



## 0. ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	2
2.	LOCALIZACIÓN .....	2
3.	BREVE DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....	2
4.	TRABAJOS REALIZADOS .....	2
4.1.	TRABAJOS DE CAMPO .....	3
4.1.1.	SONDEOS .....	3
4.1.2.	CALICATAS.....	3
4.1.3.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA .....	3
4.1.4.	ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS .....	3
4.2.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	4
5.	CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.....	4
5.1.	CONSIDERACIONES PRELIMINARES .....	4
5.2.	AGRUPACIONES EN UNIDADES GEOTÉCNICAS .....	4
5.3.	CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS.....	5
5.3.1.	UNIDAD TAP.....	5
5.3.2.	UNIDAD QAL-C.....	5
6.	AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS Y NIVEL FREÁTICO .....	6
7.	CÁLCULOS DE SISMICIDAD.....	6
7.1.	CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA .....	6
7.2.	CÁLCULO DE LA ACCIÓN SÍSMICA .....	7
7.2.1.	FUERZAS DE INERCIA .....	7
7.2.2.	EMPUJE DEL TERRENO.....	8
APÉNDICE 1	SONDEO ST-6 .....	9
APÉNDICE 2	MAPAS GEOTÉCNICOS .....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo contiene la información necesaria para el conocimiento geotécnico del subsuelo correspondiente al corredor del Proyecto de Reposición del Camino en el PK 11+557 de la Autovía del Mediterráneo. Tramo: Cocentaina-Muro de Alcoy (Provincia de Alicante).

Para la realización de este estudio se ha contado con la siguiente documentación, estudios y proyectos:

- Hoja Nº 64 (Alcoy) a escala 1:200.000 del Mapa Geotécnico General de España (IGME).
- Hoja Nº 64 (Alcoy) a escala 1:200.000 del Mapa Geológico de España (IGME).
- Hoja Nº 821 (Alcoy), a escala 1:50.000 del Mapa Geológico de España (IGME).
- Izquierdo Silvestre, Fco. A. "Cuestiones de Geotecnia y Cimientos". Editorial Universidad Politécnica de Valencia

Para la realización de este estudio se ha tenido en cuenta la información anterior y sobre todo como base de partida, el informe geológico del tramo realizado en esta fase, planteándose posteriormente una campaña de investigación geotécnica. Esta campaña está encaminada a conocer el terreno sobre el que se desarrollará la obra, así como contrastar la información geológica obtenida, caracterizando geotécnicamente los materiales afectados por el proyecto.

Se han obtenido muestras alteradas e inalteradas de los terrenos afectados. La campaña de investigación se ha completado con la consiguiente realización de ensayos de laboratorio sobre las muestras extraídas en los reconocimientos.

Los datos aportados por las prospecciones (campo y laboratorio) han sido interpretados al objeto de definir la naturaleza de los materiales existentes, caracterizándolos geotécnicamente.

## 2. LOCALIZACIÓN

La obra a realizar se encuentra ubicada en la provincia de Alicante, más concretamente en la comarca de El Comtat. Está dentro del término municipal de Muro de Alcoy y se encuentra en las coordenadas 38°47'40.3"N 0°26'59.8"W.

El marco del que hablamos se encuentra situado bajo la Autovía del Mediterráneo en el PK 11+557 y es nombrada la estructura E-29 dentro del Proyecto de Construcción de la Autovía.

Para visualizar la localización se la obra se recomienda visionar el Apéndice 1 – Situación general.

## 3. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Vamos a recordar lo expuesto en la memoria del proyecto. La obra a realizar es un marco para paso inferior a la Autovía del Mediterráneo A7 en su PK 11+557. Por él transcurrirán dos carriles pertenecientes a una glorieta de la Nacional 340. El marco está compuesto fundamentalmente por una losa inferior encargada de cimentar la obra y ofrecer la base para la glorieta, dos hastiales y una losa superior que distribuye las cargas que vienen superiormente hacia los hastiales. Todos estos elementos están rígidamente unidos. Además de esta estructura principal, se disponen aletas unidas a los hastiales que realizan las funciones de sostenimiento de tierras de los terraplenes de la autovía.

El techo del marco se encuentra a una profundidad máxima respecto a la superficie de la autovía de 6'40m y los planos de ambas losas son horizontales. Los hastiales tienen planos verticales de radio constante con centro el centro de la glorieta.

El interior del marco tiene una altura sin contar los espesores de las posteriores capas de firme a realizar de 5'50m y una luz total de 12'00m. Los espesores de los hastiales son de 0'90m mientras que las losas disponen de 1'20m de espesor.

Bajo la losa inferior se ha dispuesto una capa de hormigón en masa de regularización. No se ha requerido ninguna mejora del terreno por lo que la estructura se dispone directamente sobre las arcillas.

La estructura por tanto se realiza directamente sobre la capa de arcillas que posteriormente explicaremos. La cimentación mediante zapatas de las aletas se realiza de igual manera contra el terreno natural. Sin embargo, el material de relleno proviene de cantera disponiéndose para el terraplén que cubrirá el marco un material distinto al encontrado en la zona.

## 4. TRABAJOS REALIZADOS

La campaña de investigación de campo ha consistido en la ejecución de sondeos mecánicos con recuperación continua de testigos, calicatas, ensayos presiométricos y ensayos de penetración dinámica. Los trabajos realizados para la redacción del proyecto de la autovía son los utilizados para la definición de las estructuras de paso, realizando más estudios coincidiendo con la ubicación de éstas.

Estos sondeos permiten el conocimiento de las características de los suelos bajo la superficie y nos permiten la realización de los perfiles geotécnicos como el mostrado en el Apéndice 4 que muestra el perfil que coincide con la obra de estudio.

Para una visión en planta de las prospecciones se debe acudir al Apéndice 3.

#### 4.1. TRABAJOS DE CAMPO

##### 4.1.1. SONDEOS

Se han realizado con sondas de accionamiento hidráulico, tipo Rolatec RL 46 montadas sobre orugas. Se han utilizado técnicas adecuadas para conseguir un alto porcentaje de recuperación en cada maniobra de perforación. Durante la ejecución de los sondeos se han ido realizando en función del terreno atravesado, ensayos de penetración standard con cuchara bipartida y extracciones de muestras inalteradas mediante tomamuestras o seccionado de pared gruesa de 4 mm de espesor, longitud de 60 cm y diámetro interior de 70 mm. Los testigos obtenidos en los sondeos (algunos se parafinaron) fueron colocados en cajas adecuadas, quedando éstas debidamente almacenadas para cualquier comprobación posterior. Al término de la perforación se colocó tubería piezométrica ranurada de PVC con tapa de protección en todos los taladros, al objeto de realizar medidas del nivel freático. El número total de sondeos es de 32 y la longitud total investigada por este medio es de 543,18 m. En el Apéndice al final del presente anejo se incluyen los registros y descripción estratigráfica del sondeo más próximo a nuestra estructura.

Si analizamos conjuntamente el replanteo de la obra y el sondeo ST-6 realizado en las proximidades, podemos resumir según lo ya explicado que el terreno natural queda a la cota 454.85 en la sección de referencia en que se cortan las líneas de referencia de la Autovía y de la glorieta. Esta cota queda 2.70m por encima del plano de cimentación al que se debe llegar para la realización de las obras.

Mediante el análisis del sondeo realizado vemos que debajo de ese plano de referencia se haya un estrato de 1.222 m de material aluvial arcilloso y limoso. Bajo este estrato se haya un estrato de espesor indefinido de material de arcillas margosas y biodetríticas.

Estos dos materiales se han identificado en el proyecto bajo los códigos de 'Tap' para las arcillas margosas y biodetríticas y 'Qal-C' para el material aluvial arcilloso – limoso.

El sondeo también nos ha informado de que no se ha encontrado nivel freático a profundidad por lo que se entiende que todos los cálculos a realizar serán sin la presencia de éste.

Estas informaciones quedan reflejadas en el perfil geotécnico incluido en planos y en el apéndice del sondeo ST-6 incluido en el Anejo Nº4 Geotecnia.

El emplazamiento y profundidad investigada en el sondeo más próximo a nuestra estructura (sondeo ST-6) es el siguiente:

DENOMINACIÓN	COORDENADAS			PROF. (m)	PK	OBSERVACIONES
	X	Y	Z			
ST-6	721597.193	4297260.21	454.82	8.60	11+540	Sondeo para terraplén de 9m

##### 4.1.2. CALICATAS

Con objeto de completar la caracterización geotécnica de los materiales se han realizado calicatas de investigación en puntos estratégicos de la obra.

##### 4.1.3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Se han realizado utilizando un penetrómetro dinámico automático sobre orugas. Este penetrómetro es apto para la realización del ensayo según Norma UNE 103.801, ejecutándose la hinca de la puntaza cuadrada de 40 mm x 40 mm, mediante caída libre de una maza de 63,5 Kg desde una altura de 75 cm. Se utiliza varillaje de 32 mm de diámetro.

##### 4.1.4. ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS

El objetivo del ensayo presiométrico es la obtención de la respuesta esfuerzo-deformación del terreno "in situ", de manera que se pueda calcular el módulo de deformación del terreno. Si se consiguen alcanzar las condiciones del comportamiento plástico del terreno, pueden estimarse las características geotécnicas del mismo: cohesión, ángulo de rozamiento interno y ángulo de dilatancia, en función de los datos disponibles.

El ensayo presiométrico consiste en la expansión radial de una camisa cilíndrica de caucho que se encuentra dentro de un sondeo. Se realiza aplicando presiones crecientes, con una velocidad de carga acorde al tipo de terreno a ensayar. Esto nos proporciona una gráfica del diámetro del sondeo en función del incremento de presión transmitida. En el caso más favorable se obtienen 3 presiones características:

-Po: Presión a la que la camisa se adapta totalmente a la pared del sondeo.

-Pf: Presión a la que el terreno deja de comportarse elásticamente. Se llama **presión de fluencia**.

-P<sub>L</sub>: Presión a la que el terreno se cizalla y no admite ningún incremento de

El equipo que se utilizará para hacer los ensayos presiométricos es el ELASTOMETER-2, modelo 4180, fabricado por OYO CORPORATION, realizándose según la Norma ASTM D-4719.

#### 4.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

A las muestras procedentes de los reconocimientos de campo se les realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

ENSAYO		
Identificación	Granulometría por tamizado	
	Límites de Atterberg	
	Densidad aparente	
	Humedad natural	
Químicos	Materia Orgánica	
	Sales Solubles	
	Sulfatos	
	Contenido en yeso	
	Análisis completo de agua	
Compactación	Proctor Modificado	
	CBR	
Resistencia	Compresión simple	
	Corte directo tipo CD	Inalterada Remoldeada
	Corte directo tipo UU	
Hinchamiento	Hinchamiento libre (Inalterada)	
	Presión de hinchamiento	Inalterada Remoldeada
Otros	Colapso en edómetro	Inalterada Remoldeada
	Ensayo edométrico	

## 5. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

### 5.1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Hasta este punto se ha realizado un análisis geológico de las distintas litologías aflorantes en la traza, así como se han comentado los distintos trabajos geotécnicos ejecutados.

El paso siguiente para el correcto análisis geotécnico es la agrupación o segregación de las distintas unidades geológicas representadas en la planta de geología (ver Apéndice 3) en unidades geotécnicas cuyo comportamiento (geotécnico) sea similar.

El análisis geotécnico de las distintas unidades sirve de base y ayuda a un posterior análisis de cada desmonte, terraplén, estructura, excavación, etc. y muestra de forma global el comportamiento geotécnico de las distintas unidades.

Esta unificación supone siempre una simplificación que implica la inclusión, en un mismo grupo, de materiales no siempre homogéneos, con el fin de facilitar el manejo de los datos geotécnicos, tanto en el campo como en el laboratorio.

Para cada grupo geotécnico se realiza en primer lugar un análisis estadístico de las características geotécnicas obtenidas de los ensayos de campo y de laboratorio.

En cuanto a la agresividad del suelo y de las aguas se atiende a la norma E.H.E. La instrucción EHE en su artículo 8.2.3, especifica la clase resistente del hormigón en cuanto a su exposición ambiental en relación con otros procesos de degradación distintos a la erosión. Así, se ha analizado el medio para ver su agresividad según la tabla 8.2.3.b de la citada instrucción.

### 5.2. AGRUPACIONES EN UNIDADES GEOTÉCNICAS

Como se ha comentado, esta agrupación se realiza a partir de las distintas unidades geológicas en función de si las características geotécnicas son similares o no. Así, en principio, tenemos las siguientes unidades geológicas:

- $T_M$ : Margas Tap
- $T_{M2}$ : Calizas bioclásticas
- $Q_G$ : Glacis
- $Q_{T4}$ : Terraza fluvial
- $Q_{T3}$ : Terraza fluvial
- $Q_{T2}$ : Terraza fluvial
- $Q_{T1}$ : Terraza fluvial
- $Q_{co}$ : Coluvial
- $Q_{al}$ : Aluvial y fondo de vaguada
- $Q_{RA}$ : Relleno antrópico

Estos materiales se agruparán en las siguientes unidades geotécnicas:

Unidad geotécnica	Descripción	Unidad geológica
$Tap$	Arcillas margosas y biodetríticas	$T_M$ y $T_{M2}$
$Tap-G$	Gravas arcillosas-limosas	$T_M$
$Tap-mo$	Arcillas margosas-lignitosas	$T_M$
$Q_{al-G}$	Aluvial gravoso	$Q_{T1}$ , $Q_{T2}$ , $Q_{T3}$ , $Q_{T4}$ , $Q_{AL}$ , $Q_G$
$Q_{al-S}$	Aluvial arenoso	$Q_{T1}$ , $Q_{T2}$ , $Q_{T3}$ , $Q_{T4}$ , $Q_{AL}$ , $Q_G$
$Q_{al-C}$	Aluvial arcilloso y limoso	$Q_{T1}$ , $Q_{T2}$ , $Q_{T3}$ , $Q_{T4}$ , $Q_{AL}$ , $Q_G$
$Q_{co}$	Depósitos coluviales heterogéneos	$Q_{CO}$
$Q_r$	Rellenos antrópicos heterogéneos	$Q_{RA}$

### 5.3. CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

#### 5.3.1. UNIDAD Tap

Se trata de margas y arcillas. En ocasiones pueden contener una cantidad variable pero reducida de limo y arenas. Además suelen presentar nódulos carbonatados, probablemente oncolíticos, correspondientes a un medio de sedimentación lacustre. Se recomienda el visionado del apéndice 5 para conocer los parámetros obtenidos de los ensayos.

Según la clasificación PG3, este material se clasifica como Tolerable en su mayor parte, aunque han aparecido algunas muestras que dan material marginal, fundamentalmente por elevada plasticidad. En general se trata de un grupo geotécnico aprovechable para rellenos.

#### 5.3.2. UNIDAD $Q_{al-C}$

Se trata de niveles de depósitos aluviales, tanto relacionados con ríos y arroyos, como los depósitos de glacis. Se trata de arcillas, a veces con algo de arena y limo. Se recomienda el visionado del apéndice 5 para conocer los parámetros obtenidos de los ensayos.

Se trata de niveles de depósitos aluviales, tanto relacionados con ríos y arroyos, como los depósitos de glacis. Se trata de arcillas, a veces con algo de arena y limo.

## 6. AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS Y NIVEL FREÁTICO

Con objeto de analizar el grado de ataque al hormigón de los suelos en contacto con elementos estructurales o de cimentación se ha determinado el contenido de sulfatos en varias muestras obtenidas en los sondeos. Así, se ha determinado el contenido de sulfatos en muestras procedentes de las formaciones aluviales y principalmente las margas Tap. En todas las muestras ensayadas, el contenido de sulfatos ha sido nulo o bajo (<0.19%), por lo que no sería necesario el empleo de cementos sulforresistente.

La determinación de la posición del nivel freático resulta muy importante para el estudio de las condiciones de cimentación, por lo que durante la ejecución de los sondeos se presta una especial atención en acotar la profundidad de la lámina freática. Se ha dejado instalada tubería piezométrica en todos los sondeos, permitiéndose hacer un seguimiento posterior de este nivel.

Los valores obtenidos no deben considerarse estables ya que la profundidad del nivel freático experimenta variaciones en el tiempo, derivadas del régimen hídrico de precipitaciones, de las condiciones hidrológicas, de aportes superficiales (riegos), extracciones próximas (bombeos), etc. Como recomendación general se deberá comprobar la posición de este nivel freático con un margen temporal más amplio, haciéndolo al menos de manera previa al comienzo de la fase de cimentaciones. En cuanto a la agresividad del suelo y de las aguas se atiende a la norma E.H.E. La instrucción en su artículo 8.2.3, especifica la clase resistente del hormigón en cuanto a su exposición ambiental en relación con otros procesos de degradación distintos a la erosión. Así, se ha analizado el medio para ver su agresividad según la tabla 8.2.3.b de la citada instrucción.

## 7. CÁLCULOS DE SISMICIDAD

### 7.1. Consideración de la acción sísmica

Atendiendo a criterios de afección y acciones sísmicas nos encontramos, según la IAP-11, un puente de importancia especial.

Los puentes de importancia especial son aquellos cuya destrucción puede interrumpir un servicio imprescindible después de haber ocurrido un terremoto, o aumentar los daños del mismo por efecto catastróficos. Se considerarán en este grupo los puentes situados en las calzadas principales de la red de alta capacidad (autopistas y autovías) y en las carreteras convencionales y vías de servicio cuya IMD sea superior a 7000 vehículos/día.

Según la norma de construcción sismorresistente (NCSP-07), no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento  $a_b$  sea inferior a 0,004g, siendo g la aceleración de la gravedad.

Tampoco será necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las situaciones n que la aceleración sísmica horizontal de cálculo  $a_c$  sea inferior a 0,004g, siendo g la aceleración de la gravedad.

En el término municipal de Muro de Alcoy se tiene que  $a_b = 0,07g$ , con lo que no se cumpla la primera de las condiciones para no tener en cuenta el efecto del sismo.

Se calcula la aceleración sísmica horizontal de cálculo mediante la siguiente expresión:

$$a_c = S_p \cdot \rho \cdot a_b$$

Donde  $\rho$  es el coeficiente de riesgo:

$$\rho = \gamma_I \cdot \gamma_{II}$$

Donde:

$\gamma_I$  es el factor de importancia del puente  $\rightarrow$  Puente de importancia especial  $\gamma_I = 1,3$

$\gamma_{II}$  es el modificador para considerar un período de retorno diferente de 500 años  $\rightarrow \gamma_{II} = 1$

El término  $S_p$  es el coeficiente de ampliación del terreno que toma los siguientes valores en función de la aceleración horizontal básica:

$$\text{Para } \rho \cdot a_b \geq 0,1g \rightarrow S_p = \frac{c}{1,25}$$

$$\text{Para } 0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g \rightarrow S_p = \frac{c}{1,25} + 3,33 \cdot (\rho \cdot a_b / g - 0,1) \cdot \left(1 - \frac{c}{1,25}\right)$$

$$\text{Para } \rho \cdot a_b < 0,4g \rightarrow S_p = 1$$

Donde C es el coeficiente de amplificación del terreno.

En la zona donde se encuentra nuestro paso inferior se tiene un terreno Tipo III (suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme). Por tanto:

$$C = 1,6$$

Por tanto se tiene que:

$$\rho = 1,3 \cdot 1 = 1,3$$

$$S_p = \frac{C}{1,25} = \frac{1,6}{1,25} = 1,28$$

$$a_b = 1,25 \cdot 1,3 \cdot 0,07g = 0,1165g = 1,1429 \text{ m/s}^2$$

Tampoco se cumple la segunda condición para no tener en cuenta el sismo, por lo que será necesario considerar su acción en la estructura a calcular.

## 7.2. CÁLCULO DE LA ACCIÓN SÍSMICA

Si la montera de tierras sobre un marco tiene un espesor inferior a la mitad de su luz, se siguen los criterios especificados para el caso de estribos rígidamente unidos al tablero. En nuestro caso esta condición sí que se cumple, por lo que se seguirán los siguientes criterios:

- Fuerzas de inercia de la estructura estimadas utilizando el método fundamental
- Empuje del terreno calculado mediante la teoría pseudoestática, desarrollada por Mononobe y Okabe.

### 7.2.1. FUERZAS DE INERCIA

Para calcular las fuerzas de inercia se utiliza la siguiente expresión:

$$F = M \cdot a_c \cdot S(T)$$

Donde M es la masa,  $a_c$  es la aceleración de cálculo y S(T) es la aceleración espectral del espectro de cálculo, correspondiente al período fundamental T del puente (en segundos) estimado mediante la siguiente expresión:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{M}{K}}$$

Donde K es la rigidez equivalente.

La masa M que se tiene es la siguiente:

$$M = [20 \cdot 13,8 \cdot 6,4] + [25 \cdot (2 \cdot 2,75 \cdot 0,9 + 13,8 \cdot 1,2)] = [1765 \text{ kN}] + [538 \text{ kN}] = 230.315 \text{ ton}$$

La rigidez K se obtiene con ayuda del programa de cálculo SAP2000 y tiene un valor de:

$$K = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Deformación}} = \frac{10000}{0,1932} = 5175.98 \text{ kN/m}$$

Por lo tanto el período fundamental del marco será:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{230.315}{5175.98}} = 1.325 \text{ segundos}$$

Para el cálculo de la aceleración espectral S(T), debemos conocer previamente los valores de los períodos que delimitan el espectro para saber en qué zona del mismo nos encontramos.

Los períodos que delimitan el espectro son:

$$T_A = \frac{K \cdot C}{10} = \frac{1 \cdot 1,6}{10} = 0,16 \text{ segundos}$$

$$T_B = \frac{K \cdot C}{2,5} = \frac{1 \cdot 1,6}{2,5} = 0,64 \text{ segundos}$$

$$T_C = K \cdot (2 + C) = 1 \cdot (2 + 1,6) = 3,6 \text{ segundos}$$

Donde K es el coeficiente de contribución de la falla Azores-Gibraltar, que en el término municipal de Alcoy vale 1.

También es necesario conocer el valor del factor corrector dependiente de la estructura, que se obtiene mediante la expresión:

$$v = \left(5/\zeta\right)^{0,4} \geq 0,55$$

Donde  $\zeta$  es el índice de amortiguamiento, que es igual al 5%.

Por lo tanto se tiene que:

$$v = \left(5/5\right)^{0,4} = 1 > 0,55$$

Como  $T_A < T$ , el valor de  $S(T)$  es el siguiente:

$$S(T) = 2,5 \cdot v \cdot a_c \cdot \frac{T_B}{T} = 2,5 \cdot 1 \cdot 1,1429 \cdot \frac{0,64}{1,325} = 1,3796$$

Finalmente, el valor de la fuerza de inercia a considerar en nuestra estructura a causa de la acción del sismo es:

$$F = M \cdot a_c \cdot S(T) = 230.315 \cdot 1,1429 \cdot 1,3796 = 363,15 \text{ kN}$$

Esta fuerza se considera aplicada en la unión del hastial con la losa superior y que puede actuar tanto por la izquierda como por la derecha, pero no simultáneamente.

### 7.2.2. EMPUJE DEL TERRENO

Según la teoría desarrollada por Mononobe-Okabe, se tiene que calcular un incremento dinámico del empuje de las tierras ( $\Delta E_{AD}$ ) que se produce como consecuencia del sismo.

$$\Delta E_{AD} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (K_{AD} - K_{AE})$$

Donde:

$\gamma$ : Peso específico del terreno (20 kN/m<sup>3</sup>)

H: Altura del marco

$K_{AE}$ : Coeficiente de empuje activo (0,333 en este caso)

$K_{AD}$ : Coeficiente de empuje dinámico

Para calcular el coeficiente de empuje dinámico es necesario conocer el valor de  $\theta$ , que es función del coeficiente de sismo horizontal y vertical:

$$K_h = \frac{a_c}{g} = \frac{0,1165g}{g} = 0,1165$$

$$K_v = 0 \text{ (Se desprecia su efecto)}$$

$$\theta = \arctg\left(\frac{K_h}{1 + K_v}\right) = \arctg\left(\frac{0,1165}{1 + 0}\right) = 6,645^\circ$$

El valor del coeficiente de empuje dinámico, calculado con la formulación de la NCSP-07 tiene un valor de:

$$K_{AD} = 0,4082$$

Finalmente, el valor del empuje de las tierras debido a la acción del sismo tiene un valor de:

$$\Delta E_{AD} = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 7,9^2 \cdot (0,4082 - 0,3333) = 33,608 \text{ kN}$$

Esta fuerza se considera aplicada a H/3 de la unión del hastial con la losa superior y puede actuar tanto en un hastial como en el otro, pero no simultáneamente en ambos. Además, a efectos de modelizar esta acción se considera que es la resultante de una distribución de tensiones triangular invertida que actúa sobre el hastial.



APÉNDICE 1 | SONDEO ST-6

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. AUTOVÍA DEL MEDITERRANEO. TRAMO: COCENTAINA - MURO DE ALCOY (PROVINCIA DE ALICANTE)									
CÓDIGO: 4174 CLIENTE: AYESA SONDEO Nº: ST-8 SITUACIÓN: TERRAPLEN PK: 11+550		COTA DEL TERRENO: COTA DEL NIVEL FREÁTICO: SECO FECHA INICIO: 17-ene-05 FECHA FIN: 17-ene-05		MAQUINA: ROLATEC RL 46					
BATERIA	PERDIDA DE AGUA	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOGRÁFICO	RECUPERACIÓN (%)	Descripción visual	MUESTRA			
						Num. eración	Tipo	Golpeo	Nº
101 BW (SECO)		+0,50			Tierra vegetal a base de arena arcillosa con algunas gravas.				
		+1,00		100	Arçilla de color marrón amarillenta con algunas gravas y niveles cementados. Aparece una capa de gravas entre las cotas -4,00 y -4,20 m.	M11			14
		+1,50		100		SPT 1			14
		+2,00							
		+2,50							
		+3,00		100		M12			42
		+3,50		85		SPT 2			49
		+4,00							
		+4,50							
		+5,00							
		+5,50							
		+6,00		100		M13			46





# PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN. AUTOVÍA DEL MEDITERRANEO. TRAMO: COCENTAINA - MURO DE ALCOY (PROVINCIA DE ALICANTE)

CÓDIGO: 4174  
CLIENTE: AYESA  
SONDEO Nº: ST-8  
SITUACIÓN: TERRAPLEN PK: 11+550

COTA DEL TERRENO:  
COTA DEL NIVEL FREÁTICO: SECO  
FECHA INICIO: 17-ene-05  
FECHA FIN: 17-ene-05

MAQUINA: ROLATEC RL 46

BATERIA	PERDIDA DE AGUA	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOGRÁFICO	RECUPERACIÓN (%)	Descripción visual	MUESTRA			
						Num. eración	Tipo	Golpeo	Nº
101 BW (SECO)		-6.50		100	Arcilla de color marrón amarillenta con algunas gravas y niveles cementados. Aparece una capa de gravas entre las cotas -4,00 y -4,20 m.				
		-7.00							
		-7.50							
		-8.00							
		-8.50		100					
					FINAL DEL SONDEO A -8,80 m				



ACTAS TRABAJOS DE  
LABORATORIO

SONDEOS ST

MUESTRA	SONDEO		ST-6	ST-6	ST-6
	SITUACIÓN (PK)		11 + 560	11 + 560	11 + 560
	Cota (m)		-0.60 m	-2.60 m	-5.60 m
	Unidad Geológica		---	---	---
	Tipo muestra		ML	ML	ML
	Numero identificación muestra		V0501361	V0501362	V0501363
CLASIF. DE SUELOS	CLASIFIC. DE CASAGRANDE		ML	CL	CL
ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN	GRANULOM. POR TAMIZADO	% pasa 100 mm	100	100	100
		% pasa 80 mm	100	100	100
		% pasa 63 mm	100	100	100
		% pasa 50 mm	100	100	100
		% pasa 40 mm	100	100	100
		% pasa 25 mm	92,4	100	100
		% pasa 20 mm	89,5	100	100
		% pasa 12,5 mm	86,5	100	100
		% pasa 10 mm	84,3	98,9	100
		% pasa 6,3 mm	77,2	97,8	100
		% pasa 5 mm	73,3	97,5	100
		% pasa 2 mm	57,8	96,1	99,6
		% pasa 1,25 mm	56,6	96	99,6
		% pasa 0,40 mm	54,2	95,7	99,5
	% pasa 0,16 mm	53,1	95,3	99,2	
	% pasa 0,08 mm	52,5	94,9	98,9	
	LIMITES DE ATTERBERG	L.L.	--	34,6	43,3
		L.P.	NP	18,1	21,3
		I.P.	--	16,5	22
	HUMEDAD NATURAL (%)		17,1		
	DENSIDAD	D.Aparente Humeda(g/cm3)	2,04		
		D.Seca (g/cm3)	1,75		
	PESO ESPECIFICO (g/cm3)		2,632		
	AGRESIVIDAD DE SUELOS	ACIDEZ BAUMAN-GULLY (ml/kg)			
		SULFATOS (mg/kg)			
	ENSAYOS QUIMICOS SUELOS	SULFATOS (%)			
		CONTENIDO YESO (%)			
		SALES SOLUBLES (%)			
		MATERIA ORGANICA (%)			
ENSAYOS DE RESISTENCIA	RESISTENCIA COMPRESIÓN SIMPLE	c (kPa)	DESMOR.	613	
		Def. en rotura (%)		2,99	
	CORTE DIRECTO	c' (kPa)			
		φ ± (°)			
	COMPRESIÓN UNIAXIAL	(Mpa)			
ENSAYOS DE DEFORMABILIDAD	EDÓMETRO Indice de huecos	Escalón 0 (Kp/cm2)	0,462		
		Escalón 0,1 (Kp/cm2)	0,466		
		Escalón 0,2 (Kp/cm2)	0,467		
		Escalón 0,5 (Kp/cm2)	0,473		
		Escalón 1 (Kp/cm2)	0,470		
		Escalón 2 (Kp/cm2)	0,465		
		Escalón 5 (Kp/cm2)	0,443		
		Escalón 10 (Kp/cm2)	0,422		
		Escalón 5 (Kp/cm2)	0,424		
		Escalón 1 (Kp/cm2)	0,444		
		Escalón 0,5 (Kp/cm2)	0,452		
		Escalón 0,2 (Kp/cm2)	0,462		
		Humedad inicial (%)	18,1		
		Humedad final (%)	19,1		
	Peso especifico humedo inicial (g/cm3)	2,632			
	H. LIBRE				
	H. LAMBE				
	P. HINCHAMIENTO	kPa			
	I. COLAPSO				



Muestra V0501361; Acta Nº 2296/05 Pagina 1 de 2

MODALIDAD DE CONTROL DE CALIDAD: ESTUDIO TÉCNICO (E.T.)

OBRA: ESTUDIO GEOT. PROY. AUTOVIA DEL MEDITERRÁNEO TRAMO DE COCENTAINA - MURO DE ALCOY ( ALICANTE )

Peticionario: AYESA INGENIERIA DE FUTURO, S.A.  
C/ Marie Curie, S/N, Parq. Tecn. La Cartuj  
41092 SEVILLA  
NIF: A41015322

Copia del acta a: Peticionario

Acta/Copia

2296/05

Código de Identificación de la Muestra

V0501361

Fecha de entrada

03/02/2005

Laboratorio de Ensayos Acreditado por la COPUT en el área: GTL, nº 07001GTL/03(B), por Resolución de 17/02/2003, publicada en el DOGV (26/03/2003), e inscrito en el R.G.I. E.A., publicada en el B.O.E. (01/10/2003).

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS

-Identificación del material

Tipo: LIMOS

Descripción: LIMO ARENOSO COLOR MARRON CLARO CON NODULOS. PROCEDENCIA: ST-6, COITA -0.60 m. MI REF.SONDEO: V0500654.

-Identificación de la muestra

UTILIZACION: IDENTIFICACION.

Cantidad: 2,6 KG

Muestreo

Modalidad de Muestreo: ML

Efectuado por: Intercontrol Levante

Operador: Amanda Braceli Cañadas

Segun Norma:

Fecha de Muestreo: 04/02/2005

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo	Norma	Fecha de terminación
Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande	UNE 103103/94	23/02/2005
Determinación del límite plástico de un suelo	UNE 103104/93	23/02/2005
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103101/95	09/02/2005

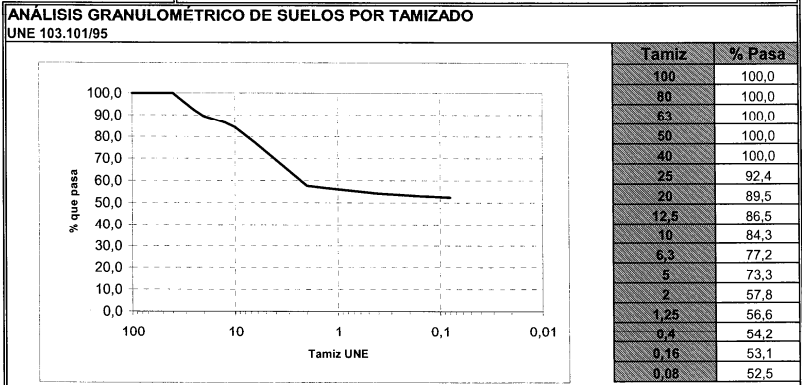


Muestra V0501361

Acta 2296/05

Página 2 de 2

- RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS -



Datos complementarios:

Observaciones:

ACT-0005-1

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE

UNE 103.103/94

Datos complementarios:

Observaciones:

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO

UNE 103.104/93

1	2	MEDIA
---	---	No plástico

Datos complementarios:

Observaciones:

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

---

ACT-0006-1

No se ha podido realizar el ensayo de la compresión simple debido a que es una muestra con poca cohesión y se desmorona al tallarla.

En Carlet, a 25 de febrero de 2005

Responsable de ensayos físicos

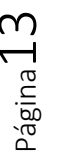
Amanda Braceli Cañadas

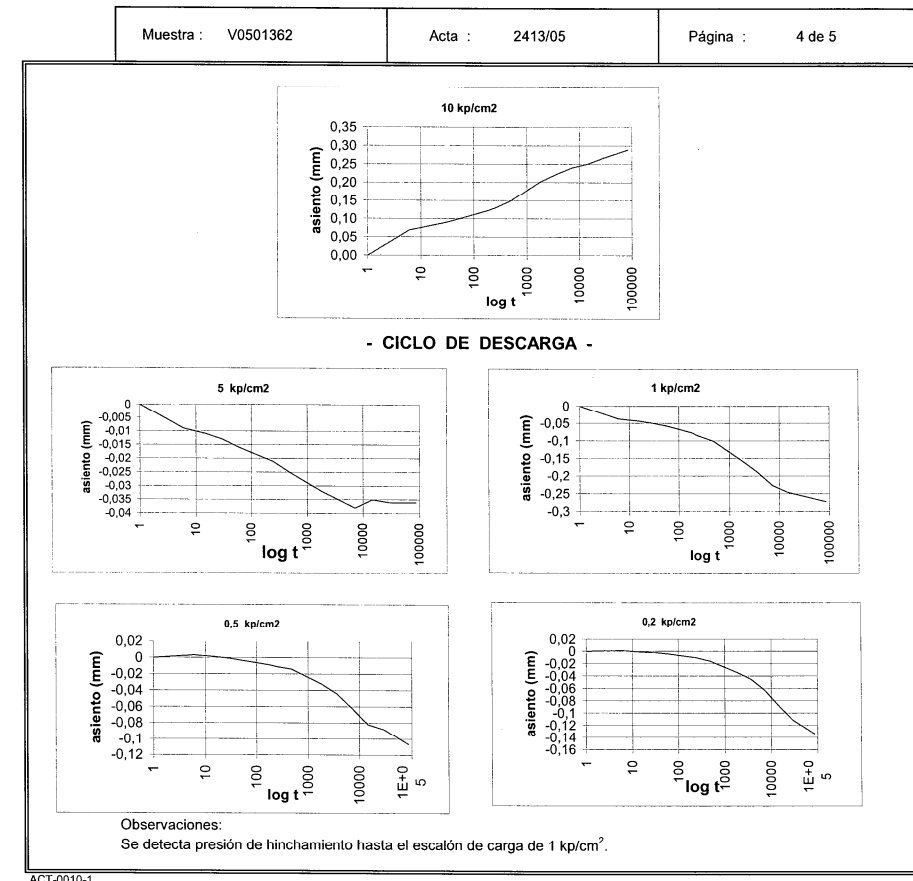
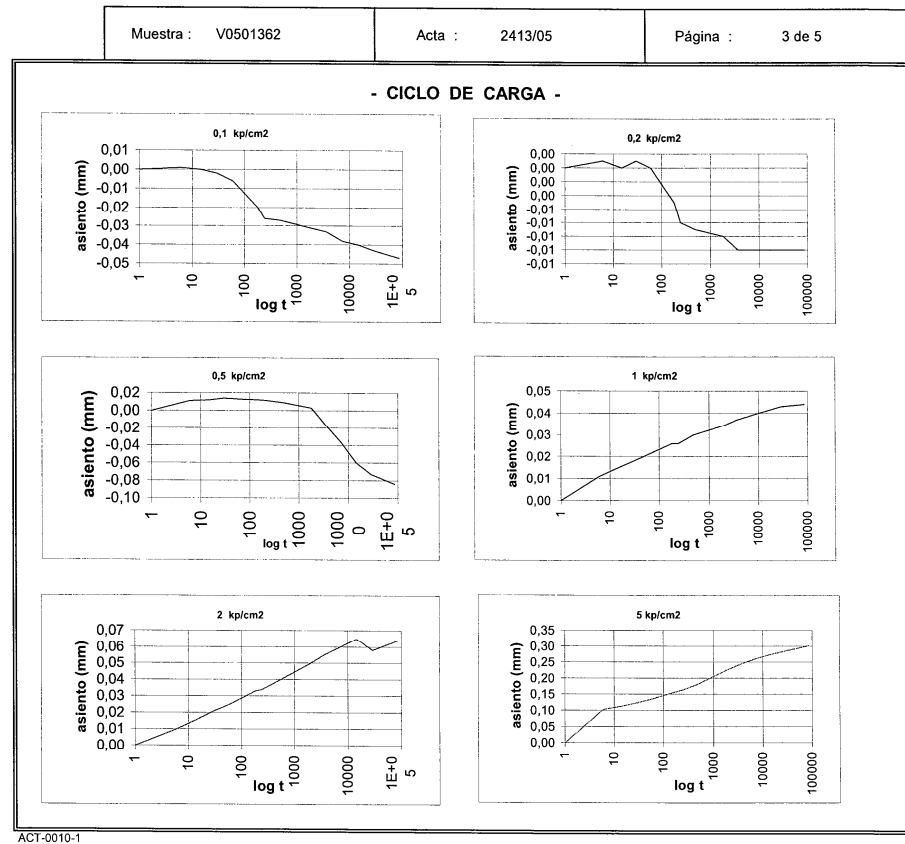
NOTAS:

- Los resultados de este ensayo sólo concierne a las muestras cuya descripción aparece bajo el epígrafe "Identificación de muestra".
- INTERCONTROL LEVANTE, S.A. garantiza la confidencialidad de los resultados de este ensayo.
- Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio, sin el consentimiento expreso de INTERCONTROL LEVANTE, S.A. y el peticionario.

Director técnico del Laboratorio

Francisco Javier Gómez







Muestra V0501362Acta 2413/05Página 5 de 5

- RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS -

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
UNE 103.101/95

Tamiz	% Pasa
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	98,9
6,3	97,8
5	97,5
2	96,1
1,25	96,0
0,4	95,7
0,16	95,3
0,08	94,9

Datos complementarios:  
Observaciones:  
ACT-0005-1

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE UN SUELO POR EL MÉTODO DEL APARATO DE CASAGRANDE  
UNE 103.103/94

34,8 %

Datos complementarios:  
Observaciones:

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE UN SUELO  
UNE 103.104/93

1	2	MEDIA
17,8	18,3	18,1 %

Datos complementarios:  
Observaciones:

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

16,7 %

ACT-0006-1

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTICULAS DE UN SUELO  
UNE 103.302/94

1	2	3	MEDIA
2,649	2,645	2,603	2,632 g/cm3

Material volumétrico: CLASE A  
Repetibilidad: 0,05 %  
Datos complementarios:  
Observaciones:  
ACT-0102-2

En Carlet, a 1 de marzo de 2006

Responsable de ensayos físicos

Director técnico del laboratorio

Amanda Braceli Cañadas

Francisco Javier Gómez

NOTAS:

- Los resultados de este ensayo sólo concierne a las muestras cuya descripción aparece bajo el epígrafe "Identificación de muestras".

- INTERCONTROL LEVANTE, S.A. garantiza la confidencialidad de los resultados de este ensayo.

- Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe, por cualquier medio, sin el consentimiento expreso de INTERCONTROL LEVANTE, S.A. y el peticionario.

CIF A-46.605.457 • Intercontrol Levante, S.A. • Ctra. Cruz Negra, 78 • 46240 CARLET (Valencia)  
Tel. 96 253 80 23 • Fax 96 253 81 32 • E-mail: correo@intercontrol.es

Muestra V0501363; Acta N° 2289/05 Pagina 1 de 3

- MODALIDAD DE CONTROL DE CALIDAD: ESTUDIO TÉCNICO (E.T.)-

OBRA: ESTUDIO GEOT. PROY. AUTOVIA DEL MEDITERRÁNEO TRAMO DE COCENTAINA  
4174  
- MURO DE ALCOY ( ALICANTE )

Peticionario: AYESA INGENIERIA DE FUTURO, S.A.  
C/ Marie Curie, S/N, Parq. Tecn. La Cartuj  
41092 SEVILLA  
NIF: A41015322

Copia del acta a: Peticionario

Acta/Copia  
2289/05  
Codigo de Identificación de la Muestra  
V0501363  
Fecha de entrada  
03/02/2005

Laboratorio de Ensayos Acreditado por la COPUT en el área: GTL, nº 07001 GTL/03(B), por Resolución de 17/02/2003, publicada en el DOGV (26/03/2003), e inscrito en el R.G.L. E.A., publicada en el B.O.E. (01/10/2003).

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS ACREDITADOS

-Identificación del material

Tipo ARCLLAS

Descripcion ARCILLA DE COLOR VERDOSO. PROCEDENCIA: ST-6, COTA -5.60 m. MI REF.SONDEO: V0500654.

-Identificación de la muestra

UTILIZACION: IDENTIFICACION.

Cantidad 3,2 KG

Muestreo Modalidad de Muestreo: ML

Efectuado por: Intercontrol Levante Operador: Amanda Braceli Cañadas

Segun Norma: Fecha de Muestreo 04/02/2005

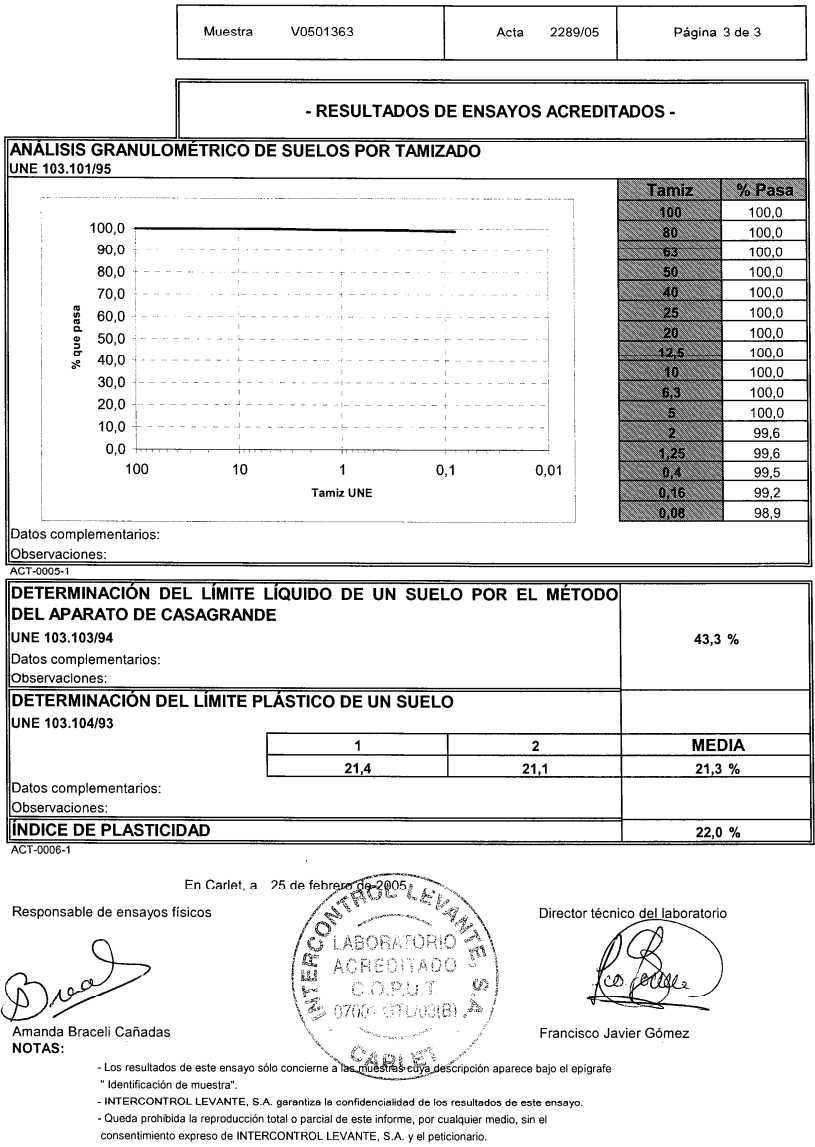
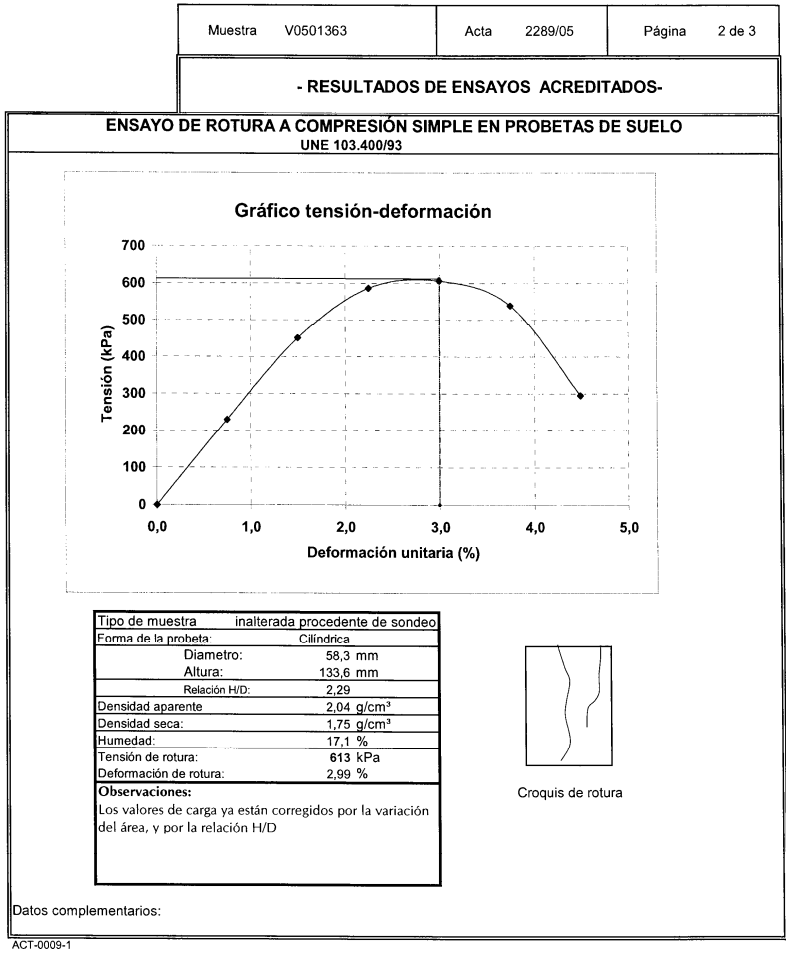
ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo	Norma	Fecha de terminación
Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande	UNE 103103/94	24/02/2005
Determinación del límite plástico de un suelo	UNE 103104/93	24/02/2005
Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo	UNE 103400/93	15/02/2005
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103101/95	09/02/2005

CIF A-46.605.457 • Intercontrol Levante, S.A. • Ctra. Cruz Negra, 78 • 46240 CARLET (Valencia)  
Tel. 96 253 80 23 • Fax 96 253 81 32 • E-mail: correo@intercontrol.es

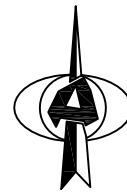
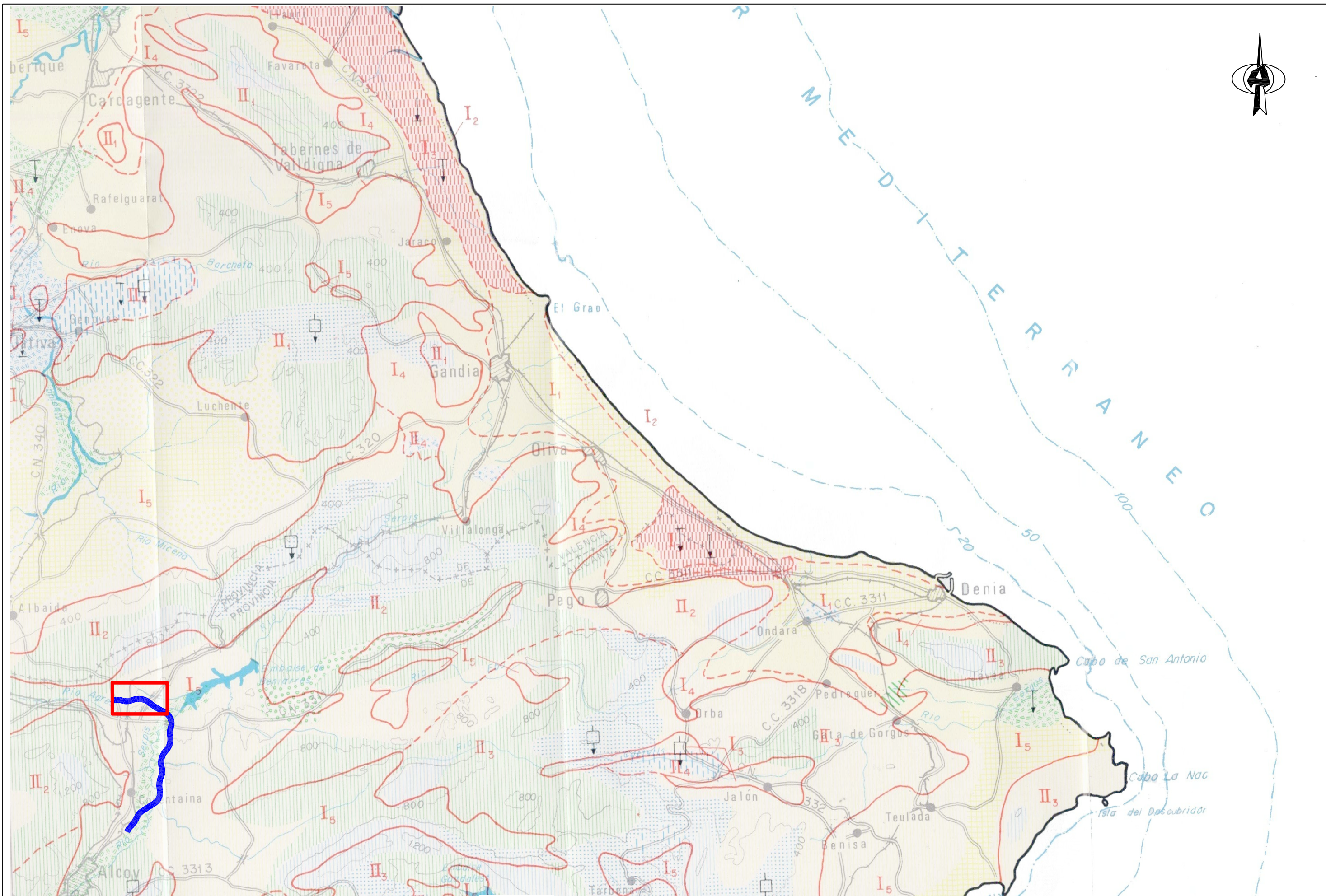
ANEJO Nº 4 | GEOTECNIA

Página 15





























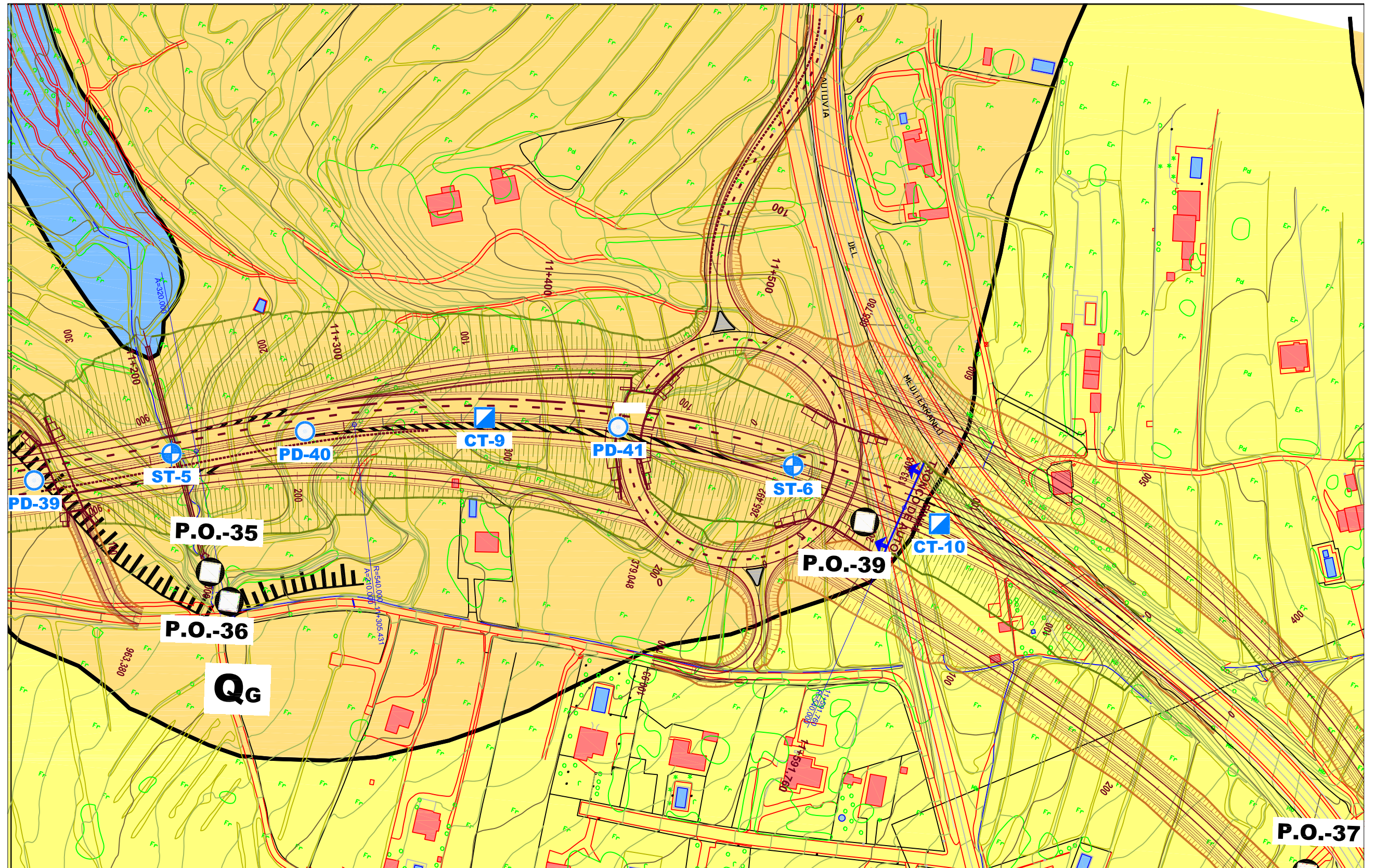
## APÉNDICE 2 | MAPAS GEOTÉCNICOS



CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES	
I <sub>1</sub>	Se incluyen los materiales aluvionarios de relleno formados por gravas, arenas, arcillas y limas depositados horizontalmente formando lentajas, suelo arcilloso potente. Impermeable, con nivel freático próximo a la superficie, acuífero general. Drenaje aceptable a malo. Morfología plana. Capacidad de carga baja a media, posibles asentamientos superficiales, estable.
I <sub>2</sub>	Materiales arenosos mal graduados, fino, influencia de tipo eólico, cordón de dunas de unos 2-3 m. de altura. Permeabilidad alta, nivel freático próximo, posible intrusión marina. Drenaje superficial bueno. Morfología plana. Capacidad de carga baja, asentamientos medios a corto plazo, estable.
I <sub>3</sub>	Marjales y marismas pantanosos, arcillas, limas, fangos orgánicos y turba en lentajas. Permeabilidad muy baja, nivel freático superficial, drenaje deficiente. Morfología plana. Capacidad de carga muy baja, asentamientos fuertes, materia orgánica.
I <sub>4</sub>	Glacis y piedemonte, bolos y gravas con matriz limosa o arcillosa dispuestos desordenadamente. Permeabilidad media, nivel freático profundo, drenaje bueno. Morfología en pendiente uniforme suave. Capacidad de carga media, sin asentamientos, algún posible abarcamiento.
I <sub>5</sub>	Materiales sueltos de arenas y arcillas sobre margas mediana-mente compactas. Permeabilidad baja, abarcamientos, drenaje superficial tolerable. Morfología ligeramente ondulada. Capacidad de carga medias, sin asentamientos, zonas abarcadas inestables.
II <sub>1</sub>	Rocas calizas sanas, con algunas intercalaciones de margas y areniscas. Permeabilidad alta, niveles freáticos profundos, drenaje bueno. Morfología montañosa con pendientes del 15 al 30 por ciento. Capacidad de carga alta, sin asentamientos, estable.
II <sub>2</sub>	Rocas de calizas, margas y dolomías, de aspecto muy variado, de masivos a tabeados y rotos. Permeabilidad de alta a media, niveles freáticos profundos, drenaje bueno. Morfología montañosa, con pendientes mayores del 15 por ciento. Capacidad de carga alta, sin asentamientos, zonas inestables.
II <sub>3</sub>	Caliza masiva oligocena, margas, calizas y areniscas cretácicas y flysh. Permeabilidad de alta a media, niveles freáticos profundos, drenaje de bueno a aceptable. Morfología montañosa con pendientes del 15 al 30 por ciento. Capacidad de carga alta, sin asentamientos, inestabilidad casi general.
II <sub>4</sub>	Yesos y arcillas yesíferas, tridásicas, aflorando en diapíros o a favor de fallas. Permeabilidad casi nula, drenaje deficiente. Morfología ondulada. Capacidad de carga media a baja, asentamientos, inestabilidad general.

LEYENDA			
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES		CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	
	Zonas sin problemas específicos aparentes. Problemas muy localizados de tipo Hidrológico, Geotécnico y Litológico.		Problemas de tipo Litológico.
	Problemas de tipo Geomorfológico.		Problemas de tipo Geomorfológico.
	Problemas de tipo Hidrológico.		Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnicos.
	Problemas de tipo Hidrológico y Geomorfológico.		Problemas de tipo Hidrológico y Geomorfológico.
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES		CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES	
	Problemas de tipo Geomorfológico.		
	Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico.		
	Problemas de tipo Geotécnico e Hidrológico.		
	Problemas de tipo Litológico y Geotécnico.		
	Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico y Geotécnico.		

CRITERIOS DE CLASIFICACION														
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS		PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES		CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"			CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"		CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"		PROBLEMAS GEOTECNICOS		NOTACION	
Muy Favorables.		Litológicos.		Litológicos y Geomorfológicos.		Geomorfológicos o Hidrológicos.		Litológicos, Geomorfológicos e Hidrológicos.				De Capacidad de Carga.		
Favorables.		Geomorfológicos.		Litológicos o Hidrológicos.		Geomorfológicos y Geotécnicos.		Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos(p.d.).				De Asientos.		
Aceptables.		Hidrológicos.			Litológicos y Geotécnicos (p.d.).		Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.).		Litológico, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.).				Geotécnicos Varios.	
Desfavorables.		Geotécnicos (p.d.)						Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.).						
Muy Desfavorables														



**LEYENDA**  
**SONDEOS**

- SD-N°** SONDEO PARA DESMONTE
- ST-N°** SONDEO PARA TERRAPLÉN
- SE-N°** SONDEO PARA ESTRUCTURA
- S-N°** SONDEO DEL ESTUDIO INFORMATIVO

**CALICATAS**

- C-N°** CALICATAS
- CD-N°** CALICATAS PARA DESMONTE
- CT-N°** CALICATAS PARA TERRAPLÉN
- CM-N°** CALICATAS MANUAL

**CALICATAS**

**C-N°** CALICATAS DEL ESTUDIO INFORMATIVO

**ENSAYO DE PENETRACIÓN**



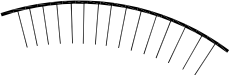





**PD-** ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICO




**AMPLIACION CAMPAÑA GEOTÉCNICA**

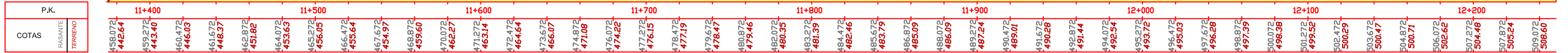
**CE-** CALICATAS

**PDE-** ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICO

LEYENDA

	<b>P.O.-</b>	PUNTO DE OBSERVACIÓN
	<b>T-6</b>	TALUDES
		ESCARPES + 5m.
		CONTACTO ENTRE FORMACIONES.
		CONTACTO ENTRE TERRAZAS.
		VERTEDERO PROPUESTO
		ZONAS INUDABLES
		DESLIZAMIENTO

LEYENDA	SONDEOS		<b>SD-N°</b>	SONDEO PARA DESMONTE	CALICATAS		<b>C-N°</b>	CALICATAS	CALICATAS	
			<b>ST-N°</b>	SONDEO PARA TERRAPLÉN			<b>CD-N°</b>	CALICATAS PARA DESMONTE		<b>C-N°</b> CALICATAS DEL ESTUDIO INFORMATIVO
			<b>SE-N°</b>	SONDEO PARA ESTRUCTURA			<b>CT-N°</b>	CALICATAS PARA TERRAPLÉN	ENSAYO DE PENETRACIÓN	
			<b>S-N°</b>	SONDEO DEL ESTUDIO INFORMATIVO			<b>CM-N°</b>	CALICATAS MANUAL		<b>PD-</b> ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICO



TERRENO NATURAL	TIERRA VEGETAL (m)	0.4	1.6	0.3
	UNIDAD GEOTÉCNICA	Tap / Qal-C		Tap / Qr
	CLASIFICACIÓN PG-3	TOLERABLE		
	TIPO DE OBRA	T-16		
DESMONTES	EXCAVABILIDAD			
	UTILIZACIÓN			
	USO EN RELLENOS			
	TIPO EXPLANADA NATURAL			
	TRATAMIENTO GEOTÉCNICO			
RELLENOS	TALUD (H / V)			
	TERRENO APOYO	Qal-C / Tap / Qr		
	TIPO DE RELLENO	T		
	TRATAMIENTO GEOTÉCNICO			
	TALUD (H / V)	2/1		
	ESPESOR DE SUELO BLANDO			
	OBSERVACIONES			

# LEYENDA



TIERRA VEGETAL.



ALUVIAL ARCILLOSO.



ALUVIAL ARENOSO.



ALUVIAL (GRAVAS).



MARGAS.



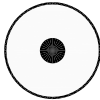
MARGAS GRAVOSAS.



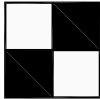
RELLENOS ANTRÓPICOS.



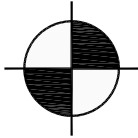
COLUVIÓN.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA.



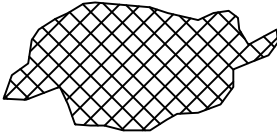
SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN.



CATAS.



NIVEL FREÁTICO.



CEMENTACIÓN INCIPIENTE.

## PROSPECCIONES ESTUDIO INFORMATIVO.



ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA.



SONDEO.



CALICATAS.