

Una vez realizadas las medidas sobre el terreno, el objetivo final del estudio es obtener a partir de los registros sísmicos un modelo con la distribución de los valores de V_s del terreno en la zona de medida. Para ello el proceso de análisis e interpretación de los registros se desarrolla en tres etapas sucesivas que ilustramos de forma esquemática mediante la **Figura 6** y que resumimos seguidamente.

a) **Análisis espectral** de los registros sísmicos para obtener el **diagrama de velocidad aparente de fase en función de la frecuencia**. Todas las fases de los registros sísmicos aparecen representadas en el diagrama p-f resultante que pone de manifiesto el espectro de energía mediante paleta de color para cada combinación de la inversa de la velocidad de fase (*slowness*) y la frecuencia.

b) **Obtención de la curva de dispersión correspondiente a las ondas Rayleigh**, representada por la envolvente de menor velocidad aparente de fase. Este procedimiento se realiza manualmente sobre el diagrama p-f y consiste en seleccionar específicamente las velocidades de fase correspondientes al "modo fundamental" sin tener en cuenta envolventes correspondientes a otras tendencias en el gráfico de dispersión (*higher modes*) que podrían llevar a resultados erróneos en el posterior proceso de inversión.

Otras curvas de dispersión del tipo "higher mode" pueden aparecer en el diagrama p-f como tendencias de dispersión si tienen un nivel energético semejante a la correspondiente al modo fundamental. Se diferencian no obstante de esta última por ser la correspondiente a los menores valores de la velocidad aparente de fase.

c) **Obtención de la distribución de los valores de V_s del terreno mediante modelización de la curva de dispersión de las ondas Rayleigh**. El procedimiento seguido es el desarrollado por Yuehua Zeng (1992). Consiste en realizar iteraciones sucesivas para diferentes valores de la velocidad de fase para cada frecuencia, a partir de un premodelo establecido en base a la información geológica disponible. En este proceso se pueden modificar también los espesores de las "capas" de la sección sísmica.

La representación gráfica de los resultados, que consiste en visualizar la distribución de los valores de V_s del terreno con la profundidad, obtenida mediante el proceso descrito en el epígrafe anterior, puede hacerse en forma de **diagramas 1D** o bien mediante **secciones 2D**, distancia-profundidad. El empleo de una u otra forma de presentación de los resultados está condicionado en parte por el tipo de dispositivo de sensores utilizado para las medidas.

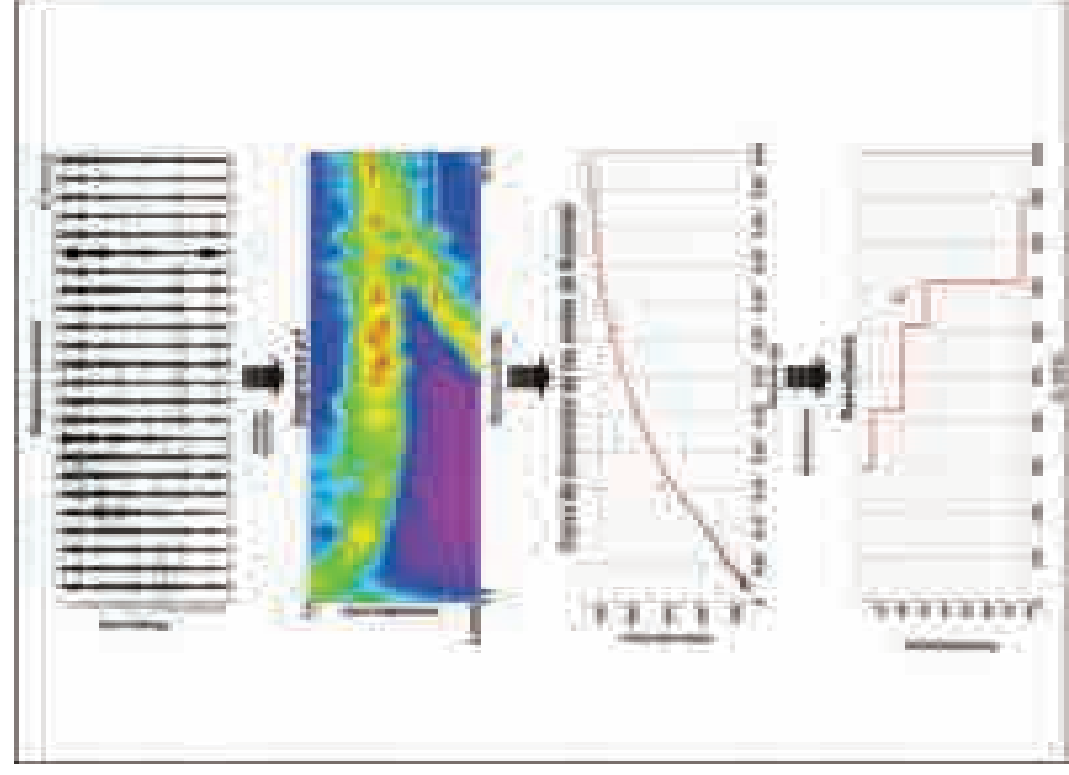


Figura 6.- Esquema explicativo del procesado de los registros en el método de la Sísmica Pasiva.

Cuando se utilizan dispositivos en L, triangulares o circulares la distribución de los valores de V_s del terreno con la profundidad se representa en forma de diagrama 1D. En el caso de que las medidas se realicen con un dispositivo lineal y cuando varias implantaciones de 24 geófonos por ejemplo se disponen contiguas configurando un perfil, los resultados se representan en forma de secciones 2D. Para su elaboración caben dos opciones principales:

► Procesar conjuntamente los 24 registros de cada implantación para obtener un modelo 1D que se asigna al punto central del dispositivo de medida (**Figura 7**). Posteriormente se construye la sección 2D correlacionando los modelos correspondientes a todas las implantaciones que alineadas forman un determinado perfil (**Figura 8**).

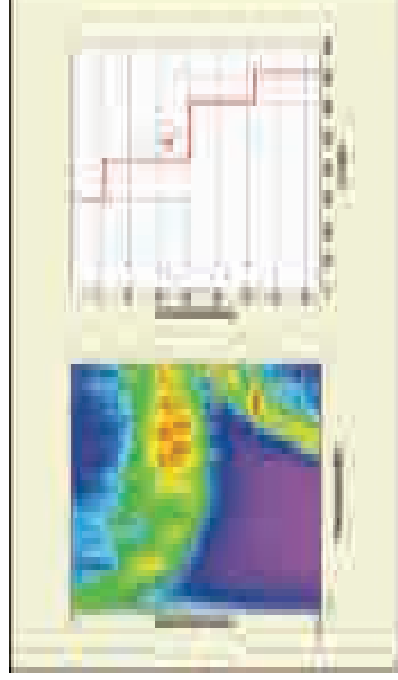


Figura 7.- Ejemplo de presentación de los resultados en forma de 1D.

► Para cada implantación de 24 canales se pueden hacer varios procesados parciales para grupos de varias trazas, como por ejemplo para las trazas de la 1 a la 12, de la 6 a la 18 y de la 12 a la 24 con lo que se obtendrían tres modelos 1D independientes que después mediante correlación entre ellos permitirían configurar una sección 2D para la implantación en cuestión.

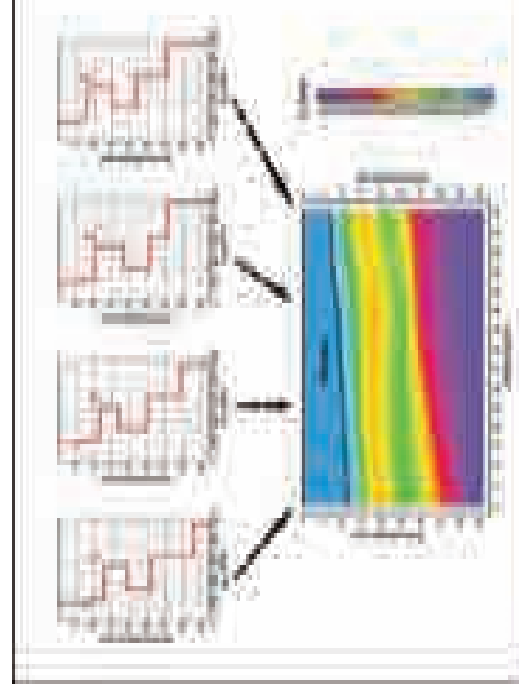


Figura 8.- Ejemplo de presentación de los resultados en forma de sección (2D).

3. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

3.1. Medidas sobre el terreno

Para la obtención de los registros sísmicos de este estudio se utilizó un dispositivo formado por **24 geófonos** alineados y espaciados a intervalos de 3 metros. A este dispositivo de medida se le denomina **implantación sísmica**.

El pequeño espaciado entre los geófonos ha tenido como objeto mejorar el registro de las altas frecuencias del ruido sísmico ambiental y con ello incrementar la resolución de los niveles más superficiales. El posible inconveniente del empleo de un dispositivo relativamente corto, es que no se registren completamente las bajas frecuencias y con ello resulte insuficiente la profundidad de investigación. Este es un problema menor en este caso, porque con el dispositivo empleado se ha alcanzado una profundidad del orden de 30 metros.

Por otra parte pese a que el ruido sísmico ambiental era alto en la zona de trabajo, con el objetivo de incrementar el contenido en altas frecuencias de los registros se efectuaron además diversos golpes sobre el terreno con una maza metálica de 8 Kg en un punto situado a 2-3 metros de uno de los extremos del dispositivo de medida. Otros parámetros característicos de la forma en que se llevaron a cabo las medidas con los siguientes.

- Longitud de los registros - 15 s. Con el fin de conseguir un espectro de señales suficientemente amplio.
- Intervalo de muestreo - 1 ms. Con estas especificaciones cada una de las 24 trazas sísmicas del registro en cada implantación contiene 15.000 datos.
- En cada implantación se hicieron tres registros independientes para asegurarnos de que las señales eran suficientemente buenas, eligiendo para el posterior procesado al que se consideró como el mejor de todos ellos y en algunos casos el resultante de sumar todos.

El acoplamiento de los sensores al terreno es un factor importante en este tipo de medidas. Se consiguió en este caso mediante placas metálicas apoyadas directamente mediante tres puntos sobre el suelo. Los geófonos van roscados en su cara superior y el peso de la placa hace que su acoplamiento con el terreno sea efectivo.

Las medidas sísmicas se hicieron de acuerdo con las indicaciones recibidas de **SENER**, aunque



Distribución de los sensores sobre el terreno.

Para cubrir en su totalidad la zona de estudio con el grado de detalle requerido y donde fue posible, se midieron en total **200 implantaciones sísmicas** convenientemente agrupadas en **24 perfiles** identificados correlativamente desde **PS-1** hasta **PS-24**. Sus características (espaciado entre los geófonos y longitud) se detallan en la **Tabla I** que presentamos seguidamente. Cuando varias implantaciones se disponen contiguas a lo largo de un mismo perfil, es habitual solapar al menos cuatro geófonos para incrementar la resolución lateral de los resultados. Así se ha hecho en todos los perfiles de este estudio.

En general el trabajo de campo se desarrolló correctamente sin ninguna interferencia digna de mención en lo que se refiere a la calidad de los registros. El nivel del ruido sísmico ambiental era suficientemente alto, de modo que los registros sísmicos obtenidos contienen la información necesaria para resolver los objetivos del estudio.

Perfil	Nº de implantaciones	Nº de geófonos	Longitud
PS-1	2 ud	2 x 24	108 metros
PS-2	12 ud	12 x 24	717 metros
PS-3	21 ud	21 x 24	1.410 metros
PS-4	2 ud	2 x 24	130 metros
PS-5	1 ud	1 x 24	69 metros
PS-6	4 ud	4 x 24	230 metros
PS-7	6 ud	6 x 24	380 metros
PS-8	6 ud	6 x 24	370 metros
PS-9	20 ud	20 x 24	1.220 metros
PS-10	15 ud	15 x 24	1910 metros
PS-11	5 ud	5 x 24	272 metros
PS-12	16 ud	16 x 24	980 metros
PS-13	19 ud	19 x 24	1.054 metros
PS-14	11 ud	11 x 24	649 metros
PS-15	5 ud	5 x 24	272 metros
PS-16	8 ud	8 x 24	410 metros
PS-17	6 ud	6 x 24	349 metros
PS-18	7 ud	7 x 24	430 metros
PS-19	3 ud	3 x 24	160 metros
PS-20	7 ud	7 x 24	419 metros
PS-21	2 ud	2 x 24	92 metros
PS-22	2 ud	2 x 24	92 metros
PS-23	12 ud	12 x 24	693 metros
PS-24	8 ud	8 x 24	479 metros
Total			200 implantaciones
			11.895 metros

Tabla I.- Resumen del trabajo realizado.

3.1.1. Incidencias

En la zona próxima al perfil 12 en la margen izquierda de la Ria se había programado hacer medidas geofísicas que no se pudieron realizar debido a que el paseo se apoya sobre pilotes. Dicho perfil se indica en los planos de localización (**Plano nº 7**), en el que se incluye una foto que explica por qué no se pudieron realizar las medidas geofísicas.

Por problemas de acceso a algunas zonas, debido a que se estaban realizando obras en las calles o por falta de permiso de entrada a las zonas ocupadas por vías férreas, el estudio hubo de realizarse en varias fases separadas en el tiempo a intervalos de algunas semanas.

3.1.2. Control de calidad

IGT ha implantado un sistema de Gestión de la Calidad y el Medio Ambiente en todos sus trabajos conforme con las normas UNE-EN ISO 9001:2000 y UNE-EN ISO 14001:2004. En consecuencia, se ha establecido una serie de procedimientos y buenas prácticas que deben seguirse por nuestros equipos para garantizar la fiabilidad de los resultados de las mediciones y el correcto funcionamiento de la instrumentación.

Estas normas incluyen la repetición de las medidas geofísicas en diversos puntos de cada campaña. De este modo pretendemos disponer de los datos necesarios para evaluar y para demostrar la calidad de las medidas realizadas y su repetibilidad, así como el correcto funcionamiento de nuestros instrumentos geofísicos.

En este caso y con este fin, siguiendo el procedimiento establecido en nuestra **Instrucción Técnica IT-07** " Buenas prácticas en las mediciones de campo ", se repitieron las medidas en seis implantaciones distribuidas en varios perfiles. Presentamos los correspondientes diagramas de dispersión en las **Figuras 9 y 10** donde puede observarse la coincidencia en los rasgos fundamentales de ambos diagramas en cada caso, lo cual demuestra el correcto funcionamiento del equipo utilizado para las medidas y la repetibilidad de los datos, pese a que en este método el operador no tiene ningún control sobre la fuente de la señal sísmica.

3.2. Procesado de los registros sísmicos

El objetivo del procesado de los registros sísmicos es obtener como resultado final la distribución de los valores de V_s del terreno en función de la profundidad. Para ello se han seguido las tres etapas

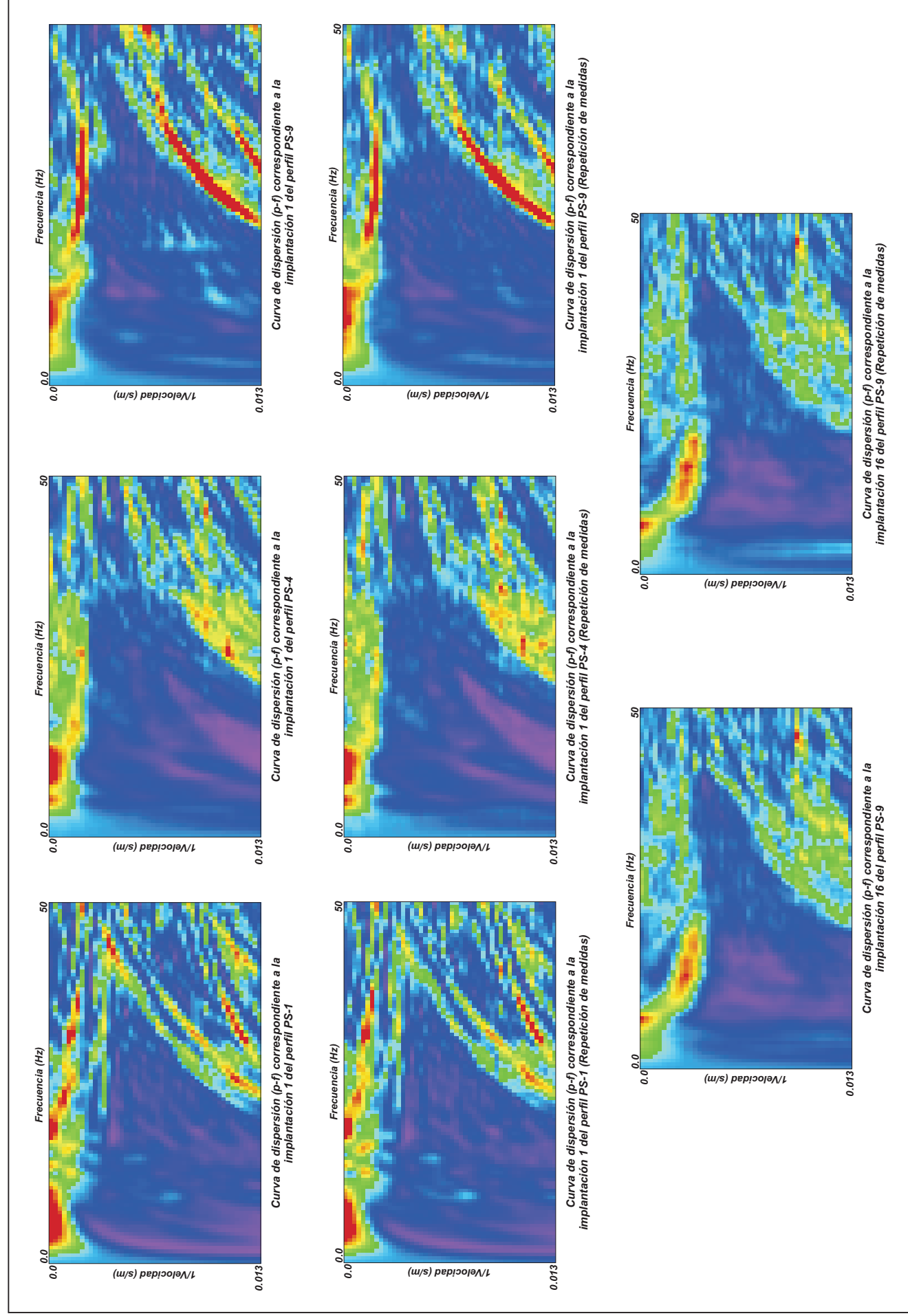


Figura 9.- Diagramas de dispersión correspondientes a la repetición de medidas para el control de calidad (A).

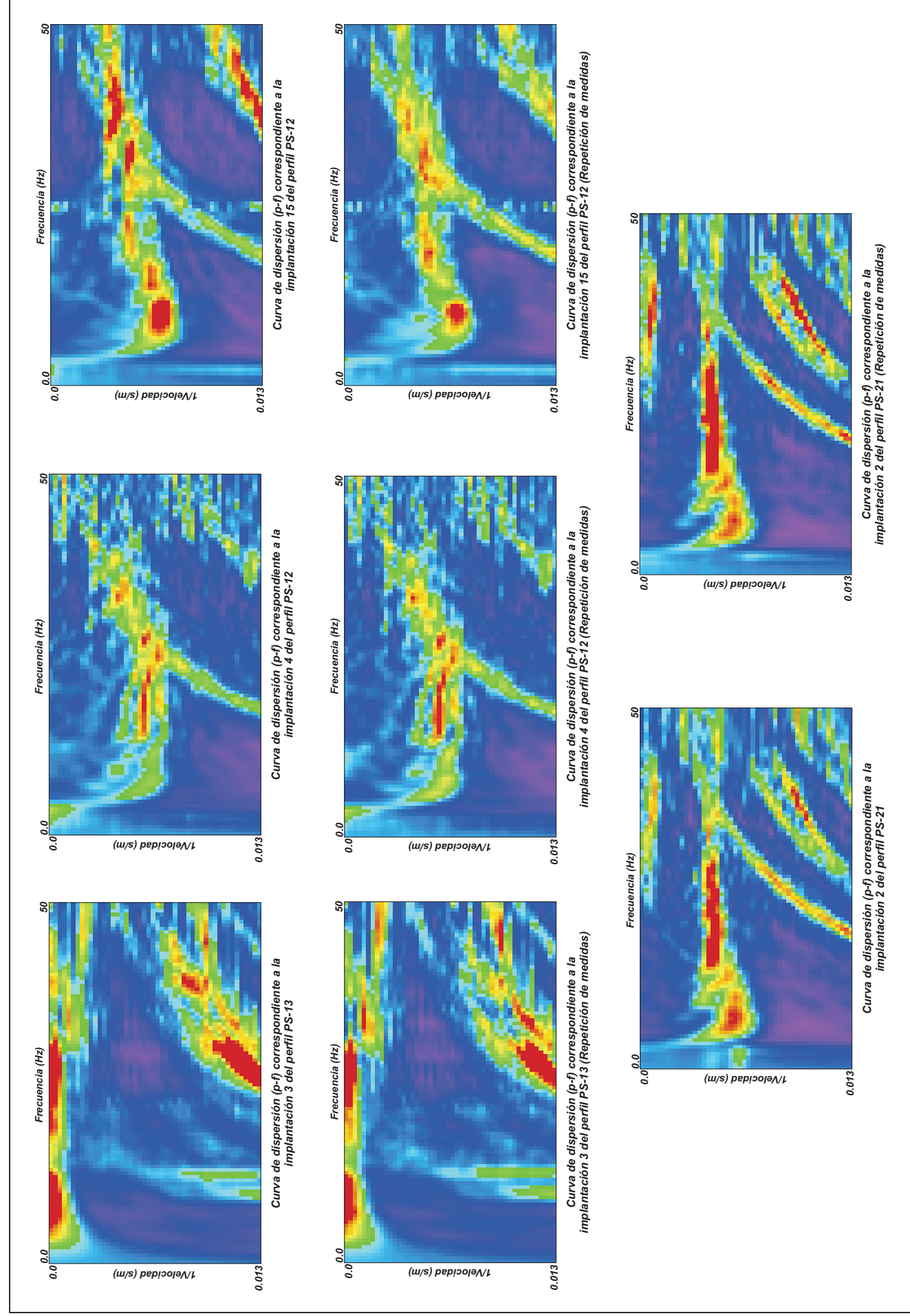


Figura 10.- Diagramas de dispersión correspondientes a la repetición de medidas para el control de calidad (B).



características del método de la Sismica Pasiva:

- Análisis espectral de los registros para obtener el diagrama de velocidad aparente de fase en función de la frecuencia (p-f).
- Selección sobre el diagrama p-f de la curva de dispersión de las ondas Rayleigh representada por la envolvente de menor velocidad aparente de fase.
- Modelización de la curva de dispersión de las ondas Rayleigh para obtener la distribución de los valores de V_s del terreno en el ámbito ocupado por el dispositivo de medida.

El proceso anterior produce para cada grupo de trazas sísmicas un modelo 1D con la distribución de los valores de V_s del terreno para el ámbito ocupado por el conjunto de los 24 sensores utilizados para obtener los registros. Estos resultados son tanto más consistentes cuanto mayor sea el número de trazas del conjunto de registros sísmicos analizadas. Por otra parte para poder determinar posibles variaciones laterales de V_s conviene obtener modelos 1D lo más próximos entre sí.

En consecuencia con las ideas expuestas, hemos optado por calcular tres modelos 1D para cada una de las implantaciones sísmicas de 24 sensores. Para ello hemos analizado en primer lugar conjuntamente todas las trazas de cada implantación para obtener un premodelo que se ha utilizado como punto de partida para el posterior análisis de tres grupos de trazas de cada implantación. El primer grupo incluye desde la traza 1 a la 12, el segundo desde la traza 6 a la 18 y el tercero desde la traza 13 a la 24. Los modelos 1D resultantes se han asignado al punto central de cada grupo de trazas analizadas aisladamente.

3.2.1. Presentación de los resultados

Cuando varias implantaciones sísmicas se distribuyen de forma contigua configurando un perfil es habitual presentar sus resultados en forma de sección con la distribución de los valores de V_s del terreno a lo largo del perfil en cuestión. Estas secciones se obtienen correlacionando los modelos 1D obtenidos para cada uno de los grupos de trazas de las implantaciones sísmicas analizadas de forma independiente, tal como se muestra en el ejemplo de la Figura 8.

Las secciones sísmicas así obtenidas son comparables a secciones geológico-geotécnicas del terreno aunque en rigor representan exclusivamente la distribución de un parámetro físico característico del mismo (los valores de V_s) sin que a priori estos resultados tengan relación con la naturaleza litológica

de los materiales, sino únicamente con su grado de consolidación. No obstante tales secciones son interpretables en cada caso en los términos mencionados siempre que se utilice el necesario apoyo geológico.

Las secciones sísmicas obtenidas en este estudio se presentan a escala 1/500 en los Planos del 14 al 42 de este informe. Las variaciones de V_s que configuran estas secciones se indican mediante una paleta de color standard y mediante isolíneas convenientemente seleccionadas respecto a los objetivos del estudio. En concreto incluimos entre otras las isolíneas de 300 m/s y 600 m/s que constituyen de modo general los límites entre suelos sueltos y suelos consolidados, y entre suelos muy consolidados o roca alterada con roca sana respectivamente.



4. RESULTADOS DEL ESTUDIO

4.1. Comentarios generales

Los valores de V_s del terreno constituyen en sí mismos un parámetro con importante significado geotécnico porque dependen directamente del grado de cohesión de los materiales. A partir de ellos se puede calcular fácilmente el módulo de cizallamiento (G) que interviene en diversos cálculos relativos a la interacción entre el terreno y las estructuras apoyadas en él. Sin embargo no es éste el objetivo de este estudio sino obtener información relativa a la distribución y el espesor del relleno de los paseos y determinar la posición del sustrato rocoso sobre el que deben apoyar los muros.

Puesto que los profesionales de la Geotécnica están más familiarizados con el manejo de los valores de V_p , hemos tratado de proporcionar una equivalencia entre los resultados del estudio (secciones 2D o modelos 1D con la distribución de los valores de V_s) y el grado de consolidación o la resistencia de los materiales. Esta equivalencia viene definida básicamente en la tabla 1615.1.1 de la IBC (*International Building Code*) para la clasificación de terrenos, y que puede utilizarse como referencia para dar sentido geotécnico a las secciones sísmicas de este estudio.

Tabla II.- Clasificación de los suelos según el *International Building Code* (IBC).

Junto a las secciones sísmicas presentamos una versión modificada de la Tabla anterior en base a la cual hemos interpretado estas secciones sísmicas en términos sencillos pero que consideramos suficientemente representativos para los objetivos generales de este trabajo. Las unidades geotécnicas que hemos diferenciado en función de los valores de V_s de las secciones sísmicas han sido las siguientes:

- Menor de 200 m/s..... Suelos blandos o recubrimientos antrópicos sueltos. ($N < 15$ en el ensayo SPT).
- Entre 200 y 300 m/s..... Recubrimiento o rellenos constituidos por materiales débilmente consolidados. ($15 < N < 30$).
- Entre 300 m/s y 400 m/s..... Rellenos moderadamente consolidados. ($30 < N < 50$).
- Entre 400 m/s y 600 m/s..... Rellenos con alto grado de consolidación o incluso roca meteorizada ($N \geq 50$).
- Mayor de 600 m/s..... Sustrato rocoso débilmente meteorizado a roca sana, con independencia de su naturaleza litológica.

Para los detalles de los resultados de este estudio nos remitimos a las secciones sísmicas que presentamos en los Planos del 14 al 42 porque son suficientemente explícitas como para hacer innecesario extendernos aquí en comentarios puramente descriptivos de cada una de estas secciones.

Por otra parte hemos de indicar que las medidas de Sismica Pasiva no tienen alta resolución lateral. De hecho, las secciones que presentamos en los referidos planos, se han configurado a partir de 3 modelos puntuales separados a intervalos de 15 a 20 metros (dependiendo del solape de geófonos entre implantaciones) para cada una de las implantaciones sísmicas que la forman. Cada uno de estos modelos 1D es el resultado de promediar la respuesta del terreno en 12 trazas que ocupan al menos 24 metros sobre el perfil. En consecuencia los cambios laterales en la distribución de los valores de V_s deben entenderse como representativos en lo que respecta al orden de magnitud de V_s , pero sin tratar de precisar la posición de los posibles contactos o los cambios laterales entre zonas con diferentes valores de V_s . Dichos modelos 1D se han identificado en cada una de las secciones sísmicas por medio de flechas verticales.

De modo general consideramos que los resultados obtenidos de este estudio son fiables y representativos porque los registros sísmicos contienen suficiente información para ello. No existen interferencias que nuestro equipo haya podido observar sobre el terreno, y únicamente cabría considerar a este respecto la posible influencia del muro de la Ría en los casos en que el dispositivo de sensores utilizado para las medidas se situara muy próximo a él. Esta situación se ha evitado en la mayoría de los

perfiles, pero su efecto sería un incremento general de los valores de V_s en la sección.

4.2. Resumen de los resultados

La considerable extensión de la zona estudiada conlleva la existencia de significativas variaciones en las características de las secciones sísmicas obtenidas en este estudio. Cada una de ellas puede observarse con los comentarios oportunos en los Planos n° del 14 al 42 y por ello en este apartado nos limitaremos a comentar algunos de los modelos sísmicos o geotécnicos más representativos. Son los siguientes:

- Zonas sin recubrimientos de suelos blandos y con valores de V_s característicos de rellenos muy consolidados o de materiales rocosos más o menos meteorizados desde los primeros metros. Se observa un incremento progresivo de los valores de V_s con la profundidad hasta llegar a valores típicos de materiales rocosos sanos en torno a 15 metros de profundidad. Son ejemplos característicos de este grupo las secciones PS-1, PS-3, PS-4 y PS-5, tramo final de PS-7, tramo final de PS-10 y tramos inicial y final de PS-13. En ellas se identifica localmente un nivel que interpretamos como rellenos consolidados (V_s entre 300 y 400 m/s) con hasta 3 - 4 metros de espesor e inmediatamente por debajo hemos interpretado como roca más o menos meteorizada un sustrato con valores de V_s entre 400 y 600 m/s. Los valores superiores a 600 m/s consideramos que corresponden a roca sana.
- Zonas constituidas por materiales con alto grado de consolidación desde superficie que interpretamos como roca meteorizada sin recubrimiento, porque sus valores de V_s son mayores de 500 m/s hasta 15-20 metros de profundidad. Son ejemplos de este modelo las secciones PS-6, parte de la PS-11, parte de la PS-8, tramo inicial de PS-7, tramo intermedio de PS-13, PS-14 y parte de las secciones PS-23 y PS-24.
- Zonas con un nivel de suelos blandos ($V_s < 300$ m/s) con un espesor variable entre 2 y 4 metros a partir del cual se reproduce el modelo del apartado a). Véanse al respecto las secciones de los perfiles PS-2, PS-9 y gran parte de la PS-10.
- Zonas con gran desarrollo del nivel de suelos blandos ($V_s < 300$ m/s) que llega a alcanzar hasta 20 metros de espesor, por ejemplo en las secciones PS-12, PS-15, PS-16, PS-17 hasta el metro 100 del perfil, PS-18, PS-19, PS-20, PS-21, PS-22 y en parte de las secciones PS-23 y PS-24. Es evidente que este modelo es el que constituye la situación más desfavorable desde el punto de vista geotécnico porque el terreno firme (V_s mayor de 500 - 600 m/s) donde a priori puede apoyar el muro de la Ría, se localiza a más de 20 metros de profundidad.

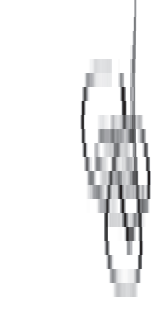
En todo caso por tratarse de una información de carácter indirecto, es conveniente e interesante correlacionarla con los datos que puedan obtenerse de sondeos, aunque teniendo en cuenta el carácter puntual de éstos frente a la información más volumétrica aportada por las medidas geofísicas. Así lo hemos hecho señalando de forma esquemática los resultados de diversos sondeos que nos han sido proporcionado por **SENER**.

Finalmente dejamos constancia de que en nuestra opinión los resultados obtenidos de este estudio, pese a su carácter indirecto, han cubierto aceptablemente sus objetivos al proporcionar información representativa respecto al grado de compactación e integridad de los materiales del subsuelo hasta una profundidad del orden de 20 metros, lo cual es interpretable en términos de interés geotécnico. Estos resultados son fiables porque los registros sísmicos a partir de los que se han obtenido tienen suficiente amplitud de la señal para que el procesado haya sido consistente.

San Sebastián de los Reyes, Marzo 2.010
International Geophysical Technology, S.L.

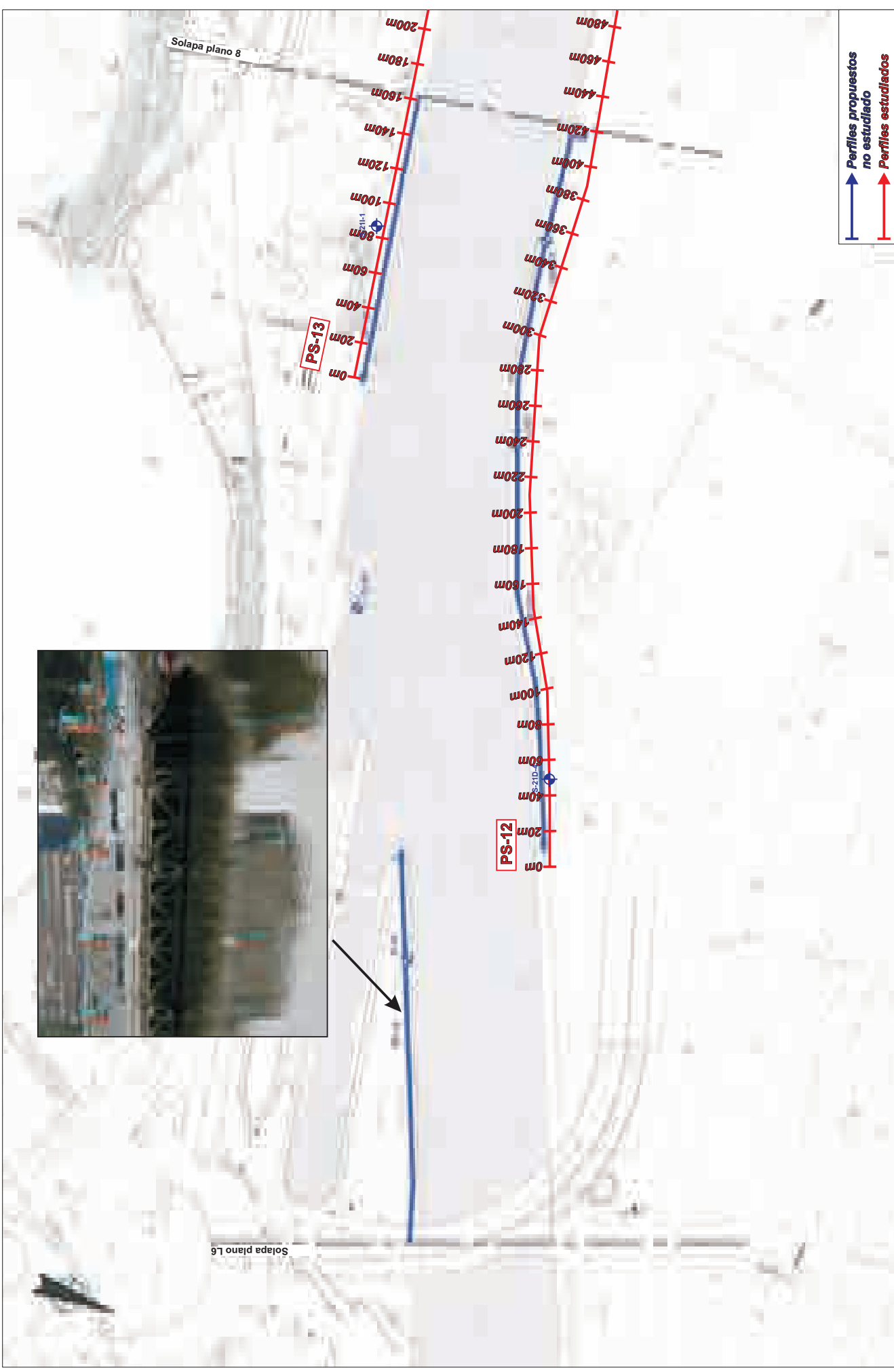


Fdo.: Ángel Granda Sanz
Ingeniero de Minas
Colegiado n° 1164 CE



Fdo.: José Enrique Borges Viralta
Ingeniero Geofísico

PLANOS



ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA

Realización



Fecha

Marzo 2010

Escala

1/2000
Original en DIN A3

Reconocimiento geofísico mediante sísmica pasiva
Localización de los perfiles PS-12 y PS-13

Plano 7



ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUROS Y ESTRUCTURAS DE LA RIBERA DE LA RÍA DE BILBAO ENTRE LA PEÑA Y ELORRIETA

Realización



Fecha

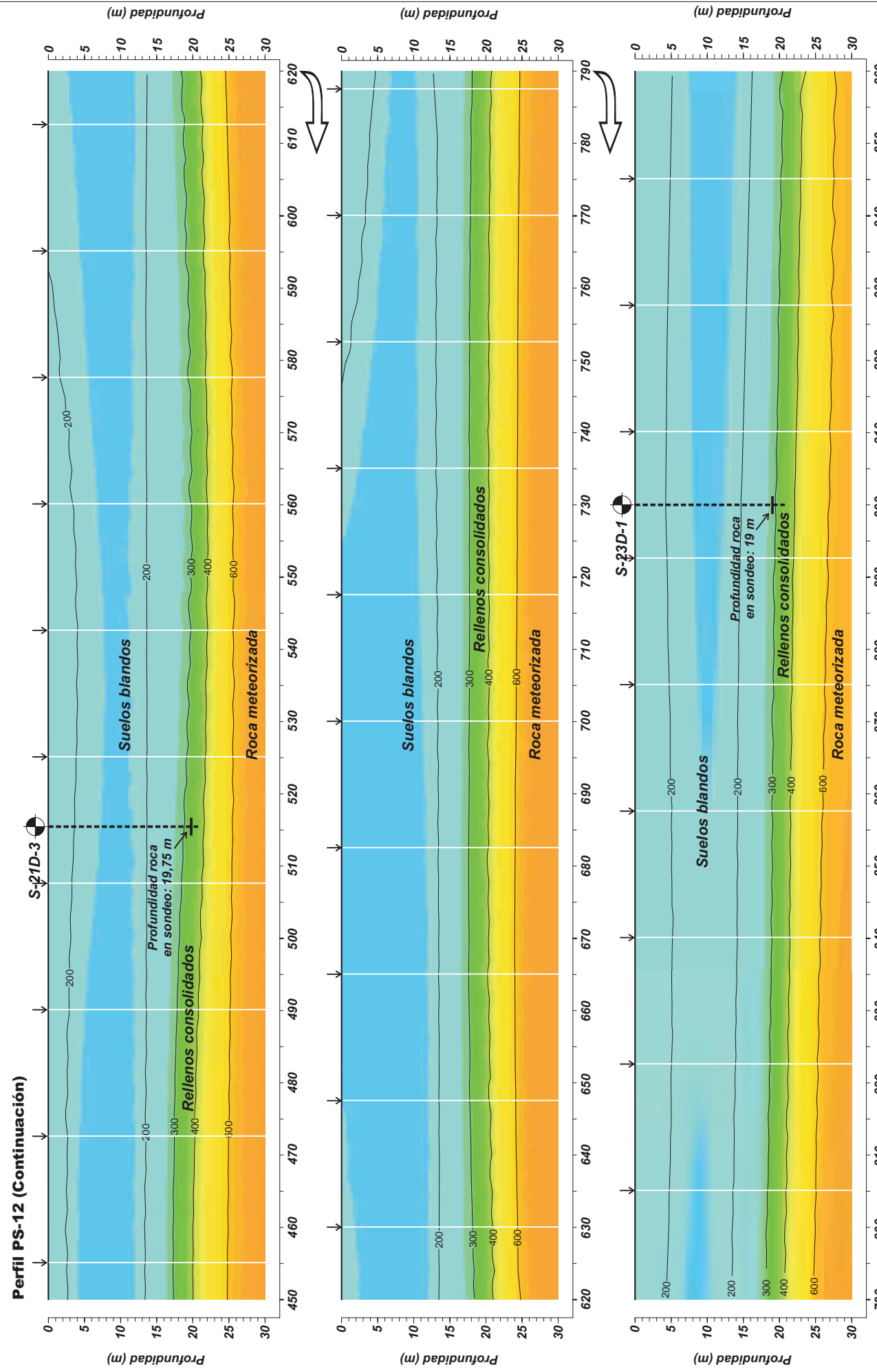
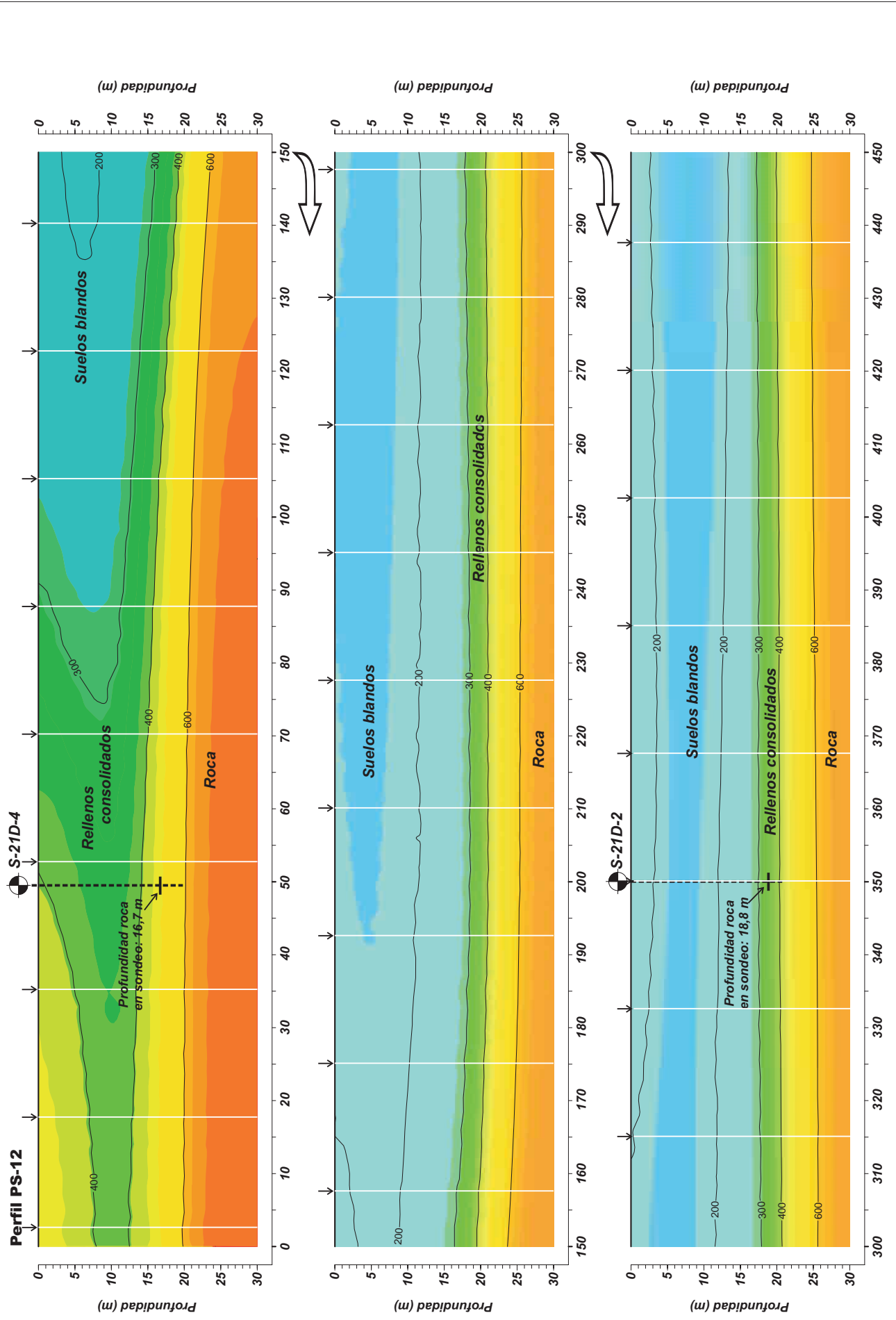
Marzo 2010

Escala

1/2000
Original en DIN A3

Reconocimiento geofísico mediante sísmica pasiva
Localización de los perfiles PS-12 y PS-13

Plano 8



ESTUDIO DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL CANAL DE DEUSTO , SONDEOS Y CPTU (EUSKONTROL, 2008)

1.- INTRODUCCIÓN

Peticionario:

EUSKONTROL

Obra:

Márgen izquierdo del Deusto, Bilbao.

Ensayos realizados:

Durante los días 18-19-20 de noviembre de 2008, se han llevado a cabo 5 ensayos de penetración estática con piezocono (CPTU) mediante equipo de penetración PAGANI TG 63/100KN.

El siguiente cuadro muestra un resumen de los ensayos realizados, profundidades alcanzadas, espesor de la columna de agua y mecanismos de "prehole".

Denominación Ensayo	Profundidad de Ensayo (m)	Columna de agua medida in situ (m)	Columna de agua según batimetrías (m)	Tipo de prehole	Prof. Prehole (m)
CPTU-1	11,30	5,0	7,0	Sondeo	2,50
CPTU-2	12,45	8,0	10,0	Sondeo	9,50
CPTU-3	12,79	1,0	1,0	Revestimiento	1,80
CPTU-4	19,58	3,0	3,00	Sondeo	4,50
CPTU-5	14,94	1,50	1,50	Revestimiento	3,30

* La columna de agua medida según batimetrías y las medidas in situ en el momento del ensayo no coinciden ya que las medidas in situ se tomaron dentro de un tubo de revestimiento y es posible que se produjeran fenómenos de sifonamiento.

2.- FUNDAMENTOS DEL ENSAYO

El ensayo de penetración estática CPTU consiste en la introducción de un cono unido a un tren de varillaje mediante el empuje de una central hidráulica a una velocidad constante de 2 cm/seg. El cono está provisto de distintos sensores, los cuales nos dan medida cada 1-2 cm de la resistencia en punta Q_c , resistencia en fuste F_s , sobrepresión de poros U , inclinación y velocidad.

La introducción de la medida de la presión de poros (U) ha aumentado considerablemente la potencialidad de la punta eléctrica (CPTU). La medida de la presión dinámica del agua en los poros durante la penetración presenta aspectos que tienen que ser atentamente estudiados para la proyección y construcción de un piezocono; estos aspectos son:

- la elección de la posición del filtro, en nuestro caso es U2



- la posición del sensor-transmisor respecto al filtro
- las características del filtro
- la saturación de la punta

El filtro debe ser rígido de manera que la presión dinámica de poros medida no esté influenciada por los efectos de la compresión del filtro debida a la presión contra el terreno.

Para obtener un tiempo de respuesta muy breve, es decir una respuesta de alta frecuencia, la cavidad rellena de fluido debe ser pequeña, el fluido debe tener una baja

viscosidad y compresibilidad, el filtro poroso debe tener permeabilidad alta y una elevada relación entre área y espesor anular (Smith, 1982).

De todos modos, para mantener la saturación, el filtro debería tener un “high air entry value”, es decir una elevada resistencia al paso del aire, lo cual requiere una granulometría fina del filtro y/o el uso de un fluido viscoso.

Claramente, siendo en parte contrapuestos, no todos estos requisitos pueden ser satisfechos.

Los investigadores de la UBC (P. Robertson y G. Campanella, 1986), obtuvieron buenos resultados usando glicerina como fluido saturado y un filtro de plástico poroso (polipropileno hidrófilo) con granulometría nominal, antes de la fusión, de 120 micron. La permeabilidad del filtro era de 1×10^{-2} cm/seg.

Smith (1982) sugirió adoptar una granulometría del filtro tal que el diámetro de los poros fuera de unos 2 micron.

La compresibilidad del filtro juega un papel todavía más importante si este está localizado sobre la punta del cono o en el tramo cónico de la punta. Durante la penetración en terrenos compactos con elevada resistencia a la punta q_c , el elemento poroso sujeto a compresión puede generar elevadas presiones de poros positivas. Bajo este perfil las experiencias desarrolladas en la UCB, han mostrado un comportamiento mecánico de los filtros en polipropileno no significativamente diferente del de filtros cerámicos.

El filtro puede estar constituido de plástico poroso o material cerámico o acero inoxidable: su función es consentir movimientos rápidos de los extremadamente pequeños volúmenes de agua necesarios para activar el sensor-transmisor de presión, además de impedir la obturación por parte de las partículas finas de terreno.

El piezocono utiliza un sensor-transmisor a baja variación de volumen montado en el interior de la punta cónica; además es muy pequeño el volumen entre el sensor-transmisor la superficie externa del filtro poroso, lo cual es importante para minimizar el tiempo de respuesta del sistema y para la desaireación.

Desde el punto de vista de la geotecnia presenta tres aplicaciones principales:

- Determinar el perfil estratigráfico del terreno
- Evaluar parámetros geotécnicos de las capas atravesadas
- Cálculo de la capacidad portante del terreno y asentos frente a sollicitaciones externas.

El ensayo se realiza en general en suelo de granulometría más fina que arenas con gravas; la presencia de bolos, gravas, niveles cementados lleva al rechazo de la prueba e incluso puede ocasionar daños en los equipos. Por tanto el campo de aplicabilidad óptima son suelos blandos (tanto granulares como cohesivos).

3.- ADQUISICIÓN DE DATOS (CPTe – CPTU)

La punta eléctrica produce señales continuas que se prestan a ser elaborados y visualizados en diversos modos.

El sistema base puesto a punto en Holanda (De Ruyter, 1982), está constituido por una centralita de recepción de la señal colocada en superficie, la cual:

- provee la tensión a los puntos eléctricos de los extensímetros
- amplía la señal de retorno de milivolt a valores apropiados
- reduce los señales amplificadas en unidades ingenieriles

Las señales se transmiten normalmente a través de un cable, introducido en las varillas de empuje en lugar de las varillas internas (usadas para el ensayo CPT). Existe también la posibilidad de convertir, en la punta, la señal de eléctrica a sónica y transmitirla por tanto a la centralita en superficie a través de las varillas de empuje, evitando el empleo del cable eléctrico de transmisión.

La centralita recibe también los impulsos de un generador de impulsos (*encoder*), conectado mecánicamente al dispositivo de empuje y que provee el parámetro profundidad.

Un registrador en superficie (ordenador portátil), provee en función de la profundidad, los gráficos continuos de la resistencia de punta, de rozamiento lateral local y de la presión de poros si se usa el piezocono.

Las medidas se obtienen cada 1-2 cm.

4.- APLICACIONES DEL ENSAYO

El ensayo CPTU, es un instrumento inigualable para:

- obtener la estratigrafía a lo largo la vertical
- individualizar los tipos de terreno atravesados
- el ángulo de rozamiento y la compresibilidad drenada de los terrenos granulares
- la resistencia al corte sin drenaje de los terrenos cohesivos
- informaciones a cerca de la presión hidrostática del nivel freático en el terreno a diferentes cotas
- evaluación sobre las características de consolidación de los materiales cohesivos blandos.

La profundidad de penetración en el terreno está en función de las posibilidades de empuje del penetrómetro empleado y de la naturaleza del terreno. Gravas o pequeños cantos constituyen normalmente un obstáculo para la penetración.

La valoración de los parámetros geotécnicos también está fundada en correlaciones empíricas. Es frecuente el uso directo de los resultados en la valoración de la capacidad portante de los pilotes. Los resultados también se utilizan directamente para estudiar, partiendo de bases empíricas, la capacidad portante y los asientos de las cimentaciones superficiales.

5.- CORRELACIONES

Seleccionando el tipo de interpretación litológica aconsejada, se obtiene automáticamente la estratigrafía con el intervalo del equipo e interpolación automática de los estratos.

A continuación se muestran las interpretaciones litológicas más aconsejadas para este ensayo.

- CPTU: Robertson 1990-A, Robertson 1990-B
- CPT: Douglas-Olsen 1981, Robertson 1983, Robertson 1986
- CPT: Robertson 1986, Schmertmann 1978

En anejos se detalla una correlación de los parámetros geotécnicos en función del autor utilizado.

6.- DISIPACIONES

Si se detiene la penetración del piezocono en el terreno, la presión de poros en exceso debida a la penetración inicia a disiparse para restituir el equilibrio.

La velocidad de disipación depende del coeficiente de consolidación que, a su vez, está en función de la compresibilidad y de la permeabilidad del terreno.

Un ensayo de disipación puede ser fácilmente efectuado a cualquier profundidad, midiendo la velocidad con la cual tiene lugar la disipación de la presión de poros en exceso, hasta un cierto porcentaje del valor de equilibrio; este último coincide en general con el valor de la presión hidrostática existente a la profundidad del sensor-transmisor.

A la profundidad de ejecución del ensayo de disipación, el empuje se detiene, y en ciertas ocasiones es oportuno contemporáneamente liberar la batería de las varillas de la cabeza o de la mordaza de empuje de modo que el acortamiento elástico de las varillas, que se verifica durante la penetración, pueda descargarse hacia el alto dejando parado el cono.

Generalmente el ensayo se detiene después de haber alcanzado un porcentaje preestablecido (50 – 80 %) de disipación del exceso de la presión de poros.

No es frecuente que se adopte un período de tiempo para todas las disipaciones en cualquier terreno.

Se han realizado disipaciones, repartidas a lo largo de los diversos ensayos y teniendo en cuenta las condiciones óptimas de U_0 para así obtener un valor de C_h lo más real posible.

La siguiente tabla resume los ensayos de disipación realizados:

CPTU	Prof (m)	Duración (seg)	C_h (cm ² /sec)
CPTU-3	3,22	1020	0,023797
CPTU-3	5,12	900	0,029089
CPTU-3	7,67	1020	0,021391
CPTU-3	10,56	600	0,037016
CPTU-4	13,77	960	0,024560
CPTU-4	15,44	1380	0,015933
CPTU-4	17,78	900	0,025393
CPTU-5	9,15	720	0,037920
CPTU-5	14,06	780	0,027311

Granada, 27 noviembre de 2008



Responsable
Jose Javier Pérez Saldaña



Jefe de área
Diego Roldán López

ANEJOS

- CPTU-1
 1. DATOS OBTENIDOS EN PROFUNDIDAD
 2. ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS
 3. GRÁFICA LITOLÓGÍAS

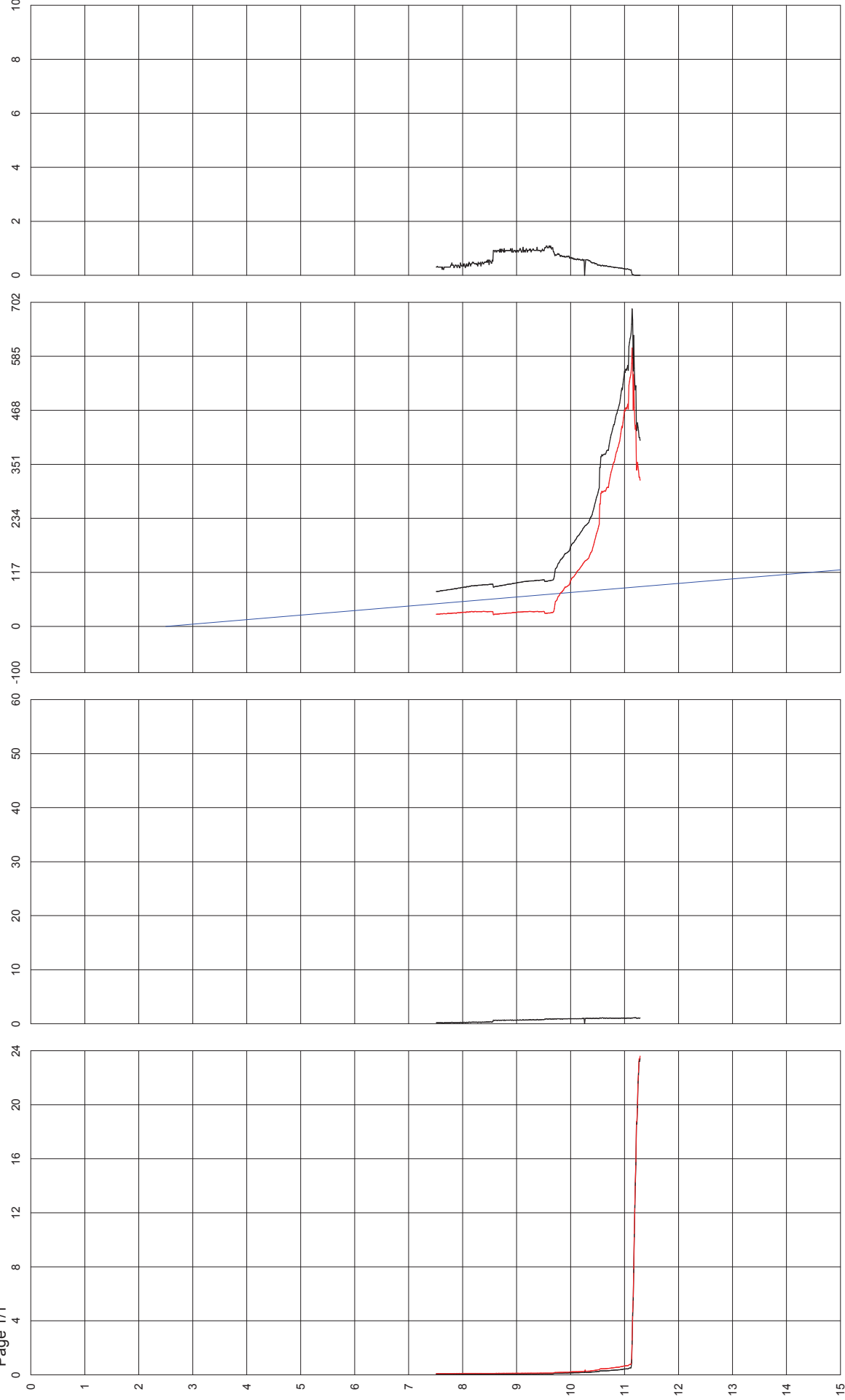
- CPTU-2
 4. DATOS OBTENIDOS EN PROFUNDIDAD
 5. ESTIMACIÓN DE PARAMETROS GEOTÉCNICOS
 6. GRÁFICA LITOLÓGÍAS

- CPTU-3
 7. DATOS OBTENIDOS EN PROFUNDIDAD
 8. ESTIMACIÓN DE PARAMETROS GEOTÉCNICOS
 9. GRÁFICA LITOLÓGÍAS
 10. ANÁLISIS DE DISIPACIONES

- CPTU-4
 11. DATOS OBTENIDOS EN PROFUNDIDAD
 12. ESTIMACIÓN DE PARAMETROS GEOTÉCNICOS
 13. GRÁFICA LITOLÓGÍAS
 14. ANÁLISIS DE DISIPACIONES

- CPTU-5
 15. DATOS OBTENIDOS EN PROFUNDIDAD
 16. ESTIMACIÓN DE PARAMETROS GEOTÉCNICOS
 17. GRÁFICA LITOLÓGÍAS
 18. ANÁLISIS DE DISIPACIONES

ANEJO 1. CPTU-1 DATOS OBTENIDOS EN PROFUNDIDAD



TGSW03 for Pagani Geotechnical Equipment acquisition systems

ANEJO 2. CPTU-1 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Nr: Número progresivo estrato
 Prof: Profundidad estrato (m)
 Tipo: C: Cohesivo. I: Granular. CI: Cohesivo-Granular
 Cu: Cohesión no drenada (Kg/cm²)
 Eu: Módulo de deformación no drenado (Kg/cm²)
 Mo: Módulo edométrico (Kg/cm²)
 G: Módulo de deformación al corte (Kg/cm²)
 OCR: Grado de sobre consolidación
 Puv: Peso específico (t/m³)
 PuvS: Peso específico saturado (t/m³)
 Dr: Densidad relativa (%)
 Fi: Ángulo de rozamiento interno (°)
 Ey: Módulo de Young (Kg/cm²)
 K: Permeabilidad (cm/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	K
1	7,50												0,00E+00
2	11,13	CI	0,07	58,43	9,08	35,07	<0.5	1,54	1,62	<5	17,65	2,89	1,00E-03
3	11,14	I	--	--	-1,93	190,98	<0.5	1,9	2,2	<5	27,4	46,31	1,00E-03
4	11,20	I	--	--	0,18	443,62	<0.5	1,9	2,2	<5	45,0	183,98	1,00E-03
5	11,30	I	--	--	3,96	742,87	<0.5	1,9	2,2	<5	45,0	427,79	1,00E-03

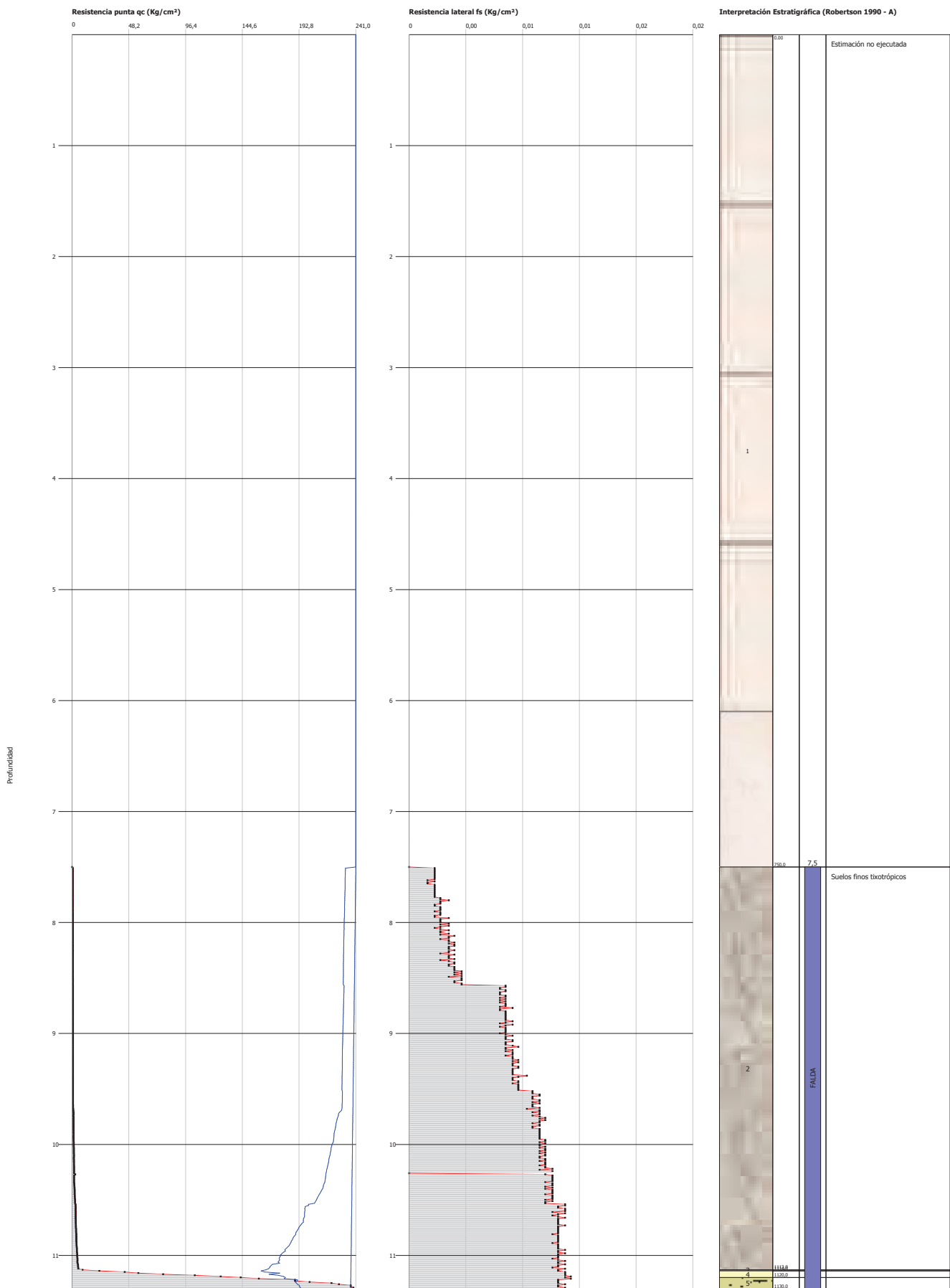
ANEJO 3. CPTU-1 GRAFICA LITOLOGIAS

Probe CPTU - Piezocone CPTU-1
 Equipo utilizado... PAGANI 200 kN (CPTU)
 Diagrama Resistencias qc fs

Ciente : EUSKONTROL
 Obra : Margen Izdo Deusto
 Localidad : Bilbao

Fecha :18/11/2008

Escala 1:48



NATURALEZA LITOLÓGICA (Robertson 1990 - A)

Profundidad (m)
 0,01-7,50
 7,51-11,13
 11,14-11,14
 11,15-11,20
 11,21-11,30

Litología: Robertson 1990 - A
 Estimación no ejecutada
 Suelos finos tixotrópicos
 Arenas limosas - Limos Arenosos
 Arenas - Arenas limosas
 Arenas

ANEJO 4
 CPTU-2
 DATOS OBTENIDOS EN PROFUNDIDAD

Genthal Services S.L.

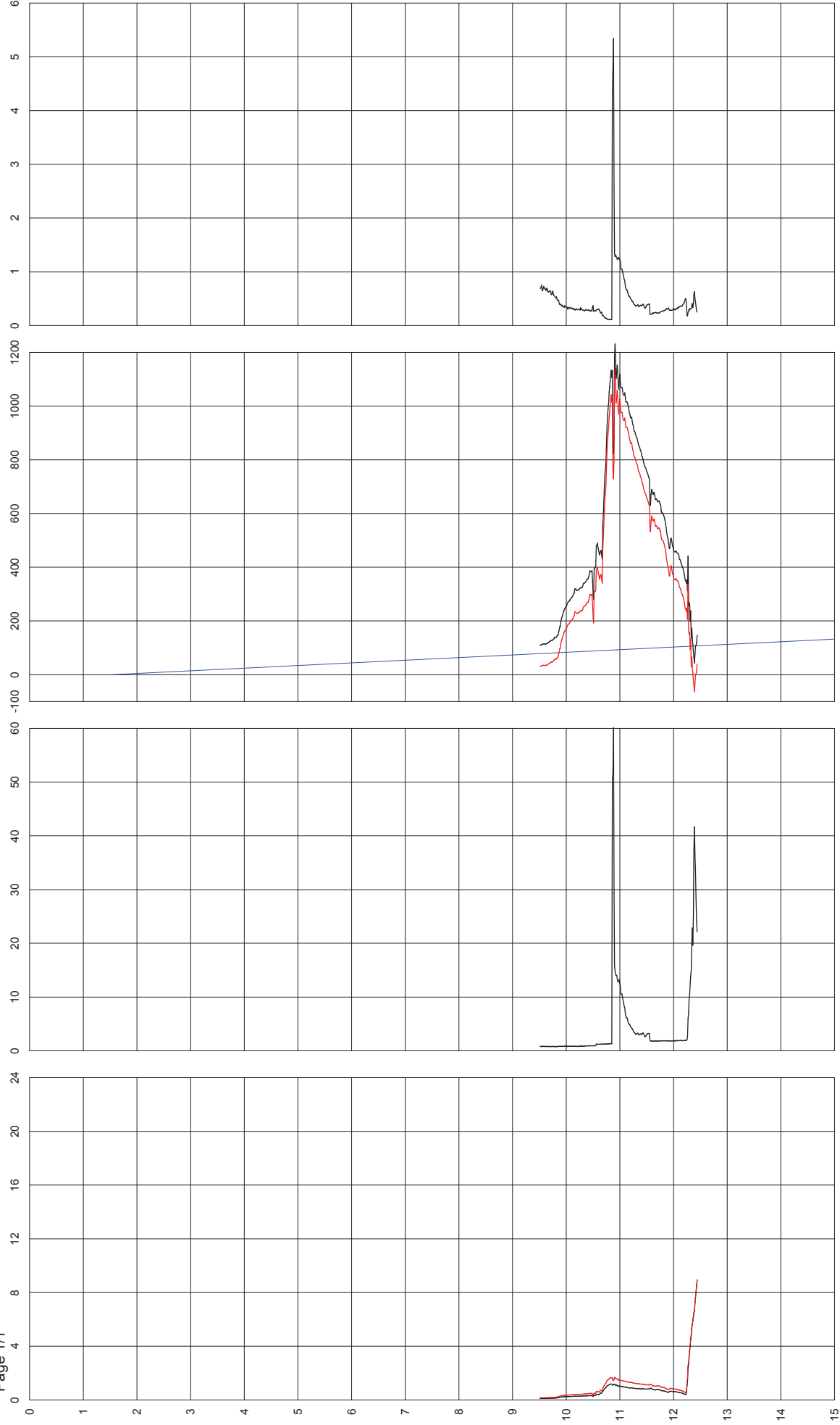
Commissioner: EUSKONTROL

Site: MARGEN IZ DEUSTO
 Locality: BILBAO

Test Location: CPTU-2
 Date: 19/11/2008

Abs. quota [cm]: 0
 Prehole [cm]: 950
 Hydrostatic Line [cm]: -150

Page 1/1



Qc, qt [MPa]

Fs [kPa]

U2, U0, U2-U0 [kPa]

Rf [%]

ANEJO 5.
CPTU-2

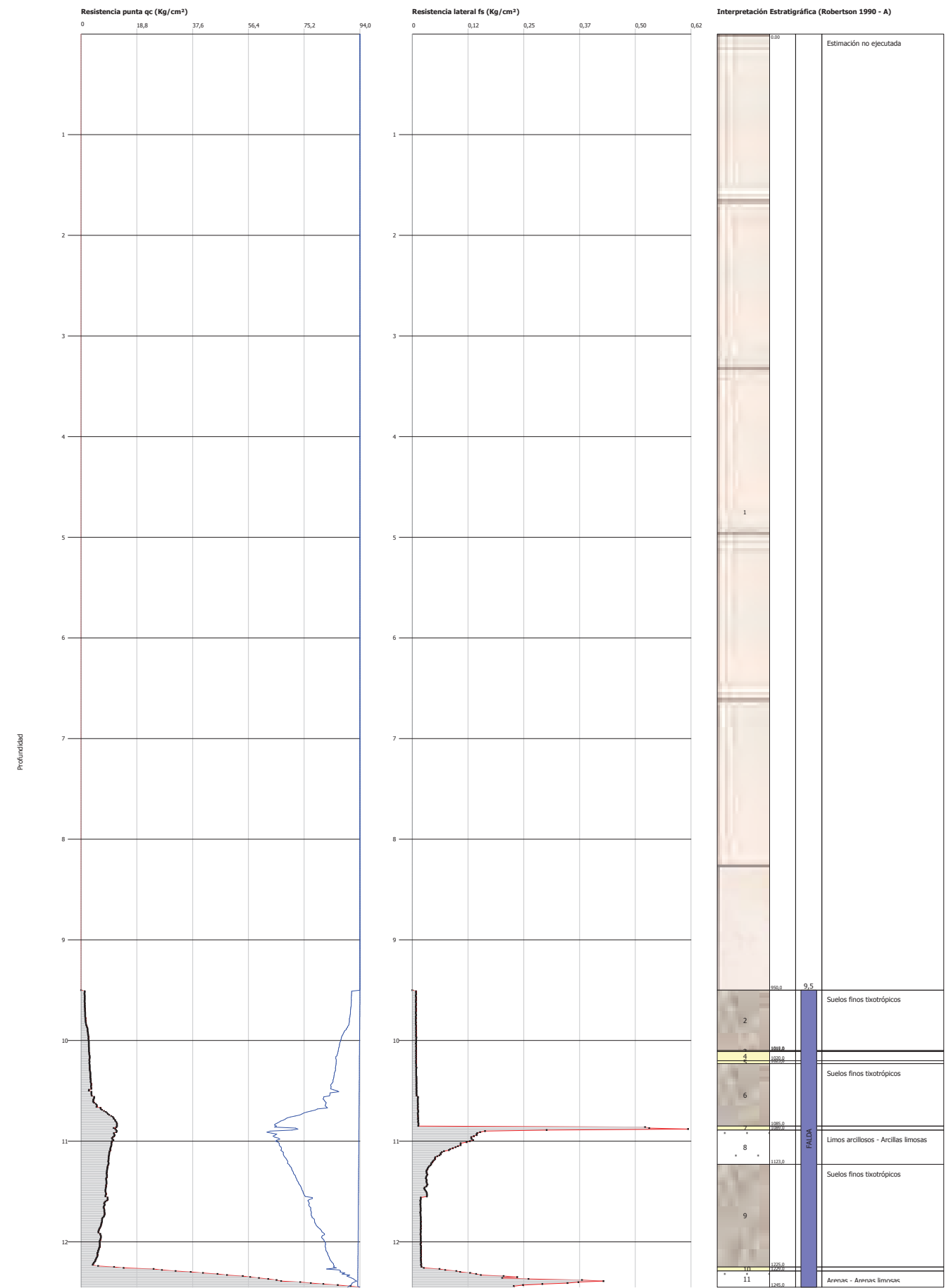
ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Nr: Número progresivo estrato
 Prof: Profundidad estrato (m)
 Tipo: C: Cohesivo. I: Granular. CI: Cohesivo-Granular
 Cu: Cohesión no drenada (Kg/cm²)
 Eu: Módulo de deformación no drenado (Kg/cm²)
 Mo: Módulo edométrico (Kg/cm²)
 G: Módulo de deformación al corte (Kg/cm²)
 OCR: Grado de sobre consolidación
 Puv: Peso específico (t/m³)
 PuvS: Peso específico saturado (t/m³)
 Dr: Densidad relativa (%)
 Fi: Ángulo de rozamiento interno (°)
 Ey: Módulo de Young (Kg/cm²)
 K: Permeabilidad (cm/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	K
1	9,50												0,00E+00
2	10,10	CI	0,09	67,11	11,03	39,78	<0.5	1,57	1,65	<5	17,8	3,55	1,00E-03
3	10,11	C	0,13	100,0	15,88	50,68	0,5	1,63	1,71	--	--	--	1,00E-03
4	10,20	I	--	--	-0,19	52,59	<0.5	1,9	2,2	<5	18,26	5,61	1,00E-03
5	10,23	I	--	--	-0,16	52,65	<0.5	1,9	2,2	<5	18,26	5,62	1,00E-03
6	10,85	CI	0,27	206,14	29,52	79,32	<0.5	1,76	1,84	<5	19,47	10,99	1,00E-03
7	10,89	C	0,58	431,6	46,23	124,72	9,0	1,88	1,96	--	--	--	5,12E-08
8	11,23	C	0,5	376,44	43,7	114,85	9,0	1,86	1,94	--	--	--	1,00E-03
9	12,25	CI	0,36	268,29	36,04	93,87	1,91	1,8	1,88	25,78	20,25	14,49	1,00E-03
10	12,29	I	--	--	61,11	197,5	4,45	1,9	2,2	55,1	27,98	48,93	1,00E-03
11	12,45	I	--	--	82,59	359,85	>9	1,9	2,2	81,81	45,0	130,62	1,00E-03

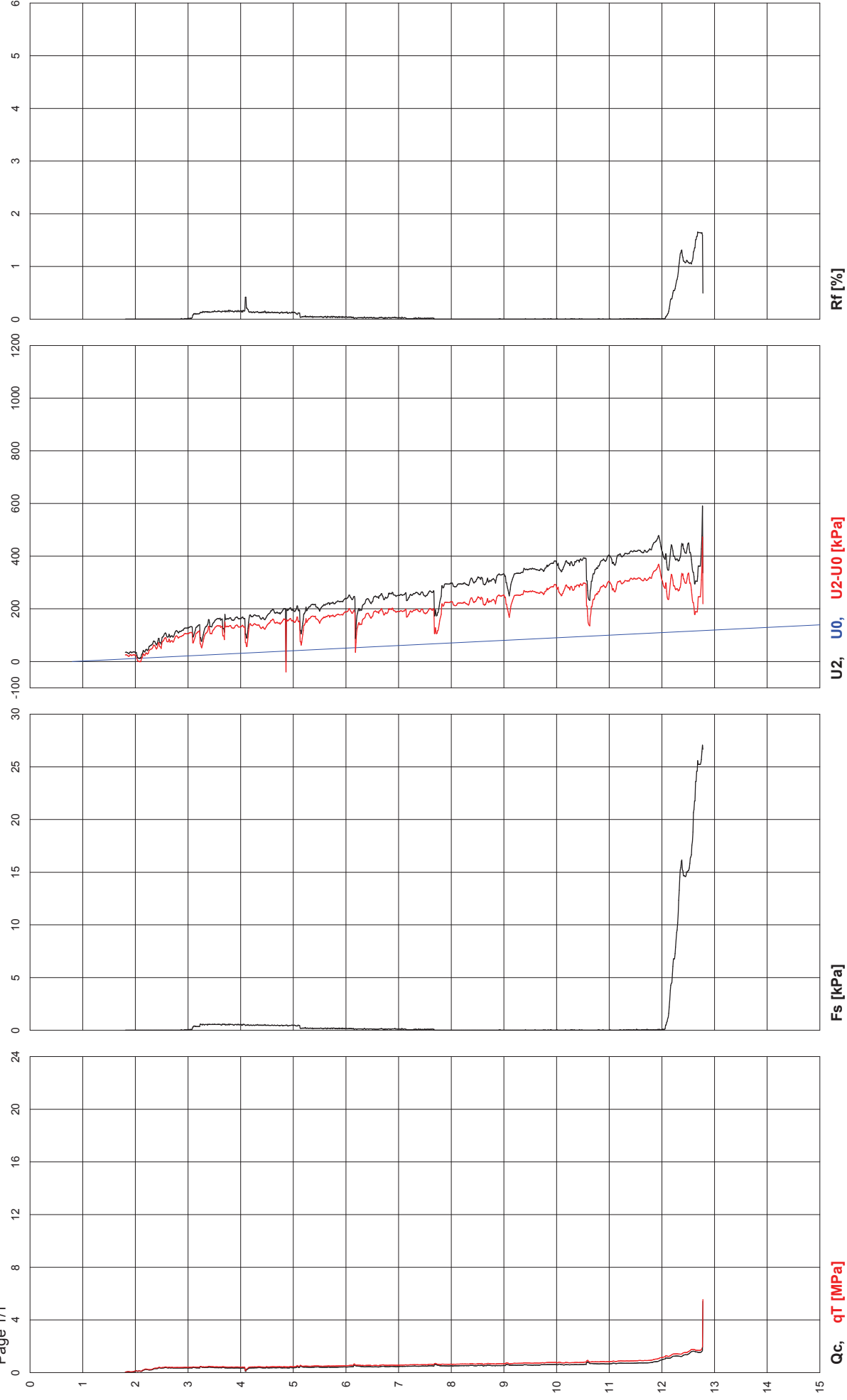
ANEJO 6.
 CPTU-2
 GRÁFICA LITOLÓGÍAS



NATURALEZA LITOLÓGICA (Robertson 1990 - A)

Profundidad (m)	Litología: Robertson 1990 - A
0,01-9,50	Estimación no ejecutada
9,51-10,10	Suelos finos tixotrópicos
10,11-10,11	Limos arcillosos - Arcillas limosas
10,12-10,20	Arenas limosas - Limos Arenosos
10,21-10,23	Arenas - Arenas limosas
10,24-10,85	Suelos finos tixotrópicos
10,86-10,89	Arcillas - Arcillas limosas
10,90-11,23	Limos arcillosos - Arcillas limosas
11,24-12,25	Suelos finos tixotrópicos
12,26-12,29	Arenas limosas - Limos Arenosos
12,30-12,45	Arenas - Arenas limosas

**ANEJO 7.
CPTU-3
DATOS OBTENIDOS EN PROFUNDIDAD**



ANEJO 8.
CPTU-3
ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Nr: Número progresivo estrato
 Prof: Profundidad estrato (m)
 Tipo: C: Cohesivo. I: Granular. CI: Cohesivo-Granular
 Cu: Cohesión no drenada (Kg/cm²)
 Eu: Módulo de deformación no drenado (Kg/cm²)
 Mo: Módulo edométrico (Kg/cm²)
 G: Módulo de deformación al corte (Kg/cm²)
 OCR: Grado de sobre consolidación
 Puv: Peso específico (t/m³)
 PuvS: Peso específico saturado (t/m³)
 Dr: Densidad relativa (%)
 Fi: Ángulo de rozamiento interno (°)
 Ey: Módulo de Young (Kg/cm²)
 K: Permeabilidad (cm/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	K
1	1,80												0,00E+00
2	1,86	CI	0,02	16,84	2,92	17,16	<0.5	1,34	1,42	<5	17,2	0,9	0,00E+00
3	1,87	I	--	--	0,01	20,53	<0.5	0,0	0,0	<5	17,27	1,2	0,00E+00
4	1,90	I	--	--	0,01	19,08	<0.5	0,0	0,0	<5	17,24	1,07	0,00E+00
5	1,91	I	--	--	79,02	17,16	>9	0,0	0,0	36,0	17,2	0,9	0,00E+00
6	1,92	CI	0,02	16,82	2,92	17,16	>9	1,33	1,41	29,81	17,2	0,9	0,00E+00
7	1,93	I	--	--	69,2	15,94	>9	0,0	0,0	24,55	17,18	0,8	0,00E+00
8	12,13	CI	0,25	175,84	27,63	75,33	<0.5	1,73	1,81	5,0	19,27	10,1	1,00E-03
9	12,15	I	--	--	12,77	122,54	<0.5	1,9	2,2	8,23	22,03	22,4	1,00E-03
10	12,18	C	0,57	403,16	46,15	124,38	9,0	1,87	1,95	--	--	--	1,00E-03
11	12,19	I	--	--	12,84	127,95	<0.5	1,9	2,2	10,17	22,4	24,04	1,00E-03
12	12,77	C	0,72	512,69	48,42	143,03	9,0	1,91	1,99	--	--	--	1,00E-03
13	12,79	I	--	--	59,21	355,0	1,9	1,9	2,2	56,63	45,0	127,76	1,00E-03

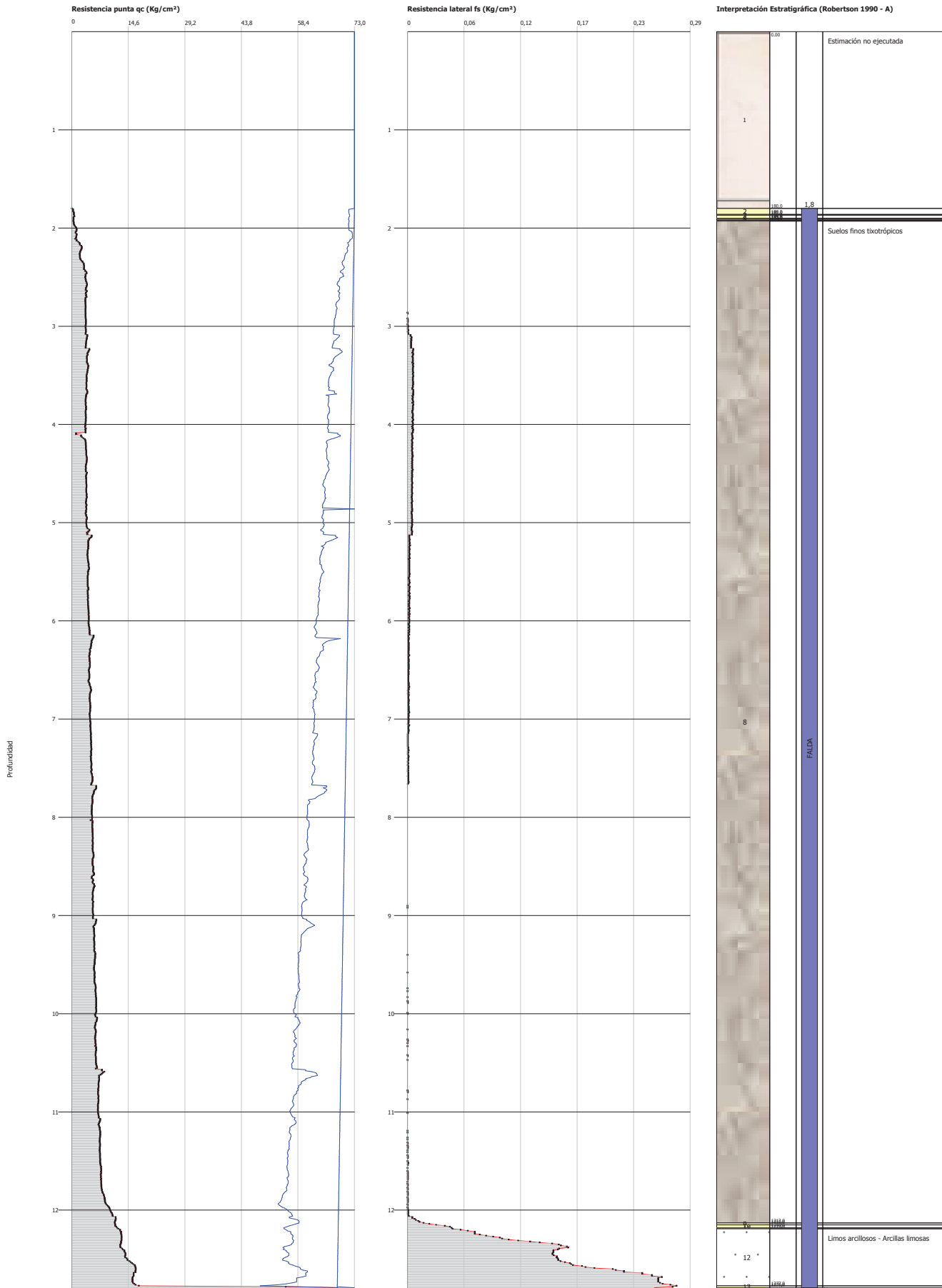
ANEJO 9. CPTU-3 GRÁFICA LITOLÓGÍAS

Probe CPTU - Piezocone CPTU-3
Equipo utilizado... PAGANI 200 kN (CPTU)
Diagrama Resistencias qc fs

Ciente : EUSKONTROL
Obra : Margen Izdo Deusto
Localidad : Bilbao

Fecha :19/11/2008

Escala 1:54



NATURALEZA LITOLÓGICA (Robertson 1990 - A)

Profundidad (m)
0,01-1,80
1,81-1,86
1,87-1,87
1,88-1,90
1,91-1,91
1,92-1,92
1,93-1,93
1,94-12,13
12,14-12,15
12,16-12,18
12,19-12,19
12,20-12,77
12,78-12,79

Litología: Robertson 1990 - A
Estimación no ejecutada
Suelos finos tixotrópicos
Arenas limosas - Limos Arenosos
Arenas - Arenas limosas
Arenas
Suelos finos tixotrópicos
Arenas
Suelos finos tixotrópicos
Arenas limosas - Limos Arenosos
Limos arcillosos - Arcillas limosas
Arenas limosas - Limos Arenosos
Limos arcillosos - Arcillas limosas
Arenas - Arenas limosas

ANEJO 10.
CPTU-3
ANÁLISIS DE DISIPACIONES

Genthal Services S.L.

Site: MARGEN IZ DEUSTO
Locality: BILBAO

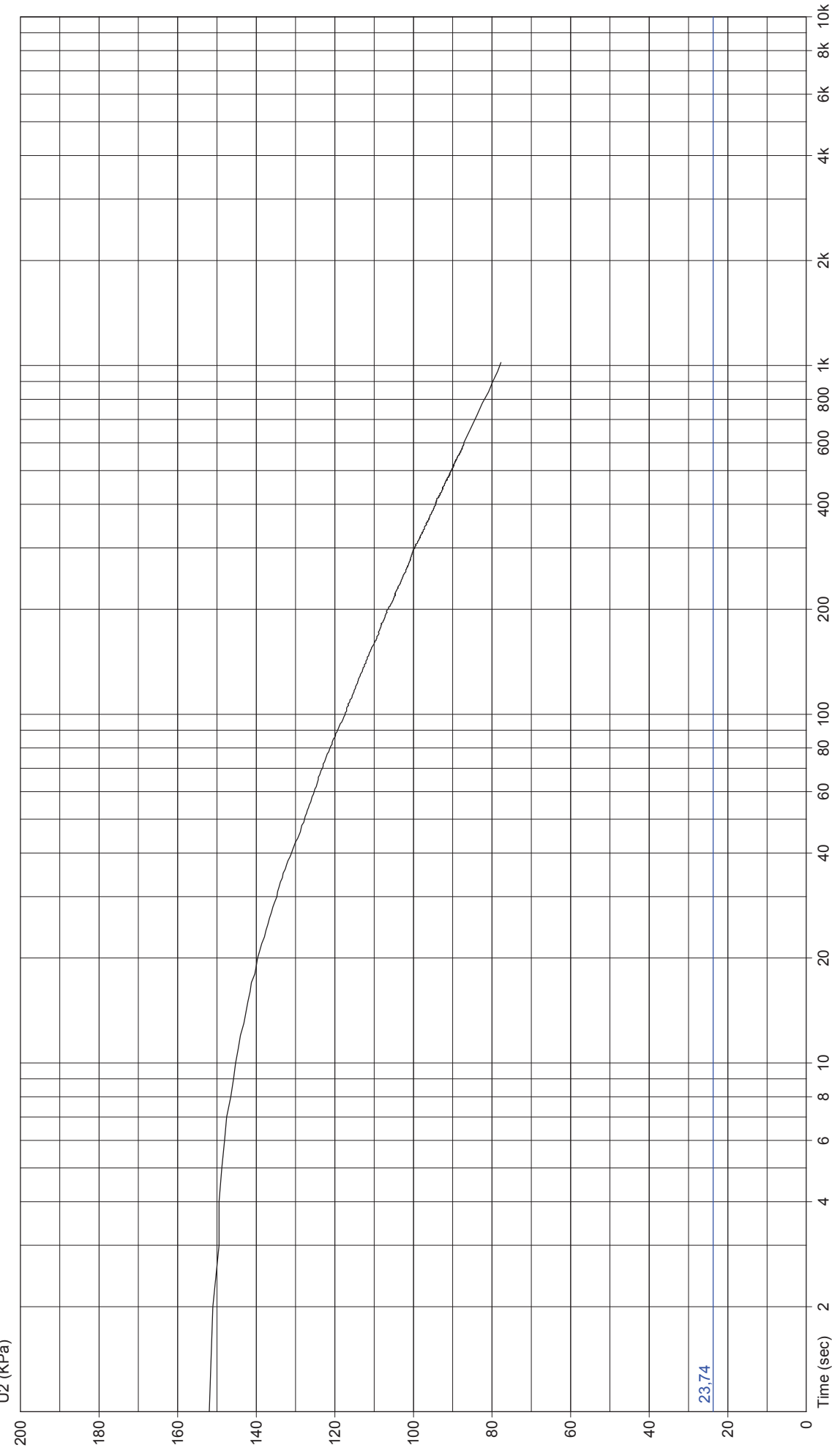
Dissip. Test N° 2.; Depth: 03.22 m.; Time : 1.020 [sec] - 00.17.00 [h.m.s]

Page 1/1

Commissioner: EUSKONTROL

Test Location: CPTU-3
Date: 19/1/2008

Abs. quota [cm]: 0
Prehole [cm]: 180
Hydrostatic Line [cm]: 80



U = Presión de poros al inicio de la disipación
U₀ = Presion hidrostática
U_{t50} = Presion de poros al 50% de la disipación
t₅₀ = tiempo en el que se alcanza el 50% de la disipación
T₅₀ = Factor de tiempo para t50
Ir = Indice de rigidez

CPTU-3

Disipación a cota -3,22 metros

U(Kpa)=	151,93
U ₀ (Kpa)=	23,74
U _{t50} (Kpa) =	87,83
t ₅₀ (seg) =	566,20
T ₅₀ (Kpa) =	0,25
R (cm)	1,78
IR = G/Su	301,28
G (Kpa) =	7387,35
Su (Kpa) =	24,52

$$Ch = \frac{T_{50} R^2 \sqrt{I_R}}{t_{50}}$$

Ch = 0,023797 cm²/sg

Genthal Services S.L.

Site: MARGEN IZ DEUSTO
Locality: BILBAO

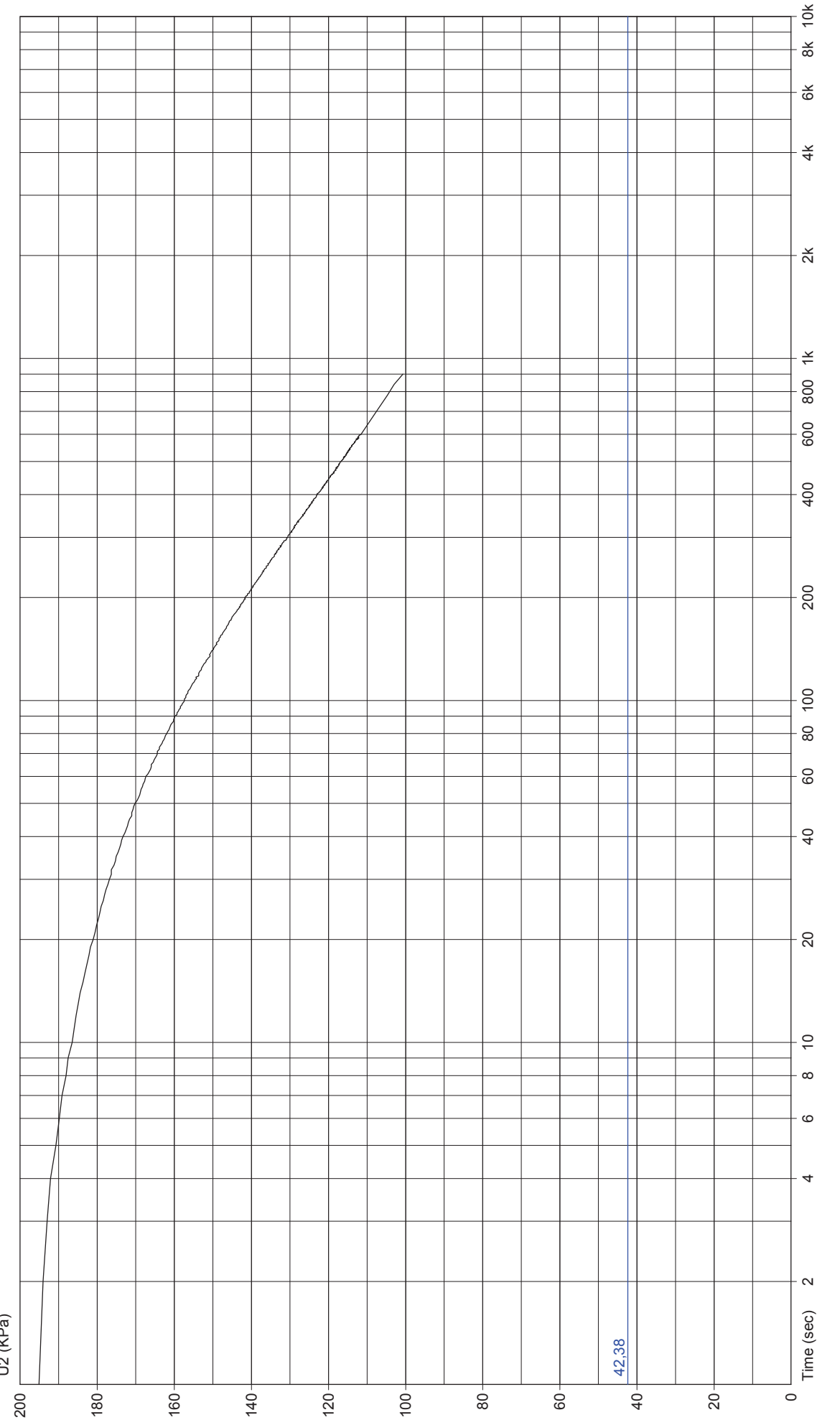
Dissip. Test N° 3 : Depth: 05.12 m ; Time : 900 [sec] - 00.15.00 [h.m.s]

Page 1/1

Test Location: CPTU-3
Date: 19/1/2008

Commissioner: EUSKONTROL

Abs. quota [cm]: 0
Prehole [cm]: 180
Hydrostatic Line [cm]: 80



U = Presión de poros al inicio de la disipación
U₀ = Presion hidrostática
U_{t50} = Presion de poros al 50% de la disipación
t₅₀ = tiempo en el que se alcanza el 50% de la disipación
T₅₀ = Factor de tiempo para t50
Ir = Indice de rigidez

CPTU-3

Disipación a cota -5,12 metros

U(Kpa)= 195,09
 U₀(Kpa)= 42,38
 U_{t50}(Kpa) = 118,73
 t₅₀ (seg) = 463,20
 T₅₀ (Kpa) = 0,25
 R (cm) 1,78
 IR = G/Su 301,28
 G (Kpa) = 7387,35
 Su (Kpa) = 24,52

$$Ch = \frac{T_{50} R^2 \sqrt{I_R}}{t_{50}}$$

Ch = 0,029089 cm²/sg

Genthal Services S.L.

Site: MARGEN IZ DEUSTO
Locality: BILBAO

Dissip. Test N° 4 ; Depth: 07.67 m ; Time : 1.020 [sec] - 00.17.00 [h.m.s]

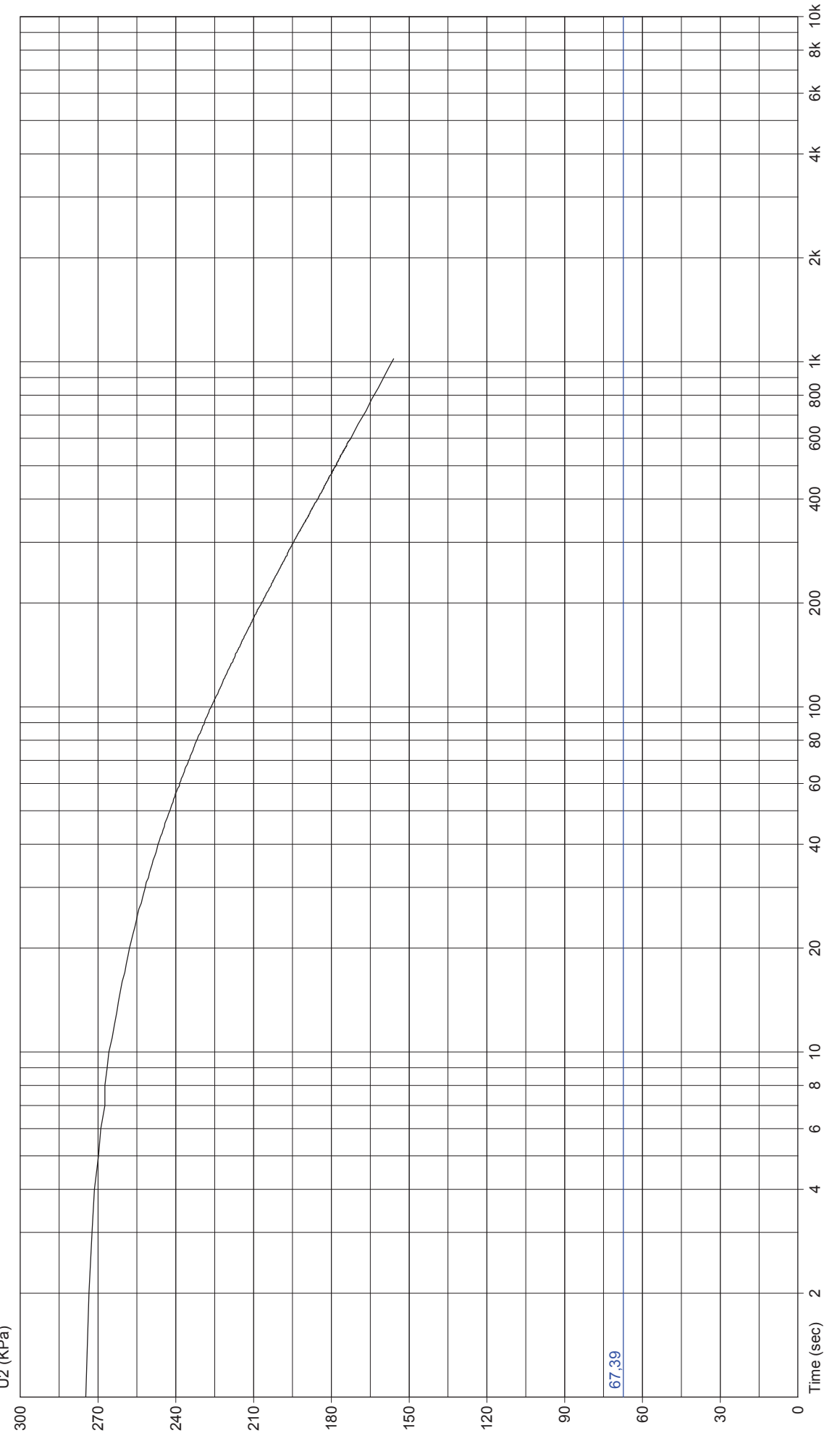
Page 1/1

U2 (KPa)

Commissioner: EUSKONTROL

Test Location: CPTU-3
Date: 19/11/2008

Abs. quota [cm]: 0
Prehole [cm]: 180
Hydrostatic Line [cm]: 80



U = Presión de poros al inicio de la disipación
U₀ = Presion hidrostática
U_{t50} = Presion de poros al 50% de la disipación
t₅₀ = tiempo en el que se alcanza el 50% de la disipación
T₅₀ = Factor de tiempo para t50
Ir = Indice de rigidez

CPTU-3

Disipación a cota -7,67 metros

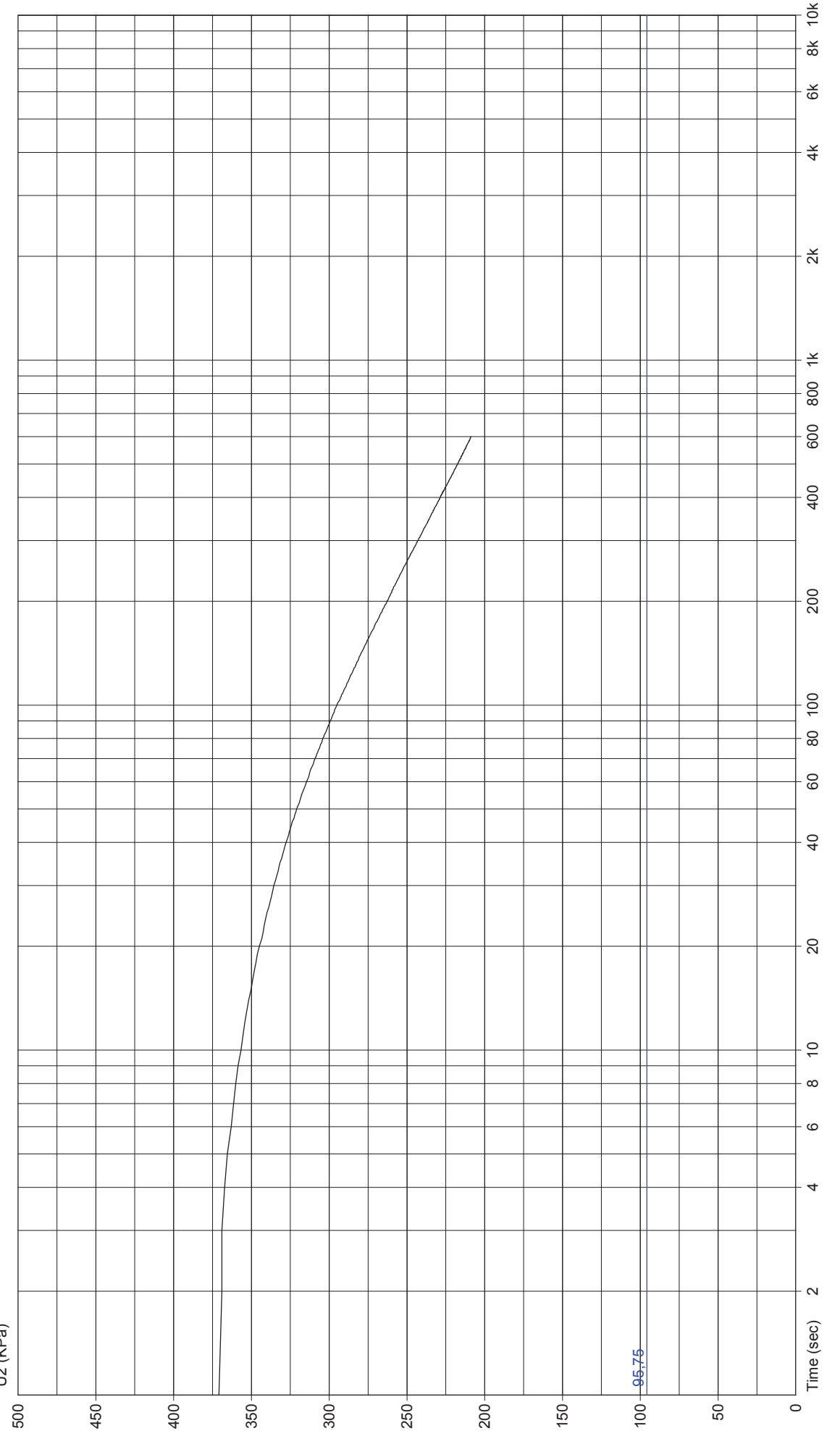
U(Kpa)=	274,74
U ₀ (Kpa)=	67,39
U _{t50} (Kpa) =	171,06
t ₅₀ (seg) =	629,89
T ₅₀ (Kpa) =	0,25
R (cm)	1,78
IR = G/Su	301,28
G (Kpa) =	7387,35
Su (Kpa) =	24,52

$$Ch = \frac{T_{50} R^2 \sqrt{I_R}}{t_{50}}$$

Ch = 0,021391 cm²/sg

Genthal Services S.L.		Commissioner: EUSKONTROL	
Site: MARGEN IZ DEUSTO	Test Location: CPTU-3	Abs. quota [cm]: 0	
Locality: BILBAO	Date: 19/1/2008	Prehole [cm]: 180	
Dissip. Test N° 5.: Depth: 10.56 m.; Time: 600 [sec] - 00.10.00 [h.m.s]		Hydrostatic Line [cm]: 80	

Page 1/1
U2 (KPa)



U = Presión de poros al inicio de la disipación
U₀ = Presion hidrostática
U_{t50} = Presion de poros al 50% de la disipación
t₅₀ = tiempo en el que se alcanza el 50% de la disipación
T₅₀ = Factor de tiempo para t50
Ir = Indice de rigidez

CPTU-3

Disipación a cota -10,56 metros

U(Kpa)=	370,88
U ₀ (Kpa)=	95,75
U _{t50} (Kpa) =	233,31
t ₅₀ (seg) =	364,00
T ₅₀ (Kpa) =	0,25
R (cm)	1,78
IR = G/Su	301,28
G (Kpa) =	7387,35
Su (Kpa) =	24,52

$$Ch = \frac{T_{50} R^2 \sqrt{I_R}}{t_{50}}$$

Ch = 0,037016 cm²/sg

ANEJO 11.
CPTU-4
DATOS OBTENIDOS EN PROFUNDIDAD

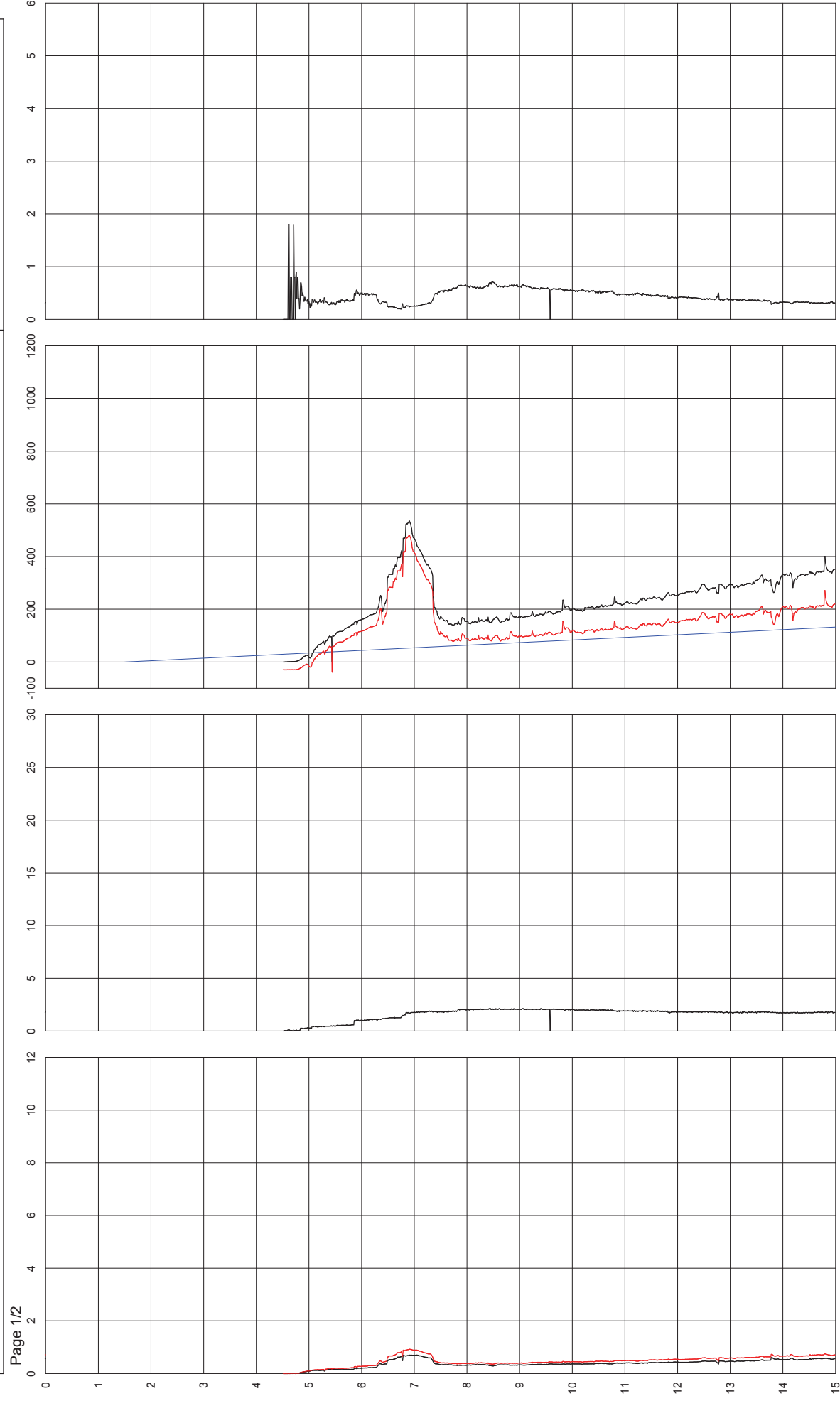
Genthal Services S.L.

Commissioner: EUSKONTROL

Site: MARGEN IZ DEUSTO
Locality: BILBAO

Test Location: CPTU-4
Date: 20/11/2008

Abs. quota [cm]: 0
Prehole [cm]: 450
Hydrostatic Line [cm]: 150



TGSW03 for Paganí Geotechnical Equipment acquisition systems

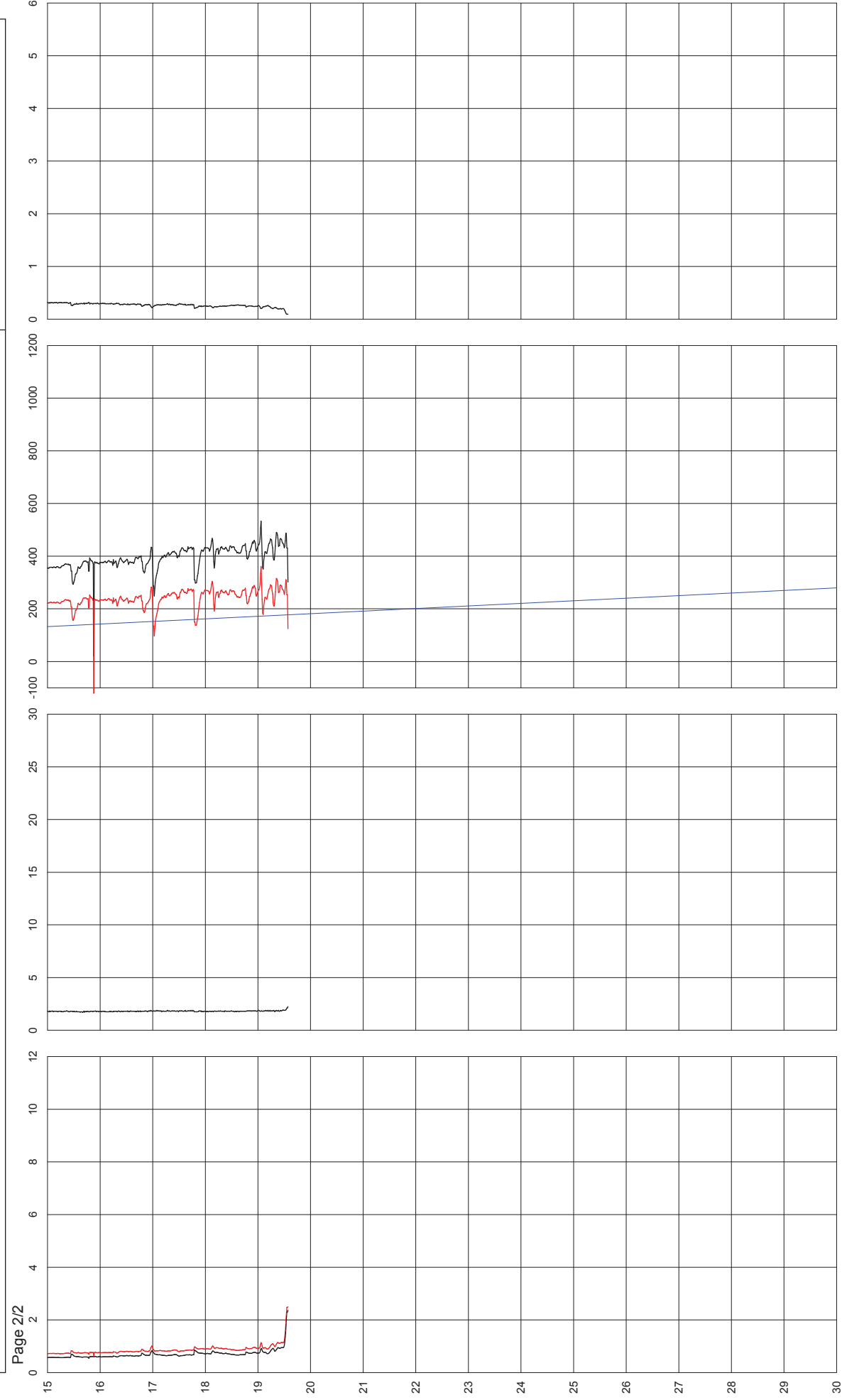
Genthal Services S.L.

Commissioner: EUSKONTROL

Site: MARGEN IZ DEUSTO
Locality: BILBAO

Test Location: CPTU-4
Date: 20/11/2008

Abs. quota [cm]: 0
Prehole [cm]: 450
Hydrostatic Line [cm]: 150



TGSW03 for Paganí Geotechnical Equipment acquisition systems

ANEJO 12.

CPTU-4

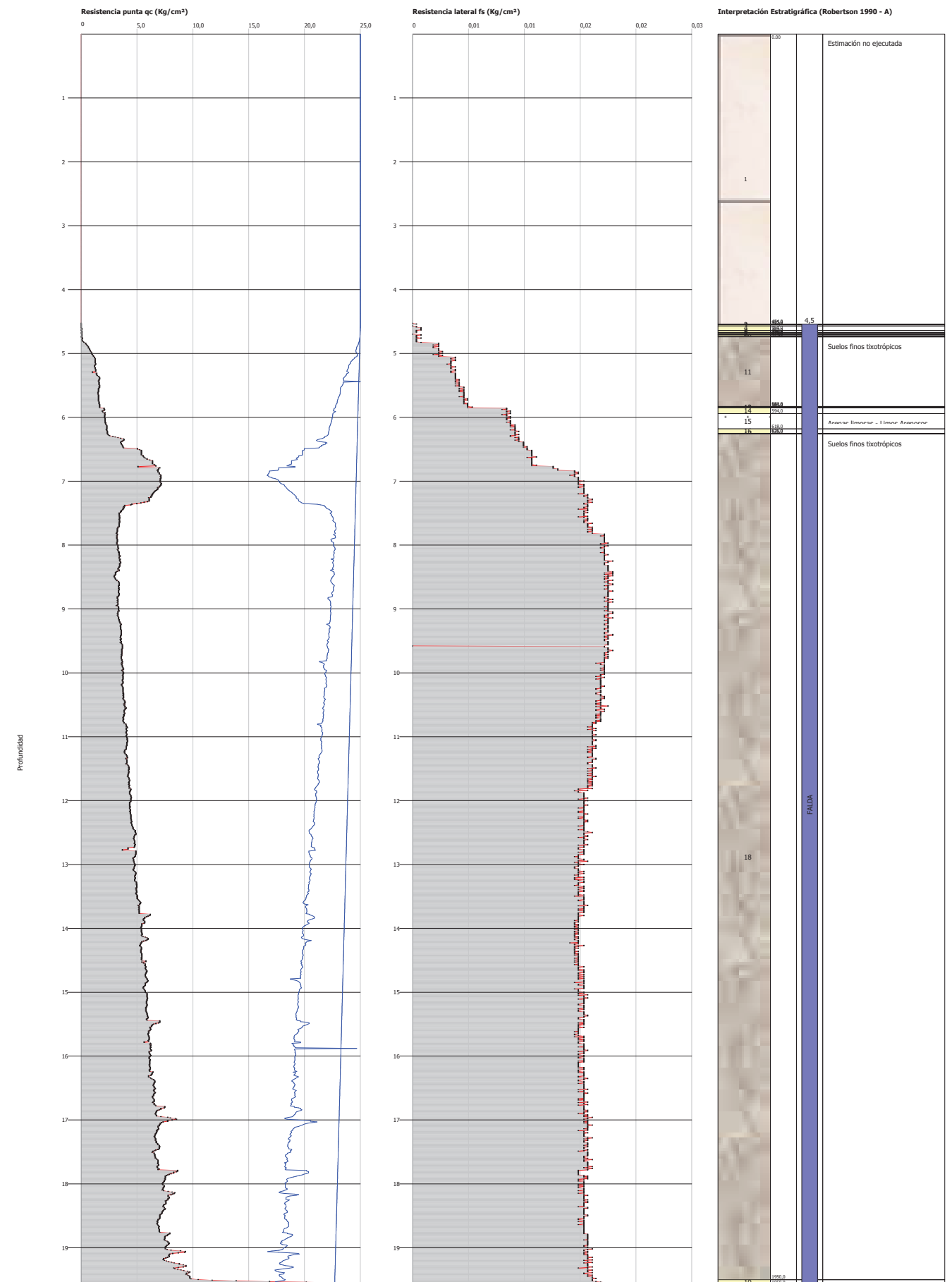
ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Nr: Número progresivo estrato
 Prof: Profundidad estrato (m)
 Tipo: C: Cohesivo. I: Granular. CI: Cohesivo-Granular
 Cu: Cohesión no drenada (Kg/cm²)
 Eu: Módulo de deformación no drenado (Kg/cm²)
 Mo: Módulo edométrico (Kg/cm²)
 G: Módulo de deformación al corte (Kg/cm²)
 OCR: Grado de sobre consolidación
 Puv: Peso específico (t/m³)
 PuvS: Peso específico saturado (t/m³)
 Dr: Densidad relativa (%)
 Fi: Ángulo de rozamiento interno (°)
 Ey: Módulo de Young (Kg/cm²)
 K: Permeabilidad (cm/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	K
1	4,54												0,00E+00
2	4,55	C	0,0	0,06	0,01	0,41	0,5	0,38	0,46	--	--	--	1,00E-11
3	4,57	CI	0,0	0,11	0,01	0,41	<0.5	0,49	0,57	<5	17,0	0,0	0,00E+00
4	4,64	C	0,0	0,82	0,1	2,18	0,5	0,83	0,91	--	--	--	2,82E-08
5	4,67	CI	0,0	2,34	0,34	4,54	<0.5	1,0	1,08	<5	17,02	0,1	1,00E-03
6	4,68	C	0,0	0,54	0,01	0,41	0,5	0,76	0,84	--	--	--	1,00E-11
7	4,70	CI	0,0	2,47	0,34	4,54	<0.5	1,01	1,09	<5	17,02	0,1	0,00E+00
8	4,71	C	0,0	2,53	0,34	4,54	0,5	1,02	1,1	--	--	--	1,23E-03
9	4,73	CI	0,0	2,59	0,34	4,54	<0.5	1,02	1,1	<5	17,02	0,1	1,00E-03
10	4,74	C	0,0	0,77	0,01	0,41	0,5	0,82	0,9	--	--	--	1,00E-11
11	5,83	CI	0,06	45,86	7,64	31,38	<0.5	1,5	1,58	<5	17,54	2,41	1,00E-03
12	5,84	C	0,08	62,53	10,3	38,05	0,5	1,56	1,64	--	--	--	1,00E-03
13	5,85	CI	0,08	62,51	10,3	38,05	<0.5	1,56	1,64	<5	17,74	3,3	1,00E-03
14	5,94	C	0,1	76,44	12,46	43,1	0,5	1,59	1,67	--	--	--	1,00E-03
15	6,18	I	--	--	0,01	45,08	<0.5	1,9	2,2	<5	17,98	4,36	1,00E-03
16	6,25	I	--	--	66,95	46,78	>9	1,9	2,2	39,0	18,04	4,63	1,00E-03
17	6,26	I	--	--	57,54	47,14	>9	1,9	2,2	32,8	18,05	4,69	1,00E-03
18	19,50	CI	0,26	181,26	28,68	77,54	<0.5	1,73	1,81	5,0	19,38	10,59	1,00E-03
19	19,58	I	--	--	21,74	172,07	<0.5	1,9	2,2	20,6	25,77	39,05	1,00E-03

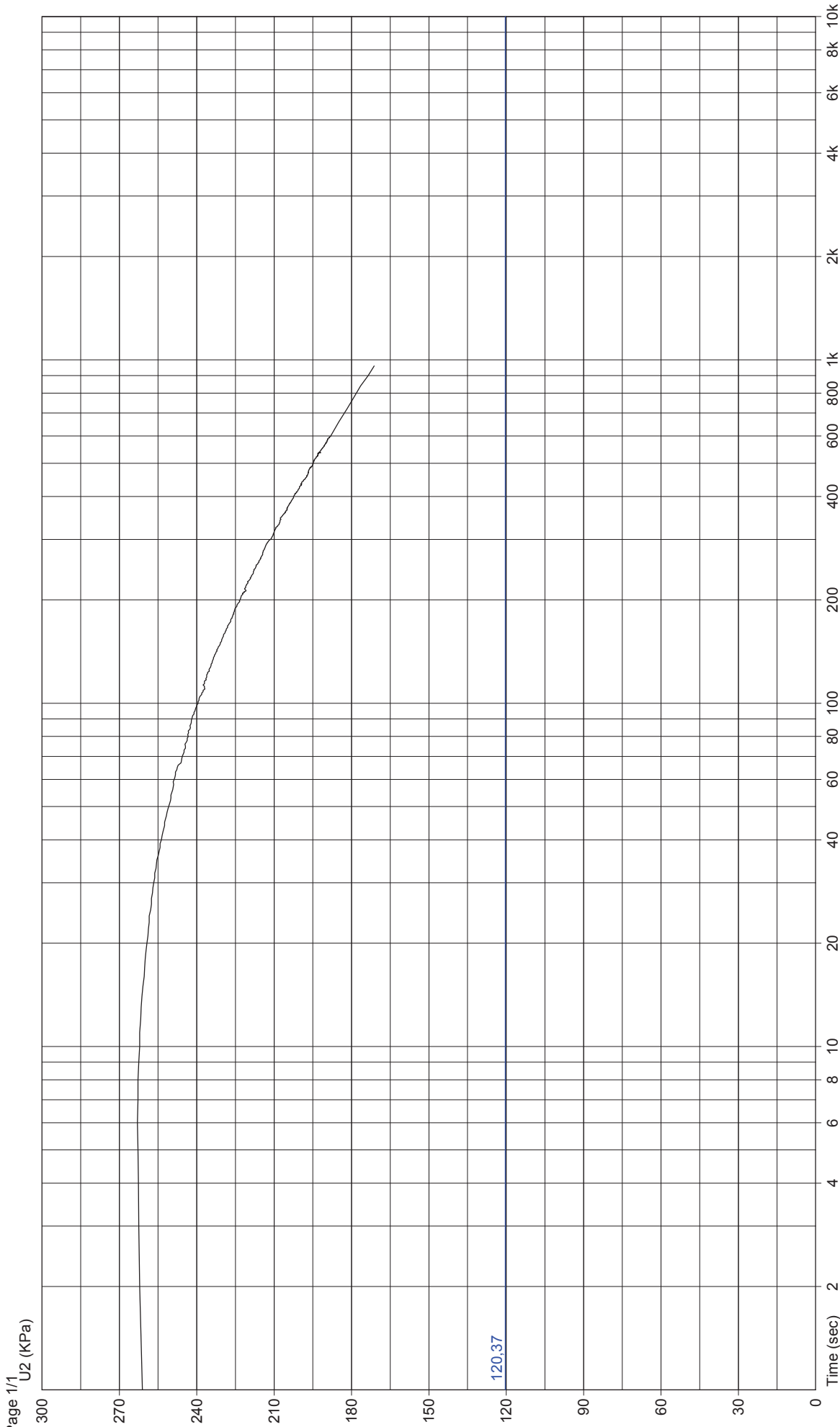
ANEJO 13.
CPTU-4
GRÁFICA LITOLÓGÍAS



NATURALEZA LITOLÓGICA (Robertson 1990 - A)

Profundidad (m)	Litología: Robertson 1990 - A
0,01-4,54	Estimación no ejecutada
4,55-4,55	Terrenos orgánicos - Turbas
4,56-4,57	Suelos finos tixotrópicos
4,58-4,64	Terrenos orgánicos - Turbas
4,65-4,67	Suelos finos tixotrópicos
4,68-4,68	Terrenos orgánicos - Turbas
4,69-4,70	Suelos finos tixotrópicos
4,71-4,71	Terrenos orgánicos - Turbas
4,72-4,73	Suelos finos tixotrópicos
4,74-4,74	Terrenos orgánicos - Turbas
4,75-5,83	Suelos finos tixotrópicos
5,84-5,84	Limos arcillosos - Arcillas limosas
5,85-5,85	Suelos finos tixotrópicos
5,86-5,94	Limos arcillosos - Arcillas limosas
5,95-6,18	Arenas limosas - Limos Arenosos
6,19-6,25	Arenas - Arenas limosas
6,26-6,26	Arenas
6,27-19,50	Suelos finos tixotrópicos
19,51-19,58	Arenas limosas - Limos Arenosos

**ANEJO 14.
CPTU-4
ANÁLISIS DE DISIPACIONES**



TGSW03 for Paganí Geotechnical Equipment acquisition systems

U = Presión de poros al inicio de la disipación

U₀ = Presion hidrostática

U_{t50} = Presion de poros al 50% de la disipación

t₅₀ = tiempo en el que se alcanza el 50% de la disipación

T₅₀ = Factor de tiempo para t50

I_r = Indice de rigidez

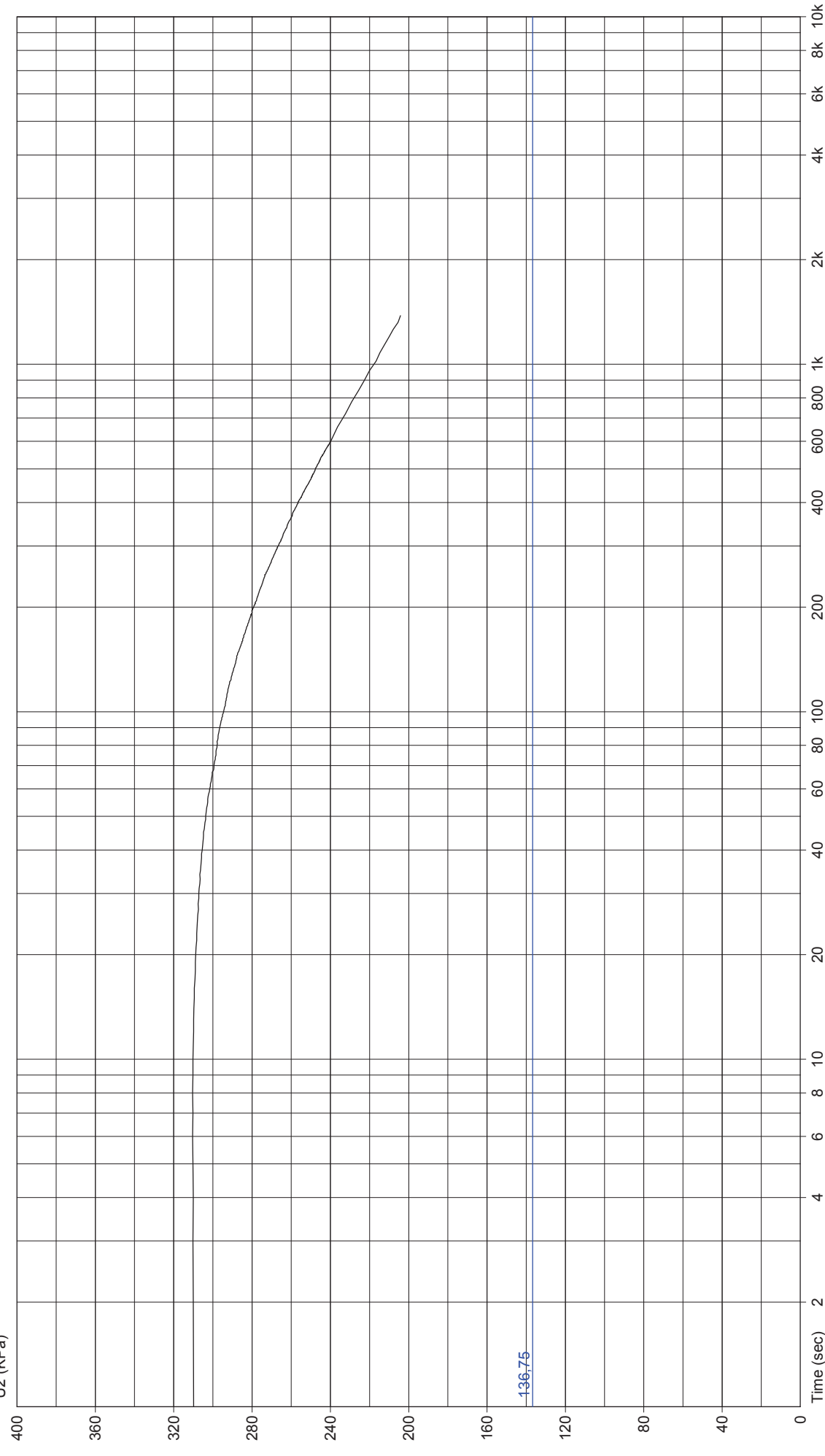
CPTU-4

Disipación a cota -13,77 metros

U(Kpa)=	262,98
U ₀ (Kpa)=	120,37
U _{t50} (Kpa) =	191,67
t ₅₀ (seg) =	545,90
T ₅₀ (Kpa) =	0,25
R (cm)	1,78
IR = G/Su	298,32
G (Kpa) =	7604,08
Su (Kpa) =	25,49

$$Ch = \frac{T_{50} R^2 \sqrt{I_R}}{t_{50}}$$

Ch = 0,024560 cm²/sg



TGSW03 for Paganí Geotechnical Equipment acquisition systems

U = Presión de poros al inicio de la disipación

U₀ = Presion hidrostática

U_{t50} = Presion de poros al 50% de la disipación

t₅₀ = tiempo en el que se alcanza el 50% de la disipación

T₅₀ = Factor de tiempo para t50

I_r = Indice de rigidez

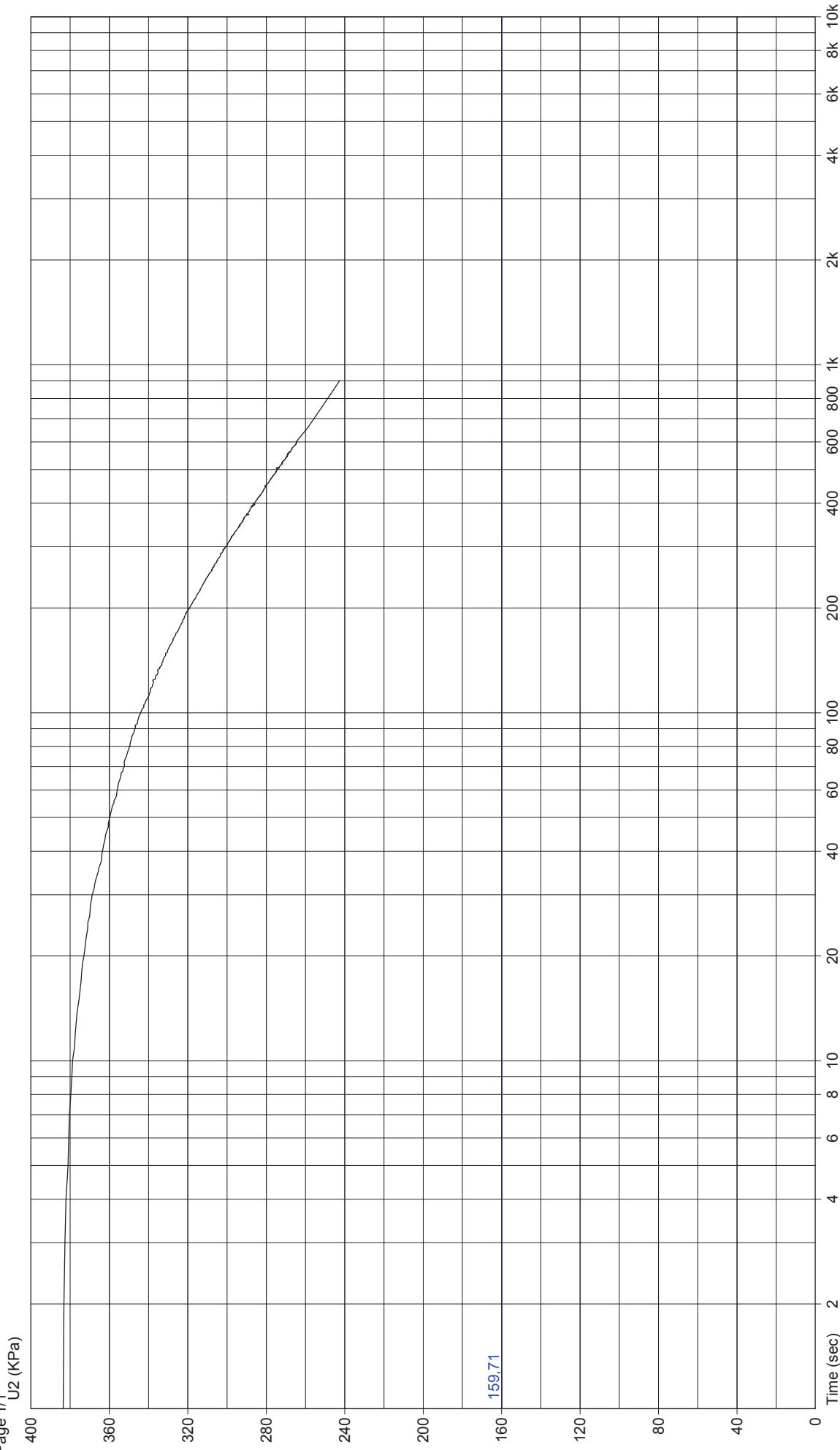
CPTU-4

Disipación a cota -15,44 metros

U(Kpa)=	310,35
U ₀ (Kpa)=	136,75
U _{t50} (Kpa) =	223,55
t ₅₀ (seg) =	841,48
T ₅₀ (Kpa) =	0,25
R (cm)	1,78
IR = G/Su	298,32
G (Kpa) =	7604,08
Su (Kpa) =	25,49

$$Ch = \frac{T_{50} R^2 \sqrt{I_R}}{t_{50}}$$

Ch = 0,015933 cm²/sg



TGSW03 for Paganí Geotechnical Equipment acquisition systems

U = Presión de poros al inicio de la disipación

U₀ = Presion hidrostática

U_{t50} = Presion de poros al 50% de la disipación

t₅₀ = tiempo en el que se alcanza el 50% de la disipación

T₅₀ = Factor de tiempo para t₅₀

I_r = Indice de rigidez

CPTU-4

Disipación a cota -17,78 metros

U(Kpa)=	383,51
U ₀ (Kpa)=	159,71
U _{t50} (Kpa) =	271,61
t ₅₀ (seg) =	528,00
T ₅₀ (Kpa) =	0,25
R (cm)	1,78
IR = G/Su	298,32
G (Kpa) =	7604,08
Su (Kpa) =	25,49

$$Ch = \frac{T_{50} R^2 \sqrt{I_R}}{t_{50}}$$

Ch = 0,025393 cm²/sg

ANEJO 15.
 CPTU-5
 DATOS OBTENIDOS EN PROFUNDIDAD

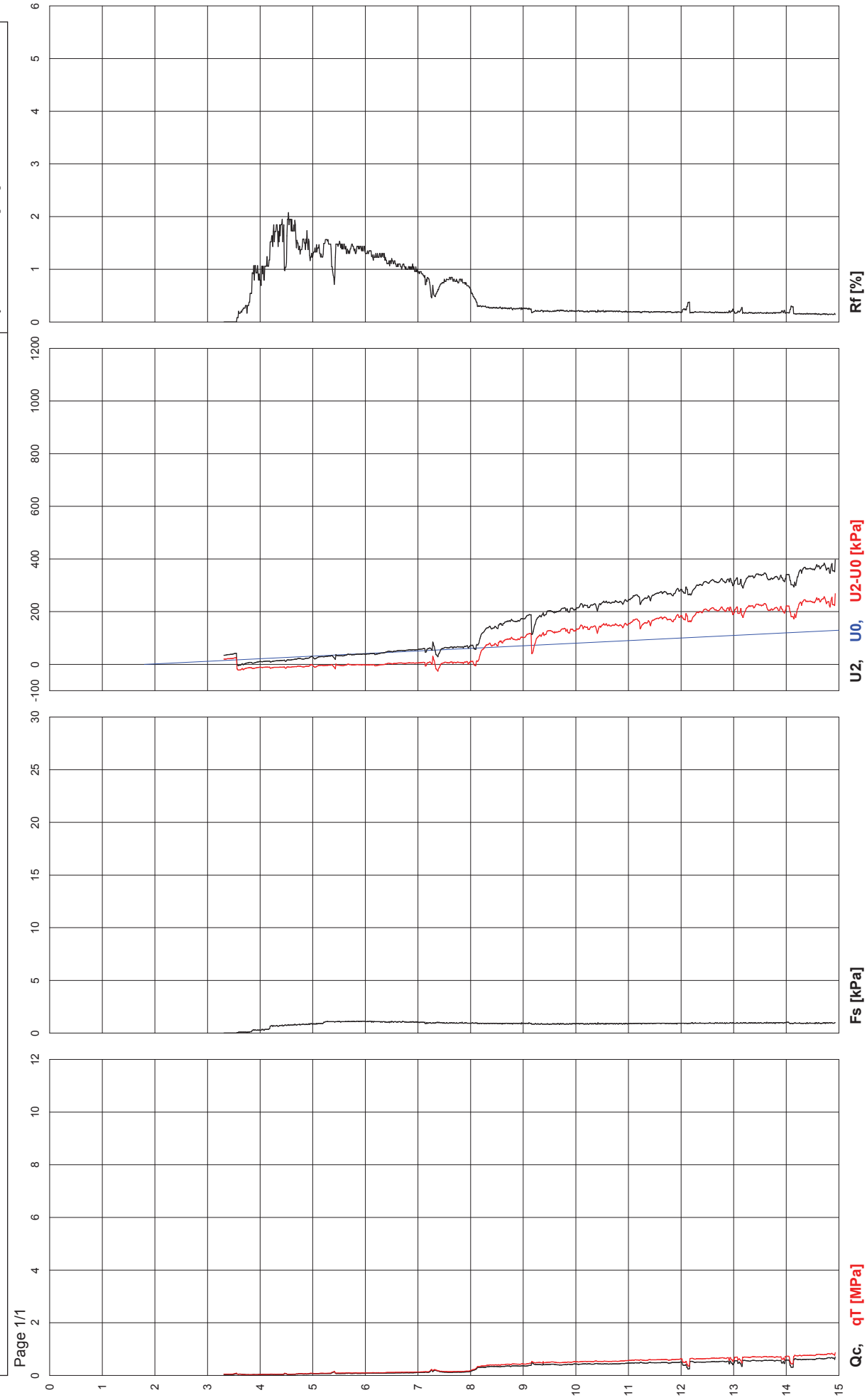
Genthal Services S.L.

Commissioner: EUSKONTROL

Site: MARGEN IZ DEUSTO
 Locality: BILBAO

Test Location: CPTU-5
 Date: 20/11/2008

Abs. quota [cm]: 0
 Prehole [cm]: 330
 Hydrostatic Line [cm]: 180



Page 1/1

ANEJO 16.

CPTU-5

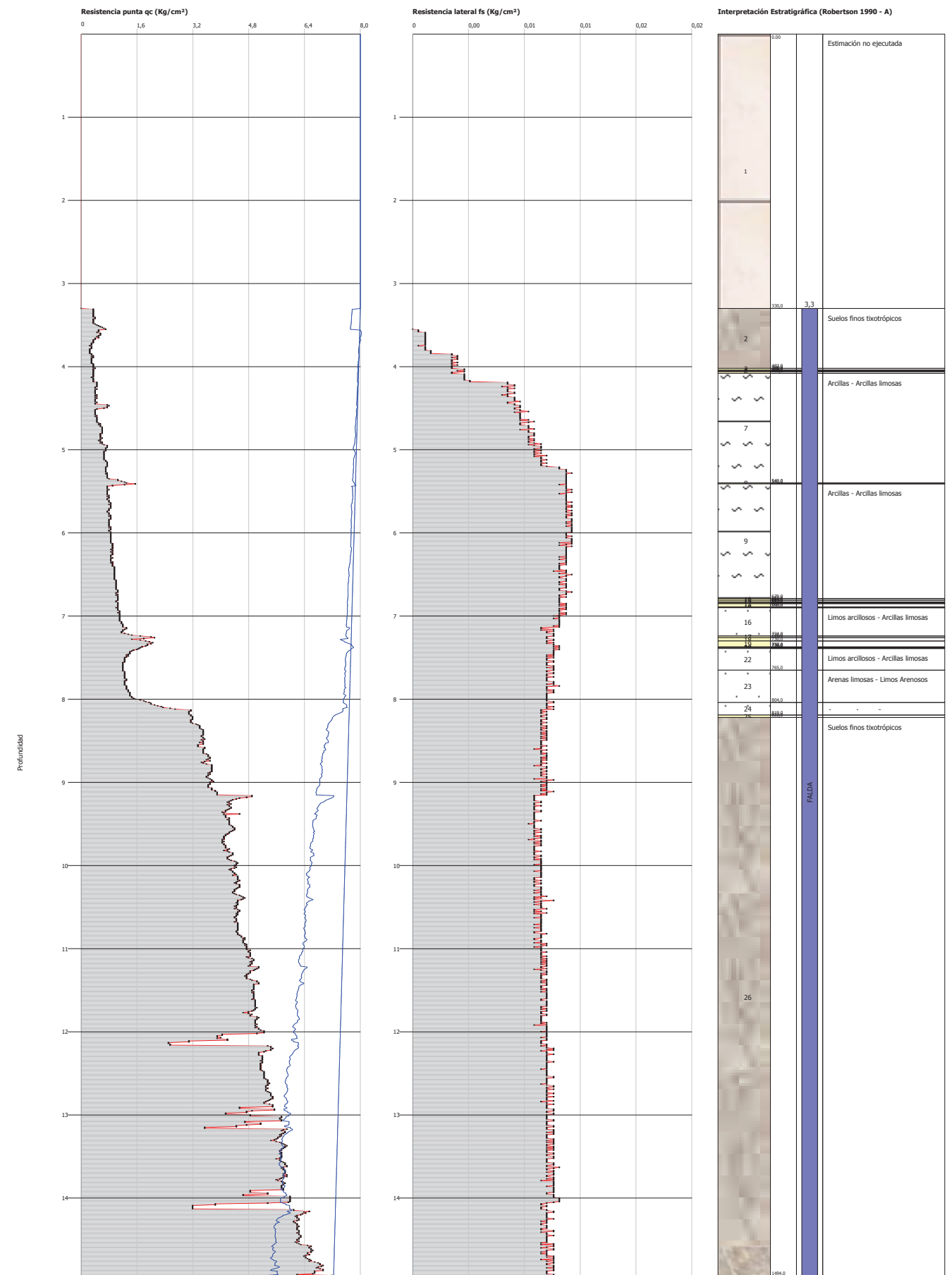
ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Nr: Número progresivo estrato
 Prof: Profundidad estrato (m)
 Tipo: C: Cohesivo. I: Granular. CI: Cohesivo-Granular
 Cu: Cohesión no drenada (Kg/cm²)
 Eu: Módulo de deformación no drenado (Kg/cm²)
 Mo: Módulo edométrico (Kg/cm²)
 G: Módulo de deformación al corte (Kg/cm²)
 OCR: Grado de sobre consolidación
 Puv: Peso específico (t/m³)
 PuvS: Peso específico saturado (t/m³)
 Dr: Densidad relativa (%)
 Fi: Ángulo de rozamiento interno (°)
 Ey: Módulo de Young (Kg/cm²)
 K: Permeabilidad (cm/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	K
1	3,30												0,00E+00
2	4,02	CI	0,02	14,35	2,42	15,27	<0.5	1,31	1,39	<5	17,17	0,74	1,00E-03
3	4,04	C	0,02	13,89	2,26	14,66	0,5	1,3	1,38	--	--	--	1,00E-03
4	4,05	CI	0,02	13,89	2,26	14,66	<0.5	1,3	1,38	<5	17,16	0,69	1,00E-03
5	4,06	C	0,02	13,89	2,26	14,66	0,5	1,3	1,38	--	--	--	1,00E-03
6	4,08	CI	0,02	13,89	2,26	14,66	<0.5	1,3	1,38	<5	17,16	0,69	1,00E-03
7	5,40	C	0,03	22,77	3,72	19,95	0,5	1,39	1,47	--	--	--	4,39E-03
8	5,41	C	0,08	59,7	9,7	36,6	0,5	1,55	1,63	--	--	--	1,00E-03
9	6,79	C	0,04	34,56	5,61	25,82	0,5	1,46	1,54	--	--	--	8,44E-03
10	6,81	C	0,05	41,26	6,69	28,85	0,5	1,49	1,57	--	--	--	1,00E-03
11	6,83	C	0,05	39,33	6,38	27,99	0,5	1,48	1,56	--	--	--	1,00E-03
12	6,84	C	0,05	41,24	6,69	28,85	0,5	1,49	1,57	--	--	--	1,00E-03
13	6,85	C	0,05	41,23	6,69	28,85	0,5	1,49	1,57	--	--	--	1,00E-03
14	6,89	C	0,05	41,21	6,69	28,85	0,5	1,49	1,57	--	--	--	1,00E-03
15	6,90	C	0,05	39,28	6,38	27,99	0,5	1,48	1,56	--	--	--	1,00E-03
16	7,24	C	0,06	45,64	7,45	30,88	0,5	1,5	1,58	--	--	--	1,00E-03
17	7,26	I	--	--	-0,39	43,41	<0.5	1,9	2,2	<5	17,92	4,1	1,00E-03
18	7,30	C	0,08	64,96	10,56	38,66	0,5	1,56	1,64	--	--	--	1,00E-03
19	7,37	I	--	--	-0,34	41,59	<0.5	1,9	2,2	<5	17,86	3,82	1,00E-03
20	7,38	C	0,08	64,69	10,54	38,62	0,5	1,56	1,64	--	--	--	1,00E-03
21	7,39	I	--	--	-0,33	38,05	<0.5	1,9	2,2	<5	17,74	3,3	1,00E-03
22	7,65	C	0,06	49,23	8,12	32,64	0,5	1,52	1,6	--	--	--	1,00E-03
23	8,04	I	--	--	-0,16	33,84	<0.5	1,9	2,2	<5	17,61	2,73	1,00E-03
24	8,19	I	--	--	0,01	50,95	<0.5	1,9	2,2	<5	18,2	5,33	1,00E-03
25	8,22	I	--	--	0,08	56,72	<0.5	1,9	2,2	<5	18,43	6,35	1,00E-03
26	14,94	CI	0,24	173,82	26,83	73,63	<0.5	1,73	1,81	5,0	19,19	9,73	1,00E-03

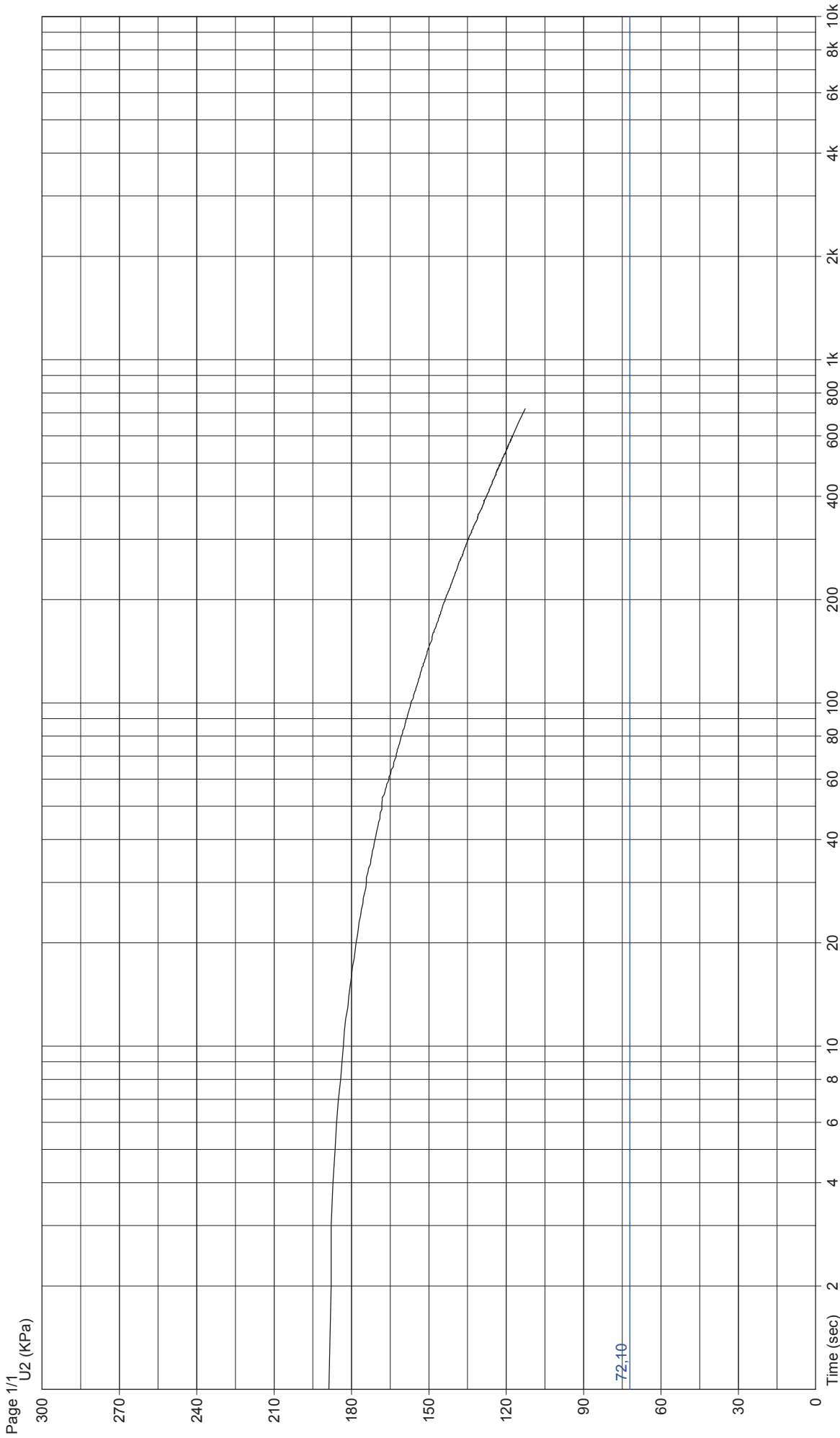
ANEJO 17.
 CPTU-5
 GRÁFICA LITOLÓGÍAS



NATURALEZA LITOLÓGICA (Robertson 1990 - A)

Profundidad (m)	Litología: Robertson 1990 - A
0,01-3,30	Estimación no ejecutada
3,31-4,02	Suelos finos tixotrópicos
4,03-4,04	Arcillas - Arcillas limosas
4,05-4,05	Suelos finos tixotrópicos
4,06-4,06	Arcillas - Arcillas limosas
4,07-4,08	Suelos finos tixotrópicos
4,09-5,40	Arcillas - Arcillas limosas
5,41-5,41	Limos arcillosos - Arcillas limosas
5,42-6,79	Arcillas - Arcillas limosas
6,80-6,81	Limos arcillosos - Arcillas limosas
6,82-6,83	Arcillas - Arcillas limosas
6,84-6,84	Limos arcillosos - Arcillas limosas
6,85-6,85	Arcillas - Arcillas limosas
6,86-6,89	Limos arcillosos - Arcillas limosas
6,90-6,90	Arcillas - Arcillas limosas
6,91-7,24	Limos arcillosos - Arcillas limosas
7,25-7,26	Arenas limosas - Limos Arenosos
7,27-7,30	Limos arcillosos - Arcillas limosas
7,31-7,37	Arenas limosas - Limos Arenosos
7,38-7,38	Limos arcillosos - Arcillas limosas
7,39-7,39	Arenas limosas - Limos Arenosos
7,40-7,65	Limos arcillosos - Arcillas limosas
7,66-8,04	Arenas limosas - Limos Arenosos
8,05-8,19	Arenas - Arenas limosas
8,20-8,22	Arenas
8,23-14,94	Suelos finos tixotrópicos

**ANEJO 18.
CPTU-5
ANÁLISIS DE DISIPACIONES**



TGSW03 for Pagani Geotechnical Equipment acquisition systems

U = Presión de poros al inicio de la disipación

U₀ = Presion hidrostática

U_{t50} = Presion de poros al 50% de la disipación

t₅₀ = tiempo en el que se alcanza el 50% de la disipación

T₅₀ = Factor de tiempo para t₅₀

I_r = Indice de rigidez

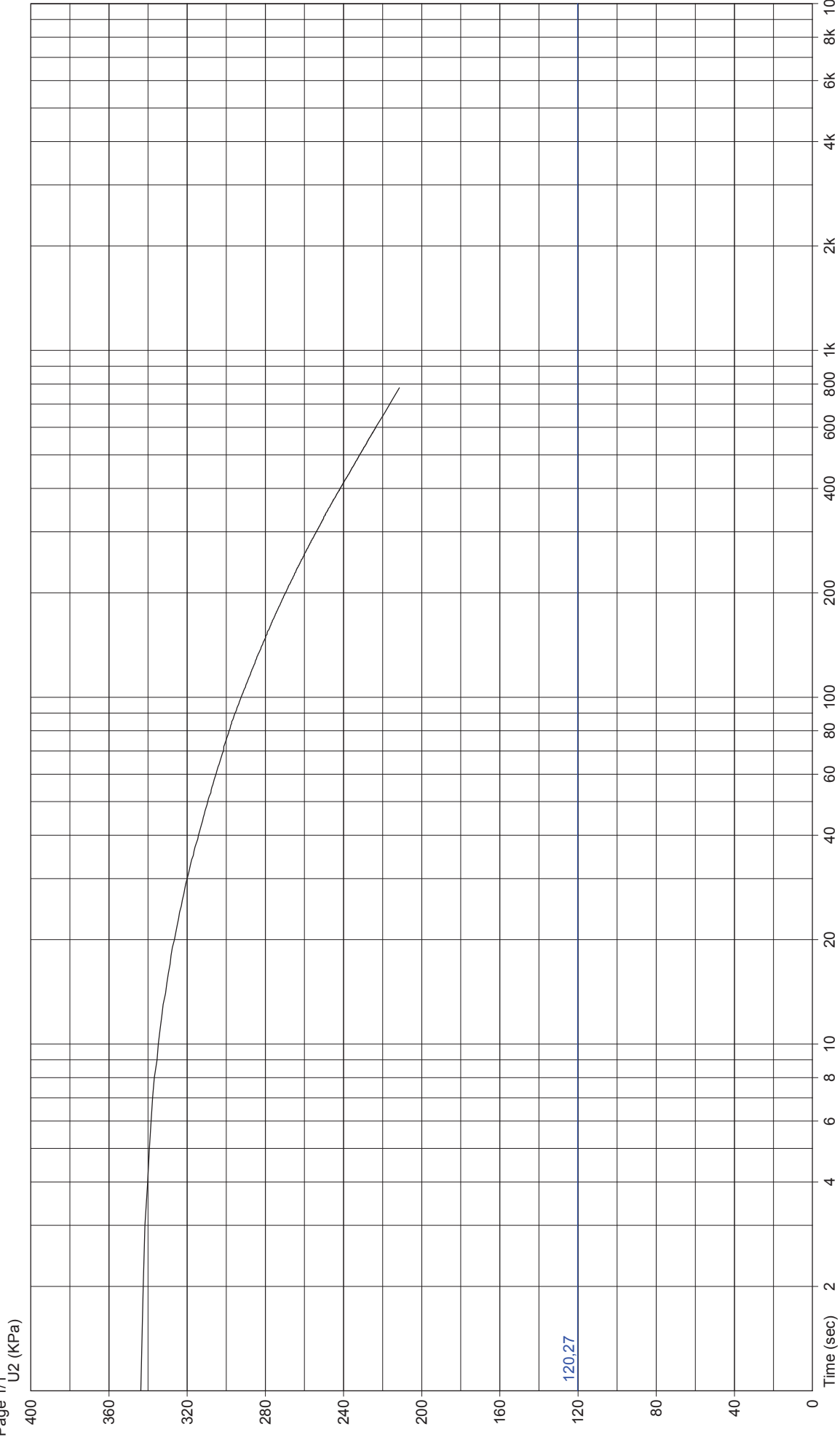
CPTU-5

Disipación a cota -9,15 metros

U(Kpa)=	188,77
U ₀ (Kpa)=	72,10
U _{t50} (Kpa) =	130,43
t ₅₀ (seg) =	358,60
T ₅₀ (Kpa) =	0,25
R (cm)	1,78
IR = G/Su	306,87
G (Kpa) =	7220,64
Su (Kpa) =	23,53

$$Ch = \frac{T_{50} R^2 \sqrt{I_R}}{t_{50}}$$

Ch = 0,037920 cm²/sg



TGSW03 for Pagani Geotechnical Equipment acquisition systems

U = Presión de poros al inicio de la disipación

U₀ = Presion hidrostática

U_{t50} = Presion de poros al 50% de la disipación

t₅₀ = tiempo en el que se alcanza el 50% de la disipación

T₅₀ = Factor de tiempo para t₅₀

I_r = Indice de rigidez

CPTU-5

Disipación a cota -14,06 metros

U(Kpa)=	343,68
U ₀ (Kpa)=	120,27
U _{t50} (Kpa) =	231,97
t ₅₀ (seg) =	497,90
T ₅₀ (Kpa) =	0,25
R (cm)	1,78
IR = G/Su	306,87
G (Kpa) =	7220,64
Su (Kpa) =	23,53

$$Ch = \frac{T_{50} R^2 \sqrt{I_R}}{t_{50}}$$

Ch = 0,027311 cm²/sg

INFORME GEOTÉCNICO CONDICIONES DE CIMENTACIÓN DE UN PUENTE EN EL ÁREA DE ZORROTZAURRE EN BILBAO (TRIAX, S.A., 2012)



CAJA N° 2

UTE PUENTE ZORROTZAURRE PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROTZAURRE
SONDEO N°: 1 N° DE CAJAS: 9

PROFUNDIDADES: C-2 (3,30-6,70 M.); C-3 (6,70-10,35 M); C-4 (10,35-13,50 M); C-5 (13,50-16,80 M)



CAJA N° 4

Ref.: OS/2012-84-83/12



CAJA N° 3



CAJA N° 5



CAJA N° 6

UTE PUENTE ZORROTZAURRE PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROTZAURRE
SONDEO N°: 1 N° DE CAJAS: 9

PROFUNDIDADES: C-6 (16,80-19,70 M.); C-7 (19,70-22,30 M); C-8 (22,30-25,00 M); C-9 (25,00-27,00 M)



CAJA N° 7

Ref.: OS/2012-84-83/12



CAJA N° 8



CAJA N° 9

CLIENTE: UTE PUENTE DE ZORROITZAURRE		SONDEO: S-2 (1/2)		COORDENADAS		ESCALA= 1/100		TRAXSA							
OBRA: PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROITZAURRE		FECHA: 17 a 20-07-2012		X:503839,8670 Y:4790763,2900 Z:3,80											
PROFUNDIDAD	DIAM. PROF. CORTE	DESCRIPCION DEL TERRENO		RECUPERACION	R.Q.D. ALTERACION	GRADO DE MUESTRAS	INDICE PLASTICIDAD	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA	CLASIFICACION	RESISTENCIA	COMPRESION SIMPLE	%	%	%
MAN.	GEOL.			%	IV III II	INALT. S.P.T. PARAF. CIUDAD	C	o	o	U.S.C.S.	SIN DRENAJE	E	1/	CARB.	SULF. M.ORG.
116	1.50	RELLENO ANTROPICO: - De 0,00 a 0,05 m.: Aglomerado. - De 0,05 a 0,70 m.: Escombros de cemento y mortero. - De 0,70 a 1,50 m.: Mortero de cemento y margo-caliza gris en matriz arcillosa de color gris negruzco que engloban restos de ladrillería espartada. - De 1,50 a 1,65 m.: Nivel carbonoso de color negruzco. - De 1,65 a 3,30 m.: Limos con algo de arena de color marrón que engloban restos de ladrillería y gravas de naturaleza carbonatada. De poco a medianamente compactos.													
3.30															
116	4.50	ARCILLAS CON ALGO DE ARENA DE COLOR GRIS NEGRUZZO QUE ENGLOBAN ABUNDANTES RESTOS VEGETALES DE COLOR MARRON Y GRASAS Y MARGO CALIZA MUY BLANCA. OLORES FETIDO Y CONSISTENCIA MUY BLANDA. Los primeros 15 cm. aparecen contaminados por el relleno antropico superior													
116	5.10														
101	5.70														
101	7.30														
101	7.90														
101	8.50														
101	10.00														
101	10.60														
101	11.20														
101	13.00	A 12,90 m. aparece un nivel negruzco y aspecto fibroso (madera).													
101	13.60														
101	14.20														
15.00															
SIMBOLOGIA															
Fin del sondeo a 27,90 m. (hoja 1 de 2)															
<p>A.- MUESTRA ALTERADA</p> <p>SH.- MUESTRA SHELBY</p> <p>PG.- MUESTRA PARED GRUESA</p> <p>N.- N. DE GOLPES S.P.T.(2x15 CM)</p> <p>RECH.- RECHAZO S.P.T.</p>															

CLIENTE: UTE PUENTE DE ZORROITZAURRE		SONDEO: S-2 (2/2)		COORDENADAS		ESCALA= 1/100		TRAXSA							
OBRA: PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROITZAURRE		FECHA: 17 a 20-07-2012		X:503839,8670 Y:4790763,2900 Z:3,80											
PROFUNDIDAD	DIAM. PROF. CORTE	DESCRIPCION DEL TERRENO		RECUPERACION	R.Q.D. ALTERACION	GRADO DE MUESTRAS	INDICE PLASTICIDAD	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA	CLASIFICACION	RESISTENCIA	COMPRESION SIMPLE	%	%	%
MAN.	GEOL.			%	IV III II	INALT. S.P.T. PARAF. CIUDAD	C	o	o	U.S.C.S.	SIN DRENAJE	E	1/	CARB.	SULF. M.ORG.
101	16.00	ARCILLAS CON ALGO DE ARENA DE COLOR GRIS NEGRUZZO QUE ENGLOBAN ABUNDANTES RESTOS VEGETALES DE COLOR MARRON Y GRASAS Y MARGO CALIZA MUY BLANDA. OLORES FETIDO Y CONSISTENCIA MUY BLANDA.													
101	16.60														
101	17.20														
17.80	18.00	ARCILLAS CON ALGO DE ARENA DE COLOR GRIS NEGRUZZO QUE ENGLOBAN GRAVAS SILICEAS DE COLOR GRIS Y MARRON AMARILLENTO. MEDIANAMENTE COMPACTAS.													
18.60	18.60														
19.10	19.10	ARCILLAS MARGOSAS CON ESTRUCTURA INTERNA (ROCA CON GM: IV-V)													
19.10	19.70														
78	22.70	LIMOLITAS CARBONATADAS DE COLOR GRIS NEGRUZZO DE ASPECTO MASIVO Y OCASIONALES VENAS DE CALCITA.													
78	25.70	JUNTAS MEDIDAS EN LOS TESTIGOS: Prof. Inclín. Tipo de plano JRC (4-6) 20,70 m.: 70° (Junta con arcilla) (4-6) (J) 21,50 m.: 75° (Junta con calcita) (10-12) 22,00 m.: 50° (Junta con arcilla) (4-6) 25,50 m.: 70° (Junta con arcilla) (4-6) 25,70 m.: 50° (Junta algo estrizada) (2-4)													
78	27.90	Fin del sondeo a 27,90 m. (hoja 2 de 2)													
27.90															
SIMBOLOGIA															
Fin del sondeo a 27,90 m. (hoja 2 de 2)															
<p>A.- MUESTRA ALTERADA</p> <p>SH.- MUESTRA SHELBY</p> <p>PG.- MUESTRA PARED GRUESA</p> <p>N.- N. DE GOLPES S.P.T.(2x15 CM)</p> <p>RECH.- RECHAZO S.P.T.</p>															



Situación S-2

UTE PUENTE ZORROTZAURRE
 PUENTE DE ACCESO A LA
 ISLA DE ZORROTZAURRE
SONDEO N°: 2 N° DE CAJAS: 10
PROFUNDIDADES:
 C-1 (0,00-3,30 M)
 C-2 (3,30-7,30 M)



CAJA N° 1



CAJA N° 2

Ref.: OS/2012-84-83/12



CAJA N° 3

UTE PUENTE ZORROTZAURRE PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROTZAURRE
SONDEO N°: 2 N° DE CAJAS: 10

PROFUNDIDADES: C-3 (7,30-10,00 M); C-4 (10,00-13,00 M); C-5 (13,00-16,00 M); C-6 (16,00-19,10 M)



CAJA N° 5



CAJA N° 4



CAJA N° 6

Ref.: OS/2012-84-83/12

CLIENTE: UTE PUEBLO DE ZORROTAURRE		SONDEO: S-3 (2/2)		COORDENADAS		ESCALA= 1/100		TRAX S.A.						
OBRA: PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROTAURRE		FECHA: 26-07 al 01-08-12		X:503774,7700 Y:4790695,2290 Z:5.67										
PROFUNDIDAD	DIAM. PROF. CORTE	DESCRIPCION DEL TERRENO	RECUPERACION	R.Q.D. ALTERACION	GRADO DE ALTERACION	MUESTRAS	INDICE PASI-	GRANULOMETRIA	RESISTENCIA	COMPRESION	SIMPLE	%	%	%
	MAN. GEOLO.		7d	20,40,60,90	v iv iii ii	INALT. S.P.T. PARA: CIUDAD	CIUDAD	10% 200 < 24 U.S.C.S.	CON CEMENTO	1/2		CARB.	SULF.	M.ORG.
19.70	101	ARCILLAS CON ALGO DE ARENA DE COLOR GRIS NEGRUZZO QUE ENGLOBAL RESTOS DE COCHALES DE COLOR MARRON ABUNDANTES OLORES FETIDOS. CONSISTENCIA MUY BLANDA-BLANDA.				16.70 1-2-2-1 17.30								
20.30	101	ARCILLAS COLOR GRIS NEGRUZZO Y MARRON CON ALGO DE ARENA Y SILICEAS Y CARBONATADAS DE TAMAYO CENTIMETRICO. BASTANTE COMPACTAS.				17.30 -2-2-1 17.90								
20.80	101	ARCILLAS MARGOSAS DE COLOR GRIS NEGRUZZO (ROCA CON GRADO DE ALTERACION GM.: IV).				19.90 29-55-R 20.30								
21.20	101	LIMOLITAS CARBONATADAS DE COLOR GRIS NEGRUZZO DE ASPECTO MASIVO Y OCASIONALES VENAS DE CALCITA.				22.20								
24.20	78	JUNTAS MEDIDAS EN LOS TESTIGOS: Prof. 21.55 m.: 50° (Junta oxidada) 24.90 m.: 20° (J) 26.10 m.: 75° (Junta con calcita) (2-4)				22.50								
27.20	78					23.45								
30.20	78					24.43								
						24.75								
						26.57								
						26.80								
						29.90								
						30.15								

SIMBOLOGIA Fin del sondeo a 30,20 m. (hoja 2 de 2)

A.- MUESTRA ALTERADA
SH.- MUESTRA SHELBY
PG.- MUESTRA PARED GRUESA
N.- N. DE GOLPES S.P.T.(2x15 CM)
RECH.- RECHAZO S.P.T.

○ LIMITE LIQUIDO
● LIMITE PLASTICO
X HUMEDAD NATURAL
X FENETROMETRO DE MANO
● COMPRESION SIMPLE
△ TRIAXIAL U.U.
□ TRIAXIAL C.U.
○ TORVANE



Situación S-3

UTE PUEBLO DE ZORROTAURRE
PUENTE DE ACCESO A LA
ISLA DE ZORROTAURRE
SONDEO N°: 3 N° DE CAJAS: 10
PROFUNDIDADES:
C-1 (0,00-3,00 M)
C-2 (3,00-7,10M)



CAJA N° 1



CAJA N° 2



CAJA N° 3

UTE PUENTE ZORROTZAURRE PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROTZAURRE
SONDEO N°: 3 N° DE CAJAS: 10

PROFUNDIDADES: C-3 (7,10-10,30 M); C-4 (10,30-13,50 M); C-5 (13,50-16,70M); C-6 (16,70-20,30 M)



CAJA N° 5

Ref.: OS/2012-84-83/12



CAJA N° 6



CAJA N° 4



CAJA N° 7

UTE PUENTE ZORROTZAURRE PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROTZAURRE
SONDEO N°: 3 N° DE CAJAS: 10

PROFUNDIDADES: C-7 (20,30-22,90 M); C-8 (22,90-25,50M); C-9 (25,50-28,30 M); C-10 (28,30-30,20 M)

Ref.: OS/2012-84-83/12



CAJA N° 9



CAJA N° 8



CAJA N° 10

CLIENTE: UTE PUENTE DE ZORROITZAUURRE SONDEO: S-4 (1/3) COORDENADAS
 OBRA: PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROITZAUURRE FECHA: 02 a 09-08-2012 X:503803.2960 Y:4790687.8730 Z:14.98 ESCALA= 1/100 TRIAX S.A.

PROFUNDIDAD	DIAM.	PROF. CORTE	DESCRIPCION DEL TERRENO	RECUPERACION	GRADO DE ALTERACION	INDICE DE MUESTRAS	CLASIFICACION	GRANULOMETRIA	RESISTENCIA	COMPRESION SIMPLE	%	%
MAN.	MAN.	MAN.	GEOL.	7d	R.Q.D. ALTERACION	INALT. S.P.T. PARAF. CIUDAD	U.S.C.S.	%	CG	E	CARB.	SULF.
					20.400000				0.5	1.0	1.5	M.ORG.
			RELLENO ANTROPICO									
		7.00										
	116	10.80	- De 0,00 a 10,80 m.: Bloques y gravas de margo-caliza y limolitas carbonatadas de color gris y marrón amarillento en una matriz limo-arenosa de la misma tonalidad.									
	116	11.90				11.90						
	916	12.50	- De 10,80 a 12,50 m.: Arcillas limo-arenosas de color gris negruzco y marrón amarillento que, en profundidad, presentan gravas carbonatadas y restos de tefiliteria.			8-7-7-6						
	116	14.50	- De 12,50 a 15,10 m.: Gravillas silíceas y carbonatadas, en una matriz de limos de color gris negruzco.			12.50						
	101	14.50				14.50						
		15.10				9-9-3-3						
		15.10				15.10						

SIMBOLOGIA Fin del sondeo a 37,50 m. (hoja 1 de 3)

A.- MUESTRA ALTERADA
 SH.- MUESTRA SHELBY
 PG.- MUESTRA PARED GUESA
 N.- N. DE GOLPES S.P.T.(2x15 CM)
 RECH.- RECHAZO S.P.T.

CLIENTE: UTE PUENTE DE ZORROITZAUURRE SONDEO: S-4 (2/3) COORDENADAS
 OBRA: PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROITZAUURRE FECHA: 02 a 09-08-2012 X:503803.2960 Y:4790687.8730 Z:14.98 ESCALA= 1/100 TRIAX S.A.

PROFUNDIDAD	DIAM.	PROF. CORTE	DESCRIPCION DEL TERRENO	RECUPERACION	GRADO DE ALTERACION	INDICE DE MUESTRAS	CLASIFICACION	GRANULOMETRIA	RESISTENCIA	COMPRESION SIMPLE	%	%
MAN.	MAN.	MAN.	GEOL.	7d	R.Q.D. ALTERACION	INALT. S.P.T. PARAF. CIUDAD	U.S.C.S.	%	CG	E	CARB.	SULF.
					20.400000				0.5	1.0	1.5	M.ORG.
			Hasta los 16,00 m., aproximadamente, engloban gravas del relleno superior.									
	101	17.10				17.10						
	101	17.70				2-2-2-2 17.70						
	101	18.30				17.70-1-2-2 18.30						
	101	20.30				20.30						
	101	20.90				3-2-2-2 20.90						
	2150	21.50				20.90-2-2-2 21.50						
	101	23.50				23.50						
	101	24.10				3-3-2-2 24.10						
	101	24.70				24.10-2-3-2 24.70						
	101	26.70				26.70						
	101	27.30				4-5-6-6 27.30						
	101	27.90				27.30-4-3-4 27.90						
	28.90	28.90				28.90						
	101	29.30				29.30						
	01	29.65	GRAVAS SUBREDONDEADAS DE NATURALEZA SILICEA Y TAMAÑO CENTIMETRICO EN UNA MATRIZ ARCILLOSA DE COLOR MARRON-BASTANTE COMPACTAS.			15-15-R 29.65						
	01	30.10	ARCILLAS LIMOSAS CARBONATADAS CON ALGO DE ARENA DE COLOR GRIS QUE PRESEN PARA LA ESTRUCTURA INTERNA (vea G.M.: 17-17)			29.65						
	01	30.50				30.50						

SIMBOLOGIA Fin del sondeo a 37,50 m. (hoja 2 de 3)

A.- MUESTRA ALTERADA
 SH.- MUESTRA SHELBY
 PG.- MUESTRA PARED GUESA
 N.- N. DE GOLPES S.P.T.(2x15 CM)
 RECH.- RECHAZO S.P.T.

CLIENTE: UTE PUENTE DE ZORROTAURRE		SONDEO: S-4 (3/3)		COORDENADAS		ESCALA= 1/100		TRIAS SA								
OBRA: PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROTAURRE		FECHA: 02 a 09-08-2012		X:503803,2960 Y:4790687,8730 Z:14,98												
PROF. (m)	DIAM. PROF. (m)	MAN. GEOLO.	DESCRIPCION DEL TERRENO	RECUP. RACION	R.Q.D. ALTERACION	GRADO DE MUESTRAS	INDICE	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRIA	CLASIF. CACION	RESISTENCIA	COMPRESION SIMPLE	%	%	%	
9880				γ _d	20.400000	Y IV III II	INALT. S.P.T. PARA: CIUDAD	ω %	ϕ %	10% 200 < 2μ U.S.C.S.	SILO DRENAJE (kg/cm ²)	C _u (kg/cm ²)	C _l (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)	1/	CARB. SULF. M.ORG.
31.00	101		LIMOLITAS CARBONATADAS DE COLOR GRIS NEGRUZO De 33,70 a 36,00 m., aproximadamente, las limolitas se encuentran bastante frías, con abundantes venas calcáreas y cierta esquistosidad.													
32.50	78		JUNTAS MEDIDAS EN LOS TESTIGOS: Prof. Inclín. Tipo de plano 30,80 m.: 90° (Junto) JRC (2-4) 31,50 m.: 65° (J) (2-4) 31,80 m.: 75° (J) (2-4) 32,50 m.: 50° (J) (2-4) 33,70 m.: 90° (J) (2-4) 34,40 m.: 60° (J) (2-4) 34,80 m.: 60° (J) (2-4) 35,00 m.: 90° (J) (2-4) 35,10 m.: 60° (J) (2-4) 35,70 m.: 60° (J) (2-4) 37,00 m.: 75° (J) (2-4)													
37.50																
Fin del sondeo a 37,50 m. (hoja 3 de 3)																
SIMBOLOGIA																
<ul style="list-style-type: none"> ○ LIMITE LIQUIDO ● LIMITE PLASTICO X HUMEDAD NATURAL A.- MUESTRA ALTERADA SH.- MUESTRA SHELBY PG.- MUESTRA PARED GRUESA N.- N. DE GOLPES S.P.T.(2x15 CM) RECH.- RECHAZO S.P.T. 																
<ul style="list-style-type: none"> X PENETROMETRO DE MANO ● COMPRESION SIMPLE △ TRIAXIAL U.U. □ TRIAXIAL C.U. ○ TORVANE 																



Situación S-4

UTE PUENTE ZORROTAURRE
PUENTE DE ACCESO A LA
ISLA DE ZORROTAURRE
SONDEO N°: 4 N° DE CAJAS: 10
PROFUNDIDADES:
C-1 (0,00-12,60 M)
C-2 (12,60-16,30 M)



CAJA N° 1



CAJA N° 2



CAJA N° 3

UTE PUENTE ZORROTZAURRE PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROTZAURRE
SONDEO N°: 4 N° DE CAJAS: 10

PROFUNDIDADES: C-3 (16,30-19,90 M); C-4 (19,90-22,90M); C-5 (22,90-26,20 M); C-6 (26,20-29,00 M.)



CAJA N° 5

Ref.: OS/2012-84-83/12



CAJA N° 6



CAJA N° 4



CAJA N° 7

UTE PUENTE ZORROTZAURRE PUENTE DE ACCESO A LA ISLA DE ZORROTZAURRE
SONDEO N°: 4 N° DE CAJAS: 10

PROFUNDIDADES: C-7 (29,00-31,00 M); C-8 (31,00-33,65M); C-9 (33,65-36,90 M.); C-10 (36,90-37,50 M.)

Ref.: OS/2012-84-83/12



CAJA N° 9



CAJA N° 10

APÉNDICE 3. ENSAYOS EDOMÉTRICOS PREVIOS

ESTUDIO GEOLÓGICO – GEOTÉCNICO DE LA PENÍNSULA DE ZORROTZAURRE (IDOM – SAIATEK, 2007)

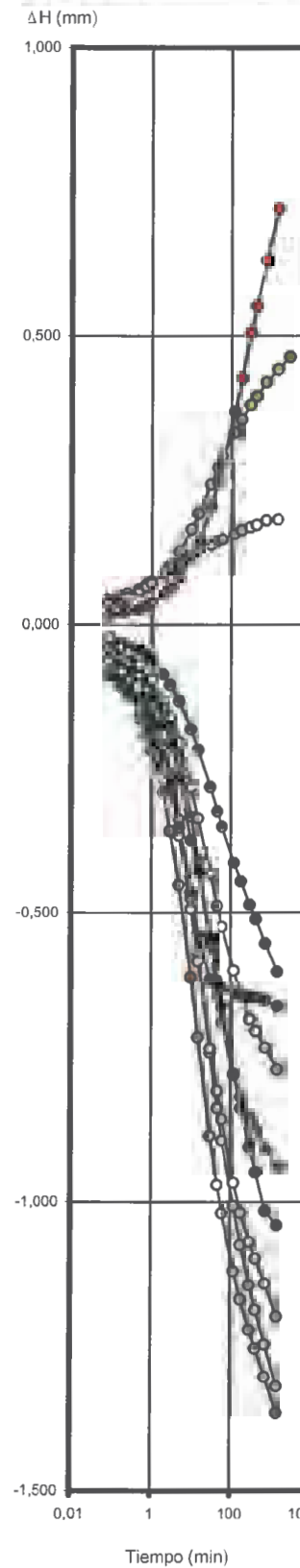


ENSAYO EDMÉTRICO (Norma UNE 103.405)

CLIENTE: SAIATEK
TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROTAURRE
INDICATIVO: 06727 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: 2006/9480 S-3 MI 4,00-4,60 **FECHA:** 07/12/06 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

Seguimiento del ensayo



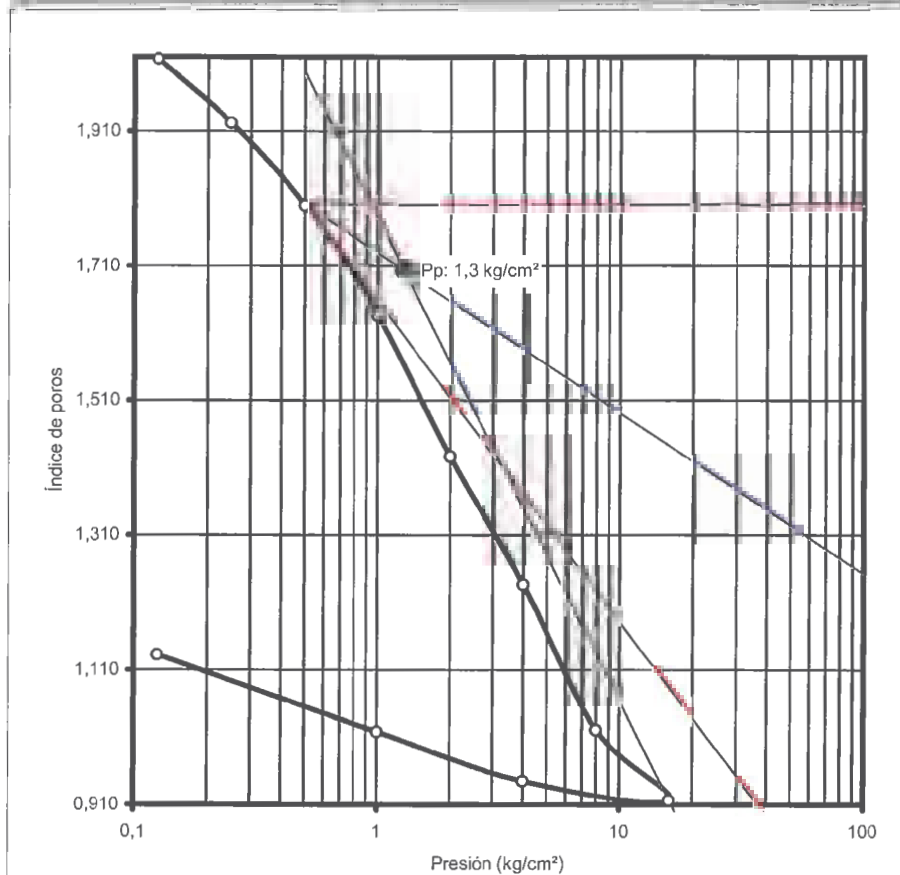
Datos y características del ensayo

Humedad inicial (%): 81,26 **Índice de poros inicial (e_0):** 2,166
Humedad final (%): 37,60 **Índice de compresión (C_c):** 0,348
P.e.p. sol. (g/cm^3): 2,526 **Índice de hinchamiento (C_s):** 0,122
Grado de sat. Ini. (%): 94,76 **P. Preconsolidación (kg/cm^2):** 1,28
Grado de sat. Fin. (%): 43,85 **Módulo edométrico* (kg/cm^2):** 242,02
Den. seca inic. (g/cm^3): 0,798 **Coef. Compresibilidad* (av):** 0,01308
Den. seca final. (g/cm^3): 1,185 **(*) En el rango de presiones del tramo recto de carga**

Tabla de datos del ensayo

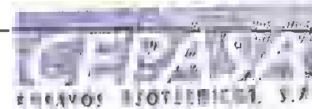
Escala	Carga (kg/cm^2)	ΔH (mm)	Hf (mm)	e
	0,125	-0,940	19,060	2,017
	0,25	-1,542	18,458	1,922
	0,5	-2,313	17,687	1,800
	1	-3,353	16,647	1,635
	2	-4,672	15,328	1,427
	4	-5,870	14,130	1,237
	8	-7,235	12,765	1,021
	16	-7,896	12,104	0,916
	4	-7,714	12,286	0,945
	1	-7,251	12,749	1,018
	0,125	-6,530	13,470	1,132

Curva Edométrica



Diámetro 50mm, altura 20mm

32/49

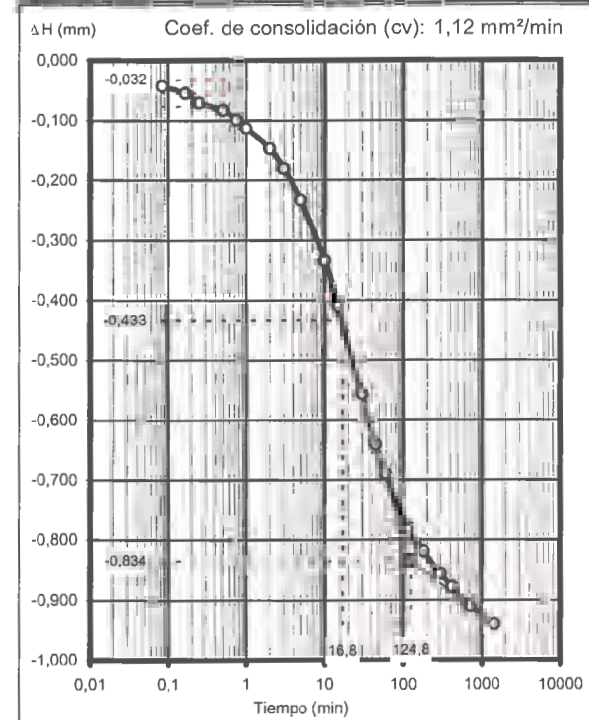


CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

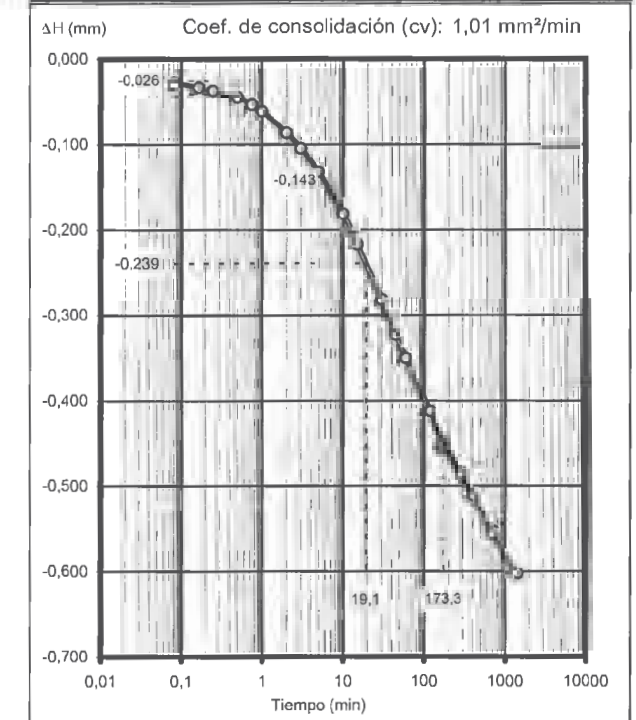
CLIENTE: SAIATEK
TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROTAURRE
INDICATIVO: 06727 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: 2006/9480 S-3 MI 4,00-4,60 **FECHA:** 07/12/06 Hoja 1 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

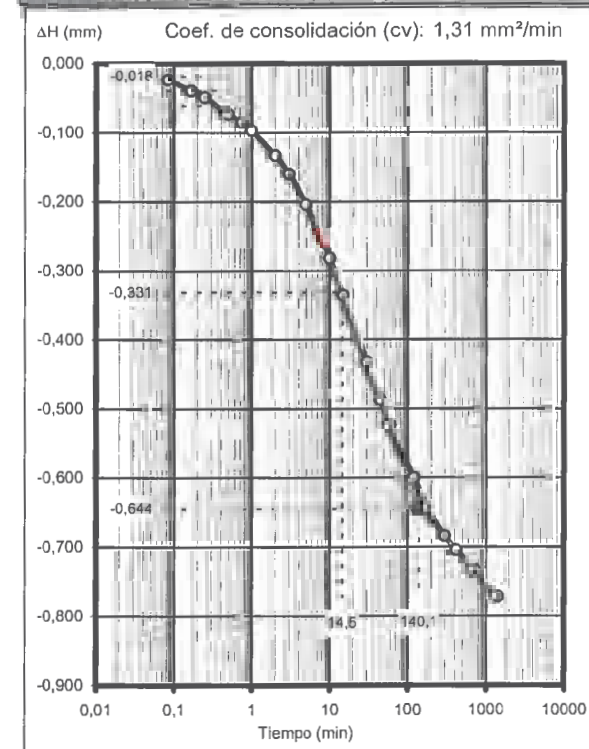
Curva de consolidación (0,125 kg/cm²)



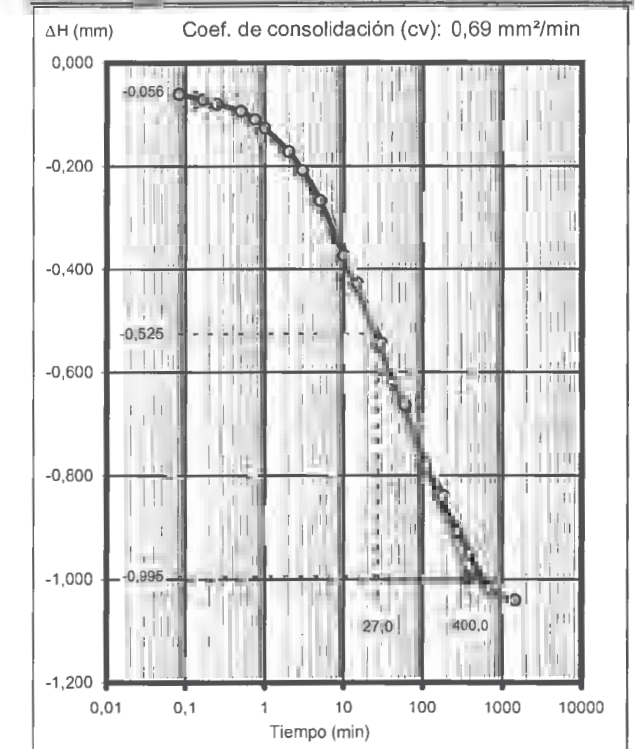
Curva de consolidación (0,25 kg/cm²)



Curva de consolidación (0,5 kg/cm²)



Curva de consolidación (1 kg/cm²)



33/49

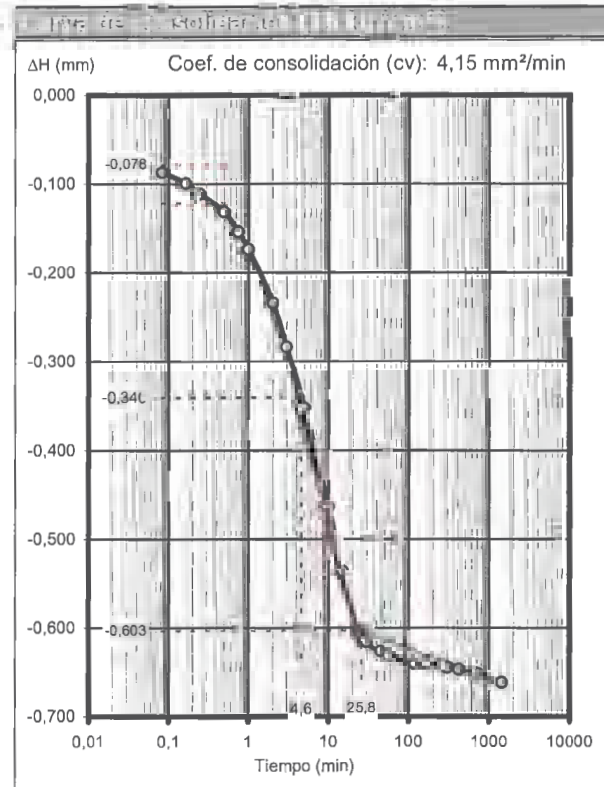
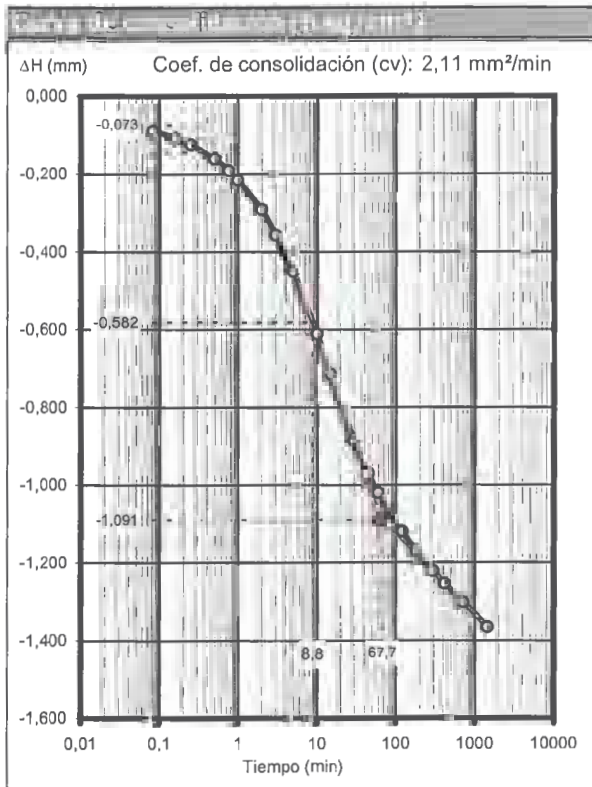
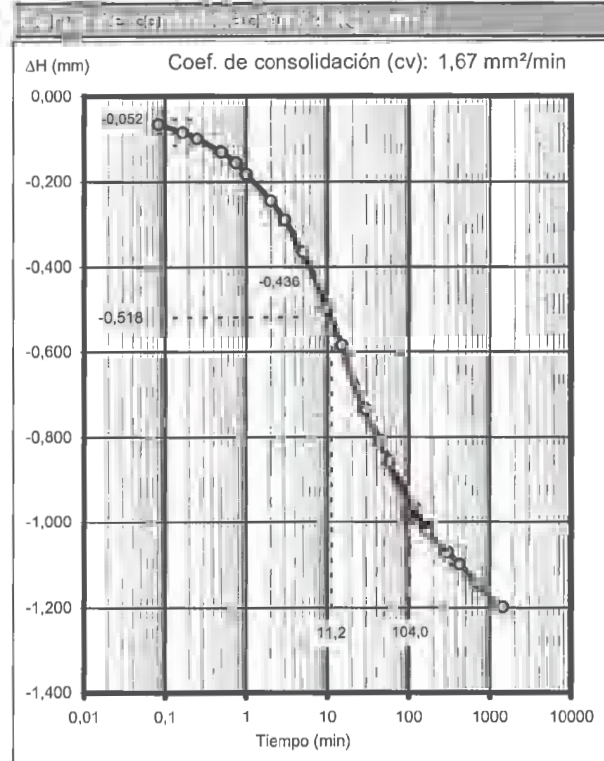
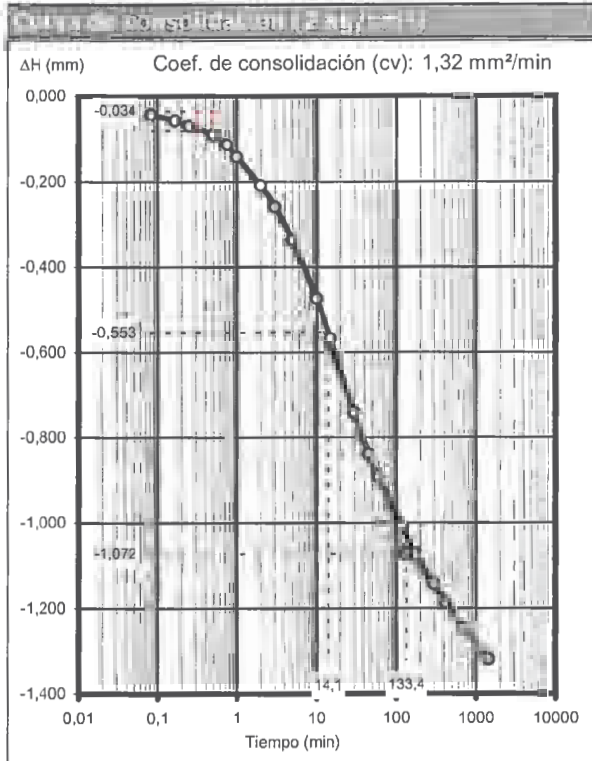




CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROZAUURRE
 INDICATIVO: 06727 LABORANTE: Natividad Calderón
 MUESTRA: 2006/9480 S-3 MI 4,00-4,60 FECHA: 07/12/06 Hoja 2 de 3

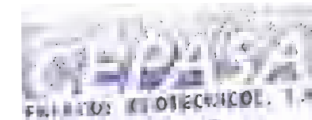
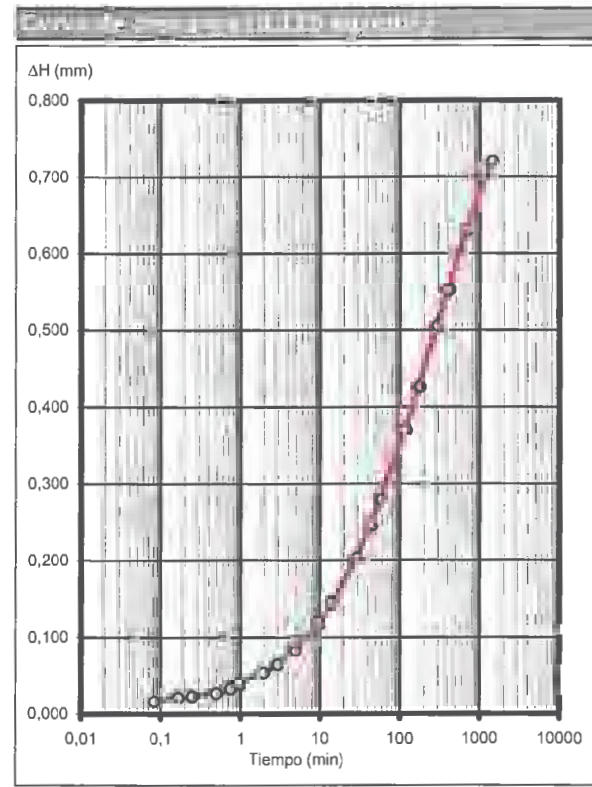
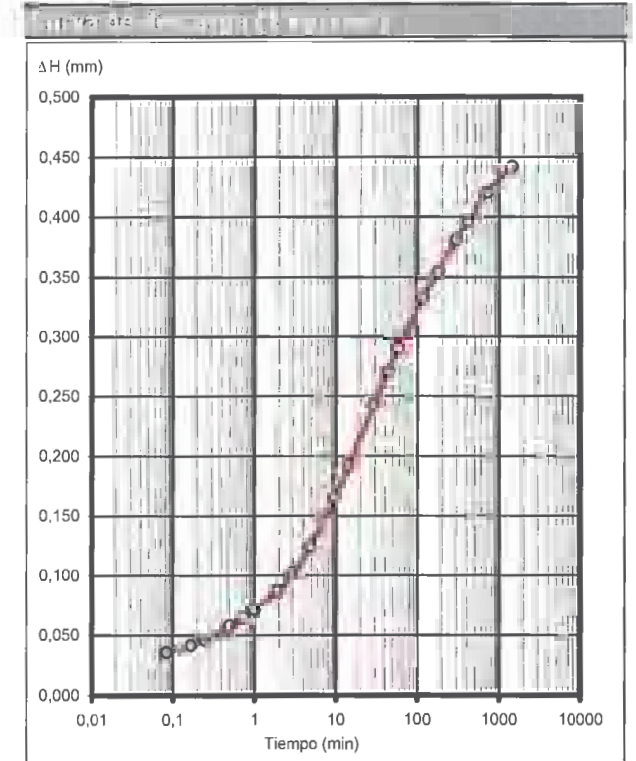
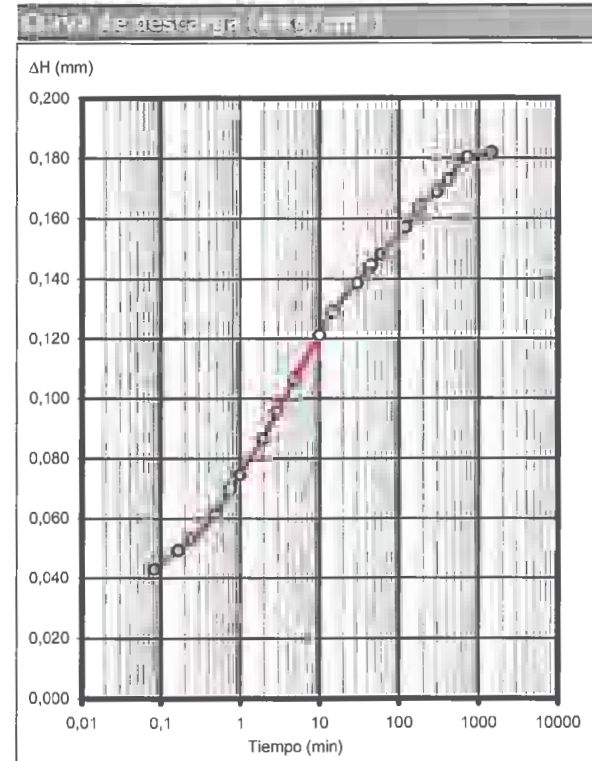
CDIAM-EnsyEDO (20030619)



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROZAUURRE
 INDICATIVO: 06727 LABORANTE: Natividad Calderón
 MUESTRA: 2006/9480 S-3 MI 4,00-4,60 FECHA: 07/12/06 Hoja 3 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

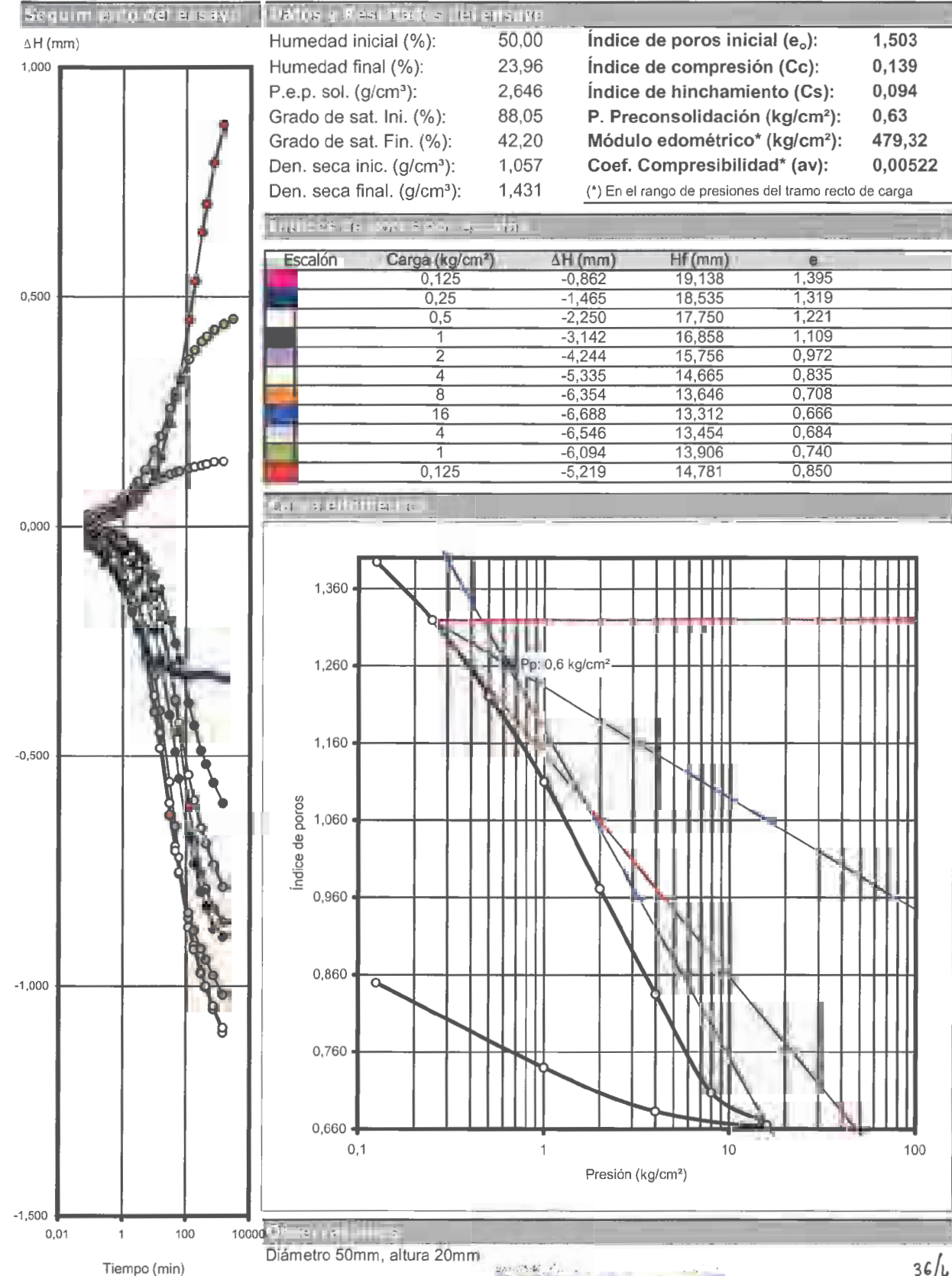




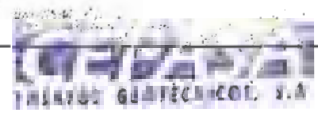
ENSAYO EDMÉTRICO (Norma UNE 103.405)

CLIENTE: SAIATEK
TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROZAUURRE
INDICATIVO: 06727 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: 2006/9481 S-4 MI 4,50-5,10 **FECHA:** 07/12/06 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyEDO (20030619)



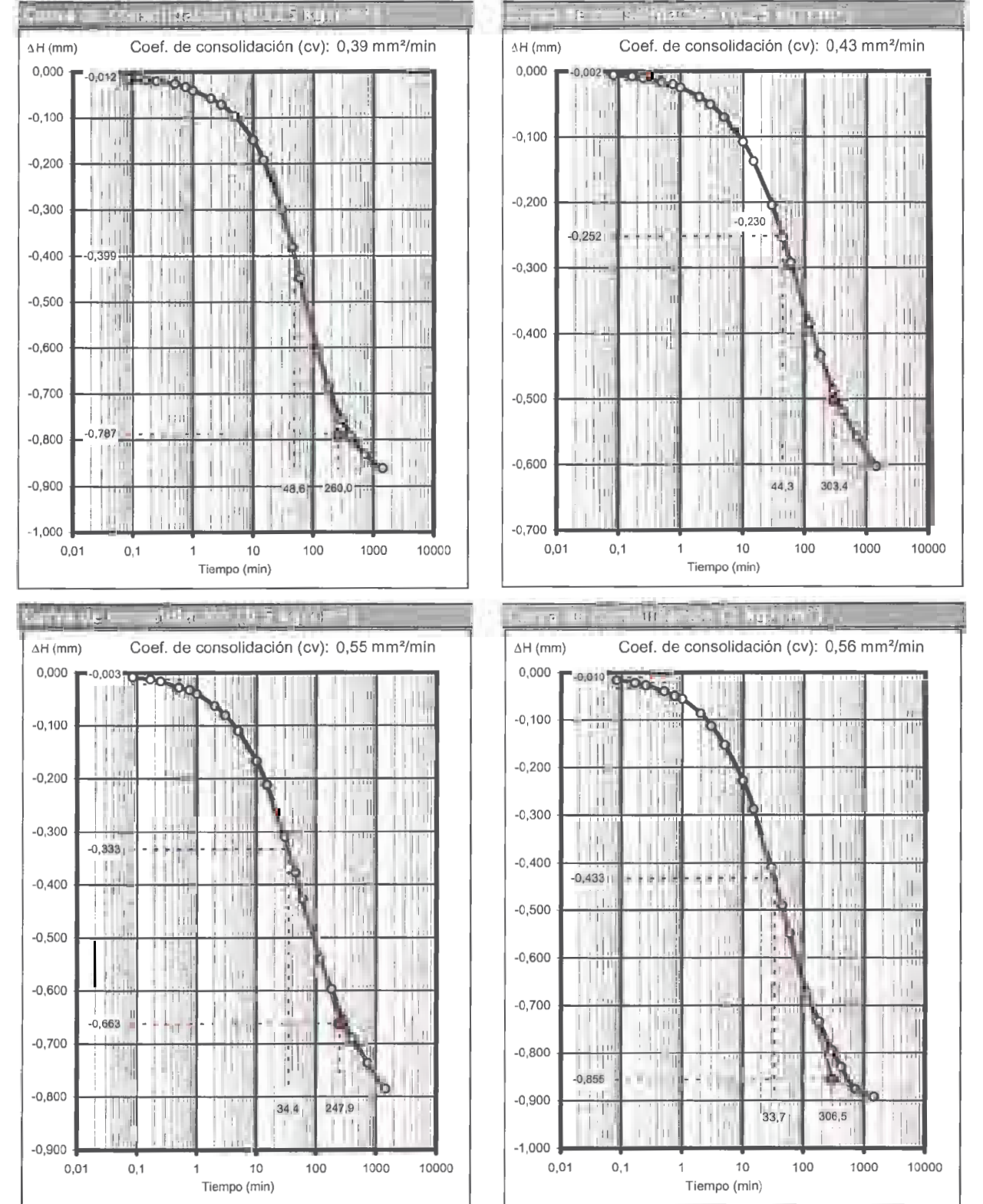
36/45



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROZAUURRE
INDICATIVO: 06727 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: 2006/9481 S-4 MI 4,50-5,10 **FECHA:** 07/12/06 Hoja 1 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)



37/49

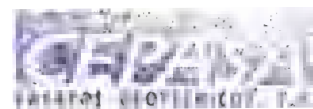
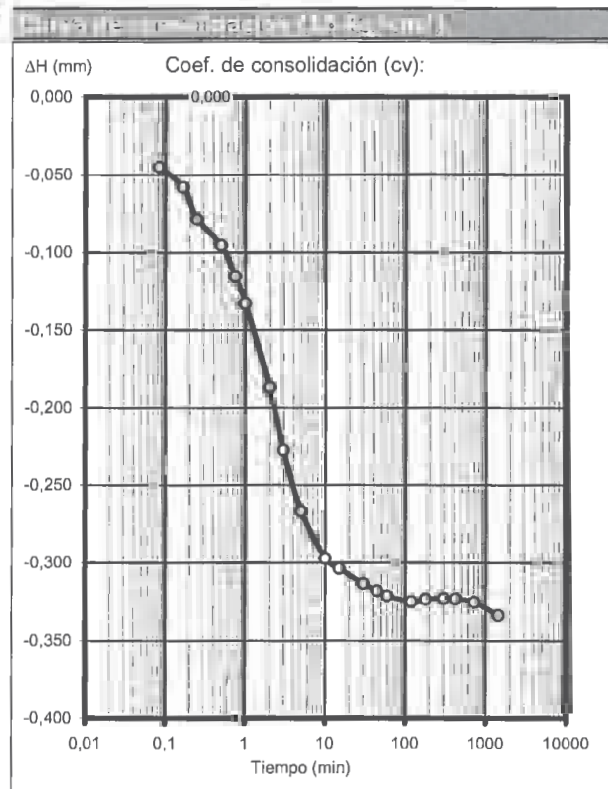
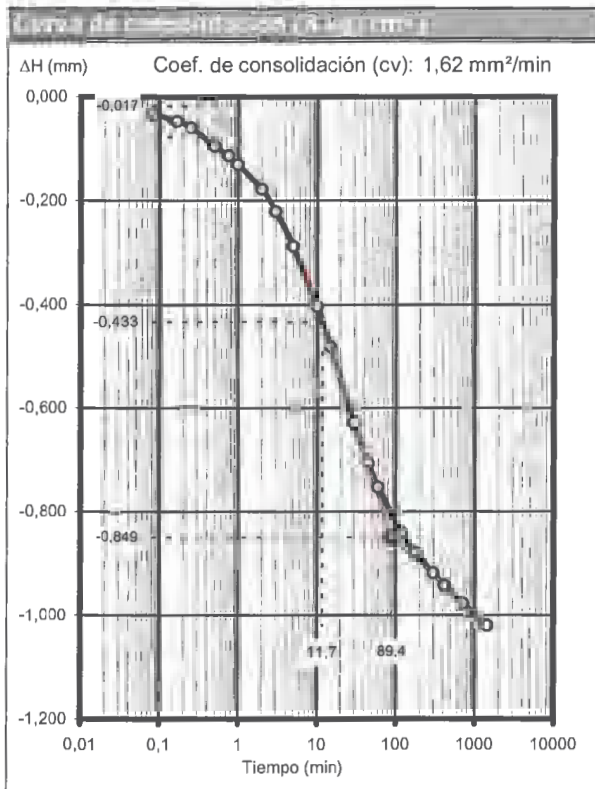
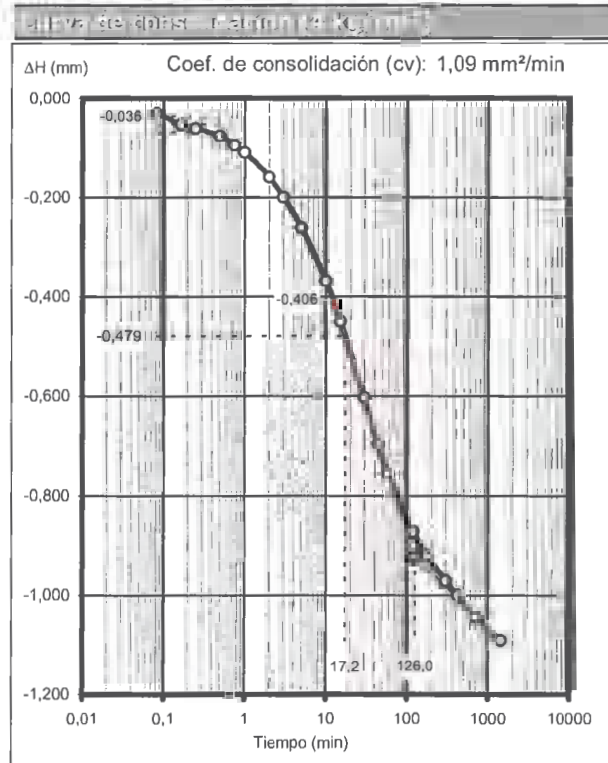
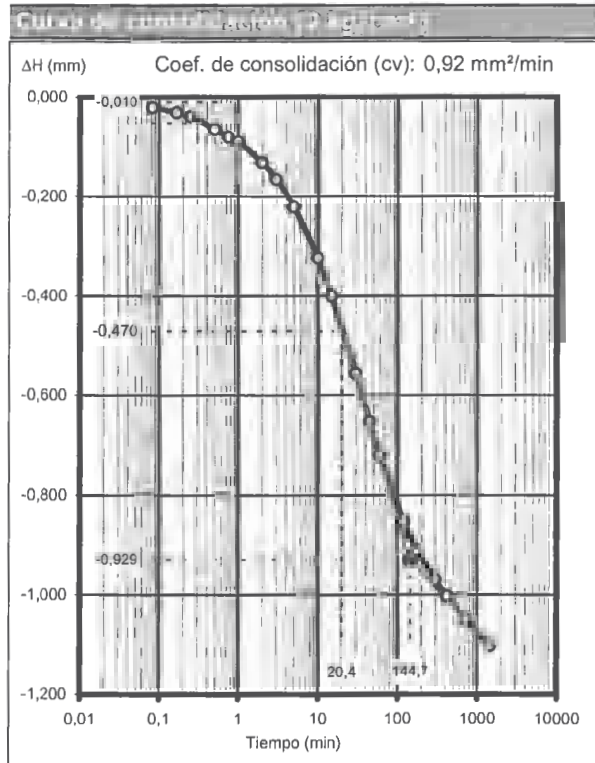




CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIA TEK
 TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROZAU RE
 INDICATIVO: 06727 LABORANTE: Natividad Calderón
 MUESTRA: 2006/9481 S-4 MI 4,50-5,10 FECHA: 07/12/06 Hoja 2 de 3

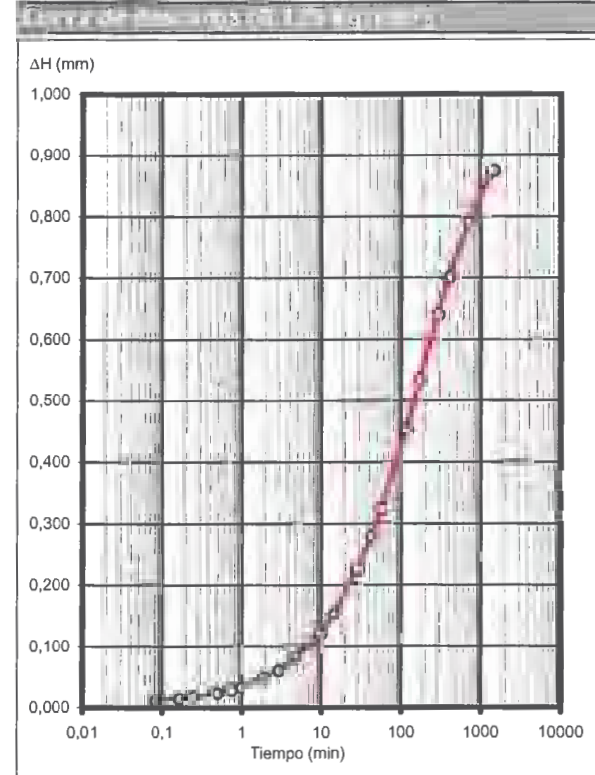
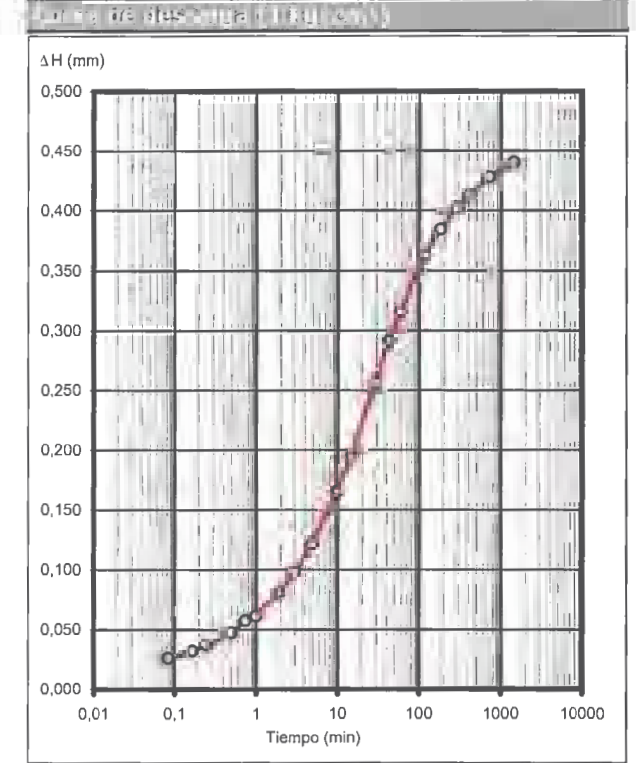
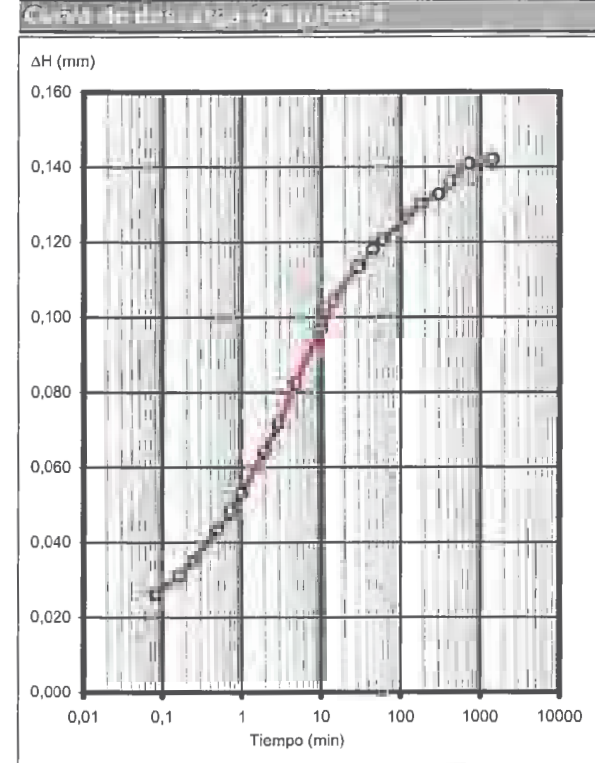
CDIAM-EnsyEDO (20030619)



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIA TEK
 TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROZAU RE
 INDICATIVO: 06727 LABORANTE: Natividad Calderón
 MUESTRA: 2006/9481 S-4 MI 4,50-5,10 FECHA: 07/12/06 Hoja 3 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

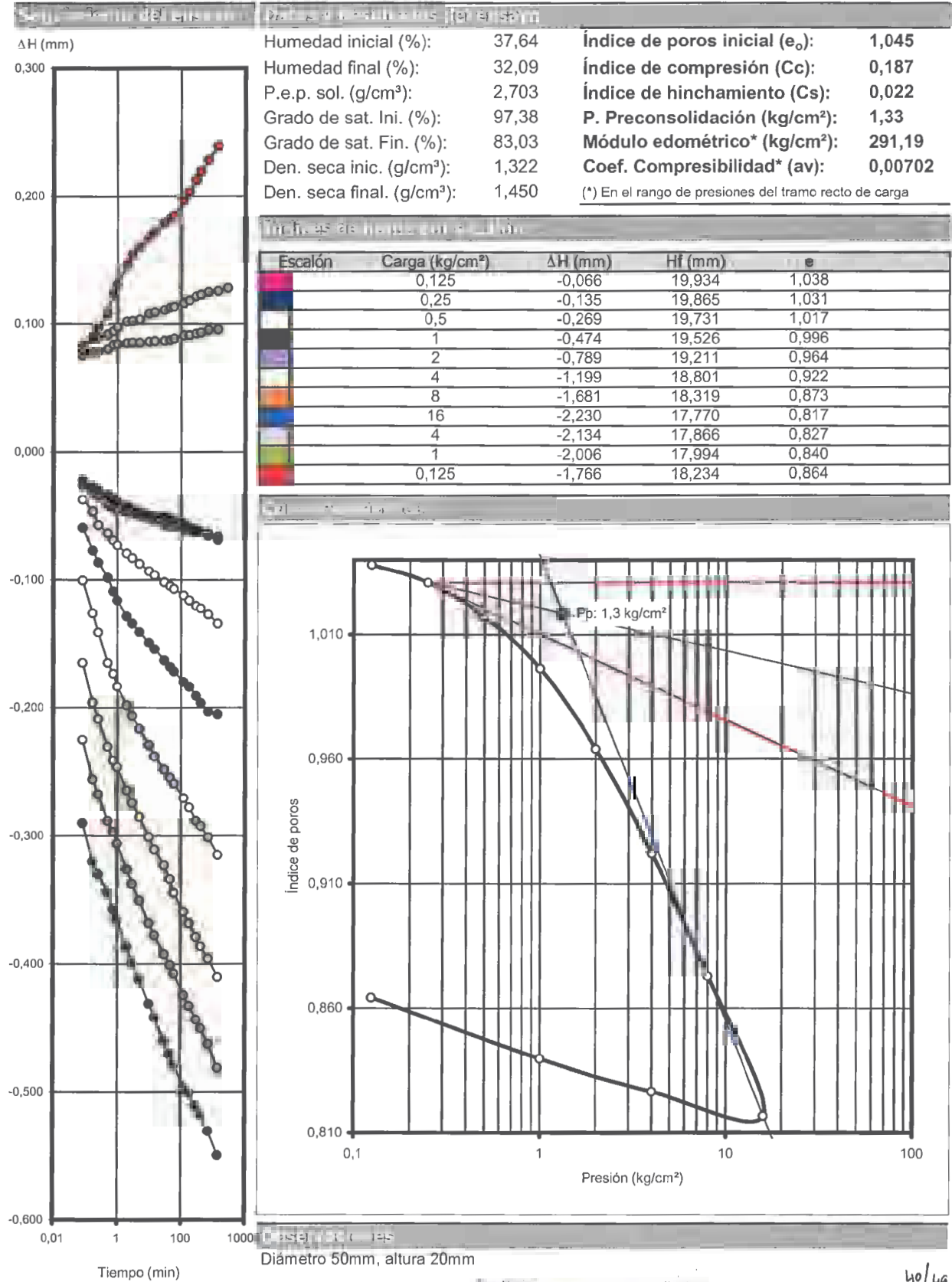




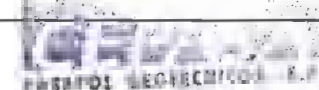
ENSAYO EDOMÉTRICO (Norma UNE 103.405)

CLIENTE: SAIATEK
TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROZAUURRE
INDICATIVO: 06727 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: 2006/9484 S-6 MI 4,50-5,10 **FECHA:** 07/12/06 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyEDO (20030619)



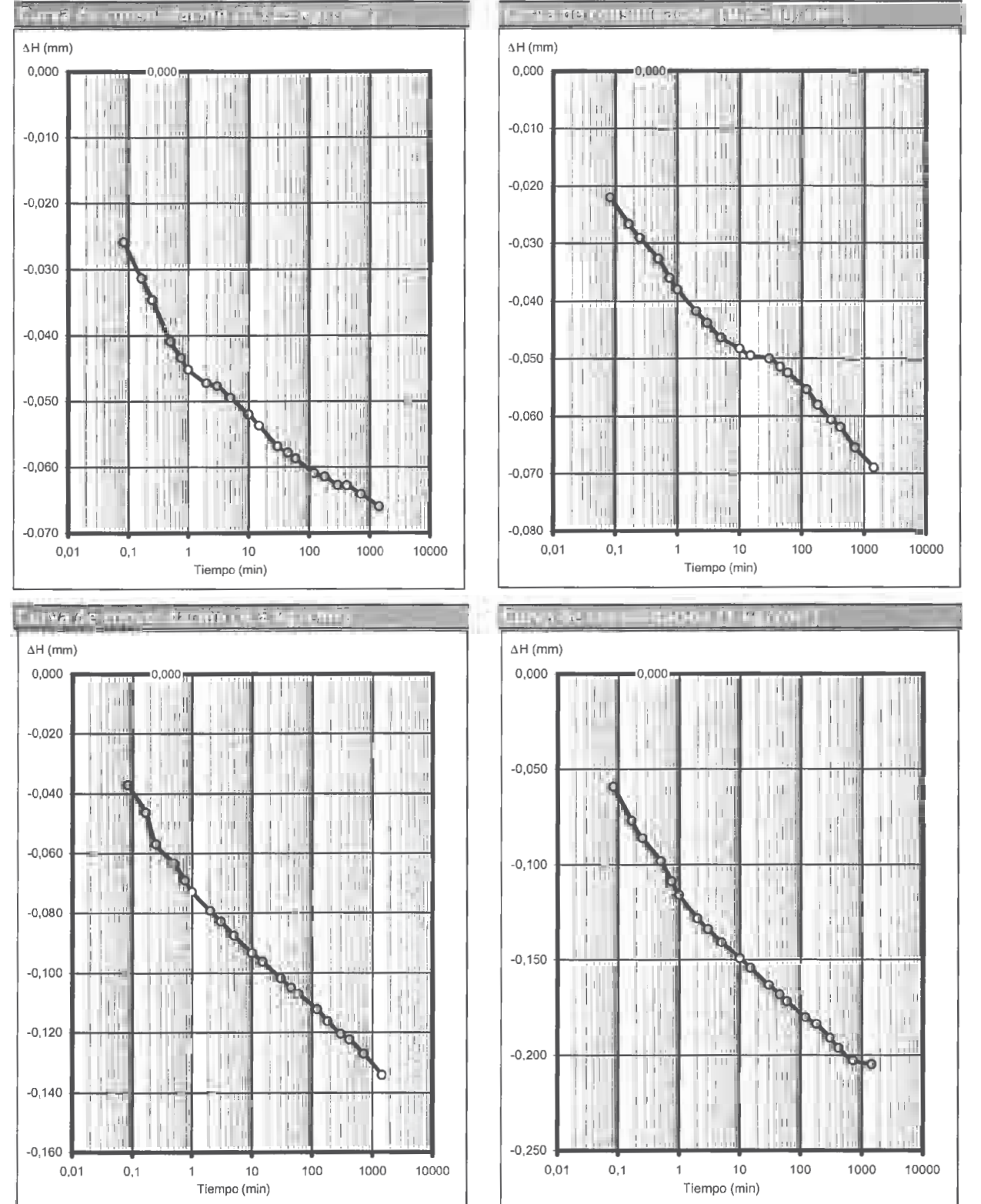
40/49



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROZAUURRE
INDICATIVO: 06727 **LABORANTE:** Natividad Calderón
MUESTRA: 2006/9484 S-6 MI 4,50-5,10 **FECHA:** 07/12/06 Hoja 1 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)



41/49

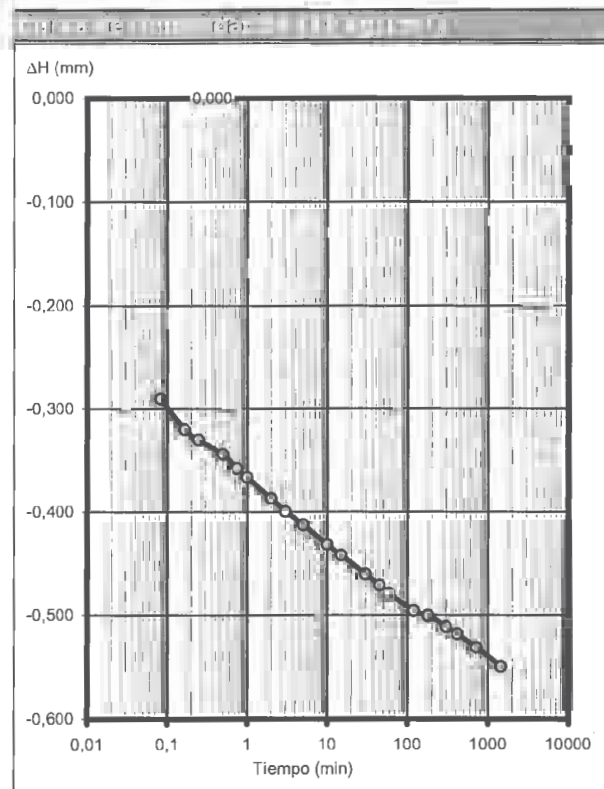
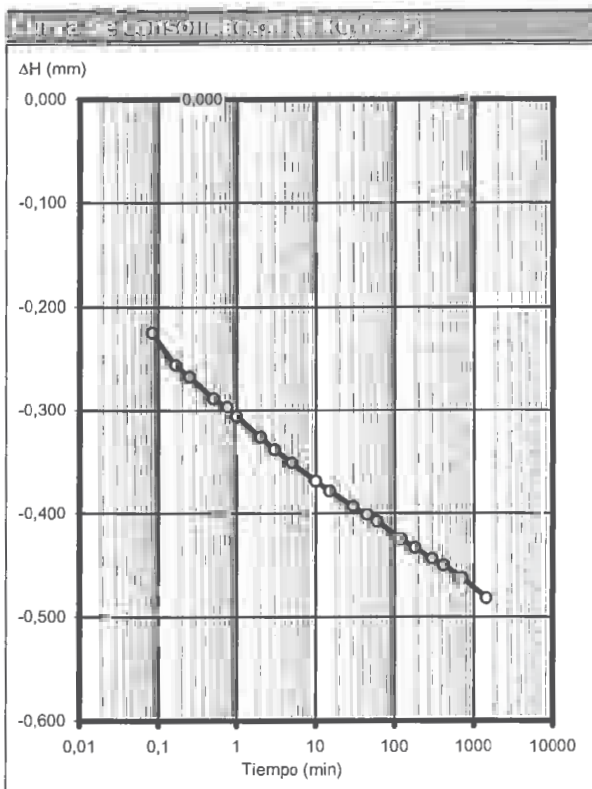
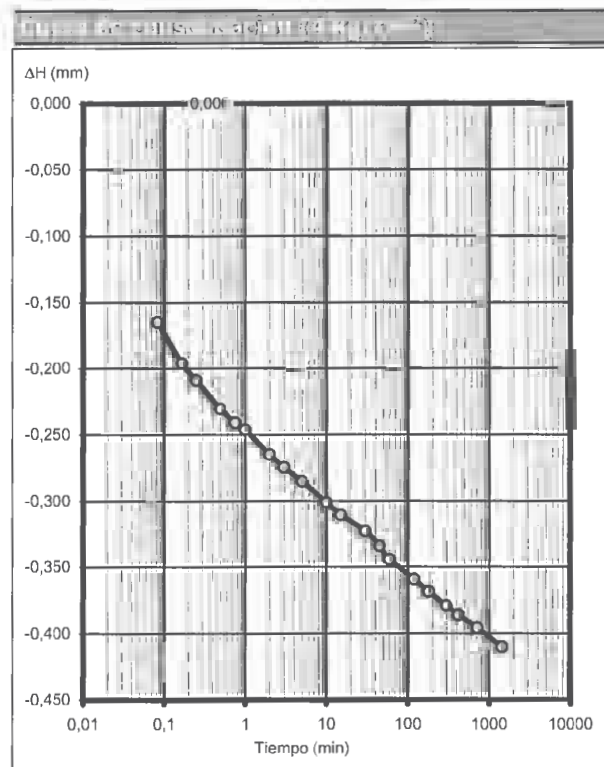
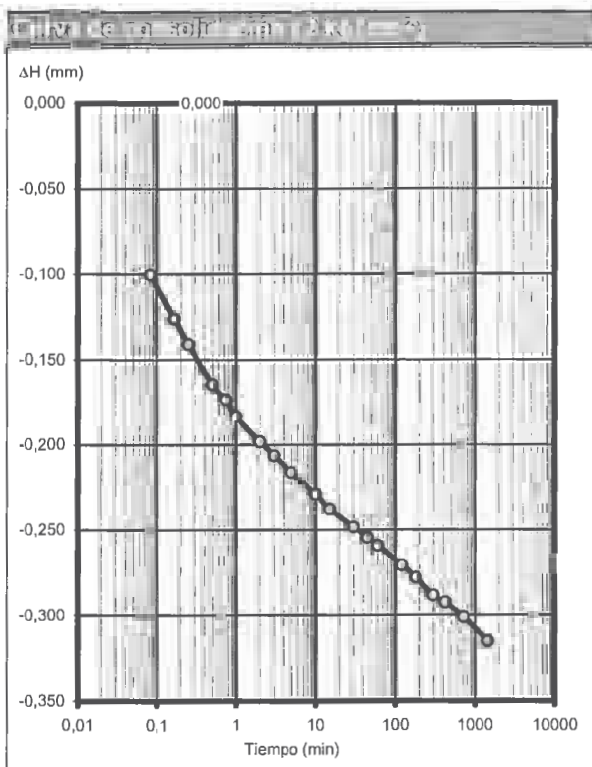




CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROZAUURRE
 INDICATIVO: 06727 LABORANTE: Natividad Calderón
 MUESTRA: 2006/9484 S-6 MI 4,50-5,10 FECHA: 07/12/06 Hoja 2 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)



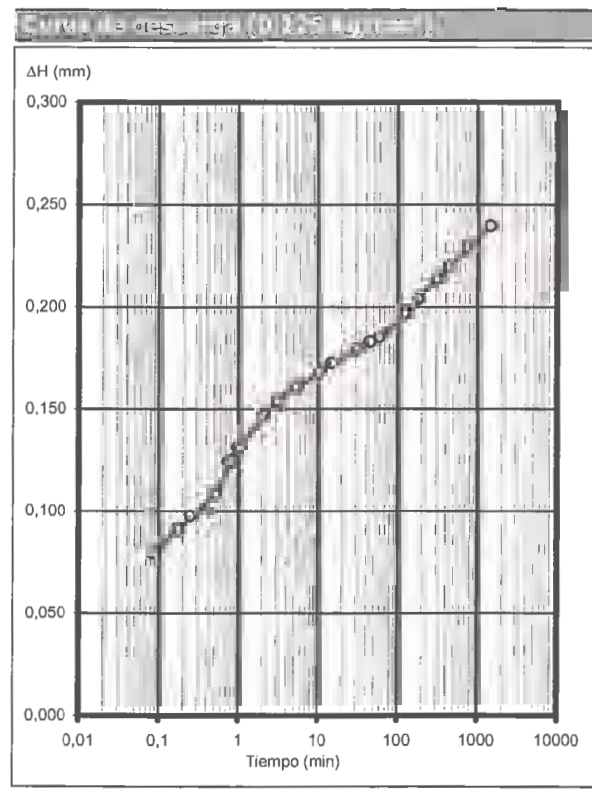
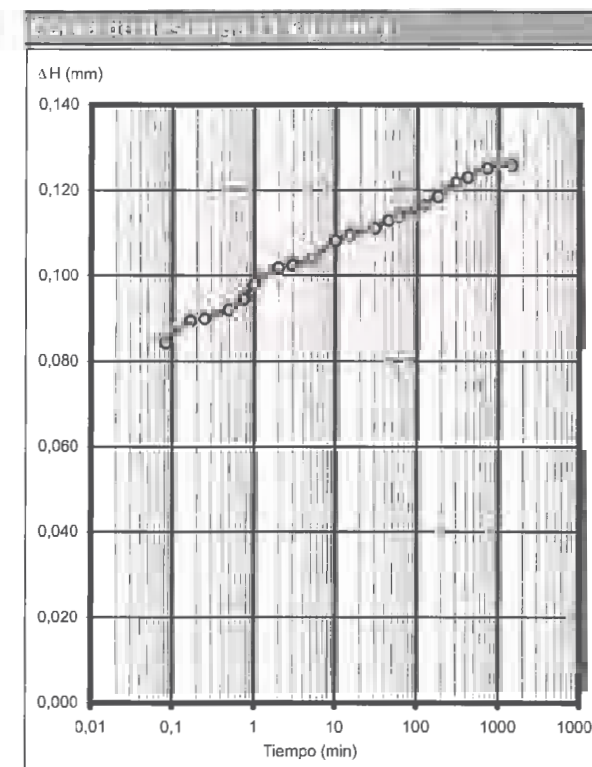
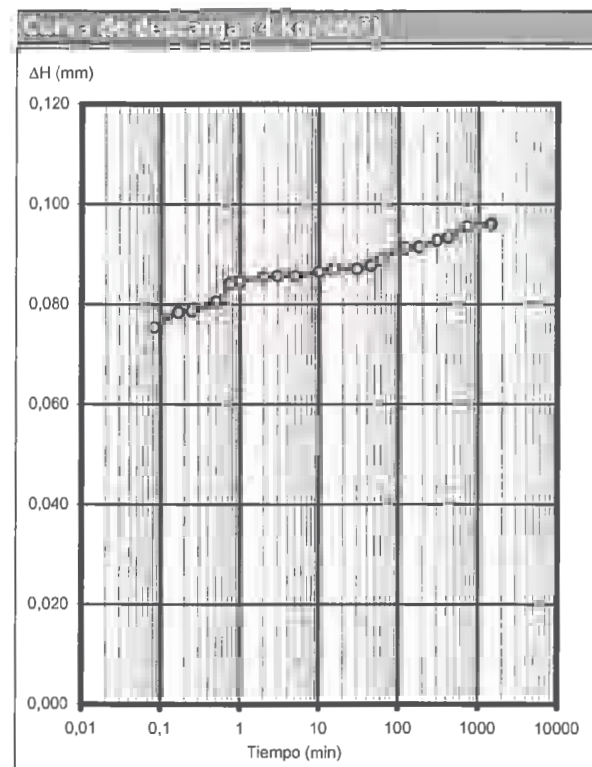
42/49



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ANTEPROYECTO DE URBANIZACIÓN ZORROZAUURRE
 INDICATIVO: 06727 LABORANTE: Natividad Calderón
 MUESTRA: 2006/9484 S-6 MI 4,50-5,10 FECHA: 07/12/06 Hoja 3 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

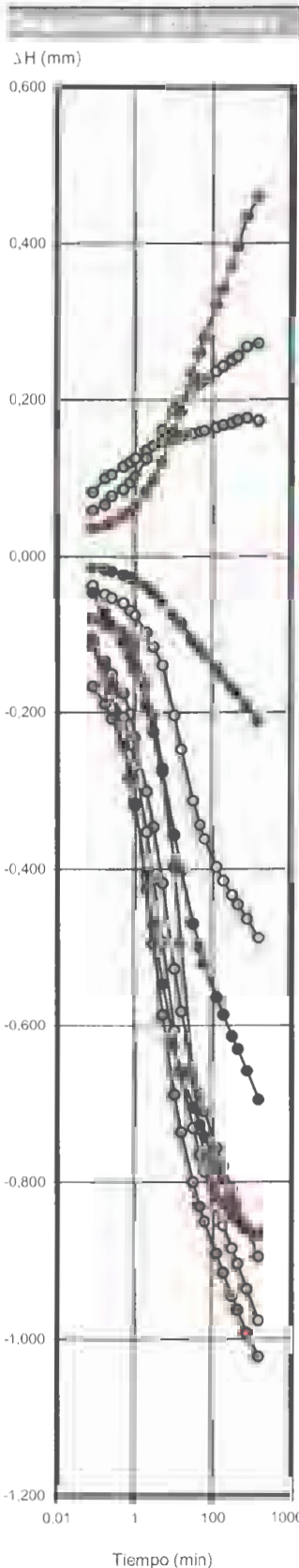


43/49



ENSAYO EDOMETRICO (Norma UNE 103.405)

CLIENTE: SAIA TEK
 TRABAJO: ZORROZAU RE BILBAO FASE 2
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3929 S-7 SHELBY 12,00-12,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 1 de 1

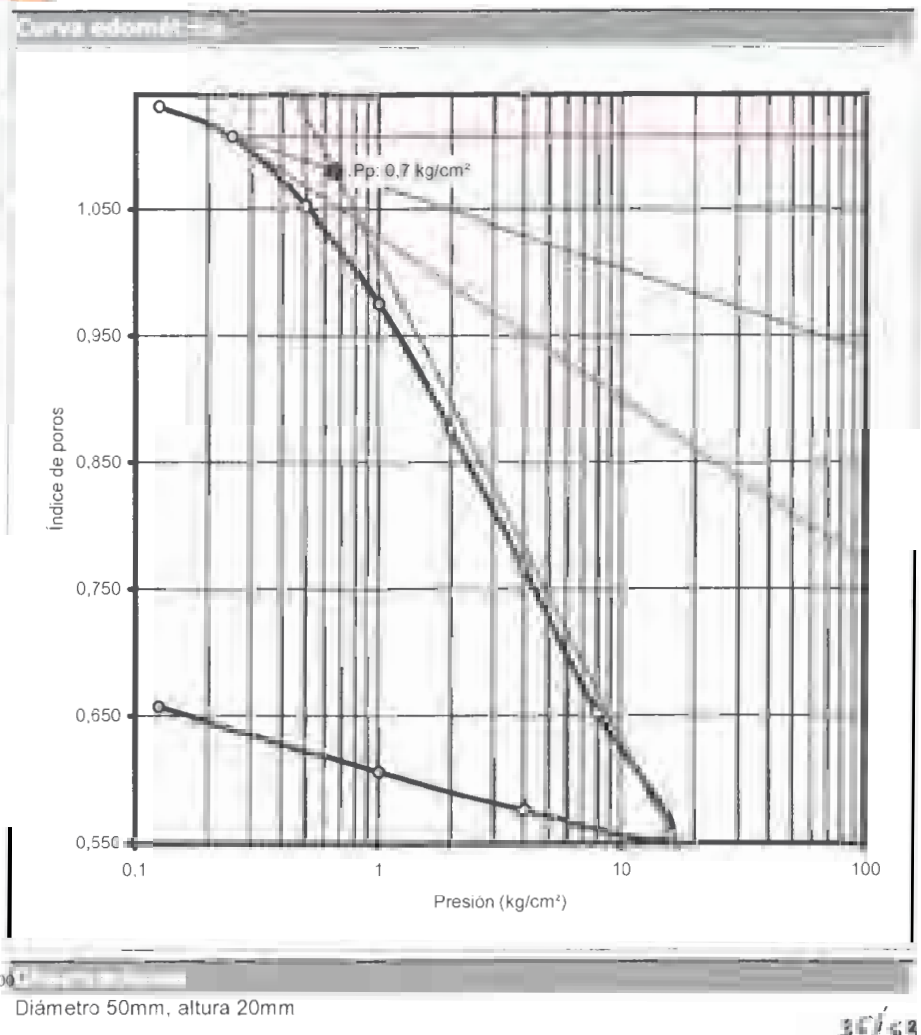


Datos y Resultados del ensayo

Humedad inicial (%):	45,95	Índice de poros inicial (e_0):	1,227
Humedad final (%):	33,76	Índice de compresión (C_c):	0,321
P.e.p. sol. (g/cm^3):	2,638	Índice de hinchamiento (C_s):	0,050
Grado de sat. Ini. (%):	98,76	P. Preconsolidación (kg/cm^2):	0,66
Grado de sat. Fin. (%):	72,55	Módulo edométrico* (kg/cm^2):	184,54
Den. seca inic. (g/cm^3):	1,184	Coef. Compresibilidad* (av):	0,01207
Den. seca final. (g/cm^3):	1,592	(*) En el rango de presiones del tramo recto de carga	

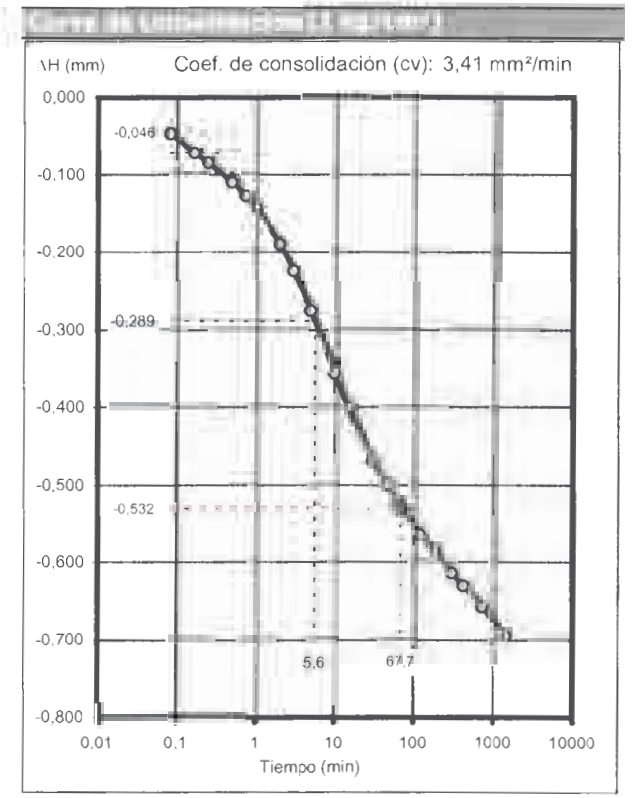
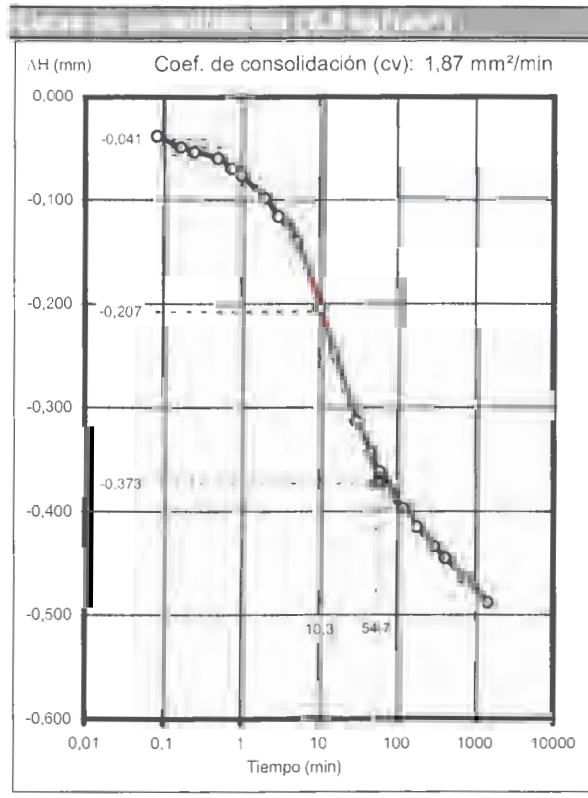
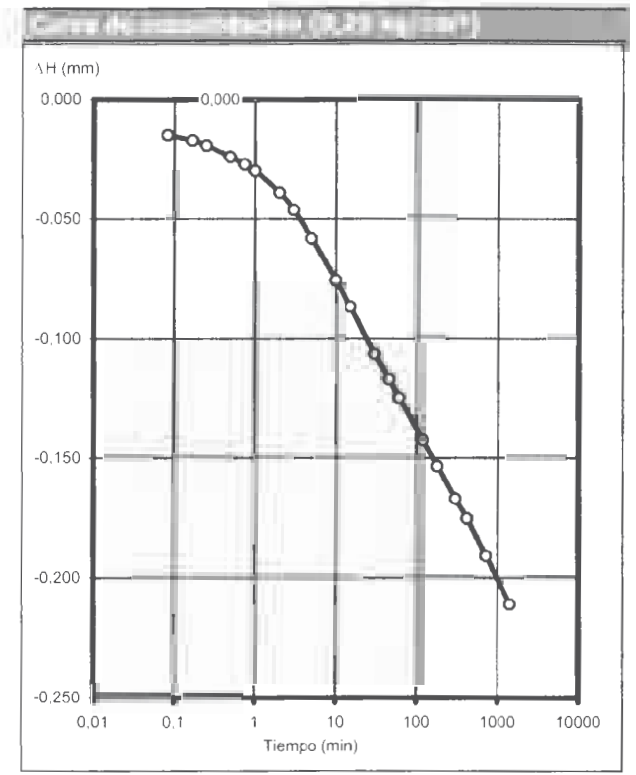
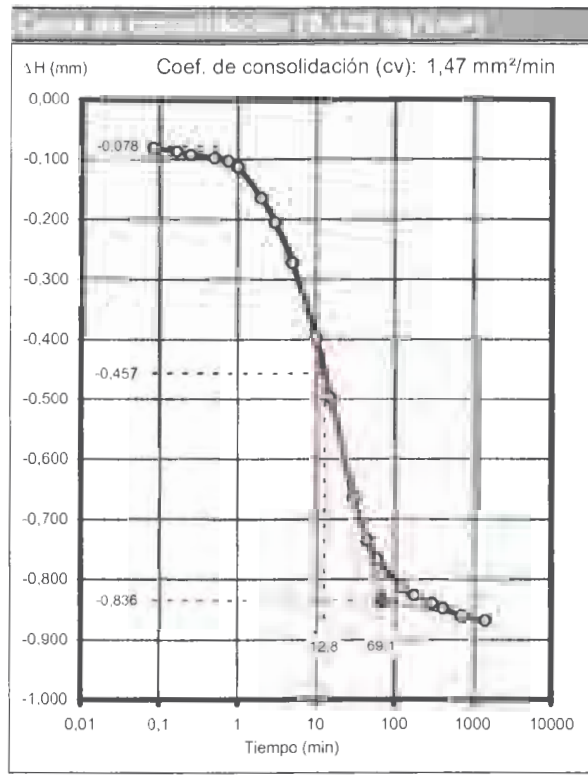
Escalón

Escalón	Carga (kg/cm^2)	ΔH (mm)	Hf (mm)	e
	0,125	-0,368	19,132	1,131
	0,25	-1,079	18,921	1,107
	0,5	-1,567	18,433	1,053
	1	-2,262	17,738	0,976
	2	-3,158	16,842	0,876
	4	-4,134	15,866	0,767
	8	-5,157	14,843	0,653
	16	-6,024	13,976	0,556
	4	-5,350	14,150	0,576
	1	-5,578	14,422	0,606
	0,125	-5,119	14,881	0,657



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

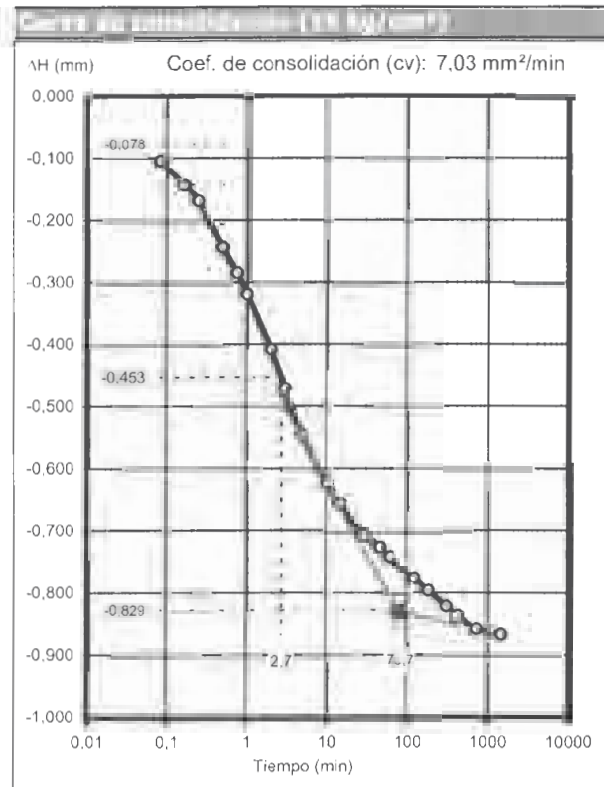
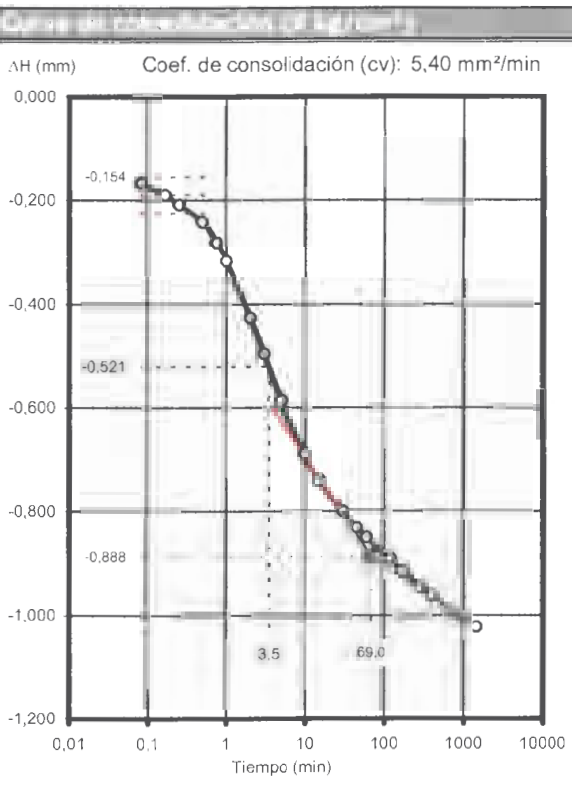
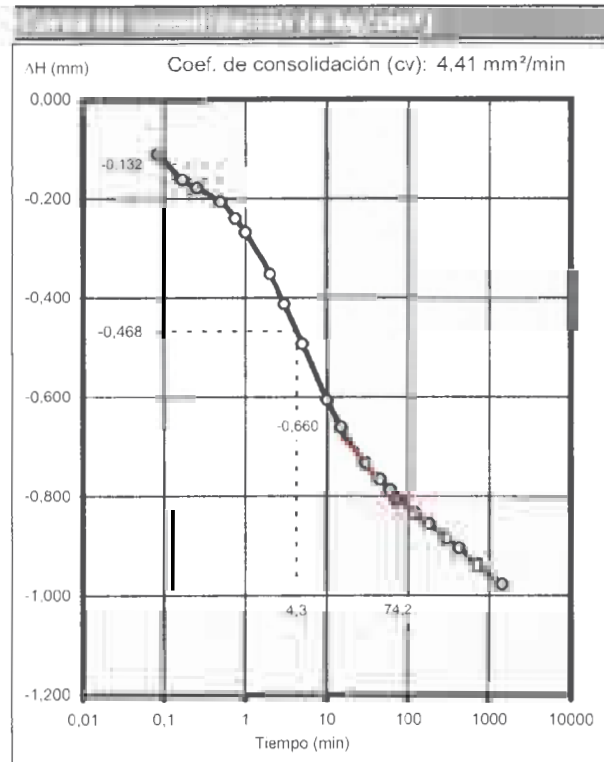
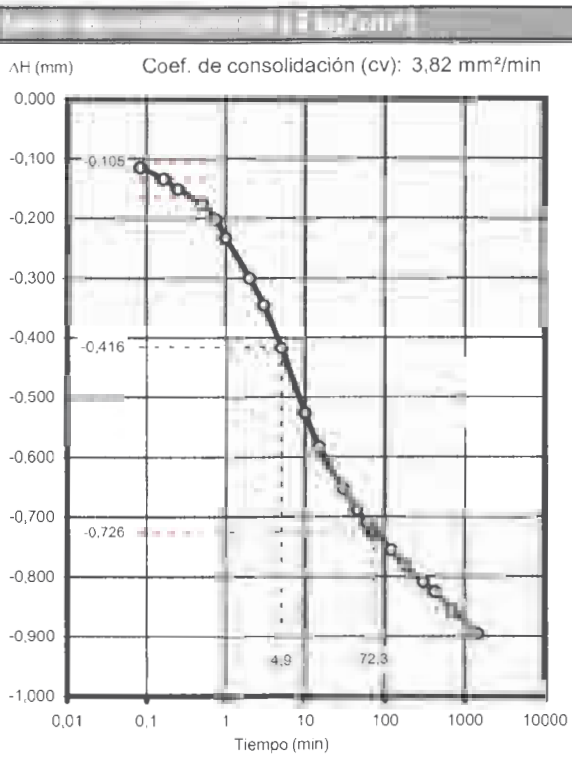
CLIENTE: SAIA TEK
 TRABAJO: ZORROZAU RE BILBAO FASE 2
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3929 S-7 SHELBY 12,00-12,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 1 de 3





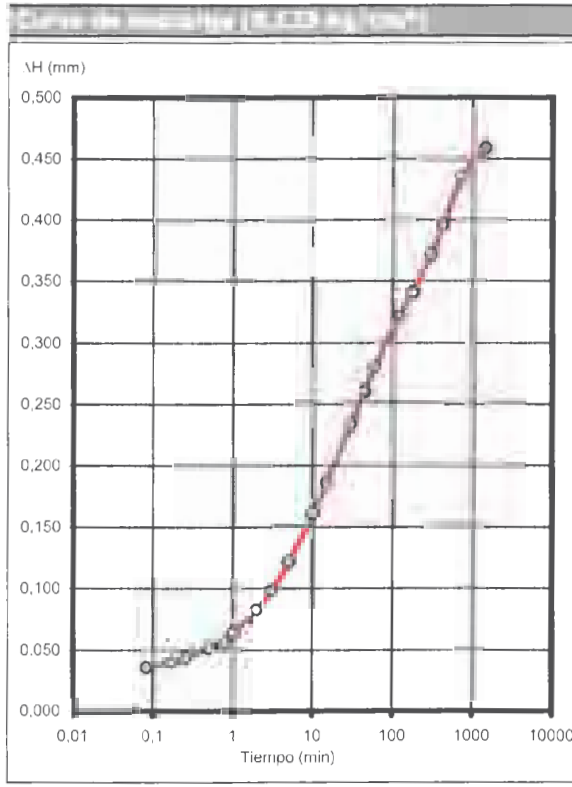
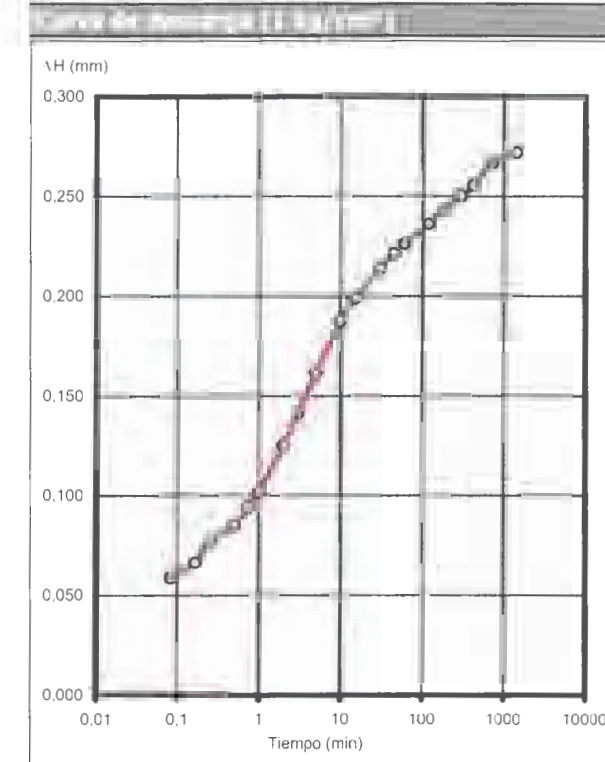
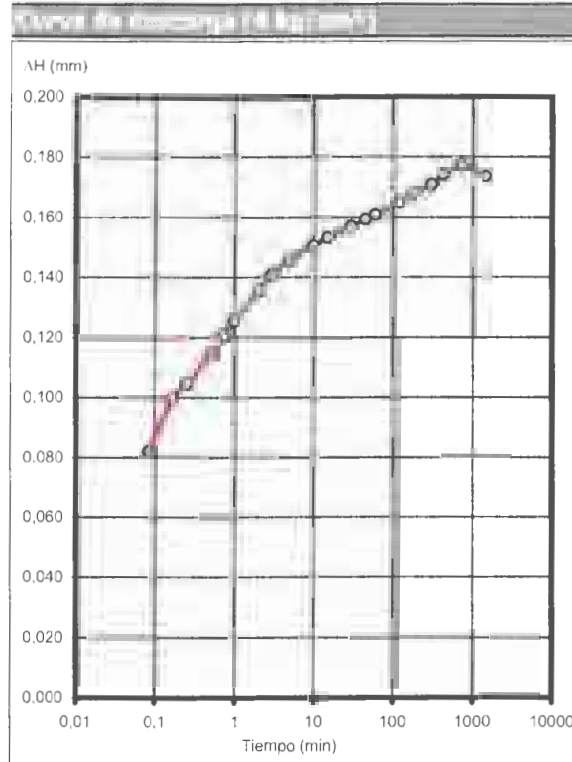
CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIAATEK
 TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 2
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3929 S-7 SHELBY 12,00-12,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 2 de 3



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIAATEK
 TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 2
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3929 S-7 SHELBY 12,00-12,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 3 de 3



30/53

37/53



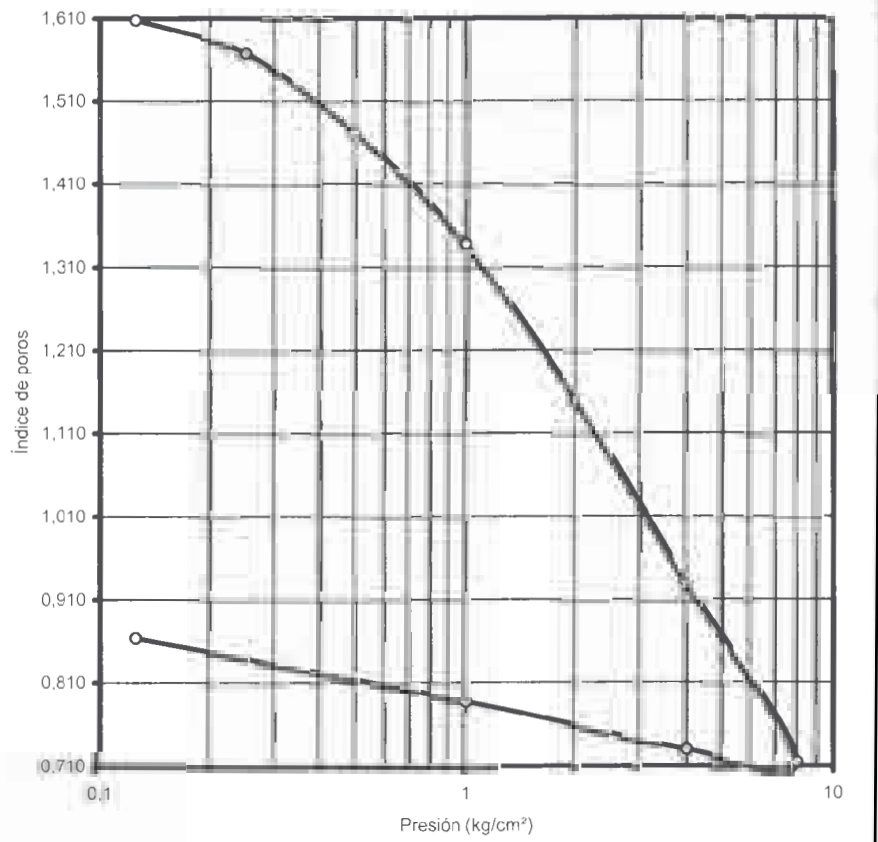
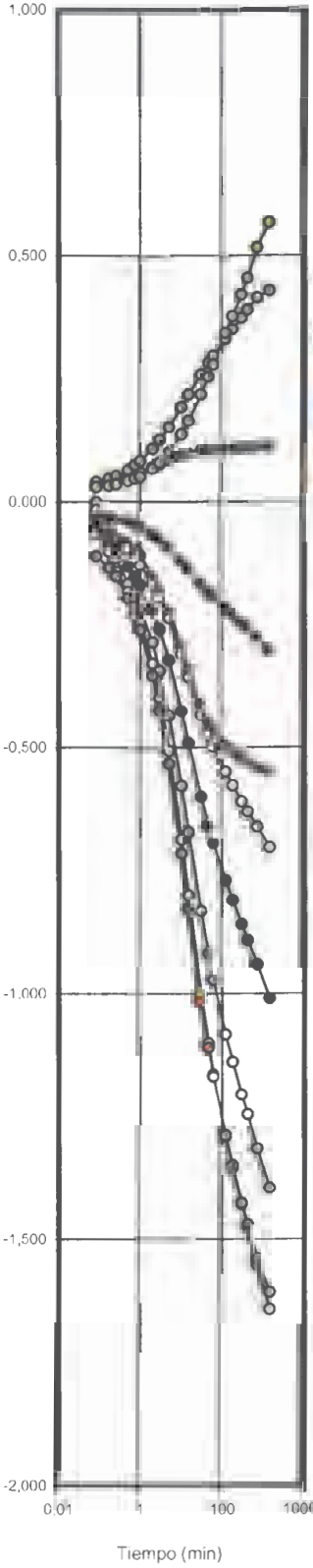
ENSAYO EDOMÉTRICO (Norma UNE 103.405)

CLIENTE: SAIATEK
TRABAJO: ZORROZAUURRE BILBAO FASE 2
INDICATIVO: 07316 **LABORANTE:** N. Calderón
MUESTRA: 2007/3930 S-8 SHELBY 8,00-8,60 **FECHA:** 21/05/07 Hoja 1 de 1

CDIEM-ensyED0 (20070726)

Datos de la muestra	
Humedad inicial (%):	51,37
Humedad final (%):	21,41
P.e.p. sol. (g/cm ³):	2,771
Grado de sat. Ini. (%):	84,68
Grado de sat. Fin. (%):	35,29
Den. seca inic. (g/cm ³):	1,034
Den. seca final. (g/cm ³):	1,487
Altura probeta (mm):	20,0
Diámetro probeta (mm):	50,0
Índice de poros inicial (e ₀):	1,681

Carga (kg/cm ²)	ΔH (mm)	Hf (mm)	e	Carga (kg/cm ²)	ΔH (mm)	Hf (mm)	e
0,125	-0,546	19,454	1,608	0,125	-6,096	13,904	0,864
0,25	-0,849	19,151	1,567				
0,5	-1,552	18,448	1,473				
1	-2,562	17,438	1,337				
2	-3,957	16,043	1,150				
4	-5,598	14,402	0,930				
8	-7,205	12,795	0,715				
4	-7,093	12,907	0,730				
1	-6,665	13,335	0,787				



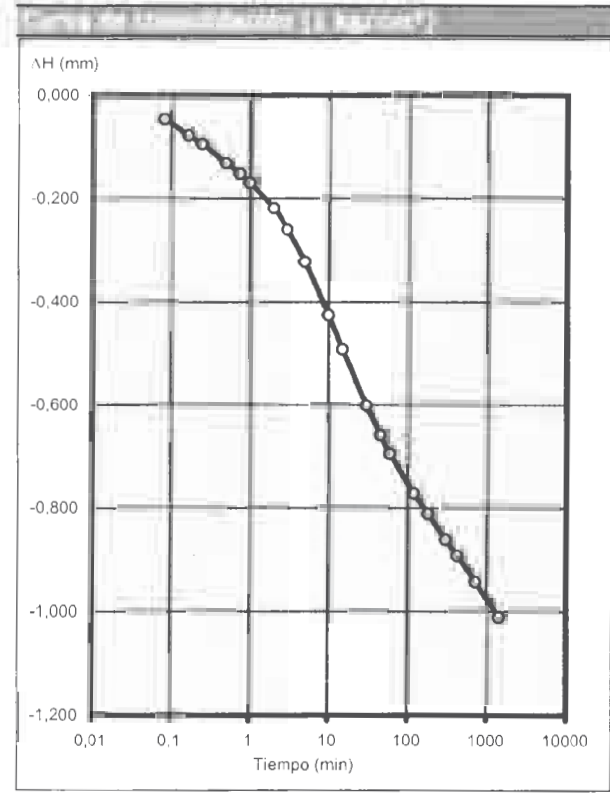
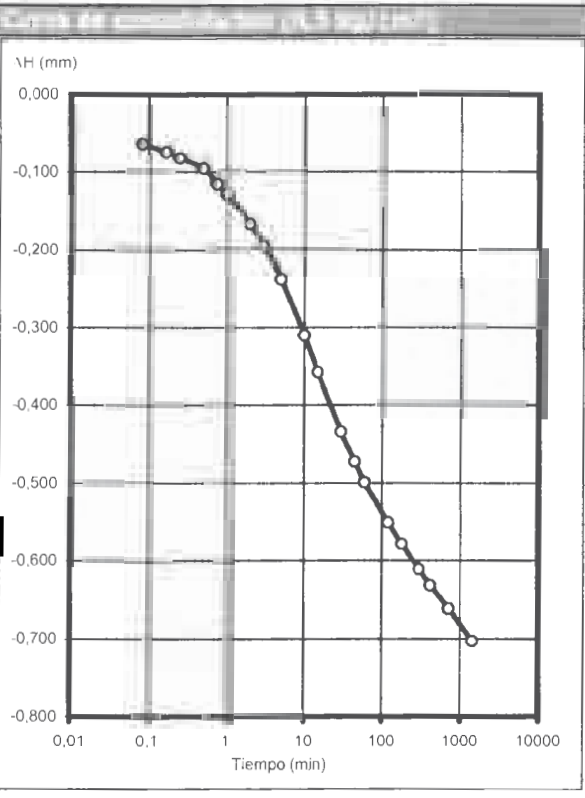
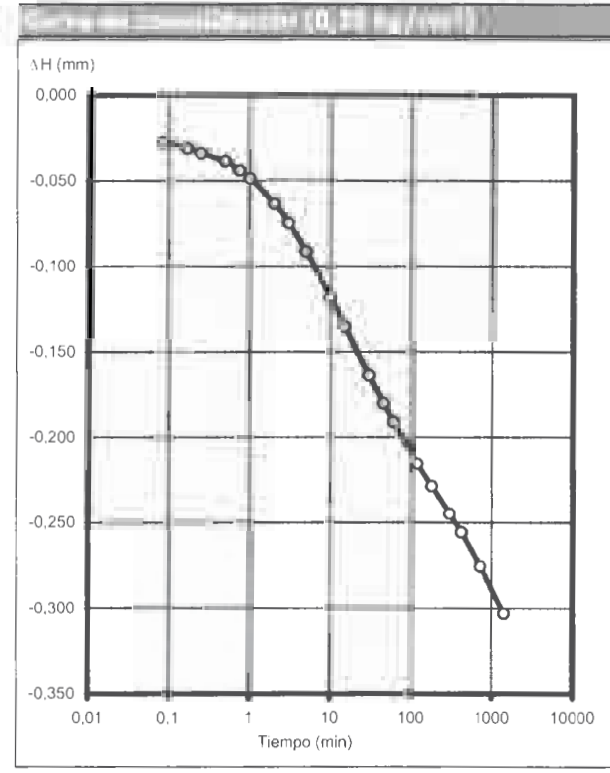
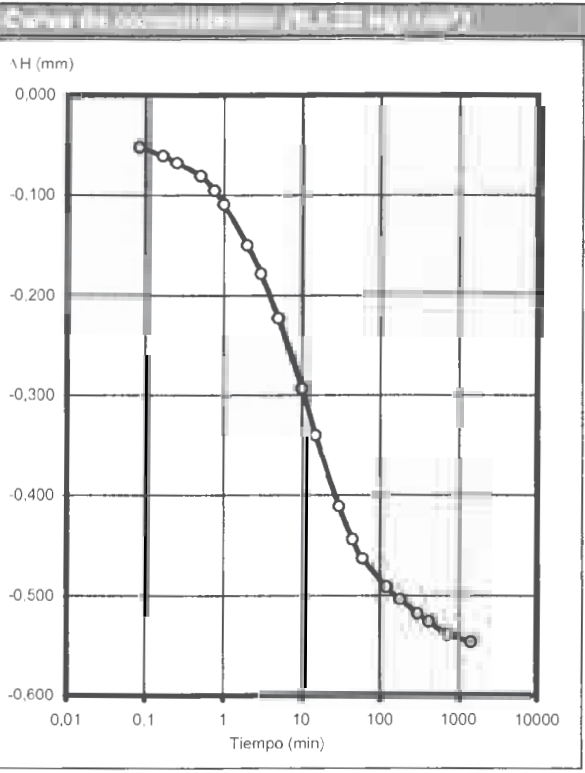
40/53



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
TRABAJO: ZORROZAUURRE BILBAO FASE 2
INDICATIVO: 07316 **LABORANTE:** N. Calderón
MUESTRA: 2007/3930 S-8 SHELBY 8,00-8,60 **FECHA:** 21/05/07

CDIEM-ensyED0 (20070719)



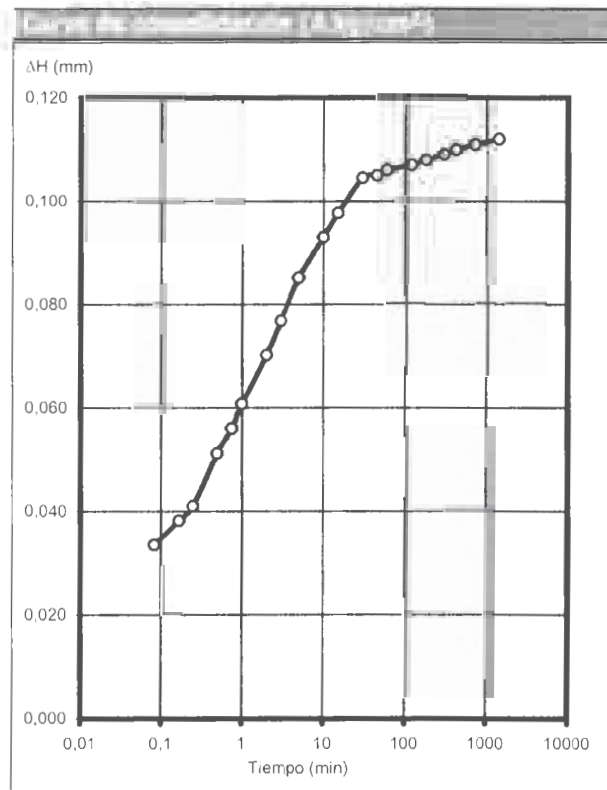
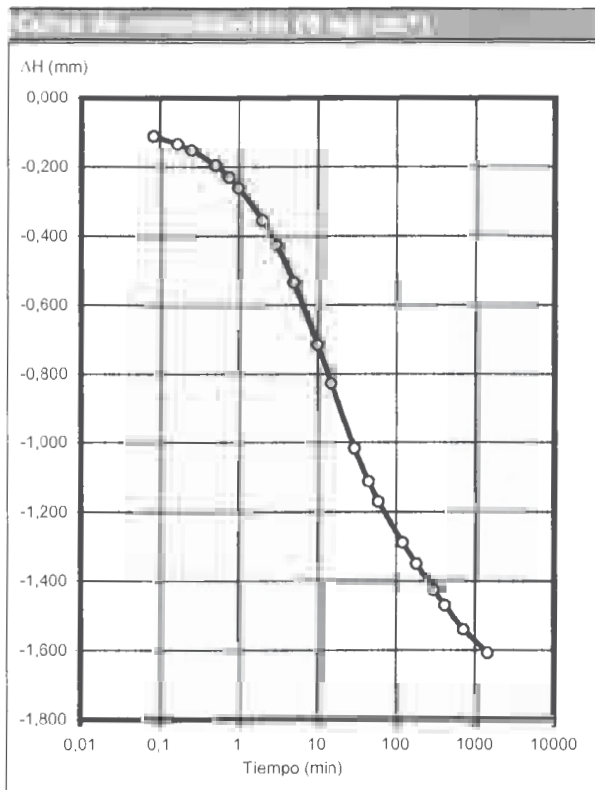
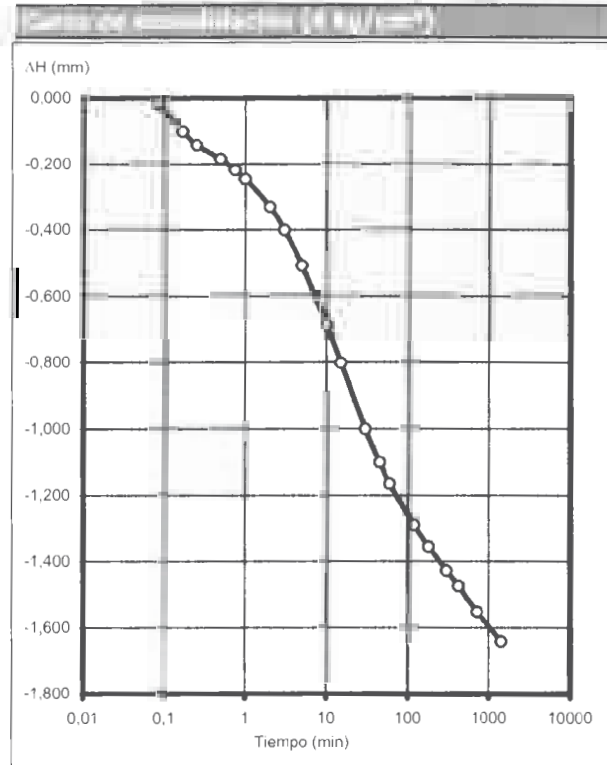
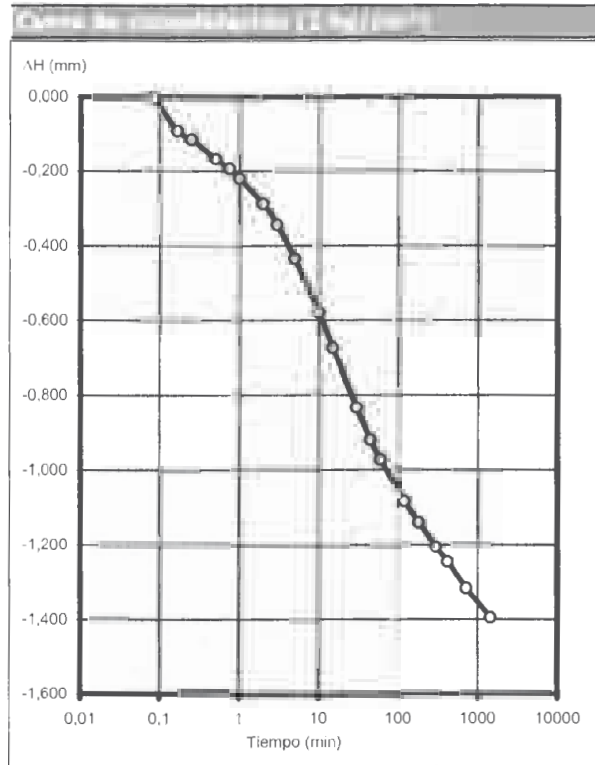
41/53



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 2
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3930 S-8 SHELBY 8,00-8,60 FECHA: 21/05/07

CDIAM-EnsyEDO (20030619)



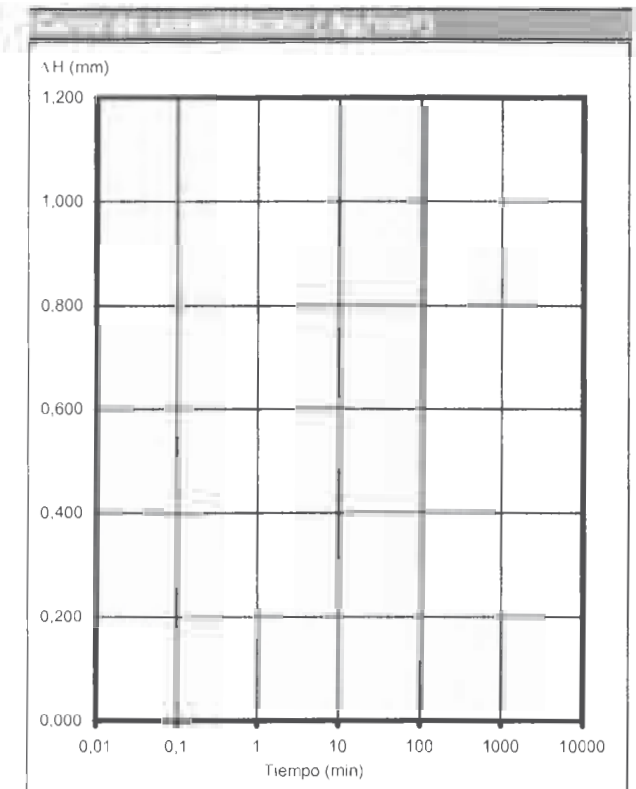
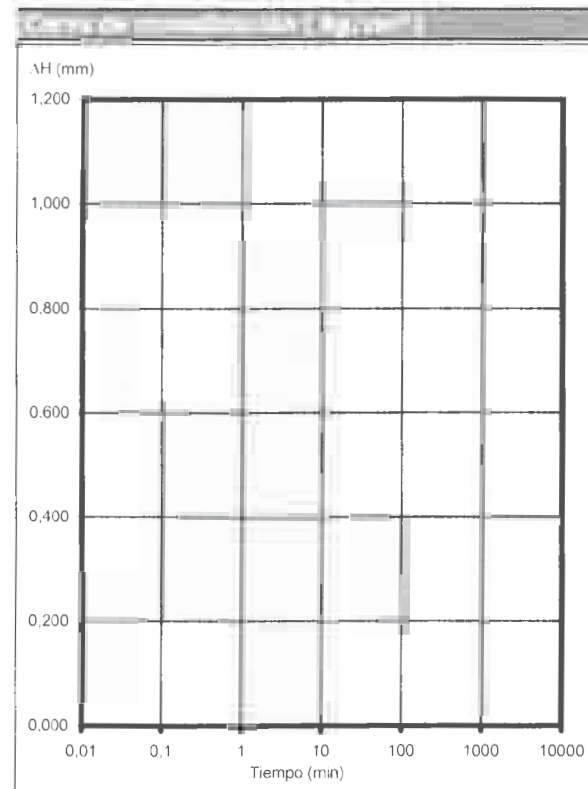
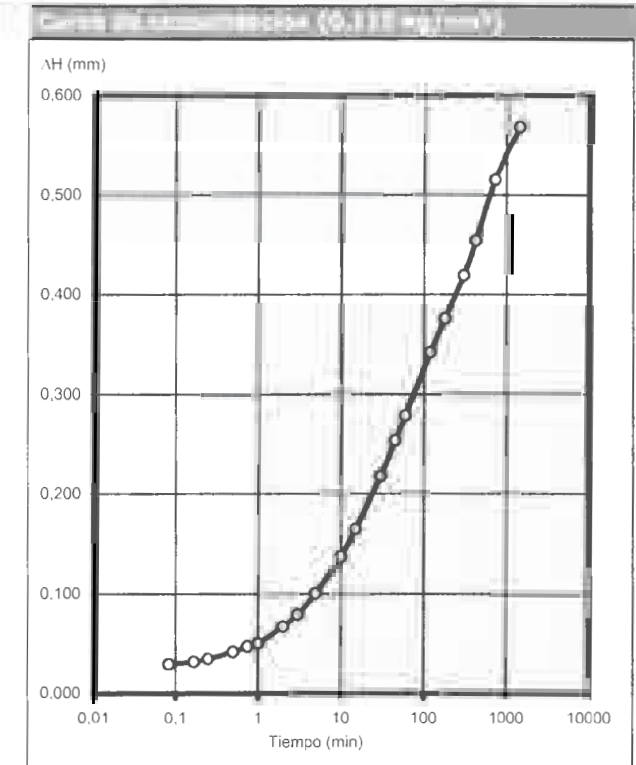
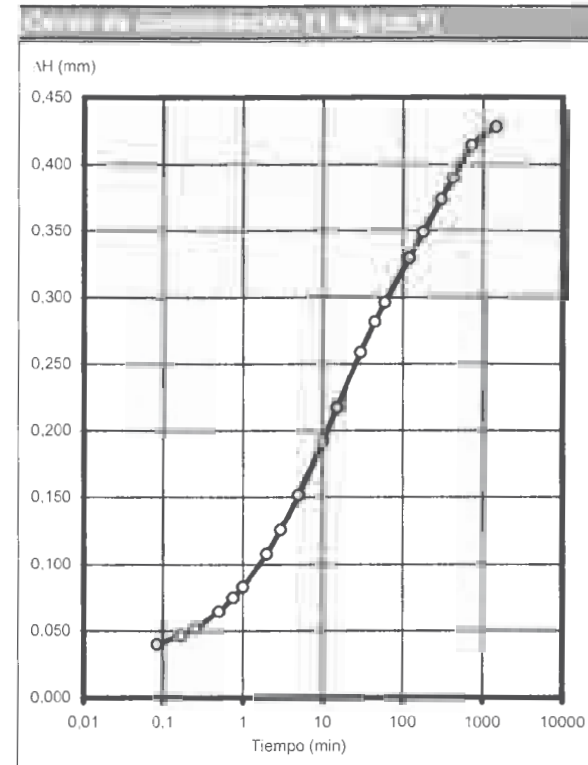
47/53



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 2
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3930 S-8 SHELBY 8,00-8,60 FECHA: 21/05/07

CDIAM-EnsyEDO (20030619)



48/53

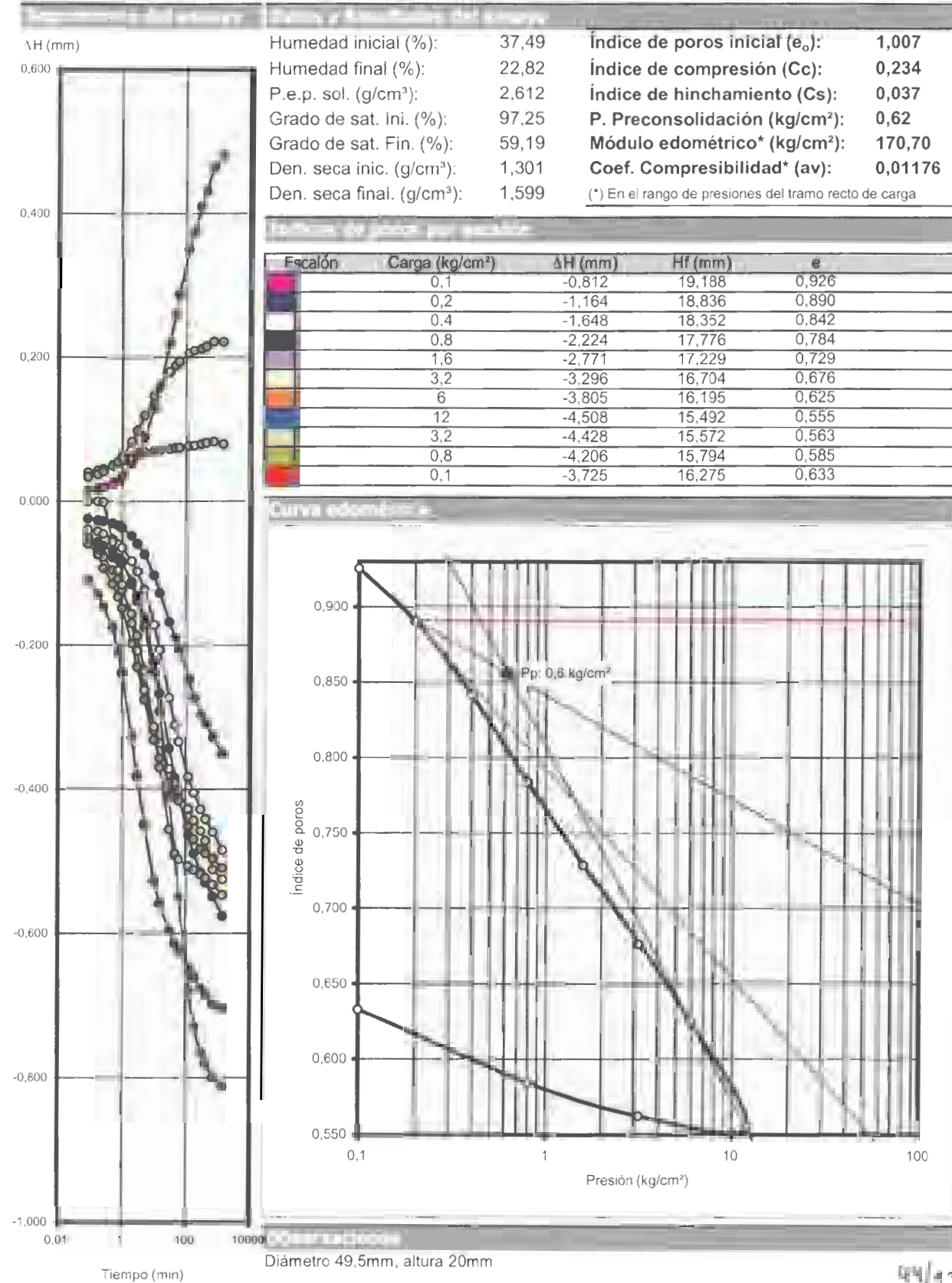




ENSAYO EDOMÉTRICO (Norma UNE 103.405)

CLIENTE: SAIATEK
TRABAJO: ZORROZAUURRE BILBAO FASE 2
INDICATIVO: 07316 **LABORANTE:** N. Calderón
MUESTRA: 2007/3935 S-11 MI 16,00-16,60 **FECHA:** 17/05/07 Hoja 1 de 1

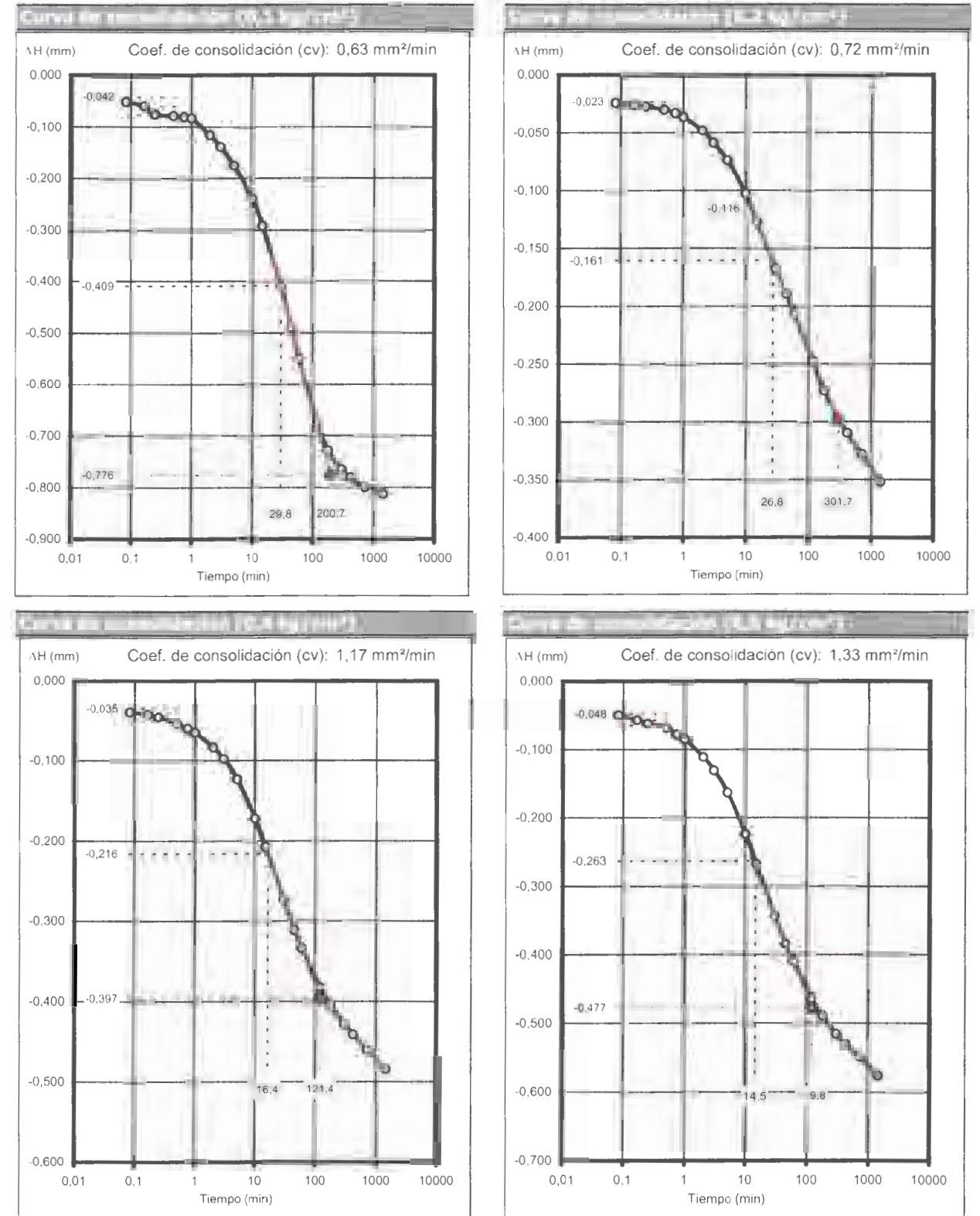
CDIAM-Ensayo EDO (20030619)



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
TRABAJO: ZORROZAUURRE BILBAO FASE 2
INDICATIVO: 07316 **LABORANTE:** N. Calderón
MUESTRA: 2007/3935 S-11 MI 16,00-16,60 **FECHA:** 17/05/07 Hoja 1 de 3

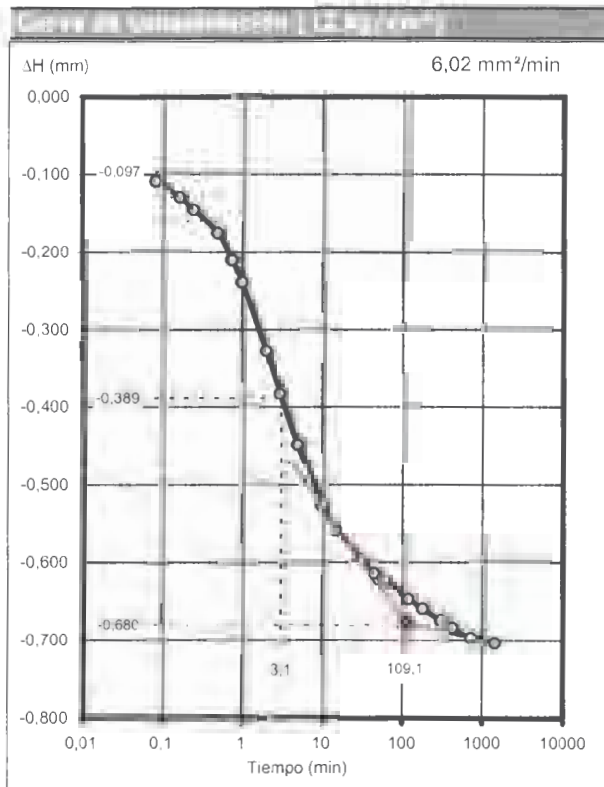
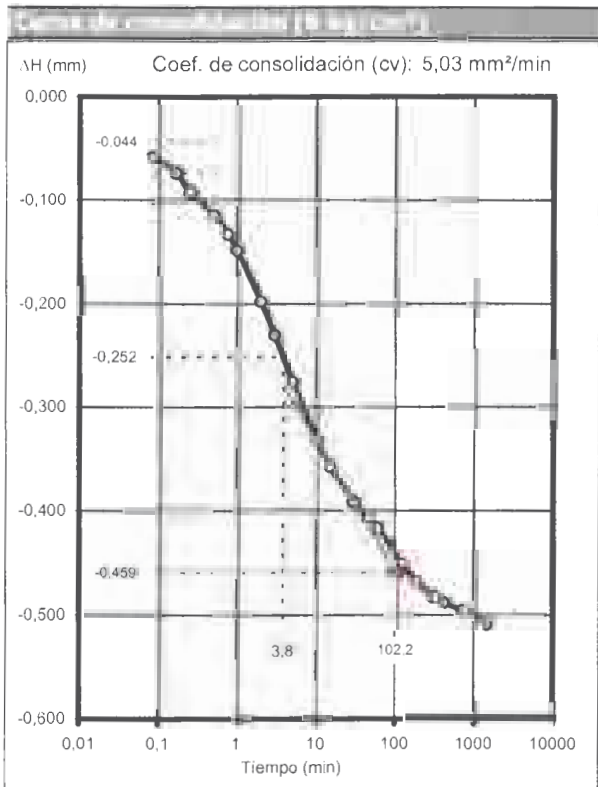
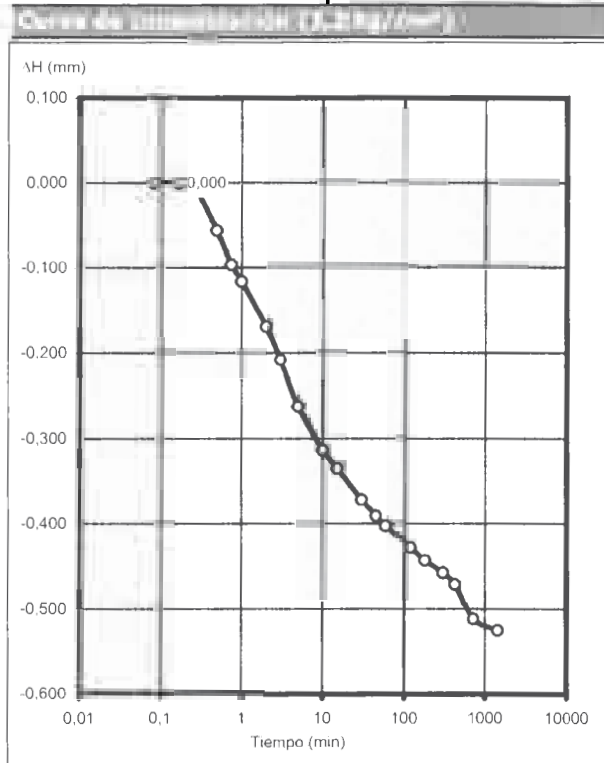
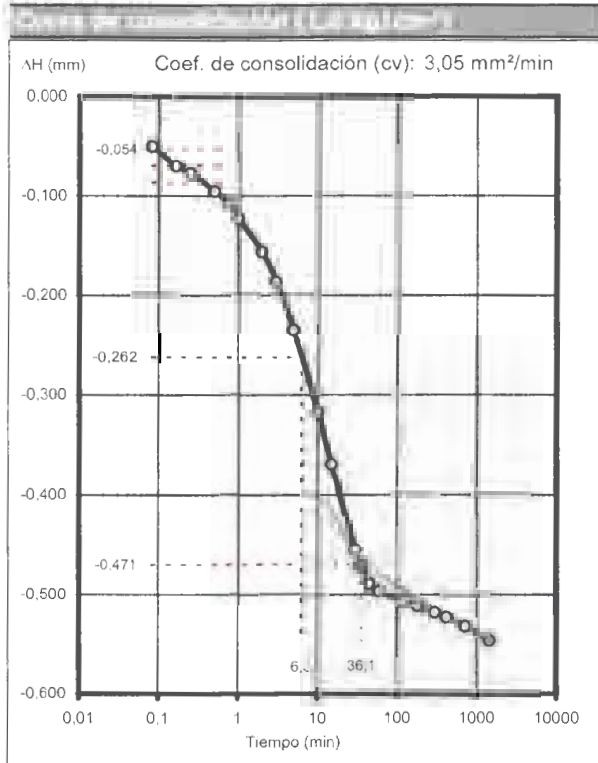
CDIAM-Ensayo EDO (20030619)





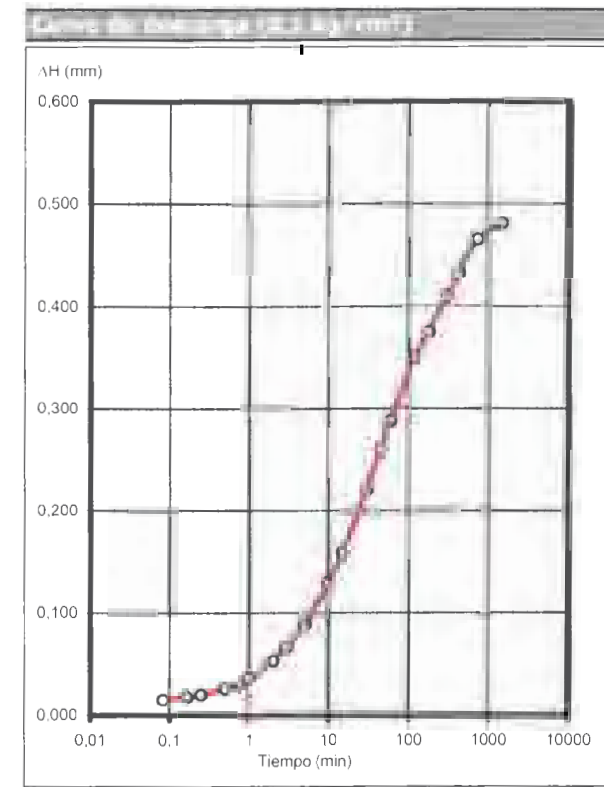
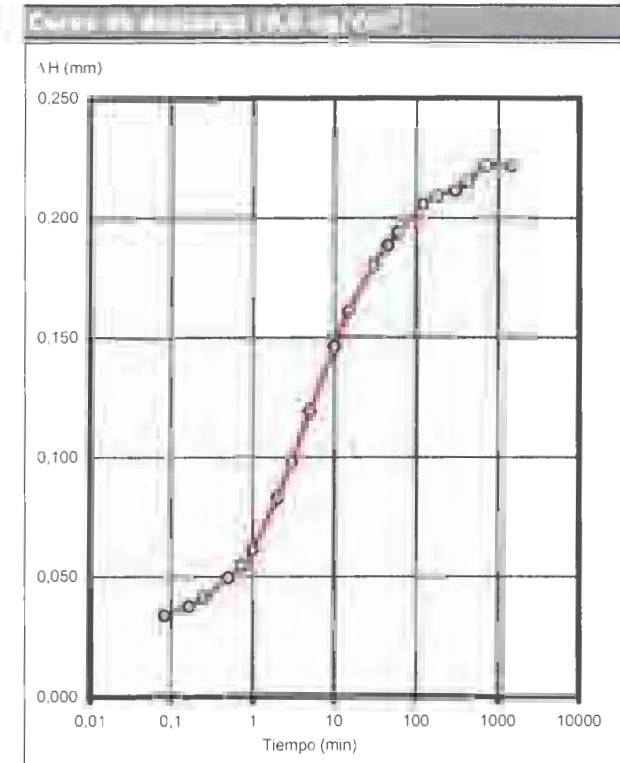
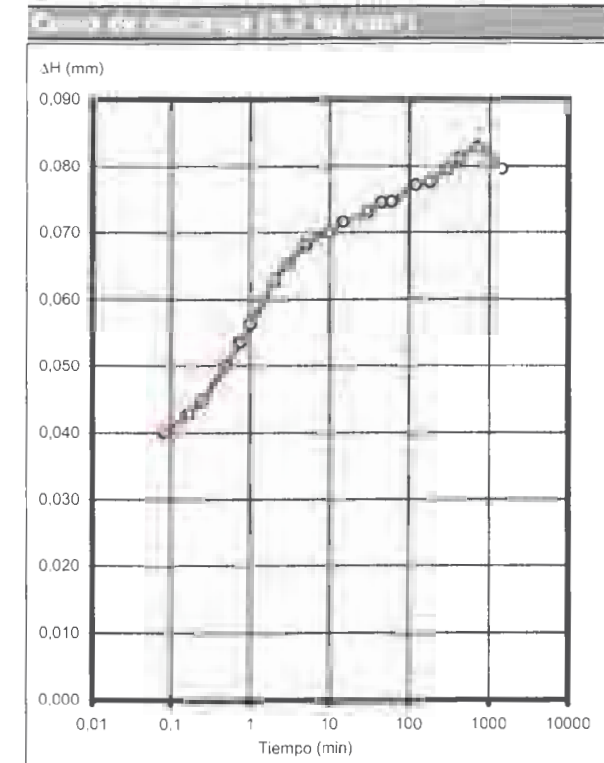
CURVAS DE CONSOLIDACION (EDOMETRO)

CLIENTE: SAIA TEK
TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 2
INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
MUESTRA: 2007/3935 S-11 MI 16,00-16,60 FECHA: 17/05/07 Hoja 2 de 3



CURVAS DE CONSOLIDACION (EDOMETRO)

CLIENTE: SAIA TEK
TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 2
INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
MUESTRA: 2007/3935 S-11 MI 16,00-16,60 FECHA: 17/05/07 Hoja 3 de 3





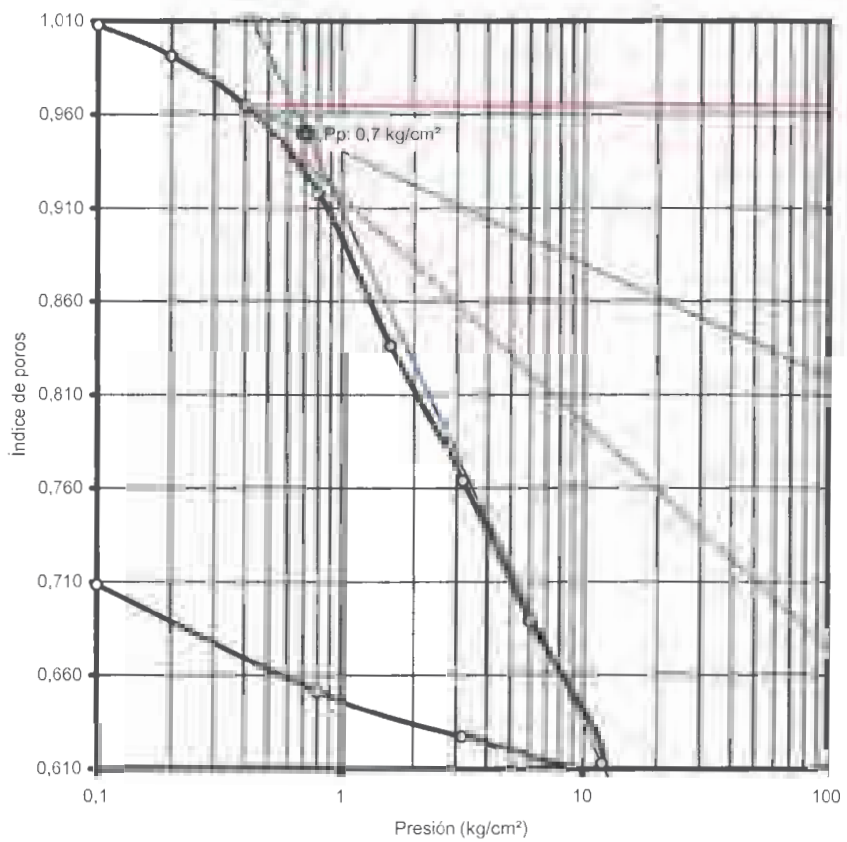
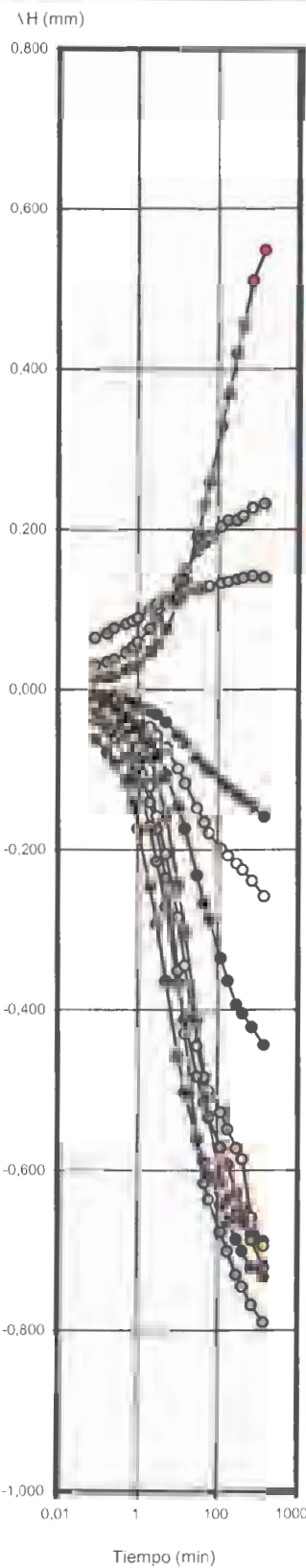
ENSAYO EDOMÉTRICO (Norma UNE 103.405)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ZORROZAUURRE BILBAO FASE 2
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3937 S-13 MI 8,00-8,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 1 de 1

Datos y Características del ensayo	
Humedad inicial (%):	40,04
Humedad final (%):	28,04
P.e.p. sol. (g/cm³):	2,649
Grado de sat. Ini. (%):	98,25
Grado de sat. Fin. (%):	68,82
Den. seca inic. (g/cm³):	1,274
Den. seca final. (g/cm³):	1,551
Índice de poros inicial (e _o):	1,079
Índice de compresión (C _c):	0,253
Índice de hinchamiento (C _s):	0,040
P. Preconsolidación (kg/cm²):	0,72
Módulo edométrico* (kg/cm²):	163,71
Coef. Compresibilidad* (a _v):	0,01270

(* En el rango de presiones del tramo recto de carga)

Fase	Carga (kg/cm²)	ΔH (mm)	Hf (mm)	e
1	0,1	-0,689	19,311	1,008
2	0,2	-0,848	19,152	0,991
3	0,4	-1,106	18,894	0,964
4	0,8	-1,550	18,450	0,918
5	1,6	-2,340	17,660	0,836
6	3,2	-3,034	16,966	0,764
7	6	-3,755	16,245	0,689
8	12	-4,488	15,512	0,613
9	3,2	-4,348	15,652	0,627
10	0,8	-4,116	15,884	0,651
11	0,1	-3,568	16,432	0,708



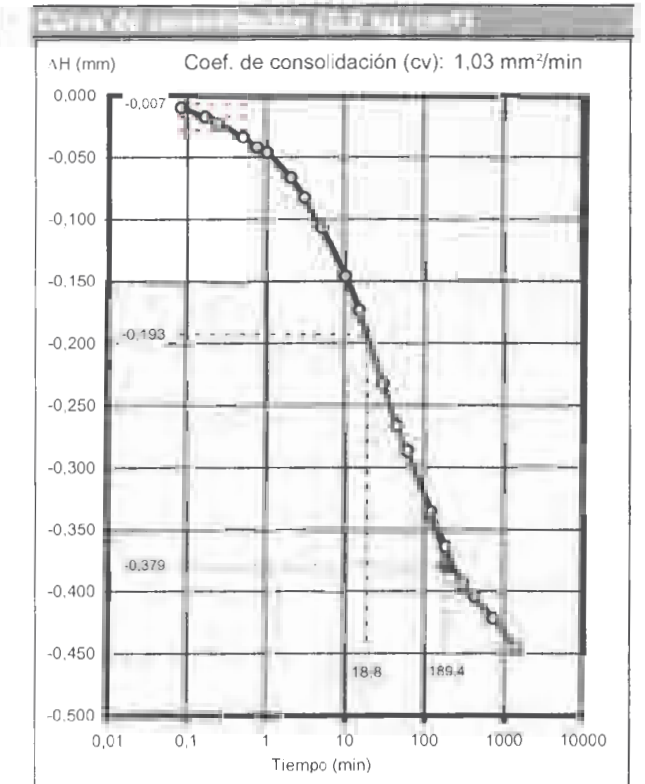
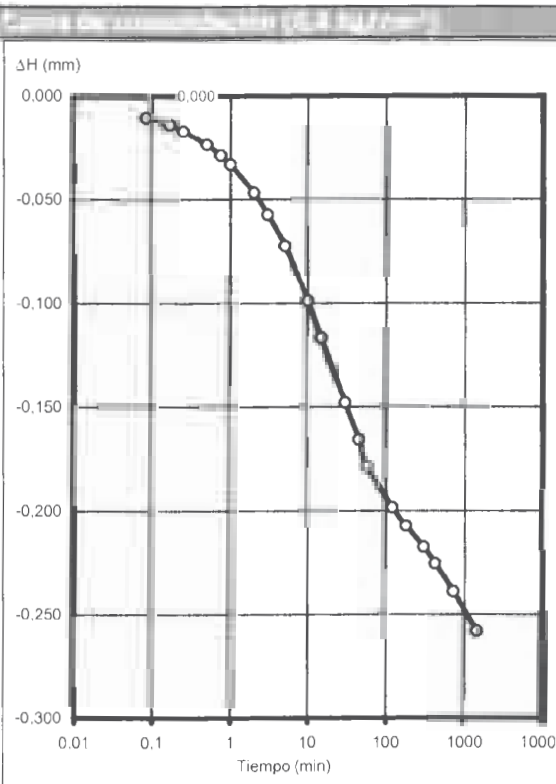
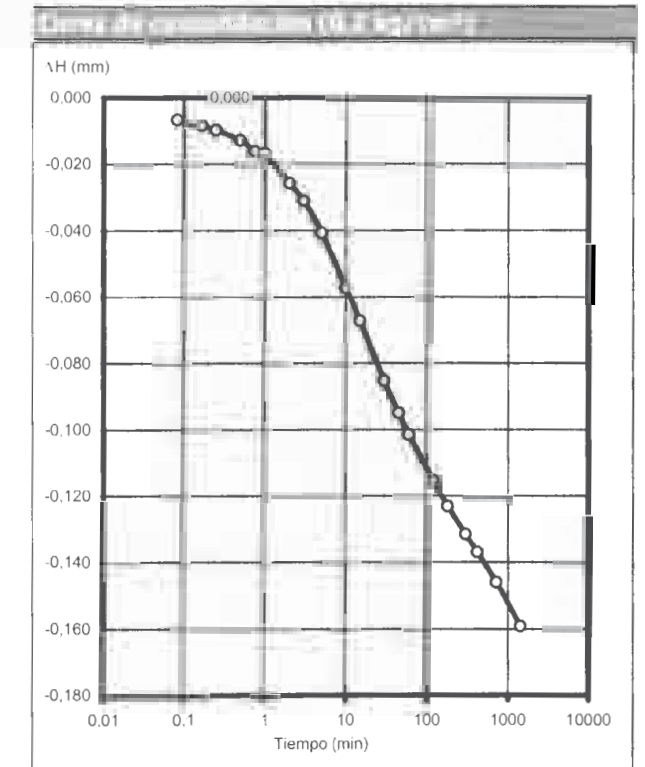
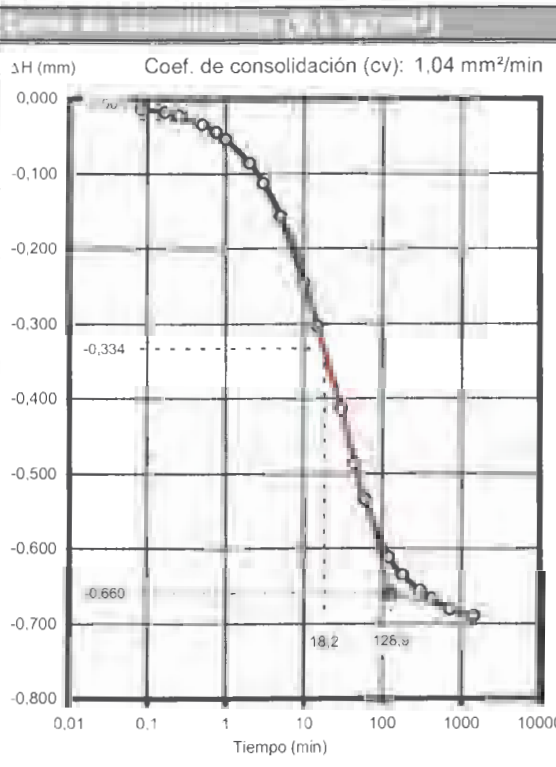
Diámetro 49,5mm, altura 20mm

49/53



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ZORROZAUURRE BILBAO FASE 2
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3937 S-13 MI 8,00-8,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 1 de 3

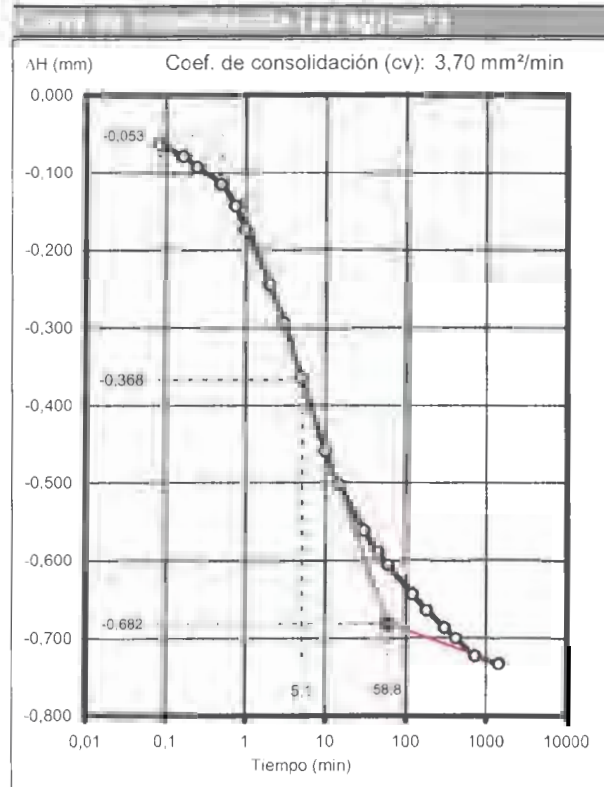
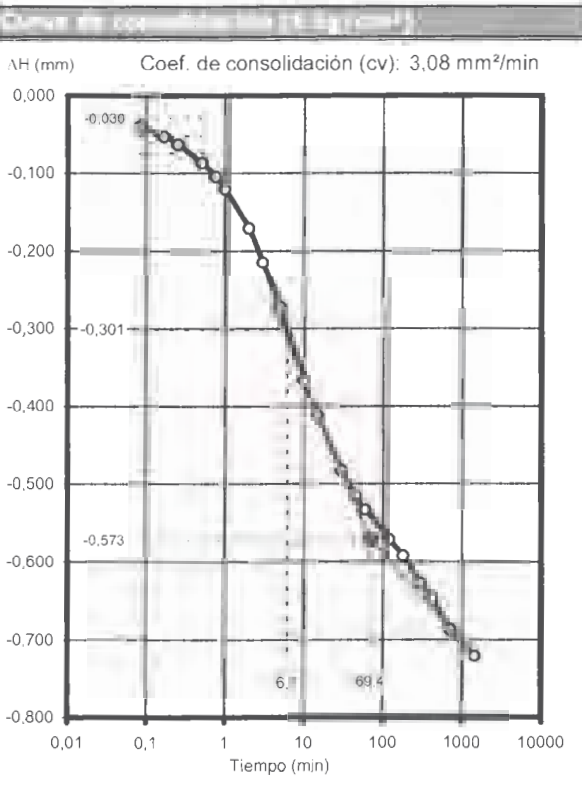
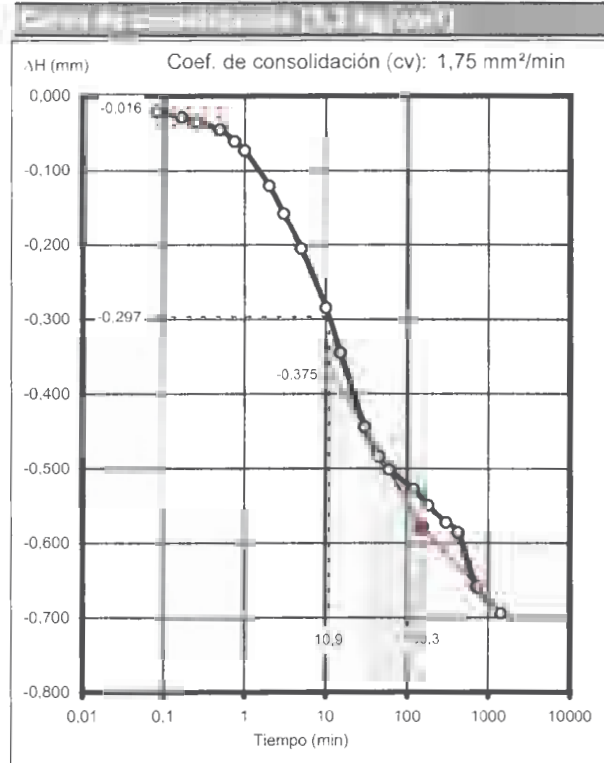
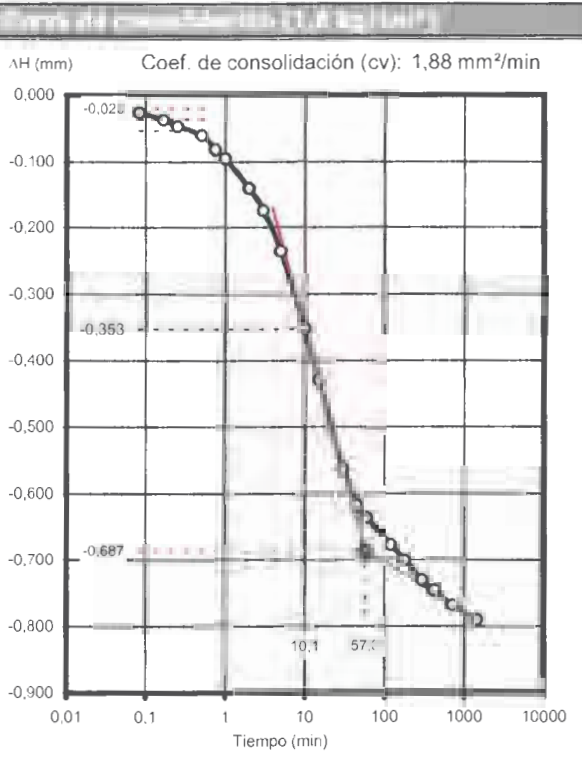


49/53



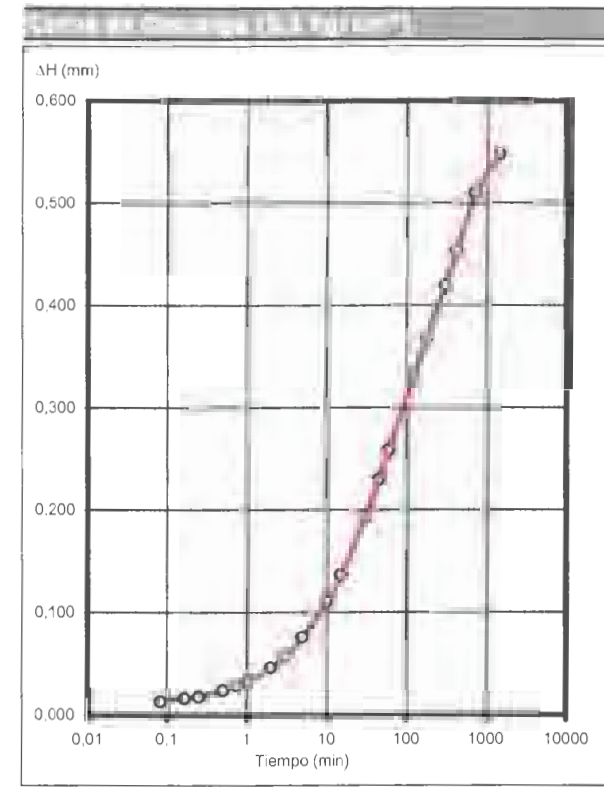
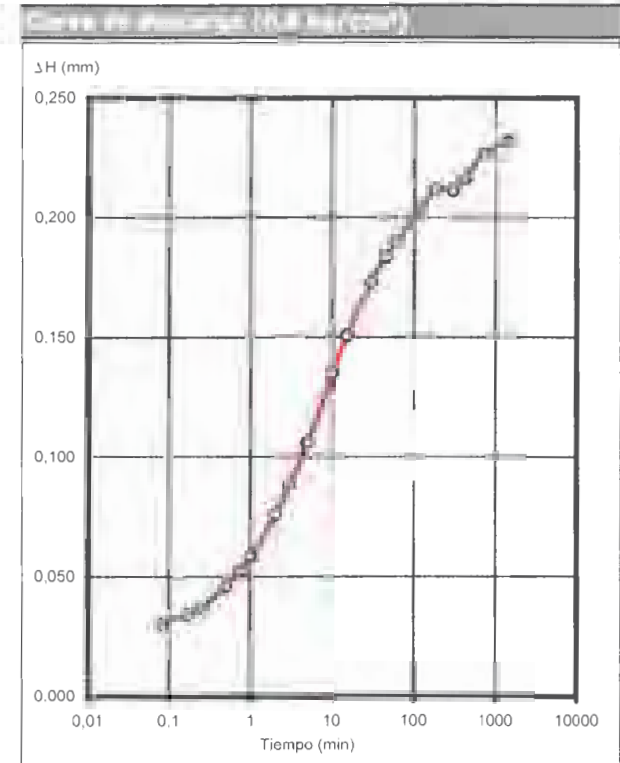
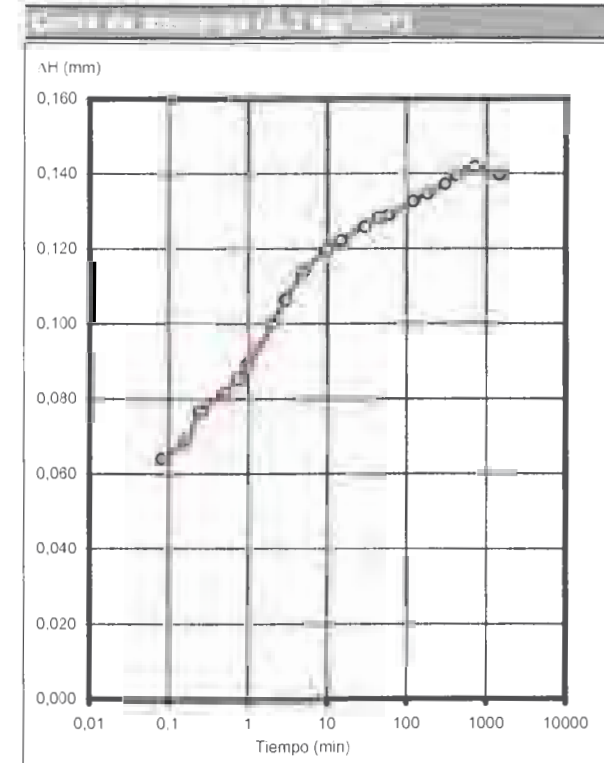
CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 2
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3937 S-13 MI 8,00-8,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 2 de 3



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 2
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3937 S-13 MI 8,00-8,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 3 de 3



ENSAYO EDOMÉTRICO (Normal UNE 103.405)

CLIENTE: SAGATEL
 TRABAJO: PONDOS Nº 11/3/2007
 INDICATIVO: 07491 LABORANTE: Héctor José Cordero
 MUESTRA: 2007001 S+ 17.00-17.00 FECHA: 08/07/07 Pág. 1 de 2

Humedad inicial (%)	36.15	Índice de gases (Idg) (g/g)	1.407
Humedad final (%)	29.88	Índice de compresión (Ic)	0.219
P (p. sst) (g/cm ³)	2.728	Índice de hinchamiento (IcH)	0.034
Grado de sat. (W)	87.75	P. Preconsolidación (kg/cm ²)	1.10
Grado de sat. F _h (%)	80.20	Módulo edométrico* (kg/cm ²)	167.64
Den. seca (s) (g/cm ³)	1.357	Coef. Compresibilidad* (pv)	0.01188
Den. para S _h (g/cm ³)	1.488	*) Si el índice de saturación del suelo es menor que 100%	

Estado	Carga (kg/cm ²)	H (mm)	H ₀ (mm)	e
1	0.125	2.955	19.152	0.901
2	0.25	2.877	18.277	0.818
3	0.5	2.714	16.941	0.695
4	1	2.525	15.225	0.575
5	2	2.320	13.704	0.458
6	4	2.101	12.113	0.343
7	8	1.92	10.508	0.233
8	16	1.78	9.203	0.145
9	32	1.68	8.214	0.085
10	64	1.61	7.388	0.045

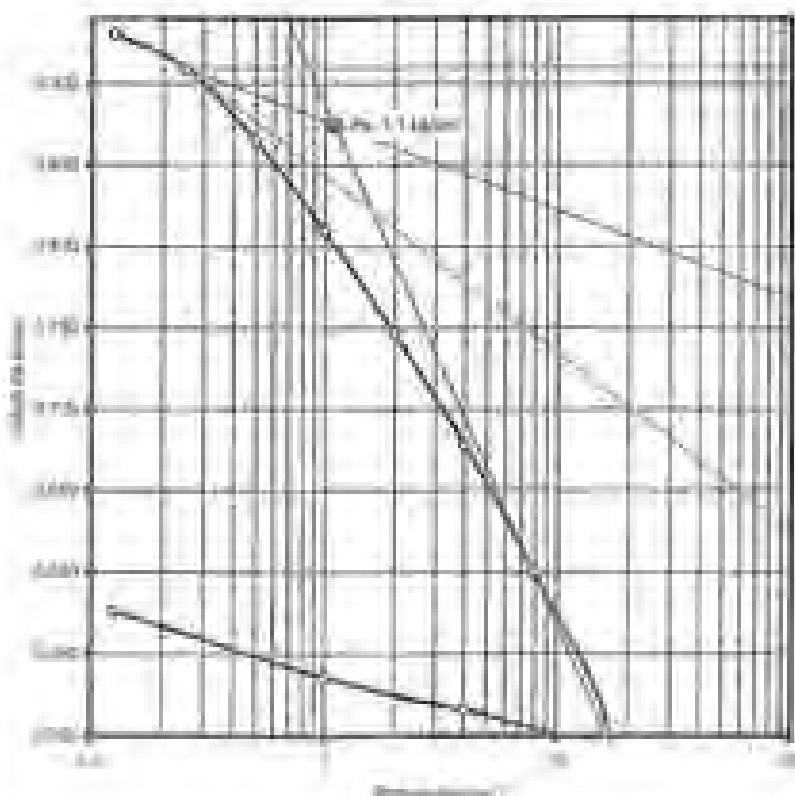
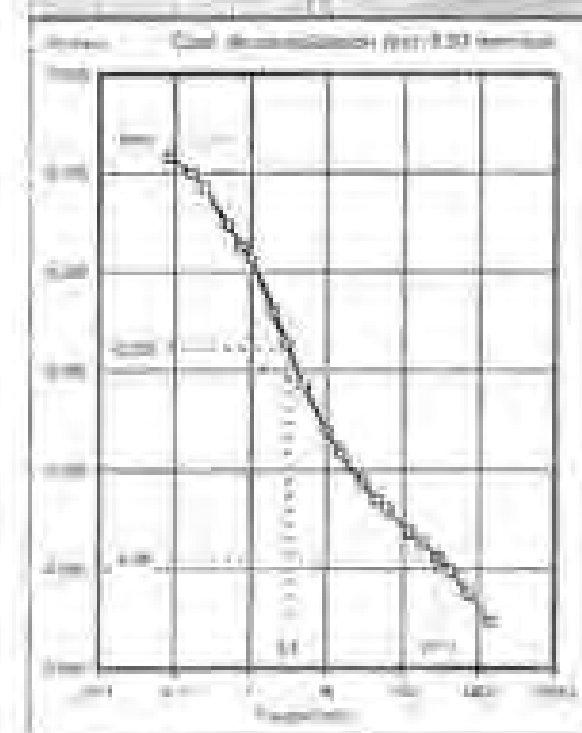
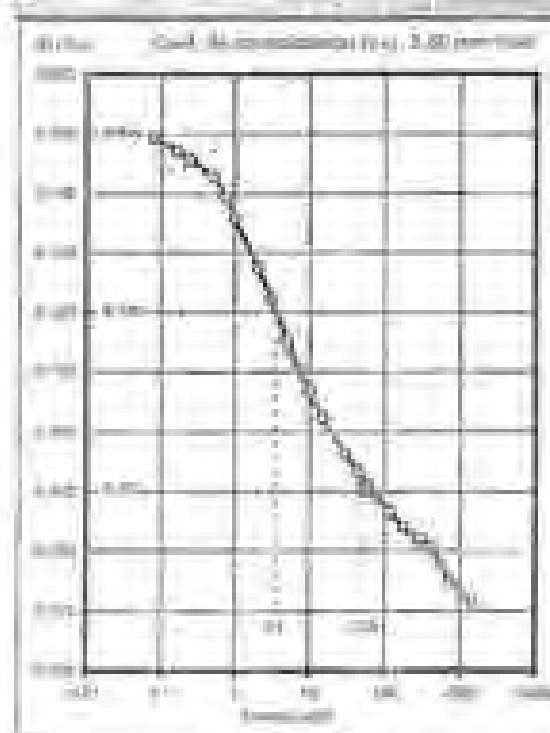
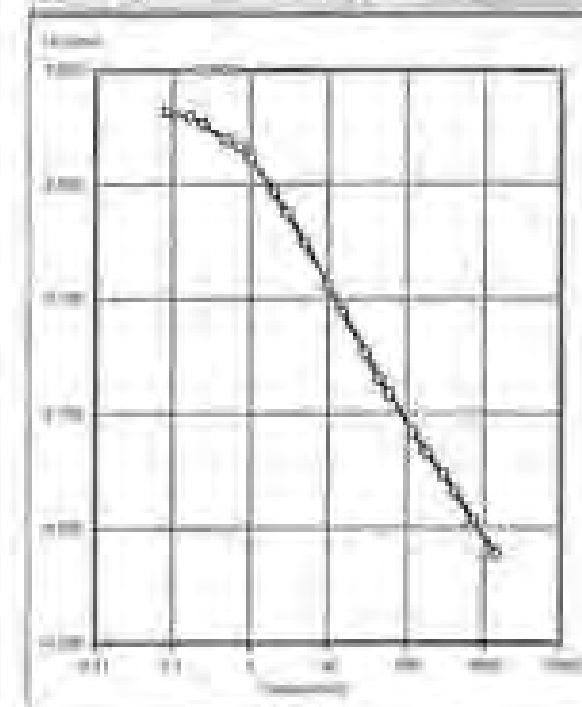
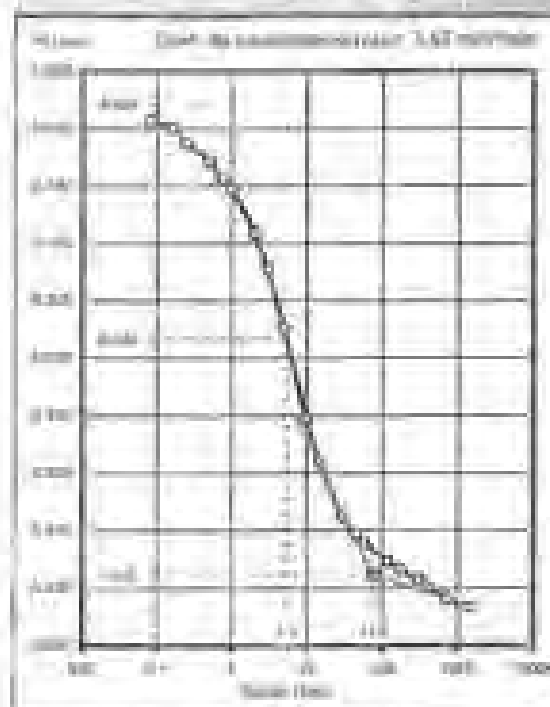


Gráfico de Datos para C_c

CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDOMÉTRICO)

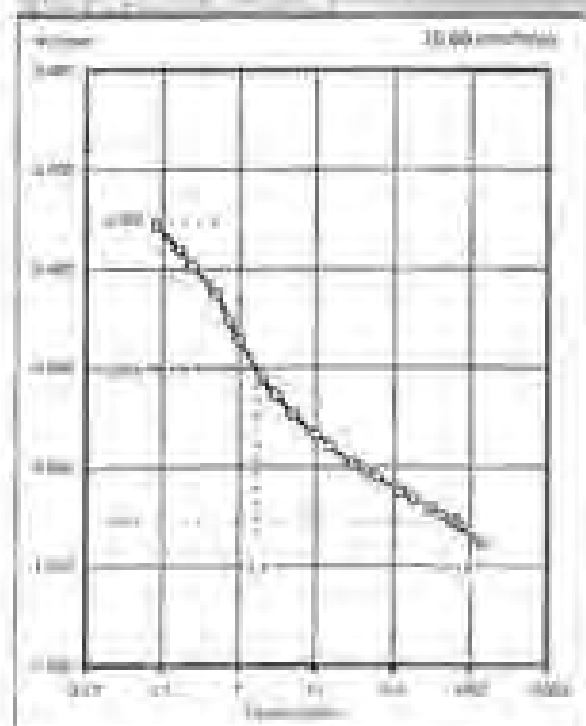
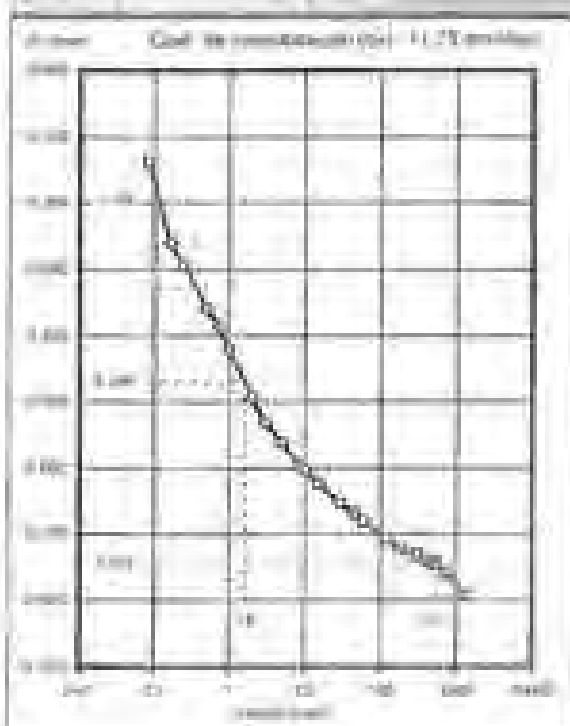
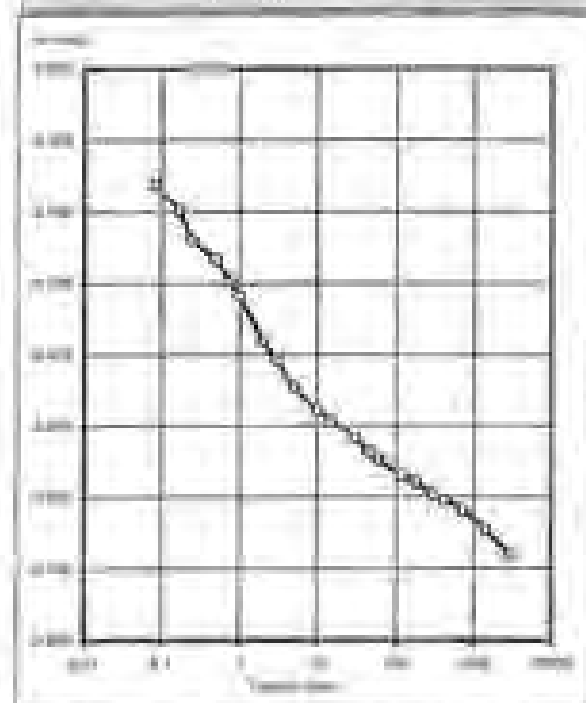
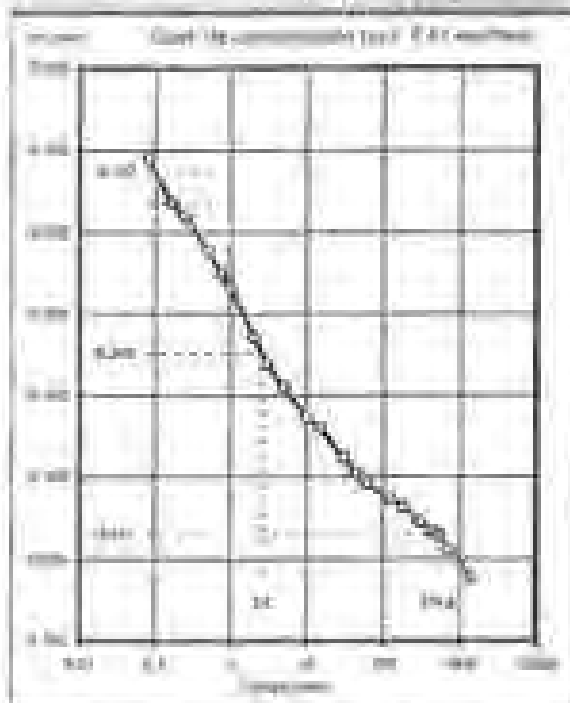
CLIENTE: SAGATEL
 TRABAJO: PONDOS Nº 11/3/2007
 INDICATIVO: 07491 LABORANTE: Héctor José Cordero
 MUESTRA: 2007001 S+ 17.00-17.00 FECHA: 08/07/07 Pág. 2 de 2





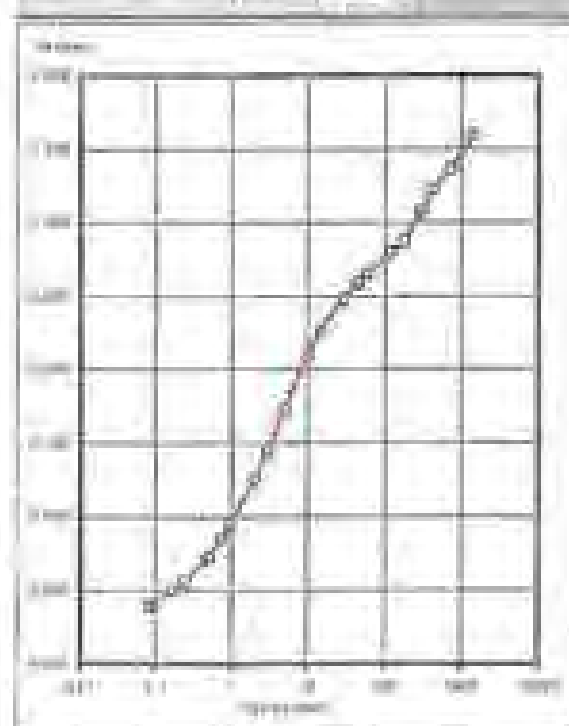
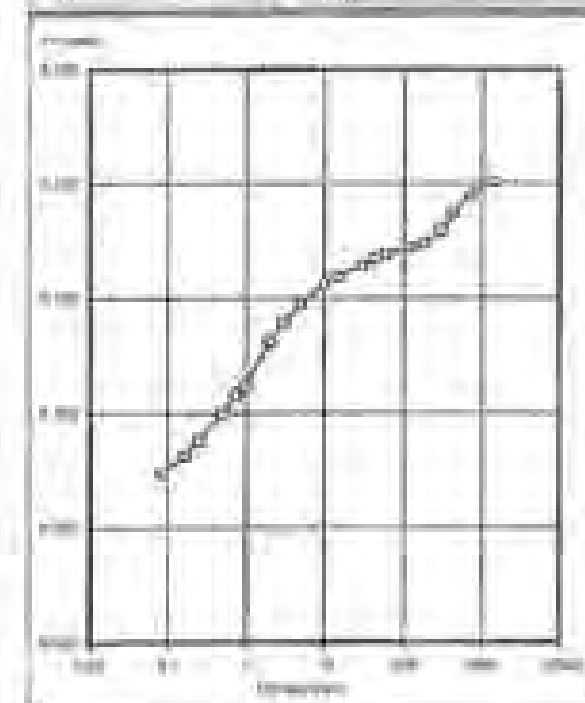
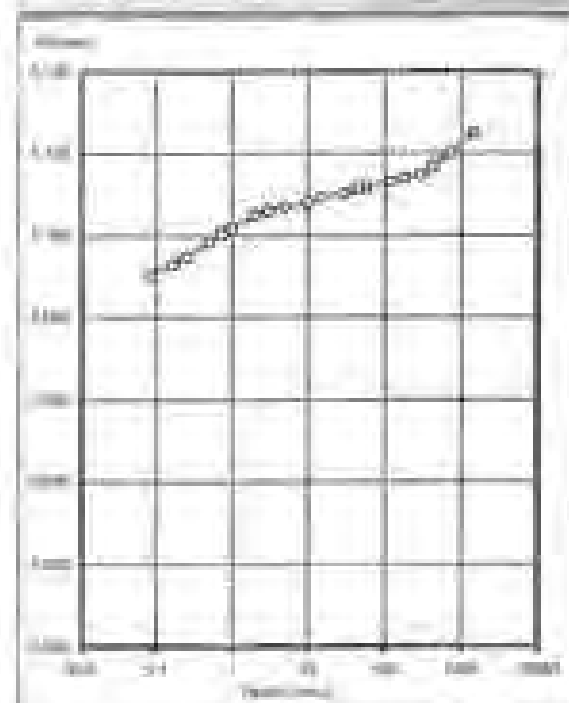
CURVAS DE CONSOLIDACION (EDOMETRO)

CLIENTE: SAATCHI
TRABAJO: PEDSO Nº 113/2007
INDICATIVO: 0245 LABORANTE: Fernando Casero
MUESTRA: 2007/04/11-14 (1.25-1.34) FECHA: 20/07/07 (14:24)



CURVAS DE CONSOLIDACION (EDOMETRO)

CLIENTE: SAATCHI
TRABAJO: PEDSO Nº 113/2007
INDICATIVO: 0245 LABORANTE: Fernando Casero
MUESTRA: 2007/04/11-14 (1.25-1.34) FECHA: 20/07/07 (14:24)



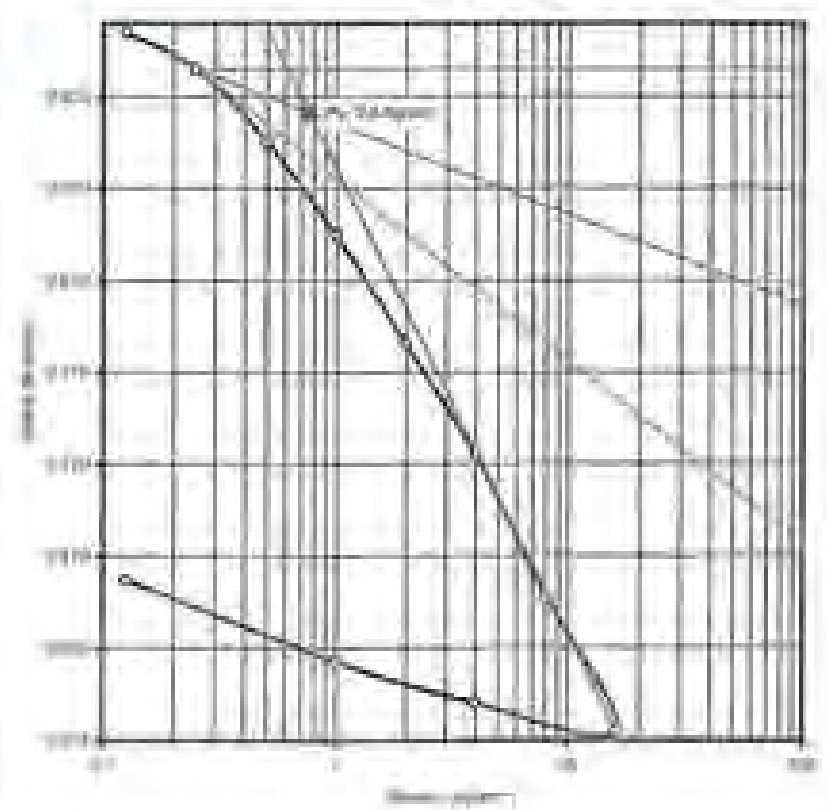
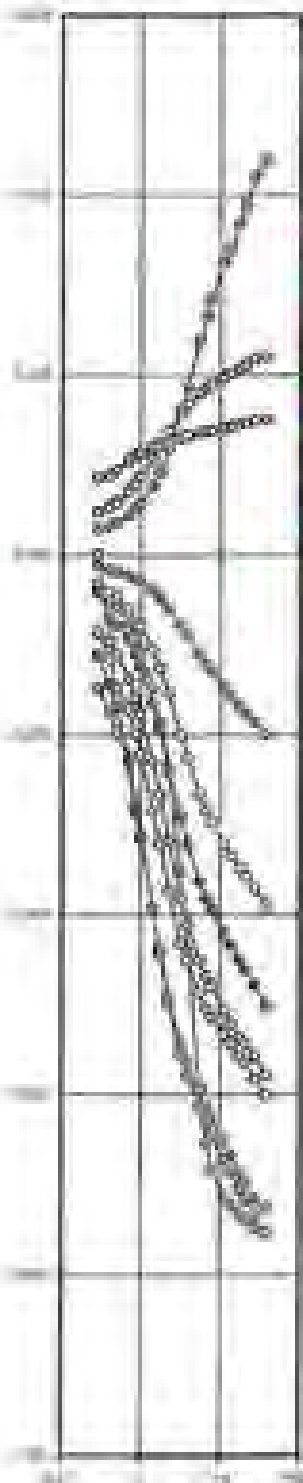


ENSAYO EDOMÉTRICO (Norma UNE 100.405)

CLIENTE: SURET
 TRABAJO: ZORROZAURO SURSU FASE I
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Carbon
 MUESTRA: 20070805/27 SURSU LL50/130 FECHA: 11/05/07 hora: 14:17

Humedad inicial (%)	17,30	Índice de pesos líquidos (e _L)	1,033
Humedad final (%)	25,15	Índice de compresión (C _o)	0,244
P _{ap} (kg/cm ²)	2,037	Índice de fricción (C _f)	0,037
Deformación en 1m (%)	97,35	P ₁ (preconsolidación) (kg/cm ²)	0,75
Grado de sólidos (%)	84,73	Módulo edométrico (kg/cm ²)	220,09
Dist. agua final (mm)	1,308	Coef. Compresibilidad (a _v)	0,0019
Dist. agua final (g/cm ³)	1,033	(*) Si se requiere de parámetros adicionales consulte con el cliente	

Color	Órgano	W _L (%)	W _p (%)	e
Red	1	2,100	19,200	0,350
Verde	2	2,300	18,500	0,350
Azul	3	2,500	18,000	0,350
Púrpura	4	2,700	17,500	0,350
Naranja	5	2,900	17,000	0,350
Amarillo	6	3,100	16,500	0,350
Cian	7	3,300	16,000	0,350
Morado	8	3,500	15,500	0,350
Rosado	9	3,700	15,000	0,350
Gr. Lir	10	3,900	14,500	0,350



Desarrollado por: N. Carbon

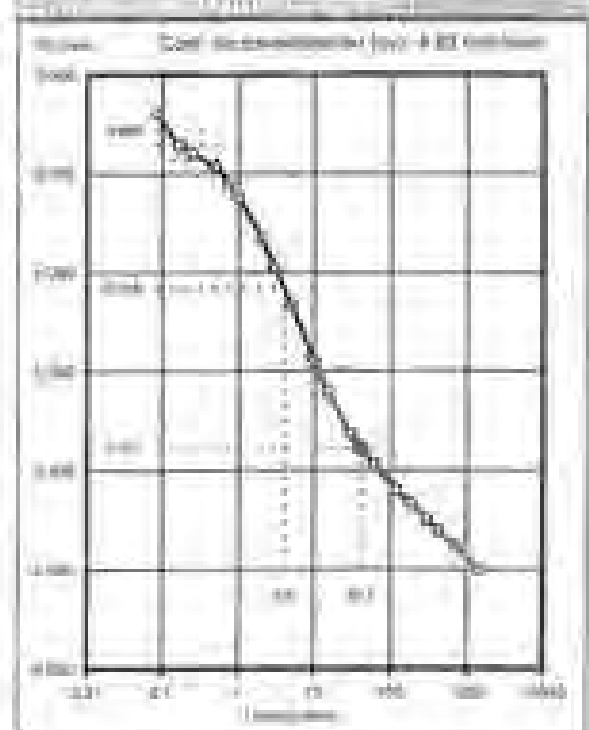
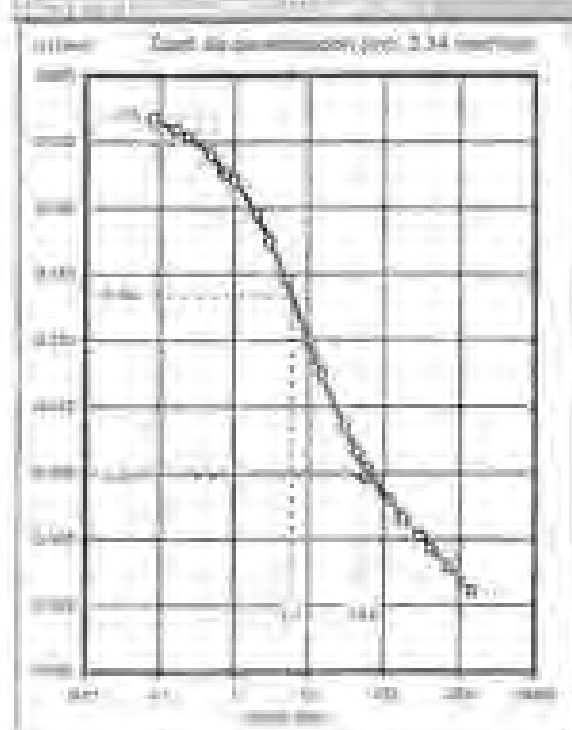
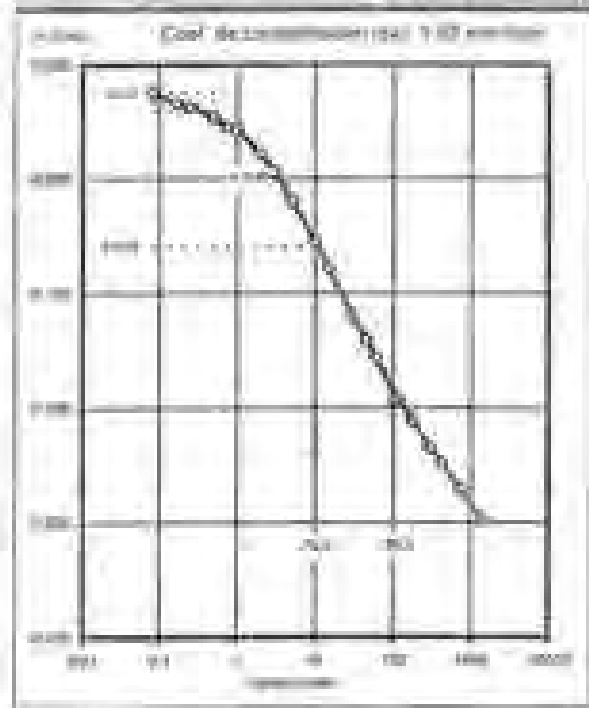
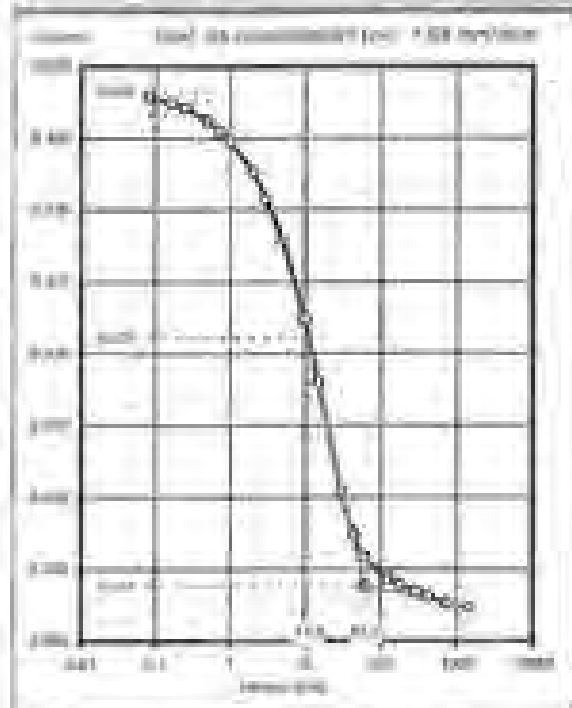
20070805

10/41



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SURET
 TRABAJO: ZORROZAURO SURSU FASE I
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Carbon
 MUESTRA: 20070805/27 SURSU LL50/130 FECHA: 11/05/07 hora: 14:17



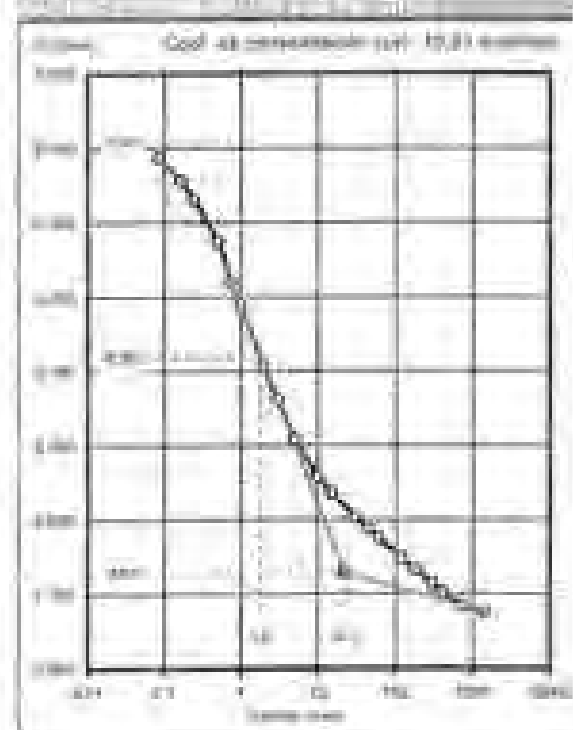
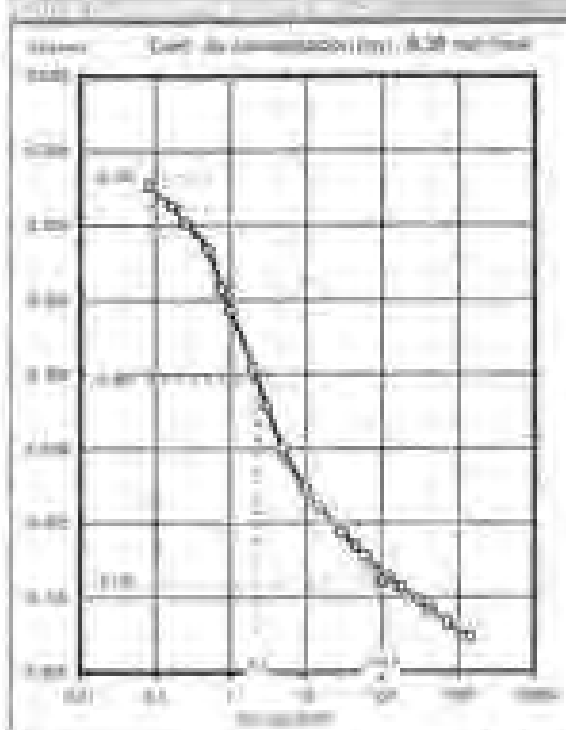
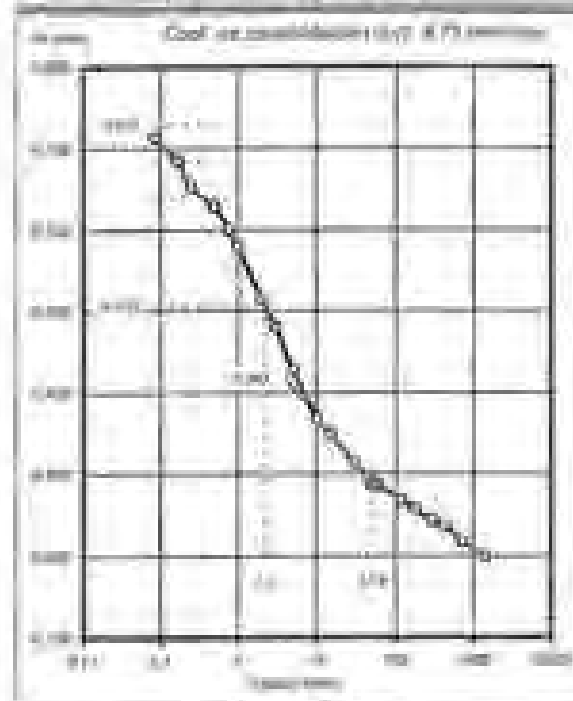
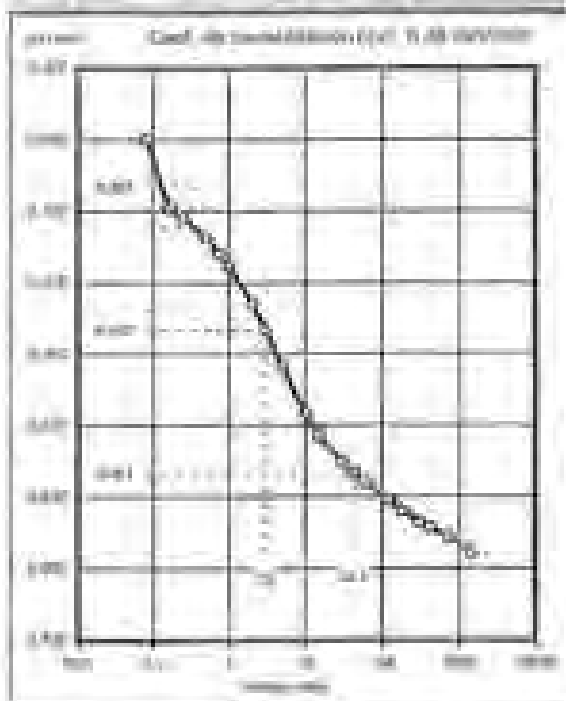
20070805

10/41



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDOMETRÓ)

CLIENTE: SATEX
TRABAJO: ZONIFICACION DE BARRIO PASO 3
INDICATIVO: 07312 LABORANTE: N. Calderín
MUESTRA: ZONIFICACION DE BARRIO PASO 3 - FECHA: 21/05/2017



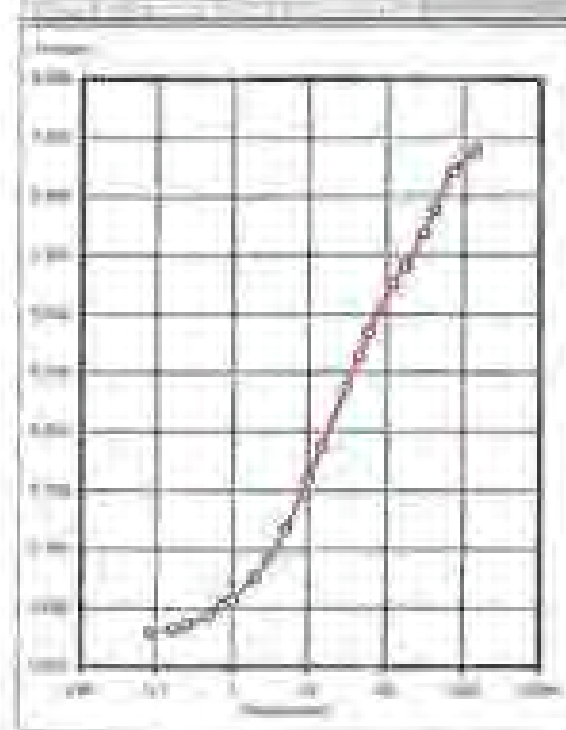
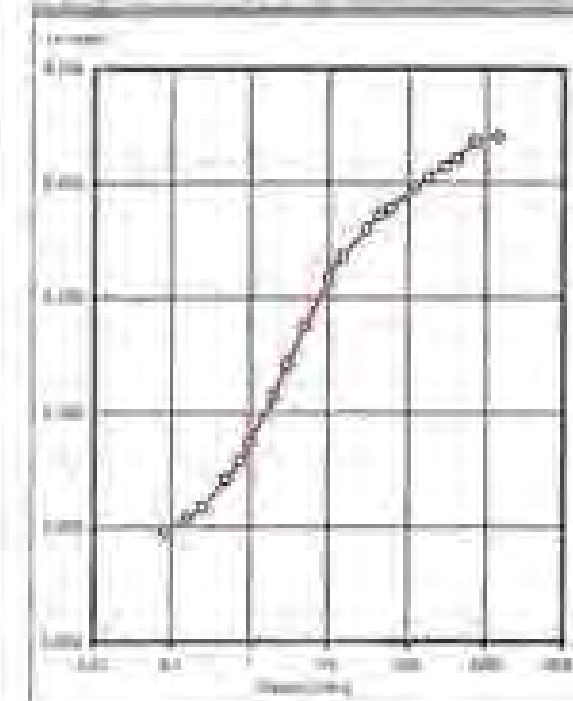
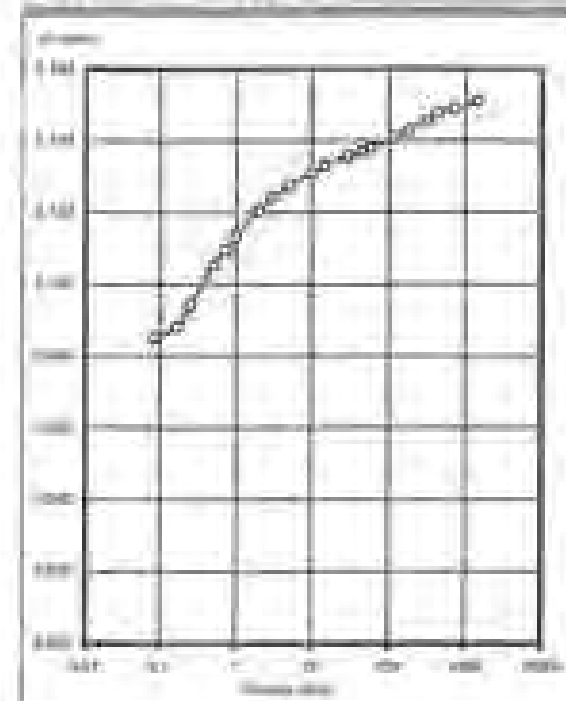
GEDISA
INGENIEROS S.A.

W/SA



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDOMETRÓ)

CLIENTE: SATEX
TRABAJO: ZONIFICACION DE BARRIO PASO 3
INDICATIVO: 07318 LABORANTE: N. Calderín
MUESTRA: ZONIFICACION DE BARRIO PASO 3 - FECHA: 21/05/2017



GEDISA
INGENIEROS S.A.

W/SA

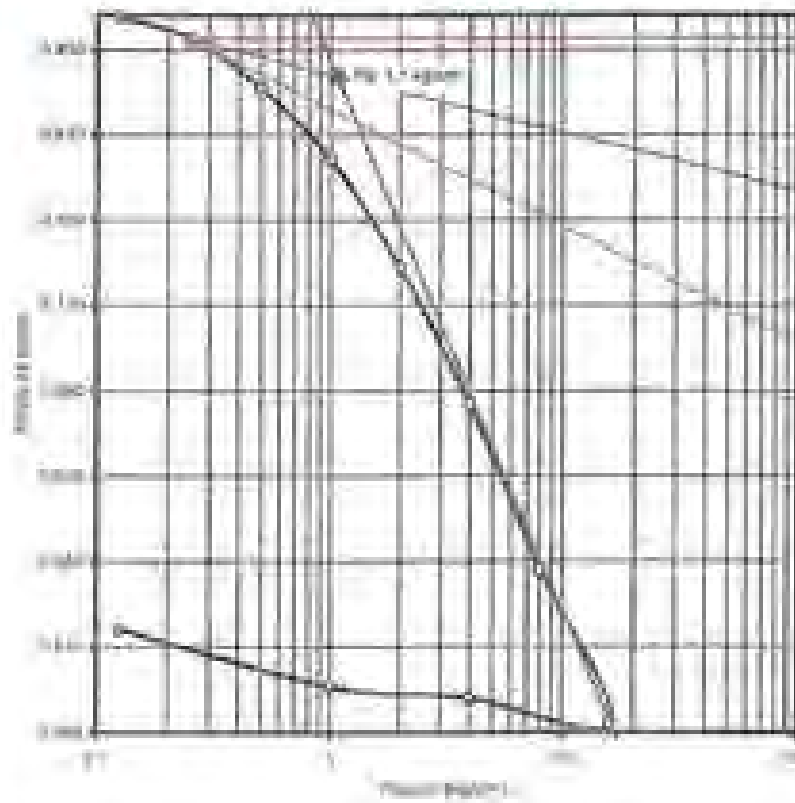
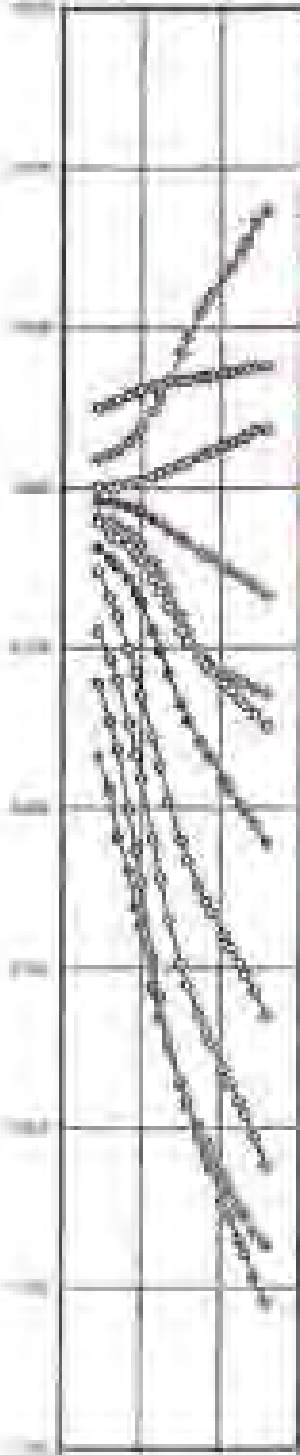


ENSAYO EDOMETRICO (Norma UNE 103.405)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 3
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3942 5-20 SHELBY 8,00-8,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 1 de 1

Número de ens. (N)	23,31	Índice de poros inicial (e _i)	0,923
Humedad final (%)	29,75	Índice de compresión (C _c)	0,259
Peso vol. (g/cm ³)	2,850	Índice de fricción (Ca)	0,011
Coef. de est. in. (%)	0,24	P. Preconsolidación (p ₀)	1,08
Coef. de est. fin. (%)	77,19	Módulo edométrico* (g/cm ²)	188,31
Dens. aparente (g/cm ³)	1,271	Coef. Compresibilidad* (cv)	0,01124
Dens. saturada (g/cm ³)	1,277	(*) Si el módulo de compresión no se indica en el informe, se calcula a partir de los datos de este ensayo.	

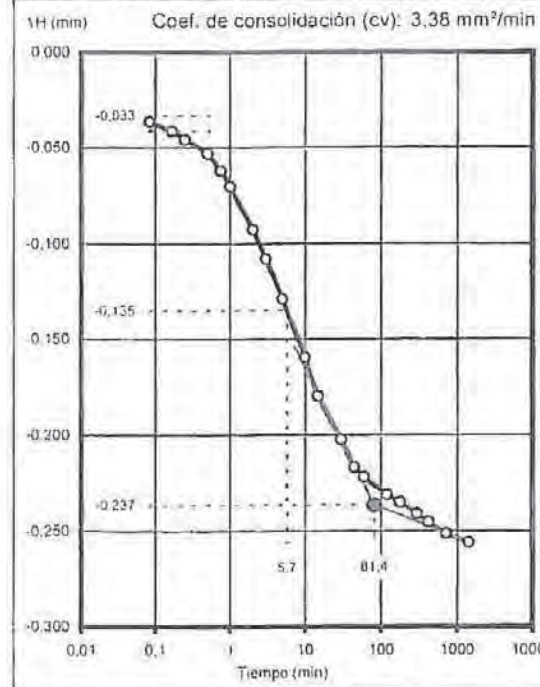
Posición	Carga (kg/cm ²)	H (mm)	e (g/cm ³)	U (%)
1	0,125	2,340	18,743	0,879
2	0,25	2,300	18,911	0,866
3	0,5	2,050	19,333	0,808
4	1	1,710	19,267	0,755
5	2	1,510	19,202	0,702
6	4	1,260	19,137	0,649
7	8	1,060	19,071	0,596
8	16	0,860	19,006	0,543
9	32	0,660	18,941	0,490
10	64	0,460	18,876	0,437
11	128	0,260	18,811	0,384
12	256	0,060	18,746	0,331



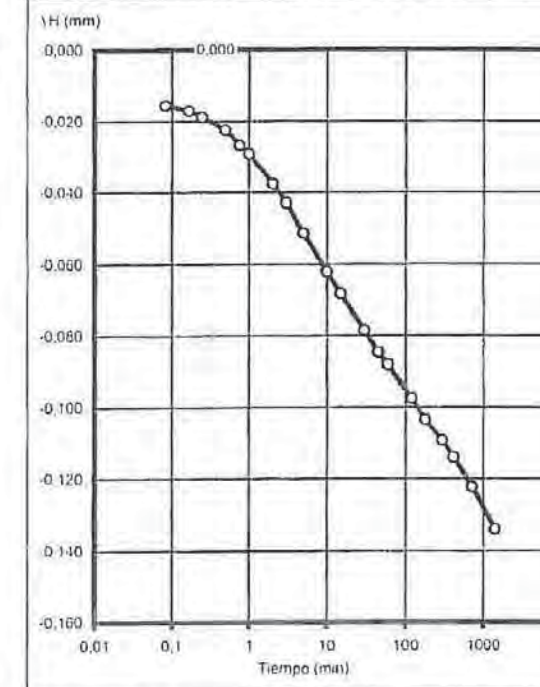
CURVAS DE CONSOLIDACION (EDOMETRO)

CLIENTE: SAIATEK
 TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 3
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3942 5-20 SHELBY 8,00-8,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 1 de 3

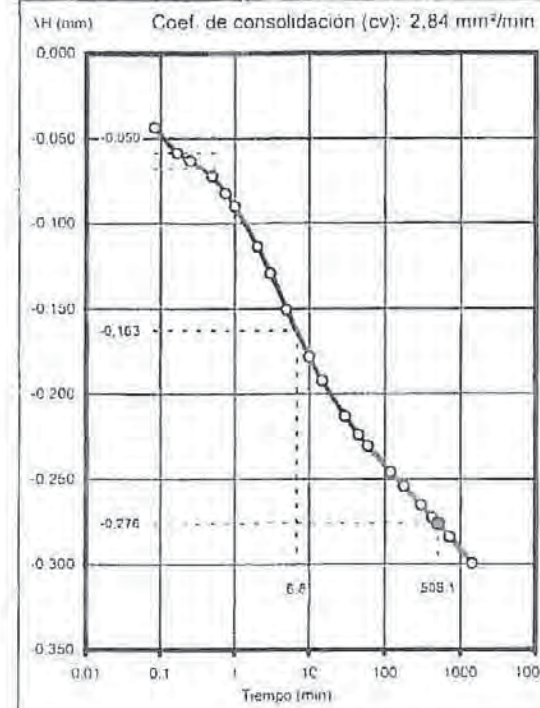
Curva de consolidación (0,125 kg/cm²)



Curva de consolidación (0,25 kg/cm²)



Curva de consolidación (0,5 kg/cm²)



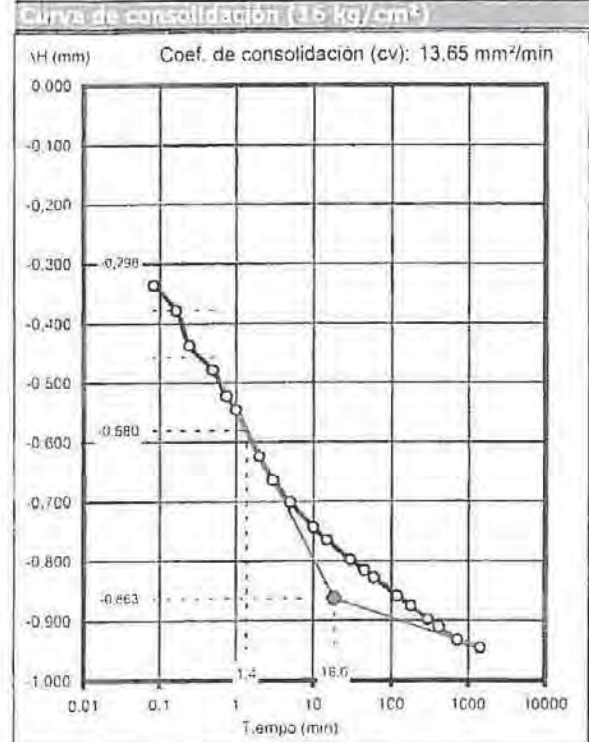
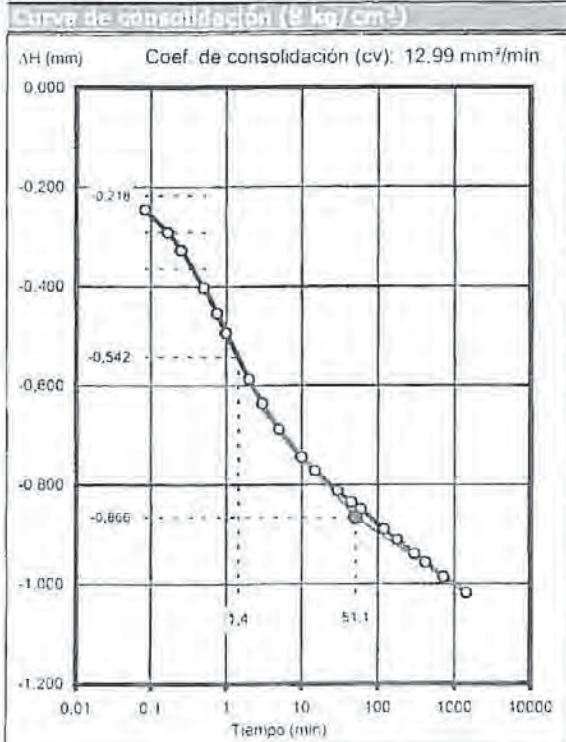
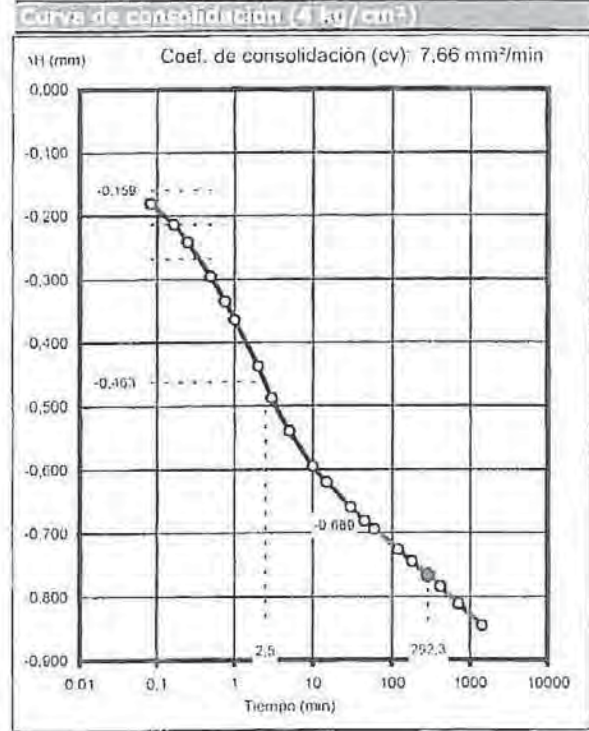
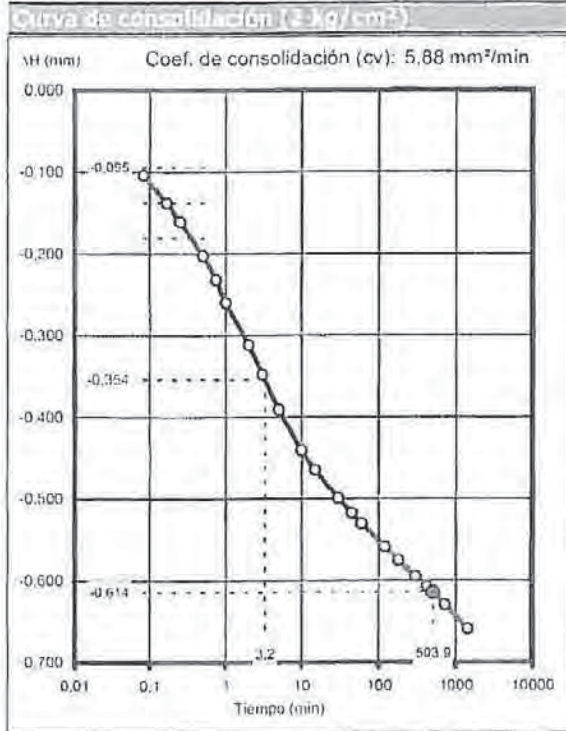
Curva de consolidación (1 kg/cm²)





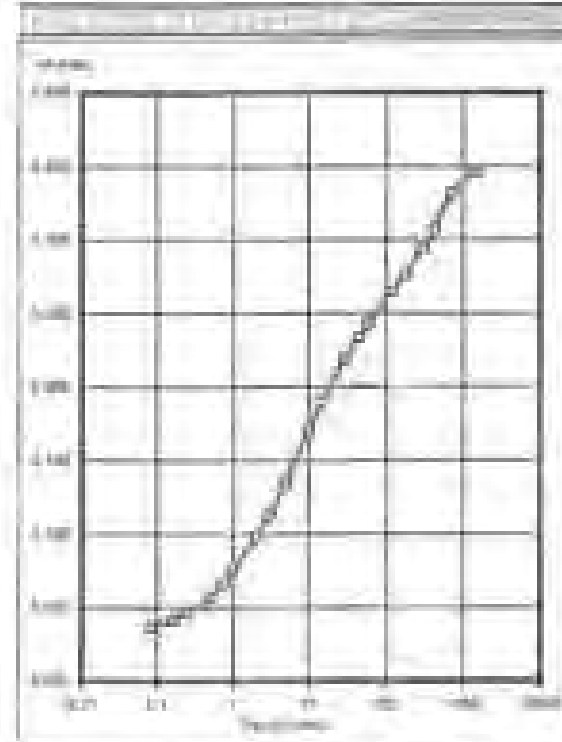
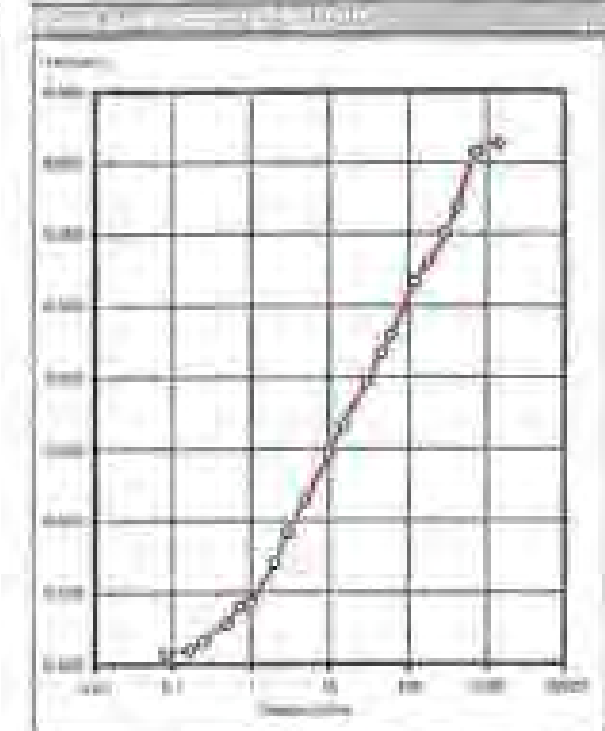
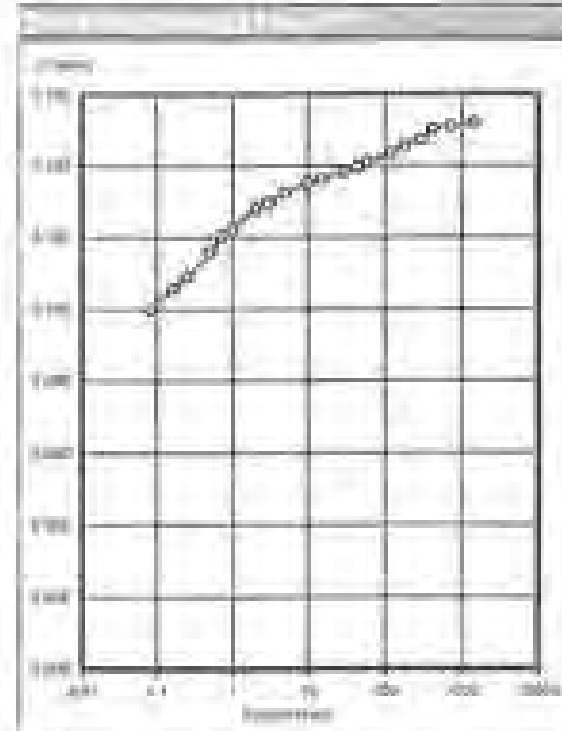
CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIA TEK
 TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 3
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3942 S-20 SHELBY 8,00-8,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 2 de 3



CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: SAIA TEK
 TRABAJO: ZORROTZAURRE BILBAO FASE 3
 INDICATIVO: 07316 LABORANTE: N. Calderón
 MUESTRA: 2007/3942 S-20 SHELBY 8,00-8,60 FECHA: 21/05/07 Hoja 2 de 3



35/40

35/40