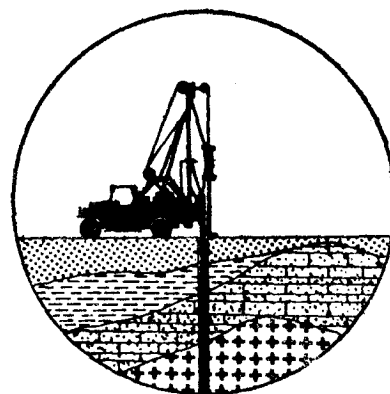


MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE LA VIVIENDA
DIRECCION GENERAL DE URBANISMO
GERENCIA DE URBANIZACION

ESTUDIO GEOTECNICO



POLIGONO DE
CALATAYUD (ZARAGOZA)

I N F O R M E



000187

TECNICOS QUE HAN ELABORADO EL INFORME

Supervisión: D. Mariano R. Echevarría Caballero, Jefe de la División de Geotecnia del Instituto Geológico y Minero de España

Realización: D. Jerónimo Abad Fernández, Ingeniero de Minas de la División de Geotecnia, del Instituto Geológico y Minero de España.

Laboratorio: D. Enrique Chacón Oreja, Ingeniero de Minas de la División de Geotecnia, del Instituto Geológico y Minero de España.

Asesor

Geotécnico: D. Adolfo González Pérez, Ingeniero de Caminos.

ESTUDIO GEOTECNICO DE LOS TERRENOS DEL POLIGONO DE CALATAYUD (ZARAGOZA)

I N D I C E

1. EXPOSICION

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Descripción de la zona de estudio
- 1.3 Métodos de trabajo
- 1.4 Información estadística y bibliográfica

2. GEOLOGIA DE LA ZONA

- 2.1 Bosquejo geológico general
- 2.2 Geología del Polígono
- 2.3 Hidrología superficial del polígono

3. MATERIALES

4. ESTUDIO GEOFISICO

5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

- 5.1 Consideraciones de orden general
- 5.2 Espesor de la capa vegetal
- 5.3 Nivel freático. Drenaje y saneamiento
- 5.4 Problemas geotécnicos específicos
- 5.5 Resistencia y carga admisible del terreno y su distribución

5.6 Compresibilidad y asientos previsible

5.7 Conclusiones

6. ANEJOS

Anejo n^o 1.- Fichas de sondeos

Anejo n^o 2.- Fichas de penetraciones

Anejo n^o 3.- Resultados de laboratorio

Anejo n^o 4.- Climatología y metereología

7. PLANOS

1.- Situación del polígono

2.- Mapa fotogeológico

3.- Situación de labores

4.- Formaciones superficiales a 0 m.

5.- " " " a 3 m.

6.- " " " a 8 m.

7.- Cortes geotécnicos

8.- Perfiles geoelectricos

9.- Zonas geotécnicas

I Mapa de materiales

II Drenaje superficial y escorrentía

8. FOTOGRAFIAS

ESTUDIO GEOTECNICO DE LOS TERRENOS DEL POLIGONO DE CALATAYUD (ZARAGOZA)

1. EXPOSICION

1.1 Antecedentes

Como consecuencia del Consorcio de Colaboración - entre la Gerencia de Urbanización del Ministerio de la Vivienda y el Instituto Geológico y Minero de España, la División de - Geotecnia del mencionado Instituto, ha realizado el presente estudio Geotécnico, de una zona situada en las proximidades de - Calatayud (Zaragoza).

El objeto del presente estudio es, el de dar a conocer las características geológicas y mecánicas de los materiales presentes en la zona, con el fin de facilitar la elaboración de los proyectos de infraestructura de las obras a realizar.

Con este fin se han estudiado, entre otros, los siguientes aspectos geotécnicos:

- Espesor de la capa vegetal
- Nivel freático, drenaje y saneamiento
- Resistencia y cargas admisibles del terreno, así como su distribución
- Compresibilidad y asientos previsibles.

1.2 Descripción de la zona de estudio

La zona investigada geotécnicamente se ubica en las proximidades de la población de Calatayud, en las proximidades de la margen derecha del río Jalón.

De forma general diremos que los límites del polígono lo constituyen por la parte N el ferrocarril de Madrid a Zaragoza; por la parte S una recta paralela a la línea férrea antes indicada. En el W el límite lo constituye la carretera a Valencia, y por el E una línea aproximadamente recta que se sitúa en el cruce de la carretera radial nº II y es ortogonal a los límites N y S (vease mapa de situación del polígono).

Topográficamente, el polígono se sitúa entre las cotas 530 m y 560 m. Las máximas elevaciones se encuentran en el límite S del polígono y corresponden a relieves con pendiente acusada. El resto de la zona se presenta en forma de planicie y ocupa una terraza del río Jalón.

Las comunicaciones en el futuro polígono están aseguradas tanto por ferrocarril, como por carretera.

1.3 Método de trabajo

De modo general indicaremos el proceso seguido para la realización del presente estudio geotécnico.

La base topográfica utilizada en las diferentes fases del estudio estaba realizada a escala 1:2.000 con equidistancia de 1 m; cedida amablemente por la Gerencia de Urbanización.

Previamente se realizó una recopilación y análisis de la bibliografía existente para un mejor conocimiento de la zona a investigar y sus alrededores. Posteriormente se realizó una visita a la zona para la ubicación racional de las obras y

ensayos a realizar en campo.

En total han sido realizados 12 sondeos mecánicos con sonda de rotación-percusión, 12 penetraciones dinámicas con equipo "Borro". Las profundidades alcanzadas y los cortes estratigráficos, se especifican en el Anejo nº 1. En los sondeos además de la obtención de muestras inalteradas y testigo continuo, se realizaron Standard Penetration Test, a diferentes cotas, con el fin de conocer el grado de compacidad -- de los niveles atravesados. Una vez terminado cada sondeo -- se realizó un desmuestre representativo del cajón porta testigos, procurando extraer el perfil total de los episodios lítigos atravesados. Todas las muestras obtenidas, tanto alteradas como inalteradas han sido analizadas y clasificadas en el laboratorio. En el caso de que la especial litología del terreno ha obligado a tomar por decantación las muestras, se realizó -- una correlación granulométrica con otras muestras paralelas -- en coincidencia genética y de la que se conoce el porcentaje -- de finos.

Las penetraciones dinámicas han sido realizadas con penetrómetro sueco tipo "Borro", con varilla de 32 mm. de -- diámetro y punta de sección cuadrada de 40 x 40 mm; el golpe ha sido realizado por medio de una maza de 65 Kg. que se delaja caer desde una altura de 0,50 m. Los ensayos que se realizaron con este penetrómetro se llevaron a una profundidad de hinca inferior a 0,1 cm/golpe. Los gráficos de las penetraciones se han incluido en el Anejo nº 2.

Para recogida de muestras se realizan, además de los sondeos mecánicos, calicatas y pocillos, en número que se indica en el "Plano de situación de labores". De estas labores se analizaron y ensayaron las más representativas.

Las muestras alteradas e inalteradas procedentes - de los testigos de los sondeos, pocillos y calicatas, pasan al laboratorio, donde se efectúan ensayos de granulometría, límites de Atterberg (para la identificación se ha adoptado la clasificación U.S.C.S); y otros varios.

En las muestras inalteradas se hacen, además de los ensayos anteriores: peso específico de partículas, edómetro, triaxial, humedad natural, compresión simple, corte, contenido en materia orgánica, presencia de sulfatos; y otros ensayos específicos para un determinado fin (Proctor, C.B.R., etc.).

Para mejor conocimiento de la continuidad y desarrollo de los materiales investigados se ha realizado una prospección geofísica por el método de "sondeos eléctricos verticales" que a continuación se describe.

En este método, se sitúan sobre el terreno, dos electrodos A y B unidos a una fuente de energía (en este caso unas pilas secas) que proporciona una corriente eléctrica de intensidad regulable; mediante otros dos electrodos MN llamados de potencial o de medida, conectados en nuestro caso a un voltímetro electrónico, se mide la diferencia de potencial existente entre dos puntos determinados. En el caso de que el terreno estuviera constituido por un material físicamente homogéneo, el potencial medido sería función únicamente de la disposición geométrica de los cuatro electrodos, de la resistividad del medio y de la intensidad de la corriente introducida en el:

$$v = f(\rho, I, Ge) \quad (1)$$

donde por Ge se ha representado la geometría de la disposición electrónica y por ρ e I indican la resistividad e intensidad de la corriente, respectivamente. Se demuestra fácilmente

que la expresión (1) puede escribirse de forma explícita así:

$$\rho = 2\pi \frac{\Delta v}{I} K \quad (2)$$

Donde K es un factor función de Ge.

En el caso de que el medio no sea homogéneo (como sucede en la práctica), sino que está constituido por formaciones diferentes, Δv dependerá, no sólo de la resistividad, sino también de su disposición especial respecto a los cuatro electrodos A, B, M, N, es decir:

$$V = f(\rho, l, G_e, G_g)$$

Al variar la disposición electrónica en el caso del medio homogéneo, los valores medidos de Δv e I han de proporcionar, al ser sustituidos en el segundo miembro de (2) un mismo valor ρ , la resistividad del medio. En el caso práctico en cambio, para cada disposición de los electrodos, Δv e I determinan mediante la fórmula (2) un valor distinto de ρ que se denomina resistividad aparente ρ_a , correspondiente a la posición dada. El interés práctico de la resistividad aparente así definida reside en el hecho de que permite comparar los resultados obtenidos en campo, con los deducidos teóricamente para estructuras geológicas y disposiciones electrónicas determinadas. Así, por ejemplo, sucede con la disposición denominada "Schlumberger" utilizada en nuestro caso. En ella los cuatro electrodos se sitúan sobre una misma recta, simétricamente con el punto en el que se desea realizar el sondeo y con la condición de que la distancia AB sea mayor que MN. Manteniéndose fijos los electrodos de medida, se varía la posición de los AB, se hace corresponder con la semidistancia entre ellos, deduciéndose así en gráfico que se denomina "Curva del sondeo eléctrico". La razón de que el resultado de este proceso se llame sondeo eléctrico está en que, como es obvio,

las superficies equipotenciales que afectan la medida en MN - profundizan cada vez más, a medida que los electrodos AB se separan. La interpretación de las curvas obtenidas se realiza comparandola, mediante técnicas adecuadas, con otras curvas teóricas y debe tenerse en cuenta que en general todas ellas - están calculadas para estructuras estratificadas horizontalmente; por lo que el método es recomendable particularmente cuando - en el problema intervienen niveles horizontales o subhorizonta-- les, tal como ocurre en la zona estudiada.

Con ayuda de los resultados de laboratorio, y los da - tos obtenidos en campo, así como los ensayos "in situ", se - confeccionaron unas fichas geotécnicas como resumen de los re - sultados del informe.

También se realizaron cortes geotécnicos, correla-- cionando las columnas estratigráficas obtenidas en los sondeos mecánicos con los resultados de los sondeos eléctricos verca-- les realizados.

La recopilación y análisis de todos los datos obteni-- dos en el polígono, nos lleva a la realización de un mapa de "zonas geotécnicas". Dentro del área de cada una de estas zo - nas se procura reunir características análogas en cuanto a co - tas de cimentación, asientos y cargas admisibles. Queremos in - dicar que los contactos reseñados en la cartografía adjunta son, lógicamente, supuestos, debido a las extrapolaciones que se - realizan.

1.4 Información estadística y bibliográfica

Indicaremos de forma somera las fuentes bibliográfi- cas utilizadas para el presente estudio, precisaremos:

- Estudio geotécnico de los terrenos yesíferos de la cuenca del Ebro y de los problemas que plantean en los canales. (Llamas Madurga M.R.)
- Contribución al estudio de los limos yesíferos del centro de la depresión del Ebro (T. Foulon, A y Riba Ardiri, O.)
- Mapa geológico de la hoja de Zaragoza a Escala 1:200.000 I.G.M.E.
- Datos climáticos para carreteras y Balance Hídrico. Publicaciones del M^o de Obras Públicas

2. GEOLOGIA DE LA ZONA

2.1 Bosquejo geológico general

La zona estudiada, situada en las proximidades de Calatayud podemos enmarcarla dentro de la depresión miocena que toma el nombre de la población citada.

Estos terrenos miocenos se encuentran limitados - por episodios paleozoicos, de litología muy variada, y constituyen una cuenca cerrada de caracter más o menos endorreico los episodios miocenos corresponden al Aquitaniense-Vindoboniense y su litología es muy variada; estando constituidos en general por arcillas, limos, areniscas, calizas y yesos.

El Paleozoico está constituido principalmente por - materiales correspondientes al Georgiense y Acadiense, entre los que se pueden citar como más representativas las cuarcitas, pizarras, areniscas, grauwacas y dolomías.

Tanto como el Mioceno como sobre el Paleozoico, - aparecen materiales cuaternarios más o menos ligados a la - red hidrográfica actual. Sobre los materiales cuaternarios, - principalmente, se asienta el área investigada geotécnicamente, para la ubicación del polígono industrial.

2.2 Geología del polígono

El polígono se sitúa, como se indicaba con anterioridad, sobre terrenos pertenecientes al Cuaternario, principalmente. Si bien en las proximidades del límite S. del mismo - los relieves existentes pertenecen al Mioceno.

El Cuaternario es de origen aluvial y yace constitu

yendo dos formas morfológicas bien diferenciadas. De un lado los aportes del río Jalón, han depositado una formación de terrazas, de las cuales la más reciente presenta un mayor desarrollo. Por otro lado y sobre las terrazas, los tributarios del mencionado río, además de las formaciones aluviales han depositado conos de deyección.

Por consiguiente, en el polígono, podemos distinguir los dos tipos de aportes cuaternarios. Los más importantes yacen en forma de terraza aluvial, pero también existe una representación de los conos de deyección, en la parte central-sur del polígono.

La litología de estos materiales cuaternarios es similar en ambos tipos de formaciones. El primer nivel está constituido de forma esencial por arcillas tipo CL y algunos limos (ML). A continuación aparecen materiales con granulometría más gruesa, principalmente arenas con gravas (También existen algunos bolos pero de forma aislada.

Estos materiales cuaternarios presentan acusados cambios de facies, tanto verticales como horizontales. Su potencia llega a ser muy grande. La prospección geofísica realizada ha puesto de manifiesto espesores superiores a los 50 m.

Los materiales cuaternarios también recubren de forma parcial a los niveles miocenos aflorantes en las alomaciones situadas al Sur del polígono. Sobre dichas alomaciones existen vestigios de una antigua terraza parcialmente erosionada, y constituida en la actualidad por un conglomerado de cantos redondeados y subredondeados cementados por material arenoso, parcialmente.

El Cuaternario yace en acusada discordancia sobre el substrato mioceno, perteneciente al Aquitaniense-Vindobonien

se. Este Mioceno, está constituido litologicamente, por arcillas, limos y yesos, los yesos aparecen en general tanto de forma maxiva como diseminada; su importancia geotécnica se indicará en apartados sucesivos.

El Mioceno, en las proximidades del polígono, yace en forma horizontal o subhorizontal.

2.3 Hidrología superficial del polígono

Como antes indicabamos, el nivel más superficial - que encontramos dentro del área investigada, está constituido - por arcillas y limos. Esta litología condiciona de forma decisiva el drenaje superficial en el polígono. Podemos decir que en general el drenaje es deficiente; sólo se ve favorecido, por la suave pendiente que existe en dirección al río Jalón, y por la falta de compacidad de los niveles arcillosos que permite la infiltración de las aguas hacia capas más profundas y de mejor drenaje (arenas con gravas).

Dentro del polígono, no existe ningún cauce permanente, si bien en las proximidades (al N) existe un importante cauce constituido por el río Jalón.

3. MATERIALES

De forma abreviada se describirán los materiales - existentes en las proximidades del polígono que son susceptibles de emplearse (previo estudio detallado) en futuros procesos - constructivos.

a) Canteras

Los materiales susceptibles de ser utilizados son principalmente las cuarcitas, dolomías y calizas.

Las cuarcitas (se han reseñado en el mapa adjunto con los números 1, 2, 3, 4) se sitúan al NE de Calatayud. Estos materiales yacen en bancos de potencia variable, intercalados entre episodios de pizarras. Se encuentran muy tectonizadas las cuarcitas y presentan dificultades en su explotación.

Las dolomías cámbricas, se han reseñado en el plano con los números 5 y 6 y han sido explotadas en algunos puntos. Se sitúan al NW de Calatayud. Se encuentra también en bancos desiguales intercalados entre materiales esquistosos.

Las calizas (reseñadas con el nº 7) constituyen una pequeña explotación situada al SE de Calatayud en las proximidades de Belmonte de Calatayud.

También se explotan en las proximidades del polígono canteras de yesos y arcillas. Ambos materiales son muy abundantes en los niveles miocenos descritos en el apartado nº 2.

b) Yacimientos granulares

No son abundantes, ni de buena calidad los materia-

les granulares existentes en las proximidades del polígono.

Se han reseñado (nº 8) un yacimiento granular ligado a un caude actual al N de Calatayud. Los materiales a beneficiar están constituidos por arenas, gravas y bolos, la potencia útil es muy irregular y existen grandes cambios de facies, que hacen difícil estimar las reservas del yacimiento.

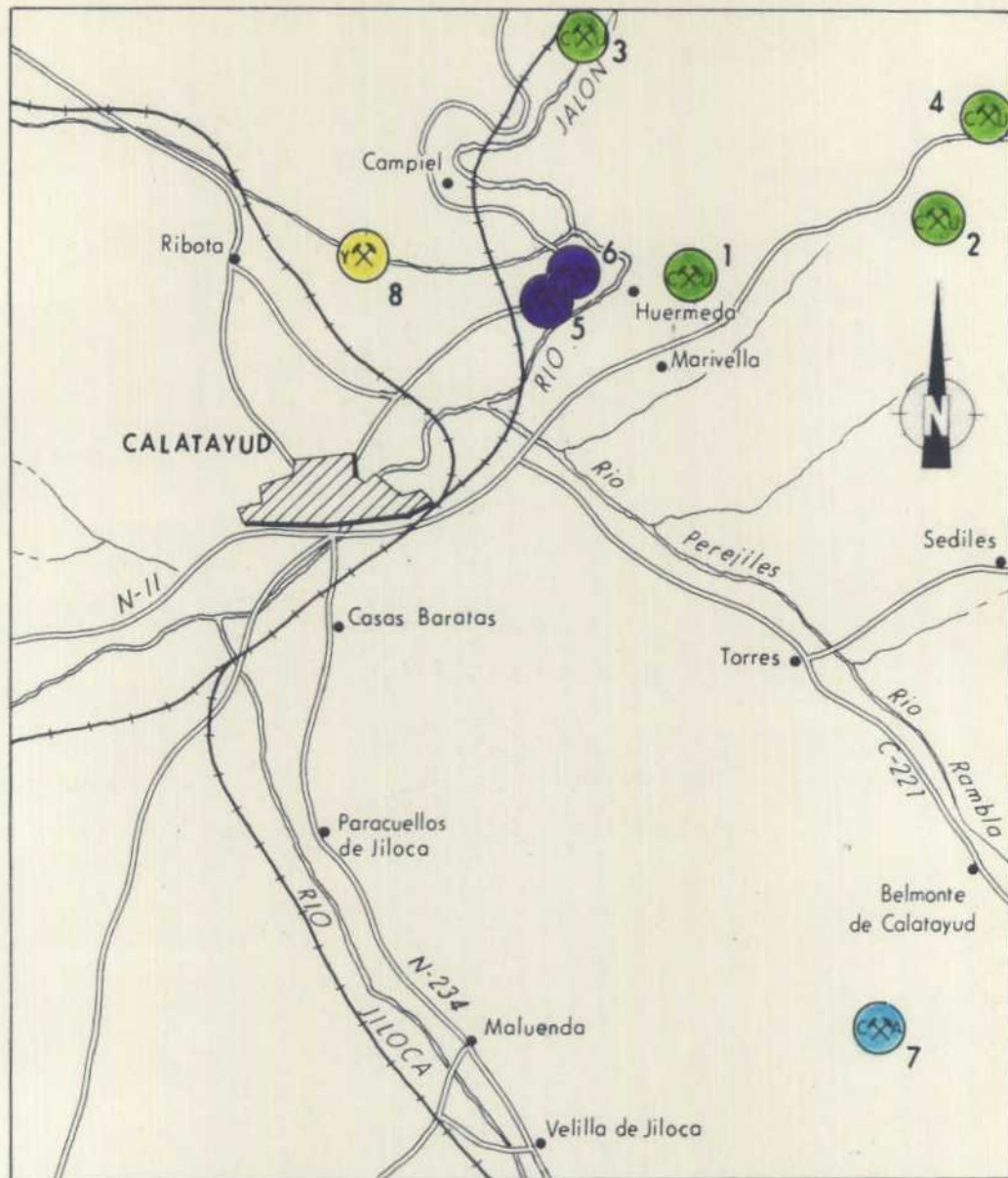
c) Terrenos de préstamo y explanaciones

Como puede observarse en el "plano de situación de labores" se han realizado una serie de pozos con la finalidad de obtener muestras para ensayos tipo Proctor y C.B.R. De esta forma puede examinarse la posibilidad de utilizar el terreno como cimiento de firmes y soleras, sin necesidad de recurrir a la eliminación del mismo.

A continuación resumimos los resultados obtenidos con las muestras seleccionadas.

<u>Pozo</u>	<u>Densidad máx.</u>	<u>Humedad %</u>	<u>C.B.R.</u>
A-6	1,63	17,5	4-5
A-10	1,73	16,8	5-6
A-15	1,67	16,6	5-6
A-25	1,58	17,6	18-20
A-37	1,59	20,0	5-6

Con los datos anteriores y los que pueden obtenerse de los ensayos de identificación, índice de grupo, etc. se tiene una idea bastante exacta del grado de utilización de las tierras procedentes de la excavación, así como una estimación del mismo terreno como cimiento natural para futuras obras de urbanización.



- 
 Cantera de calizas
- 
 Canteras de cuarcitas
- 
 Canteras de dolomias
- 
 Yacimiento granular

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DIBUJADO	J. CURTO	ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO INDUSTRIAL DE CALATAYUD(ZARAGOZA)	Clave CALAT
FECHA	JULIO 1972		
COMPROBADO		MAPA DE MATERIALES	Plano N.º
AUTOR			I
ESCALA	1/ 100.000		

4. ESTUDIO GEOFISICO

En el apartado 1.3 se describió el método geofísico empleado en el presente estudio geotécnico. El fin primordial de la investigación se centraba en determinar la profundidad a la que en los diferentes puntos en que se realizaron los sondeos eléctricos verticales, se encontraba el zócalo mioceno infrayacente. También los perfiles eléctricos nos serían de gran utilidad para la realización de los perfiles geotécnicos. Como los valores de las resistividades de las distintas capas geoelectricas detectadas vienen explícitamente indicadas en los cortes geoelectricos correspondientes y los espesores de cada una de estas capas pueden determinarse facilmente sin más que considerar la escala vertical a la que estan trazados los cortes; para mayor claridad en la descripción de los resultados obtenidos sólo indicaremos órdenes de magnitud de espesores y resistividades verdaderas de cada capa.

De forma muy general indicaremos una división de las distintas formaciones atendiendo a su resistividad. Debe entenderse que esta tabla de valores sólo tiene carácter estimativo y general, pues el contenido en agua de una formación puede rebajar en gran medida su resistividad.

- | | |
|---------------------|---|
| 1-10 Ω m. | Arcillas y/o limos húmedos sin ningún contenido en gravas o arenas. |
| 10-20 Ω m. | Arcillas y/o limos con contenido bajo en arenas. |
| 20-100 Ω m. | Arcillas y/o limos con muy apreciable en arenas y gravas. |
| 100-350 Ω m. | Arenas con gravas con pocos finos. |

Los perfiles geoelectricos deben ser siempre contras

tados con los sondeos mecánicos realizados. La prospección geofísica realizada nos ha detectado muy bien la profundidad a la que se encuentra el zócalo mioceno.

5. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

5.1 Consideraciones de orden general

Antes de iniciar el estudio de las características geotécnicas de esta zona en particular, indicaremos los métodos de cálculo y consideraciones teóricas generales que nos han conducido a las conclusiones finales.

En primer lugar describiremos algunos detalles referentes a los Anejos adjuntos que pueden presentar dificultades en su interpretación.

El Anejo nº 1 contiene en su parte izquierda un conjunto de datos obtenidos en campo durante la ejecución de los sondeos. Aclararemos que en la columna denominada "Ensayos Standard" cada número especifica el nº de golpes necesarios para hincar la "cuchara" 15 cm. En la parte derecha y bajo la denominación de "Resultados de los ensayos" aparece un resumen de los resultados de laboratorio, obtenido a partir de las muestras seleccionadas. En la columna denominada "% de humedad" se pretende dar una idea gráfica de Atterberg a lo largo de la columna del sondeo. Se recomienda para conocer determinado dato de forma rigurosa, consultar el Anejo nº 3 en el que se especifican de forma detallada los resultados de laboratorio.

El Anejo nº 2 contiene los gráficos de penetración dinámica. En ellos se expresa en ordenadas las profundidades en metros de la penetración y en abcisas los cm/ golpe. Se indica también en algunos casos un corte litológico de las calicatas realizadas al lado de las penetraciones.

En el Anejo nº 3 se incluyen de forma sistemática los resultados obtenidos en el laboratorio, a partir de las muestras

recogidas. Estos resultados son los que permiten obtener la base experimental para el diagnóstico geotécnico que se realiza — unido, claro está, a todos los demás datos que se manejan.

Para los cálculos referentes a la capacidad portante del terreno, se sigue de forma general el siguiente método operativo; teniendo en cuenta además los conocimientos que aporta la litología superficial de la zona.

Utilizando los gráficos referentes a las penetraciones dinámicas se puede razonar de forma aproximada con la expresión:

$$q = 4 - p$$

p = abcisa de la curva a la profundidad deseada.
 q = carga en Kg/cm².

Esta fórmula obtenida de forma empírica, proporciona datos relativos a la capacidad del terreno, y correlacionados a posteriori con los conseguidos de las muestras extraídas de los sondeos y anotaciones efectuadas sobre el terreno dan una primera aproximación sobre la capacidad de carga. Queremos indicar — que la expresión $q = 4 - p$, nunca puede particularizarse de forma aislada para cualquier caso.

A continuación y basándose en la resistencia a la compresión simple para el caso de las arcillas y en la resistencia a la Penetración Standard (N) para las arenas, se asigna, a cada horizonte del terreno, una carga admisible aconsejable y otra de rotura. Comúnmente se sigue los ábacos de K. Terzaghi y R. B. Peck. Queremos añadir, que ante la complejidad de variables que intervienen en los problemas relacionados con la Mecánica del Suelo, estos ábacos tienen una validez relativa, y tiene que existir una concordancia y compatibilidad con los demás resultados obtenidos.

Conociendo los intervalos de variación de las cargas así obtenidas se pasará a calcular los asientos que estas pueden producir.

Para el cálculo de asientos con ayuda de los gráficos edométricos, se calcula el "Índice de Compresión" (C_c) y la presión efectiva (p_o) a la que se encuentra sometido el terreno por el peso de "la tapada". Después y mediante los ábacos de Stembrenner, se calculan las profundidades hasta donde llegará la zona de influencia de las cargas (siempre que los estratos sean suficientemente potentes).

Mediante la formula:

$$S = H \frac{C_c}{1 + e_o} \log \frac{p_o + \Delta p}{p_o}$$

S = asiento
 C_c = índice de compresión.
 e_o = índice de poros "in situ"
 p_o = presión efectiva
 Δp = carga a aplicar
 H = potencia de la capa de suelo cohesivo.

de K. Terzaghi, se determinan los ~~asientos~~ asientos para las diversas cargas (Δp).

En aquellos terrenos tipo arenas y gravas, en los que no puede aplicarse la teoría del edómetro, los asientos pueden estimarse por comparación con otros terrenos similares; además de utilizarse los resultados de otros ensayos realizados.

Para conocer la cohesión y el ángulo de rozamiento interno de los diversos materiales, se realizan los ensayos triaxiales y de corte. De esta forma se inicia el estudio del comportamiento de los taludes a realizar en los futuros desmontes. Otros ensayos tipo Proctor y C.B.R. tienen finalidades especi-

ficas descritas en el apartado de materiales.

Son de gran importancia para todas las fases del estudio, los datos que aporten los ensayos granulométricos y límites de Atterberg, que permite clasificar los suelos, desde el punto de vista geotécnico. La clasificación utilizada en nuestro caso ha sido la U.S.C.S.; de la cual y por el grupo en que se incluye un suelo, puede atribuirsele un comportamiento mecánico especial.

Por el inconveniente que supone, el no conocer la clase de edificación que se va a construir, se efectúan todos los cálculos bajo el supuesto de realizar cimentaciones con zapatas cuadradas (1 m x 1 m) y empleando un coeficiente de seguridad para la rotura del suelo = 3.

Se puede observar que en las conclusiones finales de este tipo de informes, no interviene un factor específico sino la comparación de diversos métodos de auscultación y ensayos de los que actualmente dispone la mecánica del Suelo.

Como complemento a los estudios antes descritos se ha incluido un anejo destinado a climatología y meteorología, muy adecuado para auxiliar el proyecto de futuras obras.

5.2. Espesor de la capa vegetal

Sobre la superficie del polígono se han desarrollado suelos de origen eluvial, es decir suelos que no han sufrido un arrastre mayor de 1 m. Estos suelos se han realizado a expensas de los materiales cuaternarios.

La potencia de la capa vegetal es muy irregular, oscilando entre 0,5 y 1,5 m. Esta capa presenta un alto contenido en materia orgánica tal como se pone de manifiesto en los

ensayos realizados.

5.3 Nivel freático. Drenaje y saneamiento.

Con anterioridad hemos indicado la estratigrafía del polígono de forma general. Dicha estratigrafía queda bien reflejada en los cortes geotécnicos y en las columnas estratigráficas de los sondeos mecánicos realizados.

El nivel más superficial que aparece está constituido por arcillas y/o limos. Con potencia variable. Estos materiales pueden considerarse como impermeables. A continuación aparece un segundo nivel formado esencialmente por arenas con mayor o menor proporción de gravas y bolos aislados. La potencia de esta segunda formación es variable pero en zonas supera los 30 m. Estos materiales son permeables y susceptibles de ser soporte de un nivel acuífero.

Infrayaciendo a esta segunda formación aparecen las arcillas y limos miocenos, muy impermeables y potentes.

De lo anteriormente expuesto, puede deducirse que existen las condiciones estratigráficas adecuadas para la existencia de un nivel acuífero. Este acuífero ha sido detectado por los sondeos mecánicos realizados e incluso por su proximidad a la superficie por medio de calicatas. Hacia la parte E del polígono el nivel freático está más superficial encontrándose a una profundidad de 0,5 m. En la zona W investigada se encuentra a mayor profundidad.

Por sus particulares características el acuífero sufrirá fuertes variaciones estacionales.

Debemos de indicar que cualquier proyecto de cimentación deberá tener muy en cuenta la existencia de este nivel

acuífero tan superficial y las oscilaciones que presenta estacionalmente.

5.4 Problemas geotécnicos específicos

Además de la existencia de un nivel acuífero muy superficial según hemos indicado en el anterior apartado, existen otros problemas dignos de destacar en la zona investigada.

La presencia de sulfatos en forma diseminada es patente en todos los materiales cuaternarios de yesos también existen, tanto en forma diseminada como masiva, en el zócalo mioceno infrayacente. No es necesario analizar aquí los problemas de agresividades que presentan tales materiales.

No son de presuponer desplomes por cavidades cársticas en los terrenos miocenos infrayacentes a los niveles cuaternarios, pero de ningún modo pueden quedar excluidos de forma segura.

También queremos destacar que durante la ejecución del sondeo mecánico nº 9, se detectó una cavidad, de espesor superior a 1 m. excavada en los materiales arenosos. Es de presuponer la existencia de algunas más. Por consiguiente y en la zona geotécnica que se indica, debe realizarse una exploración geotécnica eficaz, una vez que se conozca la repartición de cargas y estructuras.

5.5 Resistencia y carga admisible del terreno y su distribución.

Atendiendo a sus características geotécnicas (resistencia a las tensiones verticales, asentos, profundidad de cimen

tación, etc...) se ha dividido el área del polígono en cinco zonas geotécnicas.

Todas ellas menos la V, presentan en general parecidas características estratigráficas, y responden a la descripción de los niveles cuaternarios que hemos realizado con anterioridad.

Las cuatro primeras zonas, presentan en superficie un nivel arcilloso y/o limoso muy poco apto para realizar cimentaciones, por no presentar suficiente capacidad por tanto (veanse resultados de los S.P.T. y penetraciones dinámicas) para realizar cimentaciones con cargas medias es necesario situarlas en la 2ª capa constituida por arenas con gravas. Insistimos una vez más en la existencia del nivel acuífero. Para cargas más elevadas es necesario la realización de cimentaciones especiales (pilotes o similares). El zócalo mioceno, es poco accesible en muchas zonas debido a la gran profundidad a la que se encuentra, ha sido bien detectado en la prospección geofísica. En los perfiles geoelectricos pueden calcularse dicha profundidad.

El presente apartado se completa con las fichas geotécnicas que se adjuntan.

Zona I

Se situa esta zona en la parte W. del polígono y está ocupada por materiales cuaternarios, en la que aparecen bien diferenciados los niveles arcillosos y arenosos. El zócalo mioceno se encuentra situado a más de 15 m. de profundidad.

Denominando: h_c = profundidad de cimentación.

σ = tensiones verticales admisibles.

Podemos decir que:

$$h_c \leq 4,5 \text{ m.}; \quad \sigma \leq 0,2 \text{ Kg/cm}^2$$

$$h_c \geq 4,5 \text{ m.}; \quad \sigma \approx 2 \text{ Kg/cm}^2$$

Zona II

Situada en la mitad N. de la parte central del polígono. También aparecen en ella los materiales cuaternarios antes descritos.

Utilizando la notación antes indicada para:

$$h_c \leq 5 \text{ m.}; \quad \sigma \leq 0,1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$5 \text{ m.} \leq h_c \leq 7 \text{ m.}; \quad \sigma \leq 1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$h_c \geq 7 \text{ m.}; \quad \sigma \approx 2-3 \text{ Kg/cm}^2$$

La profundidad del zócalo mioceno es muy irregular; en la parte W. de la zona se encuentra a más de 50 m., por el contrario en la parte E aparece a una profundidad de 17 m.

Zona III

En la parte central S del polígono, se sitúa esta zona, constituida por materiales cuaternarios pertenecientes a la terraza aluvial y al cono de deyección.

De modo general indicaremos que para:

$$h_c \leq 4 \text{ m.}; \quad \sigma \leq 0,1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$4 \text{ m.} \leq h_c \leq 10 \text{ m.}; \quad \sigma \approx 0,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$h_c \geq 10 \text{ m.}; \quad \sigma \approx 2-3 \text{ Kg/cm}^2.$$

De forma similar a la Zona II; la profundidad del zócalo mioceno es muy variable. También en la parte W se encuentran a mayores profundidades 40 m., mientras que por el E. los niveles miocenos se encuentran a 15 m. aproximadamente.

Zona IV

Ocupa la parte E del polígono y se situa también sobre materiales cuaternarios, pertenecientes a la terraza.

En esta zona el nivel freático se encuentra muy superficial, sobre todo en la parte N. de la misma.

Para:

$$hc \leq 6m.; \quad \sigma \leq 0,1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$6 \leq hc \leq 8m.; \quad \sigma \leq 0,5 - 1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$hc \geq 8m.; \quad \sigma \leq 2 \text{ Kg/cm}^2.$$

El zócalo mioceno se encuentra situado a una profundidad comprendida entre los 17 y 11 m.

Se han detectado oquedades naturales en esta zona - (sondeo nº 9).

Zona V

Se situa en el borde S. del polígono y destaca por su topografía más fuerte.

Los materiales que constituyen esta zona, pertenecen al mioceno en su mayor parte, existiendo sobre ellos relazos - de una antigua terraza actualmente erosionada.

Como características generales en cuanto a profundidades de cimentación y cargas admisibles indicaremos que para:

$$hc \geq 2 \text{ m.}; \quad \sigma \simeq 1 \text{ Kg/cm}^2$$

$$2 \text{ m.} \leq hc \leq 5m.; \quad \sigma \simeq 2 \text{ Kg/cm}^2$$

$$hc \geq 5 \text{ m.}; \quad \sigma \simeq 3 \text{ Kg/cm}^2$$

5.6 Compresibilidad y asientos previsibles

El nivel más compresivo de los detectados está constituido por arcillas y/o limos tipo CL y ML, perteneciente al Cuaternario. Ocupa practicamente todo el área del polígono a excepción de la zona V.

En las muestras inalteradas se han realizado ensayos edométricos que permiten calcular los asientos previsibles. Los C_c calculados oscilan entre 0,09 y 0,19 aproximadamente. En este nivel arcilloso la compacidad de estos materiales limosos y arcillosos es muy baja ($N \approx 4$ de modo general).

Los asientos se han calculado en función de diferentes Δp (carga a aplicar) y se reflejan en las fichas geotécnicas adjuntas.

Como se ha indicado con anterioridad este primer nivel arcilloso y/o limoso es muy poco apto para la ejecución de cimentaciones superficiales.

Los niveles arenosos con gravas, presentan una mayor compacidad, y por consiguiente mejores características resistivas. También se han indicado los asientos para diferentes cargas situadas en este nivel (veanse fichas geotécnicas).

En el plano denominado "Zonas Geotécnicas" se han indicado los asientos previsibles en cada zona, para los incrementos de presiones reseñados.

5.7 Conclusiones

- 1) El polígono se asienta en su mayor parte sobre materiales cuaternarios; si bien en la zona V predominan los niveles miocenos.

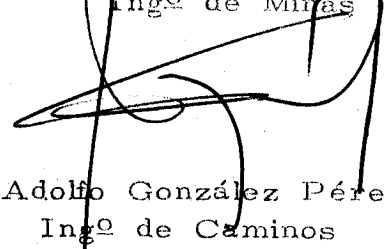
- 2) Existe un nivel acuífero, ligado a los materiales arenosos a una profundidad muy pequeña (en determinadas zonas a menos de 0,5 m. de profundidad).
- 3) Se ha detectado la presencia de sulfatos, tanto de forma diseminada (en materiales cuaternarios) como masiva (materiales miocenos).
- 4) Se han detectado oquedades materiales en algún punto del polígono (sondeo mecánico nº 9).
- 5) Se preven problemas de drenaje y saneamiento en gran parte del área investigada.
- 6) Atendiendo a sus características constructivas se han diferenciado cinco zonas geotécnicas dentro del área del polígono.
- 7) Todas las conclusiones expuestas a lo largo de este informe se basan en datos y ensayos puntuales y minuciosos recorridos de campo. Por consiguiente los resultados finales son aproximados y orientativos.

Madrid, Julio 1.972

Los Autores del Informe



F.: Jerónimo Abad Fernández
Ingº de Minas



F.: Adolfo González Pérez
Ingº de Caminos

Vº Bº

El Jefe de la División
de Geotecnia



F.: Mariano R. Echevarría

Sondeos con ensayo S-1

Penetraciones PD-1

CANTONEROS Pozos A-6

S.E.V. 1

GEOLOGIA

Se sitúa la zona sobre una terraza moderna del Jalón. El nivel más próximo a la superficie está constituido de forma presomnante por arcillas (tipo CL) y a veces limos. Ambos materiales presentan un límite líquido menor de 50. A continuación aparecen arenas con gravas y bolos aislados. El substrato de toda la terraza está constituido por niveles arcillosos y limosos con yesos, pertenecientes al Mioceno, sobre los que reposan en discordancia los materiales cuaternarios.

HIDROLOGIA

Existe un nivel acuífero ligado a los niveles detríticos de granulometrías gruesas, que reposan en discordancia, sobre el substrato impermeable.

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

La primera capa arcillosa, tiene muy poca compacidad y su capacidad portante es muy baja. El nivel arenoso con grava, presenta mejores características geotécnicas, admitiendo tensiones más elevadas.

De forma general podemos decir que para h_c (profundidad de cimentación) igual o menos de 4,5 m, se admiten tensiones verticales $\sigma < 0,2 \text{ Kg/cm}^2$ con asientos de 5 cm. Aumentando la profundidad de cimentación $h_c > 4,5 \text{ m}$; $\sigma < 2 \text{ Kg/cm}^2$; $S < 0,5 \text{ cm}$.

OBSERVACIONES

Se ha detectado la presencia de sulfatos diseminados en todos los niveles.

Para el cálculo de las cimentaciones es necesario tener en cuenta la presencia del nivel freático.

El zócalo mioceno está situado a una profundidad aproximada de 15 m.

Sondeos con ensayo S-2; S-4; S-5; S-7

Penetraciones PD-2; PD-3; PD-5; PD-7; PD-8

Colicatos C-1; C-2; C-3 Pozos A-15; A-25

S.E.V. 2 - 4 - 6 - 10 - 11

GEOLOGIA

Similar a la anterior, está constituida la Zona II, por niveles cuaternarios que reposan endiscordancia sobre materiales miocenos.

El nivel más próximo a la superficie está constituido por arcillas y limos con límite líquido menor de 50. A continuación aparecen arenas y arenas con gravas y bolos. Son frecuentes los cambios de facies verticales y laterales.

El substrato mioceno está constituido por arcillas, limos y yesos.

HIDROLOGIA

Ligado a los episodios detríticos (gravas y arenas) existe un nivel acuifero a poca profundidad, y sometido a fuertes oscilaciones estacionales. Este acuifero tendrá fuertes repercusiones en las futuras estructuras.

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

El primer nivel arcilloso (CL) y limoso es muy poco apto para cimentaciones. Su compacidad es baja ($N = 4$). Los niveles aptos para cimentaciones son los infrayacentes.

Para $h_c \leq 5$ m (profundidad de cimentación); $\sigma \leq 0,1$ Kg/cm² (tensiones verticales) y asentos aproximados (s) a 3 cm. Para $5 \leq h_c \leq 7$ m; $\sigma \leq 1$ Kg/cm²; $S \leq 5$ cm. Para $h_c \geq 7$ m $\sigma \leq 2-3$ Kg/cm²; $S \leq 5-7$ cm.

OBSERVACIONES

Las edificaciones existentes en esta zona presentan numerosas grietas debidas a la existencia de asentos diferenciales.

Cualquier proyecto de cimentaciones debe de tener muy en cuenta la existencia del nivel freático antes descrito.

Se ha constatado la presencia de sulfatos en todos los niveles.

El zócalo mioceno se encuentra a profundidad variable (entre 14 y 56 m)

Sondeos con ensayo S-3; S-6; S-8

Penetraciones PD-4; PD-6; PD-9

Calicatos C-4; C-5; C-6 Pozos A-10

S.E.V. 3-5-7-8-9-12-13

GEOLOGIA

Las características estratigráficas son similares a las descritas en las anteriores zonas. Los niveles superiores están constituidos por materiales cuaternarios y el substrato pertenece al Mioceno, sobre el que reposan en discordancia los primeros.

HIDROLOGIA

Ligado a los materiales cuaternarios de granulometrías gruesas (arenas, gravas y bolos) existe un nivel acuifero, muy superficial, y afectado por grandes variaciones estacionales.

El drenaje superficial, debido a la presencia de arcillas, es muy deficiente.

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Las arcillas (CL) que constituyen el primer nivel presentan muy deficientes características geotécnicas, y muy baja compacidad. En este nivel para $h_c \leq 4$ m; $\sigma \leq 0,1$ Kg/cm²; $S \approx 3$ cm. En los niveles intermedios para $4_m \leq h_c \leq 10$ m; $\sigma \leq 0,5$ Kg/cm²; $S \approx 3-5$ cm.

Cimentando sobre las arenas y gravas $h_c \geq 10$ m; $\sigma \leq 2-3$ Kg/cm²; $S \approx 5$ cm.

OBSERVACIONES

Deben de tenerse en cuenta las recomendaciones indicadas en las anteriores fichas geotécnicas.

Sondeos con ensayo S-9; S-10; S-11; S-12

Penetraciones PD-10; PD-11; PD-12

Calicatos C-7; C-8; C-9; C-10

Pozos A-37

S.E.V. 14; 15; 16; 17; 18

GEOLOGIA

Las características de los materiales y su disposición es similar a las indicadas en anteriores zonas. En síntesis los materiales cuaternarios constituyen una terraza moderna del río Jalón. Estos materiales reposan en discordancia sobre un zócalo mioceno, arcilloso, limoso y yesífero.

HIDROLOGIA

El nivel acuifero ligado a los materiales cuaternarios de granulometrías gruesas, se presenta en esta zona a muy poca profundidad (menor de 0,5 m). Dicho acuifero se encuentra muy influenciado por los regimenes estacionales.

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Como indicabamos con anterioridad, el nivel arcilloso superior es muy poco adecuado para cimentaciones. Sólo podrán cimentarse cargas medias sobre el nivel detrítico constituido por arenas con gravas.

Para $h_c \leq 6$ m; $\sigma \leq 0,1$ Kg/cm²; $S \approx 3$ cm.

$6 \leq h_c \leq 8$ m; $\sigma \leq 0,5-1$ Kg/cm²; $S \approx 3-5$ cm.

$h_c \geq 8$ m; $\sigma \leq 2$ Kg/cm²; $S \approx 5$ cm.

OBSERVACIONES

El mayor inconveniente que presenta la zona es la presencia de un nivel acuifero tan superficial.

El sondeo n° 9 ha puesto de manifiesto la existencia de cavidades importantes en los niveles detríticos. Por consiguiente es necesario una exploración geotécnica adecuada antes de cualquier proceso constructivo definido.

Sondeos con ensayo _____

Penetraciones _____

Calicatos _____

GEOLOGIA

Se sitúa esta zona en las costas más elevadas del polígono.

Está constituida por una terraza antigua, erosionada, que reposa en discordancia sobre niveles miocenos constituidos por arcillas, limos y yesos. En general los materiales miocenos están aflorando en dominancia, y sólo en algunos puntos aislados aparecen los materiales cuaternarios parcialmente cementados. Estos materiales están constituidos por bolos, gravas y arenas, con poca proporción de arcillas y limos.

HIDROLOGIA

En esta zona no se ha localizado ningún nivel acuífero.

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Aunque existen variaciones en las características geotécnicas según sean materiales miocenos o cuaternarios podemos indicar de forma general, que para:

$$h_c \geq 2\text{ m}; \quad \sigma \approx 1 \text{ Kg/cm}^2; \quad S \approx 5 \text{ cm.}$$

$$2\text{ m} \leq h_c \leq 5 \text{ m}; \quad \sigma \approx 2 \text{ Kg/cm}^2; \quad S \approx 5-7 \text{ cm.}$$

$$h_c \geq 5 \text{ m}; \quad \sigma \approx 3 \text{ Kg/cm}^2; \quad S \approx 7 \text{ cm.}$$

OBSERVACIONES

Hay que destacar que los niveles miocenos contienen sulfatos (yesos) tanto en forma masiva como diseminada.

Las características geomorfológicas no son favorables para los procesos constructivos.

Los niveles arcillosos son bastante compresivos.

FICHAS DE SONDEO



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp JEC - Tel. 255 04 77

MUESTRA		PROFUND., metros	CORTE ESTRATIGRAFICO		ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES
N.º L	Tipo		Columna	Descripción del terreno		
0						
1	33	A	0,0-2,00	Arcillas y limos		Golpes 5-9-12
2	13	I	2,0-2,45			
3						
4	14	S	4,0-4,60	Arenas con gravas	121819 20	
5						
6						
7	34	A	6,2-9,00	Arcillas con gravas y algo de arena		
8						
9						
10		I	10,0-10,05	Gravas, arenas y presencia de finos		Golpes 50 R
11		S	11,0-11,0		50 R	
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						

% HUMEDAD	COMP. SIMPLE		EDOMETRO		CORTE		% SO ₃	% CO ₂	% M.O.	% QUE PASA				CLAF. USCS			
	DENS. SECA	Kg/cm ³	% DEFOR	Cc	e o	Φ				c	4	10	40		200		
0																	
1	•												98	97	94	84	CL
2	•												99	99	98	93	CL
3																	
4													100	100	92	64	ML
5																	
6																	
7	•												100	100	99	91	CL
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	

LEYENDA — A = Muestra alterada
I = Muestra inalterada
S = Muestra standard

• = Límite líquido
□ = Límite plástico
▲ = % de humedad natural

OBSERVACIONES GENERALES

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp. JEC - Tel. 255 04 77

MUESTRA		PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRAFICO		ENSAYO STANDARD					OBSERVACIONES	
N.º l	Tipo		Columna	Descripción del terreno	0	1	2	3	4		
				Rellenos artificiales							
17	I	2,0-2,45		Arcillas y limos	2	2	2	3			Golpes 7-7-9
18	S	4,0-4,60		Arcillas y limos	2	2	2	3			
39	A	4,6-6,70		Arenas con gravas aisladas							
	I	10,0-10,0		Arenas con gravas aisladas							Golpes 50 R
	S	12,0-12,0		Gravas, arenas y finos	50	R					
40	A	5,7-18,0		Gravas, arenas y finos							
	I	16,0-16,0		Gravas, arenas y finos							Golpes 50 R
	S	17,0-17,0		Gravas, arenas y finos	50	R					

LEYENDA — A = Muestra alterada
I = Muestra inalterada
S = Muestra standard

• = Límite líquido
□ = Límite plástico
▲ = % de humedad natural

% HUMEDAD										COMP. SIMPLE		EDOMETRO		CORTE		% SO ₃	% CO ₂	% M.O.	% QUE PASA				CLAF. USCS		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DENS. SECA	Kg/cm ²	% DEFOR	Cc	eo	Φ	c				4	10	40		200	
																								100	100
																								95	87
																								CL	
																								100	100
																								99	81
																								CLML	
																								100	100
																								97	66
																								56	49
																								30	13
																								SM	

OBSERVACIONES GENERALES

Nivel del agua en el sondeo 5 m.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp JEC - Tel. 255 04 77

MUESTRA		PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRAFICO		ENSAYO STANDARD	OBSERVACIONES
N.º L	Tipo		Columna	Descripción del terreno		
21	I	2,0-2,45				Golpes 2-3-3
41	A	2,45-3,0				
22	S	4,0-4,60		5 6 9 11		
42	A	3,0-7,00				
	I	10,0-10,0				Golpes 50 R
43	A	7,0-18,0		50 R		
	I	11,0-16,0				Golpes 50 R
	S	17,0-17,0		50 R		

LEYENDA— A=Muestra alterada
I=Muestra inalterada
S=Muestra standard

• = Límite líquido
□ = Límite plástico
▲ = % de humedad natural

% HUMEDAD	COMP. SIMPLE		EDOMETRO		CORTE		% SO ₂	% CO ₂	% M.O.	% QUE PASA				CLAF. USCS	
	DENS. SECA	Kg/cm ³	% DEFOR	Cc	eo	φ				c	4	10	40		200
□ •															99 99 98 90 CL
□ •															100 100 98 84 CL
□ •															81 73 60 40 SM-SC
□ •															69 57 37 18 SM-SC
															68 57 34 19 SM

OBSERVACIONES GENERALES

Nivel del agua en el sondeo 8 m.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Mod. 21 Imp JEC - Tel. 255 04 77

MUESTRA		PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRAFICO		ENSAYO STANDARD					OBSERVACIONES
N.º	Tipo		Columna	Descripción del terreno	0	1	2	3	4	
27	I	2,0-2,45	[Diagrama de corte]	Arcillas y limos						Golpes 5-7-7
28	S	4,0-4,60	[Diagrama de corte]		2	2	2	3		
47	A	5,0-5,60	[Diagrama de corte]							
48	A	5,6-7,00	[Diagrama de corte]							
	I	10,0-10,10	[Diagrama de corte]	Gravas y arenas con finos						Golpes 50 R
	S	12,0-12,6	[Diagrama de corte]		13	17	20	27		
49	A	7,0-18,0	[Diagrama de corte]							
	I	16,0-16,05	[Diagrama de corte]							Golpes 50 R
	S	17,0-17,6	[Diagrama de corte]		14	16	21	26		

% HUMEDAD										COMP. SIMPLE		EDOMETRO		CORTE		%	%	%	% QUE PASA				CLAF. USCS	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DENS. SECA	Kg/cm ³	% DEFOR.	Cc	eo	Φ	c	SiO ₂	CO ₂	M.O.	4	10	40		200
□	•																			98	97	96	85	CL
□	•																			97	95	90	76	CL
□	•																			98	96	92	78	CL
□	•																			72	61	41	22	SC
																				68	66	33	13	SM

LEYENDA — A = Muestra alterada
 I = Muestra inalterada
 S = Muestra standard

• = Límite líquido
 □ = Límite plástico
 ▲ = % de humedad natural

OBSERVACIONES GENERALES

Nivel del agua en el sondeo 4,0 m.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

MUESTRA		PROFUND. metros	CORTE ESTRATIGRAFICO		ENSAYO STANDARD					OBSERVACIONES
N.º l	Tipo		Columna	Descripción del terreno	0	1	2	3	4	
	I	2,00-2,45		Arcillas y limos algo arenosos						Golpes 5-6-7
	S	4,00-4,6			4	3	2		5	
	I	10,0-10,05		Gravas y arenas con algún bolo aislado y pocos finos						Golpes 50 R
	S	12,0-12,60			20	22	24		19	
	A	7,0-18,0								
	I	16,0-16,1								Golpes 50 R
	S	17,0-17,60			14	17	21		24	

LEYENDA — A = Muestra alterada
 I = Muestra inalterada
 S = Muestra standard

• = Límite líquido
 □ = Límite plástico
 ▲ = % de humedad natural

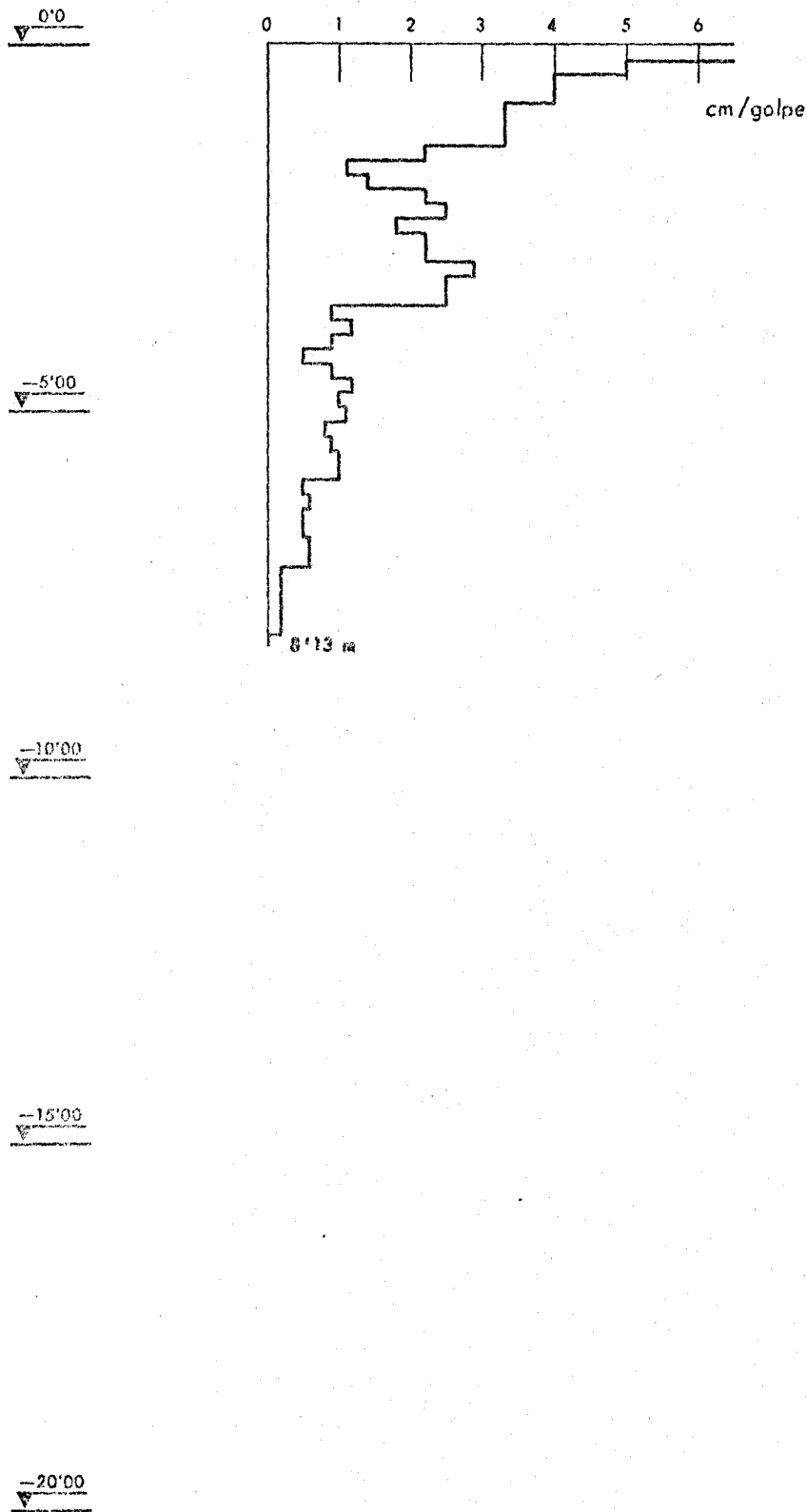
% HUMEDAD										COMP. SIMPLE		EDOMETRO		CORTE		% SO ₃	% CO ₂	% M.O.	% QUE PASA				CLAF. USCS
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	DENS. SECA	Kg/cm ³	% DEFOR.	Cc	e ₀	φ				c	4	10	40	
																						96 95 94 89 CL	
																						98 97 95 84 CL	
																						64 55 30 14 SM	

OBSERVACIONES GENERALES

PENETRACIONES

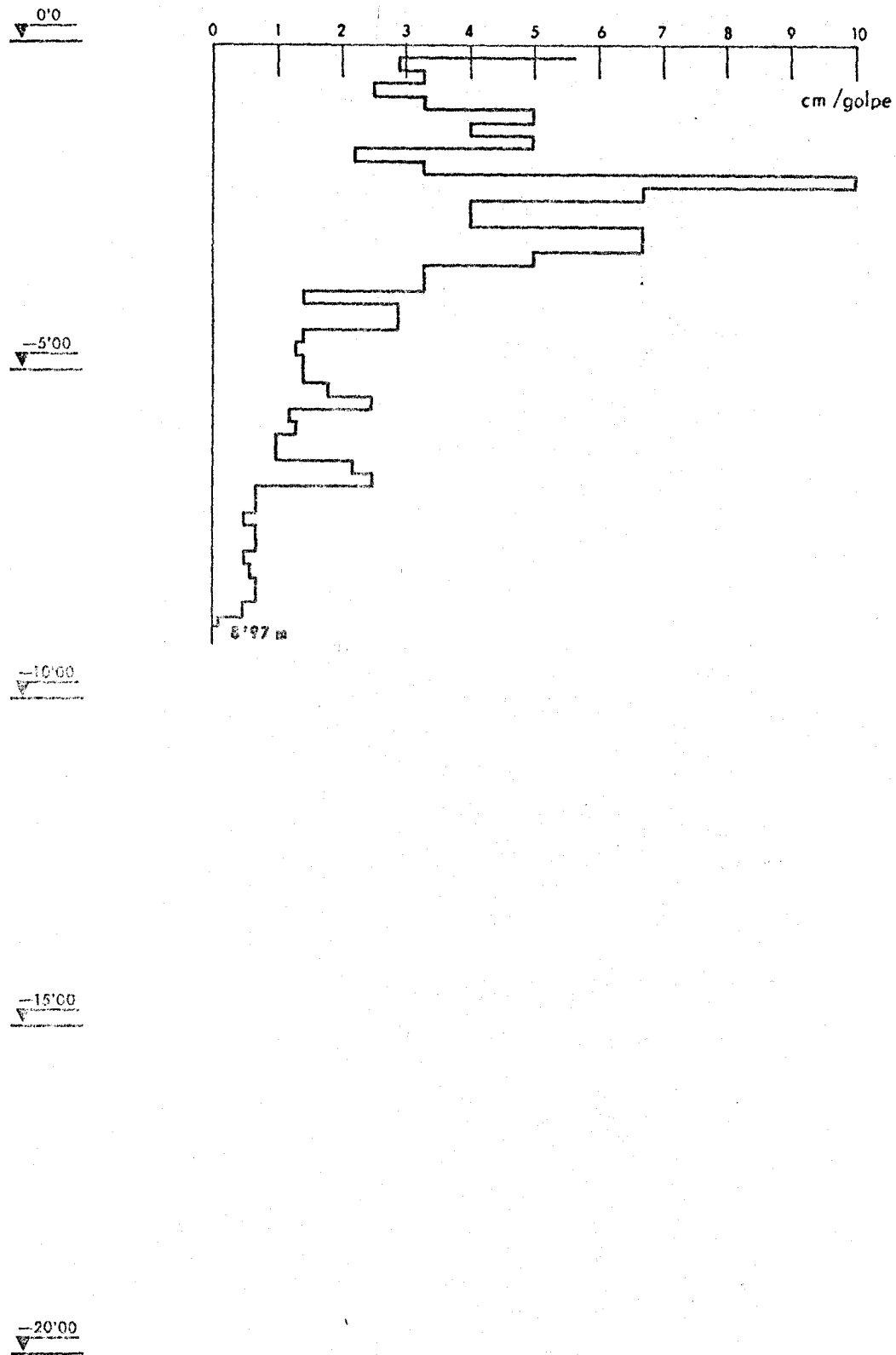


PENETRACION N.º 1



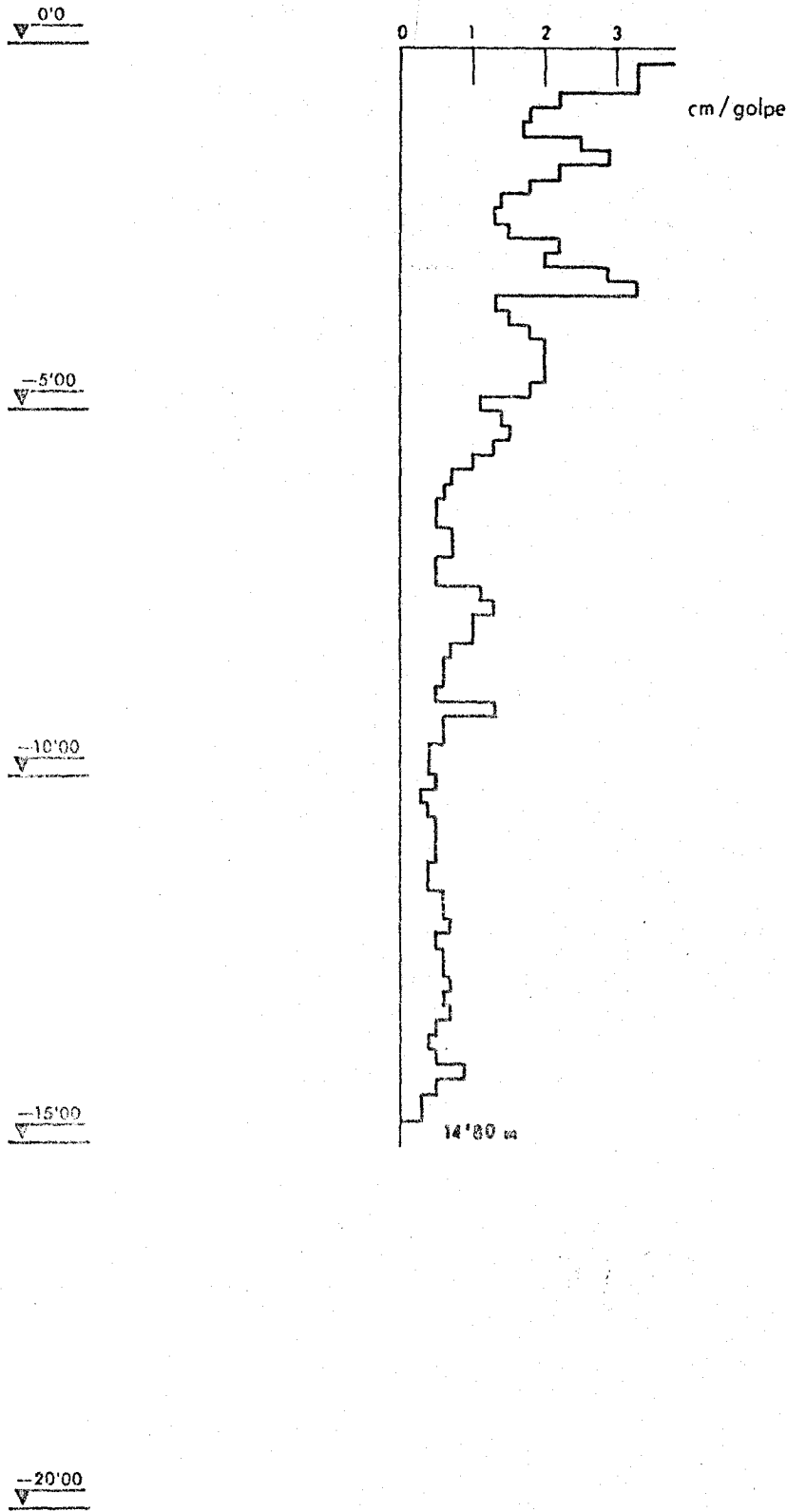
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA			
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA		DELINEACION J. CURTO	ESCALA 1/100
ENSAYO PENETRACION DINAMICA		COMPROBACION	HOJA N.º 1
		EL AUTOR DEL INFORME	

PENETRACION N.º 2



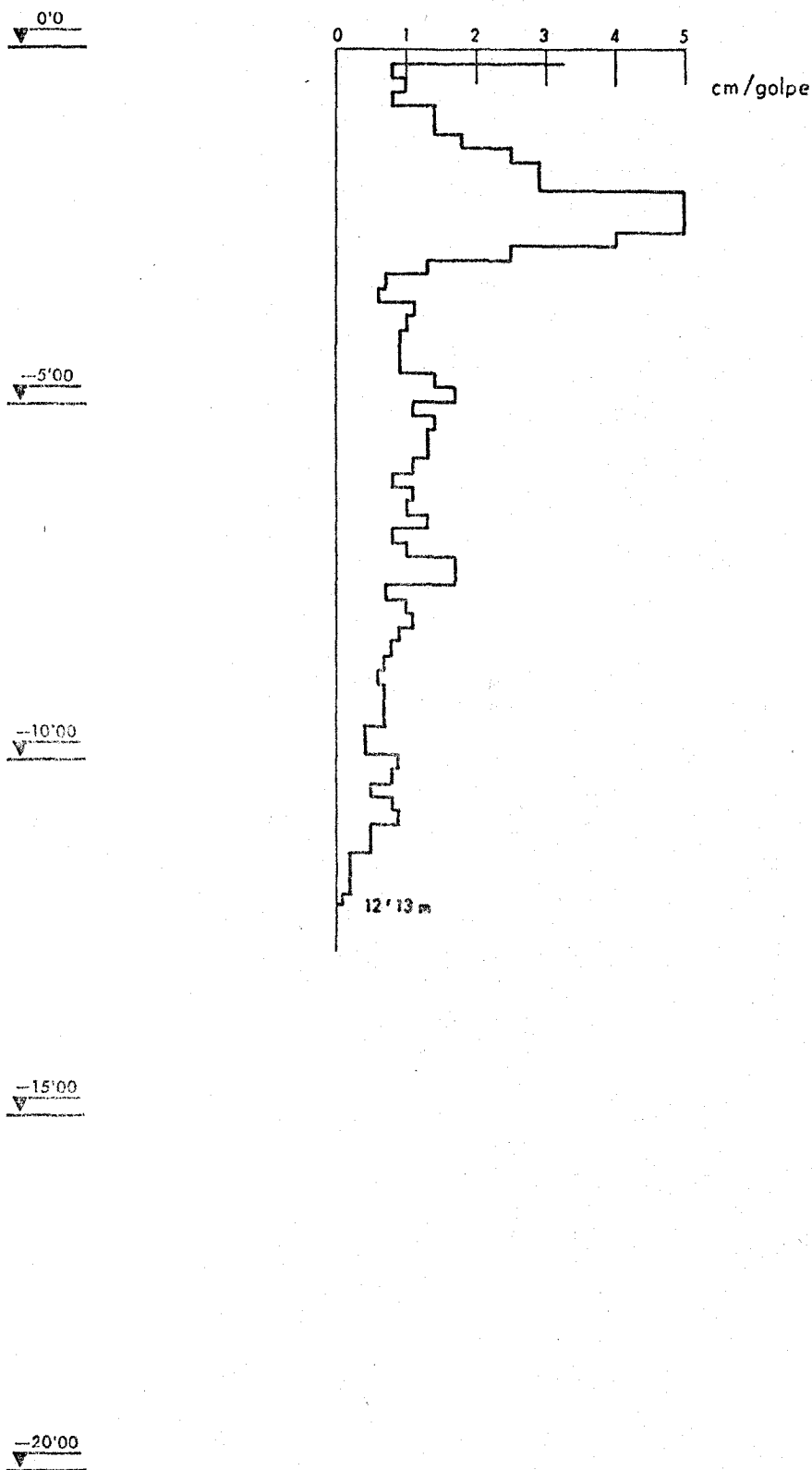
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA			
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA"		DELINEACION J. CURTO	ESCALA 1/100
ENSAYO PENETRACION DINAMICA		COMPROBACION	HOJA N.º 2
		EL AUTOR DEL INFORME	

PENETRACION N.º 3



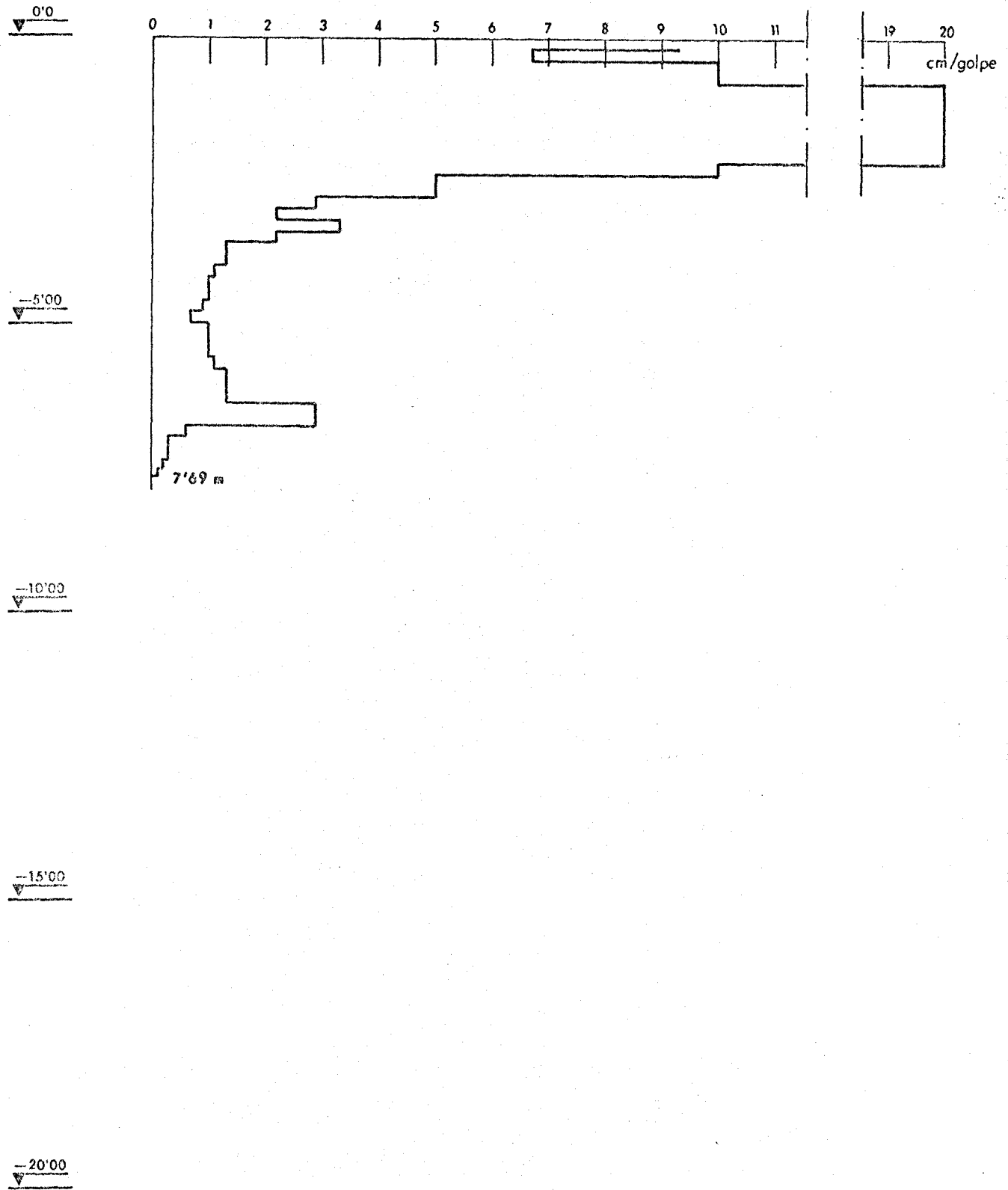
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA	DELINEACION J. CURTO
ENSAYO PENETRACION DINAMICA	COMPROBACION EL AUTOR DEL INFORME
	ESCALA 1/100 HOJA N.º 3

PENETRACION N.º 4



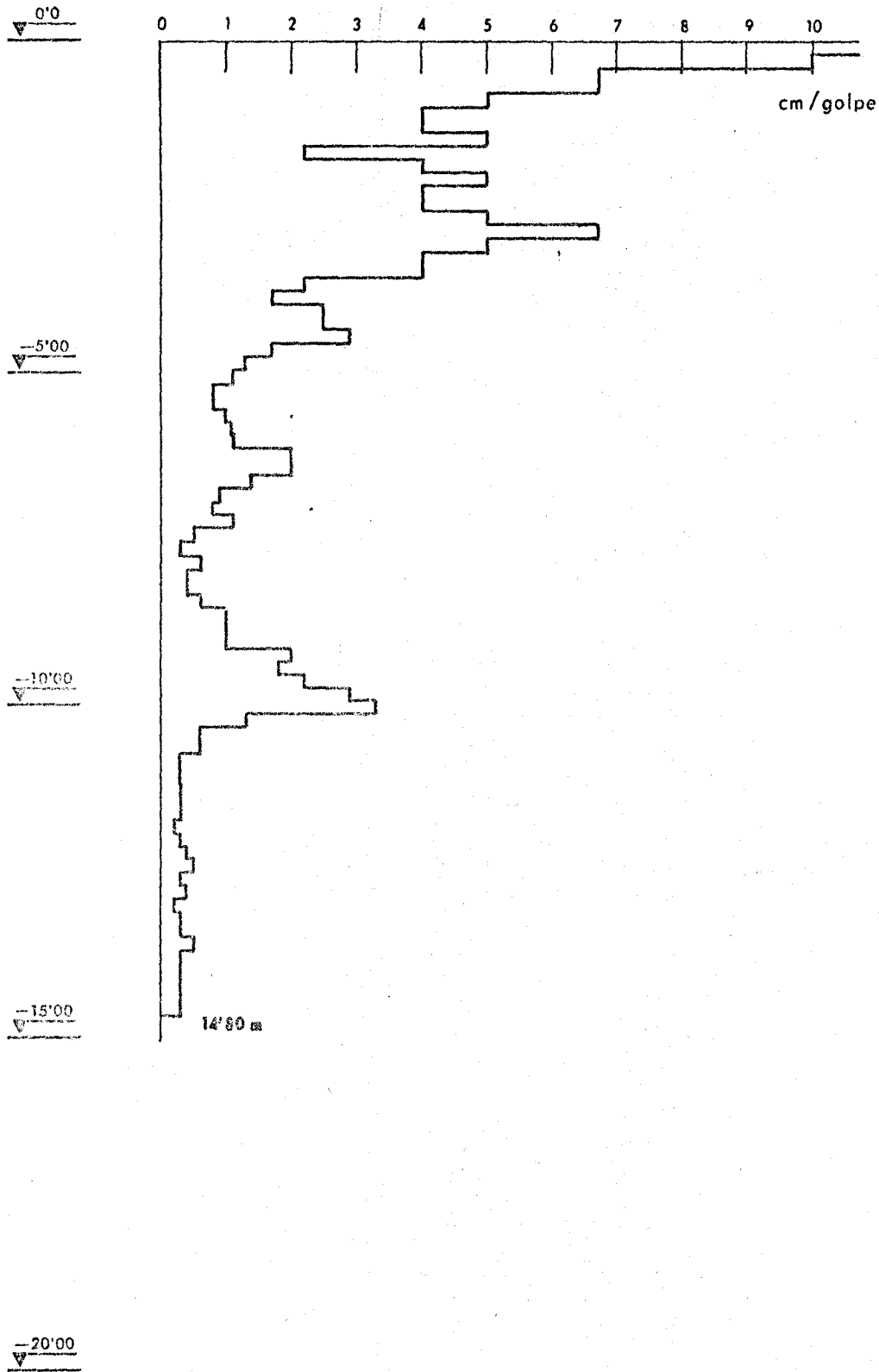
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA			
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA		DELINEACION J. CURTO	ESCALA 1/100
ENSAYO PENETRACION DINAMICA		COMPROBACION	HOJA N.º 4
		EL AUTOR DEL INFORME	

PENETRACION N.º 5



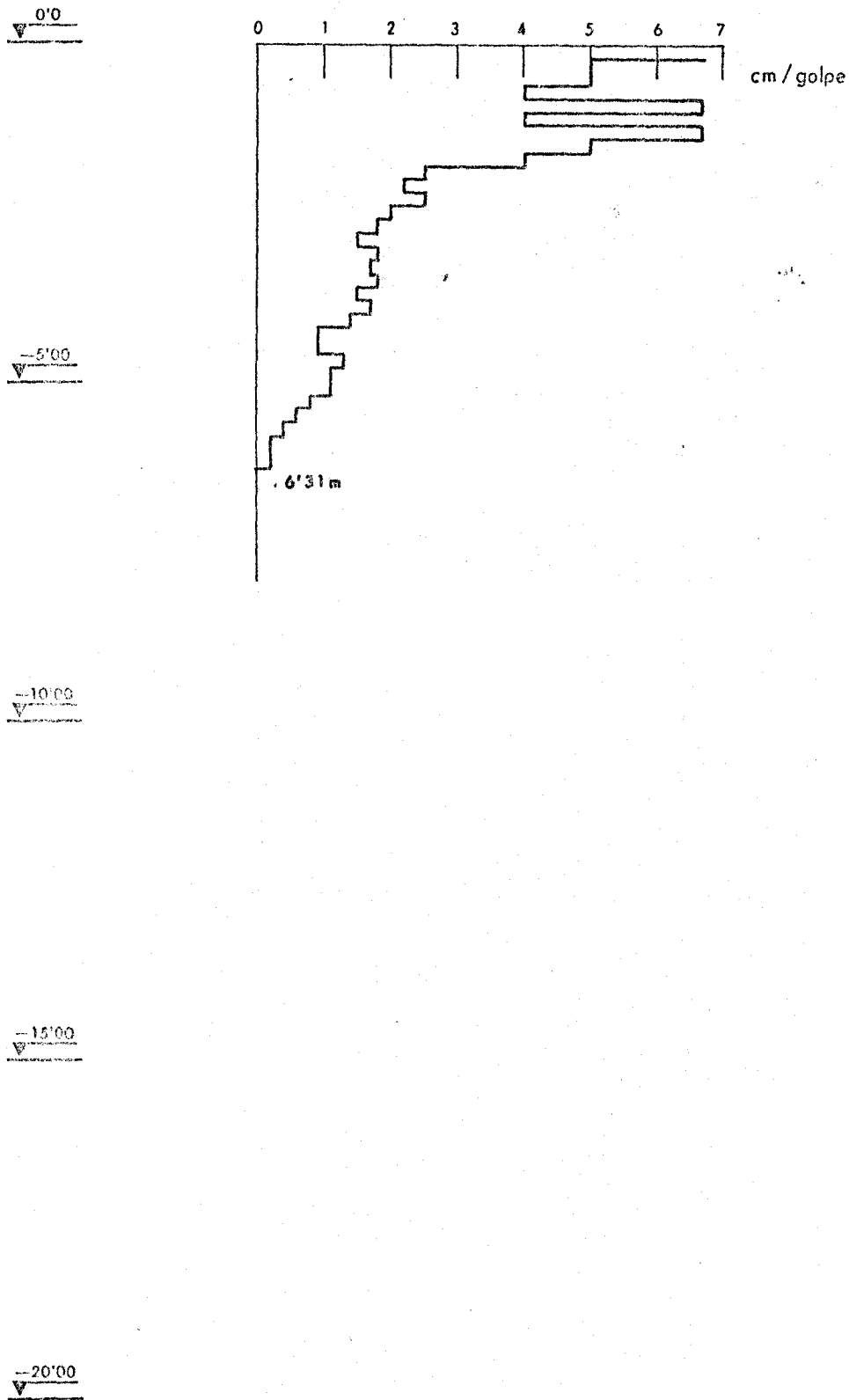
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA			
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA		DELINEACION J. CURTO	ESCALA 1/100
ENSAYO PENETRACION DINAMICA		COMPROBACION	HOJA N.º 5
		EL AUTOR DEL INFORME	

PENETRACION N.º 6



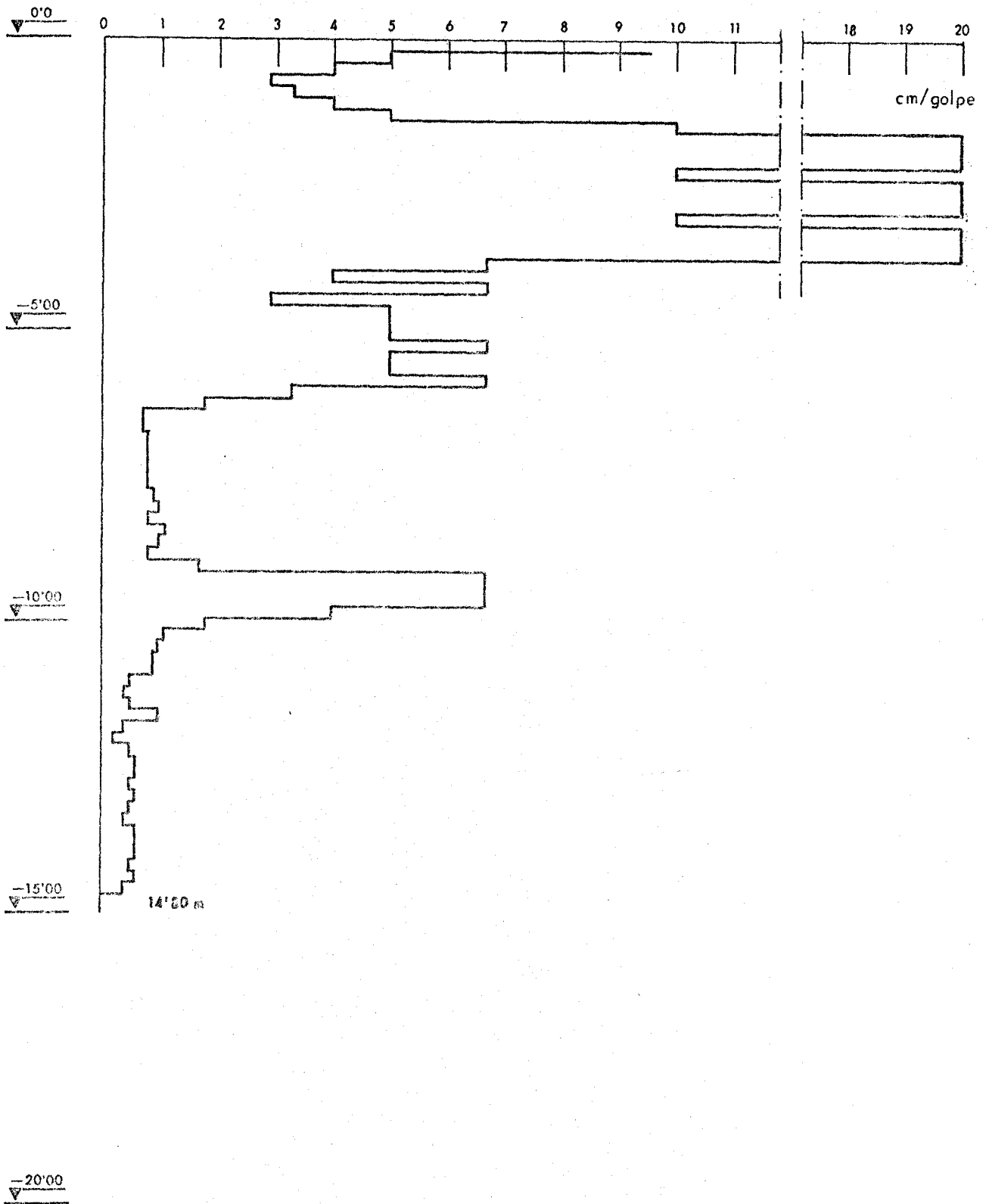
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA		
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA	DELINEACION J. CURTO	ESCALA 1/100
ENSAYO PENETRACION DINAMICA	COMPROBACION	HOJA N.º 6
	EL AUTOR DEL INFORME	

PENETRACION N.º 7



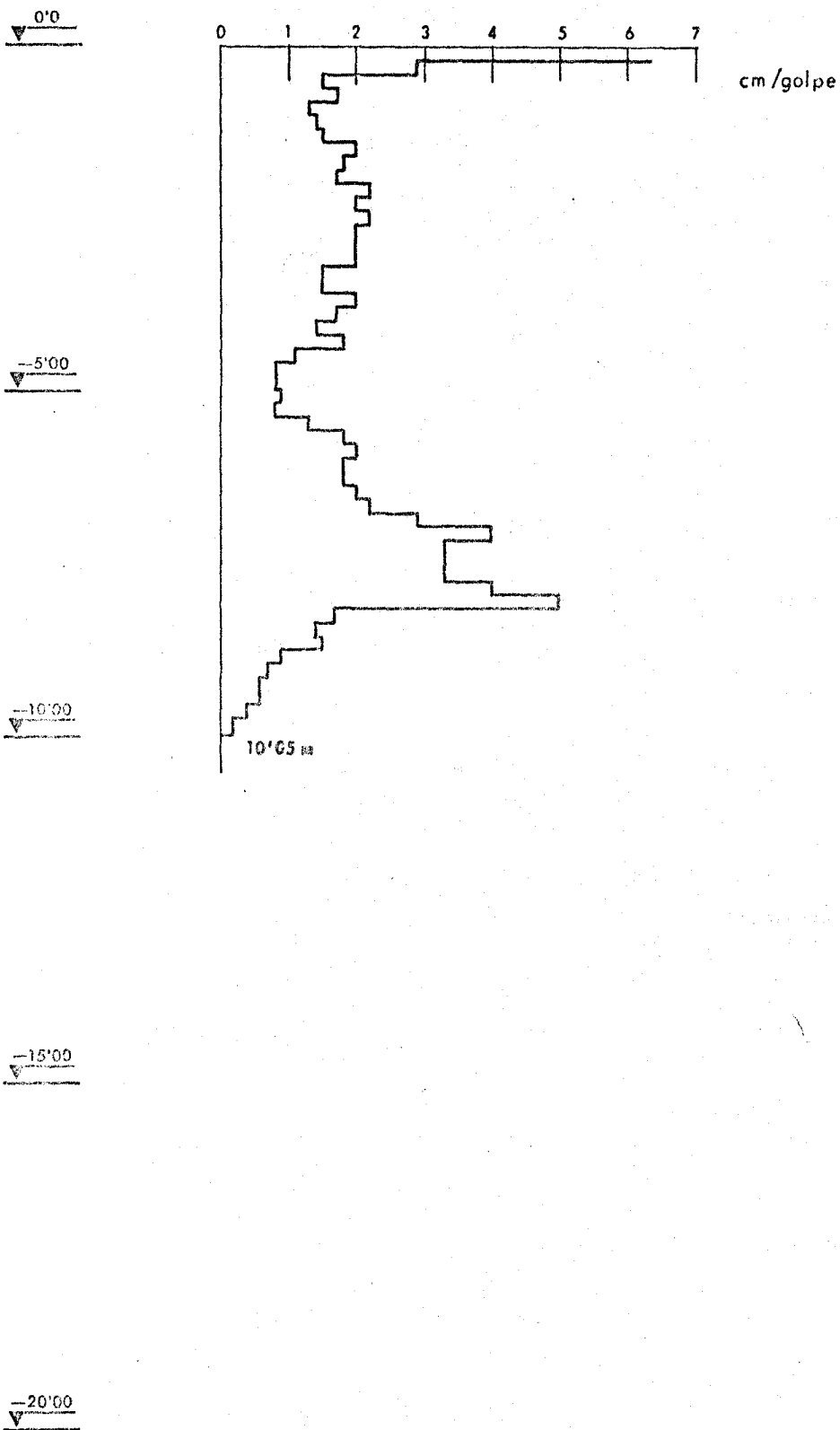
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA		
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA	DELINEACION J. CURIO	ESCALA 1/100
ENSAYO PENETRACION DINAMICA	COMPROBACION	HOJA N.º 7
	EL AUTOR DEL INFORME	

PENETRACION N.º 8



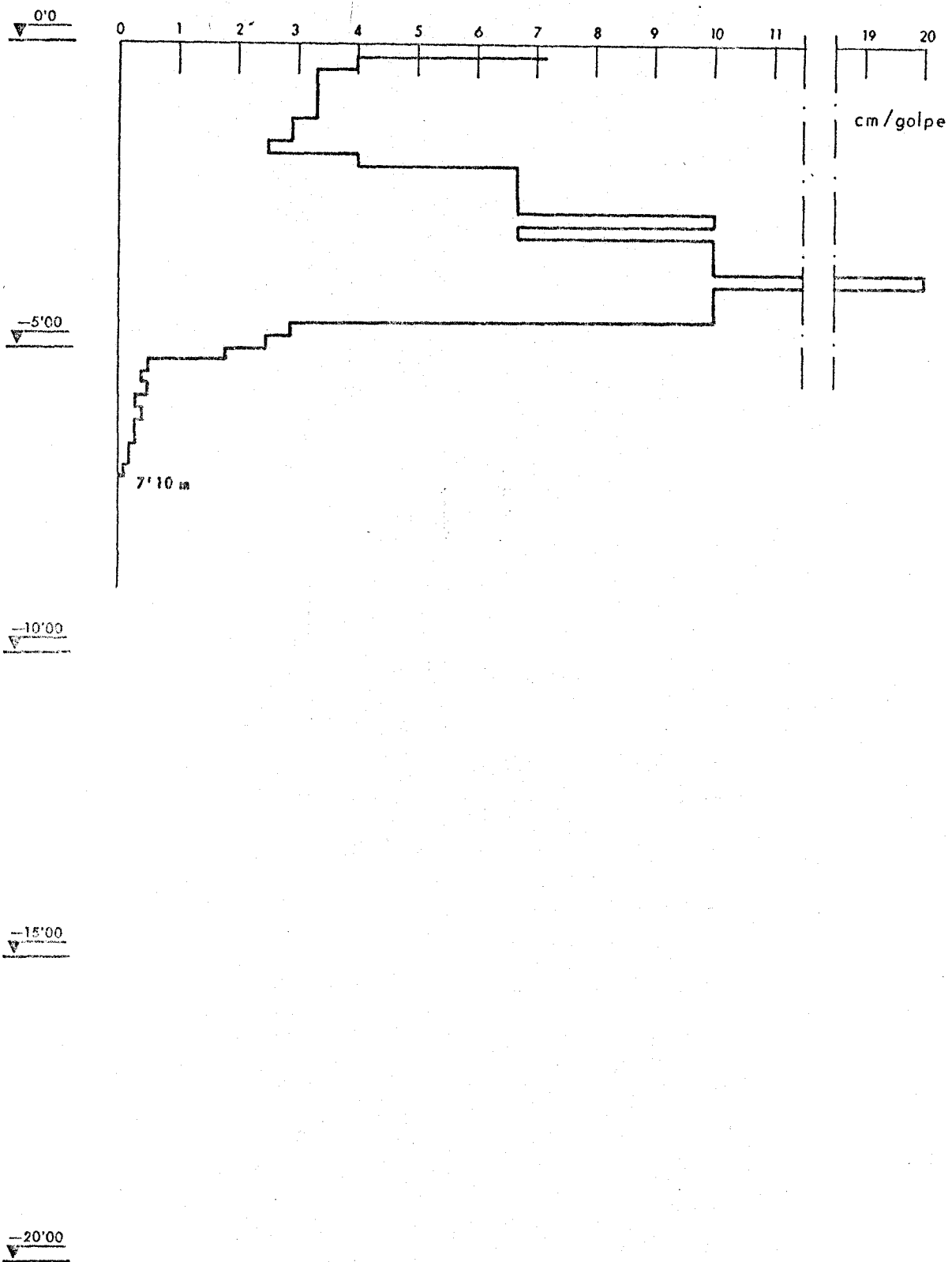
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA		
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA	DELINEACION J. CURTO	ESCALA 1/100
ENSAYO PENETRACION DINAMICA	COMPROBACION	HOJA N.º 8
	EL AUTOR DEL INFORME	

PENETRACION N.º 9



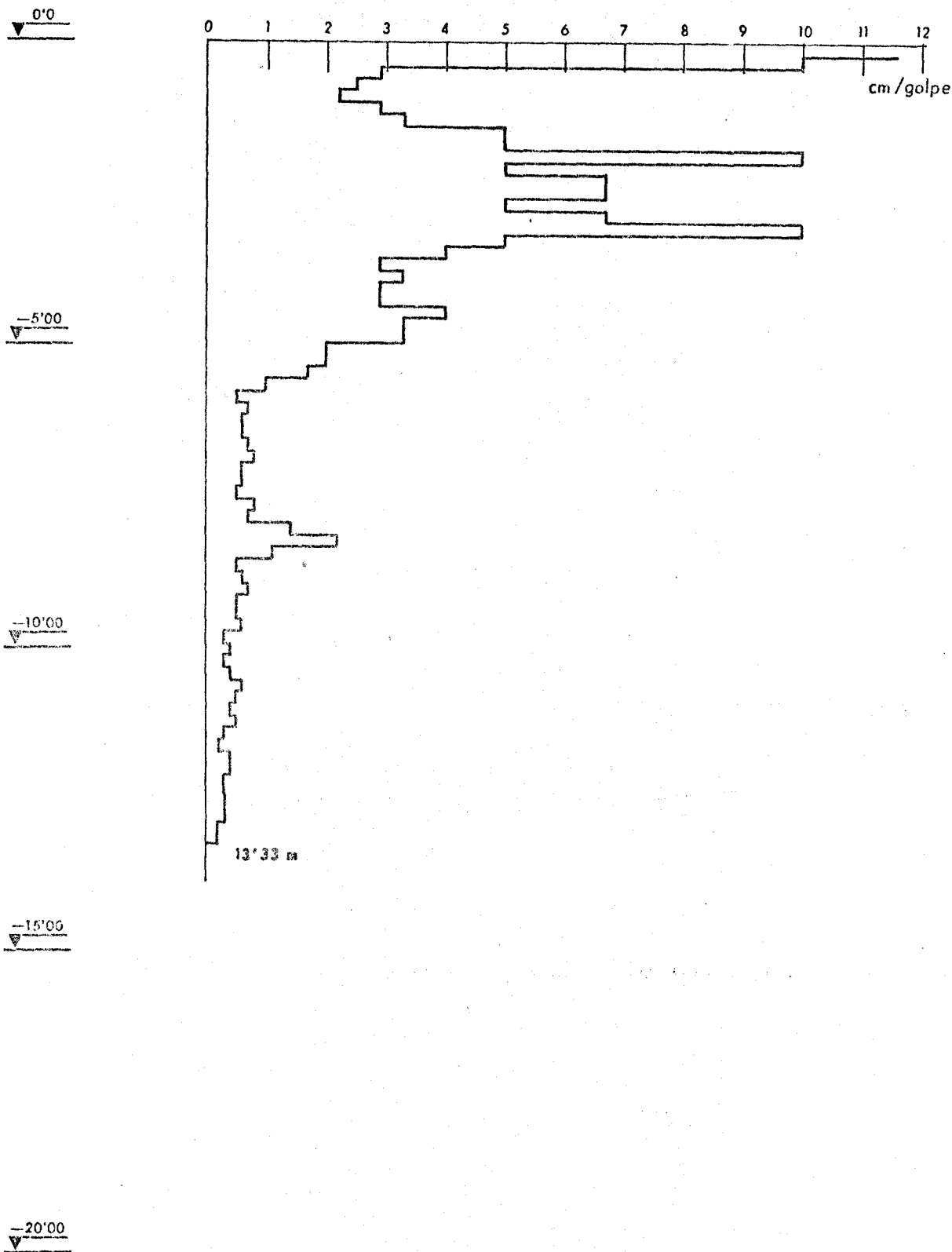
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA	DELINEACION J. CURTO
ENSAYO PENETRACION DINAMICA	COMPROBACION EL AUTOR DEL INFORME
	ESCALA 1/100 HOJA N.º 9

PENETRACION N.º 10



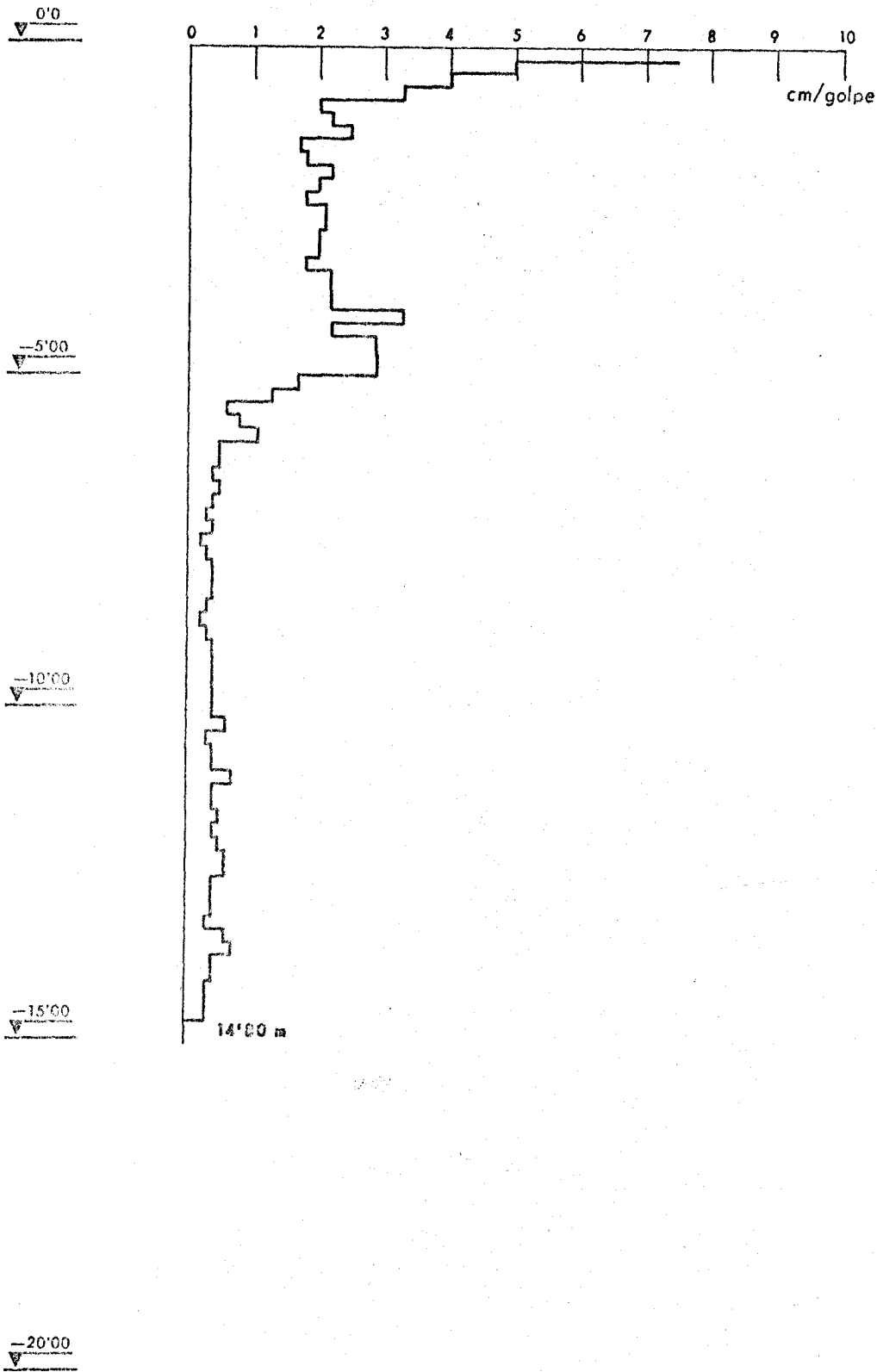
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA		
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO CALATAYUD (ZARAGOZA)	DELINEACION J. CURTO	ESCALA 1/100
ENSAYO PENETRACION DINAMICA	COMPROBACION EL AUTOR DEL INFORME	HOJA N.º 10

PENETRACION N.º 11



MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA			
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA		DELINEACION J. CURTO	ESCALA 1/100
ENSAYO PENETRACION DINAMICA		COMPROBACION	HOJA N.º 11
		EL AUTOR DEL INFORME	

PENETRACION N.º 12



MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA			
ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO "CALATAYUD" ZARAGOZA		DELINEACION J. CURTO	ESCALA 1/100 HOJA N.º 12
ENSAYO PENETRACION DINAMICA		COMPROBACION EL AUTOR DEL INFORME	

RESULTADOS DE LABORATORIOS



TRABAJO Nº

DENOMINACION

CALATAYUD

LOCALIDAD

CLIENTE

I.G.M.E.

PAGINA 2

PROCE- DENCIA	MUES- TRA Nº	PROFUNDIDAD (m)	LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFI- CACION	GRANULOMETRIA				HUME- DAD NATU- RAL %	DENSIDAD APA- RENTE	Pe PARTI- CULAS	COMPRE- SION SIMPLE Kg/cm ²	MATERIA ORGANICA %	EQUI- VALENTE ARENA	PR SUL- FATO	CARBONA- TO CALCICO %	OBSERVACIONES
			LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO		% QUE PASA POR TAMIZ												
							4	10	40	200									
C- 1	1	1.00- 2.50	35.29	18.47	16.82	CL-	100.00	100.00	97.71	91.07				1.465					
C- 2	2	0.00- 2.50	0.00	0.00	0.00	ML-	89.06	82.12	71.97	50.17									
C- 3	3	0.60- 2.50	41.97	22.48	19.48	CL-	92.48	91.96	90.13	85.23				1.255				SI	
C- 4	4	1.00- 2.20	38.41	16.75	21.66	CL-	90.12	89.01	85.94	76.85									SI
C- 5	5	0.00- 2.20	32.54	18.90	13.63	CL-	90.08	87.47	82.09	68.90				2.415					
C- 5	6	1.20- 2.50	0.00	0.00	0.00	ML-	100.00	100.00	96.66	87.39									SI
C- 6	7	0.00- 2.60	35.93	19.59	16.34	CL-	85.09	80.04	72.45	61.78				1.145					
C- 6	8	0.60- 2.50	34.32	33.21	1.11	SM-	69.53	62.96	58.49	46.56									SI
C- 7	9	0.00- 2.50	38.53	31.74	6.79	ML-OL	97.73	96.79	94.30	87.40				2.785					
C- 8	10	0.00- 2.50	42.65	26.75	15.90	ML-OL	99.69	99.20	97.66	90.92									SI
C- 9	11	0.00- 2.50	39.14	22.28	16.85	CL-	99.94	99.86	99.28	96.02				0.645					
C- 10	12	0.00- 2.50	41.87	20.90	20.97	CL-	96.87	98.14	95.76	91.26									SI
C- 11	118	0.00- 2.50	41.95	22.45	19.50	CL-	99.45	91.94	90.12	85.21									
C- 12	128	0.00- 2.50	38.46	16.75	21.71	CL-	90.11	89.22	84.94	75.84									
C- 13	13	0.00- 2.50	35.92	19.51	16.41	CL-	85.91	80.07	71.42	62.75									
A- 6	A 6	-	37.60	18.17	19.43	CL-	99.15	98.73	96.76	87.22									
A- 10	A 10	-	35.25	14.13	21.12	CL-	96.02	94.82	90.66	81.03									
A- 15	A 15	-	34.25	17.15	17.10	CL-	96.51	91.73	83.74	68.05									
A- 25	A 25	-	42.65	15.53	27.12	CL-	100.00	100.00	91.88	77.34									
A- 37	A 37	-	42.90	19.53	23.37	CL-	95.95	94.88	93.21	86.32									
																			PRN-CBR PRN-CBR PRN-CBR PRN-CBR PRN-CBR

TRABAJO N.º

DENOMINACION Calatayud

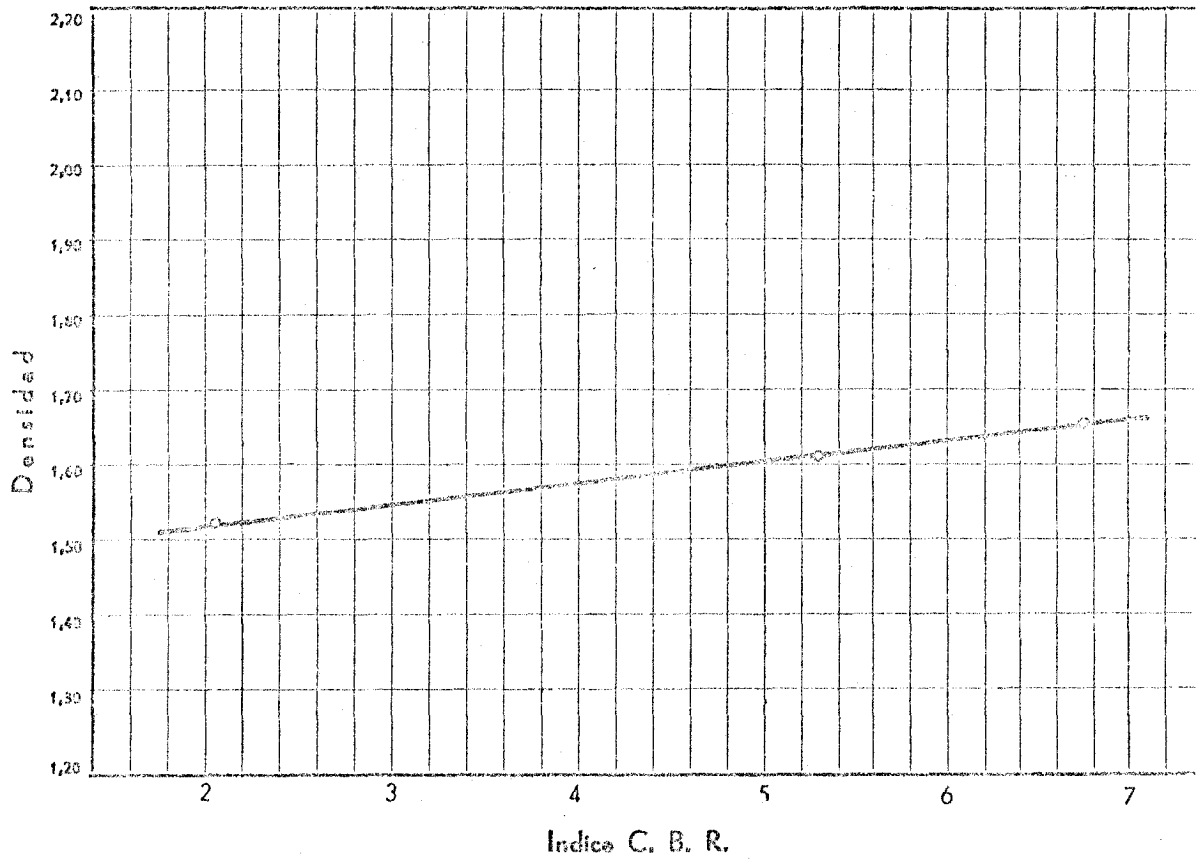
CLIENTE

IGME

MUESTRA N.º A-6

ENSAYO C. B. R.

Densidad máxima 1,63
 Humedad óptima correspondiente 17,5%
 Proporción del material superior a 3/4 *
 Sobrecarga 15 Libras



RESULTADOS DE ENTUMECIMIENTO

Humedad de apisonado	Densidad seca	Agua absorbida %	Entumecimiento %
17,40	1,527	10,06	1,31
17,40	1,607	4,28	1,93
17,40	1,654	3,59	1,39

Observaciones:

.....

.....

* Cuando el suelo contiene material superior a 3/4 de pulgada, la densidad máxima que se da es la obtenida utilizando el mismo material sustituido que se emplea para hacer el ensayo C. B. R. El valor de dicha densidad no coincidirá, por tanto, con la densidad máxima normal del apisonado obtenida solamente con el material inferior a 3/4.

TRABAJO N.º

DENOMINACION Calalayud

CLIENTE

IGME

MUESTRA N.º A-10

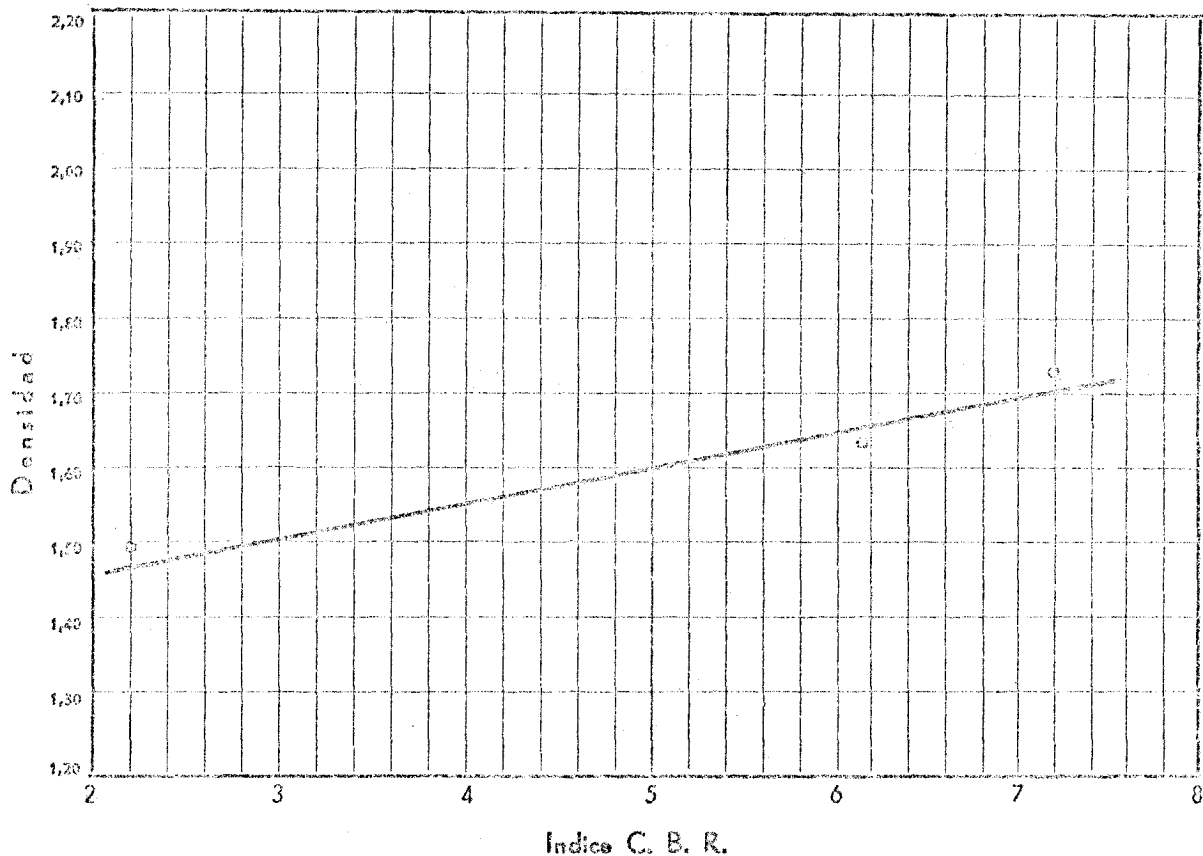
ENSAYO C. B. R.

Densidad máxima 1,73

Humedad óptima correspondiente 16,8%

Proporción del material superior a 3/4 *

Sobrecarga 15 Libras



RESULTADOS DE ENTUMECIMIENTO

Humedad de apisonado	Densidad seca	Agua absorbida %	Entumecimiento %
16,56	1,497	8,21	0,95
16,56	1,638	2,74	0,75
16,56	1,728	1,82	0,74

Observaciones:

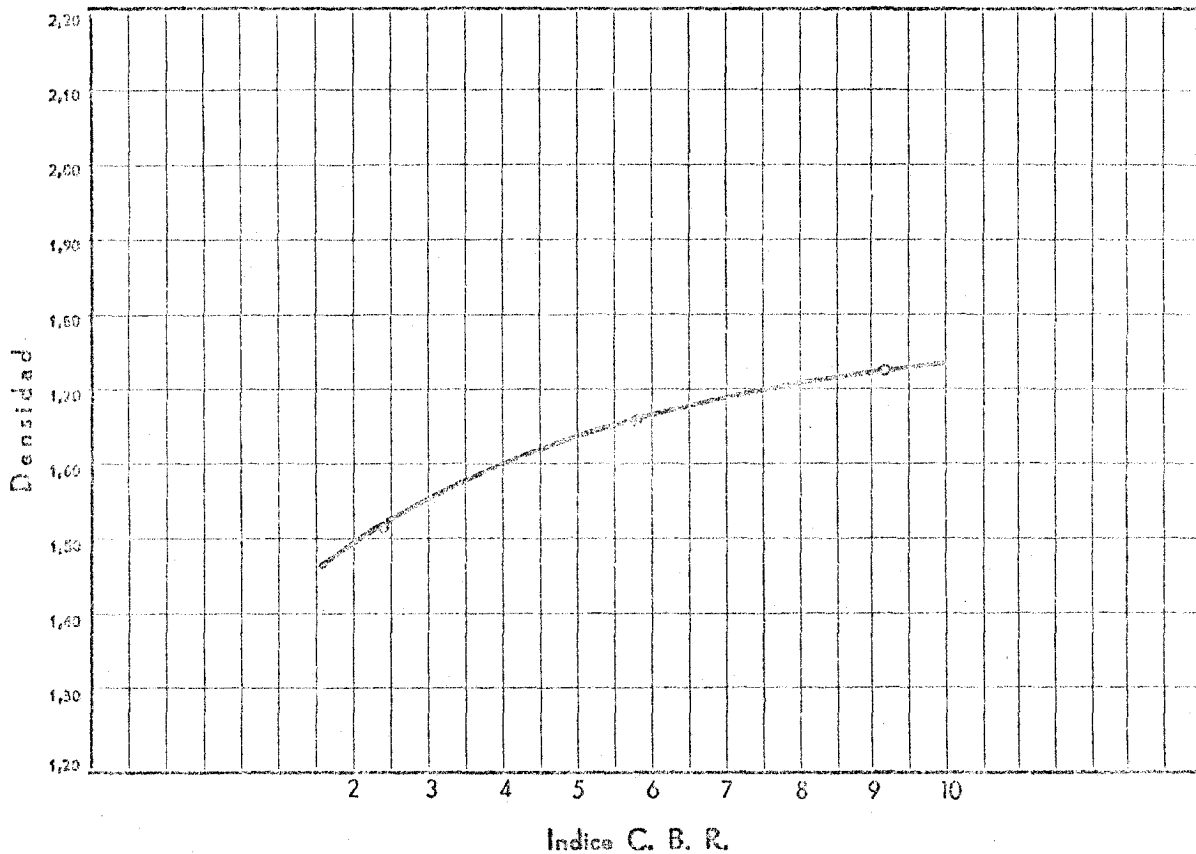
.....

.....

* Cuando el suelo contiene material superior a 3/4 de pulgada, la densidad máxima que se da es la obtenida utilizando el mismo material sustituido que se emplea para hacer el ensayo C. B. R. El valor de dicha densidad no coincidirá, por tanto, con la densidad máxima normal del apisonado obtenida solamente con el material inferior a 3/4.

ENSAYO C. B. R.

Densidad máxima	1,67
Humedad óptima correspondiente	16,6%
Proporción del material superior a 3/4 *	
Sobrecarga	15 Libras



RESULTADOS DE ENTUMECIMIENTO

Humedad de apisonado	Densidad seca	Agua absorbida %	Entumecimiento %
16,18	1,511	6,79	0,61
16,18	1,660	3,78	0,87
16,18	1,724	2,41	0,50

Observaciones:

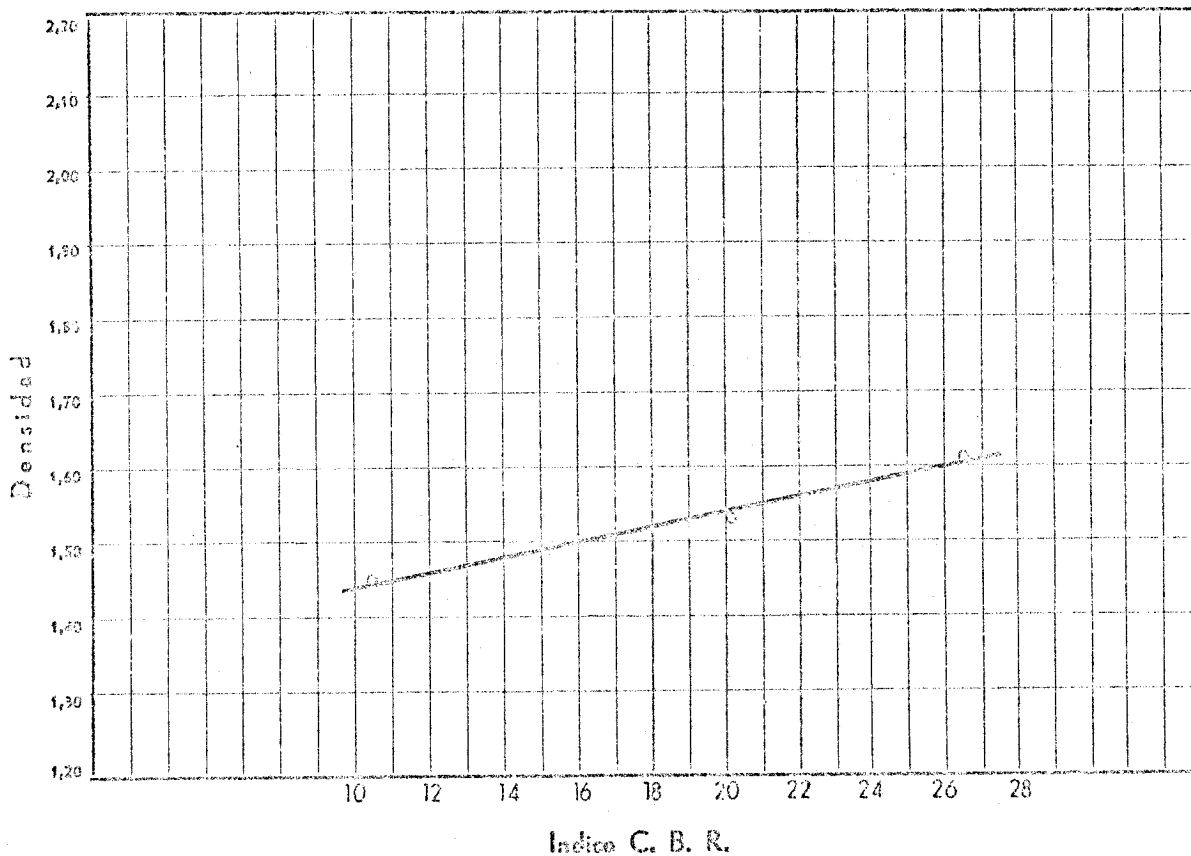
.....

.....

* Cuando el suelo contiene material superior a 3/4 de pulgada, la densidad máxima que se da es la obtenida utilizando el mismo material sustituido que se emplea para hacer el ensayo C. B. R. El valor de dicha densidad no coincidirá, por tanto, con la densidad máxima normal del apisonado obtenida solamente con el material inferior a 3/4.

ENSAYO C. B. R.

Densidad máxima 1,58
 Humedad óptima correspondiente 17,6%
 Proporción del material superior a ¾ *
 Sobrecarga 15 Libras



RESULTADOS DE ENTUMECIMIENTO

Humedad de apisonado	Densidad seca	Agua absorbida %	Entumecimiento %
16,89	1,448	5,75	2,23
16,89	1,529	2,82	1,93
16,89	1,607	1,11	2,30

Observaciones:

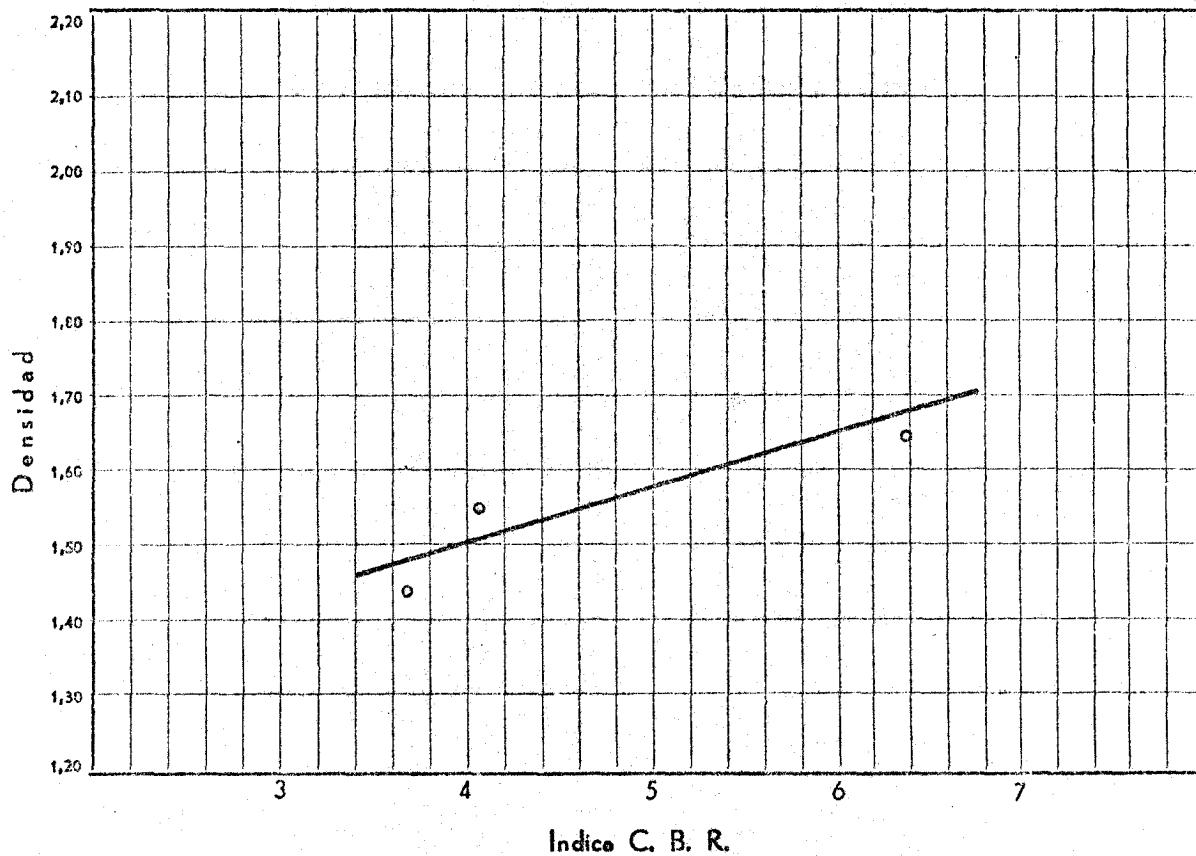
.....

.....

* Cuando el suelo contiene material superior a 3/4 de pulgada, la densidad máxima que se da es la obtenida utilizando el mismo material sustituido que se emplea para hacer el ensayo C. B. R. El valor de dicha densidad no coincidirá, por tanto, con la densidad máxima normal del apisonado obtenida solamente con el material inferior a 3/4.

ENSAYO C. B. R.

Densidad máxima 1,59
 Humedad óptima correspondiente 20,0%
 Proporción del material superior a 3/4 *
 Sobrecarga 15 Libras



RESULTADOS DE ENTUMECIMIENTO

Humedad de apisonado	Densidad seca	Agua absorbida %	Entumecimiento %
19,22	1,443	10,26	1,46
19,22	1,540	8,66	2,32
19,22	1,639	3,43	2,25

Observaciones:

.....

.....

* Cuando el suelo contiene material superior a 3/4 de pulgada, la densidad máxima que se da es la obtenida utilizando el mismo material sustituido que se emplea para hacer el ensayo C. B. R. El valor de dicha densidad no coincidirá, por tanto, con la densidad máxima normal del apisonado obtenida solamente con el material inferior a 3/4.

DENOMINACION Calatayud SONDEO N.º 1 MUESTRA N.º 13 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

Trabajo N.º

IGME

Cliente

Tiempos de rotura

Punto I -

Punto II -

Punto III -

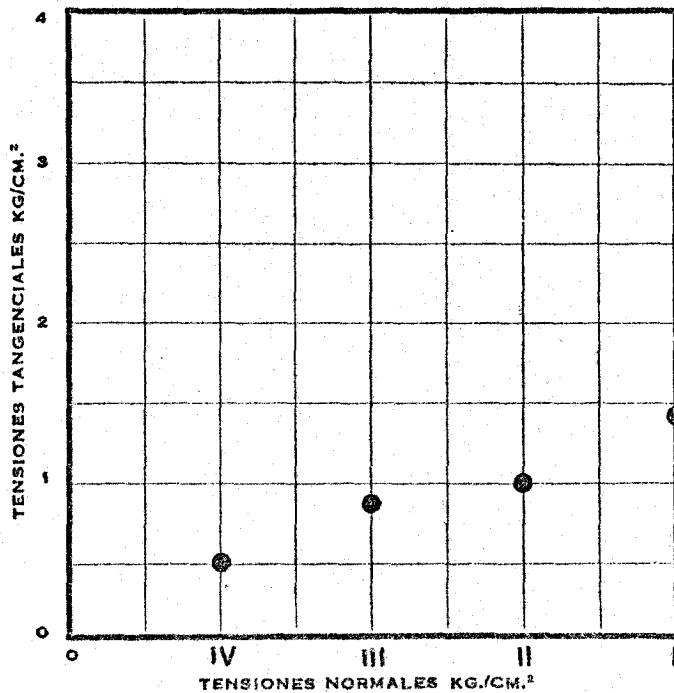
Punto IV -

APARATO DE CASAGRANDE

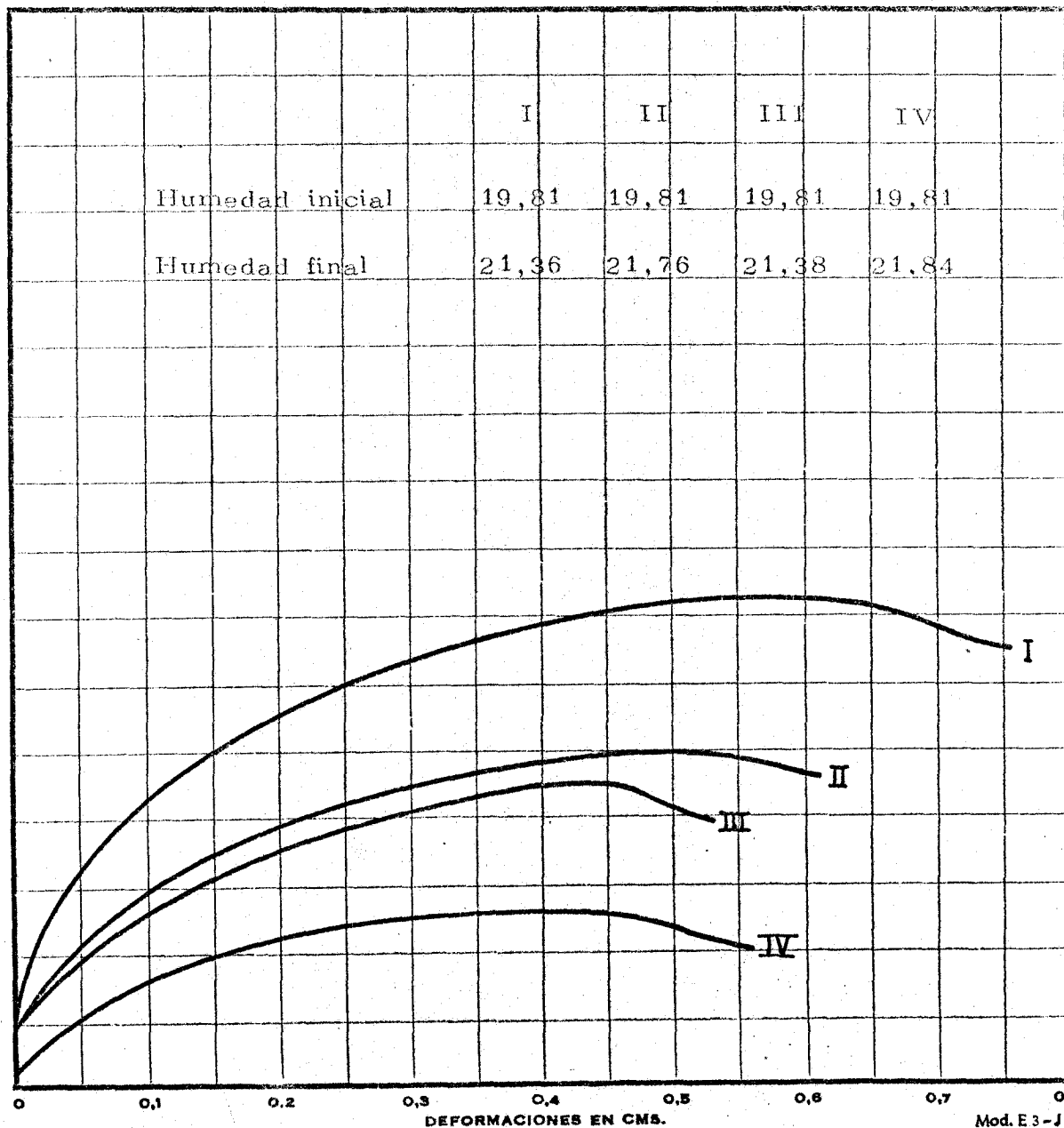
ENSAYO:

Con muestra inalterada y consolidación previa.

Dens. seca -



TENSIONES TANGENCIALES EN KG./CM.²



Trabajo N.º
ICME
Cliente

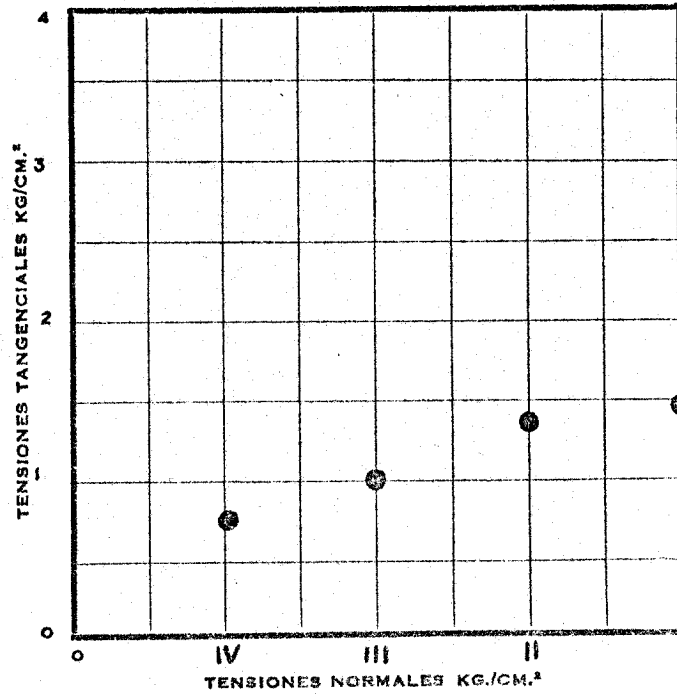
Tiempos de rotura

Punto I -

Punto II -

Punto III -

Punto IV -

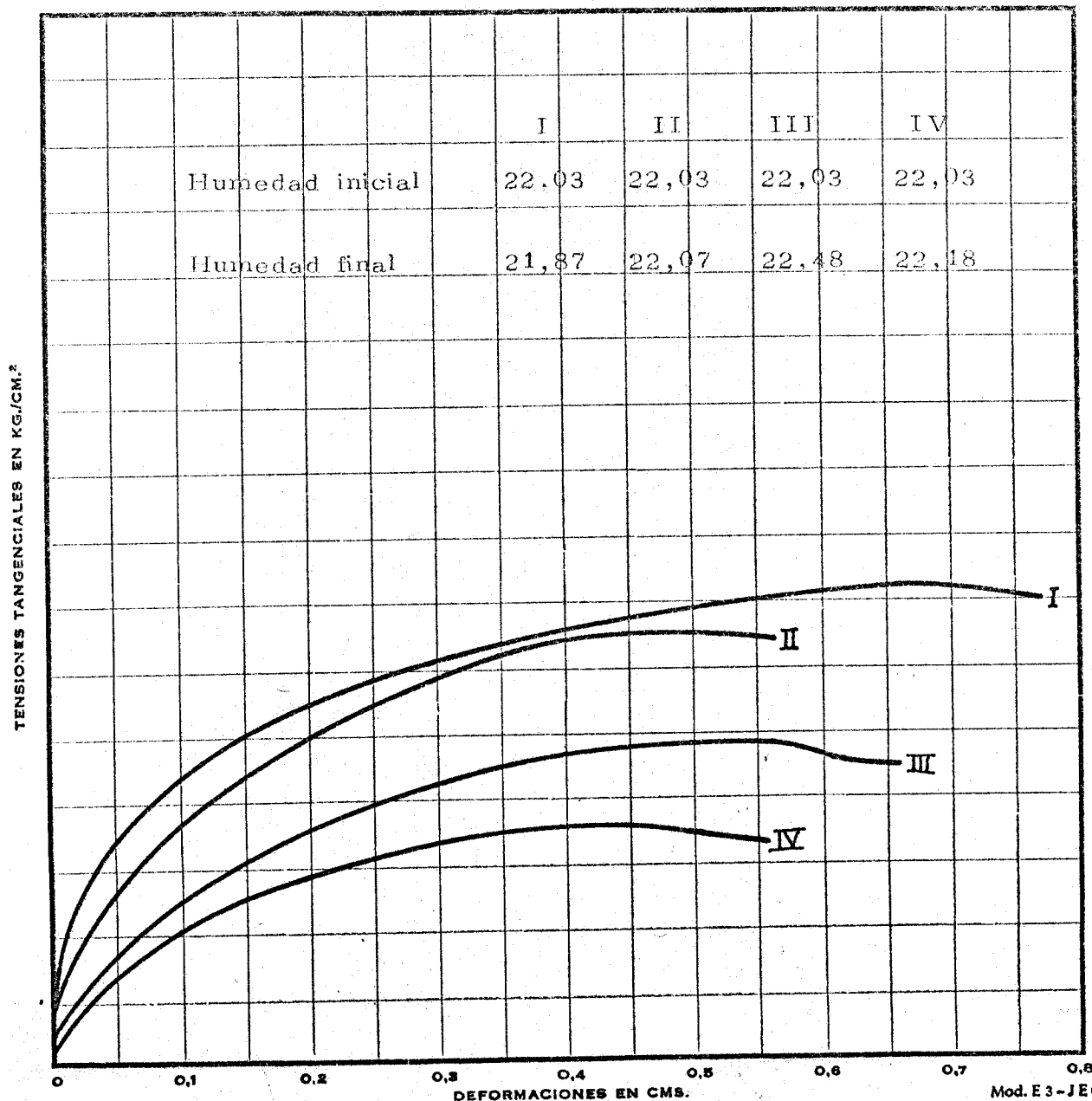


APARATO DE CASAGRANDE

ENSAYO:

Con muestra inalterada y consolidación previa.

Dens. seca -



Trabajo N.º
Cliente ICME

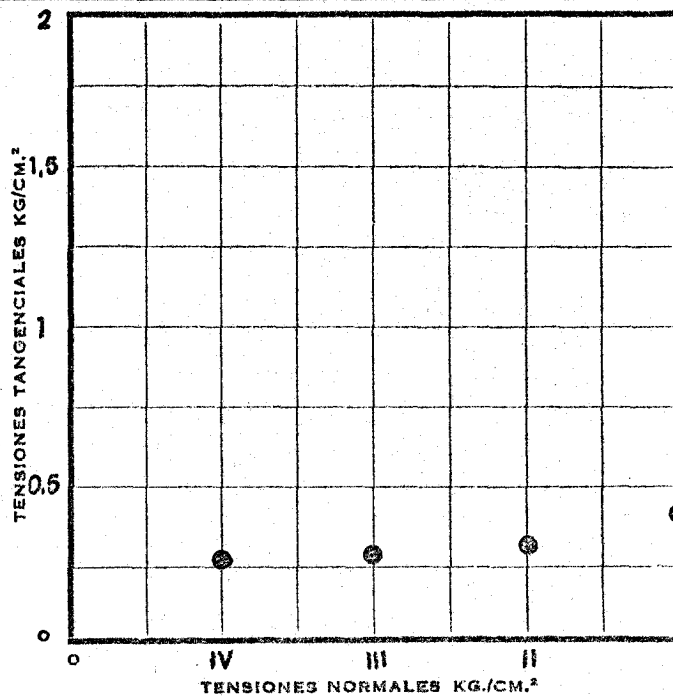
Tiempos de rotura

Punto I -

Punto II -

Punto III -

Punto IV -

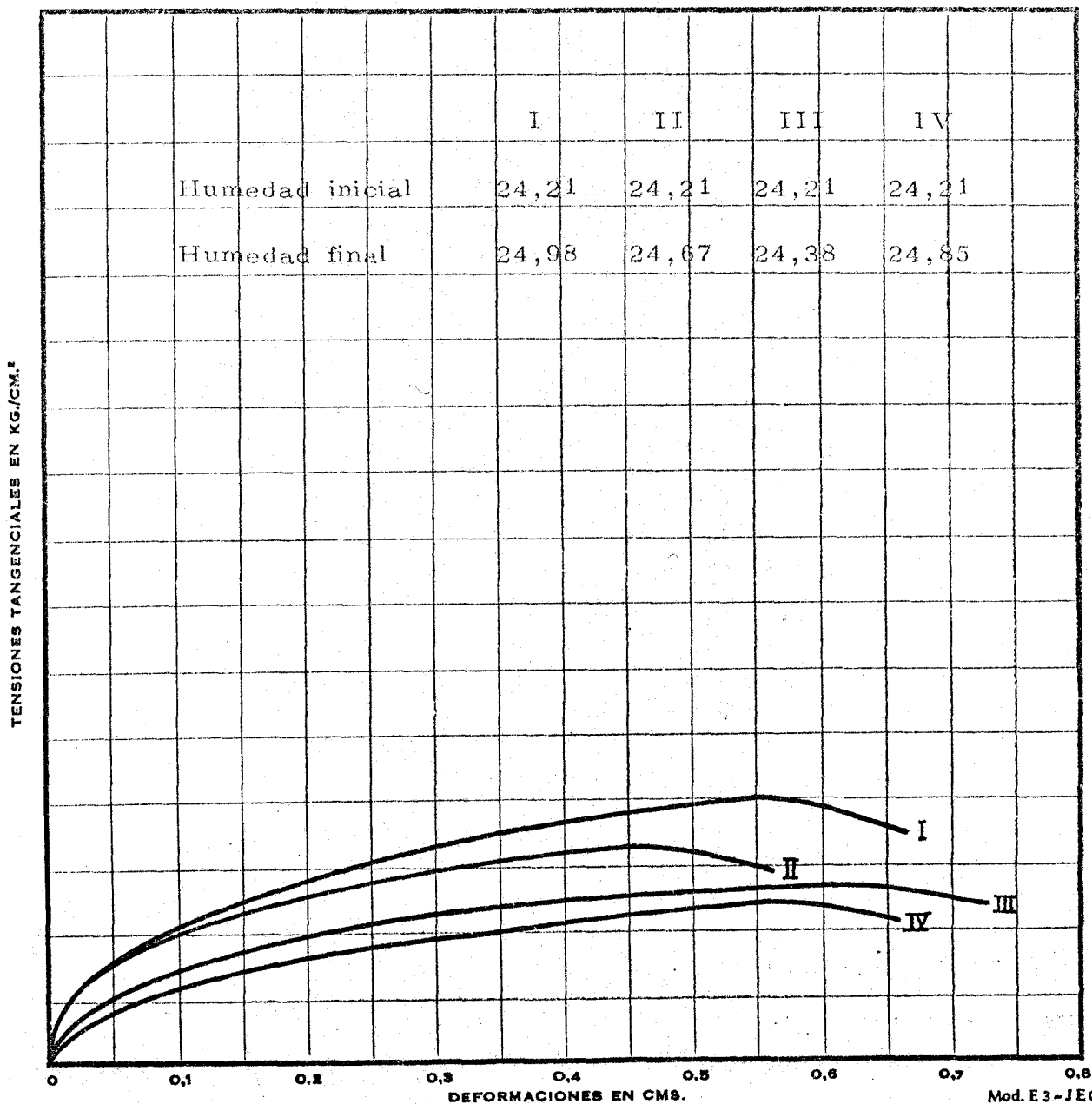


APARATO DE CASAGRANDE

ENSAYO:

Con muestra inalterada y consolidación previa.

Dens. seca -



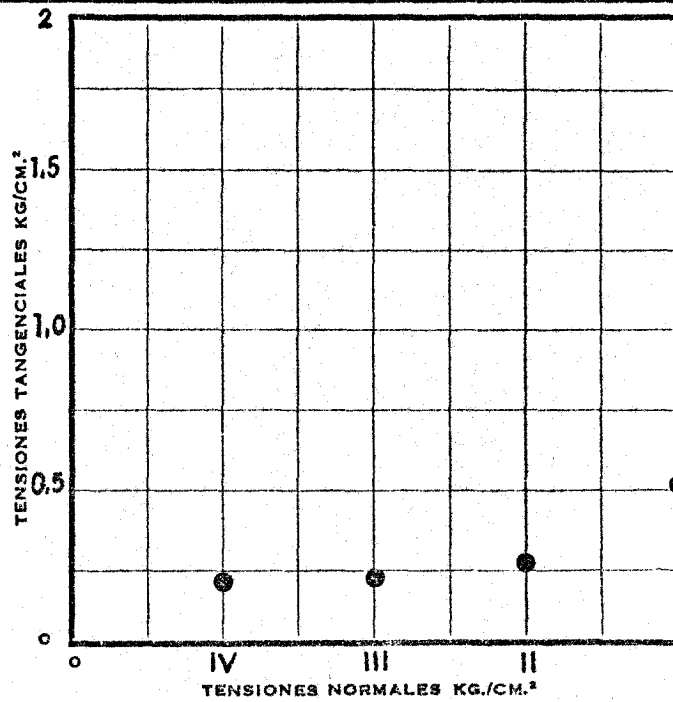
DENOMINACION Calatayud SONDEO N.º 5 MUESTRA N.º 21 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

Trabajo N.º

IGME

Cliente

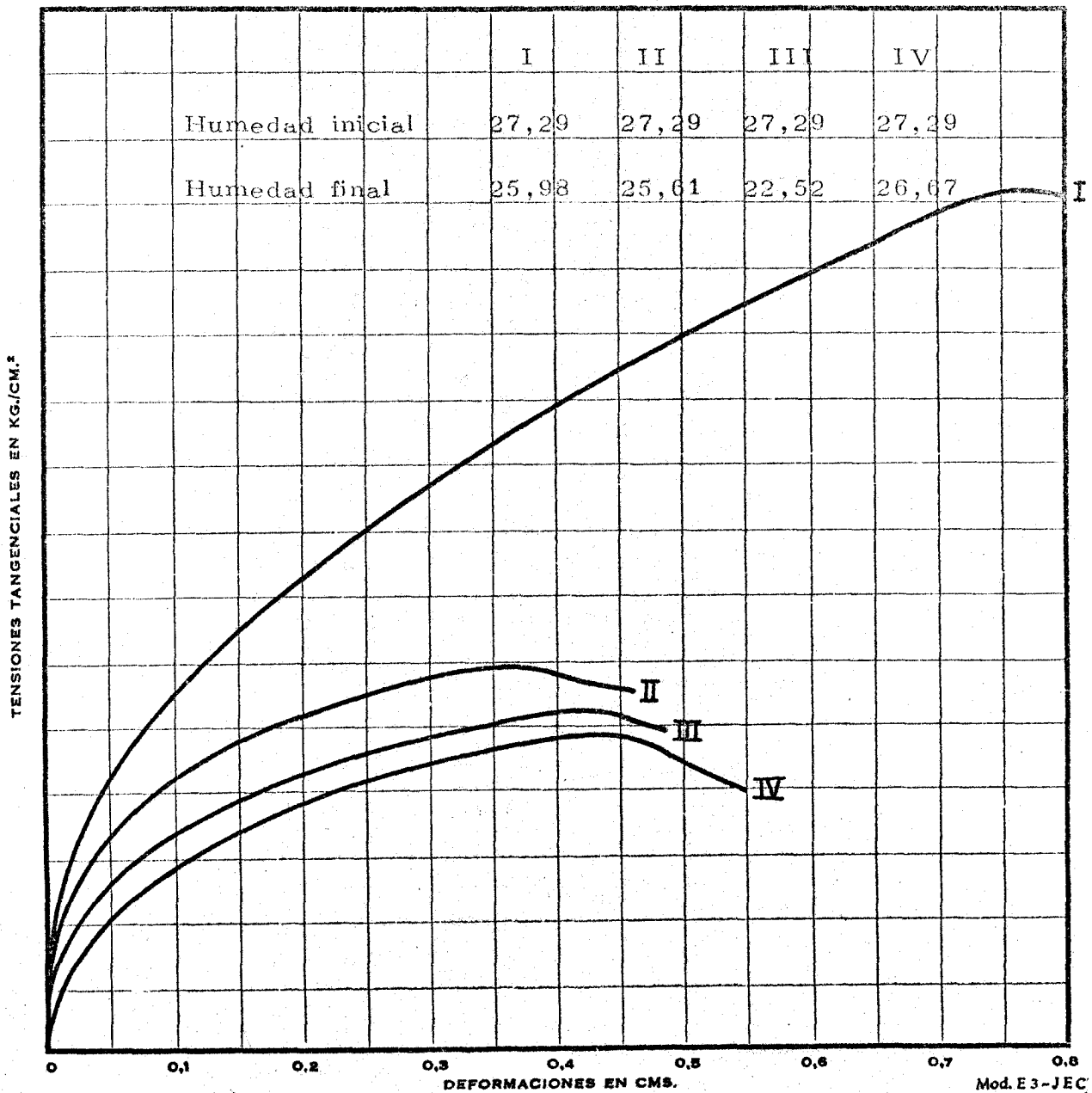
Tiempos de rotura
 Punto I -
 Punto II -
 Punto III -
 Punto IV -



APARATO DE CASAGRANDE

ENSAYO:
 Con muestra inalterada y consolidación previa.

Dens. seca -



Trabajo N.º

IGME

Cliente

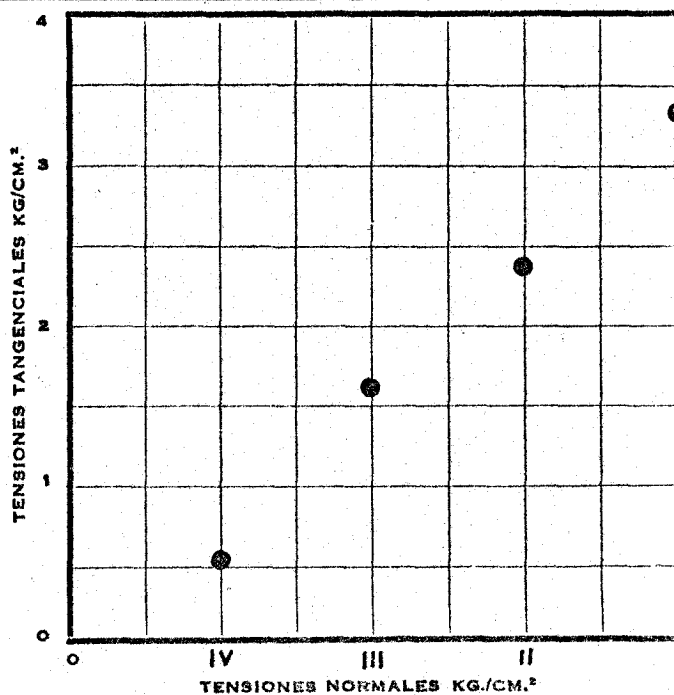
Tiempos de rotura

Punto I -

Punto II -

Punto III -

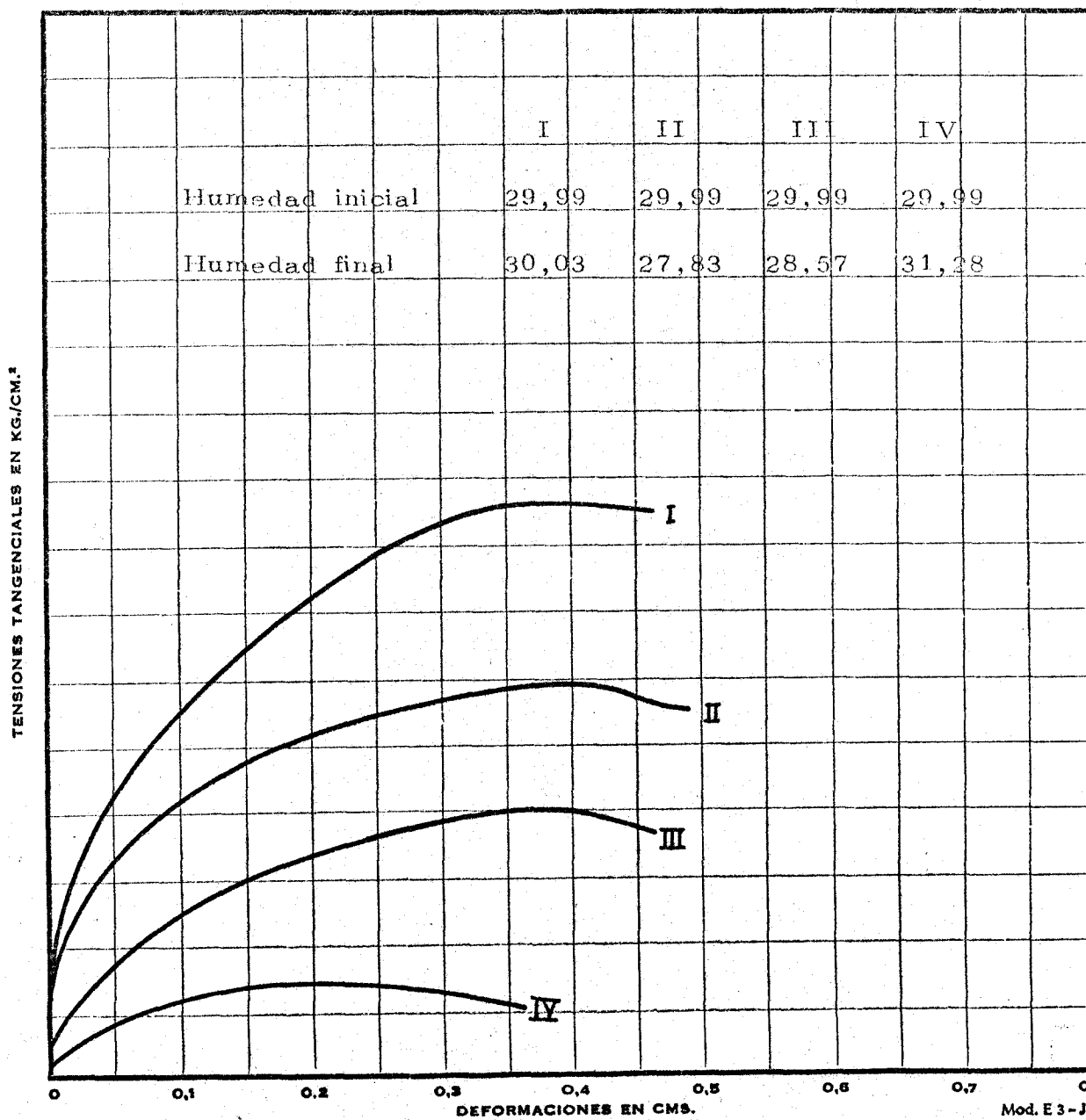
Punto IV -



APARATO DE CASAGRANDE

ENSAYO:
Con muestra inalterada y consolidación previa.

Dens. seca -



Trabajo N.º

IGME

Cliente

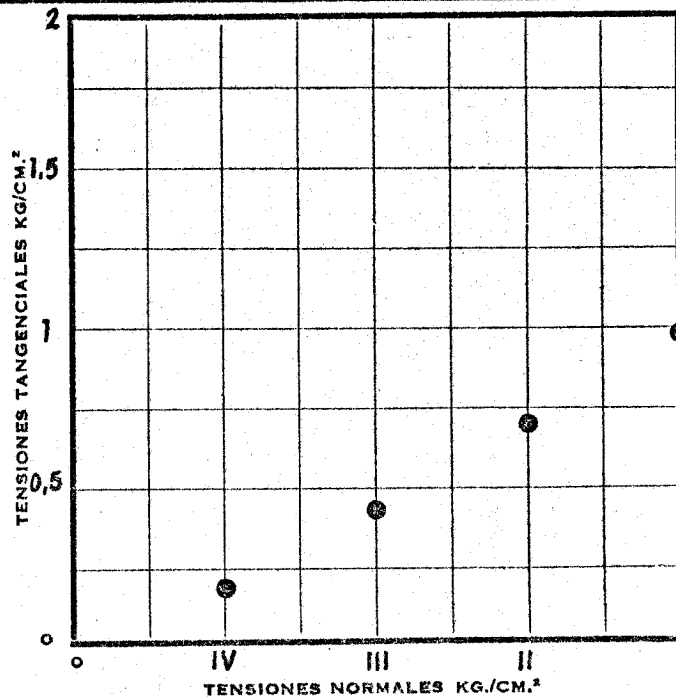
Tiempos de rotura

Punto I -

Punto II -

Punto III -

Punto IV -



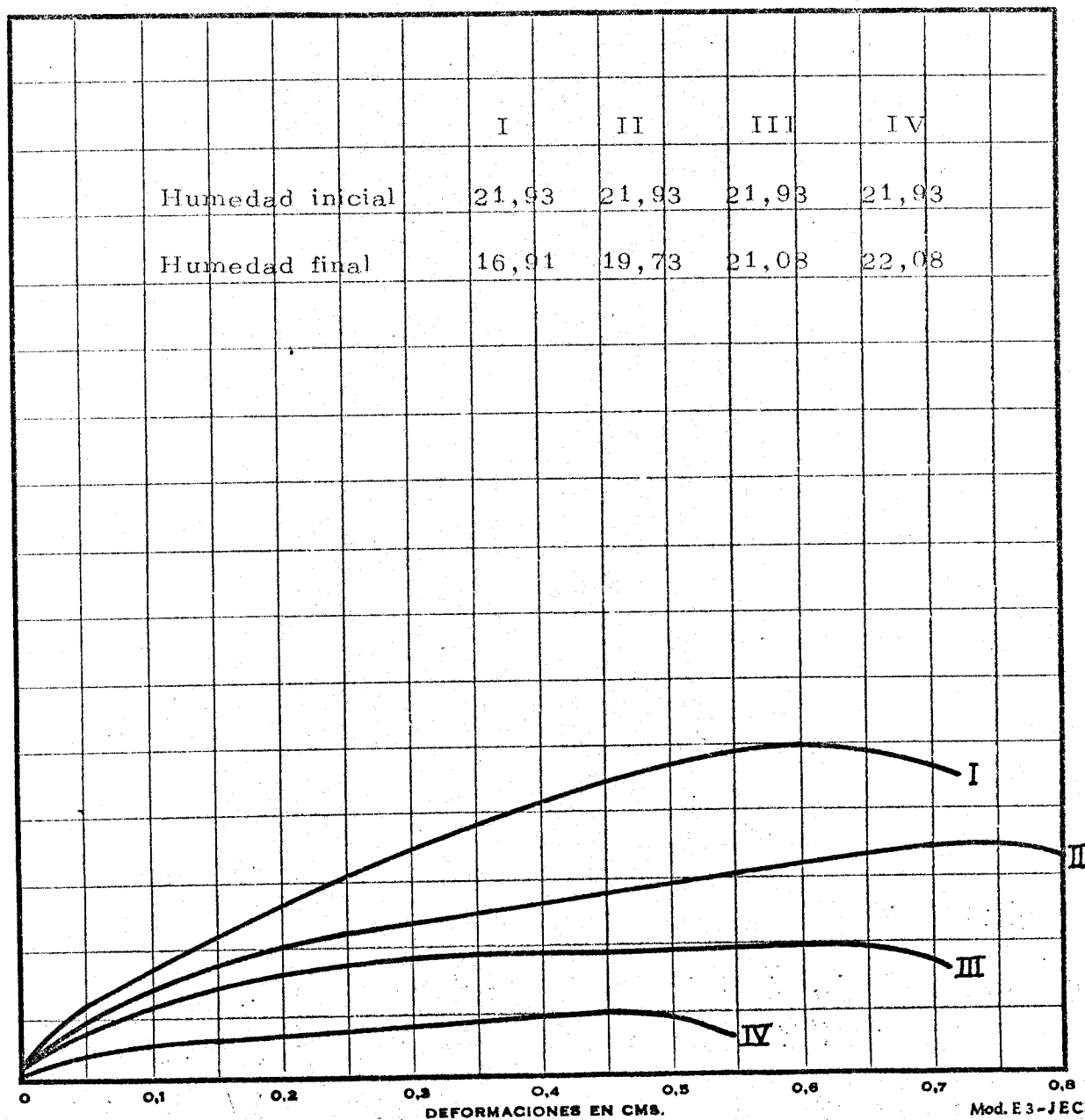
APARATO DE CASAGRANDE

ENSAYO:

Con muestra inalterada y consolidación previa.

Dens. seca -

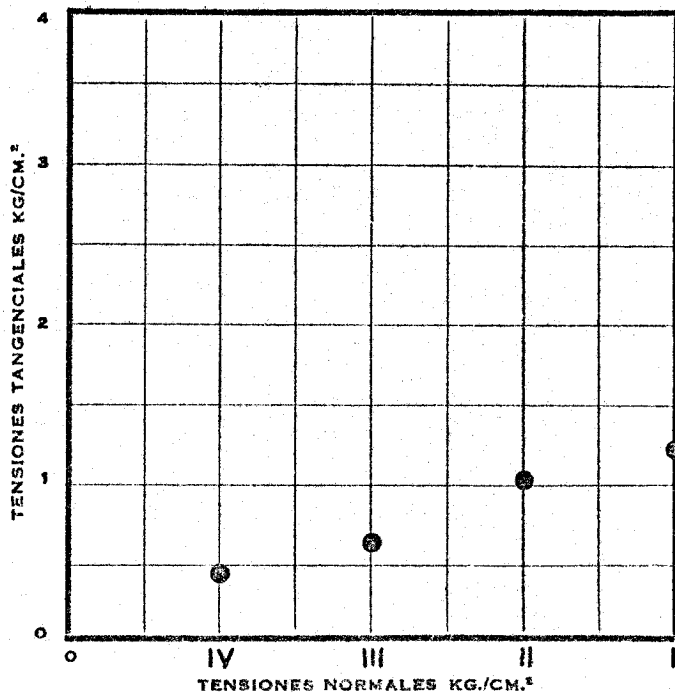
TENSIONES TANGENCIALES EN KG./CM.²



DENOMINACION Calatayud SONDEO N.º 7 MUESTRA N.º 27 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

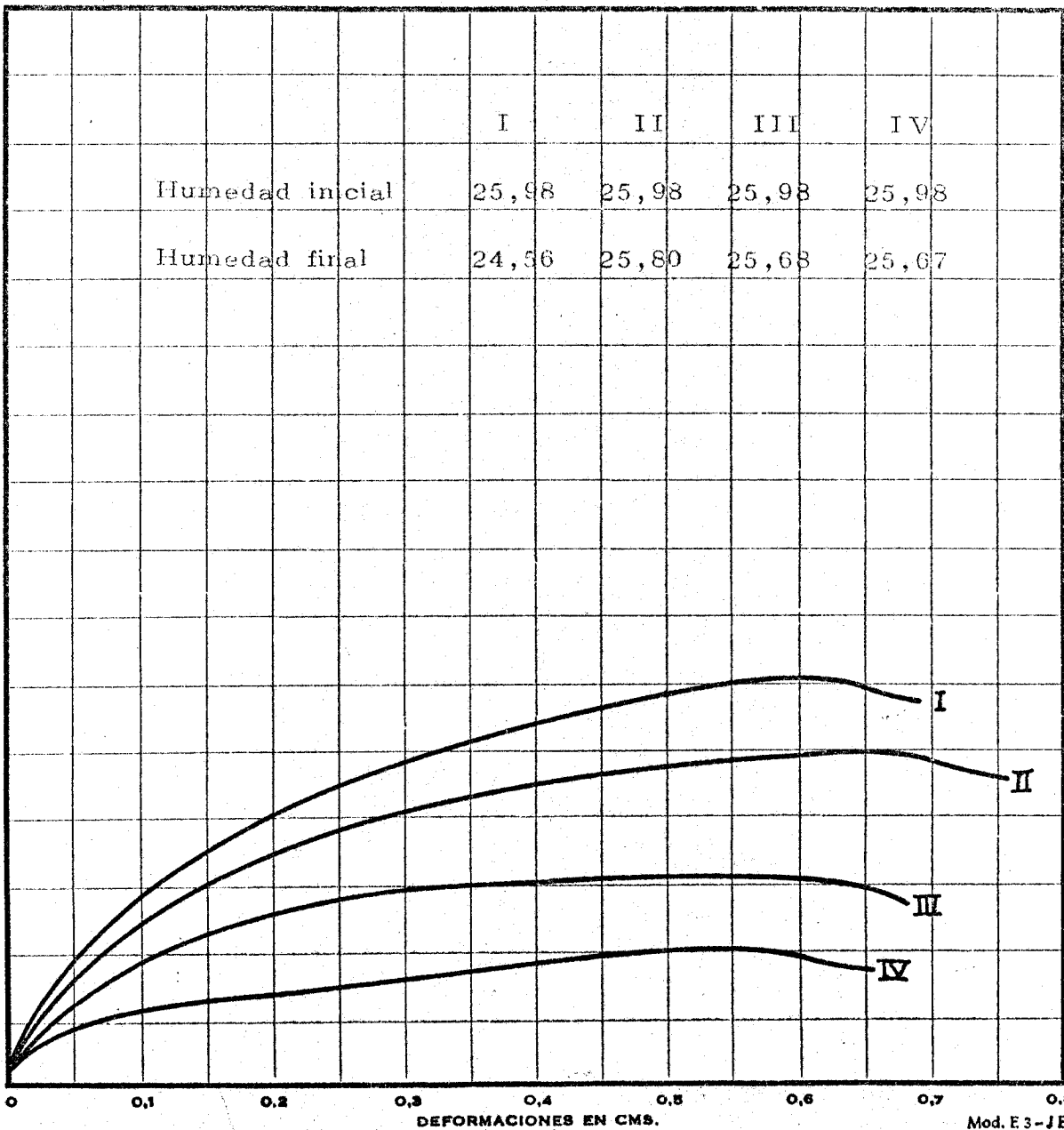
Trabajo N.º
IGME
Cliente

Tiempos de rotura
Punto I -
Punto II -
Punto III -
Punto IV -



APARATO DE CASAGRANDE
ENSAYO:
Con muestra inalterada y consolidación previa.

Dens. seca -



DENOMINACION Calatayud SONDEO N.º 1 MUESTRA N.º 13 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

ENSAYO EDOMETRICO

CURVA EDOMETRICA

Densidad seca inicial: 1,641 Humedad inicial: 22,98 Peso específico de las partículas: 2,661

Indice de poros inicial: 0,621 Humedad final: 24,64

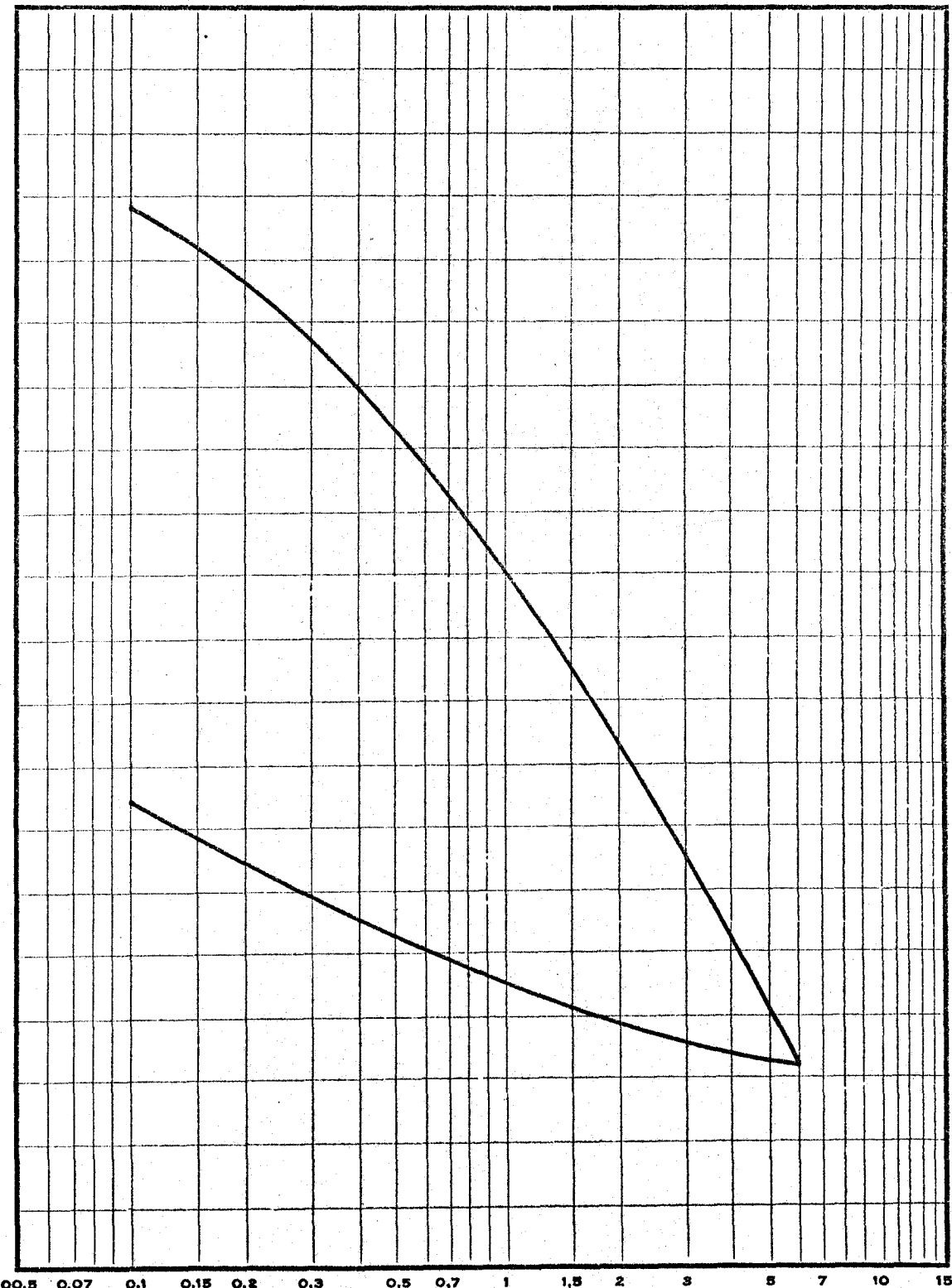
Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm

Trabajo N.º

IGME

Cliente

0,620
0,600
0,580
0,560
0,540
0,520
0,500
0,480



00,5 0,07 0,1 0,15 0,2 0,3 0,5 0,7 1 1,5 2 3 5 7 10 15

Presiones Kg./cm.²

DENOMINACION CalatayudSONDEO N.º 2 MUESTRA N.º 15 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

ENSAYO EDOMETRICO

CURVA EDOMETRICA

Densidad seca inicial: 1,635 Humedad inicial: 22,62 Peso específico de las partículas: 2,681

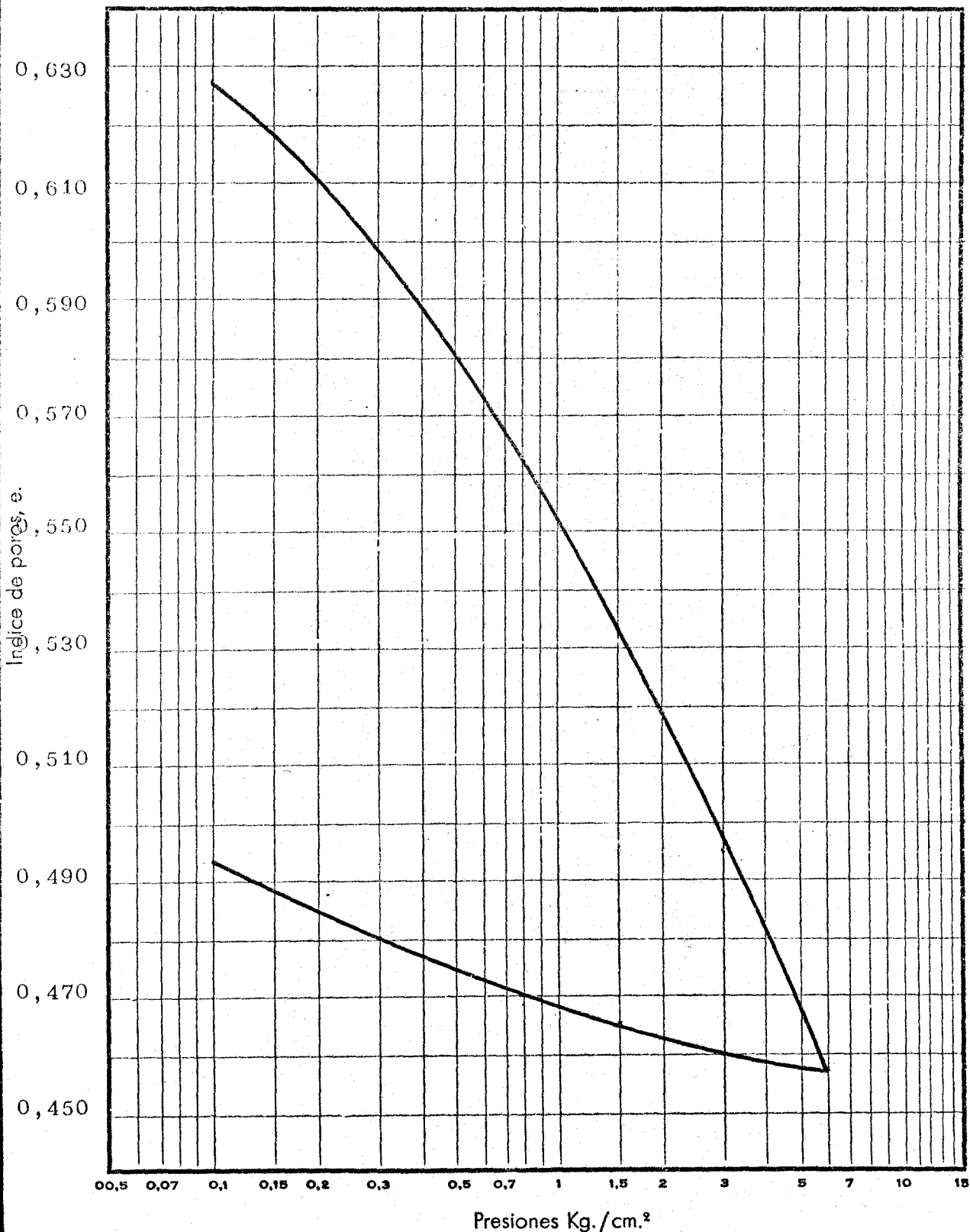
Indice de poros inicial: 0,641 Humedad final: 20,47

Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm

Trabajo N.º

IGMIE

Cliente



DENOMINACION *Calatayud* SONDEO N.º 4 MUESTRA N.º 17 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

ENSAYO EDOMETRICO

CURVA EDOMETRICA

Densidad seca inicial: 1,554 Humedad inicial: 22,98 Peso específico de las partículas: 2,692

Índice de poros inicial: 0,734 Humedad final: 23,62

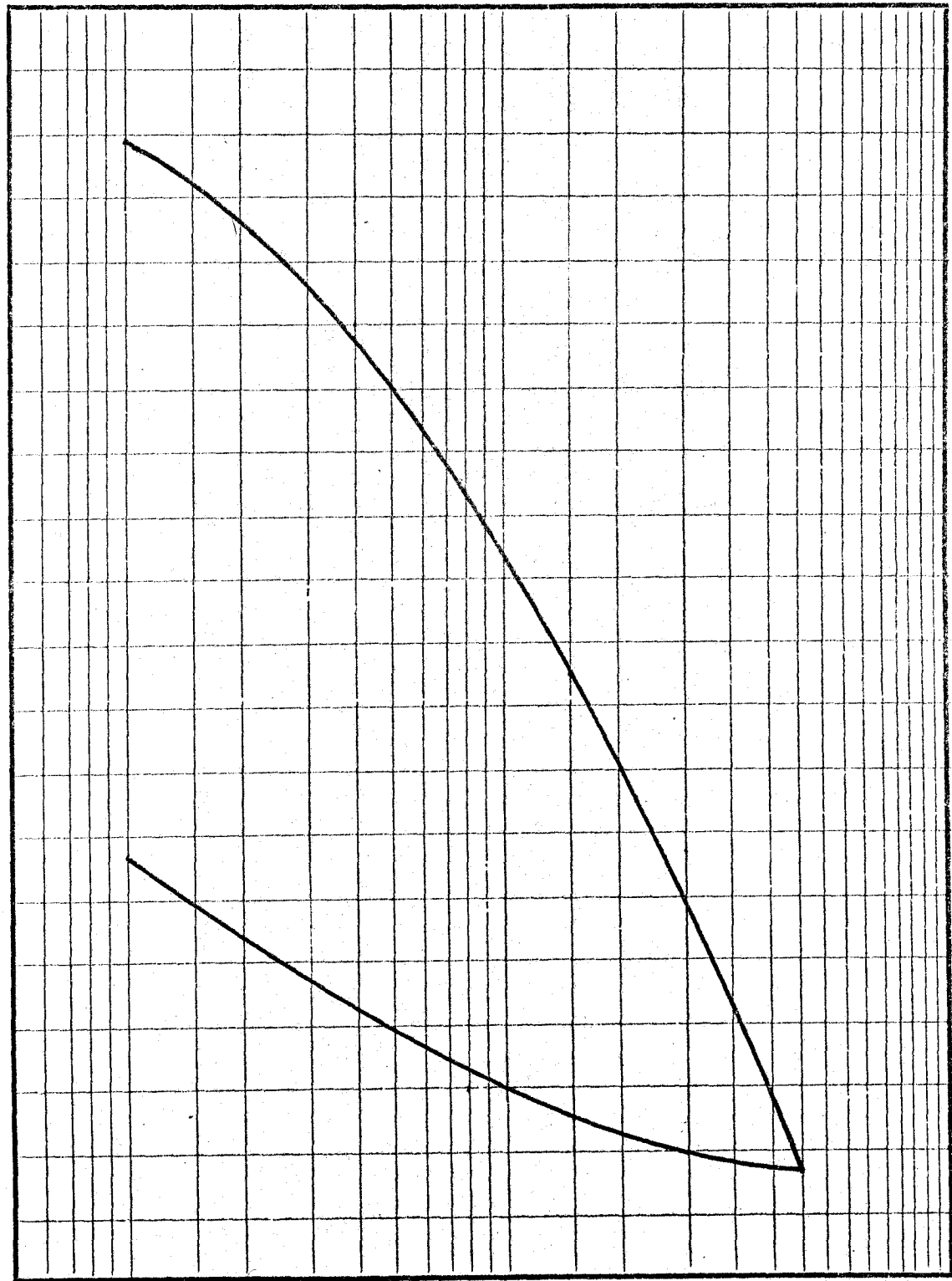
Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm

Trabajo N.º

Cliente IGME

Índice de poros, e.

0,740
0,720
0,700
0,680
0,660
0,640
0,620
0,600
0,580
0,560



00,5 0,05 0,1 0,15 0,2 0,3 0,5 0,7 1 1,5 2 3 5 7 10 15

Presiones Kg./cm.²

DENOMINACION Calatayud SONDEO N.º 3 MUESTRA N.º 19 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

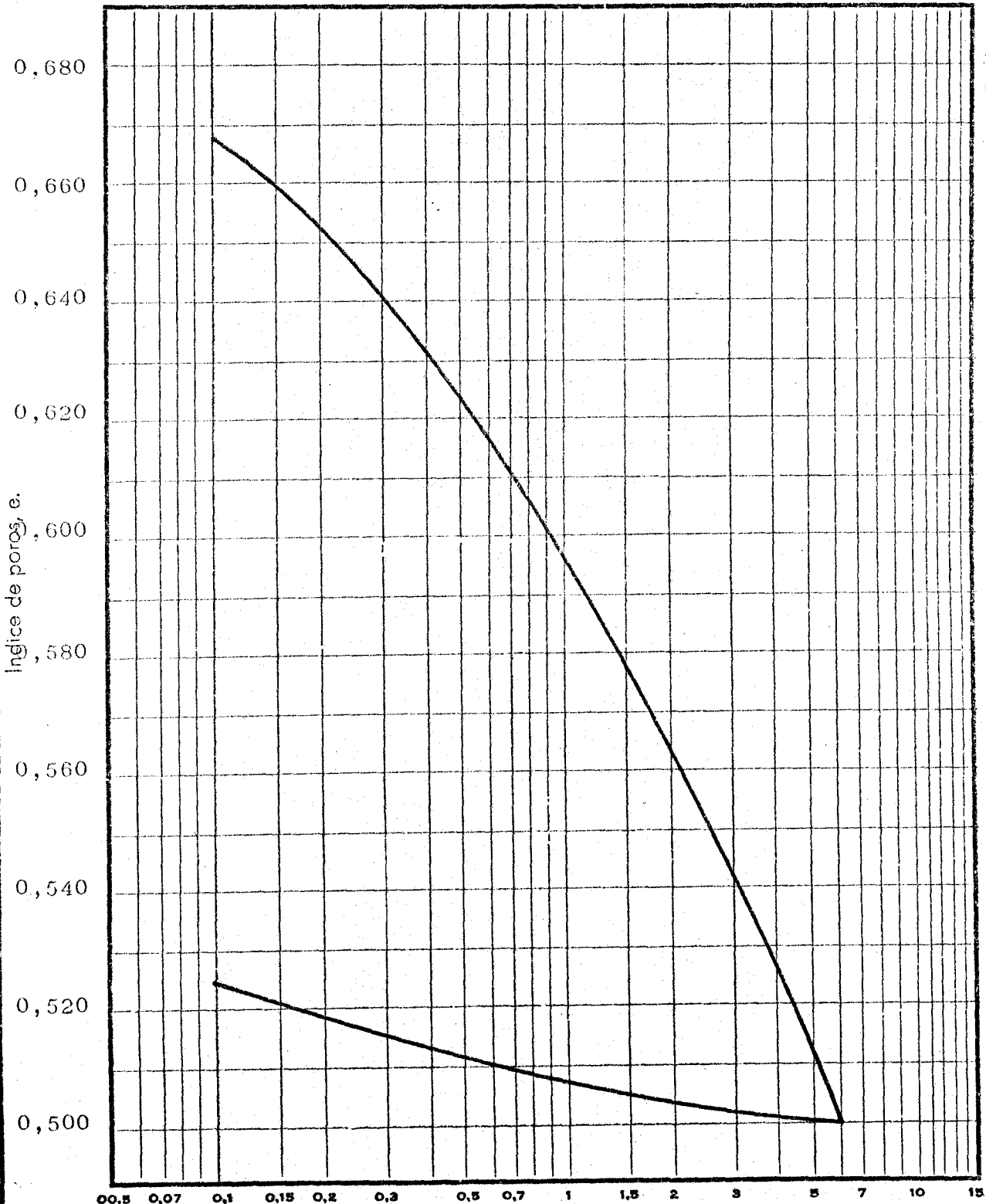
ENSAYO EDOMETRICO

CURVA EDOMETRICA

Densidad seca inicial: 1,616 Humedad inicial: 23,89 Peso específico de las partículas: 2,769
Indice de poros inicial: 0,714 Humedad final: 19,97
Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm

Trabajo N.º

Cliente IGME



Presiones Kg./cm.²

DENOMINACION Calatayud SONDEO N.º 5 MUESTRA N.º 21 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

ENSAYO EDOMETRICO

CURVA EDOMETRICA

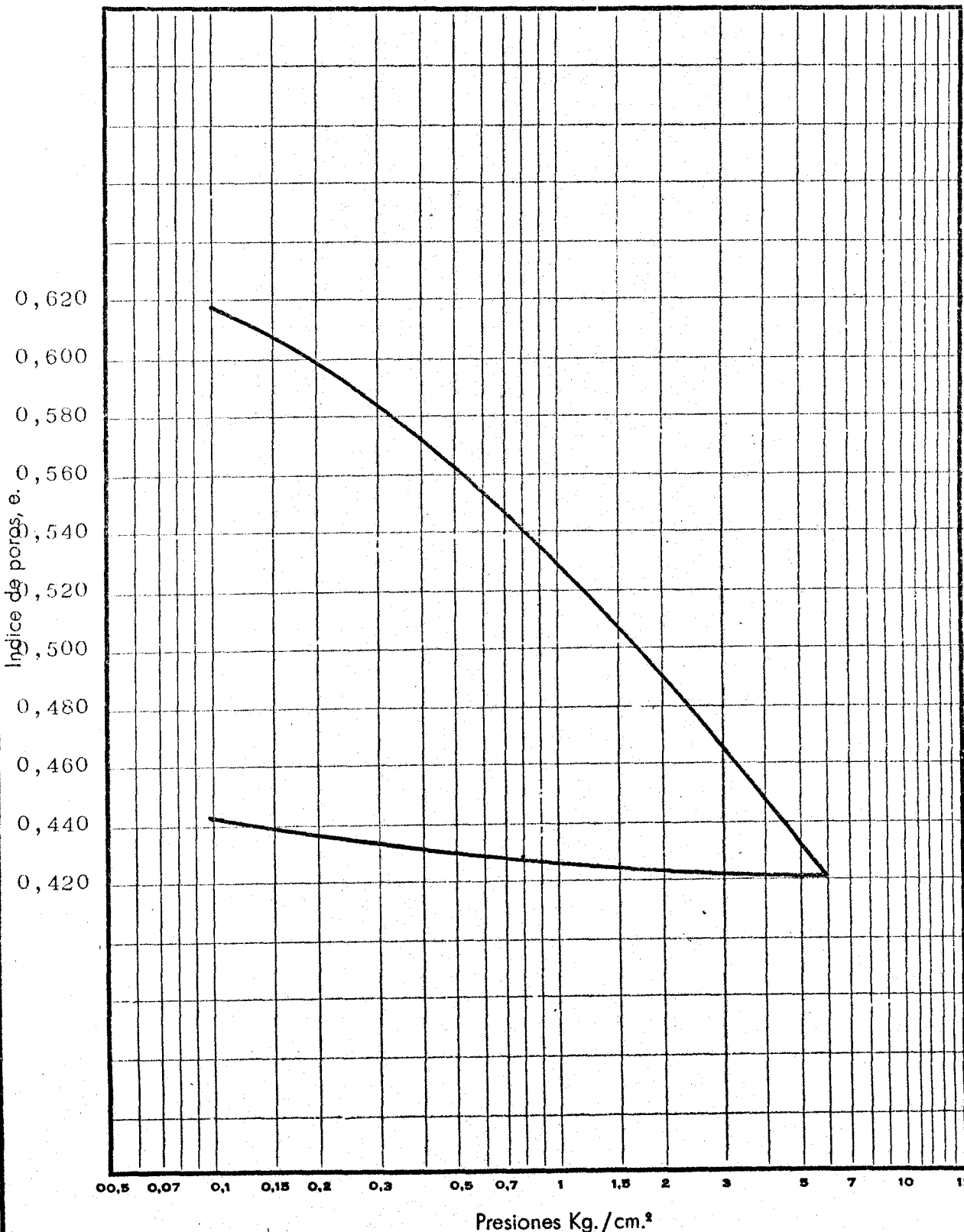
Densidad seca inicial: 1,548 Humedad inicial: 25,98 Peso específico de las partículas: 2,601

Indice de poros inicial: 0,680 Humedad final: 19,41

Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm

Trabajo N.º

Cliente I.G.M.E.



DENOMINACION Calatayud SONDEO N.º 8 MUESTRA N.º 25 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

ENSAYO EDOMETRICO

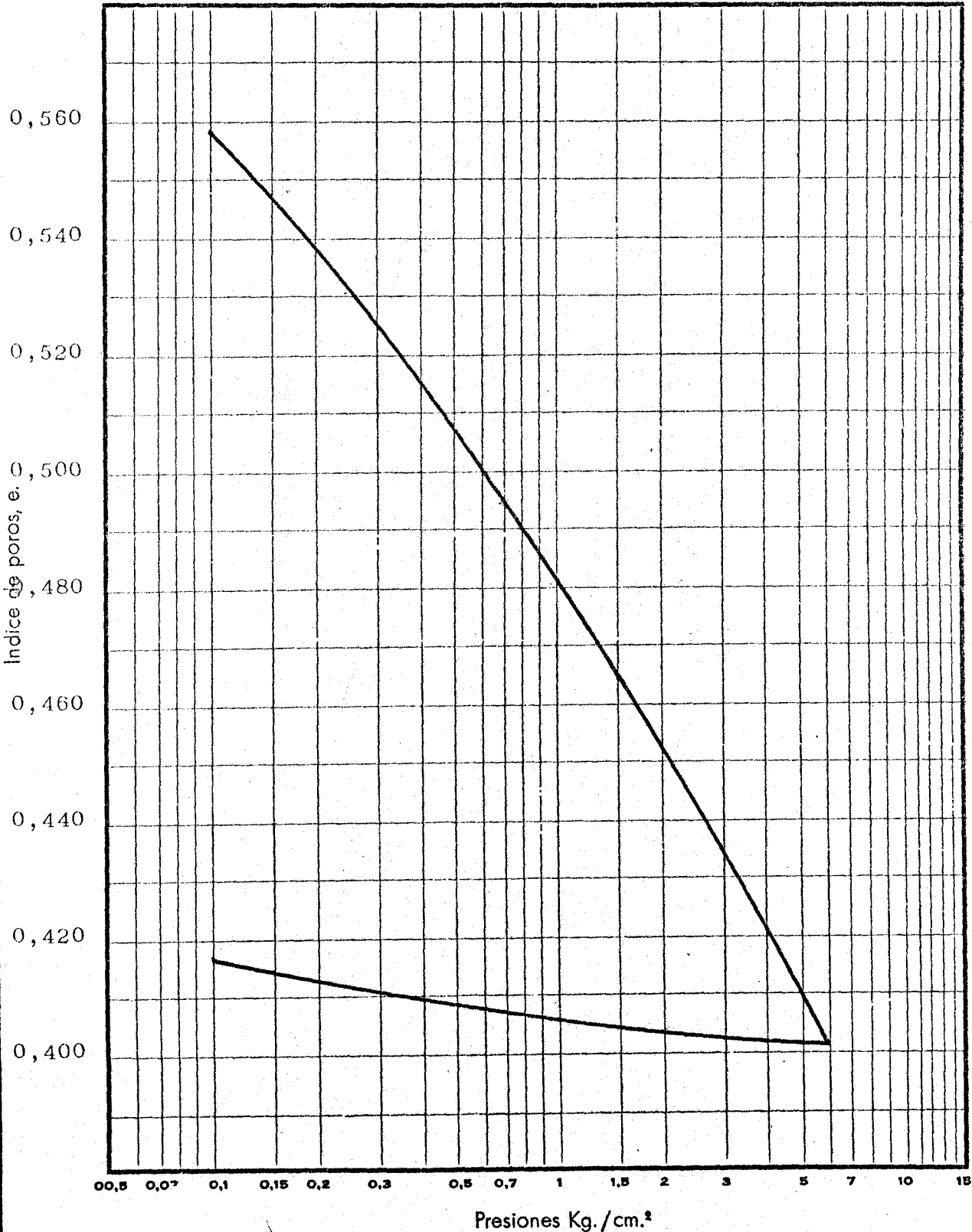
CURVA EDOMETRICA

Densidad seca inicial: 1,700 Humedad inicial: 20,06 Peso específico de las partículas: 2,752

Indice de poros inicial: 0,619 Humedad final: 14,48

Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm

Trabajo N.º
IGME
Cliente



DENOMINACION Calatayud SONDEO N.º 7 MUESTRA N.º 27 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

ENSAYO EDOMETRICO

CURVA EDOMETRICA

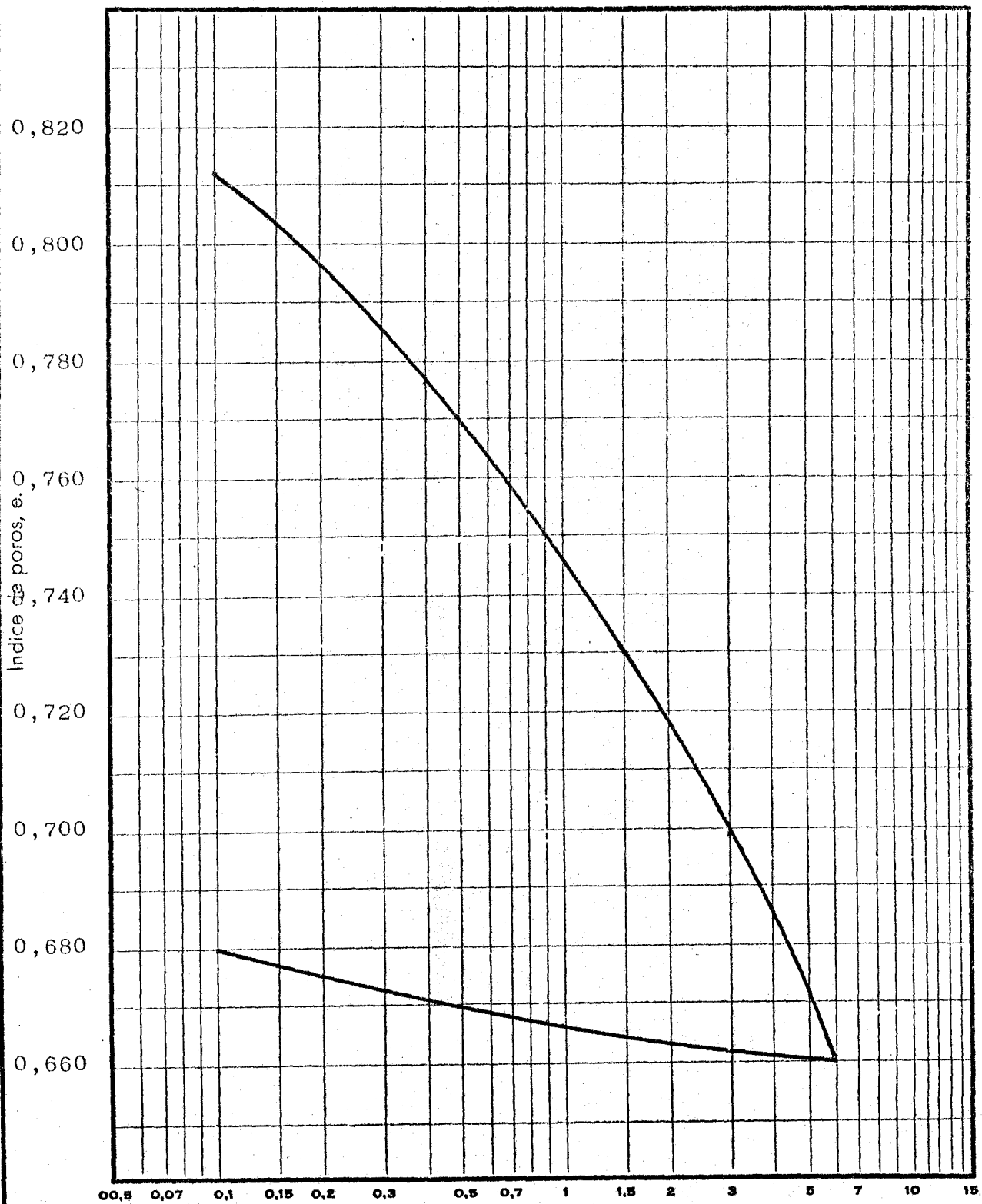
Densidad seca inicial: 1,540 Humedad inicial: 28,44 Peso específico de las partículas: 2,812

Indice de poros inicial: 0,826 Humedad final: 25,04

Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm

Trabajo N.º

IGME Cliente



Presiones Kg./cm.²

DENOMINACION *Calatayud* SONDEO N.º 9 MUESTRA N.º 29 PROFUNDIDAD 2,00-2,45

ENSAYO EDOMETRICO

CURVA EDOMETRICA

Densidad seca inicial: 1,568 Humedad inicial: 26,78 Peso específico de las partículas: 2,773

Indice de poros inicial: 0,769 Humedad final: 23,74

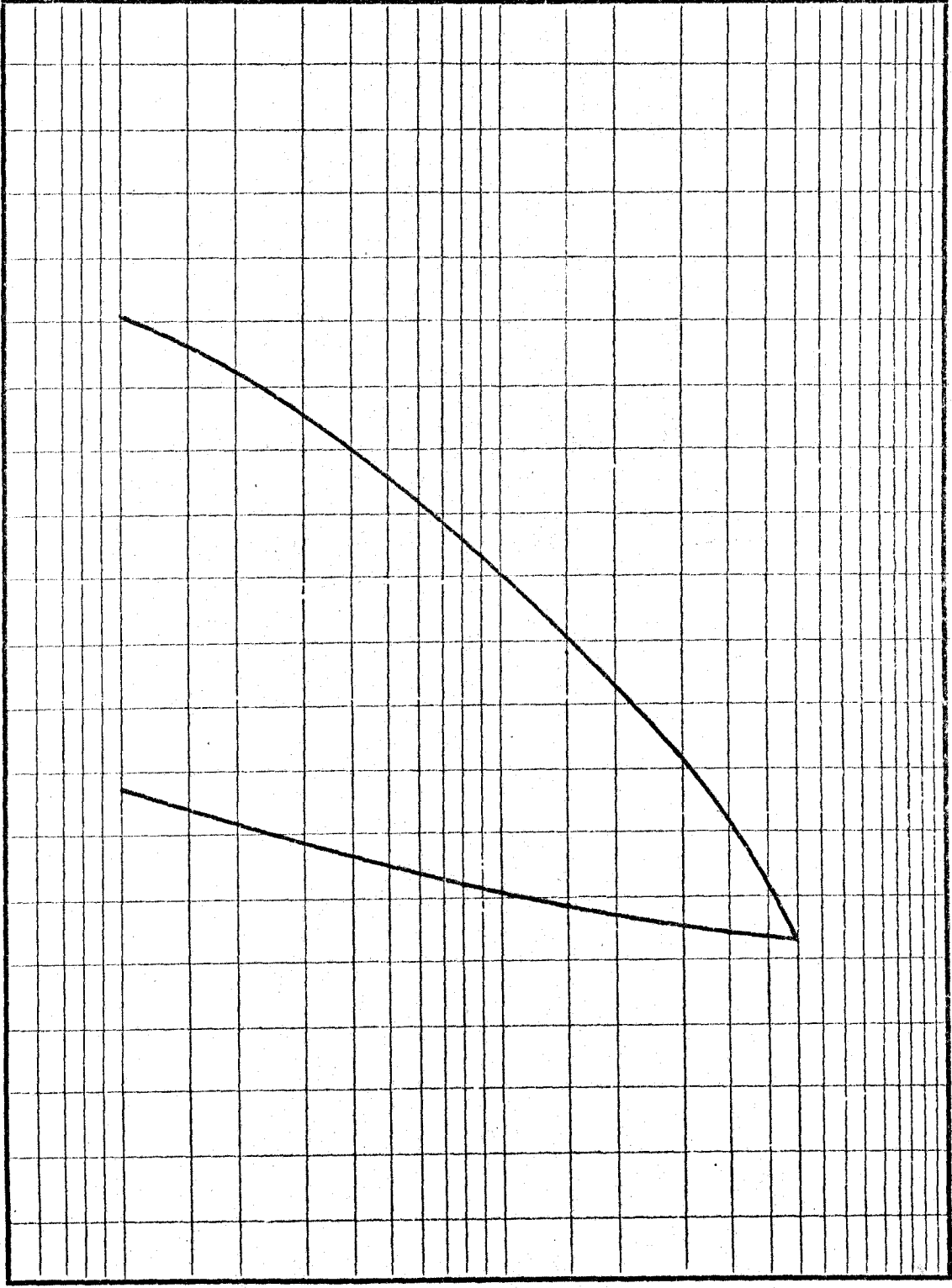
Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm

Trabajo N.º

IGME

Cliente

Indice de poros, e.
0,780
0,760
0,740
0,720
0,700
0,680
0,660
0,640
0,620
0,600
0,580
0,560



00,5 0,07 0,1 0,15 0,2 0,3 0,5 0,7 1 1,5 2 3 5 7 10 15

Presiones Kg./cm.²

ENSAYO EDOMETRICO

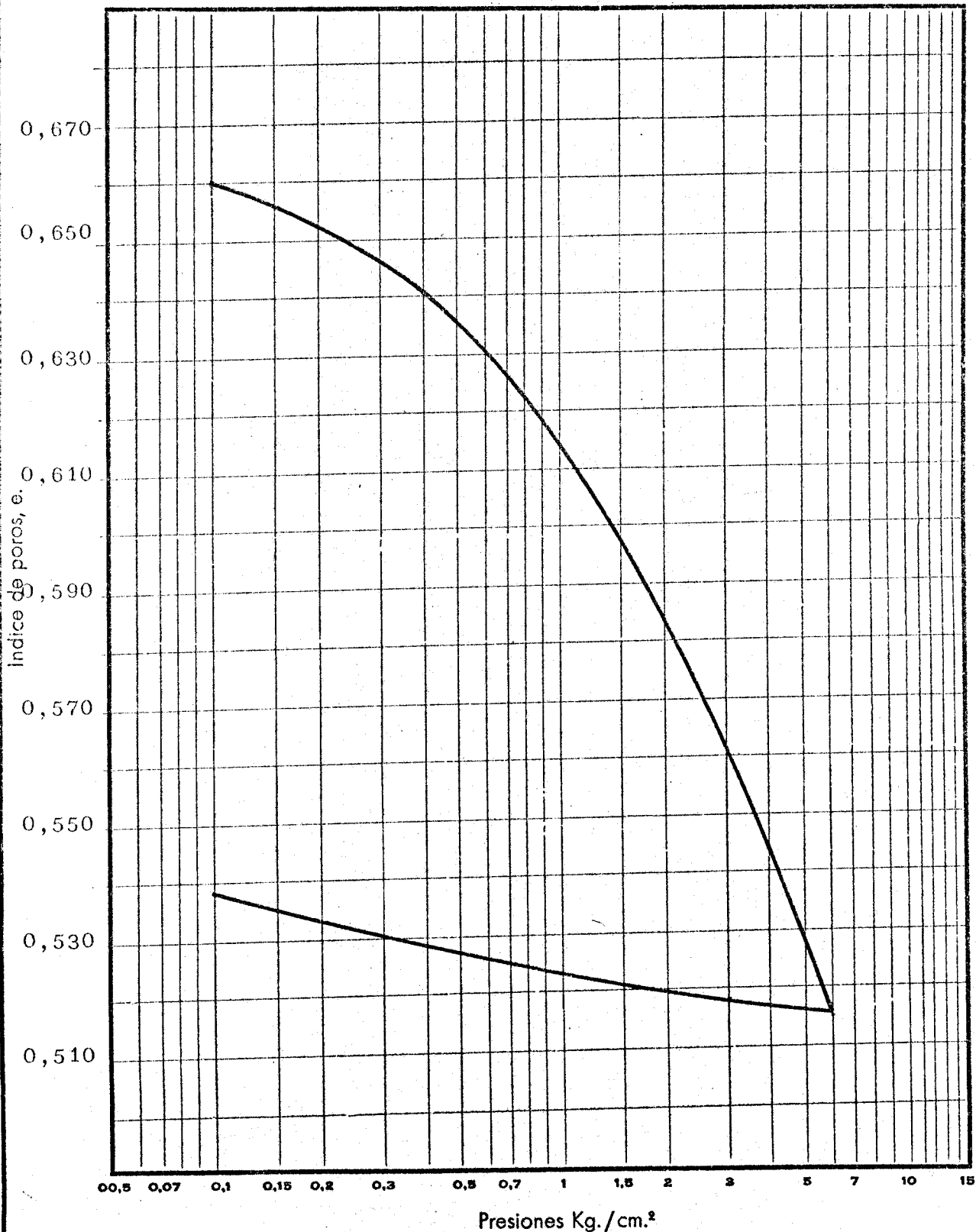
CURVA EDOMETRICA

Densidad seca inicial: 1,631 Humedad inicial: 24,28 Peso específico de las partículas: 2,714

Indice de poros inicial: 0,664 Humedad final: 25,12

Diámetro: 45 mm Altura: 12 mm

Trabajo N.º
IGME
Cliente



CLIMATOLOGIA
Y
METEOROLOGIA



ANEJO Nº 4

1. CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

A fin de conocer con detalle las características climáticas, se insertan a continuación una serie de datos, obtenidos de la publicación, "Datos climáticos para carreteras", editada por el Ministerio de Obras Públicas, que dan una idea global sobre el régimen de precipitaciones y temperaturas en la zona donde se situará el futuro Polígono.

a) Precipitación media anual:

400 mm.

b) Valores medios de las precipitaciones en los distintos meses:

Enero:	20 mm	Julio:	10 mm
Febrero:	10 mm	Agosto:	10 mm
Marzo:	30 mm	Septiembre:	30 mm
Abril:	30 mm	Octubre:	30 mm
Mayo:	50 mm	Noviembre:	20 mm
Junio:	30 mm	Diciembre:	30 mm

c) Promedio anual de días de lluvia:

90 .

d) Temperatura media anual:

15º C

e) Temperatura media en los distintos meses:

Enero:	7° C	Julio:	24° C
Febrero:	8° C	Agosto:	24° C
Marzo:	11° C	Septiembre:	21° C
Abril:	14° C	Octubre:	16° C
Mayo:	18° C	Noviembre:	12° C
Junio:	22° C	Diciembre:	12° C

f) Temperatura máxima absoluta:

42° C

g) Temperatura mínima absoluta:

-10° C

h) Oscilación verano invierno de las temperaturas anuales:

18° C

i) Oscilación de los valores medios mensuales de las temperaturas extremas:

30° C

j) Valor medio anual del nº de horas de sol:

2.800

k) Valor medio del nº de horas de sol en los distintos meses:

Enero:	150	Julio:	370
Febrero:	170	Agosto:	330
Marzo:	200	Septiembre:	240
Abril:	250	Octubre:	210

Mayo:	300	Noviembre:	160
Junio:	310	Diciembre:	130

Todos estos datos corresponden al periodo 1931-1960

Dentro de este Anejo se incluyen:

Los cuadros n^o 1 y n^o 2, que dan una estadística de precipitaciones y temperaturas dentro del área de Zaragoza.

El cuadro n^o 3 que contiene los valores del Índice de Evapotranspiración, y el gráfico n^o 4 que expresa, de forma gráfica, la variación de la pluviaometría, del índice de evapotranspiración y de la diferencia entre ambos, a lo largo de los distintos meses. Todos estos índices se obtuvieron de la publicación del Ministerio de Obras Públicas "Balance Hídrico" y han sido calculadas según las fórmulas de Turc, González Quijano y Tornwaite.

En el Mapa de drenaje superficial y escorrentía, vienen representadas las distintas cuencas de recepción, los valores aproximados de las permeabilidades de los terrenos y los valores del índice de escorrentía; estos últimos se han calculado a partir de la norma 5.1.- IC, publicada por el Ministerio de Obras Públicas.

2. PROGRAMACION DE OBRAS

Por ser de suma importancia el conocer el número de días útiles para el trabajo y, con ellos, poder evaluar económicamente los proyectos a realizar en la zona del Polígono, se facilitan a continuación, una serie de coeficientes de reducción a aplicar al número de días laborables de cada mes, refiriéndolos a las distintas clases de obras a realizar.

Para ello, y siguiendo los criterios de la División de Materiales de la Dirección General de Carreteras, adoptaremos los siguientes coeficientes:

η_m : Coeficiente de reducción por helada

$$\eta_m = \frac{\text{n}^\circ \text{ de días del mes "m" de temperatura mínima} > \text{de } 0^\circ \text{ C}}{\text{n}^\circ \text{ de días del mes "m"}}$$

τ_m : Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o por penetración

$$\tau_m = \frac{\text{n}^\circ \text{ de días del mes "m" en que la temperatura a las 9 de la mañana es } > 10^\circ \text{ C}}{\text{n}^\circ \text{ de días del mes "m"}}$$

τ'_m : Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezcla bituminosa

$$\tau'_m = \frac{\text{n}^\circ \text{ de días del mes "m" en que la temp. a las 9 de la mañana es } > 5^\circ \text{ C}}{\text{n}^\circ \text{ de días del mes "m"}}$$

λ_m : Coeficiente de reducción por lluvia

$$\lambda_m = \frac{\text{n}^\circ \text{ de días del mes "m" con precipitación } < 10 \text{ mm}}{\text{n}^\circ \text{ de días del mes "m"}}$$

λ'_m : Coeficiente de reducción por lluvia

$$\lambda'_m = \frac{\text{n}^\circ \text{ de días del mes "m" con precipitación } < 1 \text{ mm}}{\text{n}^\circ \text{ de días del mes "m"}}$$

El coeficiente de reducción C_m aplicable a cada clase de obras, es:

Hormigones Hidráulicos	$C_m = \eta_m \cdot \lambda_m$
Explanaciones	$C_m = \frac{\lambda_m + \lambda'_m}{2}$

Producción de áridos	$C_m =$	λm
Riegos y tratamientos superficiales o por penetración	$C_m =$	$\tau m. \lambda m$
Mezclas bituminosas	$C_m =$	$\tau'm. \lambda'm$

Calculados estos valores, obtenemos un cuadro en el que figuran los coeficientes reductores, para cada tipo de obra, en los distintos meses del año (cuadro n^o 5).

En el cálculo de los días útiles para trabajar dentro de cada mes, intervienen dos factores de reducción, el relativo a los días festivos, y el de días de climatología adversa. El producto de estos dos coeficientes nos daría un resultado erróneo, ya que los días festivos, pueden ser también de climatología adversa.

Si se considera que, para un mes determinado C_f - representa el coeficiente de reducción por días festivos y C_m el coeficiente de reducción climatológico, entonces $(1 - C_m)$ representa la probabilidad, de que un día cualquiera del mes, presente climatología adversa y $(1 - C_m) C_f$ la posibilidad de que un día laborable presente una climatología adversa.

El coeficiente de reducción total, será por tanto:

$$C_t = 1 - (1 - C_m) C_f.$$

TEMPERATURA

MESES	Extremas		Oscilación		Valores medios		Nº de días	% Mensual	Nº de días	% Mensual	Media mensual de horas de insolación
	Máxima	Mínima	Extrema	Media	Máxima	Mínima					
Enero	21,0	-10,5	31,5	7,5	9,8	0,9	2,8	49	2	7	185
Febrero	22,6	- 8,2	36,8	8,1	12,8	7,0	3,1	18	3	7	165
Marzo	28,6	- 4,4	30,0	10,5	16,8	11,8	6,0	87	11	36	198
Abril	31,6	0,0	31,6	5,1	17,2	13,7	8,1	30	19	63	100
Mayo	36,0	2,4	33,6	11,4	22,7	17,0	11,8	31	31	100	280
Junio	40,7	6,0	34,7	13,2	27,8	21,2	15,1	30	30	100	313
Julio	40,0	9,8	30,2	13,8	30,6	22,1	17,8	31	31	100	365
Agosto	43,0	10,6	31,4	13,7	30,1	23,7	17,4	31	31	100	375
Septiembre	36,2	5,3	31,0	11,2	29,2	19,0	16,0	30	30	100	235
Octubre	28,2	1,0	28,2	5,8	20,8	15,4	10,0	31	26	84	193
Noviembre	22,2	-3,2	27,0	3,2	14,2	10,2	5,1	28	10	34	159
Diciembre	18,2	-6,8	26,2	0,2	9,8	0,2	2,8	22	4	13	126

Temperatura a 5 H.

100 C

100 C

MSES	PRECIPITACION								VALORES EXTREMOS OBSERVADOS			HELADAS		Humedad relativa media
	VALORES MEDIOS				VALORES EXTREMOS OBSERVADOS				VALORES MEDIDOS		Nº Medio de días de nieve			
	Media mensual	Días de lluvia	Días con precipitación				Máxima en 24 horas	Máxima mensual	Mínima mensual	Nº de días		% Mensual		
			Inapreciable	Nº de días	% Mensual	Nº de días					% Mensual			
Enero	16,9	5	2	5	84	1	97	35,7	89,6	0,0	7	78	1	74
Febrero	15,8	6	2	5	92	0	100	25,7	65,3	1,1	4	86	1	68
Marzo	29,8	7	3	6	81	1	97	77,1	152,5	1,6	1	97	0	59
Abril	32,9	7	2	5	83	1	97	93,7	172,2	0,0	0	100	0	56
Mayo	47,6	8	3	5	84	1	97	46,6	169,6	1,9	0	100	0	51
Junio	37,4	6	2	5	83	1	97	49,9	131,3	1,1	0	100	0	53
Julio	17,1	4	2	2	93	1	97	66,6	72,3	0,0	0	100	0	50
Agosto	16,2	3	2	3	90	1	97	37,5	48,9	0,0	0	100	0	52
Septiembre	30,7	6	2	4	83	1	97	33,4	61,6	2,8	0	100	0	50
Octubre	34,2	6	1	5	81	1	97	43,7	86,0	-1,6	0	100	0	55
Noviembre	21,7	6	2	4	87	0	100	165,9	132,3	1,7	3	97	0	71
Diciembre	32,3	7	2	6	81	1	97	41,8	105,3	2,1	3	91	0	75

CUADRO Nº 2

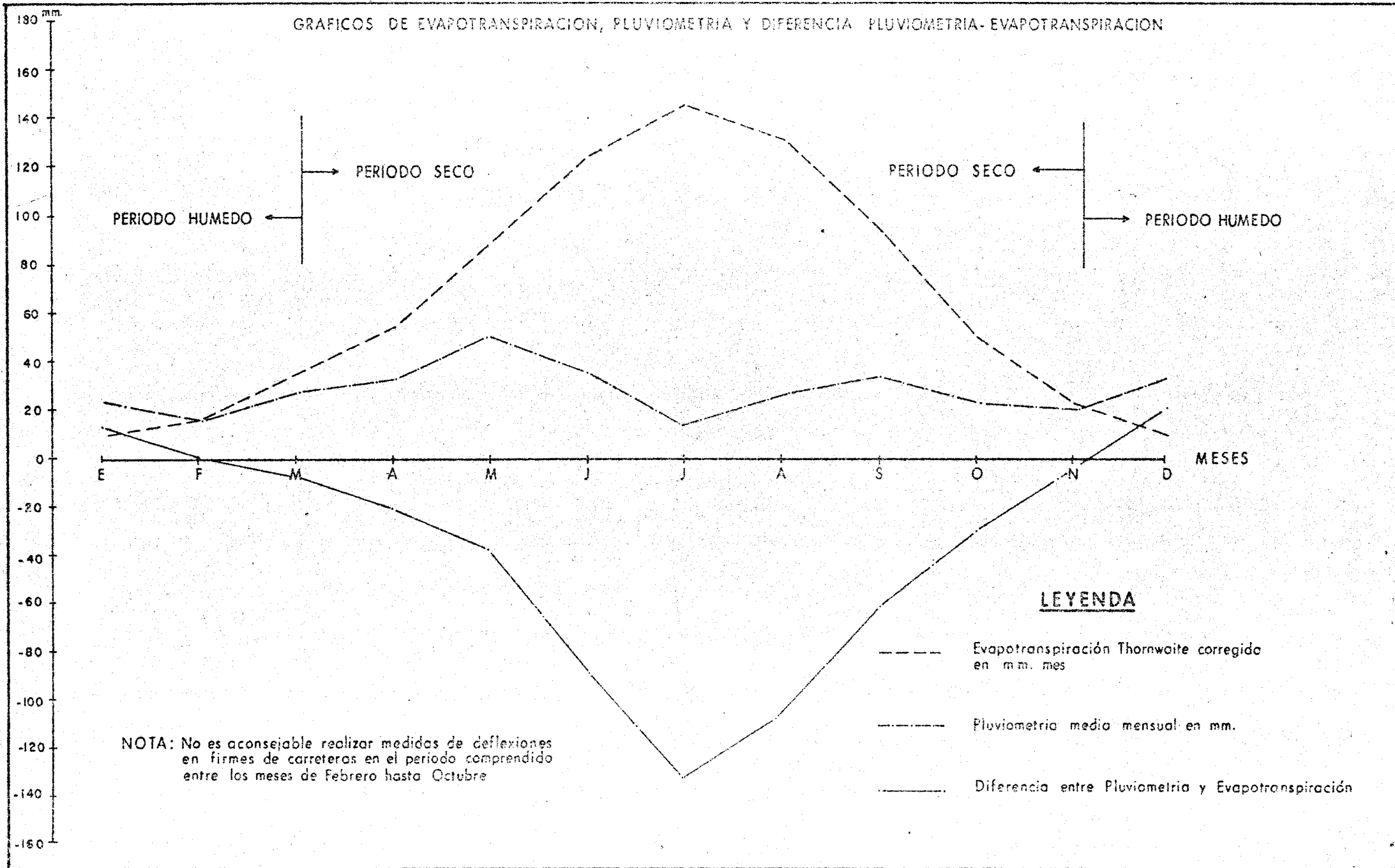
CALATAYUD

MESES	INDICES DE EVAPOTRANSPIRACION		
	Turc	Quijano	Thornwaite
Enero	23,1	14,0	9,5
Febrero	40,1	19,9	15,8
Marzo	66,8	42,0	35,2
Abril	98,6	60,9	53,7
Mayo	132,5	98,3	88,7
Junio	153,3	125,4	124,7
Julio	176,1	151,0	146,3
Agosto	151,0	138,8	132,4
Septiembre	106,0	97,5	96,1
Octubre	68,0	60,8	53,4
Noviembre	37,5	29,5	24,1
Diciembre	22,8	17,4	11,7
AÑO	89,6	71,3	66,0

CUADRO Nº 3

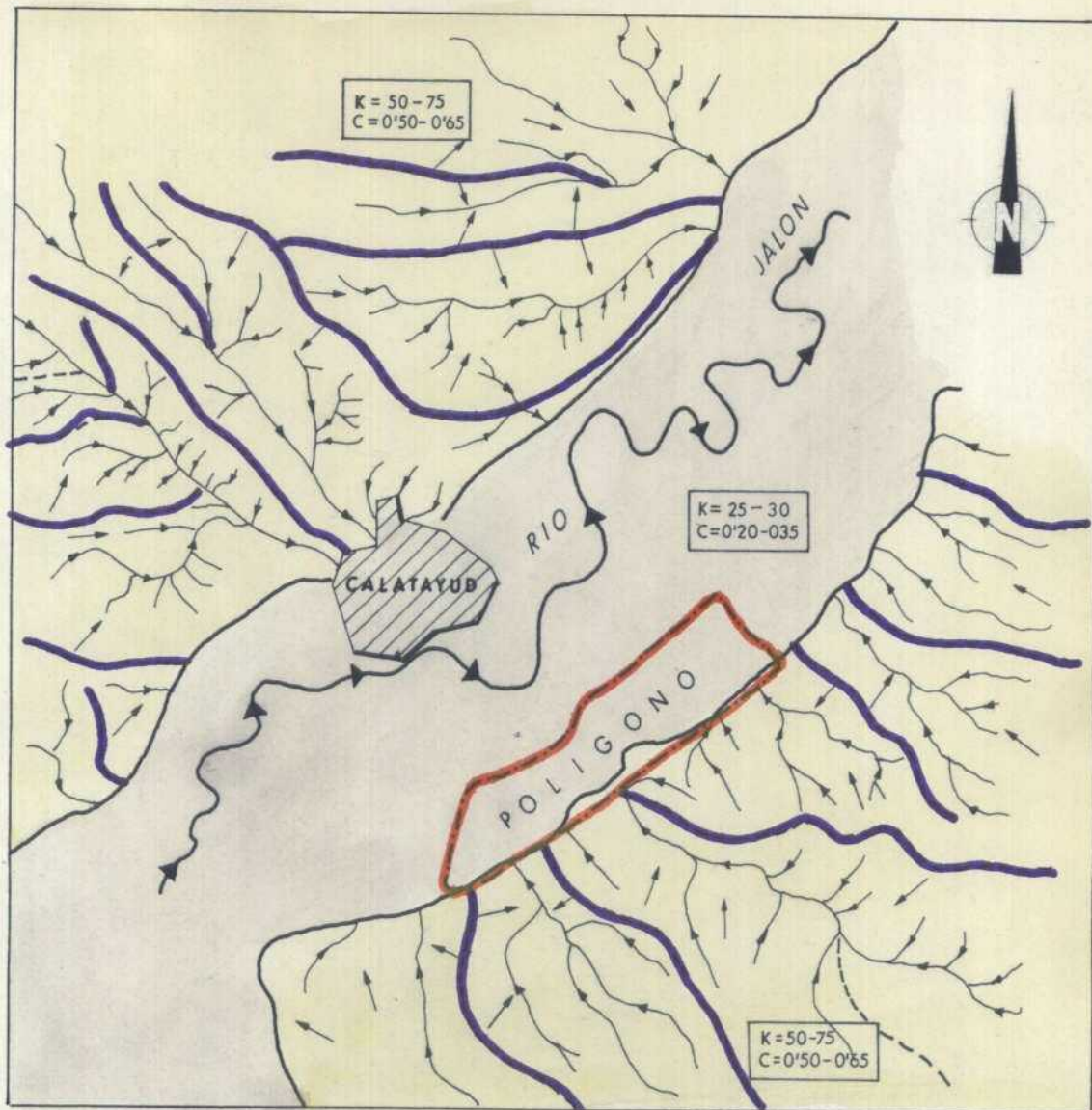
PUENTE de SANTIAGO (ZARAGOZA)

GRAFICOS DE EVAPOTRANSPIRACION, PLUVIOMETRIA Y DIFERENCIA PLUVIOMETRIA-EVAPOTRANSPIRACION



COEFICIENTES DE REDUCCION A APLICAR AL N^o DE
DIAS LABORABLES DE CADA MES EN LAS DISTINTAS
CLASES DE OBRAS

Media Anual					
MES	Hormigones hidráulicos	Explanaciones	Producciones de áridos	Riegos y tratamientos superficiales.	Mezclas bituminosas
Enero	0,6700	0,6510	0,96	0,960	0,3600
Febrero	0,7680	0,7360	0,96	0,960	0,4400
Marzo	0,90	0,4050	1	0,30	0,7200
Abril	0,98	0,93	0,98	0,5880	0,88
Mayo	0,94	0,92	0,94	0,94	0,90
Junio	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Julio	0,97	0,97	0,97	0,97	0,98
Agosto	0,99	0,98	0,99	0,99	0,97
Septiembre	0,95	0,92	0,95	0,95	0,90
Octubre	0,96	0,91	0,96	0,7680	0,80
Noviembre	0,8910	0,8370	0,99	0,2970	0,6160
Diciembre	0,8730	0,8370	0,97	0,970	0,4500



EXPLICACION

- Cauce permanente
- Red de drenaje
- Dirección de escorrentía
- Límite de cuencas y subcuencas
- Límite de terrenos
- Límite del polígono
- K = Coeficiente
- C = Escorrentía

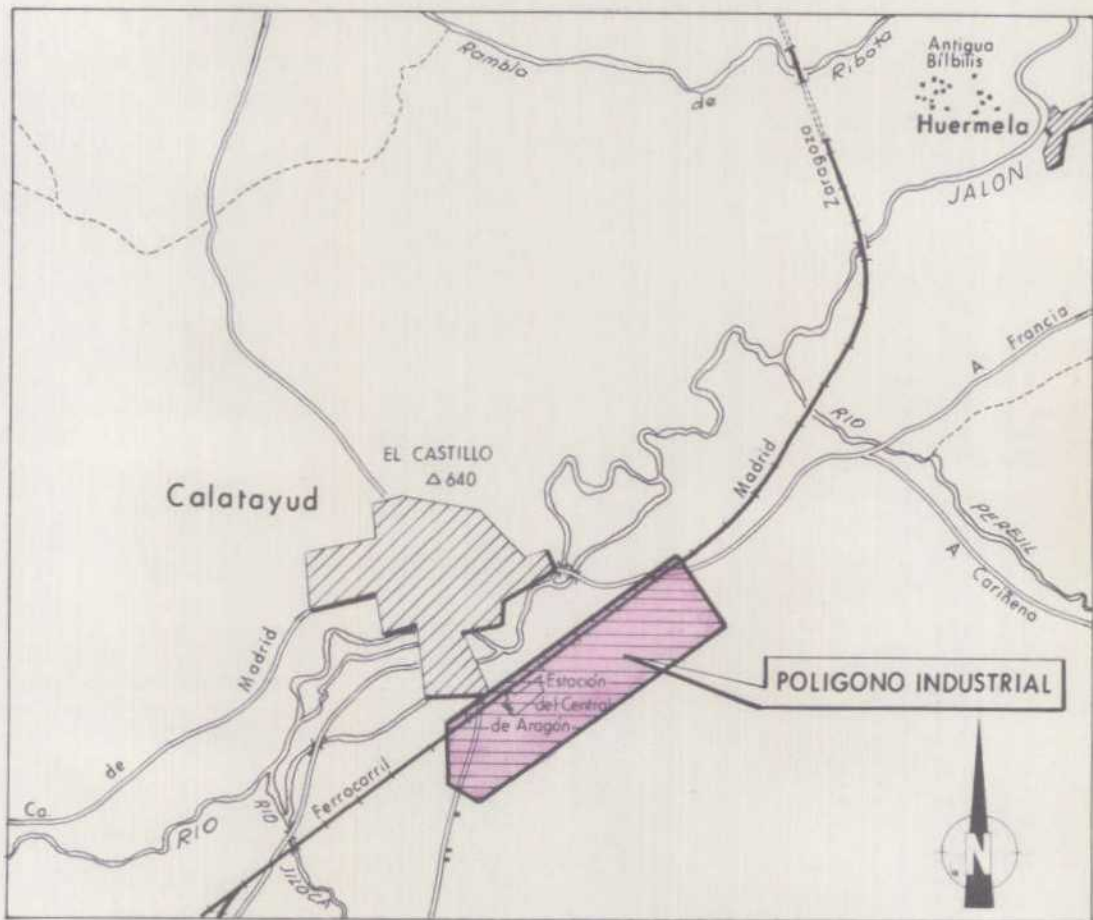
MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE LA VIVIENDA
DIRECCION GENERAL DE URBANISMO
GERENCIA DE URBANIZACION

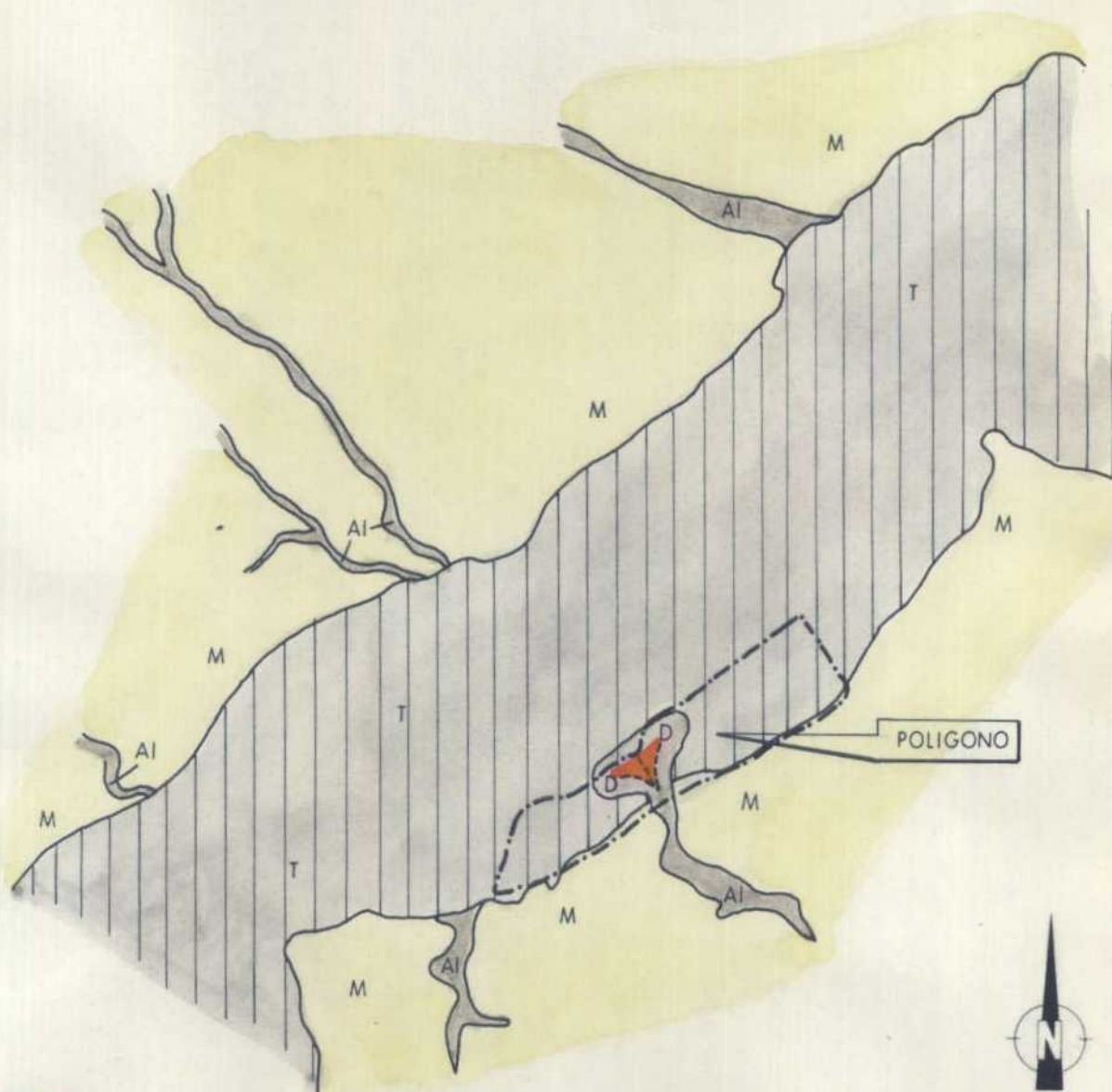
DIBUJADO	J. CURTO	ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO DE "CALATAYUD" ZARAGOZA	Clave CALAT.
FECHA	JULIO 1972		
COMPROBADO		DRENAJE SUPERFICIAL Y ESCORRENTIA	Plano N.º II
AUTOR			
ESCALA	1/33.000		

P L A N O S





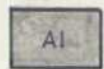
MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA			
DIBUJADO	J. CURTO	PROYECTO DE ESTUDIO GEOTECNICO DE UNA ZONA INDUSTRIAL Y URBANISTICA EN CALATAYUD (ZARAGOZA)	Clave CALAT
FECHA	ABRIL 1972		
COMPROBADO		SITUACION del POLIGONO	Plano N.º
AUTOR			1
ESCALA	1/50.000		



Cono de deyección



Arcillas y limos yesíferos miocenos



Aluviales

----- Límite del polígono



Terrazas

000187

MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE LA VIVIENDA
DIRECCION GENERAL DE URBANISMO
GERENCIA DE URBANIZACION

DIBUJADO	J. CURTO	ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO DE "CALATAYUD" ZARAGOZA	Clave CALAT
FECHA	JULIO 1972		
COMPROBADO		MAPA FOTOGEOLOGICO	Plano N.º 2
AUTOR			
ESCALA	1/33.000		

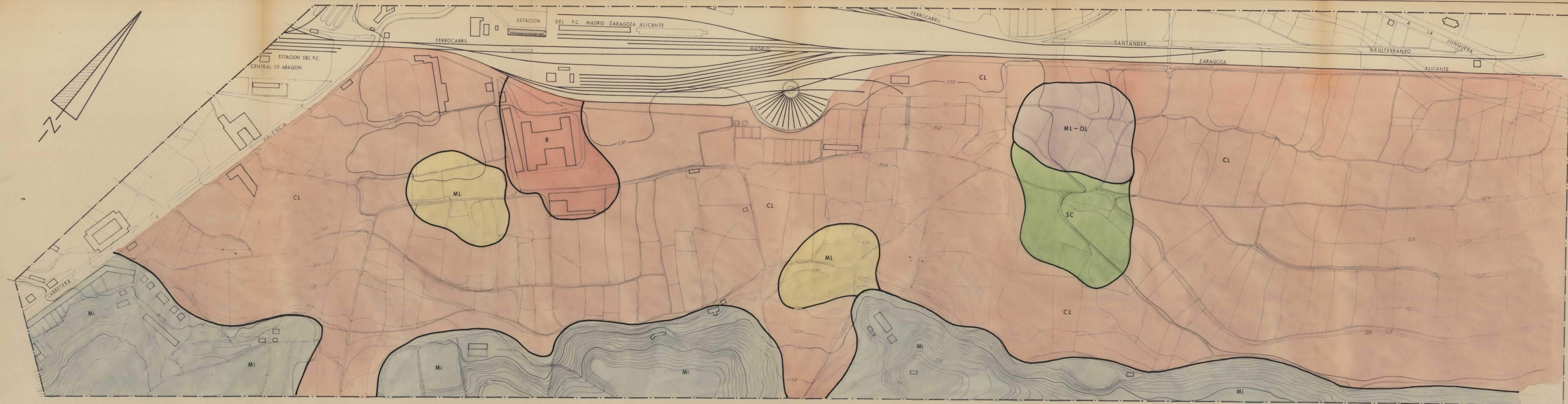


EXPLICACION

- S-1 ○ SONDEO MECANICO
- A-1 ▲ POZO
- PD-1 ● PENETRACION DINAMICA
- C-1 ■ CALICATA
- SEV-1 ◇ S.E.V.
- P-I --- PERFIL GEOTECNICO
- PG-I - - - PERFIL GEOELECTRICO

000187

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DIBUJADO FECHA COMPROBADO AUTOR ESCALA	J. CURTO SEPTIEMBRE 1972	ESTUDIO GEOTECNICO DE UNA ZONA INDUSTRIAL Y URBANISTICA EN CALATAYUD (ZARAGOZA)	Clave CALAT Plano N.º 3
SITUACION DE LABORES			

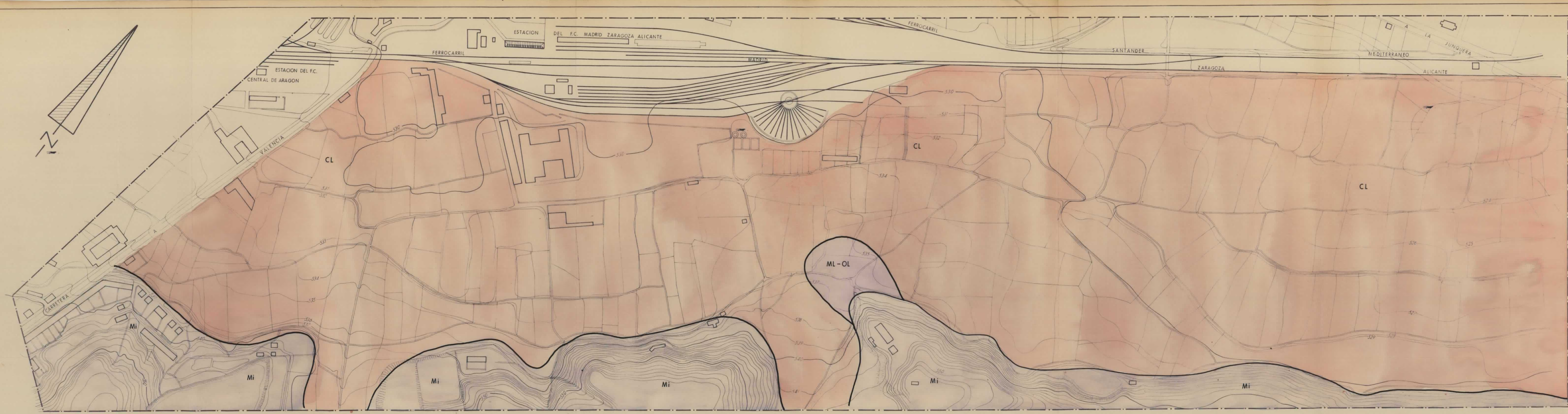


EXPLICACION

- CL Arcillas con límite líquido < 50
- ML Limos " " " < 50
- ML-OL Arcillas y limos con límite líquido < 50
- SC Arenas arcillosas
- Mi Arcillas y limos miocenos con yesos
- R Rellenos artificiales

00018^m

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DIBUJADO	J. CURTO	ESTUDIO GEOTECNICO DE UNA ZONA INDUSTRIAL Y URBANISTICA EN CALATAYUD (ZARAGOZA)	Clave CALAT
FECHA	JULIO 1972		Plano N.º
COMPROBADO		FORMACIONES SUPERFICIALES A ± 0 METROS	4
AUTOR			
ESCALA	1 / 2000		

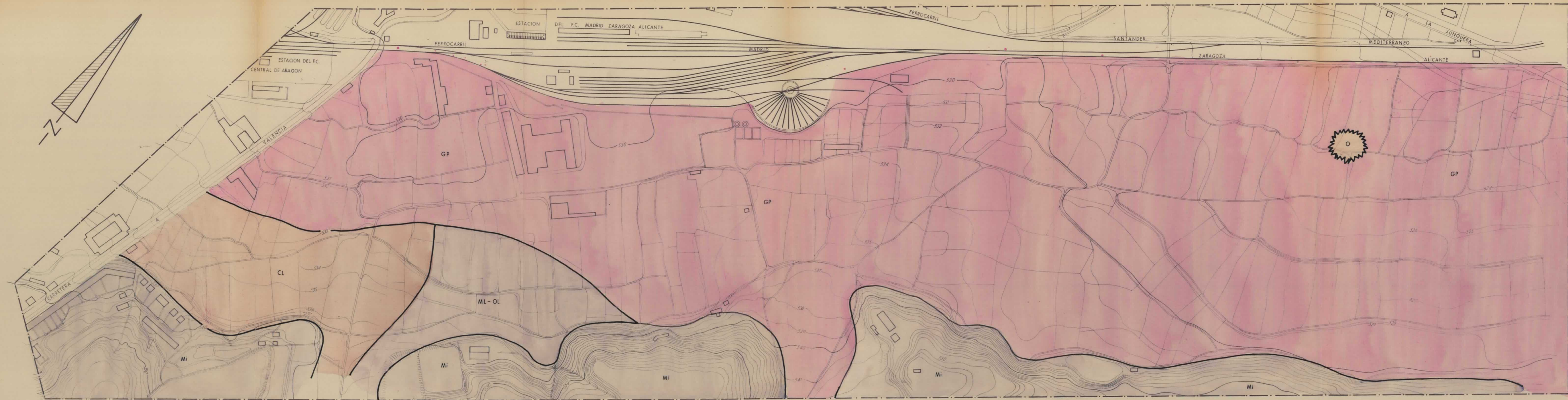


EXPLICACION

- CL Arcillas con límite líquido < 50
- ML-OL Arcillas y limos con límite líquido < 50
- Mi Arcillas y limos miocenos, con yesos

000187

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION		
DIRECCION	J. CURTO	ESTUDIO GEOTECNICO DE UNA ZONA INDUSTRIAL Y URBANISTICA EN CALATAYUD (ZARAGOZA)	Clave CALAT	
FECHA	JULIO 1972		FORMACIONES SUPERFICIALES A - 3 MTS.	Plano N.º
AUTOR				5
ESCALA	1 / 2000			

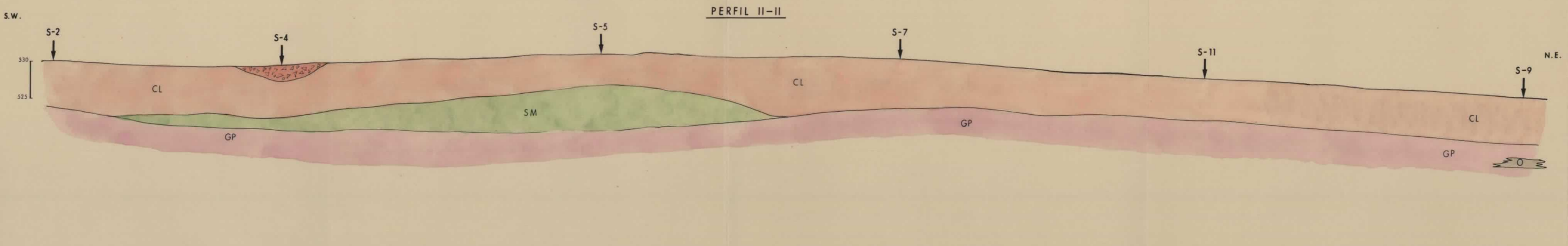
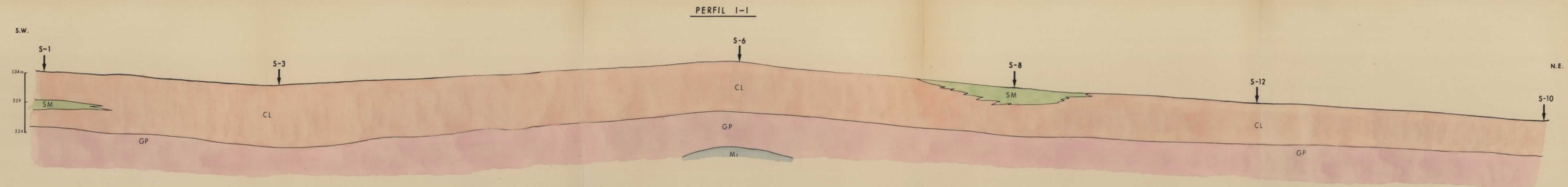


EXPLICACION

- CL Arcillas con límite líquido 50
- ML-OL Arcillas y limos con límite líquido 50
- GP Gravas y arenas con pocos finos
- O Oquedad natural del terreno de límites imprecisos
- Mi Arcillas y limos miocenos, con yesos

000187

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DIBUJADO	J. CURTO	ESTUDIO GEOTECNICO DE UNA ZONA INDUSTRIAL Y URBANISTICA EN CALATAYUD (ZARAGOZA)	
FECHA	JULIO 1972	FORMACIONES SUPERFICIALES A-8 MTS.	
COMPROBADO		Plano N.º 6	
AUTOR			
ESCALA	1 / 2000		



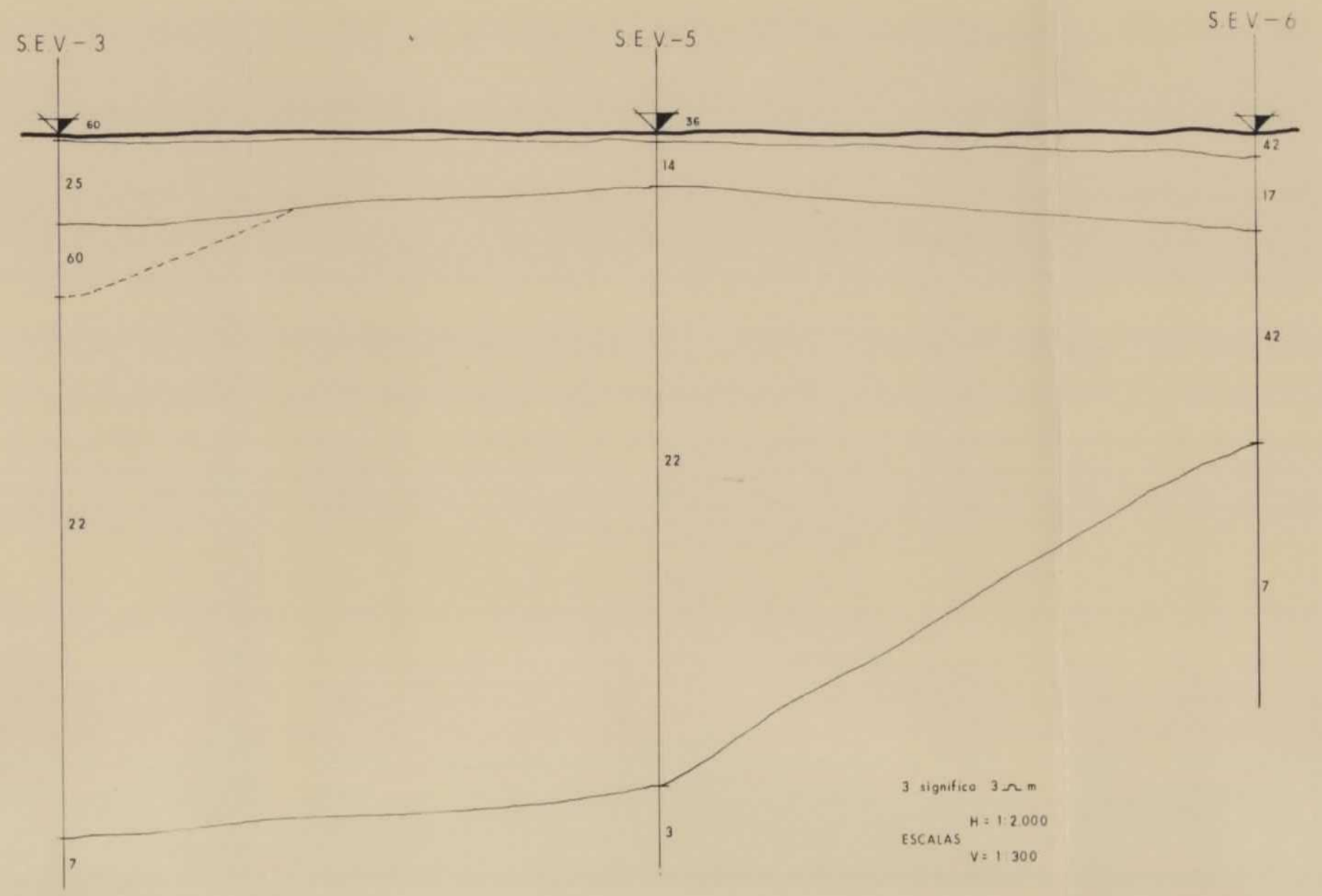
EXPLICACION

- CL Arcillas y limos con límite líquido > 50
- SM Arenas con variable proporción de gravas y finos
- GP Gravas y arenas con pocos finos
- Mi Arcillas y limos miocenos yesíferos
- Reellenos artificiales
- Oquedad natural detectada

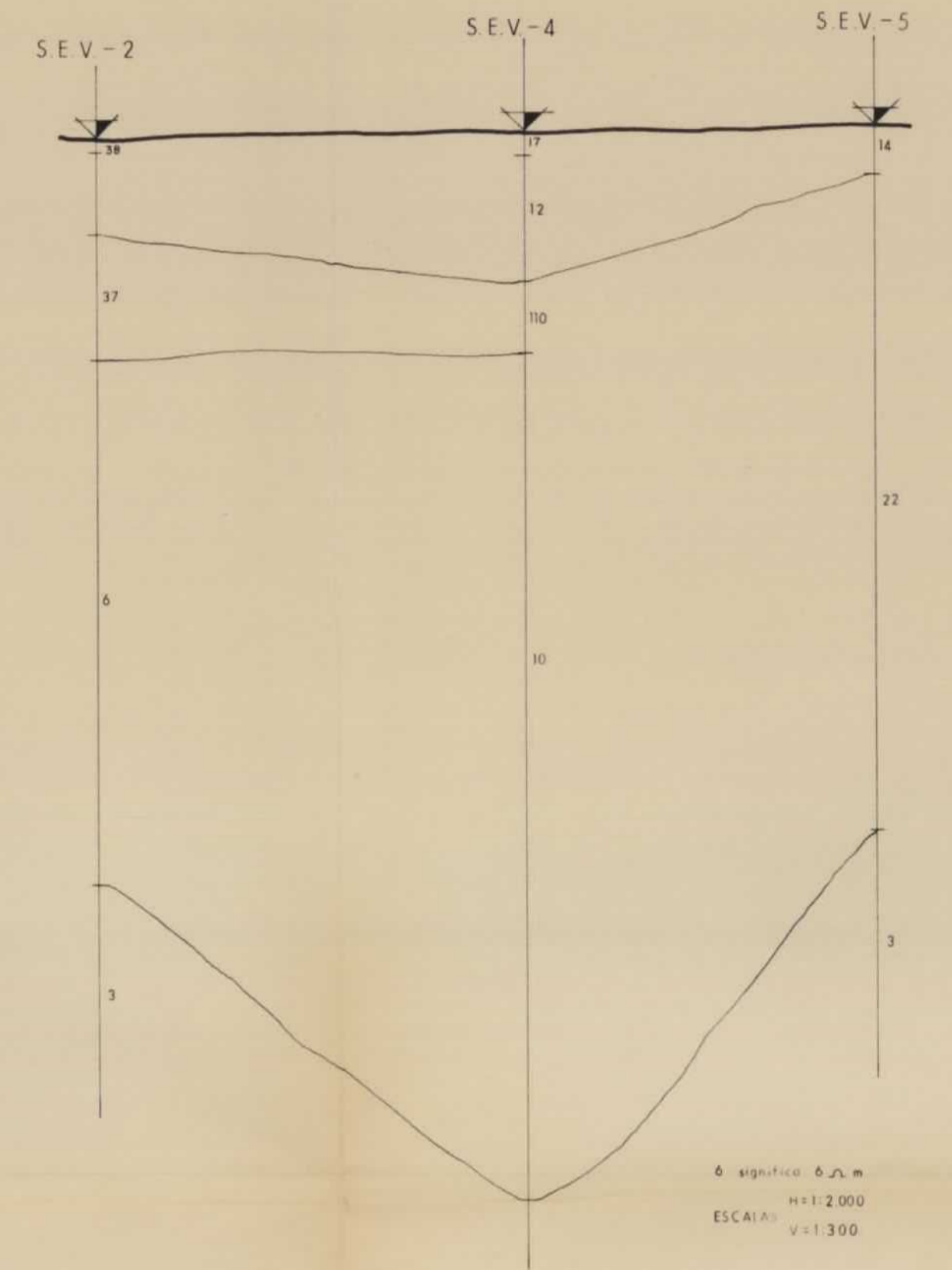
000187

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DIBUJADO	J. CURTO	ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO INDUSTRIAL DE "CALATAYUD" (ZARAGOZA)	Clave CALAT.
FECHA	SEPTIEMBRE 1972		
COMPROBADO		CORTES GEOTECNICOS	Plano N.º
AUTOR			7
ESCALA	H - 1/2000 V - 1/300		

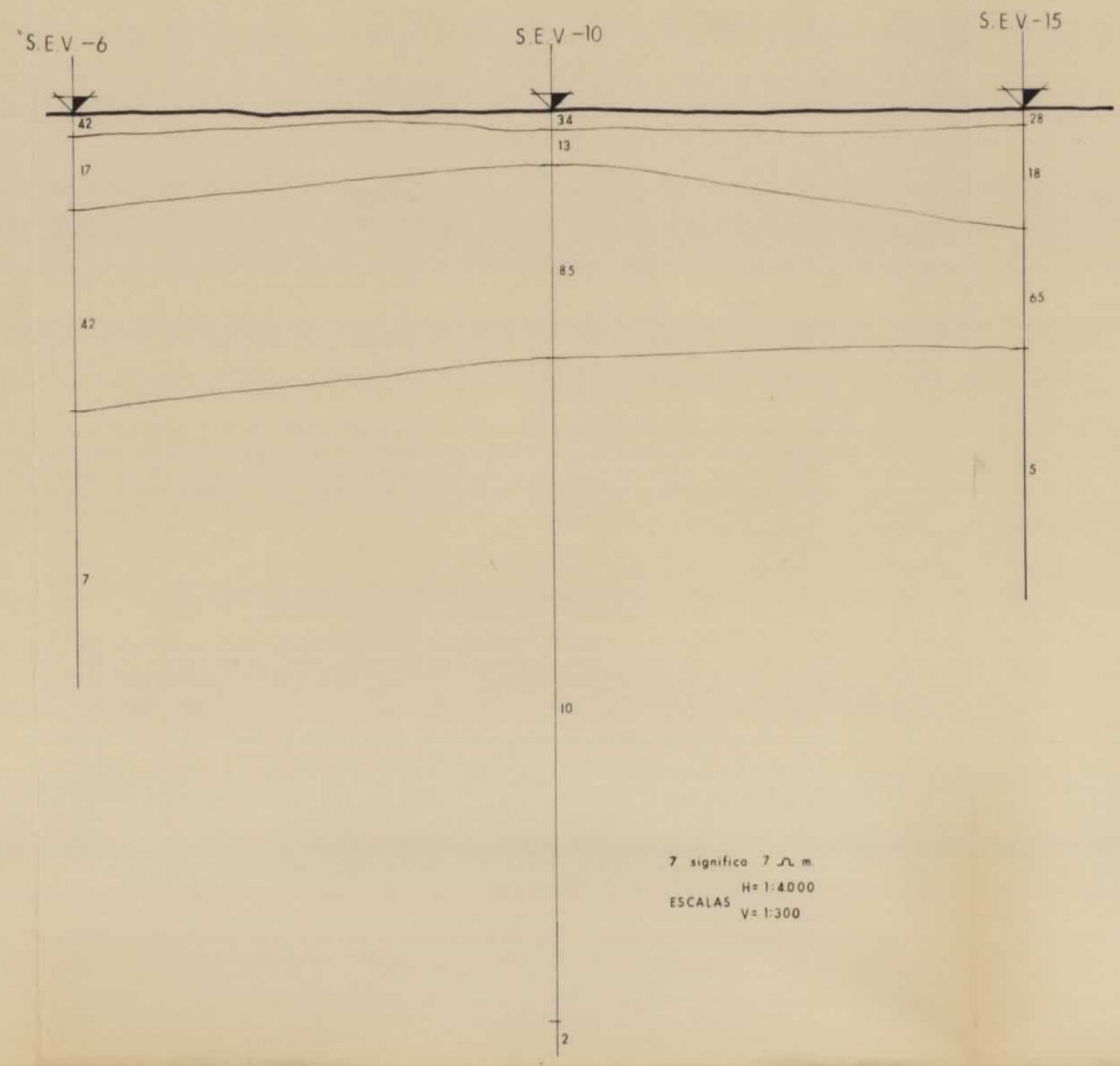
PERFIL I



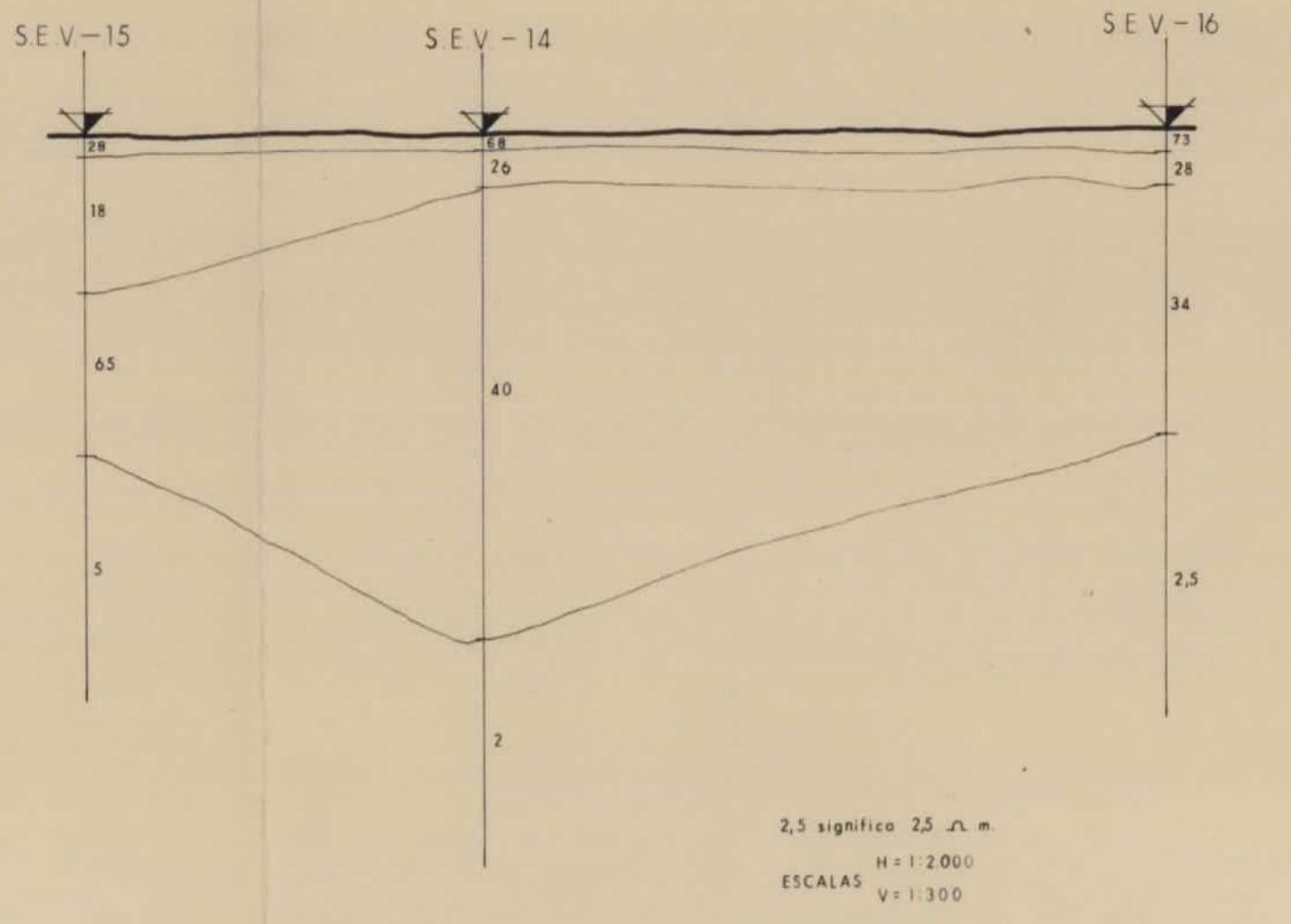
PERFIL II



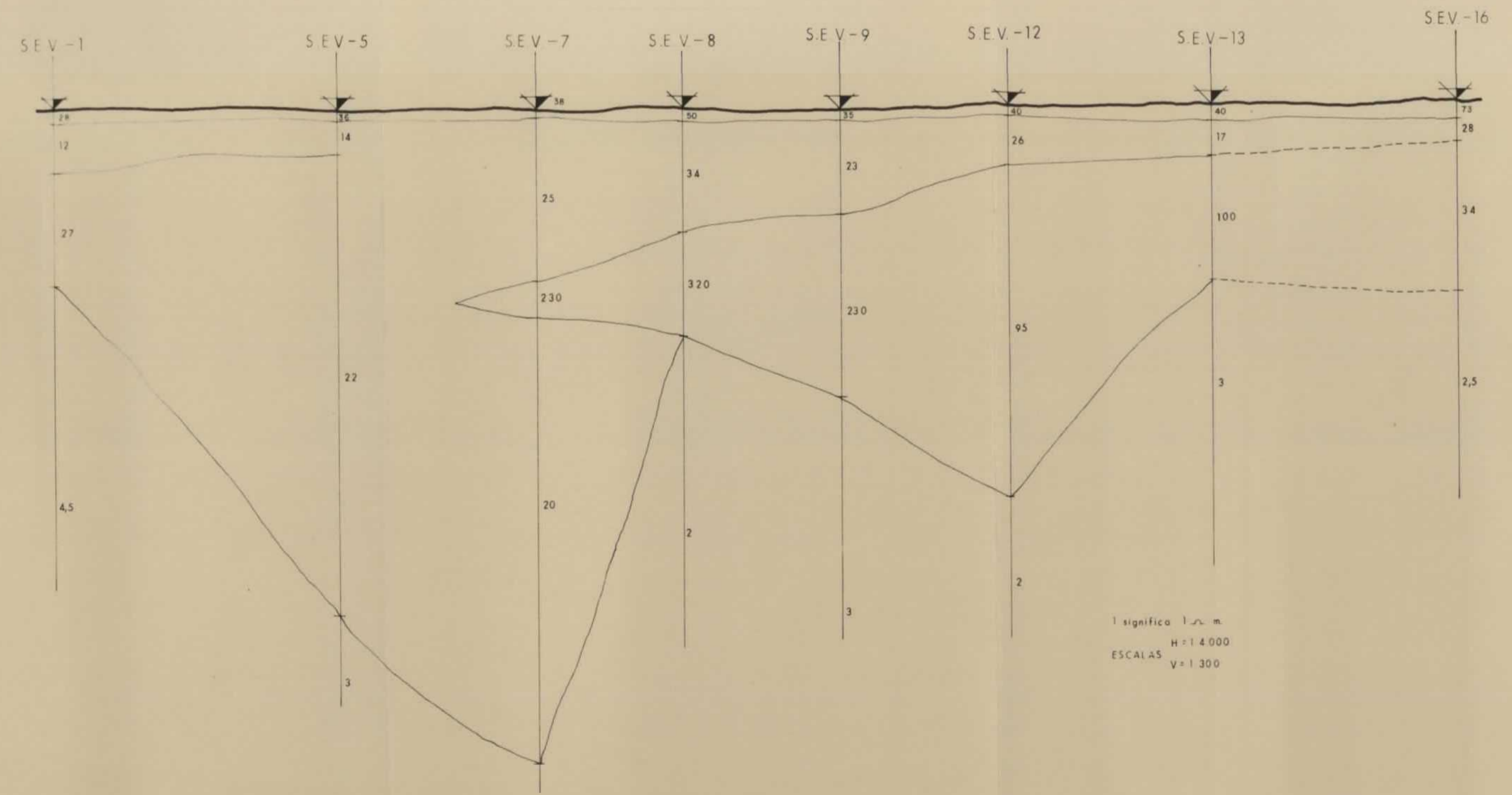
PERFIL III



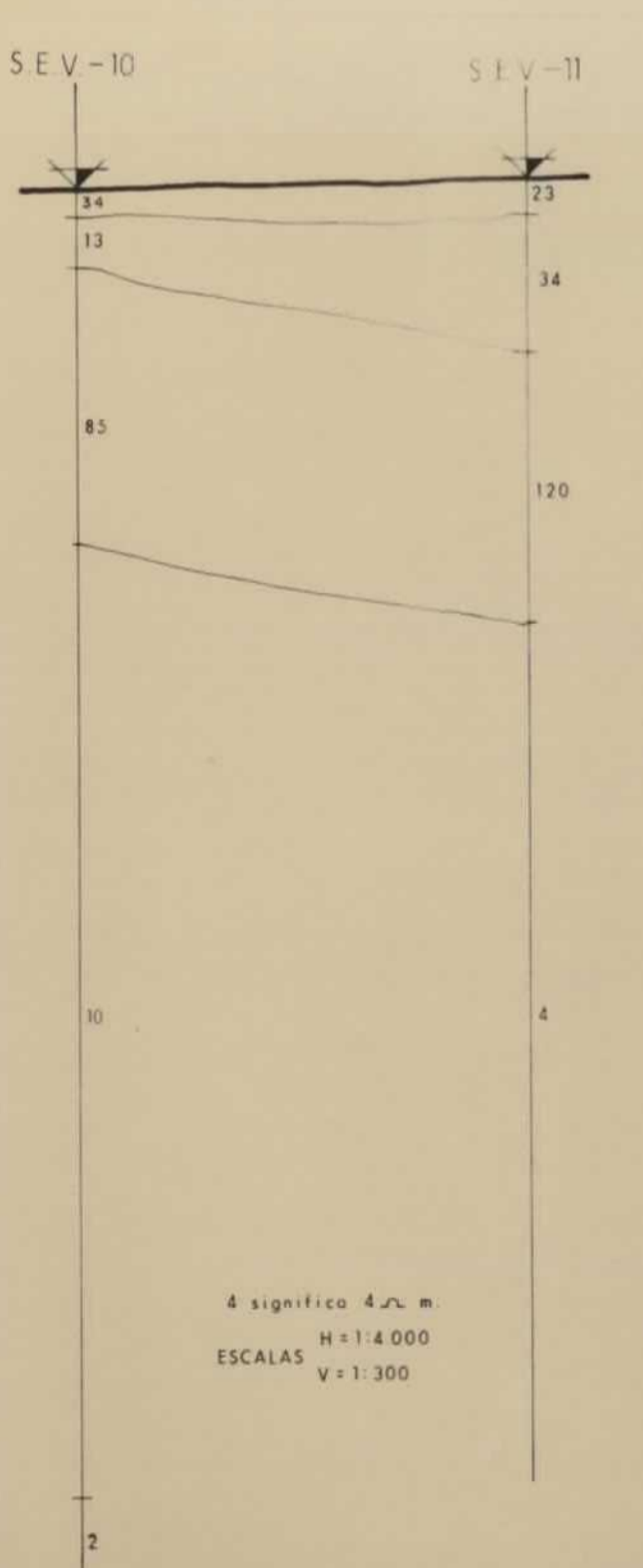
PERFIL VIII



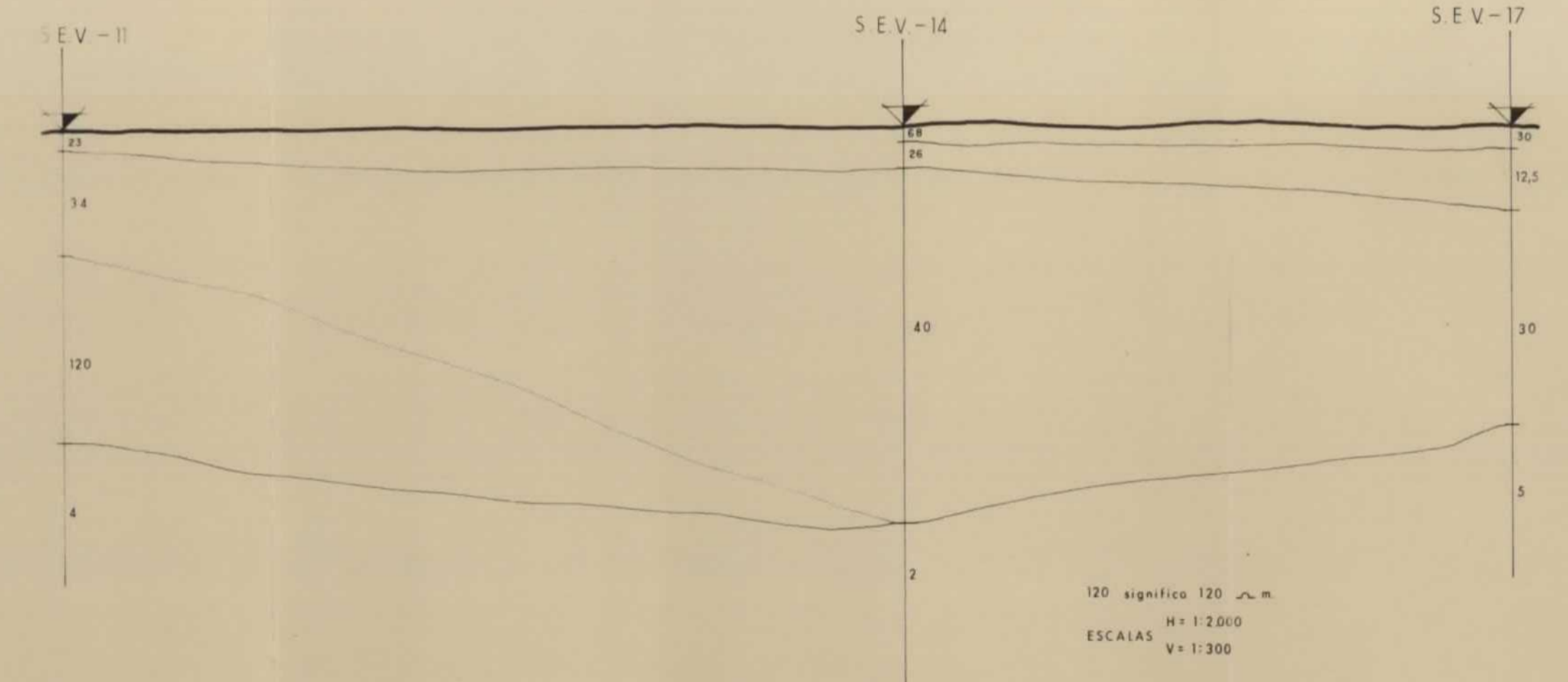
PERFIL IV



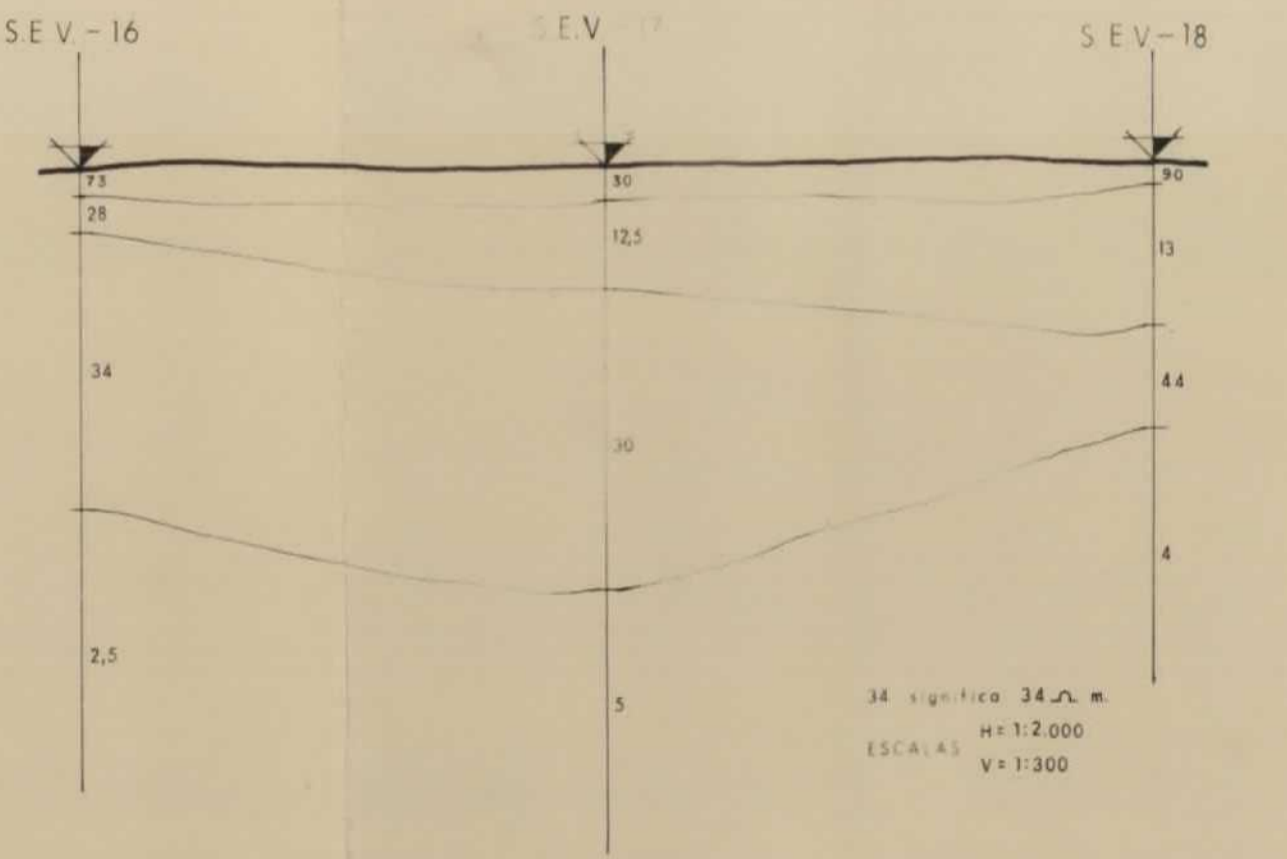
PERFIL V



PERFIL VI

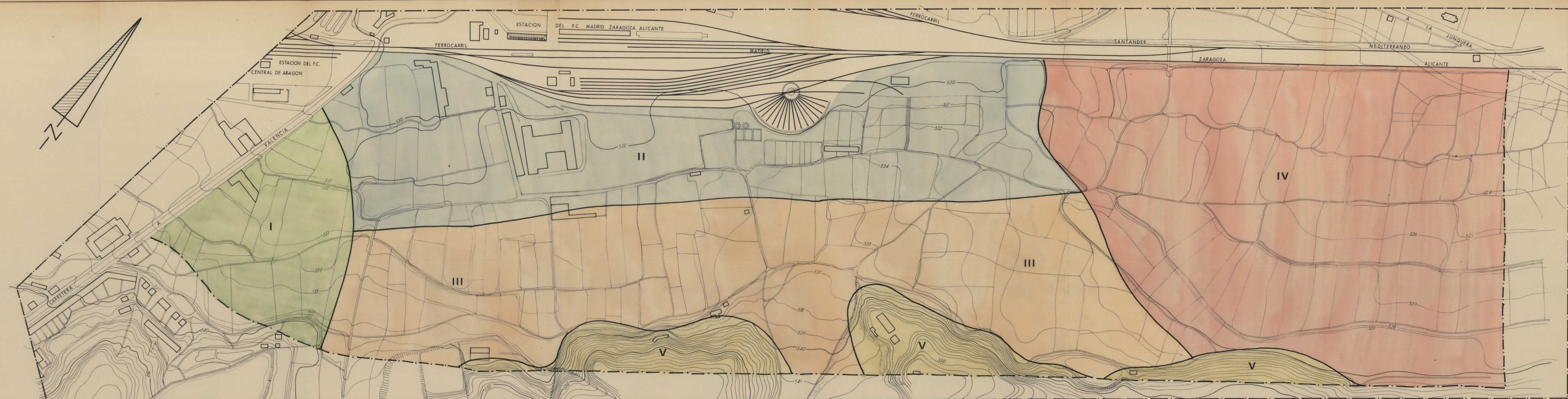


PERFIL VII



000187

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DIBUJADO	FERNANDO PEREZ	ESTUDIO GEOTECNICO DEL POLIGONO INDUSTRIAL DE CALATAYUD(ZARAGOZA)	Clave CALAT
FECHA	7 SEPTIEMBRE 1972		
COMPROBADO			
AUTOR		PERFILES GEOELECTRICOS	Plano N.º 8
ESCALA			



EXPLICACION

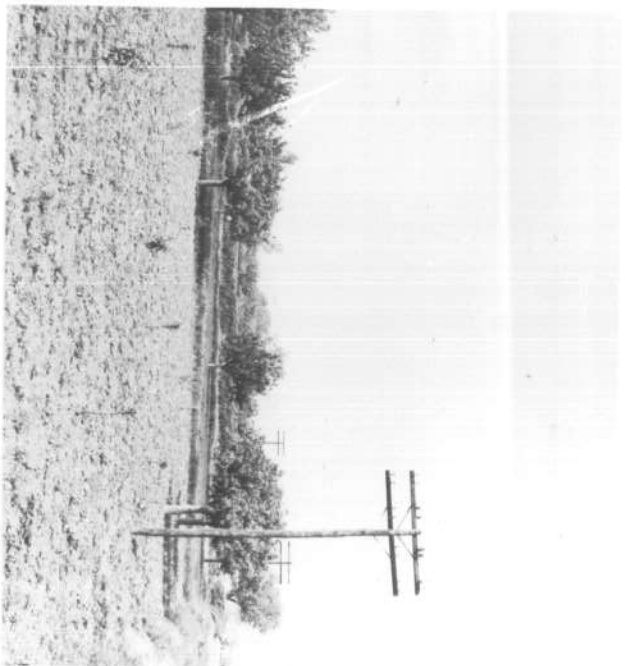
ZONAS	hc	σ	S
I	hc ≤ 4'5 m	$\sigma \leq 0'2 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 5 cm
	hc > 4'5 m	$\sigma \approx 2 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 5 cm
II	hc ≤ 5 m	$\sigma \leq 0'1 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 3 cm
	5 m ≤ hc ≤ 7 m	$\sigma \leq 1 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 5 cm
	hc > 7 m	$\sigma \approx 2-3 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 5-7 cm
III	hc ≤ 4 m	$\sigma \leq 0'1 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 3 cm
	4 m ≤ hc ≤ 10 m	$\sigma \approx 0'5 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 3-5 cm
	hc > 10 m	$\sigma \leq 2-3 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 5 cm
IV	hc ≤ 6 m	$\sigma \leq 0'1 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 3 cm
	6 m ≤ hc ≤ 8 m	$\sigma \leq 0'5-1 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 3-5 cm
	hc > 8 m	$\sigma \leq 2 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 5 cm
V	hc > 2 m	$\sigma \approx 1 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 5 cm
	2 m ≤ hc ≤ 5 m	$\sigma \approx 2 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 5-7 cm
	hc > 5 m	$\sigma \approx 3 \text{ Kg/cm}^2$	S ≈ 7 cm

NOTA.- Los contactos son aproximados y orientativos

000187

MINISTERIO DE INDUSTRIA DIRECCION GENERAL DE MINAS INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA		MINISTERIO DE LA VIVIENDA DIRECCION GENERAL DE URBANISMO GERENCIA DE URBANIZACION	
DIBUJADO	J. CURTO	ESTUDIO GEOTECNICO DE UNA ZONA INDUSTRIAL Y URBANISTICA EN CALATAYUD (ZARAGOZA)	
FECHA	JULIO 1972	Clave CALAT	
COMPROBADO		Plano N.º 9	
AUTOR		ZONAS GEOTECNICAS	
ESCALA	1/2000		

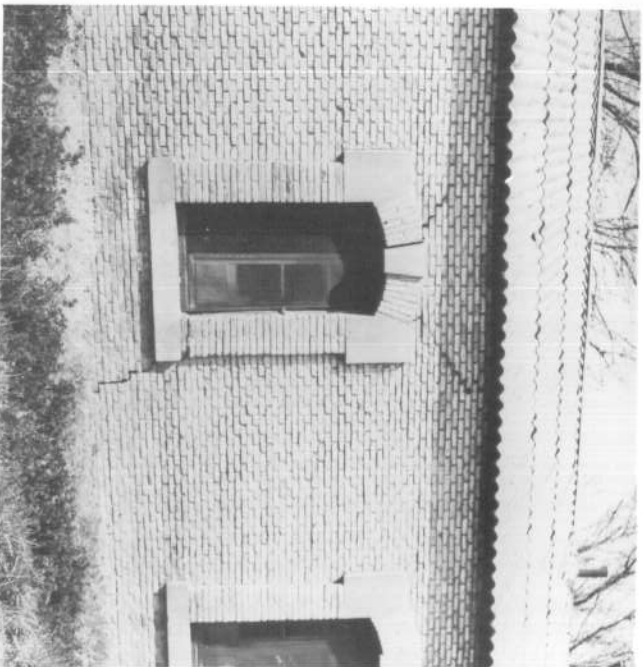
F.-1 Vista general del
Polígono



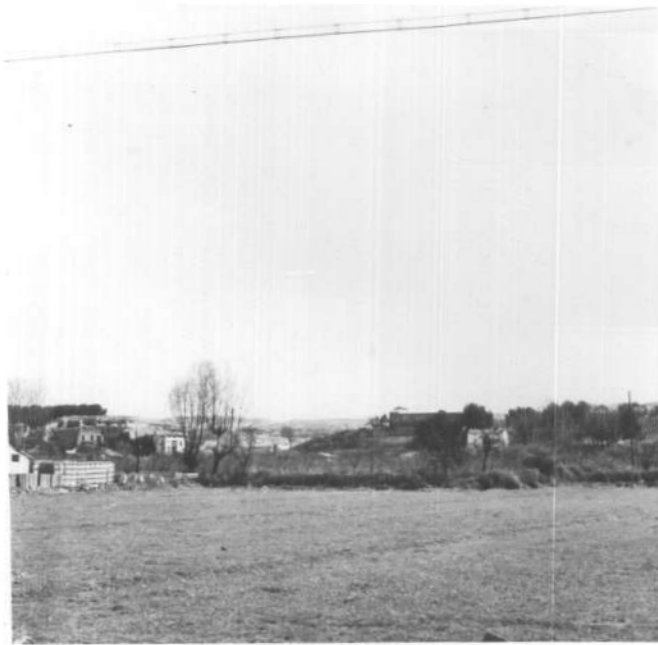
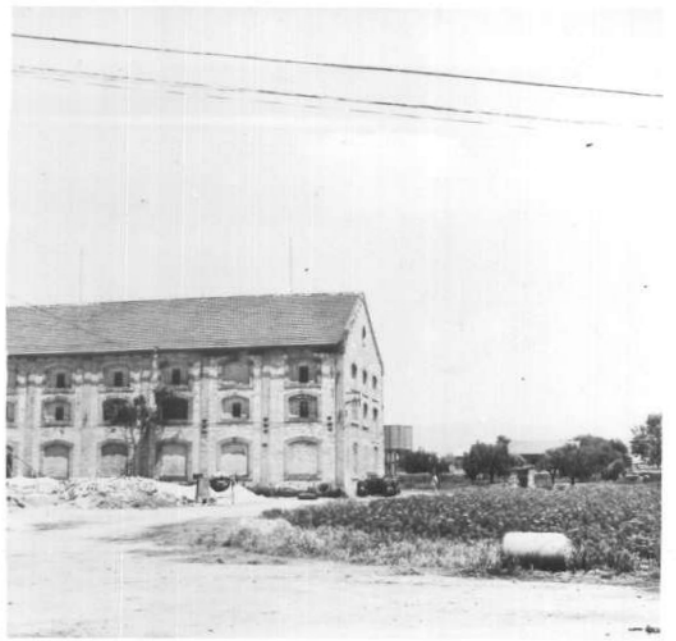
F.-2 En primer termino te-
rraza cuaternaria, al
fondo niveles miocenos



F.-3 Asientos diferenciales
en edificaciones exis-
tentes



F.-4 Construcciones antiguas afectadas por asentamientos



F.-5 Alomaciones miocenas al S. del Polígono

F.-6 Zona del Polígono con nivel acuífero muy superficial

