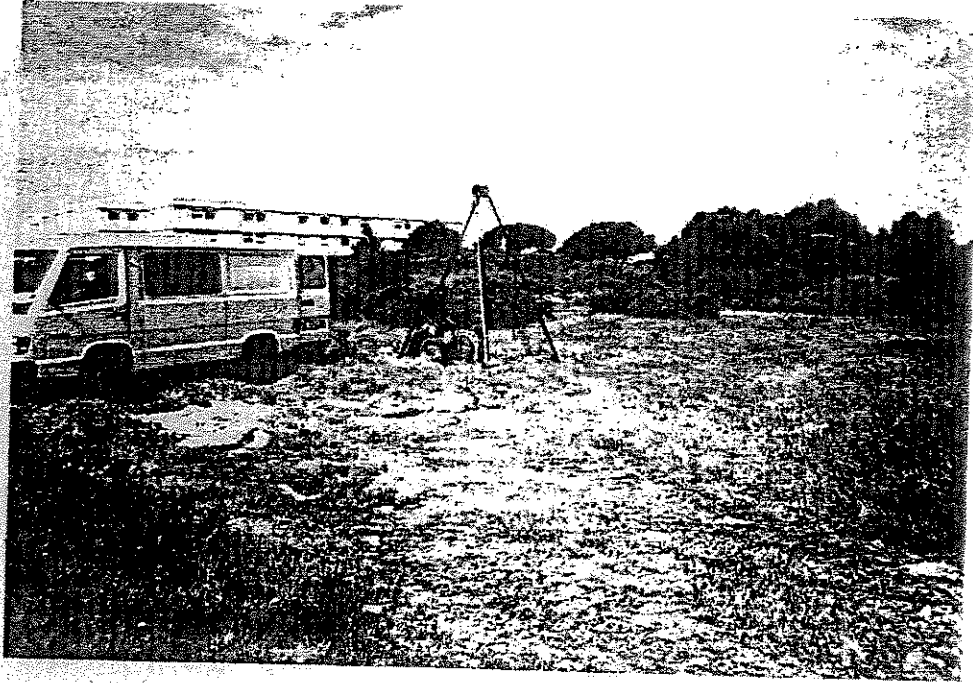


P-9

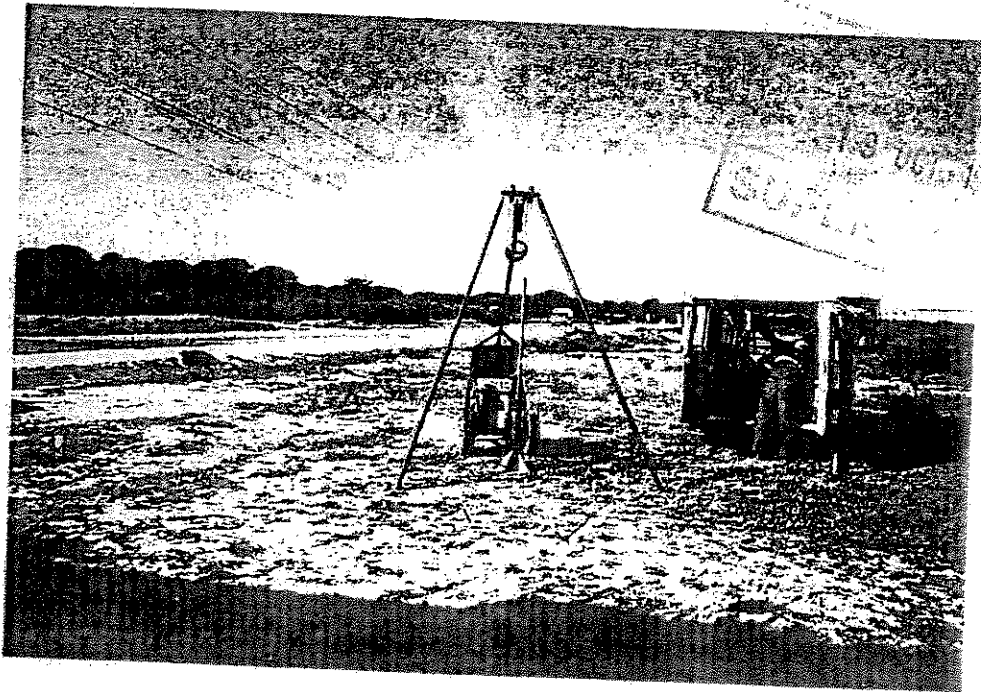
COMISIÓN DE EDUCACIÓN Y CIENCIA  
OFICINA DE SERVICIOS EDUCATIVOS  
19 OCT. 1999  
SINGAPORE

P-10

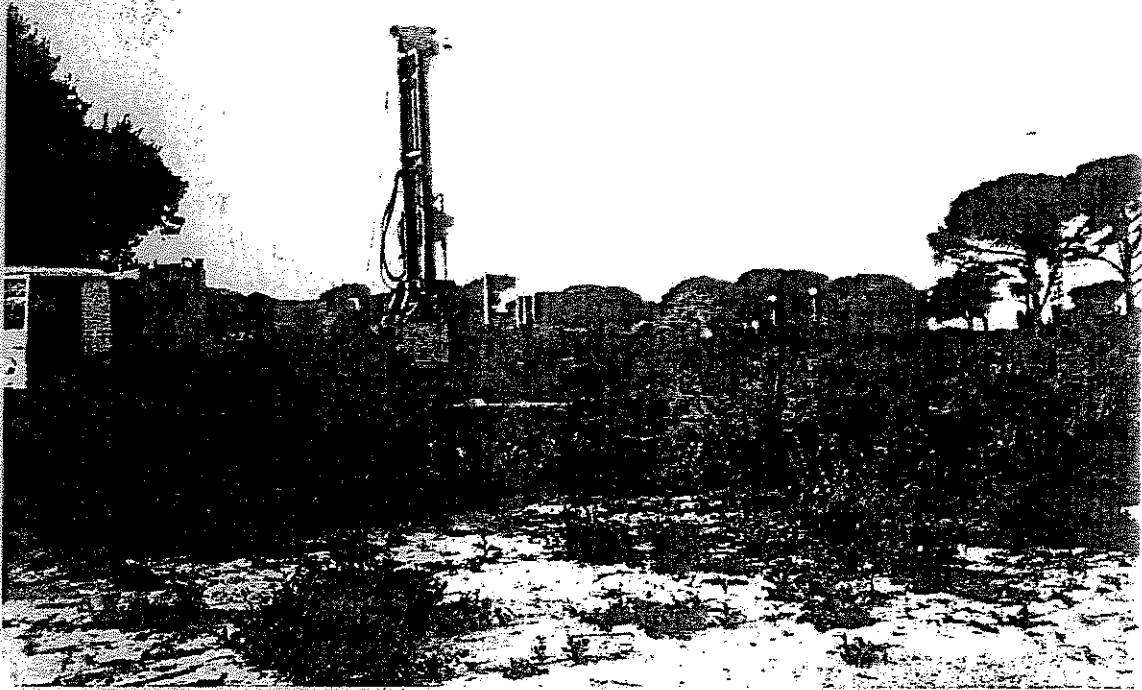




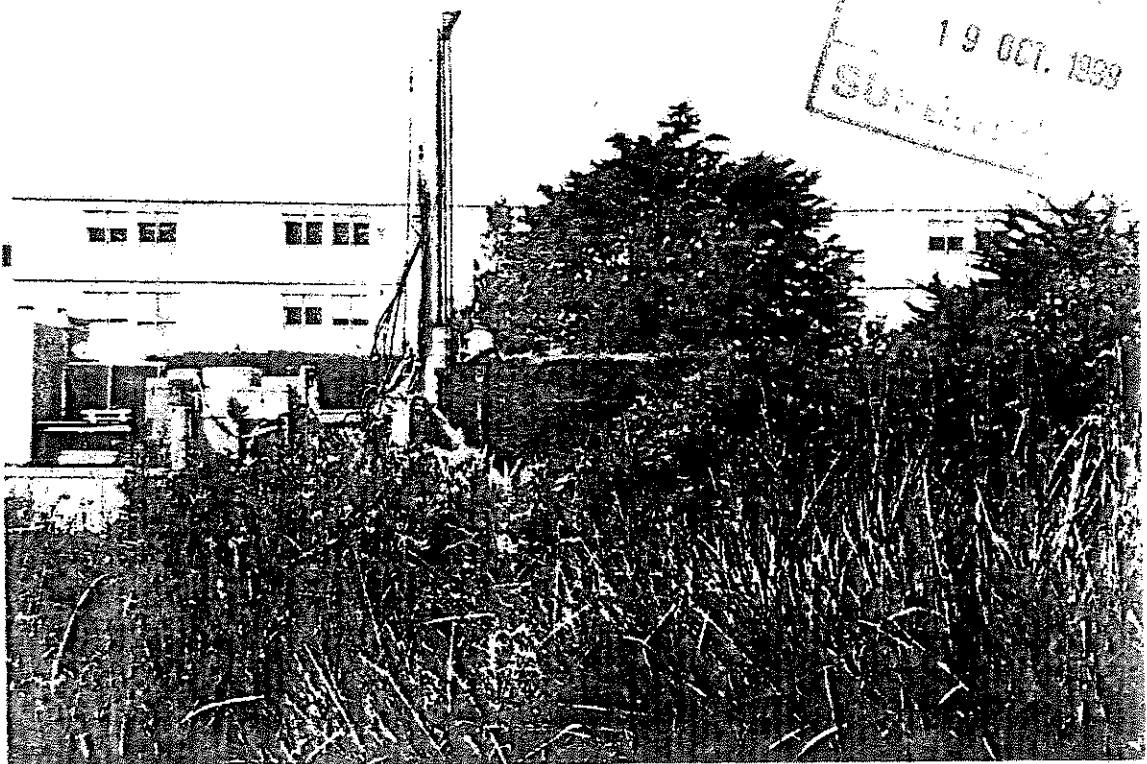
P-11



P-12



S-1

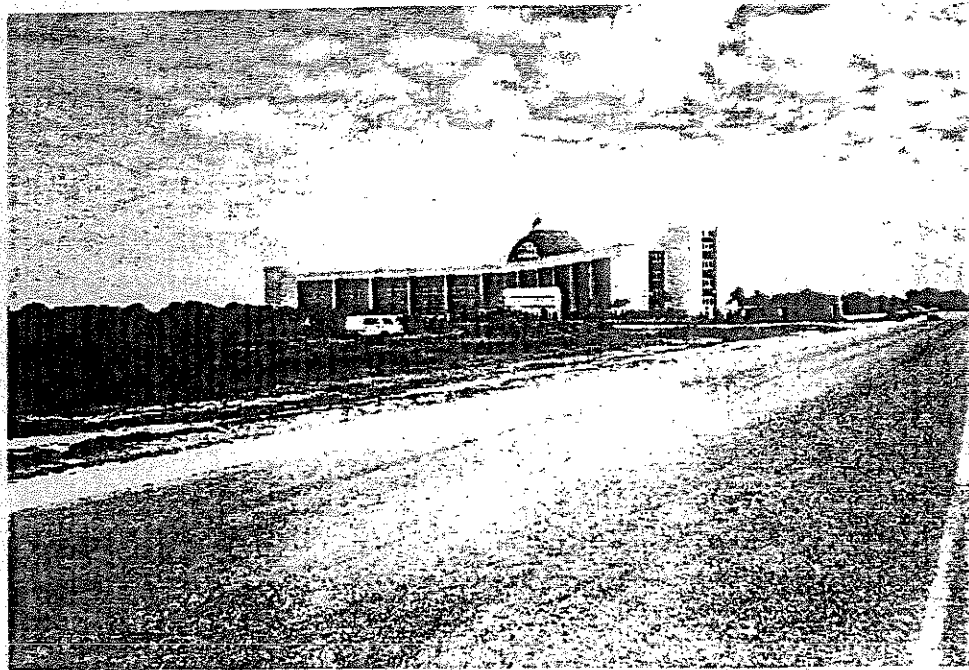


S-2





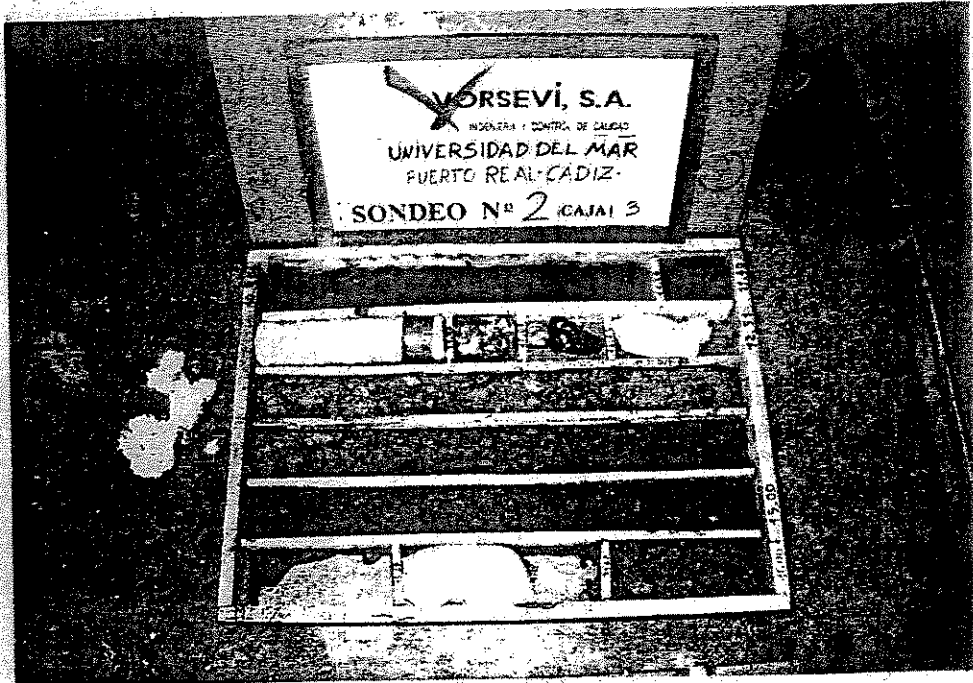
I-DGE-0331/98

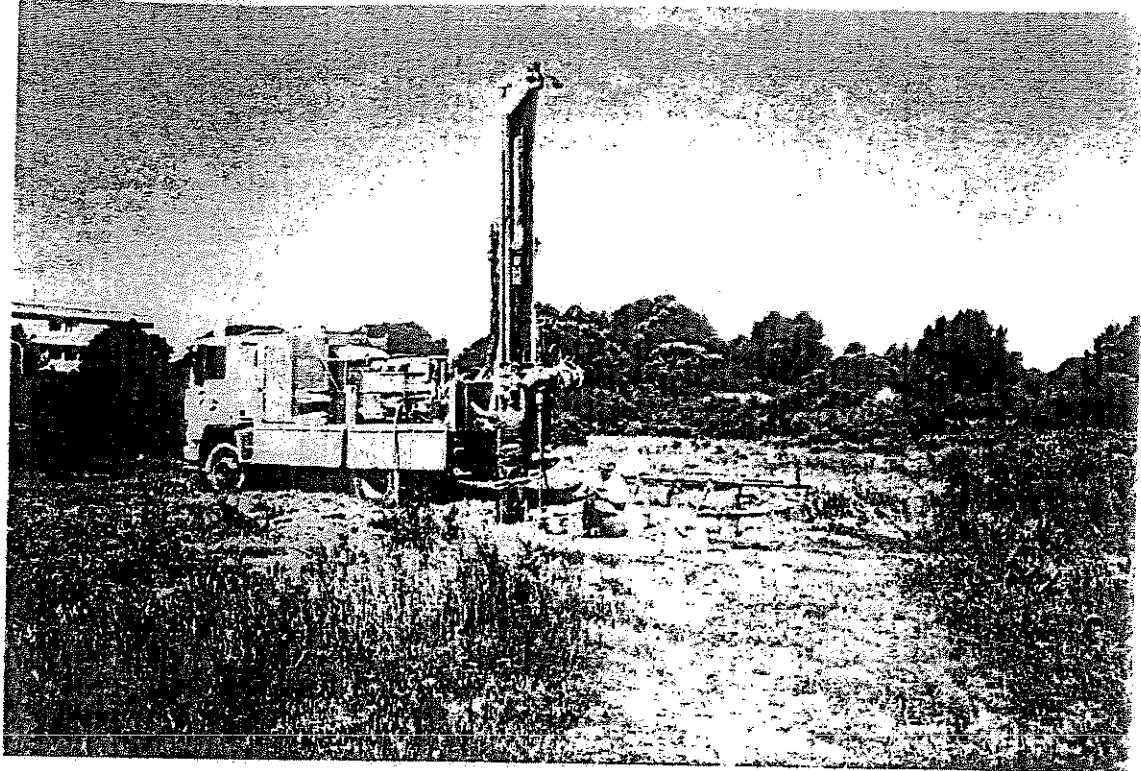




I-DGE-0331/98







S-3

COPIA  
19 OCT. 1999

