

ANEJO Nº 12. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

CONTROL DE LA DOCUMENTACION DEL SISTEMA	4A7.5
--	--------------

TITULO DEL TRABAJO: **PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN: EJECUCIÓN, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LA AUTOVÍA DE LA PLATA A-66 ENTRE BENAVENTE Y ZAMORA. TRAMO: SANTOVENIA DEL ESLA – FONTANILLAS DE CASTRO**

TITULO DEL DOCUMENTO: ANEJO Nº 12. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

	Nº Trabajo	Sección	Tipo	Versión
CODIGO:	966053	230301	A12	02

Fichero: **Anejo_12 Cimentación Estructuras-v02.docx**

Fecha Edición: **12 de junio de 2013**

Sustituye documento de código: **966053_230301_A12_01**

Sustituido por: **966053_230301_A12_02**

Motivo de la sustitución: **Supervisión**

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por:	F. Alonso		Junio 2013
Verificado por:	A. Carreras		Junio 2013

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1	6.1.9 Paso superior PS-16.6	29
2. INVESTIGACIÓN REALIZADA	2	6.1.10 Paso superior PS-17.7	31
2.1 TRABAJOS DE CAMPO	2	6.2 VIADUCTOS.....	33
2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO	3	6.2.1 Viaducto VTO-5+6	33
2.2.1 Muestras de suelos	3	6.2.2 Viaducto VTO-7.1	35
2.2.2 Muestras de agua	3	6.2.3 Viaducto VTO-13.4	37
3. METODOLOGÍAS DE CÁLCULO	4	6.3 PASOS INFERIORES	39
3.1 METODOLOGÍA DE CIMENTACIÓN DIRECTA.....	4	6.3.1 Paso inferior PI-2.3.....	39
3.2 ESTIMACIÓN DE ASIENTOS.....	6	6.3.2 Paso inferior PI-5.9.....	41
4. CRITERIOS GENERALES DE CIMENTACIÓN.....	7	6.3.3 Paso inferior PI-9.3.....	43
5. CUADRO RESUMEN DE ESTRUCTURAS	9	6.3.4 Paso inferior PI-11.8.....	45
6. ESTUDIO PARTICULARIZADO DE ESTRUCTURAS	13	6.3.5 Paso inferior PI-15.4.....	47
6.1 PASOS SUPERIORES	13		
6.1.1 Paso superior PS-0.1.....	13		
6.1.2 Paso superior PS-0.9.....	15		
6.1.3 Paso superior PS-3.2.....	17		
6.1.4 Paso superior PS-4.7.....	19		
6.1.5 Paso superior PS-7.3.....	21		
6.1.6 Paso superior PS-10.5.....	23		
6.1.7 Paso superior PS-11.5.....	25		
6.1.8 Paso superior PS-12.7.....	27		
		APÉNDICE 1. PLANTAS Y PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS DE ESTRUCTURAS	
		APÉNDICE 2. SONDEOS	
		APÉNDICE 3. CALICATAS	
		APÉNDICE 4. PENETRACIONES DINÁMICAS	
		APÉNDICE 5. CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO	

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se justifican y determinan las condiciones de cimentación de las estructuras del Proyecto de Construcción de la autovía A-66, entre las localidades de Benavente y Zamora, en el marco del contrato de concesión de obra pública para la ejecución, conservación y explotación de dicho tramo de autovía. Se estudian las estructuras correspondientes al tramo II comprendido entre Santovenia del Esla-Fontanillas de Castro.

Se trata de un total de 18 estructuras de las cuales, 3 son viaductos, 10 pasos superiores y 5 pasos inferiores. Se indican a continuación:

□ PASOS SUPERIORES:

- Paso superior P.S. – 0.1 (reposición CN-630)
- Paso superior P.S. – 0.9 (reposición camino de concentración)
- Paso superior P.S. – 3.2 (reposición camino)
- Paso superior P.S. – 4.7 (enlace Santovenia)
- Paso superior P.S. – 7.3 (reposición carretera local)
- Paso superior P.S. – 10.5 (reposición camino de concentración)
- Paso superior P.S. – 11.5 (reposición CN-630)
- Paso superior P.S. – 12.7 (enlace ZA-714)
- Paso superior P.S. – 16.6 (reposición camino del Tobal)
- Paso superior P.S. – 17.7 (enlace San Cebrian)

□ VIADUCTO:

- Viaducto 5.6 sobre el arroyo Valdeoso
- Viaducto 7.1 sobre el arroyo de la Laguna

- Viaducto 13.4

□ PASOS INFERIORES

- Paso inferior P.I.-2.3 (paso de camino)
- Paso inferior P.I.-5.9 (camino de la Dehesa)
- Paso inferior P.I.-9.3 (camino de Valderraposo)
- Paso inferior P.I.-11.8 (paso de camino)
- Paso inferior P.I.-15.4 (Paso de camino)

Se ha recopilado la investigación que ha servido de base para el estudio del terreno de cimentación de todas las estructuras (trabajos de campo y ensayos de laboratorio), tanto los pertenecientes al ¹Proyecto de Construcción de 2009 como los realizados por ACCIONA Ingeniería y EUROESTUDIOS para el presente Proyecto.

En un apartado posterior se han resumido las metodologías utilizadas en los cálculos de cargas de hundimiento y estimación de asientos.

Se explican las principales hipótesis y parámetros geotécnicos empleados en los cálculos así como los criterios generales seguidos a la hora de fijar las condiciones de cimentación.

Finalmente, se realiza un estudio particularizado de cada estructura, que incluye su situación, tipología, investigación realizada para el estudio del terreno, perfil litoestratigráfico interpretado en el terreno de apoyo y las condiciones de cimentación adoptadas.

En el apartado 5 se incluye una tabla resumen con las características de la cimentación de todas las estructuras estudiadas.

Gran parte de la investigación planteada para el presente Proyecto se ha podido realizar; otra parte, debido a problemas de accesos y de permisos ha resultado imposible realizarla, aunque con la investigación realizada y la disponible de otros proyectos se ha podido definir con precisión el tipo de cimentación.

¹ "Proyecto de Construcción. Autovía de la Plata A-66 entre Benavente y Zamora. Tramo: A-6 (Castrogonzalo)-Santovenia del Esla". Ministerio de Fomento. GINPROSA, Noviembre 2009

Aunque la geología de estos emplazamientos es bastante homogénea y no son de esperar variaciones significativas en la naturaleza del terreno de cimentación de unos apoyos a otros, durante la fase de obra se deberá realizar un seguimiento de los trabajos de excavación en estas estructuras, principalmente en la ubicación de las pilas centrales, que permita comprobar y, si fuera preciso, rediseñar los elementos afectados a partir de las nuevas observaciones. Estos trabajos deben ser supervisados en todo momento por un técnico experto en Geotecnia.

En los apéndices, al final de este anejo, se adjuntan las plantas y perfiles geológico-geotécnicos de todas las estructuras. Se adjuntan también los registros de los trabajos de campo llevados a cabo, así como una tabla resumen con los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en muestras de sondeos y calicatas situados en el emplazamiento de estructuras. Los informes de laboratorio de los ensayos correspondientes a la campaña de investigación de estructuras realizada por ACCIONA Ingeniería y EUROESTUDIOS durante el mes de Marzo de 2013, figuran en el Anejo 7 “Estudio Geotécnico del corredor”, junto con el resto de ensayos de laboratorio del corredor (campaña Julio-Septiembre 2012).

2. INVESTIGACIÓN REALIZADA

2.1 TRABAJOS DE CAMPO

Para la redacción de este anejo de estructuras se ha tenido en cuenta la investigación previa existente, que dio lugar al documento de “Propuesta de Campaña Geotécnica para Estructuras”, del cual se han ejecutado los trabajos de campo siguientes:

- 10 sondeos mecánicos a rotación con un total de 155,85 m
- 3 presiómetros
- 4 calicatas
- 11 penetraciones dinámicas tipo DPSH

El desglose por estructura se expresa en la siguiente tabla:

Estructura	Investigación previa			Investigación realizada para estructuras				
	Sondeos	Calicatas	Penetrómetros	Sondeos	Longitud sondeos (m)	Presiómetros	Calicatas	Penetrómetros
PS 0.1	S-1 SE-1 SE-2	CE-1 CE-2	PE-1	SE2-0+100/1 SE2-0+100/2	15.60 15.70		-	PE2-0+1/1 PE2-0+1/2
PS 0.9	SE-3	CE-3 CE-4	PE-2 PE-3	SE2-0+9/1	15.40	-	-	PE2-0+9/1
PI 2.3	-	C-7	P-4	SE2-2+3/1	15.30		-	PE2-2+3/1
PS 3.2	SE-4	CE-6 CE-7	PE-5 PE-6	SE2-3+2/1	15.84	1	-	-
PS 4.7	SE-5	CE-8 CE-9	PE-7, PE-7 Bis PE-8, PE-8 Bis	SE2-4+7/1	15.88	1	-	PE2-4+7/1
V 5+600	S-4	CE-27	P-6 PE-9	-	-	-	-	-
PI 5.9	-	CE-10	P-7	-	-	-	CE2-5+9/1	PE2-5+9/1 PE2-5+9/2
V 7.1	SE-6 SE-7 SE-8 SE-9	C-18	P-9 P-10 PE-10 PE-11 PE-12 PE-13	SE2-7+1/1	15.50	-	CE2-7+1/1 CE2-7+1/3 CE2-7+1/4	PE2-7+1/1 PE2-7+1/2
PS 7.3	-	C-19	PE-14	SE2-7+3/1 SE2-7+3/2	15.38 15.45	-	-	PE2-7+3/1
PI 9.3	-	CE-13	P-11	-	-	-	-	-
PS 10.5	SE-11	CE-14 CE-15	PE-17 PE-18	SE2-10+5/1	15.80	1	-	PE2-10+5/1
PS 11.5	SE-12	CE-16 CE-17	PE-19 PE-20	-	-	-	-	-
PI 11.8	-	CE-18	PE-21	-	-	-	-	-
PS 12.7	SE-13	CE-19 CE-20 C-29	PE-22 PE-23	-	-	-	-	-
V 13.4	SE-14	CE-21 CE-22 C-30	P-15 PE-24	-	-	-	-	--
PI 15.4	S-11	-	P-22	--	-	-	-	-
PS 16.6	SE-15	CE-23 CE-24	PE-26 PE-27	-	-	-	-	-
PS 17.7	SE-16	CE-25 CE-26	PE-28 PE-29	-	-	-	-	-
TOTALES				10	155.85	3	4	11

También se ha llevado a cabo una campaña de ensayos de laboratorio, con el fin de confirmar y caracterizar los materiales existentes en los puntos de cimentación de las estructuras propuestas, los cuales se describen en el apartado siguiente.

2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se han realizado en las muestras procedentes de calicatas y sondeos ejecutados en la campaña para las estructuras proyectadas.

Además de las muestras de suelos también se han tomado muestras de agua en los distintos sondeos y catas en los que se han detectado niveles de agua que pueden afectar a la cimentación. Con estas muestras se han realizado ensayos de agresividad frente al hormigón, según la EHE anejo 5, determinándose el pH, contenido en CO₂, ión amonio, ión magnesio, ión sulfato y contenido en residuo seco.

A continuación se describen los ensayos realizados.

2.2.1 Muestras de suelos

De las muestras de suelo tomadas en las calicatas y sondeos se han llevado a cabo los siguientes ensayos:

- 40 Granulometrías
- 40 Límites de Atterberg
- 40 Clasificaciones
- 11 Densidades secas
- 1 Humedad natural
- 1 Materias orgánicas (%)
- 1 Sales solubles (%)
- 1 Yesos (%)
- 12 Sulfatos (%)
- 1 Carbonatos (%)
- 12 Acidez Baumann – Gully
- 2 Presiones de hinchamiento
- 10 Roturas a compresión simple

Las tablas resumen de los resultados de estos ensayos se recogen en el Apéndice 5 de este documento y el total de ensayos realizados tanto en esta como en anteriores campañas se recoge en el apéndice correspondiente dentro del Anejo 7: “Estudio Geotécnico del Corredor”.

2.2.2 Muestras de agua

Se han tomado 4 muestras de aguas, tres de ellas en sondeos y una en calicata que han sido analizadas, obteniéndose los siguientes resultados:

SONDEO	pH	CO ₂ agresivo	ión amonio	ión magnesio	ión sulfato	Residuo seco	ATAQUE
		[mg CO ₂ / l]	[mg NH ₄ ⁺ / l]	[mg Mg ²⁺ / l]	[mg SO ₄ ⁼ / l]	[mg / l]	
SE2-0+1/1	7.7	4.18	0.81	23.80	36	543	Nulo
SE2-7+1/1	7.8	2.75	0.10	23.56	235	1387	Qa
SE2-7+3/1	7.2	3.65	0.52	9.71	39	1047	Nulo
CE2-5+9/1	5.5	0.00	0.10	9.96	6	174187	Qa

Según la tabla 8.2.3.b de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, en la que se clasifica la agresividad química de las aguas, la clase de “tipo de exposición” de una muestra de agua puede ser Qa (ataque débil), Qb (ataque medio) o Qc (ataque fuerte). Se adjunta dicha tabla:

Clasificación de la agresividad química (EHE)

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
Agua	Valor del pH (UNE 83.952)	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO ₂ agresivo (mg CO ₂ /l) (UNE-EN 13.577)	15 - 40	40 - 100	> 100
	ión amonio (mg NH ₄ ⁺ /l) (UNE 83.954)	15 - 30	30 - 60	> 60
	ión magnesio (mg Mg ²⁺ /l) (UNE 83.955)	300 - 1.000	1.000 - 3.000	> 3.000
	ión sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /l) (UNE 83.956)	200 - 600	600 - 3.000	> 3.000
	Residuo seco (mg/l) (UNE 83.957)	75 - 150	50 - 75	< 50
Suelo	Grado de acidez Baumann-Gully (ml/kg) (UNE 83.962)	> 200	(*)	(*)
	ión sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /kg de suelo seco) (UNE 83.963)	2.000 - 3.000	3.000 - 12.000	> 12.000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

A la vista de estos resultados y los resultados de los análisis de agua realizados en proyectos anteriores existen una serie de estructuras con exposición Qa por agresividad química del medio a los hormigones de cimentación de las estructuras. Estas son

- Paso superior 4.7
- Viaducto 5.6
- Paso inferior 5.9
- Viaducto 7.1
- Paso superior 10.5
- Paso superior 11.5
- Viaducto 13.4

3. METODOLOGÍAS DE CÁLCULO

El apoyo de todas las estructuras diseñadas en este tramo se ha previsto realizarlas mediante una cimentación directa sobre los materiales terciarios (formación Tierra de Campos, formación Aspariegos o formación Montamarta) con resistencia de muy firme a duro o sobre los materiales de la terraza aluvial densos; en el caso de los pasos inferiores cerrados, la cimentación de estos podrá realizarse, bien sobre materiales terciarios, terrazas o suelos cuaternarios con resistencia o densidad menores.

El cálculo de la carga admisible y asentos se ha realizado siguiendo los criterios de la Guía de cimentaciones en obras de carretera del Ministerio de Fomento (2002) y del DM-7 en sus apartados de apoyo sobre materiales cohesivos y sobre roca.

3.1 METODOLOGÍA DE CIMENTACIÓN DIRECTA

Las formaciones geológicas que aparecen en el tramo objeto de estudio son los depósitos de terraza aluvial (Qt) y los materiales terciarios de las formaciones Tierra de Campos (Tc₁), Montamarta (T_M) y Aspariegos (T_A).

De ellas, el substrato terciario en sus distintas facies es el que tiene mayor influencia en las condiciones de cimentación de las estructuras, ya que el espesor medio de terraza que puede quedar bajo el plano de apoyo de las cimentaciones se encuentra en torno a 2,0 - 3,0 metros. Por este motivo, a efectos de cálculos de carga de hundimiento, se ha contemplado, con carácter general y criterio conservador, la presencia de un único tipo de

material, el correspondiente a los suelos terciarios de la unidad Tc₁, en la profundidad de influencia de la cimentación.

En los sondeos en los que se ha medido el nivel freático por encima o cerca de la cota del plano de cimentación, se han efectuado los cálculos suponiendo el nivel freático a la cota del plano de apoyo. Cuando el nivel freático se ha reconocido por debajo del plano de apoyo del cimiento, se ha tenido en cuenta una profundidad conservadora a efectos de cálculo, pero similar a la detectada en el terreno.

La presión última de rotura (p_{vh}) según la fórmula polinómica de Brinch-Hansen (1970), se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$p_{vh} = q \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot s_q \cdot t_q \cdot r_q + c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot s_c \cdot t_c \cdot r_c + 0,5 \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma \cdot t_\gamma \cdot r_\gamma$$

donde:

- c → cohesión de cálculo.
- q → sobrecarga de tierras por encima del plano de cimentación: $q = \gamma \cdot D$.
- D → profundidad del plano de cimentación.
- γ → peso específico del terreno.
- B^* → ancho eficaz de la zapata.
- L^* → Longitud eficaz de la zapata.
- N_q, N_c, N_γ → coeficientes de capacidad de carga. Dependen del ángulo de rozamiento interno (ϕ).

$$N_q = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi} \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}\phi}$$

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\text{tg}\phi}$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1)$$

- $d_q, d_c, d_y \rightarrow$ coeficientes de profundidad de la zapata para considerar, eventualmente, el efecto resistente del terreno por encima del plano de cimentación.

$$d_q = 1 + 2 \cdot \operatorname{tg} \phi \cdot (1 - \operatorname{sen} \phi)^2 \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{D}{B^*} \right)$$

$$d_c = 1 + 2 \cdot \frac{N_q}{N_c} \cdot (1 - \operatorname{sen} \phi)^2 \cdot \operatorname{arctg} \left(\frac{D}{B^*} \right)$$

$$d_y = 1$$

Estos coeficientes han de tomarse igual a 1,0 si se supone que el terreno por encima del plano de cimentación actúa exclusivamente como una sobrecarga. Se aplicará el valor que resulte de la fórmula si se puede garantizar que ese terreno estará permanentemente íntegro en una zona amplia del entorno de la cimentación (sin grietas naturales o artificiales por zanjas, dragados locales, etc).

En cualquier caso, para estar del lado de la seguridad, no se ha considerado en los cálculos la contribución del terreno por encima del plano de cimentación, de modo que los tres factores se toman igual a la unidad.

- $i_q, i_c, i_y \rightarrow$ coeficientes de inclinación de la carga.

$$i_q = (1 - 0,7 \cdot \operatorname{tg} \delta_B)^3 \cdot (1 - \operatorname{tg} \delta_L)$$

$$i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

$$i_y = (1 - \operatorname{tg} \delta_B)^3 \cdot (1 - \operatorname{tg} \delta_L)$$

$\delta_B, \delta_L =$ Ángulos de inclinación de la carga respecto a la vertical.

- $s_q, s_c, s_y \rightarrow$ coeficientes de forma. Se utilizan los siguientes coeficientes para tener en cuenta la forma en planta de la cimentación:

$$s_q = s_c = 1 + \frac{B^*}{L^*} \cdot \frac{N_q}{N_c}$$

$$s_y = 1 - 0,3 \cdot \frac{B^*}{L^*}$$

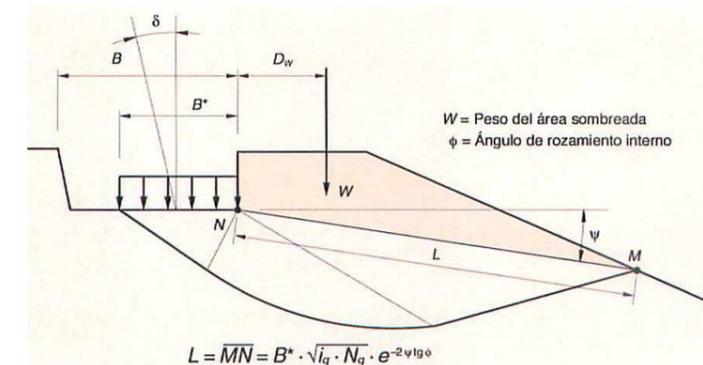
- $t_q, t_c, t_y \rightarrow$ coeficientes de reducción por efecto de la proximidad a un talud.

$t_q = (1 - 0,5 \cdot \operatorname{tg} \Psi)^5$, con Ψ expresado en radianes.

$$t_c = \frac{t_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

$$t_y = t_q$$

La forma de rotura en casos en que la cimentación se encuentra próxima a un talud, es similar a la del dibujo:



Ψ es el ángulo que forma un plano ficticio con la horizontal. Dicho plano pasa por el punto de la zapata más cercano al talud y corta a dicho talud a una distancia L.

La sobrecarga q a utilizar en la fórmula polinómica de Brinch-Hansen viene dada por:

$$q = \frac{2 \cdot W \cdot D_W}{L^2}$$

con:

$W \rightarrow$ Peso del área sombreada en el dibujo anterior.

$D_W \rightarrow$ Distancia desde la cara exterior del cimiento al punto de aplicación (centro de gravedad del área sombreada) del peso W .

$L \rightarrow$ Longitud del segmento MN, determinado según se especifica en el dibujo.

$\Psi \rightarrow$ define el plano sobre el que actuaría la sobrecarga q . Su valor puede estimarse una vez conocido el valor de la longitud L. Como L es a su vez función de Ψ , el cálculo de ambas variables requiere un proceso iterativo.

- $r_c, r_q, r_\gamma \rightarrow$ Los coeficientes de corrección recomendados para tener en cuenta el efecto de inclinación del plano de apoyo, son los siguientes:

$$r_q = e^{-2 \cdot \eta \cdot \text{tg} \phi}$$

$$r_c = \frac{r_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

$$r_\gamma = r_q$$

η es el ángulo que forma la normal al plano de apoyo con un plano vertical, y debe expresarse en radianes.

En terrenos de baja permeabilidad, la carga de hundimiento a corto plazo se calcula en condiciones sin drenaje ($\phi = 0$), simplificándose la fórmula polinómica, de acuerdo con los valores particulares de los coeficientes anteriores, cuando ϕ tiene un valor nulo:

- $N_q = 1 \quad N_c = \pi + 2 = 5,14 \quad N_\gamma = 0$

- $d_q = 1 \quad d_c = 1 + 0,4 \cdot \arctg\left(\frac{D}{B^*}\right) \quad d_\gamma = 1$

- $i_q = 1 \quad i_c = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{B^* \cdot L^* \cdot c}}\right) \quad i_\gamma = 1$

H es la componente horizontal de la carga actuante.

- $s_q = s_c = 1 + 0,4 \cdot \frac{B^*}{L^*} \quad s_\gamma = 1 - 0,3 \cdot \frac{B^*}{L^*}$

- $t_q = (1 - 0,5 \cdot \text{tg} \psi)^5 \quad t_c = 1 - 0,4 \cdot \psi \quad t_\gamma = 1$

- $r_q = 1 \quad r_c = 1 - 0,4 \cdot \eta \quad r_\gamma = 1$

De forma conservadora el cálculo de cimentación de las distintas estructuras se realiza a corto plazo (materiales con baja permeabilidad) y utilizando solamente los coeficientes de capacidad de carga (N_q y N_c) y los coeficientes de forma (s_q y s_c).

Para el cálculo de la carga admisible en cimentación directa en materiales granulares se ha utilizado también la fórmula de Terzaghi

$$Q_{adm} = \frac{N \cdot S}{12} \left(\frac{B+0,3}{B}\right) \quad \text{para } B > 1,2 \text{ m}$$

La presión admisible frente al hundimiento se obtiene aplicando un factor de seguridad F a la presión última p_{vh} :

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE DE SEGURIDAD FRENTE AL HUNDIMIENTO
* Casi permanente	$F_1 \geq 3,0$
Característica	$F_2 \geq 2,6$
Accidental	$F_3 \geq 2,2$

* Como valor del coeficiente de seguridad para la combinación de acciones casi permanente, en situaciones transitorias y de corto plazo, puede adoptarse el coeficiente de seguridad F_2 .

FUENTES:

- "Guía de cimentaciones en obras de carretera". Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento (2003).
- "Foundation Design. Principles and Practices". Donald P. Coduto. Edición 1994.
- "Curso Aplicado de Cimentaciones". J.M. Rodríguez Ortiz, J. Serra Gesta y C. Oteo Mazo. 6ª Edición (1995).
- "Foundations and Earth Structures" NAVFAC DM-7.2

3.2 ESTIMACIÓN DE ASIENTOS

Los asientos elásticos bajo las cimentaciones directas pueden estimarse por el método de Steinbrenner (1934) y el método de Skempton y Bjerrum (1957).

El método de Steinbrenner es el siguiente:

**Asiento flexible total bajo la esquina de un área cargada de ancho b y longitud a (a > b)
(supuesto semiespacio elástico indefinido)**

Es la suma de los asientos en esquina de los puntos del techo de cada subcapa, menos la suma de los asientos en esquina de los puntos del muro de cada subcapa,

El asiento en esquina de cada punto, en el semiespacio elástico indefinido, se calcula mediante:

$$S e / p (b , a) = 100 \cdot b \cdot (A \cdot \phi 1 - B \cdot \phi 2) / (2 \cdot E)$$

$$S e / p (\text{cm}^3 / \text{Kg}) \quad A = 1 - \nu^2$$

b (m) Ancho del área cargada
E (Kg / cm²) Módulo de deformación B = 1 - \nu - 2 \nu^2
p (Kg / cm²) Presión transmitida por
v Coeficiente de Poisson

$$\phi 1 = (1 / \pi) \cdot [\text{LN} \{ (\alpha + n) / (\alpha - n) \} + n \cdot \text{LN} \{ (\alpha + 1) / (\alpha - 1) \}]$$

$$\phi 2 = (m / \pi) \cdot [\text{arc tg} \{ n / (m \cdot \alpha) \}]$$

$$\alpha (m , n) = (1 + n^2 + m^2)^{1/2} \quad m = z / b \quad n = a / b \quad \text{si } m = 0 : \phi 2 = 0$$

z Profundidad medida desde el plano de apoyo del área cargada
a Longitud del área cargada

Asiento flexible total bajo el centro del área cargada de ancho 2 b y largo 2 a

$$S c / p = 4 \cdot S e / p (b , a)$$

Para el caso de la estimación de asientos elásticos por el método de Skempton y Bjerrum en materiales cohesivos, la formulación utilizada ha sido la siguiente:

$$\delta = \frac{q \cdot B \cdot (1 - \nu^2) \cdot I}{E} \quad \text{donde}$$

- δ = Asiento total (cm)
- q = Carga de trabajo utilizada (kg/cm²)
- B = Ancho de la cimentación (CM)
- I = Factor de influencia (obtenido de la tabla 1 del capítulo 7.1-212 del DM7)
- ν = Módulo de Poisson
- E = Módulo de deformación

Con carácter general, se ha considerado un espesor de terreno deformable equivalente a 1,5 a 2,0 veces el ancho de la zapata por debajo del plano de cimentación. En el caso de estribos flotantes o durmientes, se ha tenido en cuenta todo el espesor de tierras del terraplén por debajo del plano de apoyo de la zapata más una profundidad de 5,0 metros en el terreno natural.

En una cimentación rígida se asume que el perfil de asentamientos es uniforme debido a que las tensiones bajo el centro y bajo la esquina son semejantes. Los cálculos indican que el valor de la tensión bajo el centro de una cimentación rígida es alrededor de 0,80 veces el valor de la tensión que existiría si la cimentación fuese flexible. Así, la aproximación empleada para tener en cuenta la rigidez de la cimentación consiste en calcular el asiento bajo el centro de una cimentación flexible equivalente y multiplicar el valor por 0,80.

Los módulos de deformación utilizados en el cálculo de asientos para los diferentes materiales afectados por las cimentaciones diseñadas varían en función de su granulometría y de su resistencia o densidad. En el estudio detallado de las estructuras se refleja el módulo de deformación utilizado.

En los estribos de suelo reforzado, la mayor parte de los asientos del estribo cargadero apoyado en el material de relleno se producirá durante el proceso constructivo. Estos asientos también pueden estimarse mediante la expresión $s = \alpha \cdot H$, recogida en la “Guía de cimentaciones en obras de carretera” (Ministerio de Fomento, 2002). En ella se ha supuesto un coeficiente $\alpha = 0,35\%$, para el suelo reforzado del relleno. La Guía da unos valores orientativos según el tipo de relleno:

TIPO DE RELLENO	VALOR DE α (%)
Pedraplén	0,3
Terraplén	
Suelos seleccionados	0,5
Suelos adecuados	1
Todo-uno	0,5 a 2 (dependiendo de la naturaleza del material)

Para una altura máxima bajo el cargadero entre H = 3-6 m, resulta un asiento del orden de 1,0-2,0 cm, que resulta perfectamente asumible.

4. CRITERIOS GENERALES DE CIMENTACIÓN

De acuerdo con las características geotécnicas del terreno de apoyo, se indican los criterios generales seguidos en el estudio de cimentación de estructuras. Estos criterios podrán sufrir modificaciones en cada estructura según las condiciones singulares de las mismas.

En general, los terrenos atravesados presentan buenas condiciones de cimentación, de manera que todas las cimentaciones del tramo serán superficiales.

Los valores de tensión admisible que se recogen a continuación se han adoptado en función de las prospecciones realizadas en campo, y de los cálculos efectuados (ver metodologías en el apartado 3) a partir de parámetros geotécnicos justificados en el Anejo N°7 (“Estudio Geotécnico del Corredor”). Tanto los cálculos de seguridad frente al hundimiento como la estimación de asentos, se han realizado en hoja de cálculo Excel y se incluyen en sendos apéndices, al final del anejo, o bien mediante presentación de los parámetros utilizados y su resultado en el texto.

- Admiten cimentación directa en los suelos de terraza (Qt) y en el sustrato terciario de las distintas facies del terciario: Tierra de Campos, Aspariegos, Montamarta.
- No se cimentará sobre los depósitos cuaternarios, excepto en el caso de los suelos de terraza, tal y como se ha indicado en el punto anterior. Tampoco se cimentará sobre depósitos de rellenos antrópicos. Los pasos inferiores cerrados si podrán hacerlo, aunque con valores de Kvi bajos.
- Las valores de presiones admisibles asignados están condicionados por el estado límite de hundimiento de la cimentación y por la posibilidad de sufrir asentos. Se admite cimentación directa en los suelos de terraza y en el sustrato terciario de Tierra de Campos Tc₁, con las siguientes tensiones admisibles:
 - En la profundidad de influencia de la cimentación (en torno a 1,5 veces el ancho de cimentación), se obtienen registros SPT del orden de 30 golpes o más → **Tensión admisible = 3,0 kp/cm²**
 - En la profundidad de influencia de la cimentación se obtienen registros SPT inferiores a 30 golpes → **Tensión admisible = 2,5 kp/cm²**
- **Profundidad mínima de cimentación** compatible con la rasante de la autovía. En principio, se ha adoptado una profundidad igual a 1,50 metros desde la superficie del terreno natural, o desde el fondo de excavación en caso de que la estructura se encuentre en una zona de desmonte. Hay que señalar que este valor de profundidad mínima se aplica a aquellas situaciones en las que la cota del plano de cimentación no está condicionada por las características del terreno de apoyo. No obstante, puede ocurrir que otros condicionantes (drenaje,

trazado, condiciones de gálibo...) impliquen la necesidad de adoptar una profundidad ligeramente mayor, en cuyo caso se adoptará esta última.

- Cuando la cimentación de alguno de los apoyos se encuentre al borde de un talud de desmonte, la distancia mínima en el plano de cimentación entre la cara externa de la zapata y dicho talud, será igual a 3,0 metros.
- Los estribos flotantes y sillas-cargadero podrán admitir una tensión máxima admisible comprendida entre **2,0 kp/cm² y 2.5 kp/cm²** si el relleno situado en la vertical del apoyo se realiza con material granular compactado a denso (N₃₀ > 30) o según las especificaciones de suelo reforzado. Por delante del cargadero, se respetará un resguardo de 3,0 metros en el caso de estribos sobre terraplén, al menos, en sentido perpendicular a las curvas de nivel del futuro terraplén de acceso a la estructura, medido desde la profundidad de la cara inferior de la zapata.
- Se extenderá una capa de hormigón pobre de 10 cm de espesor en el fondo de todas las excavaciones, con el fin de regularizar la superficie de apoyo de las zapatas.
- Al realizar la excavación de las cimentaciones, se deberá dejar un cierto espesor de material que habrá de excavarse inmediatamente antes de proceder al hormigonado (el de regularización y el de la propia zapata). Se considera razonable un espesor comprendido entre 0,50 y 1,0 metro. En caso contrario, una vez llegado hasta la cota de cimentación, se deberá proteger el fondo de la excavación fundamentalmente arcilloso, de los cambios de humedad y sequedad mediante el vertido de una capa de hormigón pobre de al menos 10 cm de espesor.
- Se han estimado asentos máximos en las cimentaciones en torno a **2,5 centímetros**. Teniendo en cuenta las tipologías de estructura proyectadas, se consideran valores admisibles.
- Como medida preventiva, para minimizar los asentos producidos por el relleno de los estribos y evitar, en el caso de estructuras hiperestáticas, que se generen esfuerzos de segundo orden en el tablero, se recomienda rellenar el trasdós de los mismos hasta la máxima altura antes de la construcción del tablero.

- Para el cálculo de estado límite último frente a deslizamiento de las zapatas, el coeficiente de rozamiento entre el hormigón de la zapata y el terreno dependerá de la resistencia o densidad del material de apoyo. En el cuadro resumen y en la descripción detallada de las estructuras se definen los valores utilizados en cada caso.
- Los taludes de excavación para la construcción de las zapatas se pueden realizar con pendientes 3H/2V a 1H/1V, según el material a excavar.
- En general los hormigones a utilizar en las cimentaciones no necesitan ninguna prevención en cuanto a agresividad. Los casos en que son necesarios quedan especificados en la tabla resumen y en la descripción detallada de las estructuras.
- Existen estructuras cuyos apoyos están cimentados en materiales terciarios situados bajo los suelos aluviales de fondos de arroyos con presencia de un pequeño nivel freático asociado a estos suelos aluviales. En estos casos la excavación de la cimentación dará lugar a la presencia de agua en el fondo de la misma por lo que se deberá prever las medidas necesarias de manera que la excavación se mantenga en seco mediante el direccionamiento de las aguas freáticas hasta un pozo de achique.
- Durante la fase de obra se deberá realizar un seguimiento de los trabajos de excavación de todas las estructuras que permita comprobar y, si fuera preciso, rediseñar los elementos afectados a partir de las nuevas observaciones. Estos trabajos deben ser supervisados en todo momento por un técnico experto en Geotecnia.

5. CUADRO RESUMEN DE ESTRUCTURAS

En las páginas siguientes se adjunta un cuadro resumen con la relación de estructuras del Proyecto. Para cada una de ellas se indica su situación y tipología, así como las investigaciones realizadas, terreno y profundidad de cimentación en cada uno de los apoyos. Se resumen las presiones admisibles adoptadas y una estimación de los asentamientos en los apoyos con cimentación directa.

CONCLUSIONES CIMENTACIÓN TRAMO II SANTOVENIA DEL ESLA-FONTANILLAS DE CASTRO

ESTRUCTURA	TIPO CIMENTACIÓN	INVESTIGACIÓN	APOYO CIMENTACIÓN	PROF. APOYO (m) desde superficie terreno natural)	CARACTERÍSTICAS DE CIMENTACIÓN EUROESTUDIOS				AGRE. AL HORMIGÓN	OBSERVACIONES		
					Q _{pro} (kg/cm ²)	Asientos δ (cm)	K _{vi} (kg/cm ³)	Coefficiente de rozamiento				
P.S.-0.1	E1	Directa	SE1, SE2, S1, PE1, CE1, CE2 SE2-0+1/1 y 2 PE2-0+1/1 y 2	Terciario. Formación Tierra de Campos	-3	3	< 2,5	10	0.45	Nulo	Las zapatas se colocarán sobre los materiales cohesivos de la Tierra de Campos con resistencia de duro (S _v > 15 t/m ²) Se colocará pedestal de hormigón bajo las zapatas si estas no llegarán al fondo de excavación (-3 m)	
	P1				-3	3	< 2,5	10	0.45			
	E2				-3	3	< 2,5	10	0.45			
P.S. - 0.9	E1	Directa	SE-3, PE2 y 3, CE-3 y 4, SE ⁰ -0+9/1 y PE2-0+9/1	Terciario. Formación Tierra de Campos	-2.5	3	< 2,5	10	0.45	Nulo (PC)		
	P1				-2.5	3	< 2,5	10	0.45			
	P2				-2.5	3	< 2,5	10	0.45			
	P3				-2.5	3	< 2,5	10	0.45			
	E2				-2.5	3	< 2,5	10	0.45			
P.I.-2.3	E1	Directa	C7, P4, PE2-2+2/1 y SE2-2+2/1	Terciario. Fm. Tierra de Campos: arcillas/limos con indicios de arena (dura-muy firme)	-2	3	< 2,5	10	0.45	Nulo		
	E2				-2	3	< 2,5	10	0.45			
P.S.-3.2	E1	Directa	CE-6, CE-7, PE-5, PE-6, SE-4 Y SE2-3+2/1	Terciario. Fm. Tierra de Campos: arcillas con indicios de arena (dura). Locales niveles de arena limosa	-5	3	< 2,5	10	0.45	Nulo	Las elevadas profundidades de cimentación son debidas a que los apoyos se sitúan en el fondo de un desmonte Los apoyos de los estribos E1 y E2 deberán cumplir una condición de borde de al menos 3 m, medido en horizontal entre la cara inferior de la zapata y el borde del talud de excavación.	
	P1				-12	3	< 2,5	10	0.45			
	P2				-11.5	3	< 2,5	10	0.45			
	P3				-10.5	3	< 2,5	10	0.45			
	E2				-5	3	< 2,5	10	0.45			
P.S.-4.7	E1	Directa. Estribos de suelo reforzado	SE5, PE7, PE7 bis, PE8, PE8 bis, CE8, CE9, SE2-4+7/1 PE2-4+7/1	Suelo coluvial	-3.5					Qa por suelos coluviales	Se empotra bajo la cota de la cuneta 1 placa en los suelos coluvial. Preparar el terreno de apoyo mediante 3 pasadas de rodillo vibrador liso de 12 t	
	P1			Ordovícico	-5.5	3	< 2	12	0.45			
	E2			Ordovícico	-5.5							Se empotra bajo la cota de la cuneta 1/2 placa en el ordovícico meteorizado G-V. Preparar el terreno de apoyo mediante 3 pasadas de rodillo vibrador liso de 12 t
VTO. 5+600	E1	Directa	S-4, CE-27, PE-9 y S4	Fm. Montamarta: microconglomerados y arenas con algo de arcilla	-2	3	4	10	0.5	Qa por suelos aluviales	La cimentación se realizará sobre los materiales de la formación Montamarta situada bajo un espesor de 1.5 m de suelos de fondo de vaguada. Utilizar protección de escollera para evitar que las zapatas de estribos y pila queden a la vista por erosión	
	E2				-2	3	4	10	0.5			
P.I.-5.9	Losa	Directa	CE-10, P7, PE2-5+9/1 y CE2-5+9/1	Fm Montamarta: Arenas medias-gruesas, con algo de arcilla e indicios de gravas	-2			8	0.45	Qa por suelos aluviales	La cimentación de las aletas se realizará sobre los materiales de la formación Montamarta situada bajo un espesor variable entre 0.8 y 1.8 m de suelos de fondo de vaguada. En caso de posible erosión, utilizar protección de escollera en la entrada del paso inferior	
	Aletas SE				A-1	-2	3	2.5	8			0.45
					A-2	-2	3	2.5	8			0.45
	Aletas NW				A-3	-2	3	2.5	8			0.45
					A-4	-2	3	2.5	8			0.45

ESTRUCTURA	TIPO CIMENTACIÓN	INVESTIGACIÓN	APOYO CIMENTACIÓN	PROF. APOYO (m) desde superficie terreno natural)	CARACTERÍSTICAS DE CIMENTACIÓN EUROESTUDIOS				AGRE. AL HORMIGON	OBSERVACIONES	
					Q _{pro} (kg/cm ²)	Asientos δ (cm)	K _{vi} (kg/cm ³)	Coefficiente de rozamiento			
VTO. 7.1	E1	Directa	SE6, PE11, SE7, PE12, SE8, C18, P10, SE9	Fm. Montamarta: microconglomerados y arenas con bastante arcilla	-3	3	<3	10	0.4	Qa	Situar la cimentación sobre la formación Montamarta. La sobreexcavación requerirá la ejecución de un pedestal de hormigón pobre hasta cota inferior de zapatas. Utilizar protección de escollera para evitar que las zapatas de estribos y pilas queden a la vista por erosión
	P1				-3	3	<3	10	0.4		
	P2				-3	3	<3	10	0.4		
	P3				-5,5	3	<3	10	0.4		
	P4				-3,5	3	<3	10	0.4		
	P5				-2,5	3	<3	10	0.4		
	P6				-2,5	3	<3	10	0.4		
	E2				-2	3	<3	10	0.4		
P.S. - 7.3	E1	Directa	SE2-7+3/1 y 2, PE-14, C-19 y PE2-7+3/1	Terciario. Fm Montamarta: arenas arcillosas color ocre (muy firme-duro)	-2,5	3	< 2,5	10	0.45	Nulo	Si fuera necesario se colocará un pedestal de hormigón pobre entre el fondo de excavación (-2.5 m) y la cara inferior de la zapata
	P1				-2,5	3	< 2,5	10	0.45		
	P2				-2,5	3	< 2,5	10	0.45		
	P3				-2,5	3	< 2,5	10	0.45		
	E2				-2,5	3	< 2,5	10	0.45		
P.I. - 9.3	E1	Directa	CE-13, P-11, PE2-9+3/1 y CE2-9+3/1	Terciario. Fm. Tierra de Campos: arcillas/limos con indicios de arena (dura-muy firme)	-2	3	< 3	10	0.45	Nulo (PC)	Situar la cimentación sobre la formación Tierra de Campos. Si la cara inferior de la zapata no llega hasta la profundidad de cimentación recomendada se realizará un pedestal de hormigón pobre.
	E2				-2	3	< 3	10	0.45		
P.S. - 10.5	E1	Directa	SE-11, CE-14 y 15, Pe-17 y 18, SE2-10+5/1 y PE2-10+5/1	Terciario. Fm. Tierra de Campos: arcillas ocre con algo de arena e intercalaciones de arenas arcillosas (muy firme-duro)	-3	3	< 2,5	10	0.45	Qa	Si fuera necesario se colocará un pedestal de hormigón pobre entre el fondo de excavación (-2.5 m) y la cara inferior de la zapata
	P1				-9	3	< 2,5	10	0.45		
	P2				-9,5	3	< 2,5	10	0.45		
	P3				-9,5	3	< 2,5	10	0.45		
	E2				-2,5	3	< 2,5	10	0.45		
P.S. - 11.5	E1	Directa	SE12, PE19 PE20, CE16, CE17	Terciario. Fm. Tierra de Campos: arcillas ocre con algo de arena e intercalaciones de arenas arcillosas (muy firme-duro)	-2,5	3	< 2,5	10	0.45	Qa	Si fuera necesario se colocará un pedestal de hormigón pobre entre el fondo de excavación (-2.5 m) y la cara inferior de la zapata
	P1				-2,5	3	< 2,5	10	0.45		
	P2				-2,5	3	< 2,5	10	0.45		
	P3				-2,5	3	< 2,5	10	0.45		
	E2				-2,5	3	< 2,5	10	0.45		

ESTRUCTURA	TIPO CIMENTACIÓN	INVESTIGACIÓN	APOYO CIMENTACIÓN	PROF. APOYO (m) desde superficie terreno natural)	CARACTERÍSTICAS DE CIMENTACIÓN EUROESTUDIOS				AGRE. AL HORMIGON	OBSERVACIONES	
					Q _{pro} (kg/cm ²)	Asientos δ (cm)	K _{vi} (kg/cm ³)	Coefficiente de rozamiento			
P.I. – 11.8	Losa	Directa	CE18 PE21	Tierra de Campos: arcillas ocreas con algo de arena e indicios de grava. Suelo granular de sustitución	-2/-2.5			8	0.45	Nulo (PC)	La cota inferior de la zapata llegará hasta la cota -3 m bajo el terreno natural Sobreexcavar hasta la cota -3 m bajo el terreno natural y colocar aproximadamente 1 m de material granular de sustitución compactado a denso (N ₃₀ >30)
	Aleta NE			-3	2.5	2	8	0.45			
	Aleta SW			-3	2.5	2	8	0.45			
P.S. – 12.7	E1	Directa	SE13, CE19 CE20, PE22, PE23	Tierra de Campos: arcillas ocreas con algo de arena Bajo este material aparece la Fm Aspariego, sin afectar a la cimentación	-2	3	< 2,5	10	.45	Nulo (PC)	Si fuera necesario se colocará un pedestal de hormigón pobre entre el fondo de excavación (-3 m) y la cara inferior de la zapata
	P1			-2	3	< 2,5	10	.45			
	P2			-2	3	< 2,5	10	.45			
	P3			-2	3	< 2,5	10	.45			
	E2			-2	3	< 2,5	10	.45			
VTO 13.4	E1	Directa	CE-21, CE-22, PE-24 y SE-14	Terciario. Fm Aspariegos: Arenas con bastante arcilla	-2.5	3	< 3,5	11	0.45	Qa por suelos aluviales	Se trata de dos estructuras idénticas, una para cada calzada La longitud total de los estribos y los muros de unión entre estos o los derrames, deberán ser protegidos de la erosión mediante escollera
	E2			3		< 3,5	11	0.45			
P.I. – 15.4	Losa	Directa	S-11, P-22 y PE2-15+4/1	Terciario. Fm. Tierra de Campos: arcillas/limos con indicios de arena (dura-muy firme)	-2			8	0.45	Nulo (PC)	La cimentación de la losa requerirá una capa de regularización de 0.5 m de material granular, compactado a denso (N ₃₀ > 30)
	Aleta NW			-2.6	3	< 2,5	10	0.45	La carga de 3 kg/cm ² se ha previsto para apoyo en materiales muy firmes a duro de la formación Tierra de campo, mediante un pedestal de hormigón de 0.5 a 0.8 m de altura. Si este pedestal se sustituye por una capa de regularización de material granular compactado a denso (N₃₀>30) entonces la carga admisible será de 2.5 kg/cm²		
	Aleta SE			-2.6	3	< 2,5	10	0.45			
P.S. – 16.6	E1	Directa.	SE15, CE23, CE27, PE26 y PE27	Terciario. Fm. Tierra de Campos: arcillas/limos con bastante arena (muy firme)	-2	2.5	< 2,5	8	0.45	Nulo (PC)	
	P1			-2	2.5	< 2,5	8	0.45			
	P2			-2	2.5	< 2,5	8	0.45			
	P3			-2	2.5	< 2,5	8	0.45			
	E2			-2	2.5	< 2,5	8	0.45			
P.S. – 17.7	E1	Directa	SE16, CE25, CE26, PE28, PE29	Terciario. Fm. Aspariegos: arcillas arenosas color rojizo (duro)	-2	3	1.7	10	0.50	Nulo (PC)	
	P1			-2	3	1.7	10	0.50			
	P2			-2	3	1.7	10	0.50			
	P3			-2	3	1.7	10	0.50			
	E2			-2	3	1.7	10	0.50			

6. ESTUDIO PARTICULARIZADO DE ESTRUCTURAS

6.1 PASOS SUPERIORES

6.1.1 Paso superior PS-0.1

Características del terreno

Paso superior que interseca con la autovía de forma muy sesgada en el PK 0+150 y que sirve para dar continuidad a la CN-630. El terreno natural es prácticamente llano.

Se trata de una estructura doble, hiperestática, y de dos vanos de 48 m de longitud cada uno, con dos estribos y una pila central. La altura de los apoyos desde la parte inferior del tablero hasta el terreno natural es de 6 m en todos los casos. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: los sondeos S1, SE1, SE2, el penetrómetro PE1 y las calicatas CE1 y CE2. Para este Proyecto de Construcción se ha realizado: los sondeos SE2-0+1/1 y 2 y los penetrómetros PE2-0+1/1 y 2.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Rellenos compactados (Rc): Se trata de los rellenos del camino y de la carretera nacional 630 ya que la investigación se ha realizado muy próximo a ella. Presenta espesores de entre 1 y 1.5 m.

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por arcilla marrón con algo de arena, alternando con limos arenosos, muy firme desde superficie y duro a partir de los 1.5-2 m. Se ha detectado la presencia de nivel freático a una profundidad de 5.32 m.

Sobre estos materiales terciarios se situará la cimentación de las estructuras, una vez excavados los rellenos superiores de la carretera actual.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios duros, situados a una profundidad de -3 m.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo de arena, dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1) situados a -3 m de profundidad bajo el terreno natural, con una carga de trabajo de 3 kg/cm². En aquellas zonas donde la cara inferior de las zapatas no llegue a esta profundidad se realizará la excavación hasta la cota -3 m y una sustitución posterior por un pedestal de hormigón pobre hasta la cota inferior de la zapata proyectada.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido

- $N_c = 5,14$
- $C_u = >20 \text{ t/m}^2$
- $B = 5,0 \text{ m}$ y $D = 3 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1,09$

con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3,95 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación a 3 m bajo el terreno natural o en los materiales de la Fm. Tierra de campos (Tc1), dura ($N_{30} >30$).**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 500 \text{ cm}$$

$$l = 1,12$$

$$\nu = 0,33$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$E = 500-600 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2,5 cm**, siendo admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación Tc1 se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vj} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

6.1.2 Paso superior PS-0.9

Características del terreno

Paso superior que interseca con la autovía perpendicularmente en el PK 0+913 y que sirve para dar continuidad a un camino de concentración. El terreno natural es prácticamente llano.

Se trata de una estructura isostática de cuatro vanos con dos estribos y tres pilas. La longitud de los vanos centrales es de 20,5 m (entre P1-P2 y P2-P3) y de 12,5 m los laterales (entre E1-P1 y P3-E2). La altura de las pilas medidas de la parte inferior del tablero hasta el terreno natural es de 6 m. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el sondeo SE3 los penetrómetros PE2 y 3 y las calicatas CE3 y 4. Para este Proyecto de Construcción se ha realizado: el sondeo SE2-0+9/1 y el penetrómetro PE2-0+9/1.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Rellenos vertidos (Rv): Se trata de un relleno localizado que afecta exclusivamente a la pila P2. Presenta un espesor de 1 m.

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por arcilla color ocre con intercalaciones de arenas arcillosas, muy firme desde superficie y dura a 1-1,5 m. Se ha detectado la presencia de nivel freático a 10,88 m de profundidad en el sondeo SE2-0+9/1.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios de la formación Tierra de Campos (Tc1), duros.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo de arena, dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1) situados a -3 m de profundidad bajo el terreno natural con una carga de trabajo de 3 kg/cm². En aquellas zonas donde la cara inferior de las zapatas no llegue a esta profundidad se realizará la excavación hasta la cota -3 m y una sustitución posterior por un pedestal de hormigón pobre hasta la cota inferior de la zapata proyectada.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5,14$
- $C_u = >20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4,0 \text{ m}$ y $D = 3 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1,077$

con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3,83 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación a -3 m bajo el terreo natural o en los materiales de la Fm. Tierra de campos (Tc1), dura (N₃₀ >30).**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentamientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$I = 1.12$$

$$\nu = 0.33$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$E = 500\text{-}600 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2.5 cm**, siendo admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación Tc1 se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vi} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

En el caso de que la cimentación de los estribos se diseñe como cargaderos sobre relleno, **la carga admisible de trabajo será de $2,5 \text{ kg/cm}^2$** siempre y cuando el material de apoyo del relleno sea tipo suelo seleccionado o superior y sea compactado hasta denso ($N_{30} > 30$). En este caso también se deberá cumplir una condición de borde entre la zapata del cargadero y el talud del relleno de 3 m.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

6.1.3 Paso superior PS-3.2

Características del terreno

Paso superior que interseca con la autovía perpendicularmente en el PK 3+292 y que sirve para dar continuidad a un camino existente en la zona. El terreno natural presenta una ligera pendiente desde el E al W de la estructura disponiéndose la autovía en el fondo de un desmante de una altura variable entre 11 y 13 m.

Se trata de una estructura isostática de cuatro vanos con dos estribos y tres pilas cuyos apoyos se sitúan en el fondo del desmante por donde discurre la autovía o en los taludes de estos. La longitud de los vanos centrales es de 20,5 m (entre P1-P2 y P2-P3) y de 10.75 m los laterales (entre E1-P1 y P3-E2). La altura de las pilas medidas desde el tablero hasta el fondo de la futura excavación donde se situará la cimentación es de 5 m para E1, 12 m para P1, 11,5 m para P2, 10,5 para P3 y 5 m para E2.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el sondeo SE4 los penetrómetros PE5 y 6 y las calicatas CE6 y 7. Para este Proyecto de Construcción se ha realizado: el sondeo SE2-3+2/1.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por arcilla color ocre con indicios de arena, dura. Presenta locales intercalaciones arenas con indicios-algo de arcilla, densa. En estos materiales no se ha detectado la presencia de nivel freático en la profundidad investigada.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios de la formación Tierra de Campos (Tc1), duros.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo de arena, dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1) situados en

los taludes o fondo del desmante por donde discurre la autovía con una carga de trabajo de 3 kg/cm².

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido

- $N_c = 5.14$
- $C_u = >20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4.0 \text{ m}$ y $D = 2 \text{ m}$
- $L = 8 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.097$

Con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3.9 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm²**.

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentamientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$I = 1.12$$

$$\nu = 0.33$$

$$L = 8 \text{ m}$$

$$E = 600-1000 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2,5 cm**, siendo admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación Tc1 se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical $K_{vj}= 10 \text{ kg/cm}^3$** .

Las zapatas de los estribos se sitúan a mitad de los taludes del desmonte. En ellos se cumplirá la condición de borde de 3 m entre el borde del talud y la parte de la zapata más próxima a este.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

6.1.4 Paso superior PS-4.7

Características del terreno

Paso superior que interseca con la autovía de forma sesgada en el PK 4+795 y que sirve para dar continuidad a la vía que enlaza la dos glorietas del enlace existente en la zona y que sustituye en parte a la carretera ZA-123a y a un camino existente en la zona. El terreno natural presenta una ligera pendiente desde el E al W de la estructura, disponiéndose la autovía en el fondo de un desmonte de una altura variable entre 2 y 5 m.

Se trata de una estructura isostática de dos vanos con dos estribos de suelo reforzado y una pila central. La longitud de los vanos es de 23 m y la altura de todos los apoyos es de 6.5 m. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas o de las placas del suelo reforzado.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el sondeo SE5 los penetrómetros PE7 y 8, PE7bis, PE8bis y las calicatas CE8 y 9. Para este Proyecto de Construcción se ha realizado: el sondeo SE2-4+7/1 y el penetrómetro PE2-4+7/1.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Suelo coluvial. (Qc): Está formado por arcilla con bastante arena e indicios algo de gravas, firme a muy firme. Estos materiales se disponen paralelos a la superficie de terreno natural con un espesor a lo largo de la estructura entre 4 y 5 m, afectan a la cimentación del estribo E1, ya que el resto de apoyos se sitúan a mayor profundidad.

Ordovícico. (Or): Está formado por esquistos meteorizados G-V que dan lugar desde el punto de vista geotécnico a arcillas muy compactas de color blanquecino y rojizo (duro) en las que se aprecian restos de la esquistosidad. En profundidad la meteorización pasa a G-III. En estos materiales se situarán el apoyo P1 y el estribo E2.

El nivel freático se ha localizado en el sondeo SE2-4+7/1 a 11 m de profundidad.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos. El estribo E1 en los suelos coluviales firmes a muy firmes y la pila P1 y el estribo E1 sobre los materiales ordovícicos > duro.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa.

El **estribo E1 de suelo reforzado** se apoyará sobre los suelos coluviales empotrando una placa en estos materiales, previa compactación del terreno de apoyo mediante tres pasadas de rodillo vibrador liso de 12 t. La profundidad del apoyo se estima a -3.5 m bajo el terreno natural.

La **pila central** se apoyará en los materiales filíticos meteorizados en G-V (>duro) con una carga de trabajo de 3 kg/cm². La profundidad del apoyo se estima a -5.5 m bajo el terreno natural.

El **estribo E2 de suelo reforzado** se apoyará sobre materiales filíticos meteorizados en G-V (>duro) empotrando media placa en el terreno natural, previa compactación del terreno de apoyo mediante tres pasadas de rodillo vibrador liso de 12 t. La profundidad del apoyo se estima a -5.5 m bajo el terreno natural.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo del apoyo de la pila central se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (> 15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5,14$
- $C_u = >20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4,0 \text{ m}$ y $D = 2 \text{ m}$
- $L = 8 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1,097$

Con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3,9 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm²**.

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$l = 1.12$$

$$\nu = 0.33$$

$$L = 8 \text{ m}$$

$$E = 700 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2 cm**, admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación Ordovícica (Or) se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vi} = 12 \text{ kg/cm}^3$.

Respectos a los hormigones de la cimentación se recomienda utilizar hormigones resistentes a un ataque débil (Qa) ya que aunque los datos disponibles no indican ataque, las aguas que discurren por los suelos cuaternarios en otros puntos si presentan ataque débil.

6.1.5 Paso superior PS-7.3

Características del terreno

Paso superior que interseca con la autovía casi perpendicularmente en el PK 7+346 y que sirve para dar continuidad a una carretera existente en la zona. El terreno natural es prácticamente llano.

Se trata de una estructura isostática de cuatro vanos con dos estribos y tres pilas. La longitud de los vanos centrales es de 20.5 m (entre P1-P2 y P2-P3) y de 9 m los laterales (entre E1-P1 y P3-E2). La altura de las pilas medidas de la parte inferior del tablero hasta el terreno natural es variable entre 6 y 8 m. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el penetrómetro PE14 y la calicata C19. Para este Proyecto de Construcción se ha realizado: el sondeo SE2-7+3/1 y el penetrómetro PE2-7+3/1.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Suelos de terraza (Qt): Está formada por arenas arcillosas con indicios de grava, color marrón (medianamente densas). Presenta un espesor pequeño, variable entre 1 m, bajo la segunda mitad de la estructura y de 2 m bajo la primera mitad.

Substrato terciario. Formación Montamarta (T_{M1}): Está formado por arcilla color ocre con intercalaciones de arenas arcillosas. La resistencia es de muy firme a dura según avanzamos en profundidad. Se ha detectado la presencia de nivel freático entre los 4.5-5 m, por debajo de la cimentación.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios de la formación Montamarta (T_{M1}), dura.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo-bastante arena, dura) de la Fm. Montamarta (T_{M1}) situados a partir de los 2,5 m de profundidad bajo el terreno natural con una carga de trabajo de 3 kg/cm². En aquellas zonas donde la cara inferior de las zapatas no llegue a esta profundidad se realizará la excavación hasta la cota -2,5 m y una sustitución posterior por un pedestal de hormigón pobre hasta la cota inferior de la zapata proyectada.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5,14$
- $C_u = >20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4,0 \text{ m}$ y $D = 2,5 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1,077$

con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3,8 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación a -2,5 m bajo el terreo natural o en los materiales de la Fm. Montamarta, dura (N₃₀ >30).**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$I = 1.12$$

$$\nu = 0.33$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$E = 550 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2,5 cm**, siendo admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación Tm1 se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vj} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

En el caso de que la cimentación de los estribos se diseñe como cargaderos sobre relleno, **la carga admisible de trabajo será de $2,5 \text{ kg/cm}^2$** siempre y cuando el material de apoyo del relleno sea tipo suelo seleccionado o superior y sea compactado hasta denso ($N_{30} > 30$). En este caso también se deberá cumplir una condición de borde entre la zapata del cargadero y el talud del relleno de 3 m.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

6.1.6 Paso superior PS-10.5

Características del terreno

Paso superior que interseca con la autovía perpendicularmente en el PK 10+500 y que sirve para dar continuidad a un camino. El terreno natural presenta una ligera pendiente desde el W al E de la estructura disponiéndose la autovía en el fondo de un desmante de una altura variable entre 5.0 y 8.5 m.

Se trata de una estructura isostática de cuatro vanos con dos estribos y tres pilas cuyos apoyos se sitúan en el fondo del desmante por donde discurre la autovía o en los taludes de estos. La longitud de los vanos centrales es de 20,5 m (entre P1-P2 y P2-P3) y de 14,0 m para el vano entre E1 y P1 y de 16,5 para el vano entre P3 y E2. La altura de las pilas medidas desde el tablero hasta el fondo de la futura excavación donde se situará la cimentación es de 7 m para E1, 9 m para P1, 9,5 m para P2, 9,5 para P3 y 9 m para E2. Estas alturas coinciden aproximadamente con la altura de excavación del desmante en cada punto.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el sondeo SE1, los penetrómetros PE17 y 18 y las calicatas CE14 y 15. Para este Proyecto de Construcción se ha realizado: el sondeo SE2-10+5/1 y el penetrómetro PE2-10+5/1.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por arcilla color ocre con bastante arena, dura. Presenta locales intercalaciones arenas con indicios- algo de arcilla, densa. En estos materiales se ha detectado la presencia de nivel freático a una profundidad de 6,3 m en el sondeo SE2-10+5/1.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios de la formación Tierra de Campos (Tc1), duros.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo de arena, dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1) situados en los taludes o fondo del desmante por donde discurre la autovía con una carga de trabajo de 3 kg/cm².

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5,14$
- $C_u = >20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4,0 \text{ m}$ y $D = 2 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1,077$

Con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3,8 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm²**.

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentamientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$I = 1,12$$

$$\nu = 0,33$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$E = 600-500 \text{ kg/cm}^2$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2,5 cm**, admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación Tc1 se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vt} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

Las zapatas de los estribos se sitúan a mitad de los taludes del desmonte. En ellos se cumplirá la condición de borde de 3 m entre el borde del talud y la parte de la zapata más próxima a este.

En el caso de que la cimentación de los estribos se diseñe como cargaderos sobre relleno, **la carga admisible de trabajo será de $2,5 \text{ kg/cm}^2$** siempre y cuando el material de apoyo del relleno sea tipo suelo seleccionado o superior y sea compactado hasta denso ($N_{30} > 30$). En este caso también se deberá cumplir una condición de borde entre la zapata del cargadero y el talud del relleno de 3 m.

Respectos a los hormigones de la cimentación se recomienda utilizar hormigones resistentes a un ataque débil (Qa) según los datos de análisis realizados en proyectos anteriores.

6.1.7 Paso superior PS-11.5

Características del terreno

Paso superior que interseca con la autovía de forma sesgada en el PK 11+547 y que sirve para dar continuidad a la N-630. El terreno natural es prácticamente llano.

Se trata de una estructura isostática de cuatro vanos con dos estribos y tres pilas. La longitud de los vanos centrales es de 29.05 m (entre P1-P2 y P2-P3) y de 15,0 m los laterales (entre E1-P1 y P3-E2). La altura de las pilas medidas desde la parte inferior del tablero hasta el terreno natural es variable entre 7 y 8 m. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el sondeo SE12, los penetrómetros PE19 y 20 y las calicatas CE16 y 17. Para este Proyecto de Construcción no se ha podido realizar investigación por problemas de accesos.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por arcilla con algo de arenas, color gris-verdoso, muy firme desde superficie y dura a partir de los 2,0-2,5 m. Se ha detectado la presencia de nivel freático a 2 m de profundidad en el sondeo SE12, aunque dado el fuerte carácter impermeable de estos materiales puede ser agua de la perforación del sondeo.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios de la formación Tierra de Campos (Tc1), duros.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo de arena, dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1) situados a 2,5 m de profundidad bajo el terreno natural con una carga de trabajo de 3 kg/cm². En

aquellas zonas donde la cara inferior de las zapatas no llegue a esta profundidad se realizará la excavación hasta la cota -3 m y una sustitución posterior por un pedestal de hormigón pobre hasta la cota inferior de la zapata proyectada.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5,14$
- $C_u = >20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4,0 \text{ m}$ y $D = 3 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1,077$

Con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3,83 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación a -3 m bajo el terreo natural o en los materiales de la Fm. Tierra de campos (Tc1), dura ($N_{30} >30$).**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$l = 1,12$$

$$\nu = 0,33$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$E = 600-500 \text{ kg/cm}^2$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2,5 cm**, admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación (Tc1) se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vj} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

En el caso de que la cimentación de los estribos se diseñe como cargaderos sobre relleno, **la carga admisible de trabajo será de $2,5 \text{ kg/cm}^2$** siempre y cuando el material de apoyo del relleno sea tipo suelo seleccionado o superior y sea compactado hasta denso ($N_{30} > 30$). En este caso también se deberá cumplir una condición de borde entre la zapata del cargadero y el talud del relleno de 3 m.

Respectos a los hormigones de la cimentación se recomienda utilizar hormigones resistentes a un ataque débil (Qa) según los datos de análisis realizados en proyectos anteriores.

6.1.8 Paso superior PS-12.7

Características del terreno

Paso superior que interseca con la autovía de forma sesgada en el PK 12+740 y que sirve para poner en comunicación las dos glorietas del enlace existente en la zona y que sustituye a la carretera ZA-174. El terreno natural es prácticamente llano, con una ligera inclinación del E al W de la estructura. .

Se trata de una estructura isostática de cuatro vanos con dos estribos y tres pilas. La longitud de los vanos centrales es de 25,0 m (entre P1-P2 y P2-P3) y de 15,0 m los laterales (entre E1-P1 y P3-E2). La altura de los apoyos medidos desde la parte inferior del tablero hasta el terreno natural es de 10 m. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el sondeo SE13, los penetrómetros PE22 y 23 y las calicatas C-29, CE19 y 20. Para este Proyecto de Construcción no se ha podido realizar investigación por problemas de permisos.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por arcilla con indicios de arenas, ocre y color gris-verdoso, muy firme desde superficie y dura a partir de los 1.5 m. Se ha detectado la presencia de nivel freático a 1 m de profundidad en el sondeo SE13, aunque dado el fuerte carácter impermeable de estos materiales puede ser agua de la perforación del sondeo.

Substrato terciario. Formación Aspariegos (T_A): Está formado por arenas medias arcillosas con algo de grava de color rojizo, muy densas. Estos materiales se sitúan bajo la Tierra de Campo, apareciendo a una profundidad de 3.5 m.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios de la formación Tierra de Campos (Tc1), duros.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con indicios de arena, dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1) situados a 2.0 m de profundidad bajo el terreno natural con una carga de trabajo de 3 kg/cm². En aquellas zonas donde la cara inferior de las zapatas no llegue a esta profundidad se realizará la excavación hasta la cota -3 y una sustitución posterior por un pedestal de hormigón pobre hasta la cota inferior de la zapata proyectada.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido

- $N_c = 5.14$
- $C_u = >20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4.0 \text{ m}$ y $D = 3 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.077$

con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3.83 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación a -3 m bajo el terreo natural o en los materiales de la Fm. Tierra de campos (Tc1), dura (N₃₀ >30).**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentamientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$l = 1.12$$

$$\nu = 0.33$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$E = 600\text{-}500 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2,5 cm**, admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación Tc1 se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vt} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

En el caso de que la cimentación de los estribos se diseñe como cargaderos sobre relleno, **la carga admisible de trabajo será de $2,5 \text{ kg/cm}^2$** siempre y cuando el material de apoyo del relleno sea tipo suelo seleccionado o superior y sea compactado hasta denso ($N_{30} > 30$). En este caso también se deberá cumplir una condición de borde entre la zapata del cargadero y el talud del relleno de 3 m.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

6.1.9 Paso superior PS-16.6

Características del terreno

Paso superior que interseca con la autovía perpendicularmente en el PK 16+670 y que sirve para dar continuidad al camino de Tobat, camino de concentración. El terreno natural es prácticamente llano.

Se trata de una estructura isostática de cuatro vanos con dos estribos y tres pilas. La longitud de los vanos centrales es de 20.5 m (entre P1-P2 y P2-P3) y de 9 m los laterales (entre E1-P1 y P3-E2). La altura de las pilas medidas de la parte inferior del tablero hasta el terreno natural es de 6 m. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el sondeo SE15, los penetrómetros PE26 y 27 y las calicatas C23 y 24. Para este Proyecto de Construcción no se ha podido realizar investigación por problemas de permisos.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por arcilla con bastante arena, color gris-verdoso y ocre y resistencia muy firme desde superficie y dura a partir de los 2.5-3 m pasa a dura. Se ha detectado la presencia de nivel freático a 2 m de profundidad en el sondeo SE15, aunque dado el fuerte carácter impermeable de estos materiales puede ser agua de la perforación del sondeo.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios de la formación Tierra de Campos (Tc1), duros.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo de arena, dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1) situados a

2.0 m de profundidad bajo el terreno natural con una carga de trabajo de 2.5 kg/cm². En aquellas zonas donde la cara inferior de las zapatas no llegue a esta profundidad se realizará la excavación hasta la cota -2 m y una sustitución posterior por un pedestal de hormigón pobre o material granular compactado a denso ($N_{30} > 30$) hasta la cota inferior de la zapata proyectada.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (> 15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5.14$
- $C_u = 15 \text{ t/m}^2$
- $B = 5.0 \text{ m}$ y $D = 2 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.09$

Con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 2.93 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 2.5 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación a -2 m bajo el terreo natural o en los materiales de la Fm. Tierra de campos (Tc1), muy firme ($N_{30} > 15-30$).**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$I = 1.12$$

$$\nu = 0.33$$

$L = 10 \text{ m}$

$E = 500\text{-}600 \text{ kg/cm}^2$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2,5 cm**, siendo admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación Tc1 se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vj} = 8 \text{ kg/cm}^3$.

En el caso de que la cimentación de los estribos se diseñe como cargaderos sobre relleno, **la carga admisible de trabajo será de 2.5 kg/cm^2** siempre y cuando el material de apoyo del relleno sea tipo suelo seleccionado o superior y sea compactado hasta denso ($N_{30} > 30$). En este caso también se deberá cumplir una condición de borde entre la zapata del cargadero y el talud del relleno de 3 m.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

6.1.10 Paso superior PS-17.7

Características del terreno

Paso superior que interseca con la autovía perpendicularmente en el PK 17+720 y que sirve para poner en comunicación a las dos glorietas existentes en el enlace de San Cebrian de Castro. El terreno natural es prácticamente llano.

Se trata de una estructura isostática de cuatro vanos con dos estribos y tres pilas. La longitud de los vanos centrales es de 20.5 m (entre P1-P2 y P2-P3) y de 9 m los laterales (entre E1-P1 y P3-E2). La altura de las pilas medidas de la parte inferior del tablero hasta el terreno natural es de 7 m. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el sondeo SE16, los penetrómetros PE28 y 29 y las calicatas C25 y 26. Para este Proyecto de Construcción no se ha podido realizar investigación por problemas de permisos.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Substrato terciario. Formación Aspariegos (T_A): Está formado por arcilla arenosas de color rojizo con algo de gravas; la resistencia es dura prácticamente desde superficie. No se ha detectado la presencia de nivel freático en el sondeo SE16.

Substrato paleozoico. Ordovícico (Or): Está formado por esquistos alterados en G-V, que desde el punto de vista geotécnico pueden ser definidos como arcillas de colores blanquecinos, rojizos y amarillentos y resistencia superior a duro. A partir de los 9 m de profundidad la meteorización pasa a G-IV-III. Estos materiales aparecen bajo la formación Aspariegos, a una profundidad de 6 m.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios de la formación Aspariegos (T_A), duros.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas arenosas con algo de grava, dura) de la Fm. Aspariegos (T_A) situados a 2.0 m de profundidad bajo el terreno natural con una carga de trabajo de 3.0 kg/cm². En aquellas zonas donde la cara inferior de las zapatas no llegue a esta profundidad se realizará la excavación hasta la cota -2 m y una sustitución posterior por un pedestal de hormigón pobre hasta la cota inferior de la zapata proyectada.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5.14$
- $C_u = 20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4.0 \text{ m}$ y $D = 2 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.09$

con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3.80 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3.0 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación a -2 m bajo el terreo natural o en los materiales de la Fm. Aspariegos (T_A), dura (N₃₀ > 30).**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentamientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$l = 0.8$$

$$\nu = 0.33$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$E = 500 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos de **1.7 cm**, admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación Mm se recomienda el valor **0,50** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vt} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

En el caso de que la cimentación de los estribos se diseñe como cargaderos sobre relleno, **la carga admisible de trabajo será de 2.5 kg/cm^2** siempre y cuando el material de apoyo del relleno sea tipo suelo seleccionado o superior y sea compactado hasta denso ($N_{30} > 30$). En este caso también se deberá cumplir una condición de borde entre la zapata del cargadero y el talud del relleno de 3 m.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

6.2 VIADUCTOS

6.2.1 Viaducto VTO-5+6

Características del terreno

Viaducto situado entre los PP.KK. 5+540 y 5+620 del eje de la traza y que sirve para salvar el arroyo Valdeoso. Se trata de una estructura isostática, con una longitud total de 39.60 m con dos estribos y una pila central, lo que da lugar a dos vanos. La longitud de los vanos es de 19.80 m. Sobre la traza estas longitudes son mayores ya que la intersección entre estructura y traza es sesgada.

La altura de los apoyos desde la parte inferior del tablero hasta el terreno natural es de 9 m para el E1, 10 m para la pila y 7.5 m para el E2. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas.

La topografía de la zona es la típica de un fondo de arroyo plano y laderas muy suaves.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: los sondeos SE4 los penetrómetros PE9 y P6 y la calicata CE27. Para este Proyecto de Construcción, por problemas de accesos debido al periodo de lluvias no se ha podido realizar investigación.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Depósitos de fondo de valle (Q_{FV}): Formado por arcillas marrón con cantos redondeados (moderadamente firme). Estos materiales conforman los sedimentos del fondo del arroyo Valdeoso, con espesores máximos de 2.0 m y una distribución alrededor de la pila P1.

Substrato terciario. Formación Montamarta (T_{M1}): Está formado por microconglomerados de color ocre y gris, poco cementados, con algo de arena y arcilla, muy denso. Presenta niveles de arcillas con bastante arena e indicios de grava, duro.

En el sondeo S-4 se ha detectado la presencia de nivel freático a 2 m de profundidad, justamente en el contacto suelo-terciario. Se estima que este agua es, bien de la perforación que queda rellenando el hueco del sondeo, bien del agua perteneciente a los materiales de fondo de valle que rellenan el hueco del sondeo hasta su cota piezométrica, y por tanto no asociada a los materiales terciarios.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios muy densos - duros, situados a una profundidad máxima de 1,5 m en la pila central.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda una cimentación directa para todos los apoyos sobre las arcillas arenosas o arenas arcillosas de la formación terciaria Montamarta (T_{M1}) con densidad de muy densa o resistencia de dura situada bien en superficie, bien a profundidad máxima de 2 m.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido

- $N_c = 5.14$
- $C_u = 20 \text{ t/m}^2$
- $B = 5 \text{ m}$
- $L = 20 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.048$

Con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3.6 kg/cm^2 , tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm^2** .

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 500 \text{ cm}$$

$$l = 1.6$$

$$\nu = 0.33$$

$$L = 20 \text{ m}$$

$$E = 550 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos del orden de **4 cm**, que al tratarse de asientos totales se consideran admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación Mm se recomienda el valor **0,5** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vj} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

Respectos a los hormigones de la cimentación se recomienda utilizar hormigones resistentes a un ataque débil (Qa) ya que aunque los datos disponibles no indican ataque, las aguas de los suelos cuaternarios en otros puntos si presentan ataque débil.

Todos los apoyos de la estructura se sitúan en el fondo del arroyo y por tanto pueden ser objeto de erosión en mayor o menor medida, en función de su situación. **Se recomienda que todos los apoyos sean protegidos de esta erosión mediante escollera.**

6.2.2 Viaducto VTO-7.1

Características del terreno

Se trata de un viaducto doble situado entre los PP.KK. 7+010 y 7+206 del eje de la traza y que sirve para salvar el arroyo de la Laguna. Se trata de una estructura isostático, con una longitud total de 196 m con dos estribos y seis pilas, lo que da lugar a siete vanos. La longitud de los vanos es de 28 m.

La altura de los apoyos desde la parte inferior del tablero hasta el terreno natural varía entre 2 y 5 m. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas.

La topografía de la zona es la típica de un fondo de arroyo plano y laderas muy suaves.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: los sondeos SE6, SE7, SE8 y SE9 los penetrómetros PE10, PE11, PE12 y PE13 y la calicata C18. Para este Proyecto de Construcción se han realizado el sondeo SE2-7+1/1, los penetrómetros PE2-4+1/1 y 2 y las calicatas CE2-7+1/1, 3 y 4.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Depósitos de terraza (Q_T): Formada por gravas con bastante arena y algo de arcilla densa. Estos materiales aparecen exclusivamente desde el estribo E2 en adelante afectando solamente a este apoyo. El espesor es variable entre 2 y 3 m.

Depósitos de fondo de valle (Q_{FV}): Formado por arenas gruesas con cantos e indicios de arcillas, color ocre, medianamente densa. Estos materiales conforman los sedimentos del fondo del arroyo de la Laguna, situándose bajo toda la estructura, con espesores variables entre 2-3 m a excepción de los situados entre los PP.KK. 7+075 y 7+120 donde el espesor llega hasta los 5,5 m, afectando a la pila P3.

Estos materiales conforman un acuífero libre con presencia de nivel freático entre 1.5 y 3 m de profundidad, sobre todo en época de lluvias, bajando este nivel en épocas de estiaje.

Substrato terciario. Formación Montamarta (T_{M1}): Está formado por microconglomerados de color ocre y gris, poco cementados, con algo de arena y arcilla, muy denso. Presenta niveles de arcillas con bastante arena e indicios de grava, duro.

En la investigación realizada para esta estructura (sondeos y calicatas) se ha localizado la presencia de nivel freático situado entre 1.5 y 3 m de profundidad. Este nivel está asociado al acuífero libre que conforman los materiales de fondo de valle con una baja presencia de finos. Los materiales terciarios, con un contenido de finos superior al 15%, actúa como un nivel impermeable de base sobre el que se desarrolla el acuífero superiores en suelos de fondo de vaguada.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios muy densos - duros, situados a profundidades variables entre 2 y 5.5 m correspondiendo estos espesores con los suelos de fondo de vaguada.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda una cimentación directa para todos los apoyos sobre las gravas arenosas y arcillas arenosas de la formación terciaria Montamarta (T_{M1}) con densidad de muy densa o resistencia de dura situada a las siguientes profundidades bajo el terreno natural en cada apoyo:

APOYO	E1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	E2
PROFUNDIDAD Terciario (m)	2	3	2	5.5	3	3	2	2

Cuando la cota del contacto terciario-suelos sea menor que la cota de la cara inferior de las zapatas de los distintos apoyos, se colocará entre ambas un pedestal de hormigón pobre.

En la pila P3 de manera similar al proyecto de construcción anterior se pensó realizar una cimentación profunda, dada la cota a la que se sitúa el apoyo y a la presencia de nivel freático. Finalmente se ha optado por forzar una cimentación directa dado que es el único apoyo del viaducto y de todo el tramo II en el que se diseñaba una cimentación profunda.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos),

mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5.14$
- $C_u = 20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4 \text{ m}$
- $L = 12 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.06$

Con estos parámetros se obtiene una carga admisible de $3,8 \text{ kg/cm}^2$, tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm^2** .

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$l = 1.36$$

$$\nu = 0.33$$

$$L = 12 \text{ m}$$

$$E = 550 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asentos inferiores a **3 cm**, siendo admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación T_{M1} se recomienda el valor **0,4** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vi} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

La cimentación de los distintos apoyos sobre los materiales de la Fm. Montamarta (T_{M1}) implica la excavación de un espesor de suelos de fondo de valle variable entre 2 y 5.5 m. Esta **excavación se realizará con taludes 3(H):2(V)**. La excavación de estos suelos provocará la intersección del nivel freático existente en el acuífero libre que forman estos materiales, encontrándose este nivel entre 1.5 y 3 m de profundidad. Esta circunstancia dará lugar a fluencia de agua a la excavación de las zapatas por lo que deberán adoptarse medidas de achique suficientes para evitar la inundación del fondo de la excavación. Especial cuidado se deberá tener durante la excavación de la zapata de la pila P3 ya que es donde el espesor de suelos es mayor, 5.5 m.

Entre las distintas medidas que se pueden adoptar para el control del agua freática en la excavación se recomienda:

- Zanjas perimetrales a las zapatas con salida de aguas hacia zonas de menor cota
- Pozos con bombas de achique
- Puntualmente en la excavación de las zapatas de la pila P3, tablestacado hasta los materiales impermeables de la Fm Montamarta (T_{M1}) situado a -5.5 m

Respectos a los hormigones de la cimentación se recomienda utilizar hormigones resistentes a un ataque débil (Q_a) ya que el análisis de agua realizado para este proyecto así lo confirma.

Todos los apoyos de la estructura se sitúan en el fondo del arroyo y por tanto pueden ser objeto de erosión en mayor o menor medida, en función de su situación. **Se recomienda que todos los apoyos sean protegidos de esta erosión mediante escollera.**

6.2.3 Viaducto VTO-13.4

Características del terreno

Viaducto situado entre los PP.KK. 13+435 y 13+463 del eje de la traza y que sirve para salvar el arroyo situado bajo él. Se trata de una estructura isostática, con una longitud total de 28 m según el eje de la traza y de unos 22 m según alzado, ya que la estructura corte de forma sesgada a la traza, con dos estribos y un único vano.

La altura de los apoyos desde la parte inferior del tablero hasta el terreno natural es de 7 m. A esta longitud habrá que añadir el empotramiento de las zapatas.

La topografía de la zona es la típica de un fondo de arroyo plano y laderas muy suaves, aunque la estructura queda íntegramente en el fondo plano.

Para la investigación de este viaducto se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: los sondeos SE14 los penetrómetros PE15 y PE24 y las calicatas CE21 y CE22. Para este Proyecto de Construcción, por problemas de accesos debido al periodo de lluvias y a la falta de permisos por parte del propietario no se ha podido realizar investigación.

De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Depósitos de fondo de valle (Q_{FV}): Formado por gravas arenosas con algo de arcilla, color marrón negruzco (medianamente densa). Estos materiales conforman los sedimentos del fondo de valle, con espesores máximos de 2.0 m, y situándose bajo toda la estructura.

Substrato terciario. Formación Aspariegos (T_A): Está formado por arenas arcillosas con bastante grava, color ocre-amarillento y rojizo, muy denso. En el sondeo SE14 se ha detectado la presencia de nivel freático a 1,42 m de profundidad, correspondiente a la lámina de agua asociada a los materiales de fondo de valle, que en épocas de estiaje se agota y por tanto, no asociada a estos materiales terciarios muy impermeables.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para todos los apoyos en los materiales terciarios muy densos - duros, situados a una profundidad máxima de 1,5 a 2 m.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda una cimentación directa para todos los apoyos sobre las arenas arcillosas con algo de gravas de la formación terciaria Aspariegos (T_A) con densidad de muy densa situada a una profundidad de -2.5 m.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (> 15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5.14$
- $C_u = 20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4 \text{ m}$
- $L = 20 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.048$

Con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3.74 kg/cm^2 , tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm^2** .

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentamientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 500 \text{ cm}$$

$$I = 1.6$$

$$\nu = 0.33$$

$$L = 20 \text{ m}$$

$$E = 550 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **3,5 cm**, admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y arcillas duras de la formación T_A se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vi} = 11 \text{ kg/cm}^3$.

Respectos a los hormigones de la cimentación se recomienda utilizar hormigones resistentes a un ataque débil (Qa) ya que aunque los datos disponibles no indican ataque, las aguas de los suelos cuaternarios en otros puntos si presentan ataque débil.

Todos los apoyos de la estructura se sitúan en el fondo del arroyo y por tanto pueden ser objeto de erosión en mayor o menor medida, en función de su situación. **Se recomienda que todos los apoyos sean protegidos de esta erosión mediante escollera.**

6.3 PASOS INFERIORES

6.3.1 Paso inferior PI-2.3

Características del terreno

Paso inferior situado en el PK 2+370 del eje de la traza y que sirve para dar continuidad a un camino de concentración. Se trata de dos estructuras similares, una para cada calzada, de tipo isostática de un solo vano de 16 m de longitud y dos estribos con altura de 5 m. Estas estructuras cortan la traza de la autovía perpendicularmente.

La topografía de la zona es subhorizontal, con una ligera pendiente hacia el N en sentido transversal a la traza.

Para la investigación de este paso inferior se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el penetrómetro P4 y la calicata C7. Para este Proyecto de Construcción se ha realizado el sondeo SE2-2+3/1 y el penetrómetro PE2-2+3/1. De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Depósitos de Fondo de valle (Q_{FV}): Formada por limo arcilloso marrón con algo de arena e indicios de grava, medianamente densos. Estos materiales conforman una superficie prácticamente horizontal con un espesor constante en la zona de estudio de 1 m.

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por limos arenosos de color marrón claro, duro, con intercalaciones de arcilla y arenas muy firme-dura. La resistencia al corte sin drenaje C_u , estimada es de 2 kg/cm². Sobre estos materiales terciarios se situará la cimentación de la estructuras, una vez excavados los materiales del fondo de valle situados encima.

Se ha detectado la presencia de nivel freático en el sondeo SE2-2+3/1 a una profundidad de 13 m.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa a una profundidad de 2 m sobre los materiales cohesivos de la Fm Tierra de Campos (Tc1), duros.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo de arena, muy firme-dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1), con una carga de trabajo de 3.0 kg/cm²

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5.14$
- $C_u = 20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4 \text{ m}$ y $D = 2 \text{ m}$
- $L = 11 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.19$

con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 4,2 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación a -2 m bajo el terreo natural o donde el substrato terciario presente resistencia de duro..**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asentos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$B = 400 \text{ cm}$

$I = 0.82$

$L = 11 \text{ m}$

$E = 600\text{-}500 \text{ kg/cm}^2$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2,5 cm**, siendo admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y formación Tierra de Campos (Tc1) se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vi} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

Si la cota inferior de las zapatas se sitúan por encima de la cota -2 m bajo el terreno natural, se rellenará con hormigón pobre.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

6.3.2 Paso inferior PI-5.9

Características del terreno

Paso inferior situado en el PK 5+920 de la autovía y que sirve para dar continuidad a un camino de concentración existentes en la zona. Se trata de cajón cerrado con dos aletas de entrada en la zona NW (A3 y A4) y dos aletas de salida en la parte SE (A1 y A2). Las dimensiones interiores del paso inferior son de 6.0 m de alto por 8.0 m de ancho. Esta estructura corta la traza de la autovía de forma sesgada.

La topografía de la zona es ligeramente inclinada en sentido transversal a la estructura y horizontal en sentido paralelo. La losa del cajón y las zapatas de las aletas están alineadas, definiendo un plano horizontal. Esta morfología interseca en la topografía del terreno dando lugar a que la cimentación de las aletas NW (A3 y A4) se sitúen a -2.0 m bajo el terreno natural y las aletas SE (A1 y A2) se sitúan a -1.5 m.

Para la investigación de este paso inferior se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el penetrómetro PE7 y la calicata CE10. Para este Proyecto de Construcción se ha realizado los penetrómetros PE2-5+9/1 y 2 y la calicata CE2-5+9/1. De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Depósitos de Fondo de valle (Q_{FV}): Formada por arcillas con cantos dispersos de color marrón. Estos materiales presentan un espesor variable entre 0.80 y 1.80 m. El contacto de estos suelos con el substrato terciario se sitúa por el borde de la estructura entre las aletas A2 y A3. Así las aletas A4 y A1 apoyarán casi directamente sobre el substrato terciario y las A2 y A3 se apoyan sobre los suelos de fondo de valle.

Substrato terciario. Formación Montamarta (T_M): Está formado por arenas medias-gruesas con algo de arcilla e indicios de grava, densas-muy densa. La resistencia al corte sin drenaje C_u, estimado es de 2 kg/cm². Sobre estos materiales terciarios se situará la cimentación de la estructuras, una vez excavados los materiales del fondo de valle bien de forma directa, bien mediante un pequeño pedestal de hormigón.

Se ha detectado nivel freático en la investigación realizada, concretamente en la calicata.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para las aletas a una profundidad de -2 m sobre los materiales cohesivos de la Fm Montamarta (T_M), bien de forma directa bien mediante un pedestal de hormigón.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos las aletas una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arenas con algo de arcilla y gravas, duras) de la Fm. Montamarta (T_M) situados a 2 m de profundidad bajo el terreno natural con una carga de trabajo de 3.0 kg/cm². En aquellas zonas donde la cara inferior de las zapatas no llegue a esta profundidad se realizará la excavación hasta la cota -2 m y posterior sustitución por un pedestal de hormigón pobre. En la zona de la losa del paso inferior se colocará una capa de regularización de 0.5 m de espesor.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de las aletas se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido

- N_c = 5.14
- C_u = 15 t/m²
- B = 4.0 m y D = 2 m
- L = 16 m
- γ = 2 t/m²
- s_q = s_c = 1.03

con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3.5 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación o el pedestal de hormigón a -2 m bajo el terreo natural.**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y φ', lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 2.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$l = 1.2$$

$$L = 16 \text{ m}$$

$$E = 550 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos de **2,5 cm**, admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y formación Montamarta (T_M) o material granular de sustitución se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vi} = 8 \text{ kg/cm}^3$.

Respectos a los hormigones de la cimentación se recomienda utilizar hormigones resistentes a un ataque débil (Q_a) ya que aunque los datos disponibles no indican ataque, las aguas de los suelos cuaternarios en otros puntos si presentan ataque débil.

Los apoyos se sitúan en las proximidades del cauce del arroyo por lo que en caso de posible erosión se deberá **utilizar escolleras de protección**, sobre todo en las aletas de entrada.

6.3.3 Paso inferior PI-9.3

Características del terreno

Paso inferior situado en el PK 9+333 del eje de la traza y que sirve para dar continuidad a dos caminos de concentración. Se trata de dos estructuras similares, una para cada calzada, de tipo isostática de un solo vano de 16 m de longitud y dos estribos con altura de 5 m. Estas estructuras cortan la traza de la autovía perpendicularmente.

La topografía de la zona es casi horizontal, donde enlazan unos suelos de fondo de vaguada con el substrato terciario.

Para la investigación de este paso inferior se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el penetrómetro P11 y la calicata C13. Para este Proyecto de Construcción no se ha podido realizar la investigación por imposibilidad de acceso. De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Depósitos de Fondo de valle (Q_{FV}): Formada por gravas areno arcillosas con densidad de medianamente densos. Estos materiales conforman una superficie prácticamente horizontal con un espesor constante en la zona de estudio de 1 m.

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por arcilla ocre-verdosa con indicios de arena, muy firme-dura. La resistencia al corte sin drenaje C_u , estimada es de 2 kg/cm². Sobre estos materiales terciarios se situará la cimentación de la estructuras, una vez excavados los materiales del fondo de valle situados encima.

No se ha detectado nivel freático en la investigación realizada.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa a una profundidad de -2 m sobre los materiales cohesivos de la Fm Tierra de Campos.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo de arena, muy firme-dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1), con una carga de trabajo de 3.0 kg/cm².

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5.14$
- $C_u = 20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4.0 \text{ m}$ y $D = 2 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.077$

con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3.7 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación a la -2 m bajo el terreo natural.**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$I = 1.12$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$E = 600-500 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **3 cm**, admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y formación Tierra de Campos (Tc1) se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vi} = 10 \text{ kg/cm}^3$.

Si la cota inferior de las zapatas se sitúan por encima de la cota -2 m bajo el terreno natural, se rellenará con hormigón pobre.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

6.3.4 Paso inferior PI-11.8

Características del terreno

Paso inferior situado en el PK 11+842 de la autovía y que sirve para dar continuidad a los caminos de concentración existentes en la zona. Se trata de cajón cerrado con dos aletas de entrada en la zona NE y dos aletas de salida en la parte SW. Las dimensiones interiores del paso inferior son de 6.0 m de alto por 8.0 m de ancho. Esta estructura corta la traza de la autovía perpendicularmente.

La topografía de la zona es ligeramente inclinada, correspondiente a la media ladera. La losa del cajón y las zapatas de las aletas están alineadas, definiendo un plano horizontal. Esta morfología interseca en la topografía del terreno dando lugar a que la cimentación de las aletas NE (A1 y A2) se sitúen a -2.5 y -3 m bajo el terreno natural y las aletas SW (A3 y A4) se sitúan a -1.6 y -2 m.

Para la investigación de este paso inferior se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el penetrómetro PE21 y la calicata CE18. Para este Proyecto de Construcción no se ha podido realizar investigación por falta de permisos. De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Depósitos de Fondo de valle (Q_{FV}): Formada por arcillas con algo de arena, firme. Estos materiales se sitúan en el fondo de la vaguada, afectando únicamente al apoyo de las aletas A3 y A4 situadas al SW, con un espesor máximo de 2 m.

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por arcilla ocre-verdosa con indicios de arena y grava, muy firme-dura. La resistencia al corte sin drenaje C_u , estimada es de 2 kg/cm². Sobre estos materiales terciarios se situará la cimentación de la estructuras, una vez excavados los materiales del fondo de valle situados al SW, bien de forma directa, bien mediante un material granular de sustitución.

No se ha detectado nivel freático en la investigación realizada.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa a una profundidad de -3 m sobre los materiales cohesivos de la Fm Tierra de Campos (Tc1), bien de forma directa bien mediante un capa de material granular de sustitución.

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todos los apoyos una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo de arena, muy firme-dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1) situados a -3 m de profundidad bajo el terreno natural con una carga de trabajo de 2.5 kg/cm². En aquellas zonas donde la cara inferior de las zapatas no llegue a esta profundidad se realizará la excavación hasta la cota -3 m y posterior sustitución por un material granular compactado a denso ($N_{30} > 30$). En la zona de la losa del paso inferior se colocará una capa de regularización de 0.5 m de material granular compactado de forma similar al de las zapatas.

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de estos apoyos se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5.14$
- $C_u = 15 \text{ t/m}^2$
- $B = 4.0 \text{ m}$ y $D = 2 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.077$

con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 2.8 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 2.5 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación o material de sustitución a la -3 m bajo el terreo natural.**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 2.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$l = 1.12$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$E = 500\text{-}600 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos del orden de **2 cm**, admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y formación Tierra de Campos (Tc1) o material granular de sustitución se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vi} = 8 \text{ kg/cm}^3$.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

6.3.5 Paso inferior PI-15.4

Características del terreno

Paso inferior situado en el PK 15+444 de la autovía y que sirve para dar continuidad a los caminos de concentración existentes en la zona. Se trata de cajón cerrado con dos aletas de entrada en la zona NW (A3 y A4) y dos aletas de salida en la parte SE (A1 y A2). Las dimensiones interiores del paso inferior son de 6.0 m de alto por 8.0 m de ancho. Esta estructura corta la traza de la autovía perpendicularmente.

La topografía de la zona es ligeramente inclinada, correspondiente a la media ladera muy suave. La losa del cajón y las zapatas de las aletas están alineadas, definiendo un plano subhorizontal que se sitúa bajo el terreno natural desde -2 m en la parte superior hasta la -1.75 en la inferior.

Para la investigación de este paso inferior se ha realizado en primer lugar una cartografía geológica escala 1:2.000 de la zona de apoyo de la estructura y alrededores. Respecto a los trabajos de campo se ha contado con la investigación realizada antes de este Proyecto de Construcción y los realizados para este Proyecto de Construcción. Los primeros han sido: el sondeo S-11 y el penetrómetro PE22. Para este Proyecto de Construcción no se ha podido realizar investigación por falta de permisos. De toda esta investigación se deduce la presencia de los siguientes materiales:

Substrato terciario. Formación Tierra de Campos (Tc1): Está formado por arcilla ocre-verdosa con indicios de arena y grava, muy firme-dura. La resistencia al corte sin drenaje C_u , estimada entre 1,5 y 2 kg/cm² según las zonas. Sobre estos materiales terciarios se situará la cimentación de la estructuras a una profundidad de -2 m donde la resistencia es de muy firme a dura.

Substrato terciario. Formación Aspariegos (T_A): Está formado por gravas con algo de arena y arcilla, ligeramente cementados y color gris. La densidad es de muy denso. Estos materiales se han detectado en el sondeo S11, a una profundidad de 11.5 m, no siendo afectados por las cargas de la estructura.

El nivel freático en el sondeo se ha detectado a -2.10 m de profundidad, aunque dado el fuerte carácter impermeable de los materiales de la Tierra de Campos (Tc1) no afectarán a la cimentación.

Con estos datos se ha realizado un perfil geotécnico longitudinal interpretado a lo largo del eje de la estructura, planteándose una cimentación directa para las aletas a una profundidad de -2.6 m de profundidad, sobre los materiales cohesivos de la Fm Tierra de Campos (Tc1).

Conclusiones y recomendaciones

Se recomienda para todas las aletas de las estructura una cimentación directa sobre los materiales cohesivos (arcillas con algo de arena, muy firme-dura) de la Fm. Tierra de Campos (Tc1) situados a -2.6 m de profundidad bajo el terreno natural con una carga de trabajo de 3 kg/cm². En aquellas zonas donde la cara inferior de las zapatas no llegue a esta profundidad se realizará la excavación hasta la cota -3 m y posterior sustitución por un pedestal de hormigón pobre. En la zona de la losa del paso inferior se colocará una capa de regularización de 0.5 m de material granular compactado a denso ($N_{30} > 30$).

Para el cálculo de la carga admisible de trabajo de las aletas se ha seguido la metodología de la Guía de Cimentaciones del Ministerio de Fomento, considerando que la cimentación es directa y el apoyo se realiza sobre materiales cohesivos (>15% de finos), mediante la fórmula abreviada de Brinch-Hansen. El cálculo se realiza a corto plazo con fricción cero. Los parámetros utilizados han sido:

- $N_c = 5.14$
- $C_u = 20 \text{ t/m}^2$
- $B = 4.0 \text{ m}$ y $D = 2.6 \text{ m}$
- $L = 10 \text{ m}$
- $\gamma = 2 \text{ t/m}^2$
- $s_q = s_c = 1.077$

Con estos parámetros se obtiene una carga admisible de 3.8 kg/cm², tomándose como **carga admisible de trabajo 3 kg/cm² siempre y cuando se sitúe la cota inferior de la cimentación en los materiales terciarios de la Tierra de Campos (Tc1), muy firmes-duros.**

Este cálculo se ha realizado considerando que el terreno está completamente saturado. En caso contrario se debería tener en cuenta los parámetros C' y ϕ' , lo que daría valores de carga admisible mucho más alta.

También se han calculado los asientos elásticos mediante la fórmula de Skempton, utilizándose los siguientes parámetros:

$$Q_{ad} = 2.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 400 \text{ cm}$$

$$l = 1.12$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$E = 600\text{-}500 \text{ kg/cm}^2$$

Con estos datos se obtienen asientos inferiores a **2,5 cm**, admisibles para la estructura.

Como **coeficiente de rozamiento** entre el hormigón y formación Tierra de Campos (Tc1) o material granular de sustitución se recomienda el valor **0,45** y como **módulo de balasto vertical** $K_{vi} = 10 \text{ kg/cm}^3$ para las aletas que apoyan sobre el terciario y de $K_{vi} = 8 \text{ kg/cm}^3$ para la losa.

Respectos a los hormigones de la cimentación no precisan de ninguna prevención ya que el ataque químico es nulo.

APÉNDICE 1. PLANTAS Y PERFILES GEOLÓGICO- GEOTÉCNICOS DE ESTRUCTURAS

LEYENDA

ANTRÓPICO

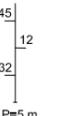
 RELLENO CARRETERA ACTUAL

TERCIARIO

 Tc₁ (TIERRA DE CAMPOS) ARCILLA MARRÓN CON ALGO DE ARENA, ALTERNANDO CON LIMOS ARENOSOS (MUY FIRME - DURO)

-  CE-24 CALICATA EXCAVADA
-  PE-3 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)
-  SE-29 SONDEO MECÁNICO A ROTACION

 CONTACTO DISCORDANTE

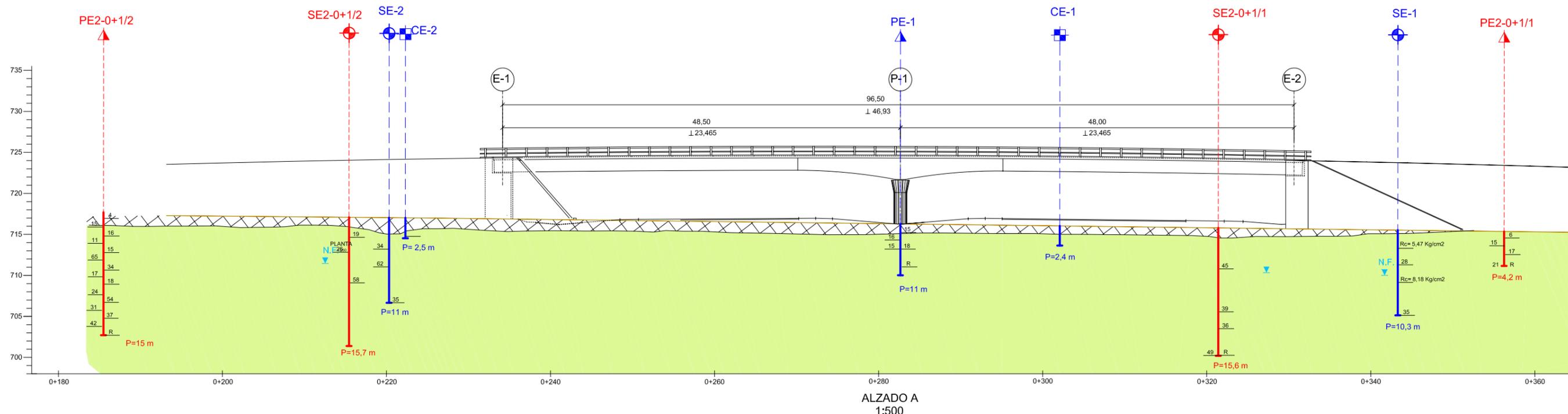
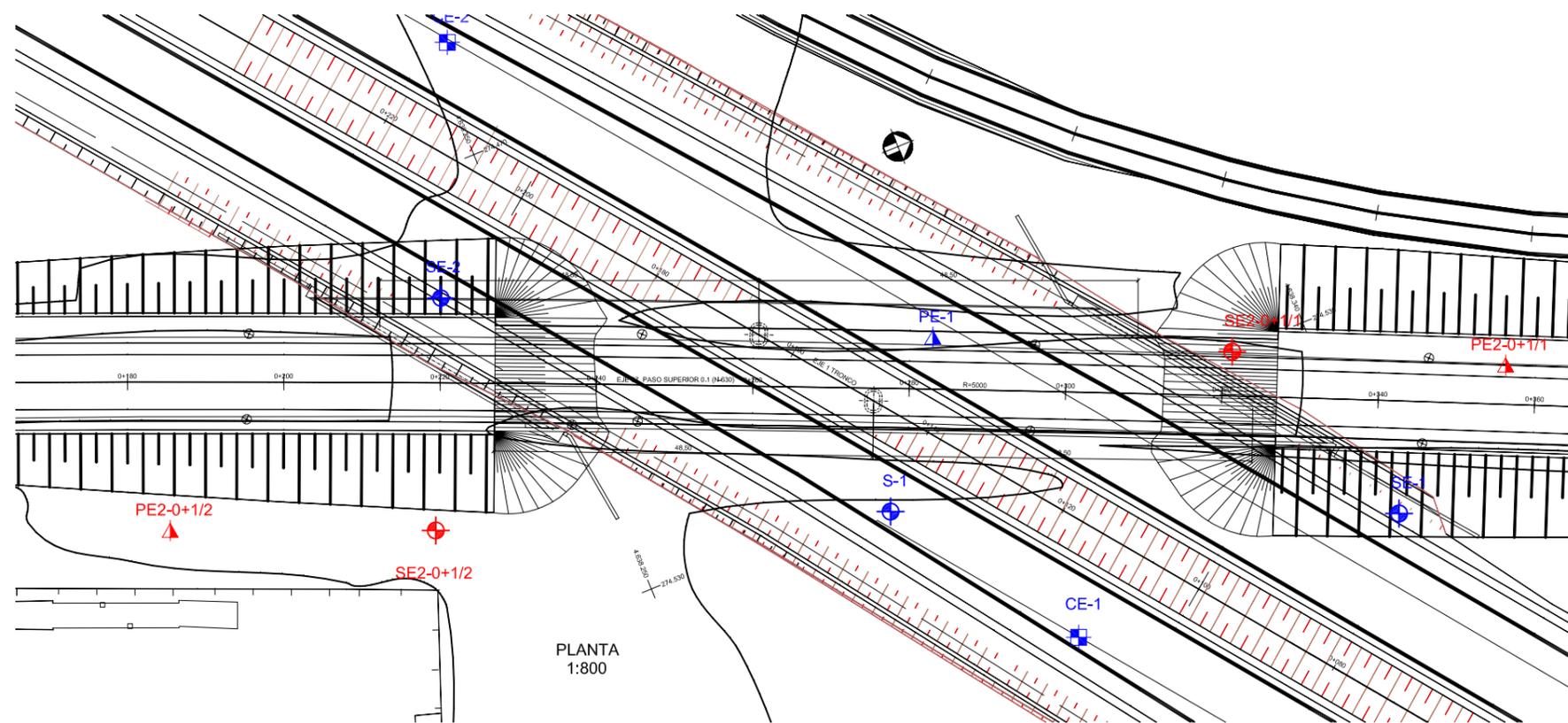
 VALOR DEL N₆₀ EN ENSAYO SPT Ó N₆₀ EN ENSAYO D.P.S.H.

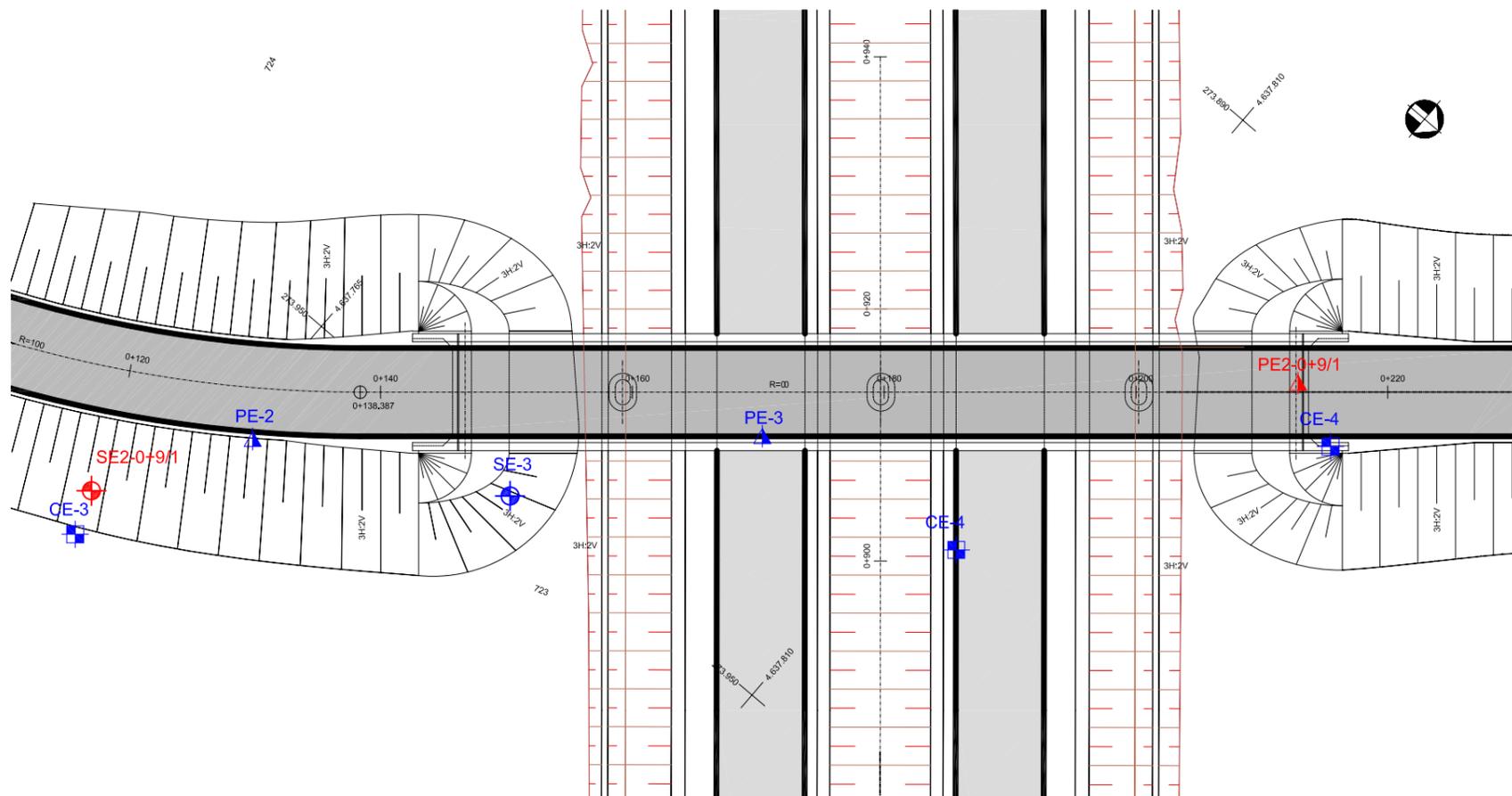
 P=5 m PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

 N.F. 5,60 NIVEL FREÁTICO

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.





LEYENDA

ANTRÓPICO



TERCIARIO

Tc1 (TIERRA DE CAMPOS) ARCILLACOLOR OCRE (MUY FIRME-DURA) CON INTERCALACIONES DE NIVELES DE ARENAS ARCILLOSAS

CE-24 CALICATA EXCAVADA

PE-3 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)

SE-29 SONDEO MECÁNICO A ROTACION

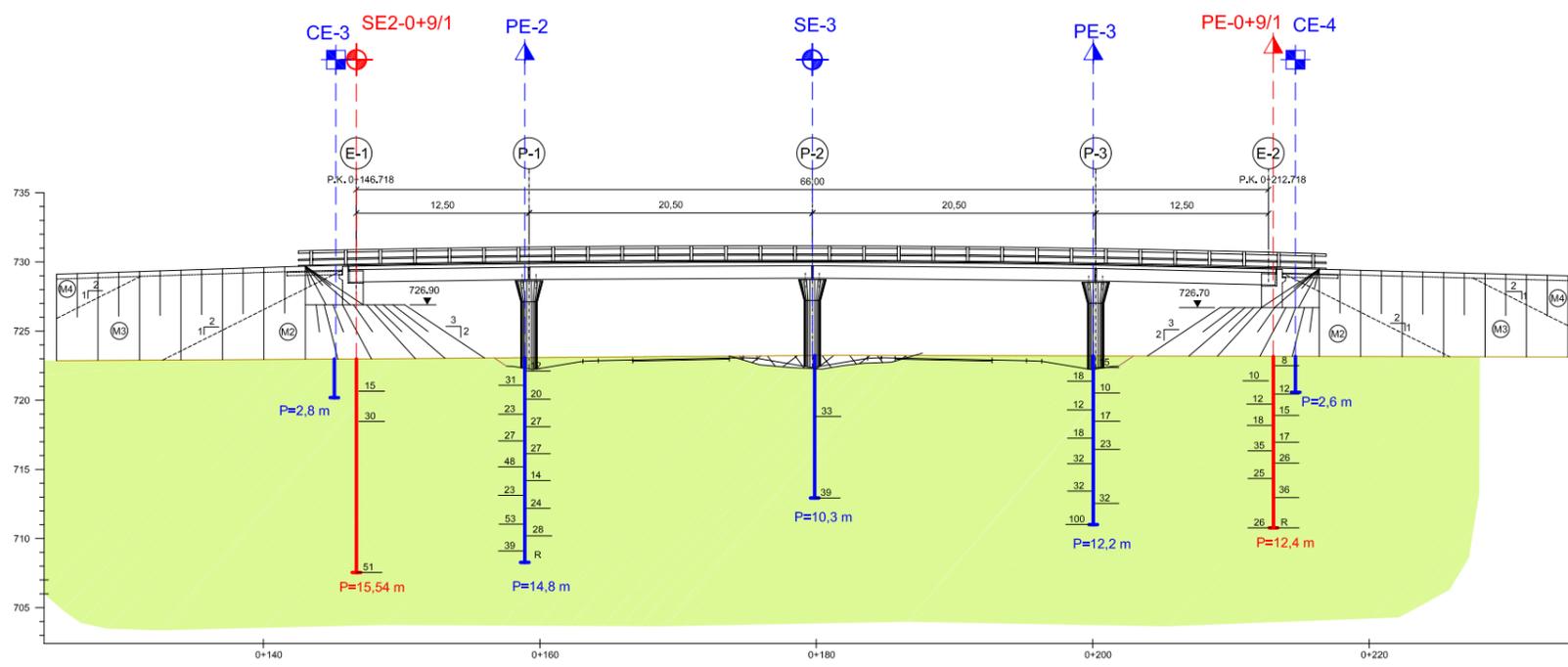
CONTACTO DISCORDANTE

45
12
32
VALOR DEL N₆₀ EN ENSAYO SPT O N₆₀ EN ENSAYO D.P.S.H.

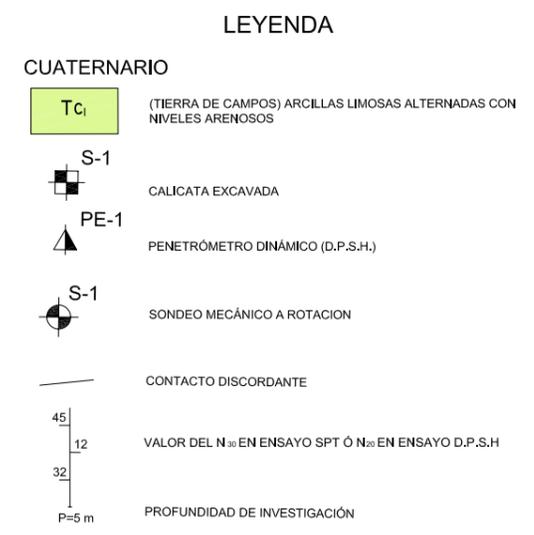
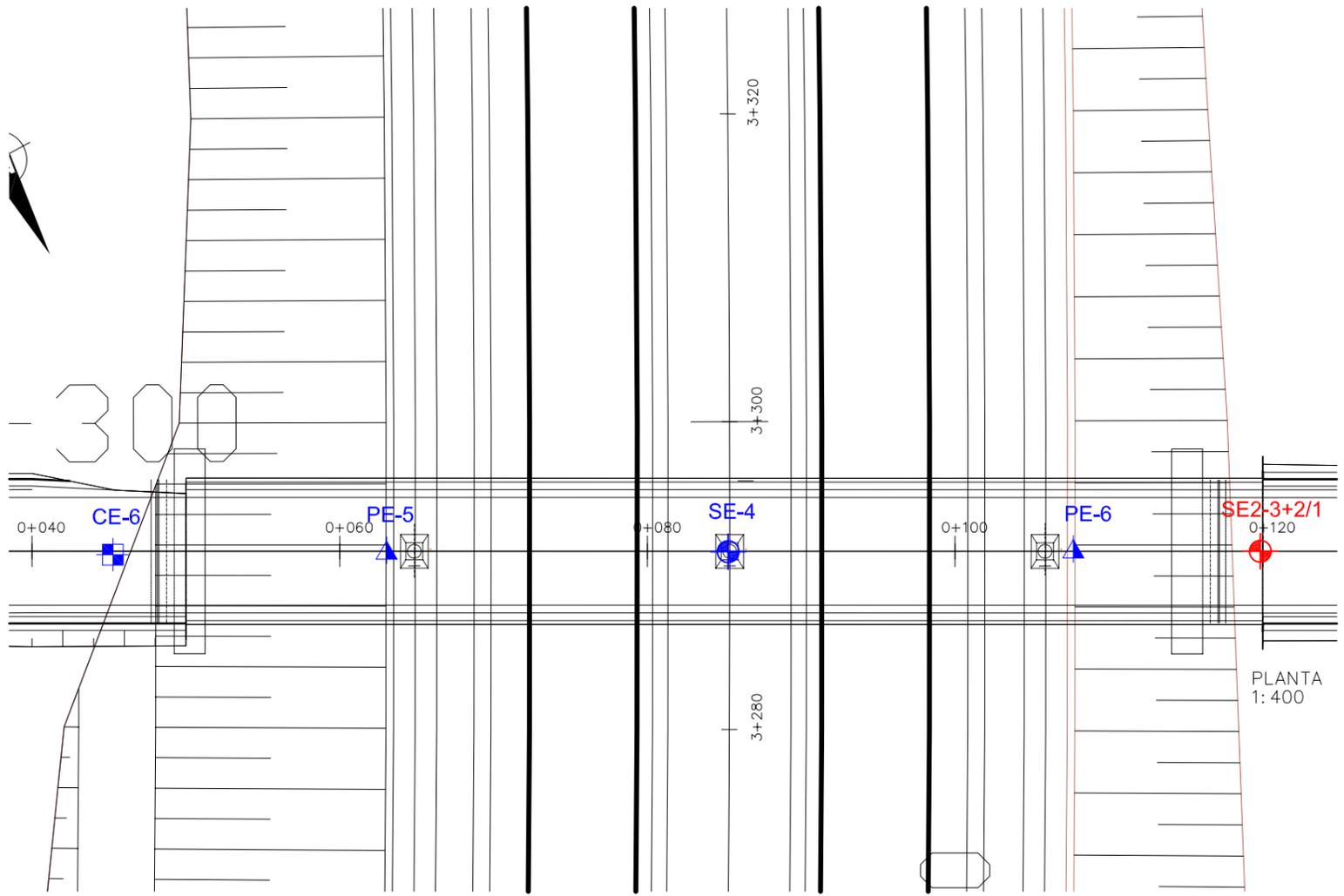
P=5 m PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.

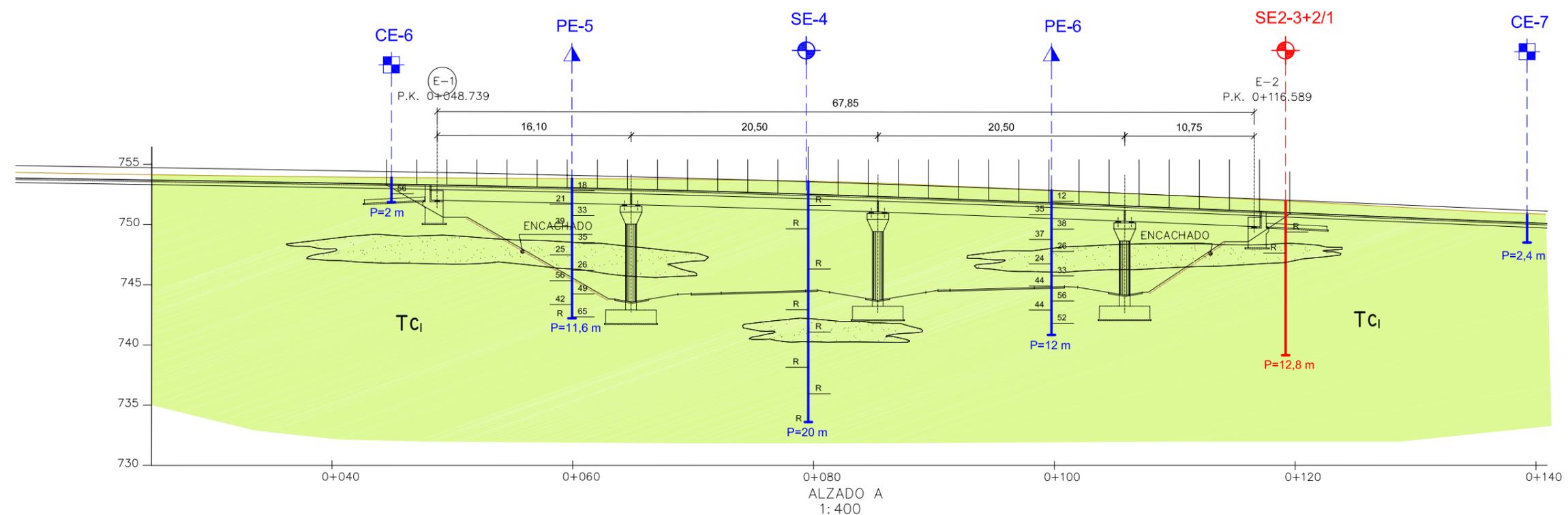


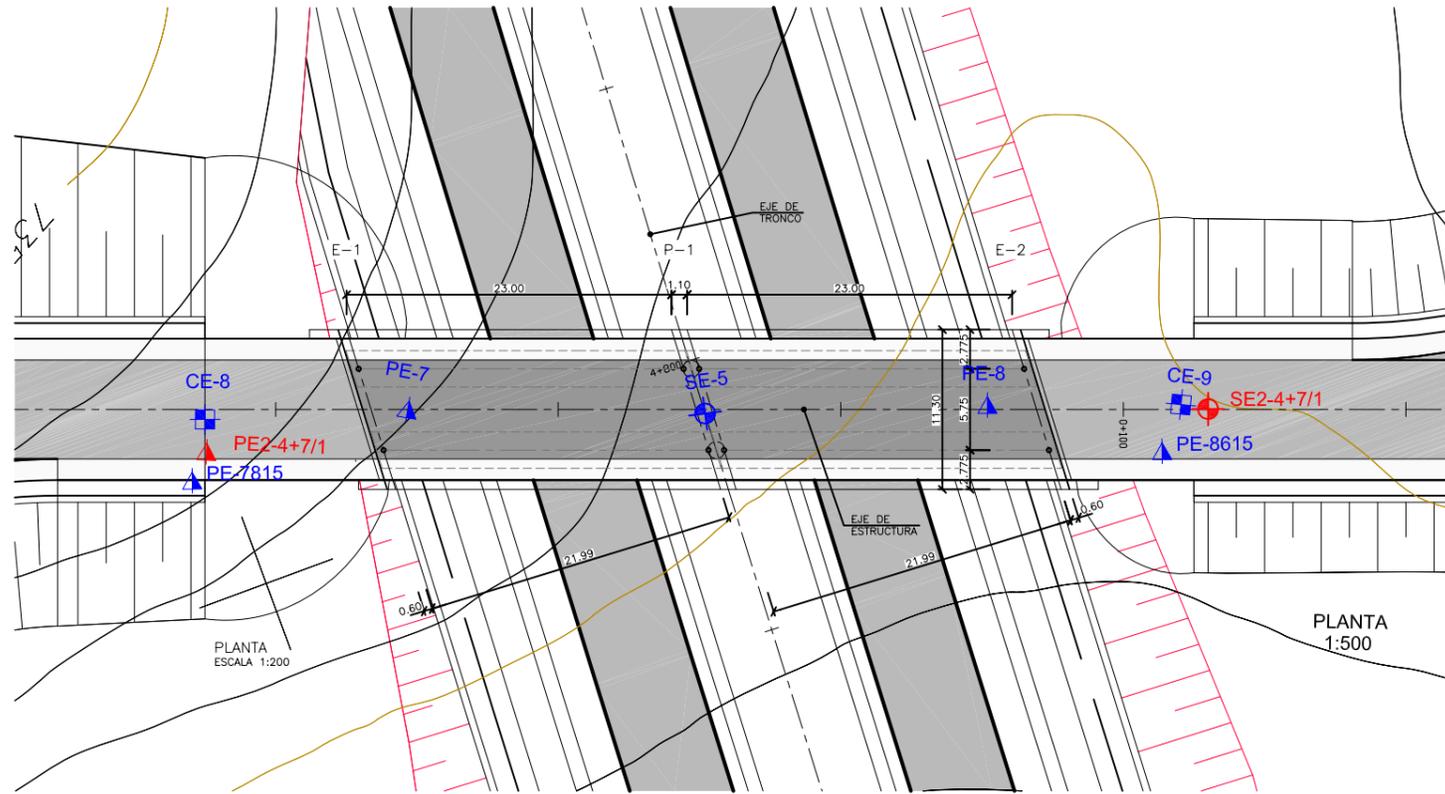
ALZADO
1:500



NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.





LEYENDA

CUATERNARIO

Qc (COLUVIAL) ARCILLA CON BASTANTE ARENA E INDICIOS-ALGO DE GRAVAS (MED. DENSO - DENSO)

ORDOVÍCICO

OR ESQUISTO ALTERADO GRADO V. ARCILLA MUY COMPACTA COLOR BLANQUECINA Y ROJIZA. A 5 CM SE OBSERVA LA ESQUISTOSIDAD. EN PROFUNDIDAD LA METEORIZACIÓN BAJA A GRADO III

CE-9 CALICATA EXCAVADA

PE-8 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)

SE-5 SONDEO MECÁNICO A ROTACION

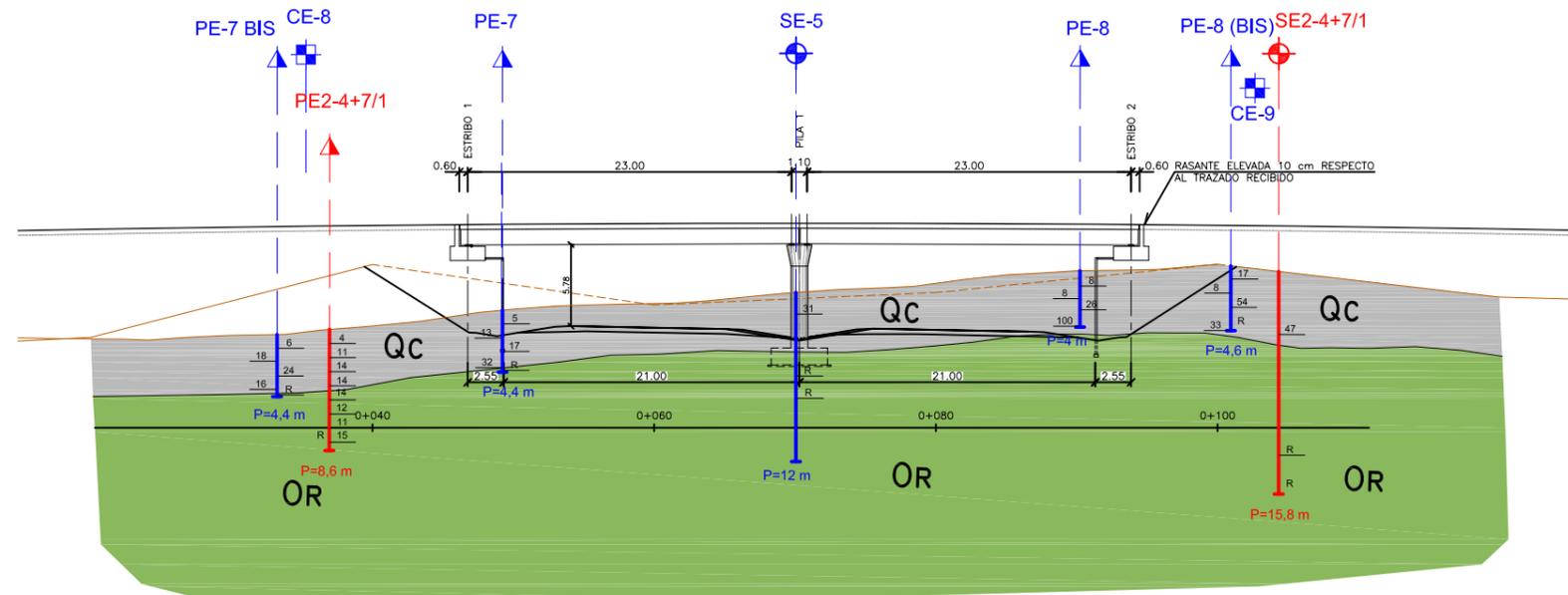
CONTACTO DISCORDANTE

VALOR DEL N₆₀ EN ENSAYO SPT Ó N₆₀ EN ENSAYO D.P.S.H.

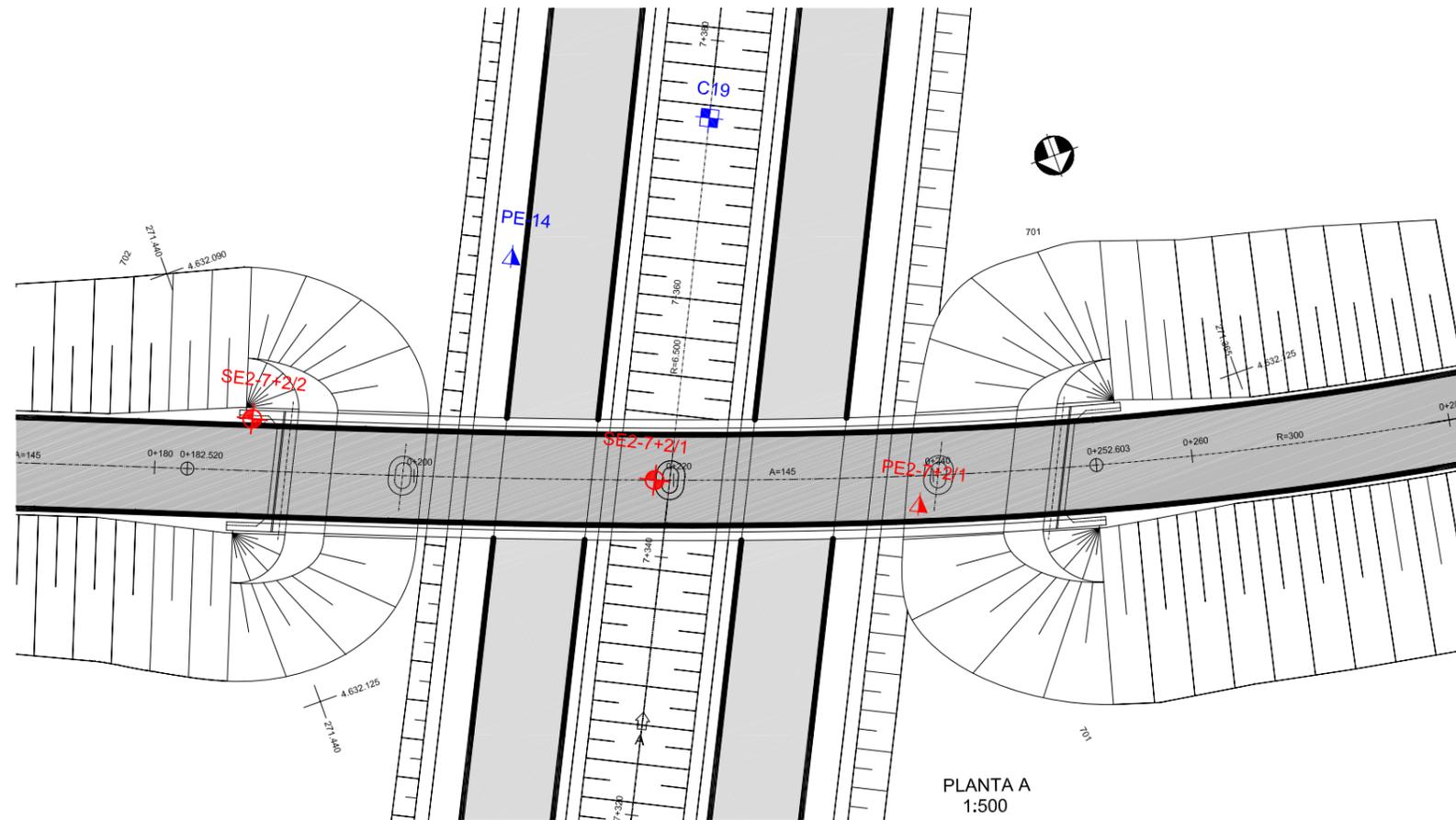
P=5 m PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.



ALZADO
1:500



PLANTA A
1:500

LEYENDA

CUATERNARIO

QT (TERRAZAS ALUVIALES) ARENA LIMO-ARCILLOSA CON OCASIONALES GRAVAS

TERCIARIO

T_{MI} (FORMACIÓN MONTAMARTA) ARENAS MEDIAS Y GRUESAS EN MATRIZ LIMOSA (MUY FIRME - DURO)

CE-24 CALICATA EXCAVADA

PE-3 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)

SE-29 SONDEO MECÁNICO A ROTACION

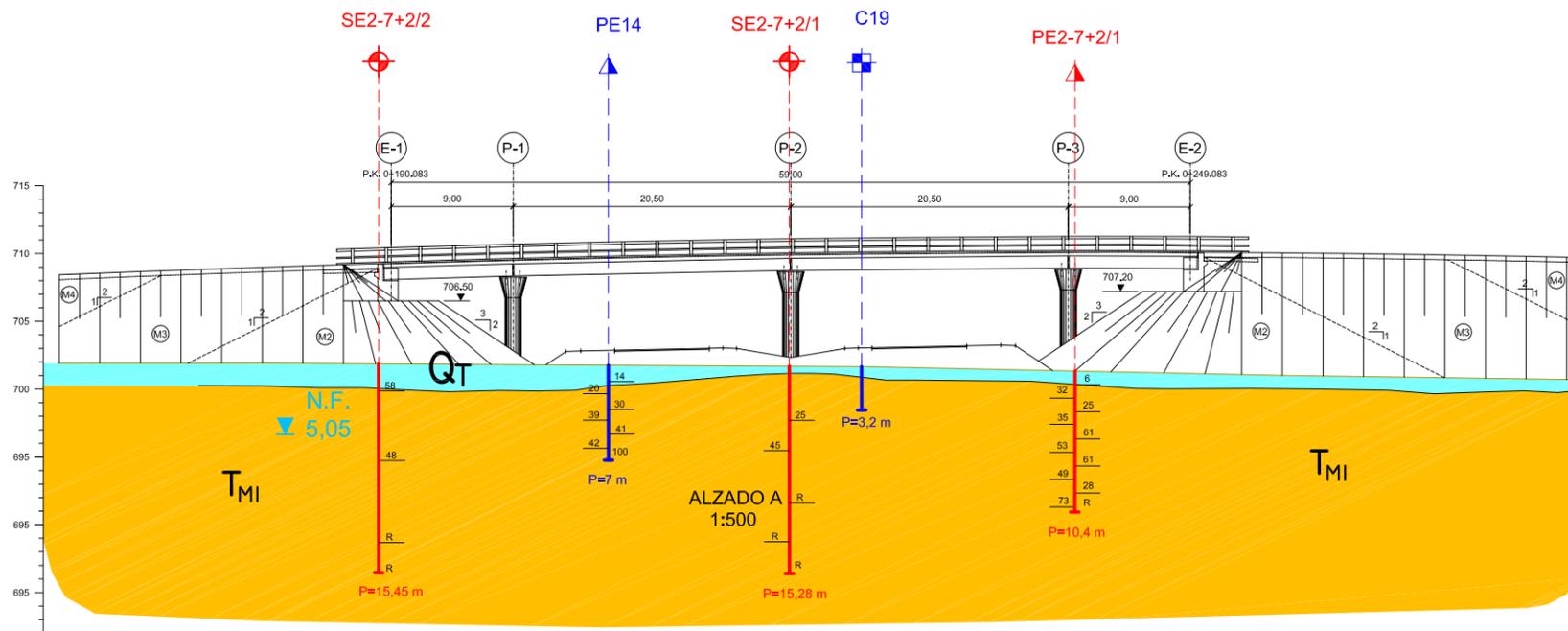
CONTACTO DISCORDANTE

45
12
32
P=5 m VALOR DEL N₆₀ EN ENSAYO SPT Ó N₆₀ EN ENSAYO D.P.S.H.

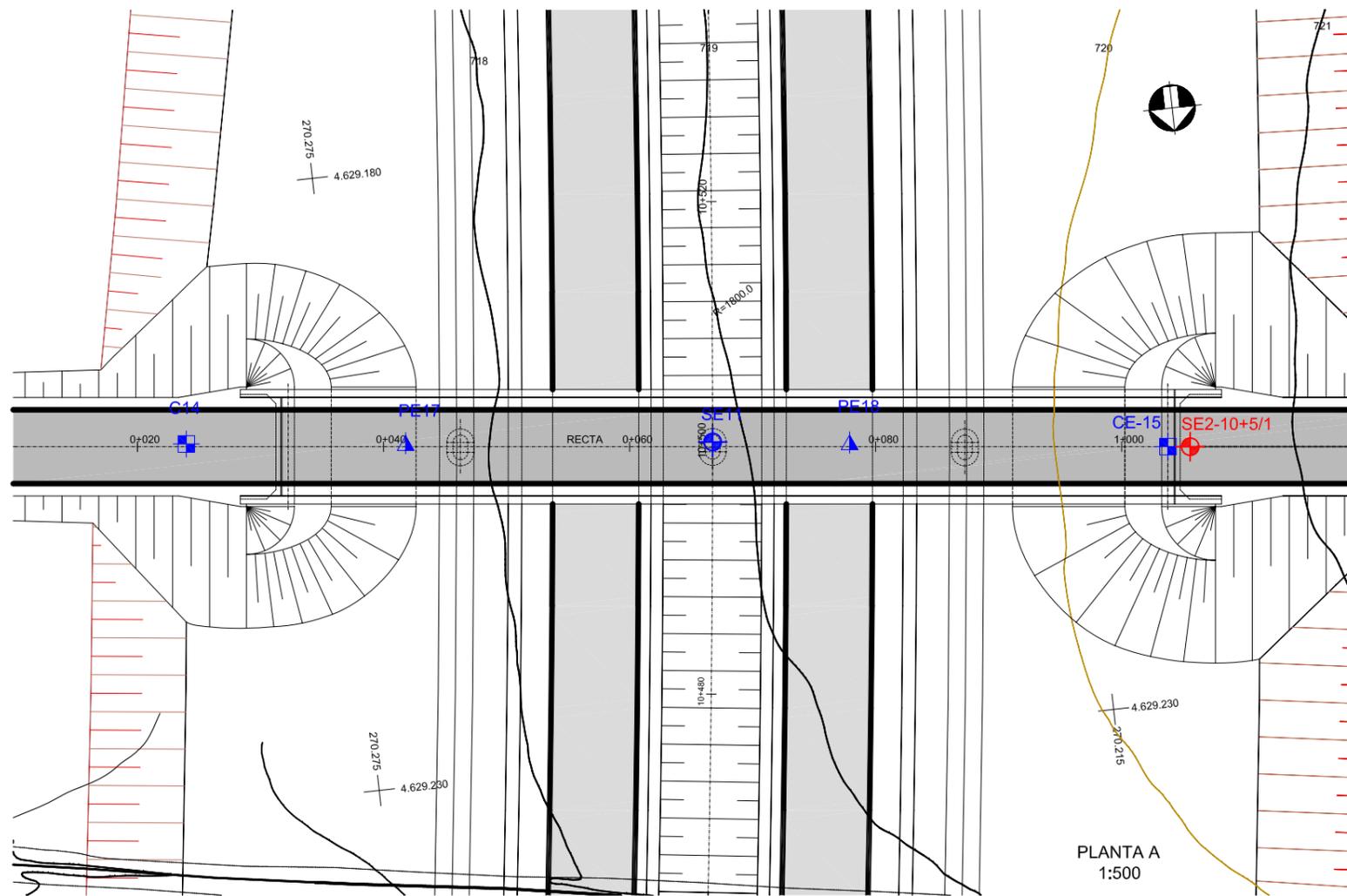
PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.



ALZADO A
1:500



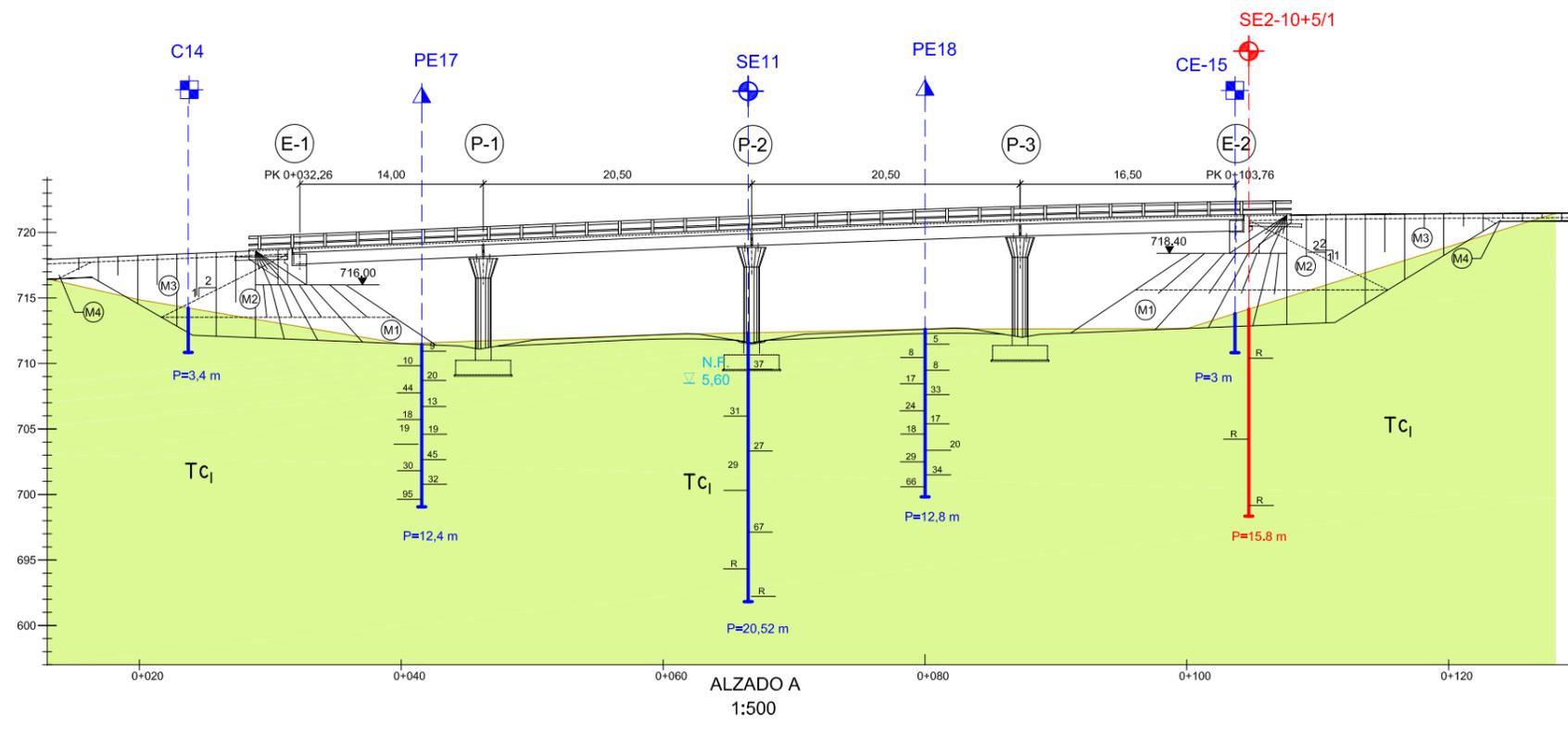
PLANTA A
1:500

LEYENDA

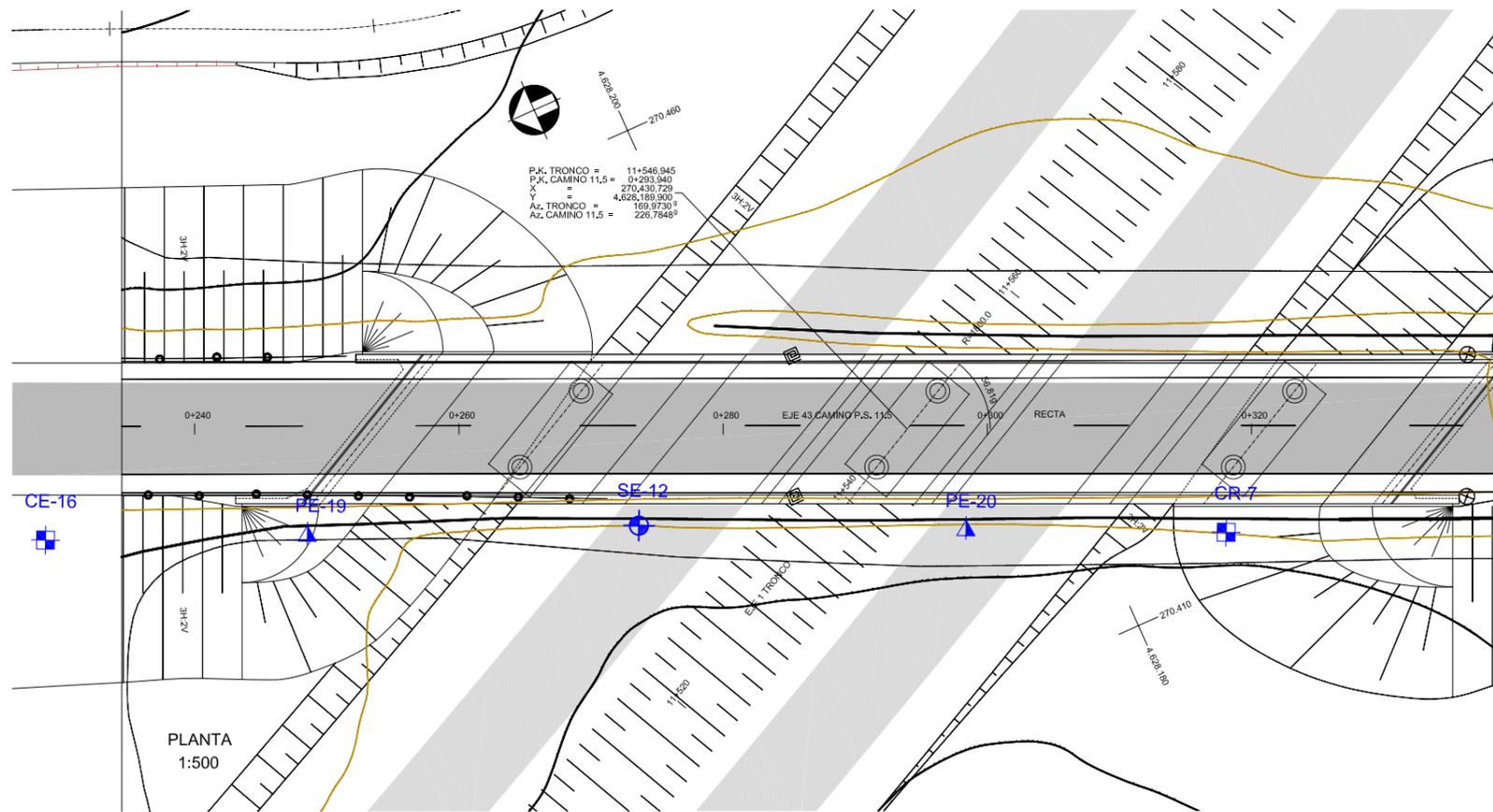
- TERCIARIO**
- T_{c1} (FORMACIÓN TIERRA DE CAMPOS) ARENAS LIMO-ARCILLOSAS
 - CE-24 CALICATA EXCAVADA
 - PE-3 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)
 - SE-29 SONDEO MECÁNICO A ROTACION
 - 45
12
32
P=5 m PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN
 - N.F.
5,60 NIVEL FREÁTICO

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.



ALZADO A
1:500



PLANTA
1:500

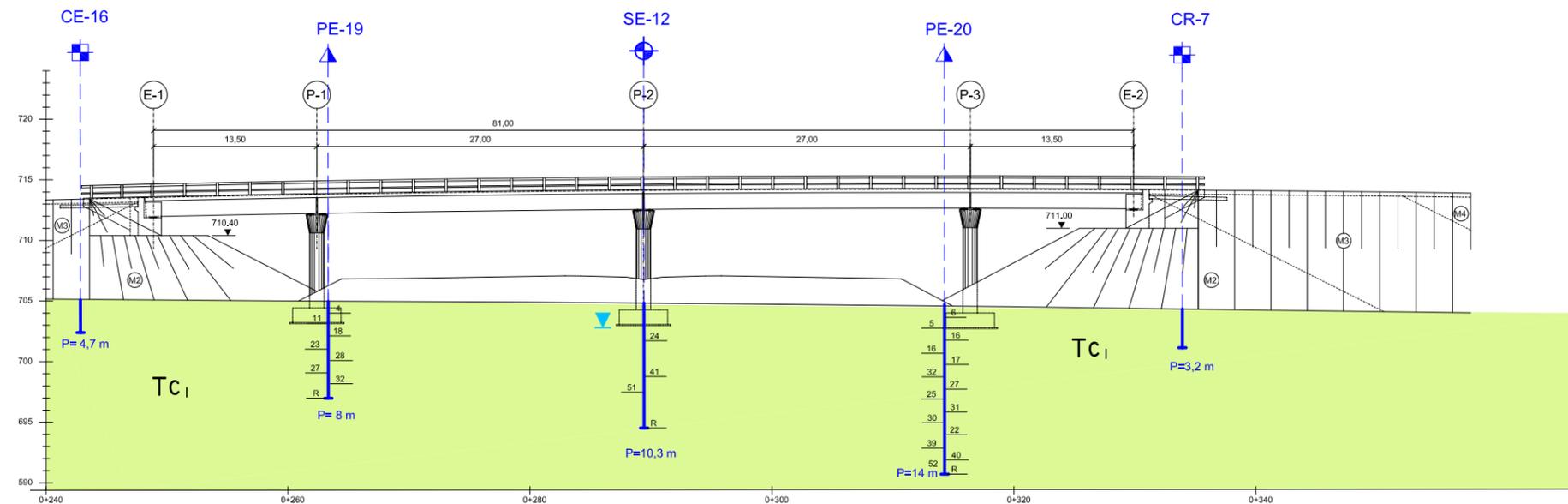
LEYENDA

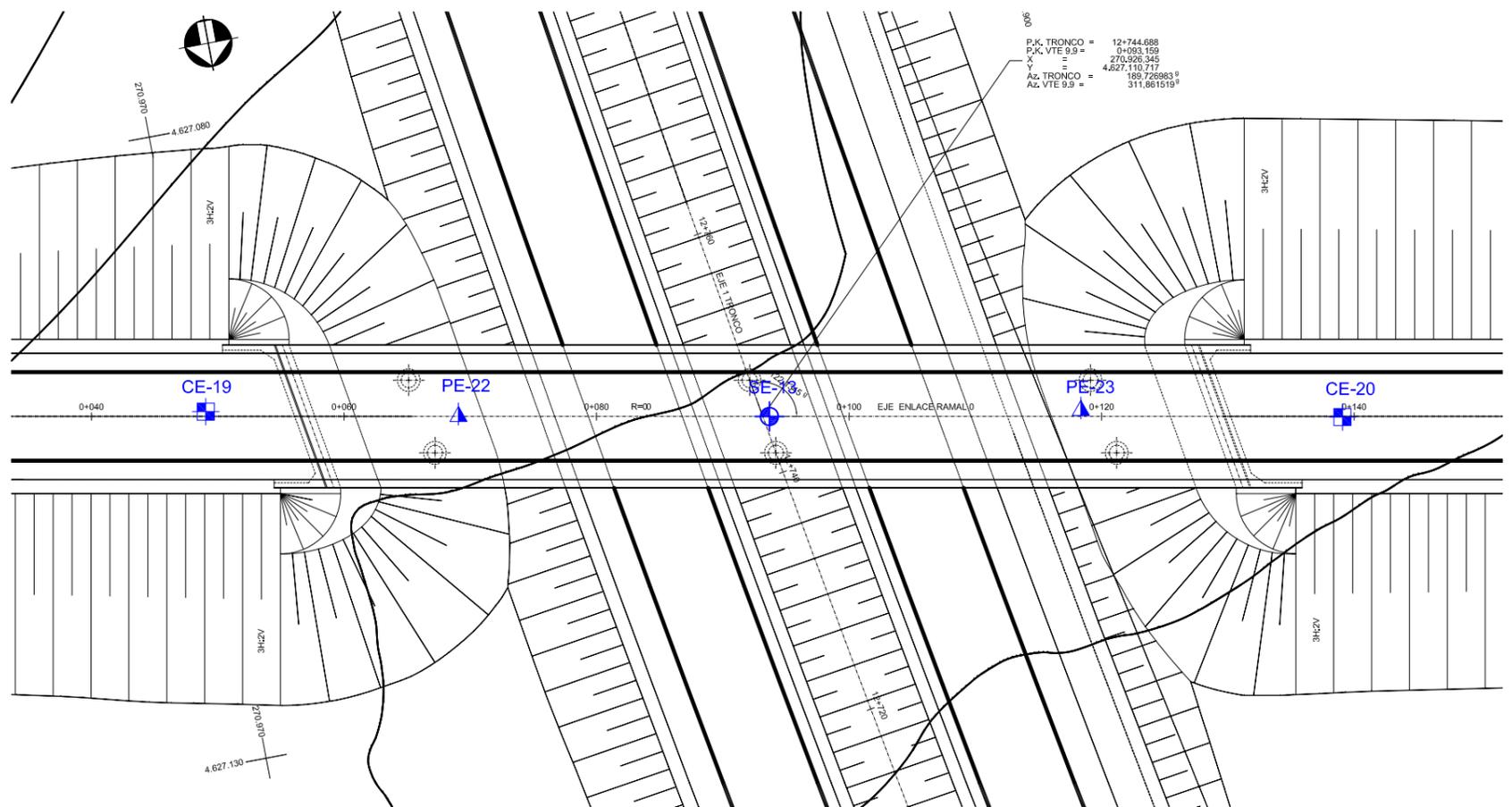
TERCIARIO

- Tc₁ (TIERRA DE CAMPOS) ARCILLAS CON ALGO DE ARENA COLOR GRIS VERDOSO (DURO)
- CE-17 CALICATA EXCAVADA
- PE-20 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)
- SE-12 SONDEO MECÁNICO A ROTACION
- CONTACTO DISCORDANTE
- VALOR DEL N₆₀ EN ENSAYO SPT Ó N₆₀ EN ENSAYO D.P.S.H.
- P=5 m PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN
- N.F. NIVEL FREÁTICO
- 5,60

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.





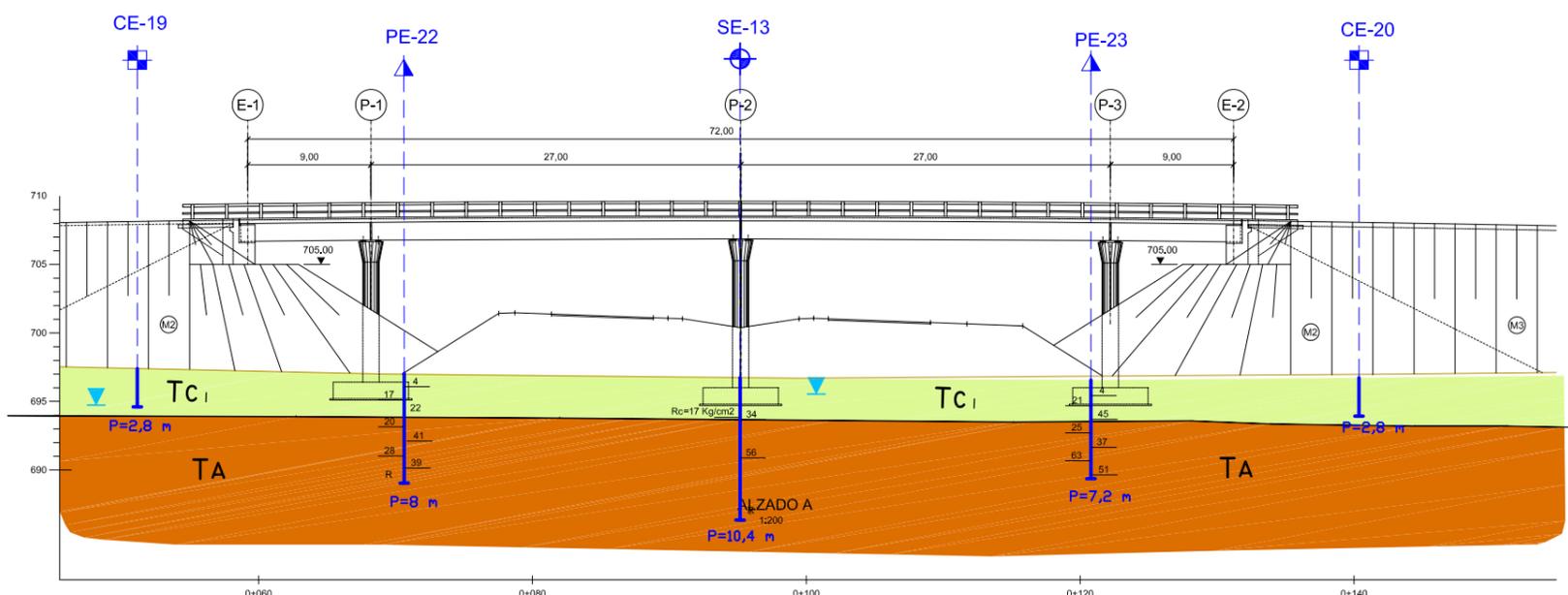
LEYENDA

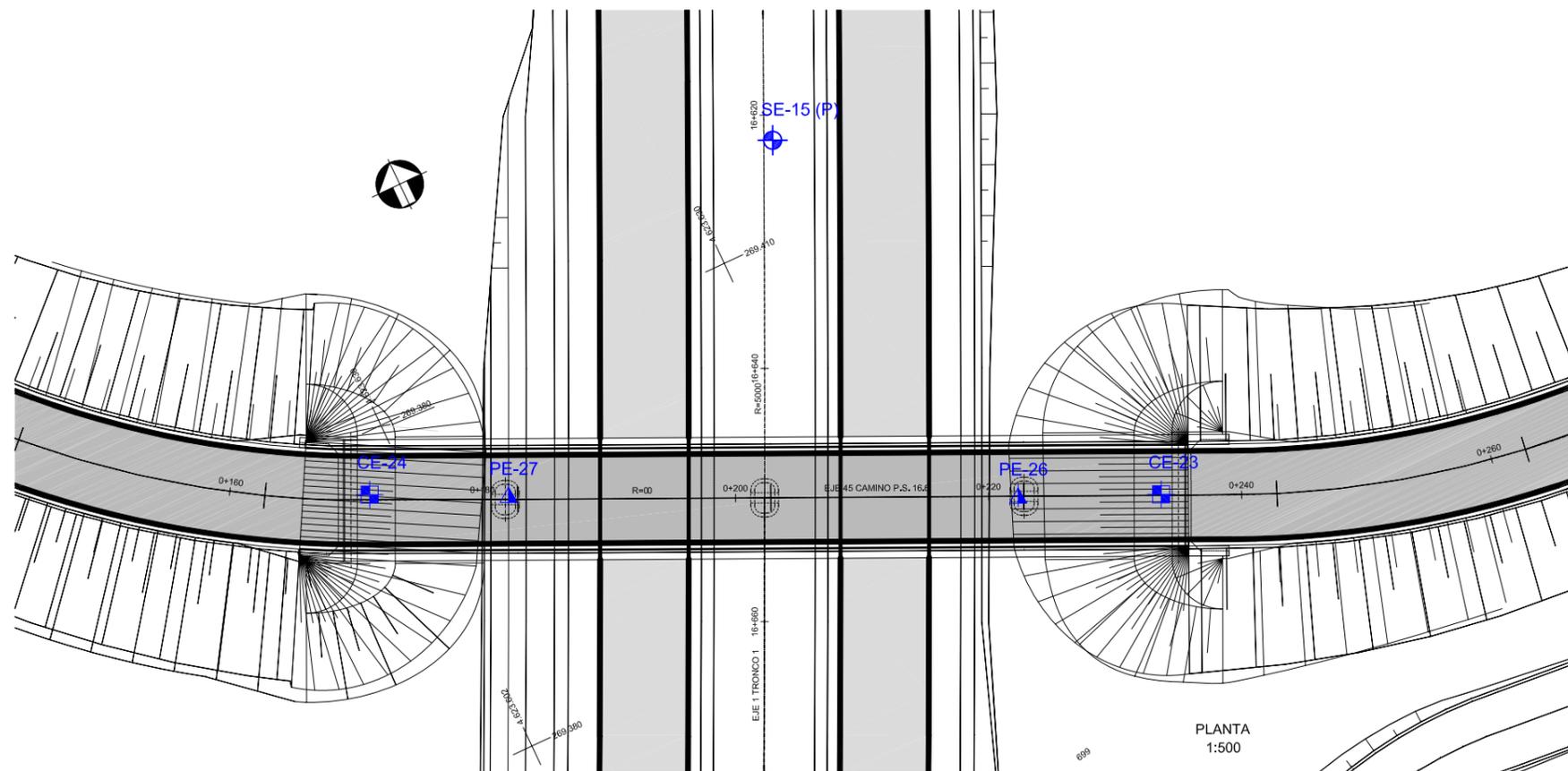
TERCIARIO

- Tc₁ (TIERRA DE CAMPOS) ARCILLAS CON INDICIOS DE ARENA COLOR OCRE (DURA)
- TA (FORMACIÓN ASPARIEGO) ARENAS MEDIAS ARCILLOSAS CON ALGO DE GRAVA (MUY DENSA) DE COLOR ROJIZO
- CE-24 CALICATA EXCAVADA
- ▲ PE-3 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)
- SE-29 SONDEO MECÁNICO A ROTACION
- CONTACTO DISCORDANTE
- VALOR DEL N₃₀ EN ENSAYO SPT Ó N₂₀ EN ENSAYO D.P.S.H.
- PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN
- Cu VALOR DE LA RESISTENCIA AL CORTE SIN DRENAJE (VANE)
- ▼ N.F. 5,60 NIVEL FREÁTICO

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.

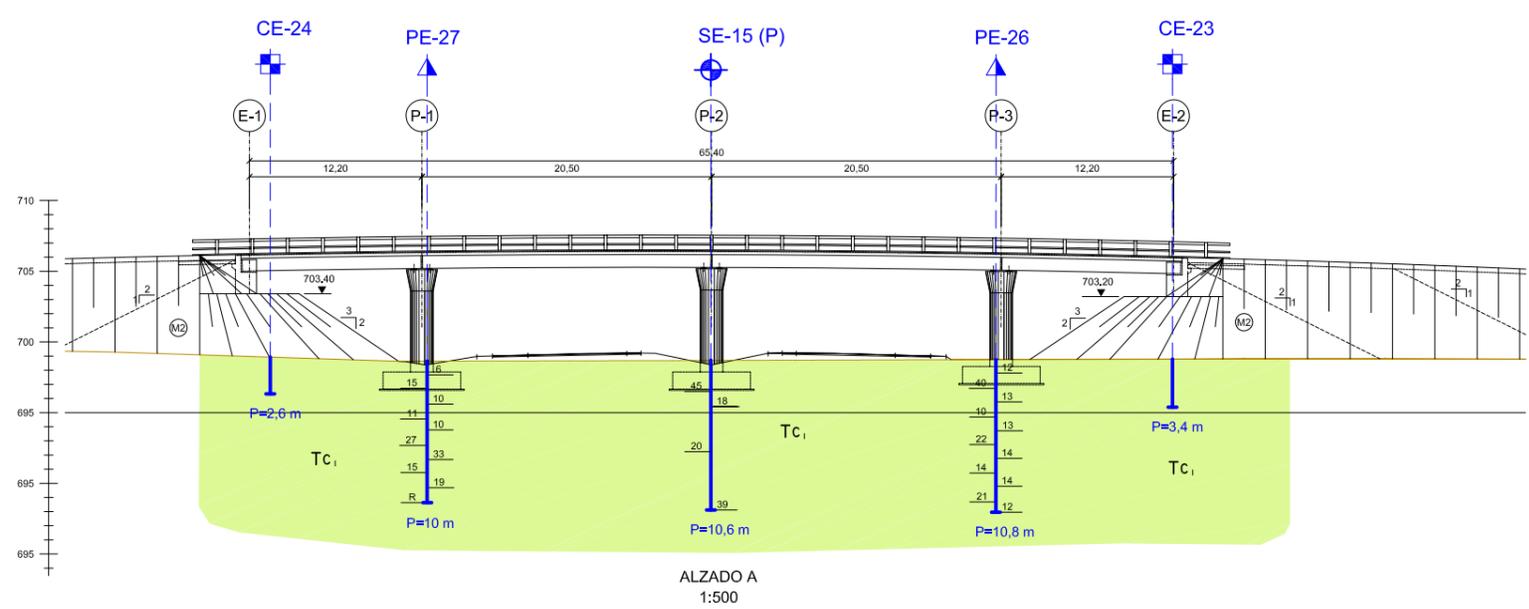


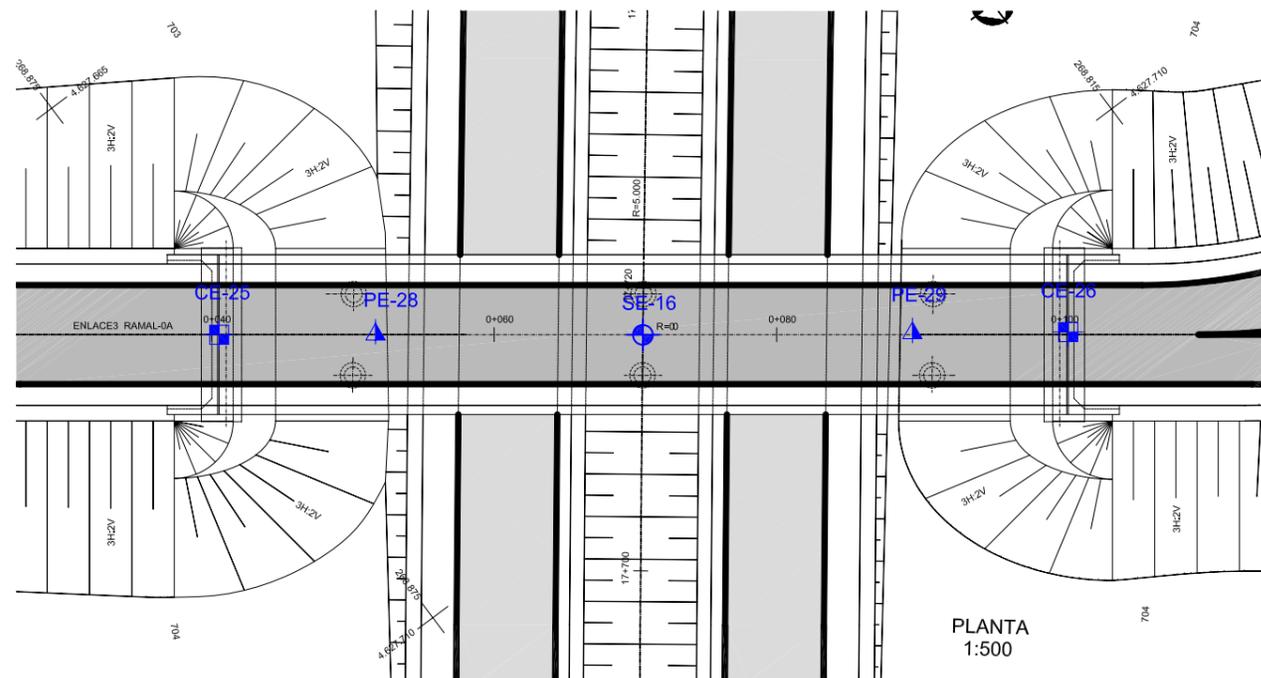


- ### LEYENDA
- TERCIARIO**
- Tc₁ (TIERRA DE CAMPOS) ARCILLA CON ALGO DE ARENA DE COLOR OCRE Y VERDOSO (MUY FIRME)
 - CE-3 CALICATA EXCAVADA
 - PD-2 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)
 - SE-10 SONDEO MECÁNICO A ROTACION
 - CONTACTO DISCORDANTE
 - VALOR DEL N₃₀ EN ENSAYO SPT Ó N₃₀ EN ENSAYO D.P.S.H
 - P=5 m PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN
 - N.F. NIVEL FREÁTICO

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.





LEYENDA

TERCIARIO

TA (FORMACIÓN ASPARIEGOS) ARCILLAS ARENOSAS COLOR ROJIZO CON ALGO DE GRAVAS (DURO), LOCALES CIMENTACIONES

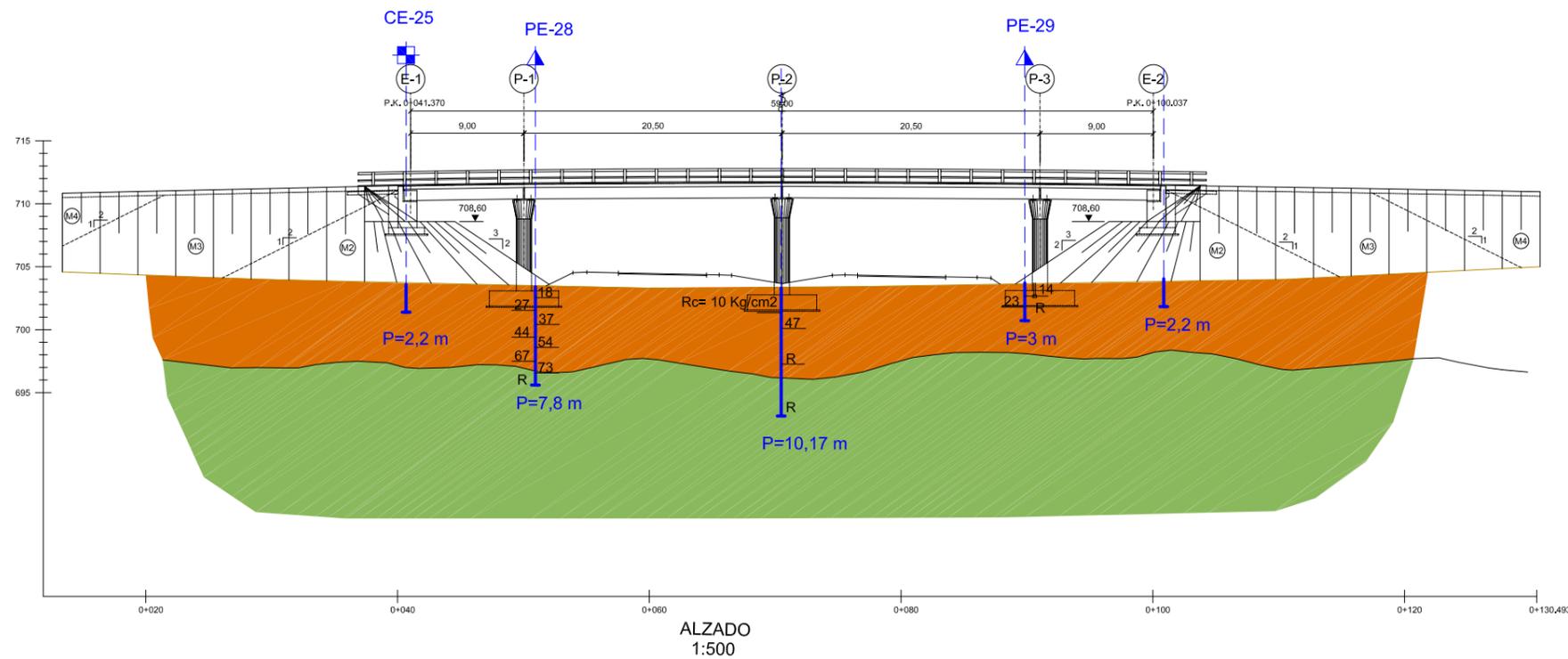
ORDOVÍCICO

OR ESQUISTO ALTERADO G.V.: ARCILLA COLOR BLANQUECINA ROJIZA Y AMARILLENTO, A PARTIR DE 9 M PASA A G. IV-III

- CE-26** CALICATA EXCAVADA
- PE-29** PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)
- SE-16** SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN
- CONTACTO DISCORDANTE
- VALOR DEL N_{30} EN ENSAYO SPT Ó N_{30} EN ENSAYO D.P.S.H.
- PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.

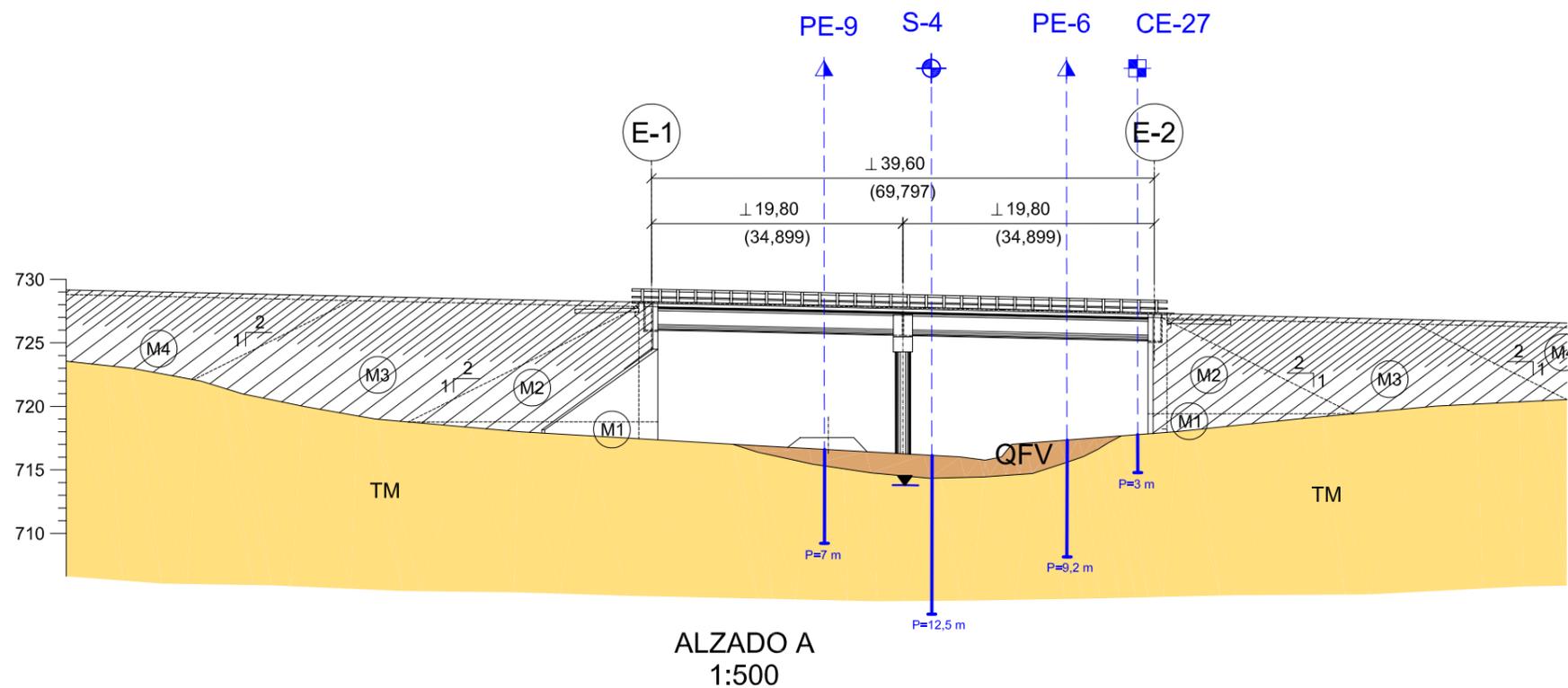
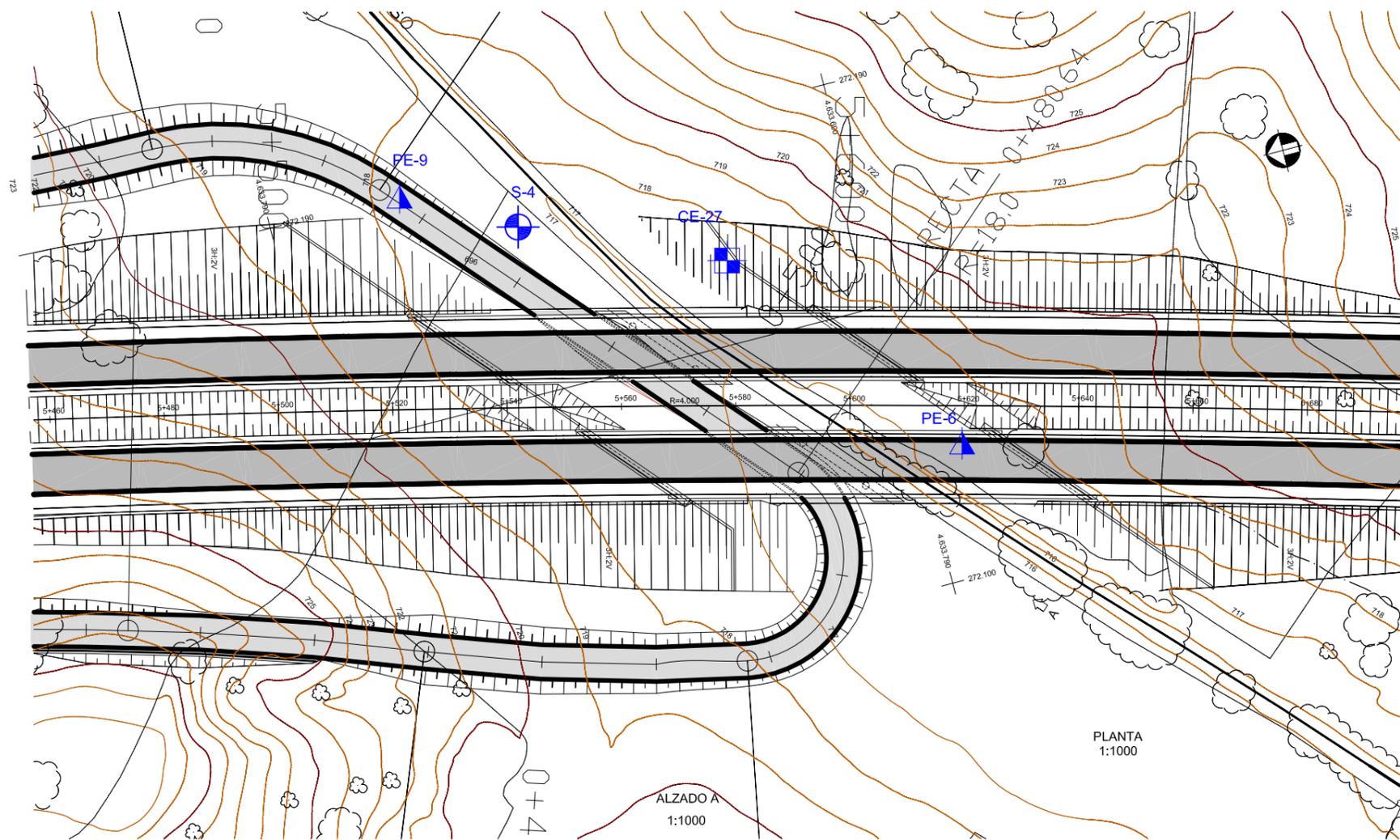


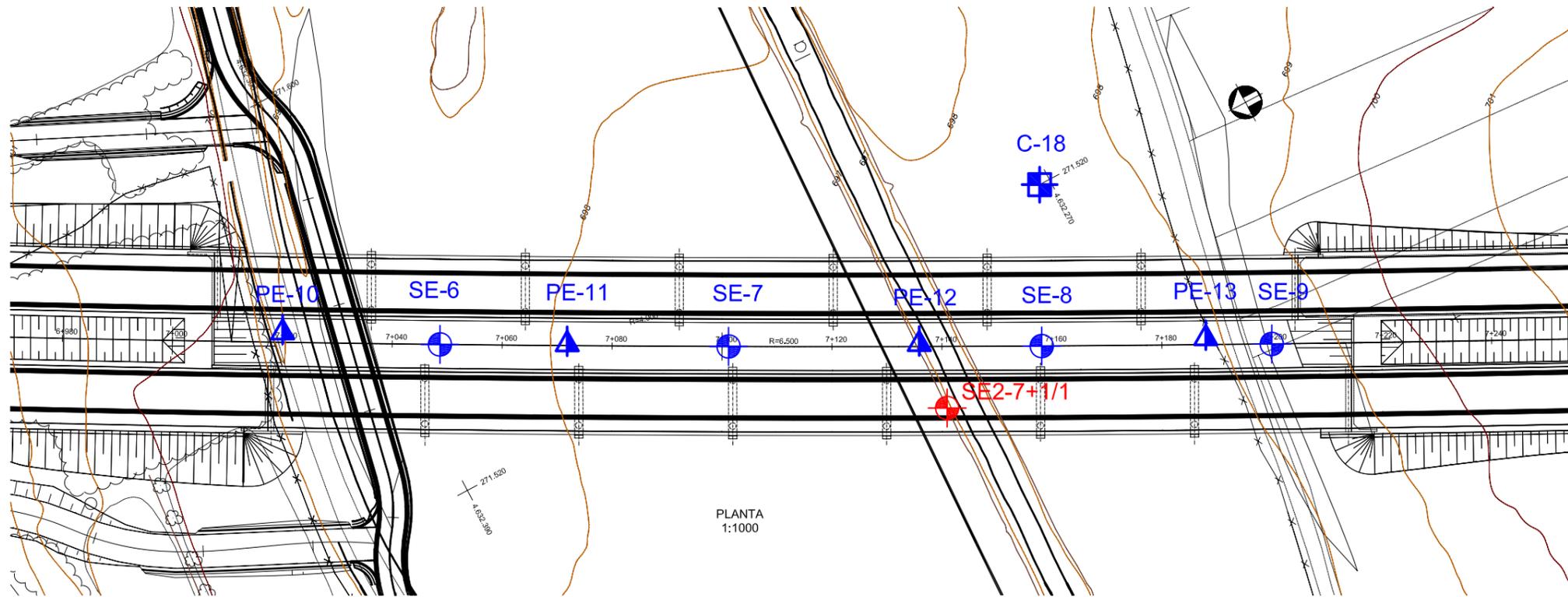
LEYENDA

- CUATERNARIO**
- QFV** ARCILLA MARRÓN CON CANTOS REDONDEADOS
- TERCIARIO**
- TM** (FACIES MONTAMARTA) AGLOMERADO POCO CEMENTADO CON ALGO DE ARENA Y ARCILLA MUY DENSO
- CE-3** CALICATA EXCAVADA
 - PE-6/9** PENETRÓMETRO DINÁMICO (DPSM)
 - S-4** SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN
- CONTACTO DISCORDANTE
- NIVEL PIEZOMÉTRICO DEL SONDEO
- 45
12
32
P=5 m
- VALOR DEL N₆₀ EN ENSAYO SPT Ó N₆₀ EN ENSAYO D.P.S.H
- PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.





LEYENDA

CUATERNARIO

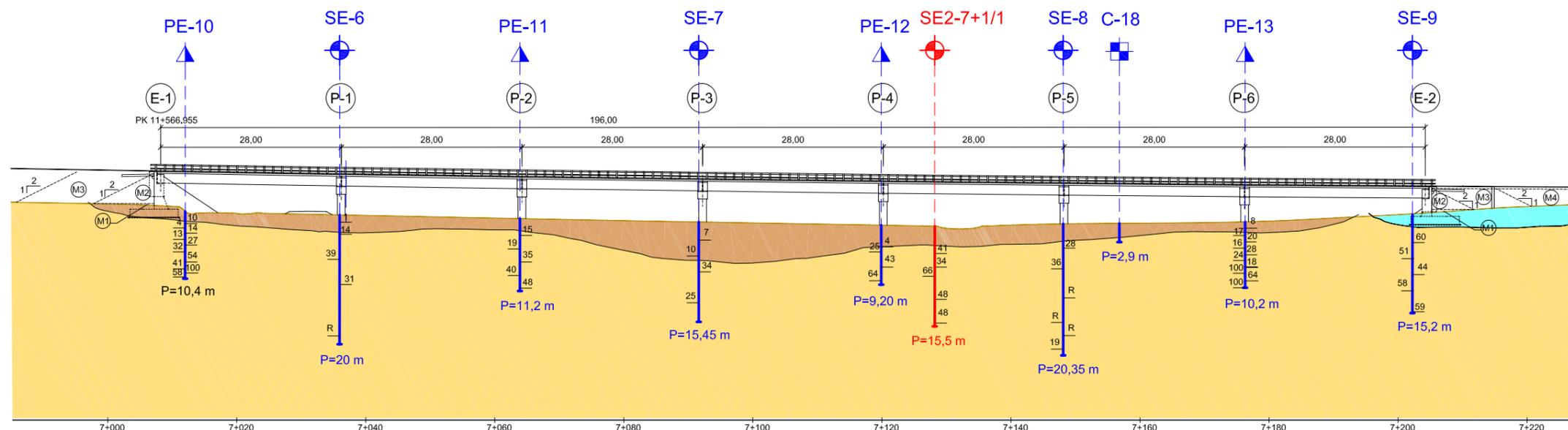
- QT (TERRAZA ALUVIAL) GRAVAS CON MATRIZ ARENOSA
- QFV (FONDO DE VAGUADA) ARENAS GRUESAS CON CANTOS
- Tm (FACIES MONTAMARTA) ARENAS ARCILLOSAS (DURAS)

TERCIARIO

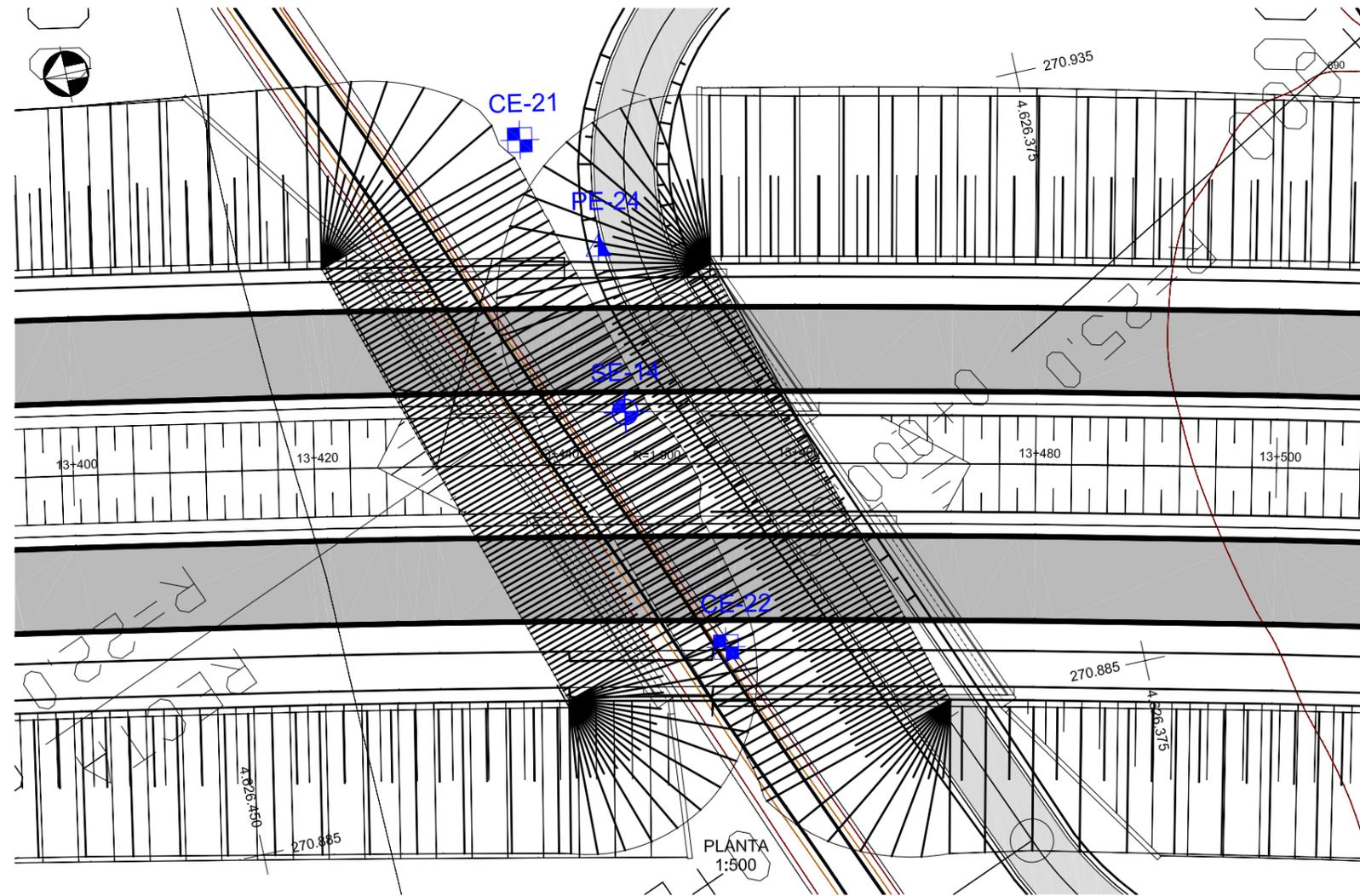
- CE-18 CALICATA EXCAVADA
- PE-11 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)
- SE-6 SONDEO MECÁNICO A ROTACION
- CONTACTO DISCORDANTE
- VALOR DEL N₆₀ EN ENSAYO SPT O N₁₀₀ EN ENSAYO D.P.S.H.
- PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.



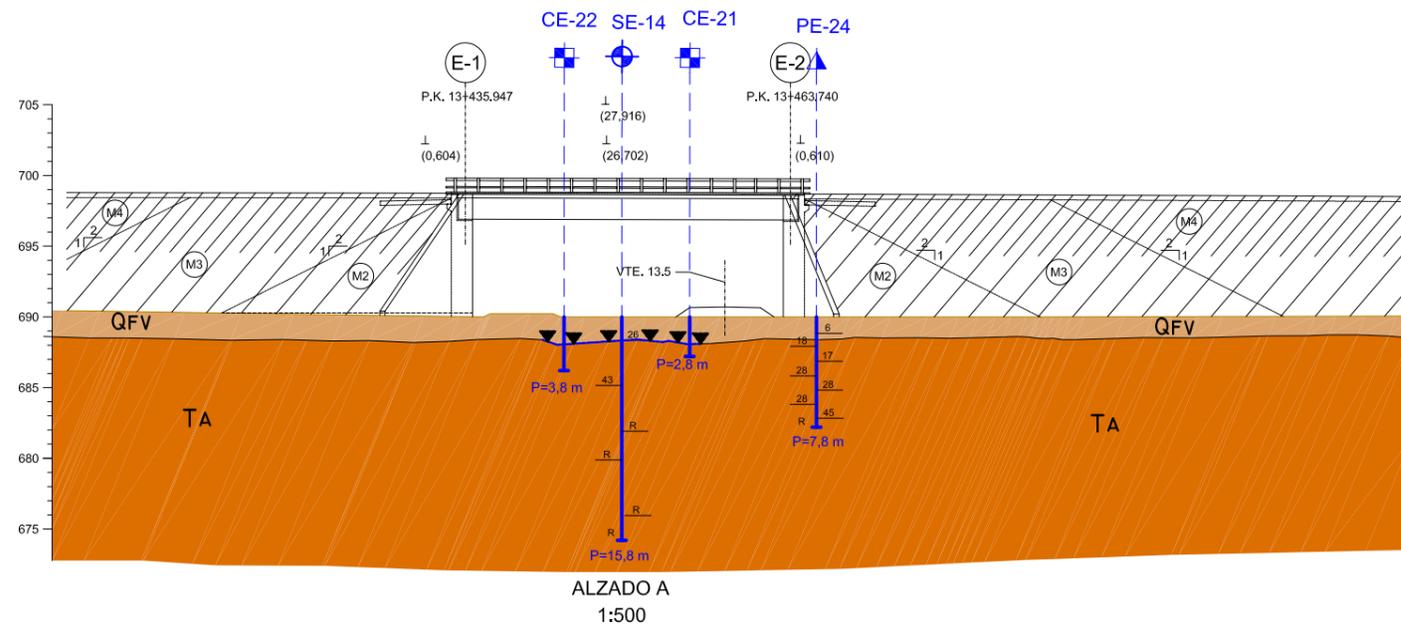
ALZADO BORDE IZQUIERDO
1:800

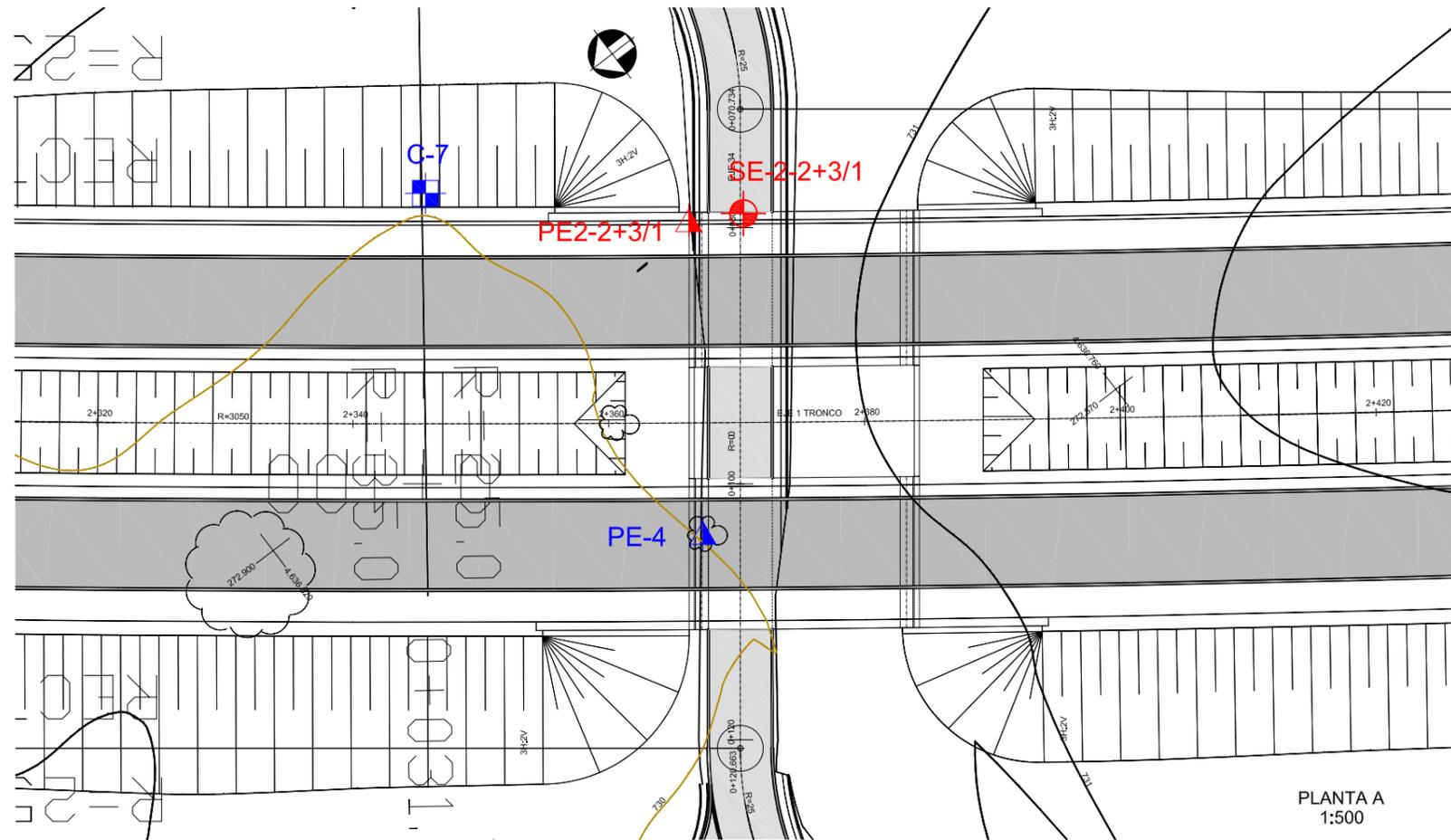


- ### LEYENDA
- CUATERNARIO**
- QFV** (CUATERNARIO FONDO DE VAGUADA) GRAVAS ARCILLOSAS
- TERCIARIO**
- TA** (FACIES ASPARIGOS) ARENAS CON BASTANTE ARCILLA (MUY DENSO)
- CE-22**
 CALICATA EXCAVADA
- PE-24**
 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)
- SE-14**
 SONDEO MECÁNICO A ROTACION
- CONTACTO DISCORDANTE
- NIVEL FREÁTICO
- SONDEO MECÁNICO A TRACCIÓN DE PROSPECCIONES ADIF
- PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.





PLANTA A
1:500

LEYENDA

CUATERNARIO

QFV (CUATERNARIO FONDO DE VAGUADA) LIMO ARCILLOSO MARRÓN CON ALGO DE ARENA E INDICIOS DE GRAVA

TERCIARIO

Tc (TIERRA DE CAMPOS) LIMO ARENOSO DURO DE COLOR MARRÓN CLARO CON INTERCALACIONES DE ARCILLA Y ARENA (DURO-MUY FIRME)

CE-7 CALICATA EXCAVADA

PE-4 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)

SE-2+3/1 SONDEO MECÁNICO A ROTACION

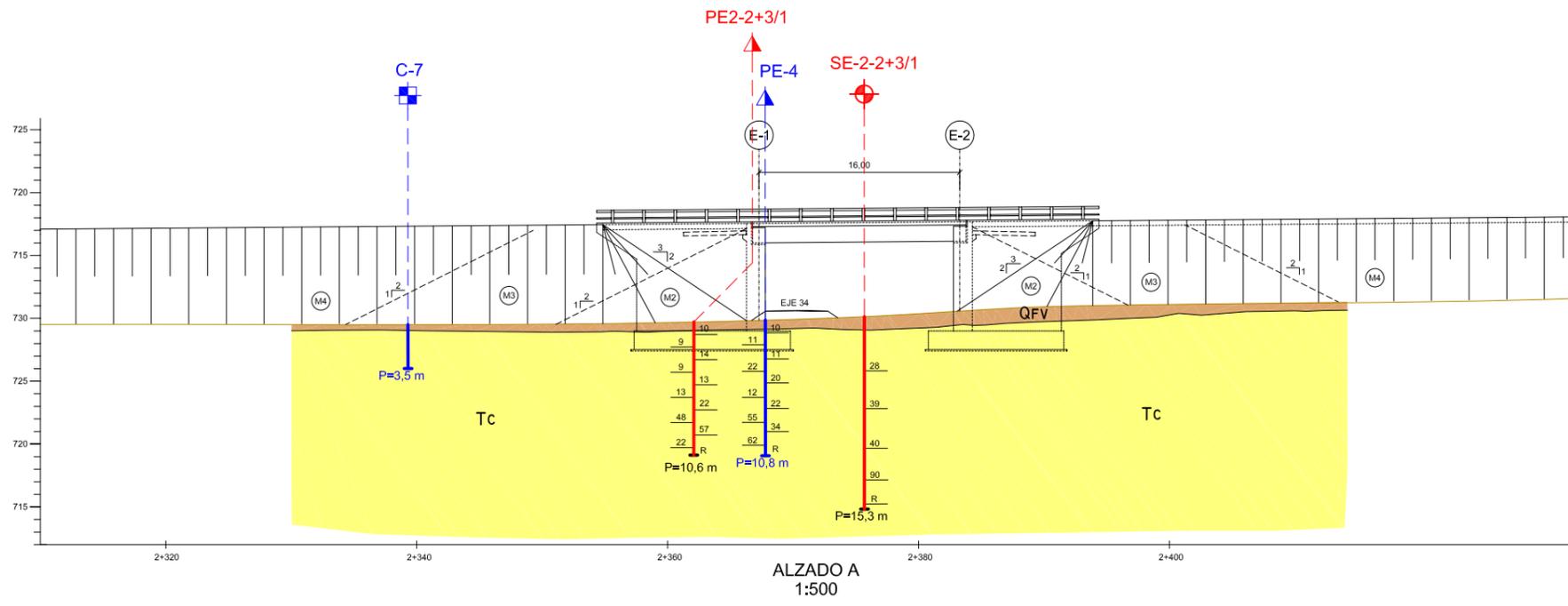
CONTACTO DISCORDANTE

VALOR DEL N₆₀ EN ENSAYO SPT O N₆₀ EN ENSAYO D.P.S.H.

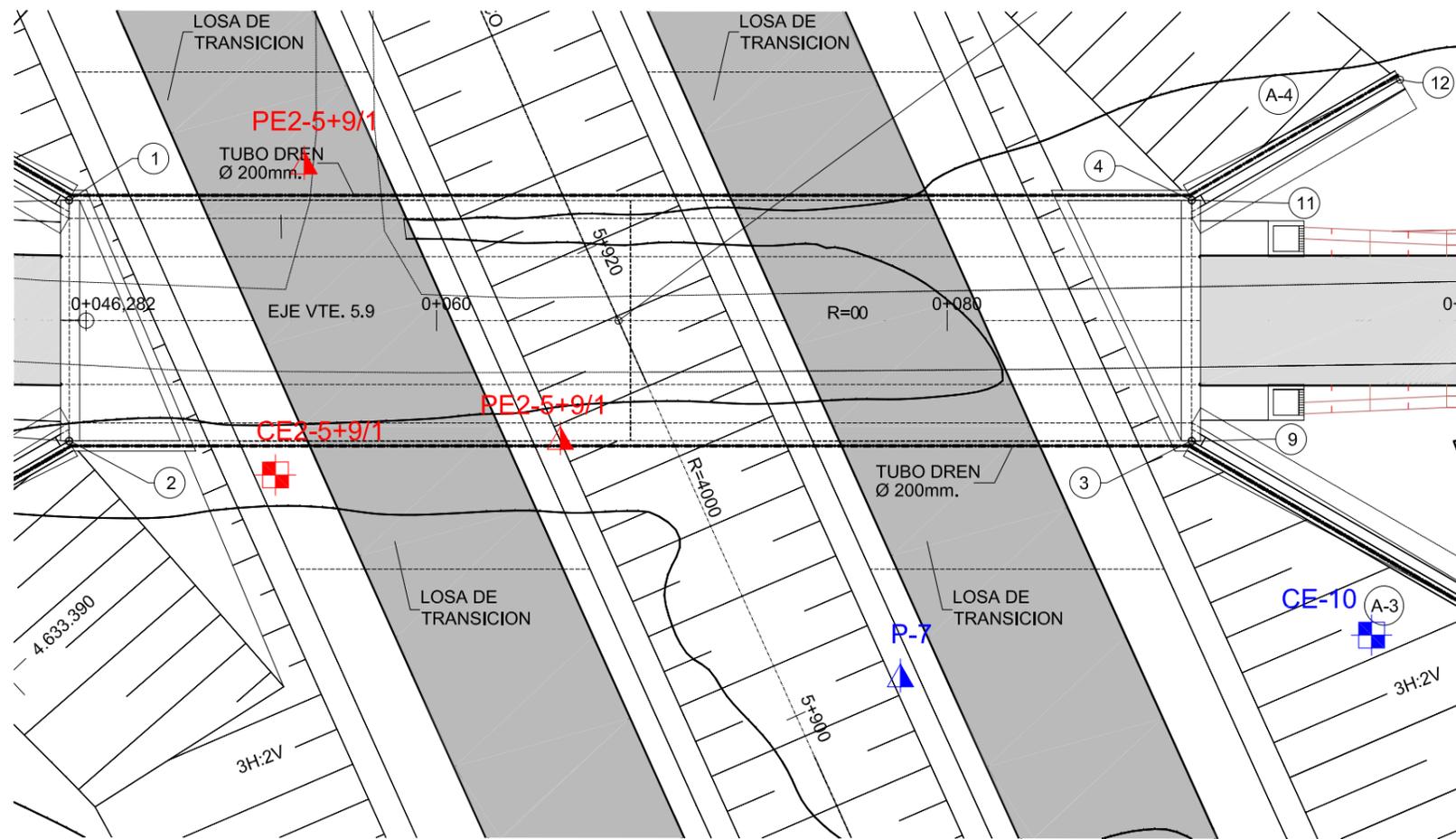
P=5 m PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.



ALZADO A
1:500



LEYENDA

CUATERNARIO

QFV (FONDO DE VAGUADA) ARENAS ARCILLOSAS CON CANTOS DISPERSOS, MARRÓN

TERCIARIO

TM (FORMACIÓN MONTAMARTA) ARENAS MEDIAS-GRUESAS CON ALGO DE ARCILLA E INDICIOS DE GRAVA (DENSA-MUY DENSA)

CE2-5+9/1

CALICATA EXCAVADA

PE-7 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)

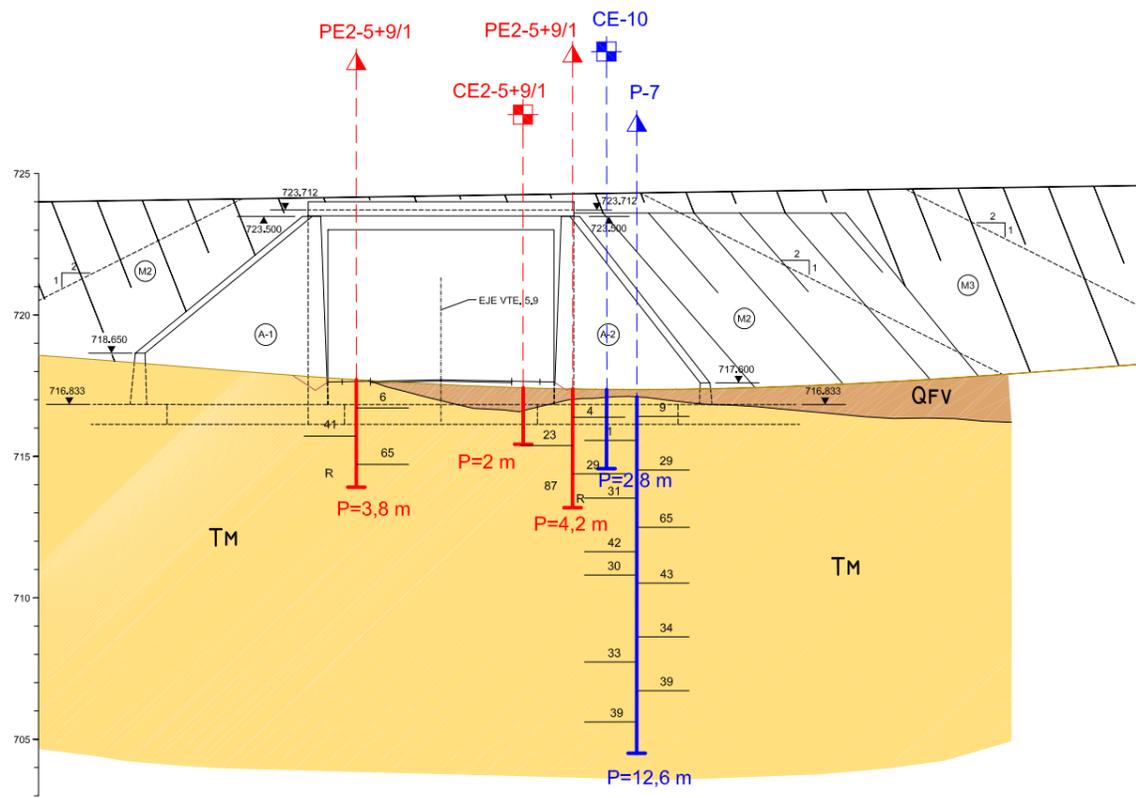
CONTACTO DISCORDANTE

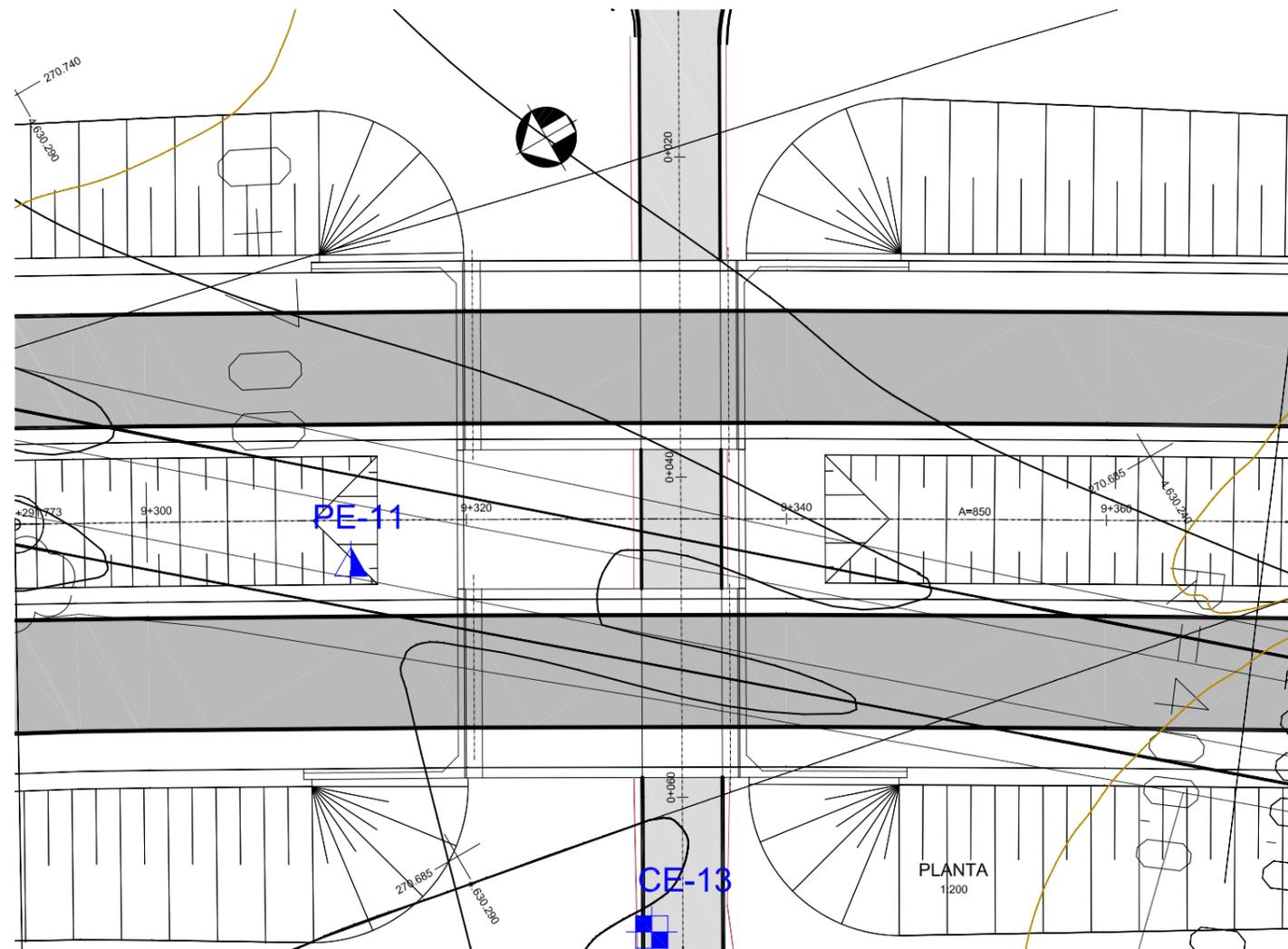
VALOR DEL N₆₀ EN ENSAYO SPT Ó N₆₀ EN ENSAYO D.P.S.H.

PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

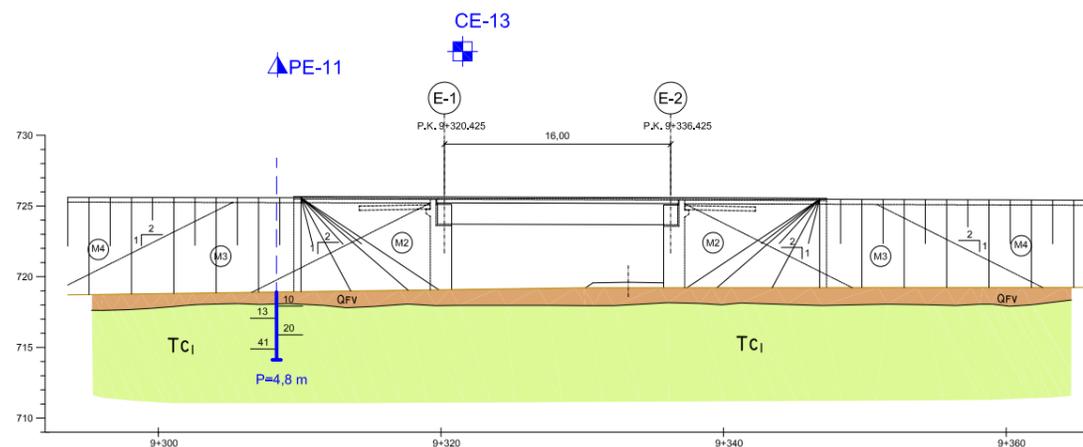
NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.





ALZADO A
1:400



ALZADO A
1:500

LEYENDA

CUATERNARIO

QFv (FONDO DE VALLE) GRAVAS ARENO ARCILLOSAS

TERCIARIO

Tc1 (TIERRA DE CAMPOS) ARCILLA CON INDICIOS DE ARENA COLOR VERDOSA -OCRE (MUY FIRME - DURA)

CE-3 CALICATA EXCAVADA EN PROYECTO CONSTRUCTIVO

PE-15 PENETRÓMETRO DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO

SP1-521,3 SONDEO MECÁNICO A TRACCIÓN DE PROSPECCIONES ADIF

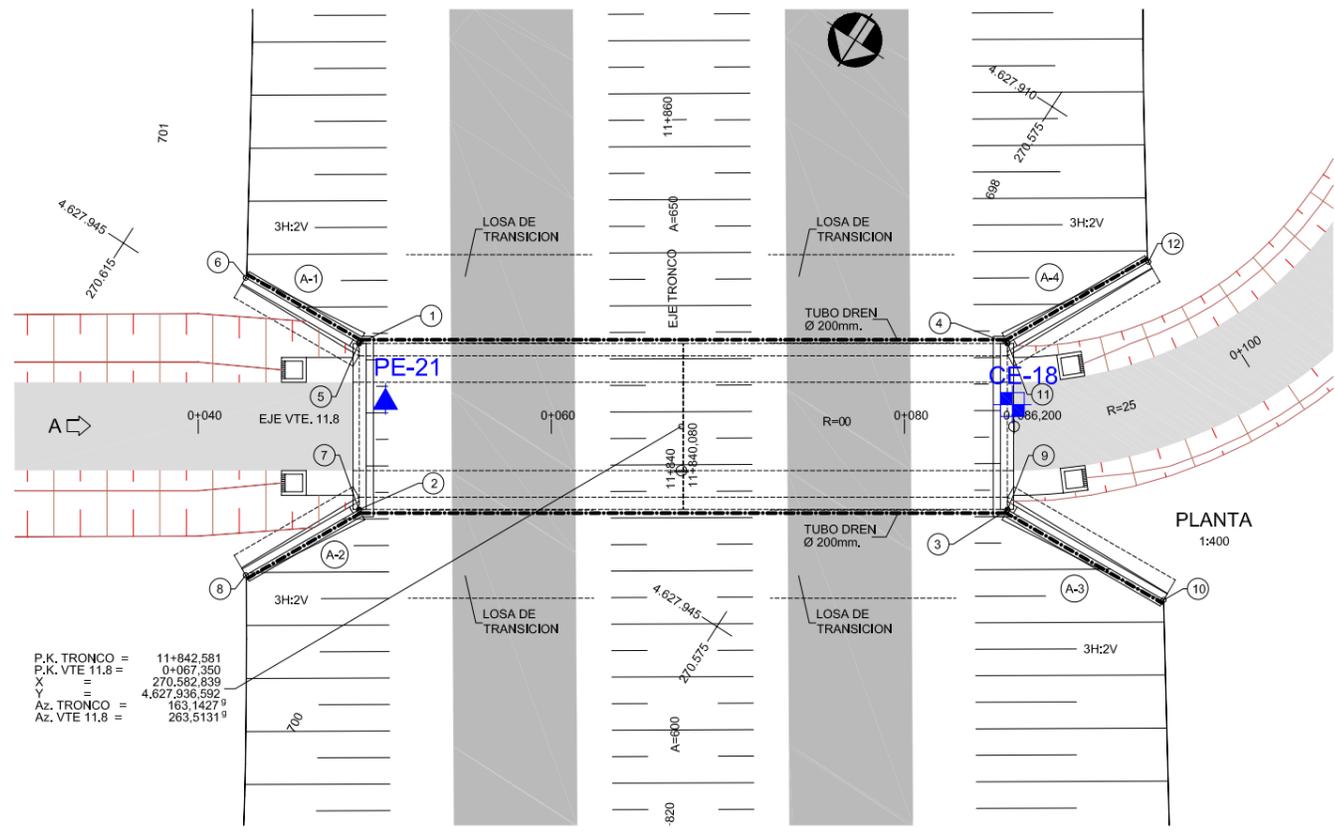
CONTACTO DISCORDANTE

VALOR DEL N₃₀ EN ENSAYO SPT Ó N₂₀ EN ENSAYO D.P.S.H

P=5 m PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.

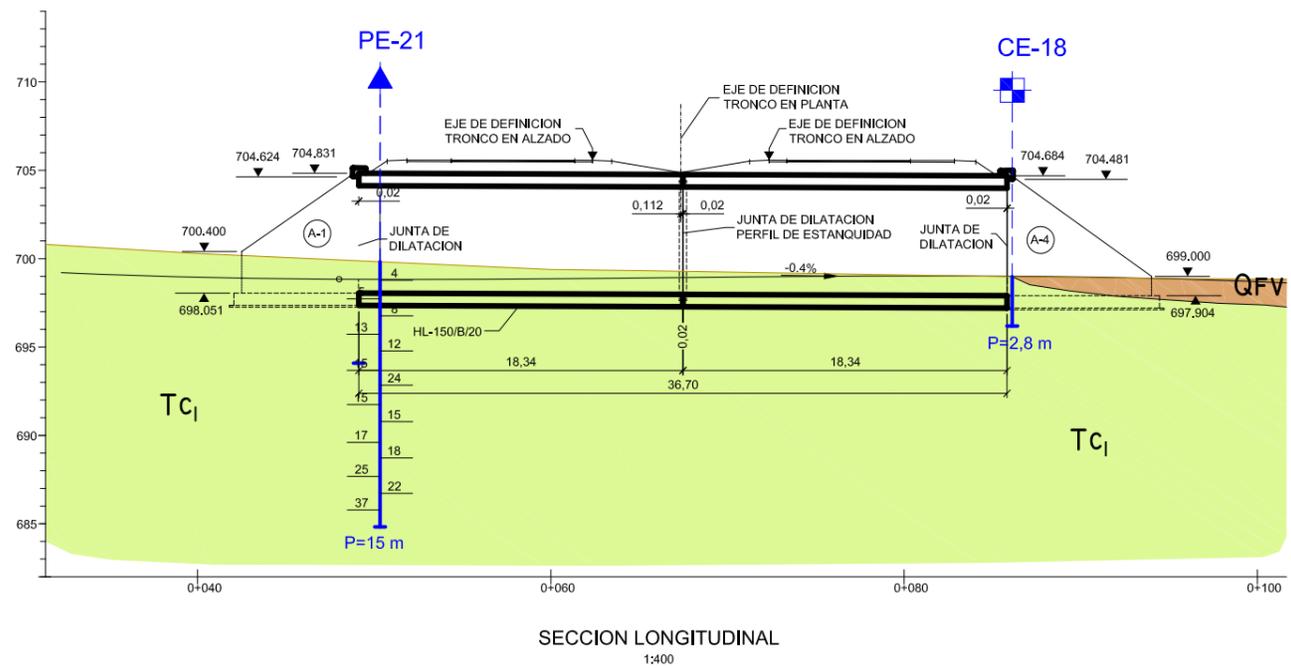


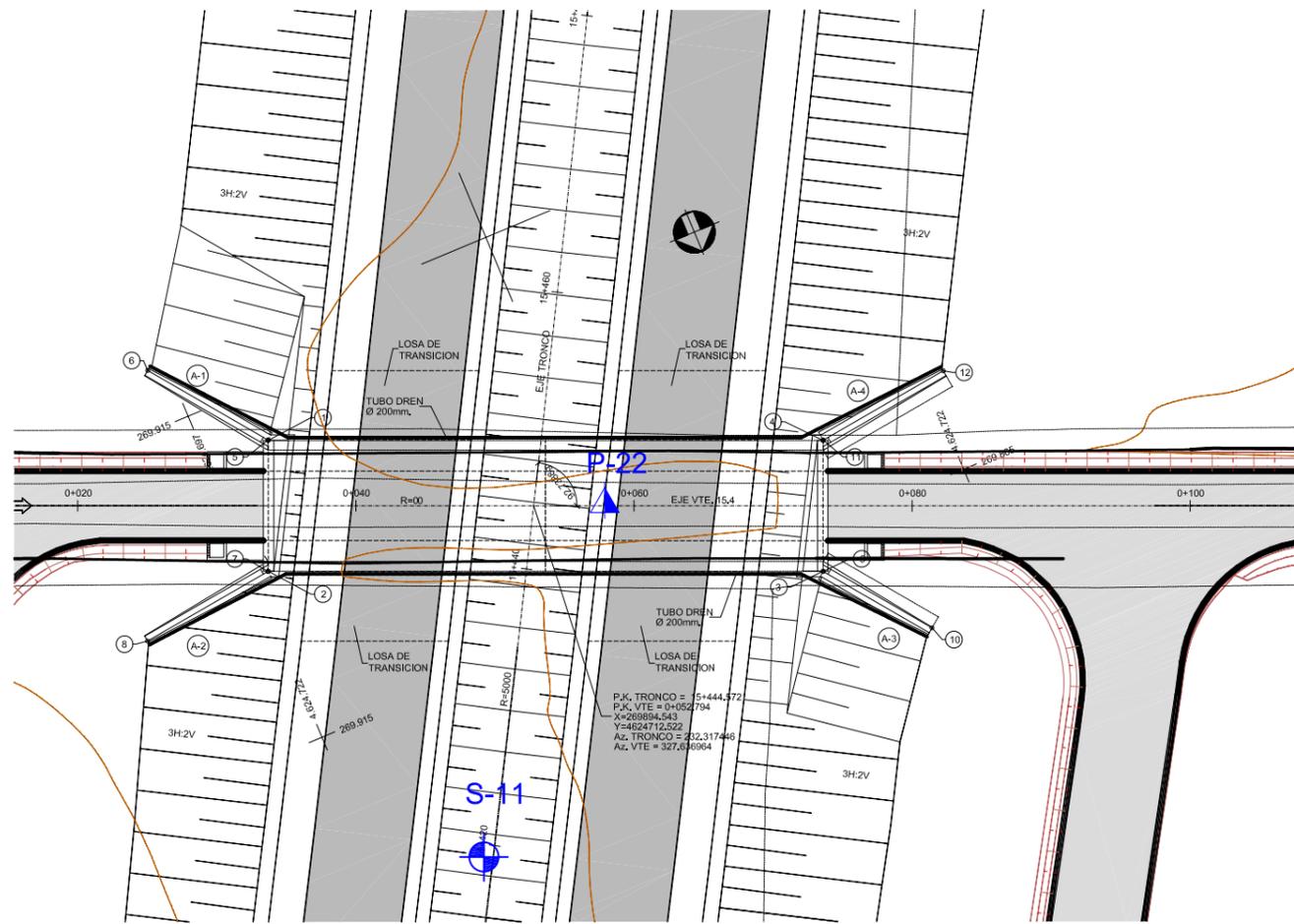
LEYENDA

- CUATERNARIO**
- QFV (FONDO DE VALLE) ARCILLAS CON ALGO DE ARENA (FIRMES)
- NEOGENO**
- Tc₁ (TIERRA DE CAMPOS) ARCILLAS LIMOSAS CON INDICIOS DE ARENA Y GRAVA (MUJ FIRME-DURO)
- CE-18 CALICATA EXCAVADA
 PE-21 PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)
- CONTACTO DISCORDANTE
 VALOR DEL N₃₀ EN ENSAYO SPT Ó N₂₀ EN ENSAYO D.P.S.H.
 PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.





PLANTA
1:500

LEYENDA

CUATERNARIO

Tc₁ (TIERRA DE CAMPOS) ARCILLA DE COLOR GRIS, ANARANJADO Y MARRÓN CON INDICIOS DE ARENA Y GRAVA

TERCIARIO

TA (FACIES ASPARIGOS) GRAVAS CON ALGO DE ARENA Y ARCILLA Y LIGERA CEMENTACIÓN. COLOR GRIS

PE-22

▲ PENETRÓMETRO DINÁMICO (D.P.S.H.)

SE-11

● SONDEO MECÁNICO A ROTACION

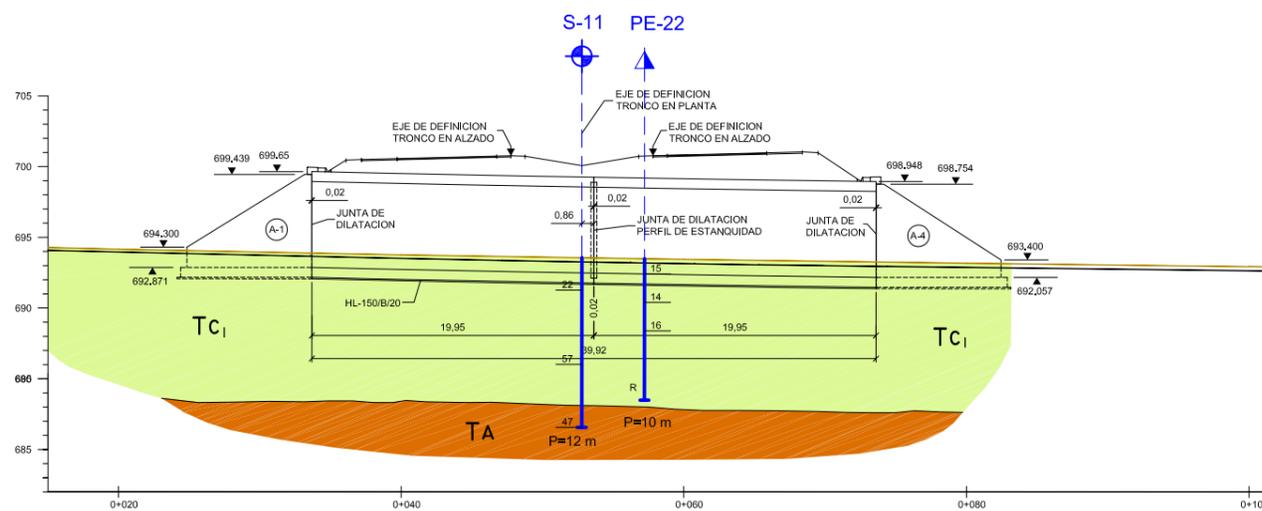
— CONTACTO DISCORDANTE

45
12
32
VALOR DEL N₃₀ EN ENSAYO SPT Ó N₃₀ EN ENSAYO D.P.S.H

P=5 m PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN

NOTA 1: LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SÓLO SE CONOCEN EN LOS PUNTOS Y PROFUNDIDADES INVESTIGADAS. EL CORTE REPRESENTA UNA INTERPRETACIÓN RAZONABLE DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE.

NOTA 2: LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO PINTADA EN ROJO CORRESPONDE A LA REALIZADA PARA ESTE PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CONCESIÓN. LA PINTADA EN COLOR AZUL CORRESPONDE A LOS TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS EN LOS PROYECTOS ANTERIORES.



SECCION LONGITUDINAL
1:500

APÉNDICE 2. SONDEOS



REGISTRO DE SONDEO

Trabajo: **PROYECTO CONSTRUCTIVO
AUTOVÍA DE LA PLATA, A-66
TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO - ZAMORA**

Supervisor:
Emp. de Sondeos: INZAMAC
Tipo de Sonda: TP-50
Sistema de Perforación: ROTACIÓN
Superficie: CAMINO

Coordenadas U.T.M.
X: 2744527.2514
Y: 4638383.7119
Z: 716

Posición Relativa:
P.K.: 0+110
Distancia al eje: 35 m.
Objeto del Sondeo:
CIMENTACIÓN

SONDEO
SE2-0+1/1
Fecha Inicial.: 26-02-2013
Fecha Final.: 28-02-2013

Tipo de perforación	Entubación	Nombre de Muestra	Golpeo				N / 30 cm	TOMA MUESTRAS	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Nivel de agua	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN													FOTOGRAFÍAS DEL TESTIGO	
			ANÁLISIS QUÍM.		PROCTOR MODIF.								C.B.R.		LÍMITES DE ATTERBERG			Clasificación U.S.C.S.									
			10	20	30	40					Materia Orgánica (%)	ión Sulfato (%)	Dens. máx. (gr/cm³)	Hum. óptima (%)	100% del Proctor M.	Hincham. libre (%)	Humedad Natural (%)		Densidad Seca (g/cm³)	Contenido de GRAVA (%)	Contenido de ARENA (%)	Cont. de FINOS (%)	L. Líquido (%)	L. Plástico (%)	Í. de Plasticidad		
		SPT-3	10	15	20	25		36	12.00		ARENAS CON LIMOS, GRANO DECRECIENTE A MURO Y CON TONOS MARRONES A TECHO Y GRISES A MURO (DENSAS)																
		SPT-4	10	15	20	25		49	14.00		- Presencia de agua																
									15.00		- De 15,50 a 15,60 tramo arcillas gris claro duras y plasticas FIN DE SONDEO A 15,60 m																

SIMBOLOGÍA

- SPT
- TESTIGO PARAFINADO
- MUESTRA INALTERADA
- SATURADO
- MUESTRA ALTERADA
- SIN MUESTRA
- NIVEL DE AGUA



REGISTRO DE SONDEO

Trabajo: **PROYECTO CONSTRUCTIVO
AUTOVÍA DE LA PLATA, A-66
TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO - ZAMORA**

Supervisor:
Emp. de Sondeos: EUROCONSULT
Tipo de Sonda: RL 48 L
Sistema de Perforación: ROTACIÓN
Superficie:

Coordenadas U.T.M.
X: 273947.8406
Y: 467775.9139
Z: 723,3

Posición Relativa:
P.K.: 0+910
Distancia al eje: 35 m
Objeto del Sondeo:
CIMENTACIÓN

SONDEO
SE2-0+9/1
Fecha Inicial.: 15-03-2013
Fecha Final.: 15-03-2013

Tipo de perforación	Entubación	Nombre de Muestra	Golpeo 10 20 30 40	N / 30 cm	TOMA MUESTRAS	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Nivel de agua	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN													FOTOGRAFÍAS DEL TESTIGO			
										ANÁLISIS QUÍM.		PROCTOR MODIF.		C.B.R.							LÍMITES DE ATTERBERG			Clasificación U.S.C.S.		
										Materia Orgánica (%)	ión Sulfato (%)	Dens. máx. (gr/cm³)	Hum. óptima (%)	100% del Proctor M.	Hincham. libre (%)	Humedad Natural (%)	Densidad Seca (g/cm³)	Contenido de GRAVA (%)	Contenido de ARENA (%)	Cont. de FINOS (%)	L. Líquido (%)	L. Plástico (%)	Í. de Plasticidad			
		MI-3		R		12		ARCILLA CON BASTANTE GRAVA PEQUEÑA E INDICIOS - ALGO DE ARENA GRUESA (DURO-MUY DURO)																		
						13																				
						14																				
						15		FIN DEL SONDEO A 15,40 m																		

SIMBOLOGÍA

SPT	TESTIGO PARAFINADO	MUESTRA INALTERADA	SATURADO
MUESTRA ALTERADA	SIN MUESTRA	NIVEL DE AGUA	



REGISTRO DE SONDEO

Trabajo: **PROYECTO CONSTRUCTIVO
AUTOVÍA DE LA PLATA, A-66
TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO - ZAMORA**

Supervisor:
Emp. de Sondeos: INZAMAC
Tipo de Sonda: TP-50
Sistema de Perforación: ROTACIÓN
Superficie: SEMBRADO

Coordenadas U.T.M.
X: 272899.3793
Y: 4636774.4977
Z: 730

Posición Relativa:
P.K.: 2+370
Distancia al eje: 15 m
Objeto del Sondeo:
CIMENTACIÓN

SONDEO
SE2-2+3/1
Fecha Inicial.: 4-03-13
Fecha Final.: 4-03-13

Tipo de perforación	Entubación	Nombre de Muestra	Golpeo				N / 30 cm	TOMA MUESTRAS	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Nivel de agua	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN													FOTOGRAFÍAS DEL TESTIGO		
			ANÁLISIS QUÍM.		PROCTOR MODIF.								C.B.R.		LÍMITES DE ATTERBERG			Clasificación U.S.C.S.										
			10	20	30	40					Materia Orgánica (%)	ión Sulfato (%)	Dens. máx. (gr/cm³)	Hum. óptima (%)	100% del Proctor M.	Hincham. libre (%)	Humedad Natural (%)		Densidad Seca (g/cm³)	Contenido de GRAVA (%)	Contenido de ARENA (%)	Cont. de FINOS (%)	L. Líquido (%)	L. Plástico (%)	Í. de Plasticidad			
								12		LIMO ARENOSO DE GRANO FINO COLOR MARRÓN ROJIZO (DURO)																		
								13																				
								14		ARENAS CON ALGO DAE GRAVA EN MATRIZ LIMOSA (MOD. DENSO). TONOS MARRÓN CLARO Y GRISES BLANQUECINOS CON TRAMOS ALGO ROJIZOS																		
								15		ARENAS MEDIAS A GRUESAS DE TONOS AMARILLENOS Y ROJIZOS (DENSAS)																		
										FIN DE SONDEO A 15,30 m																		

SIMBOLOGÍA

	TESTIGO PARAFINADO		MUESTRA INALTERADA		SATURADO
	SIN MUESTRA		NIVEL DE AGUA		



REGISTRO DE SONDEO

Trabajo: **PROYECTO CONSTRUCTIVO
AUTOVÍA DE LA PLATA, A-66
TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO - ZAMORA**

Supervisor:
Emp. de Sondeos: INZAMAC
Tipo de Sonda: TP-50
Sistema de Perforación: ROTACIÓN
Superficie:

Coordenadas U.T.M.
X: 272224.4670
Y: 4634504.5730
Z: 740

Posición Relativa:
P.K.: 4+790
Distancia al eje: 32 m
Objeto del Sondeo:
CIMENTACIÓN

SONDEO
SE2-4+7/1
Fecha Inicial.: 21-02-2013
Fecha Final.: 25-02-2013

Tipo de perforación	Entubación	Nombre de Muestra	Golpeo				N / 30 cm	TOMA MUESTRAS	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Nivel de agua	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN													FOTOGRAFÍAS DEL TESTIGO	
			ANÁLISIS QUÍM.		PROCTOR MODIF.								C.B.R.		LÍMITES DE ATTERBERG			Clasificación U.S.C.S.									
				10	20	30	40			Materia Orgánica (%)	Íon Sulfato (%)	Dens. máx. (gr/cm³)	Hum. óptima (%)	100% del Proctor M.	Hincham. libre (%)	Humedad Natural (%)	Densidad Seca (g/cm³)		Contenido de GRAVA (%)	Contenido de ARENA (%)	Cont. de FINOS (%)	L. Líquido (%)	L. Plástico (%)	Í. de Plasticidad			
		SPT-2					12		12	█	LIMO BLANQUECINO GRISACEO (DURO) - Problemas con la recuperación debido a la nula cohesión del material (se cae al intentar recuperar)																
		SPT-3					15		R		- El material se cae continuamente y se reperfora varias veces para conseguir extraerlo, muy remoldado y alterado, con pérdida de material FIN DE SONDEO A 15,88 m																

SIMBOLOGÍA

SPT	TESTIGO PARAFINADO	MUESTRA INALTERADA	SATURADO
MUESTRA ALTERADA	SIN MUESTRA	NIVEL DE AGUA	

REGISTRO DE SONDEO

Trabajo: **PROYECTO CONSTRUCTIVO
AUTOVÍA DE LA PLATA, A-66
TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO - ZAMORA**

Supervisor:
Emp. de Sondeos: CONTROL DE OBRA
Tipo de Sonda: FRASTER
Sistema de Perforación: ROTACIÓN
Superficie:

Coordenadas U.T.M.
X: 270200.6212
Y: 4629209.9260
Z: 720.80

Posición Relativa:
P.K.: 10+500
Distancia al eje: 45 m
Objeto del Sondeo:
CIMENTACIÓN

SONDEO
SE2-10+5/1
Fecha Inicial.: 5-03-2013
Fecha Final.: 5-03-2013

Tipo de perforación	Entubación	Nombre de Muestra	Golpeo				N / 30 cm	TOMA MUESTRAS	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Nivel de agua	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN													FOTOGRAFÍAS DEL TESTIGO	
			ANÁLISIS QUÍM.			PROCTOR MODIF.							C.B.R.		LÍMITES DE ATTERBERG			Clasificación U.S.C.S.									
			10	20	30	40				Materia Orgánica (%)	Íon Sulfato (%)	Dens. máx. (gr/cm³)	Hum. óptima (%)	100% del Proctor M.	Hincham. libre (%)	Humedad Natural (%)	Densidad Seca (g/cm³)		Contenido de GRAVA (%)	Contenido de ARENA (%)	Cont. de FINOS (%)	L. Líquido (%)	L. Plástico (%)	Í. de Plasticidad			
		MI-1					22		0	(TERCIARIO) (Tc1) LIMO MARRÓN ROJIZO CON INDICIOS DE ARENA FINA A MURO (FIRME)																	
		SPT-1					28		1	- Arenas finas marrón LIMO MARRÓN CLARO Y AMARILLENTO CON ALGO A INDICIOS DE ARENA (FIRME)																	
		MI-2					26		2	- A 5,40 m presiómetro																	
		SPT-2					13		3	ARENA MEDIA EN MATRIZ ALGO LIMOSA MARRÓN ROJIZA - Se cae y se reviste hasta tramo más arcilloso																	
									4	ARCILLA ARENOSA TONOS MARRONES																	
									5	ARENAS DE GRANO FINO A TECHO QUE AUMENTA A MEDIAS Y OCASIONALMENTE GRAVAS EN MATRIZ LIMOSA, TONOS ROJIZOS																	
									6	- Moderadamente densa																	
									7	LIMOS ARCILLOSOS MARRÓN ROJIZOS, AUMENTA A MURO LA PROPORCIÓN ARCILLOSA																	
									8	ARCILLA LIMOSA DE TONOS ROJIZOS (DURA)																	
									9																		
									10																		
									11																		
									12																		

SIMBOLOGÍA



REGISTRO DE SONDEO

Trabajo: **PROYECTO CONSTRUCTIVO
AUTOVÍA DE LA PLATA, A-66
TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO - ZAMORA**

Supervisor:
Emp. de Sondeos: CONTROL DE OBRA
Tipo de Sonda: FRASTER
Sistema de Perforación: ROTACIÓN
Superficie:

Coordenadas U.T.M.
X: 270200.6212
Y: 4629209.9260
Z: 720.80

Posición Relativa:
P.K.: 10+500
Distancia al eje: 45 m
Objeto del Sondeo:
CIMENTACIÓN

SONDEO
SE2-10+5/1
Fecha Inicial.: 5-03-2013
Fecha Final.: 5-03-2013

Tipo de perforación	Entubación	Nombre de Muestra	Golpeo 10 20 30 40	N / 30 cm	TOMA MUESTRAS	PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	Nivel de agua	ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN															
										ANÁLISIS QUÍM.		PROCTOR MODIF.		C.B.R.		LÍMITES DE ATTERBERG			Clasificación U.S.C.S.						
										Materia Orgánica (%)	Íon Sulfato (%)	Dens. máx. (gr/cm³)	Hum. óptima (%)	100% del Proctor M.	Hincham. libre (%)	Humedad Natural (%)	Densidad Seca (g/cm³)	Contenido de GRAVA (%)		Contenido de ARENA (%)	Cont. de FINOS (%)	L. Líquido (%)	L. Plástico (%)	Í. de Plasticidad	
		MI-3		37		12		ARCILLA MARRÓN OSCURA ROJIZA (DURA)																	
		SPT-3		44		13		- Nodulos blanquecinos de carbonatos																	
						14		ARCILLA LIMOSA MARRÓN CLARO, DURO																	
						15		FIN DE SONDEO A 15,80 m																	

FOTOGRAFÍAS DEL TESTIGO



SIMBOLOGÍA

SPT	TESTIGO PARAFINADO	MUESTRA INALTERADA	SATURADO
MUESTRA ALTERADA	SIN MUESTRA	NIVEL DE AGUA	

APÉNDICE 3. CALICATAS

Trabajo:

**PROYECTO CONSTRUCTIVO
 AUTOVÍA DE LA PLATA, A-66
 TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO - ZAMORA**

Sup:

Objeto de la Calicata:
 CIMENTACIÓN

FECHA: 22-2-2013

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROFUNDIDAD (m)

MUESTRA

Descripción

Nombre de Muestra

Nivel de agua

VANE (kg/cm²)

Humedad Natural (%)

Densidad Seca (g/cm³)

GRANULOMETRÍA

Cont. GRAVA (%)

Cont. ARENA (%)

Cont. FINOS (%)

LÍMITES DE ATTERBERG

L. Líquido (%)

L. Plástico (%)

I. de Plasticidad

Clasificación U.S.C.S.

ANÁLISIS QUÍMICOS

Materia Orgánica (%)

Sales solubles (%)

Yeso (%)

PRÓCTOR MODIFICAD.

Dens. máx. (t/m³)

Hum. óptima (%)

C.B.R.

95% del Próctor M.

98% del Próctor M.

100% del Próctor M.

Hinchariento (%)

Hinchariento Libre (%)

Colapso (1 Kg/cm²)

Colapso (2 Kg/cm²)

Observaciones

0 (FONDO DE VALLE) (Qfv) ARENAS LIMOSAS MARRONES NEGRUZCAS (FLOJAS)
 - Se desmoronan las paredes

1 - Muestra de agua . 1,00-1,50 m

2 (TERCIARIO) (Ta) ARENAS GRUESAS ARCILLOSAS ROJIZAS Y GRISES (FIRMES)
 FIN DE LA CALICATA A 2,00 m
 N.F. A 1,0 m.
 SE PARA PORQUE SE CIEGA LA CATA

Nombre de Muestra	Nivel de agua	VANE (kg/cm ²)	Humedad Natural (%)	Densidad Seca (g/cm ³)	GRANULOMETRÍA	LÍMITES DE ATTERBERG	Clasificación U.S.C.S.	ANÁLISIS QUÍMICOS	PRÓCTOR MODIFICAD.	C.B.R.	Hinchariento (%)	Hinchariento Libre (%)	Colapso (1 Kg/cm ²)	Colapso (2 Kg/cm ²)	Observaciones
M-AGUA	▼														
MA-1															



SIMBOLOGÍA



MUESTRA



NIVEL DE AGUA

Trabajo:

**PROYECTO CONSTRUCTIVO
 AUTOVÍA DE LA PLATA, A-66
 TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO - ZAMORA**

Sup:

Objeto de la Calicata:
 CIMENTACIÓN

FECHA: 6-3-2013

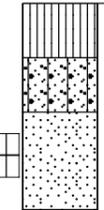
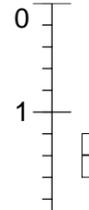
ENSAYOS DE LABORATORIO

PROFUNDIDAD (m)

MUESTRA

Descripción

Nombre de Muestra	Nivel de agua	VANE (kg/cm ²)	Humedad Natural (%)	Densidad Seca (g/cm ³)	GRANULOMETRÍA			LÍMITES DE ATTERBERG			Clasificación U.S.C.S.	ANÁLISIS QUÍMICOS			PRÓCTOR MODIFICAD.		C.B.R.			Observaciones				
					Cont. GRAVA (%)	Cont. ARENA (%)	Cont. FINOS (%)	L. Líquido (%)	L. Plástico (%)	I. de Plasticidad		Materia Orgánica (%)	Sales solubles (%)	Yeso (%)	Dens. máx. (t/m ³)	Hum. óptima (%)	95% del Próctor M.	98% del Próctor M.	100% del Próctor M.		Hinchamiento (%)	Hinchamiento Libre (%)	Colapso (1 Kg/cm ²)	Colapso (2 Kg/cm ²)
MA-1	▼																							



(TERRAZA) (Qt) LIMO CON ALGUNAS GRAVAS (FLOJO)
 GRAVAS EN MATRIZ LIMOSA MARRÓN (FLOJA-MOD. FIRME)
 - Se cae por el agua
 (TERCIARIO) (Tm1) ARENAS GRUESAS Y GRAVAS CON POCA MATRIZ
 - Se caen las paredes en el nivel de agua

N.F. 1,6 m
 FIN DE LA CALICATA A 1,90 m
 SE CIEGA LA CATA



SIMBOLOGÍA
 MUESTRA
 NIVEL DE AGUA

Trabajo:

**PROYECTO CONSTRUCTIVO
 AUTOVÍA DE LA PLATA, A-66
 TRAMO: FONTANILLAS DE CASTRO - ZAMORA**

Sup:

Objeto de la Calicata:
 CIMENTACION

FECHA: 6-3-2013

ENSAYOS DE LABORATORIO

PROFUNDIDAD (m)

MUESTRA

Descripción

Nombre de Muestra

Nivel de agua

VANE (kg/cm²)

Humedad Natural (%)

Densidad Seca (g/cm³)

Cont. GRAVA (%)

Cont. ARENA (%)

Cont. FINOS (%)

L. Líquido (%)

L. Plástico (%)

I. de Plasticidad

Clasificación U.S.C.S.

Materia Orgánica (%)

Sales solubles (%)

Yeso (%)

Dens. máx. (t/m³)

Hum. óptima (%)

95% del Próctor M.

98% del Próctor M.

100% del Próctor M.

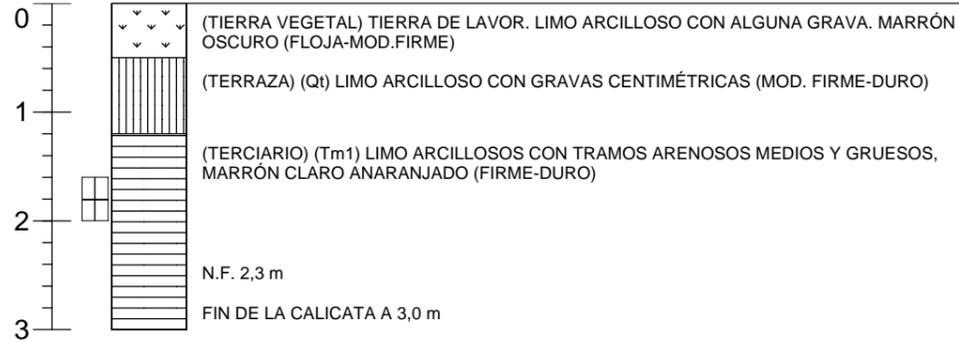
Hinchamiento (%)

Hinchamiento Libre (%)

Colapso (1 Kg/cm²)

Colapso (2 Kg/cm²)

Observaciones



MA-1



SIMBOLOGÍA



MUESTRA



NIVEL DE AGUA

APÉNDICE 4. PENETRACIONES DINÁMICAS



PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-0+1/1

UBICACIÓN: 0.1

FECHA: 08/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla: 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

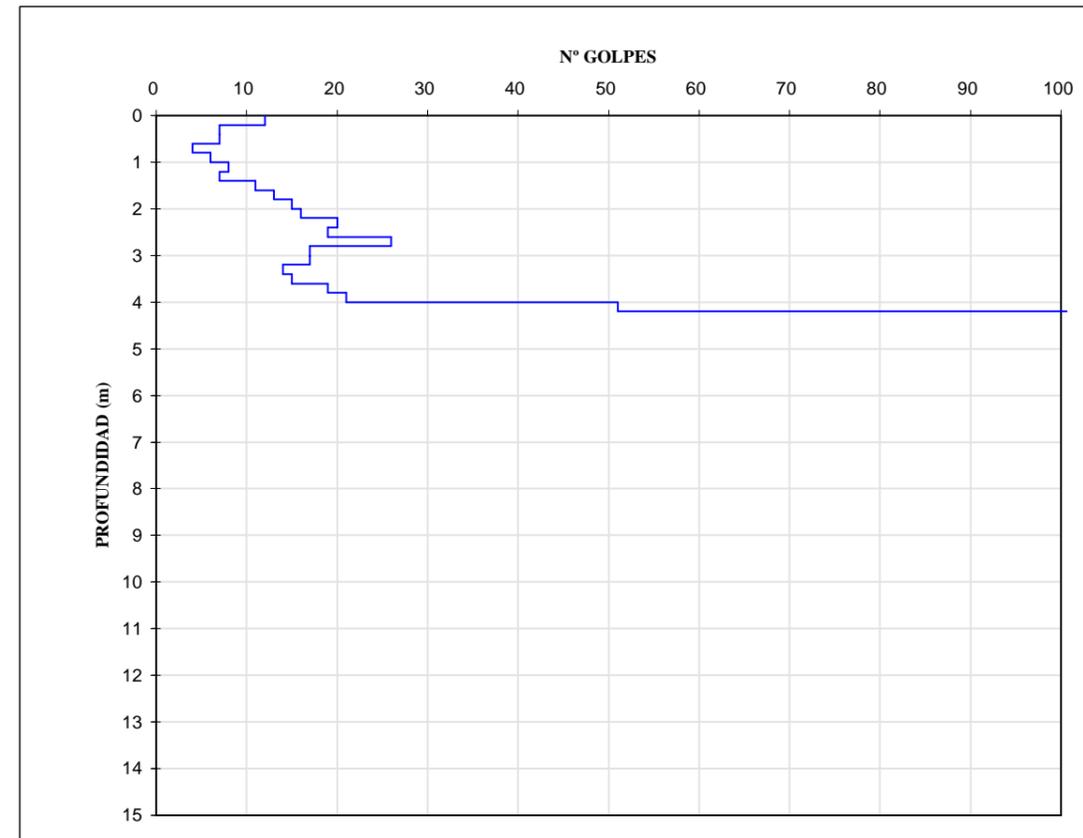


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	12
0.20 - 0.40	7
0.40 - 0.60	7
0.60 - 0.80	4
0.80 - 1.00	6
1.00 - 1.20	8
1.20 - 1.40	7
1.40 - 1.60	11
1.60 - 1.80	13
1.80 - 2.00	15
2.00 - 2.20	16
2.20 - 2.40	20
2.40 - 2.60	19
2.60 - 2.80	26
2.80 - 3.00	17
3.00 - 3.20	17
3.20 - 3.40	14
3.40 - 3.60	15
3.60 - 3.80	19
3.80 - 4.00	21
4.00 - 4.20	51
4.20 - 4.40	150
4.40 - 4.60	
4.60 - 4.80	
4.80 - 5.00	

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	
5.20 - 5.40	
5.40 - 5.60	
5.60 - 5.80	
5.80 - 6.00	
6.00 - 6.20	
6.20 - 6.40	
6.40 - 6.60	
6.60 - 6.80	
6.80 - 7.00	
7.00 - 7.20	
7.20 - 7.40	
7.40 - 7.60	
7.60 - 7.80	
7.80 - 8.00	
8.00 - 8.20	
8.20 - 8.40	
8.40 - 8.60	
8.60 - 8.80	
8.80 - 9.00	
9.00 - 9.20	
9.20 - 9.40	
9.40 - 9.60	
9.60 - 9.80	
9.80 - 10.00	

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	
10.20 - 10.40	
10.40 - 10.60	
10.60 - 10.80	
10.80 - 11.00	
11.00 - 11.20	
11.20 - 11.40	
11.40 - 11.60	
11.60 - 11.80	
11.80 - 12.00	
12.00 - 12.20	
12.20 - 12.40	
12.40 - 12.60	
12.60 - 12.80	
12.80 - 13.00	
13.00 - 13.20	
13.20 - 13.40	
13.40 - 13.60	
13.60 - 13.80	
13.80 - 14.00	
14.00 - 14.20	
14.20 - 14.40	
14.40 - 14.60	
14.60 - 14.80	
14.80 - 15.00	





PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-0+1/2

UBICACIÓN: 0.1

FECHA: 11/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

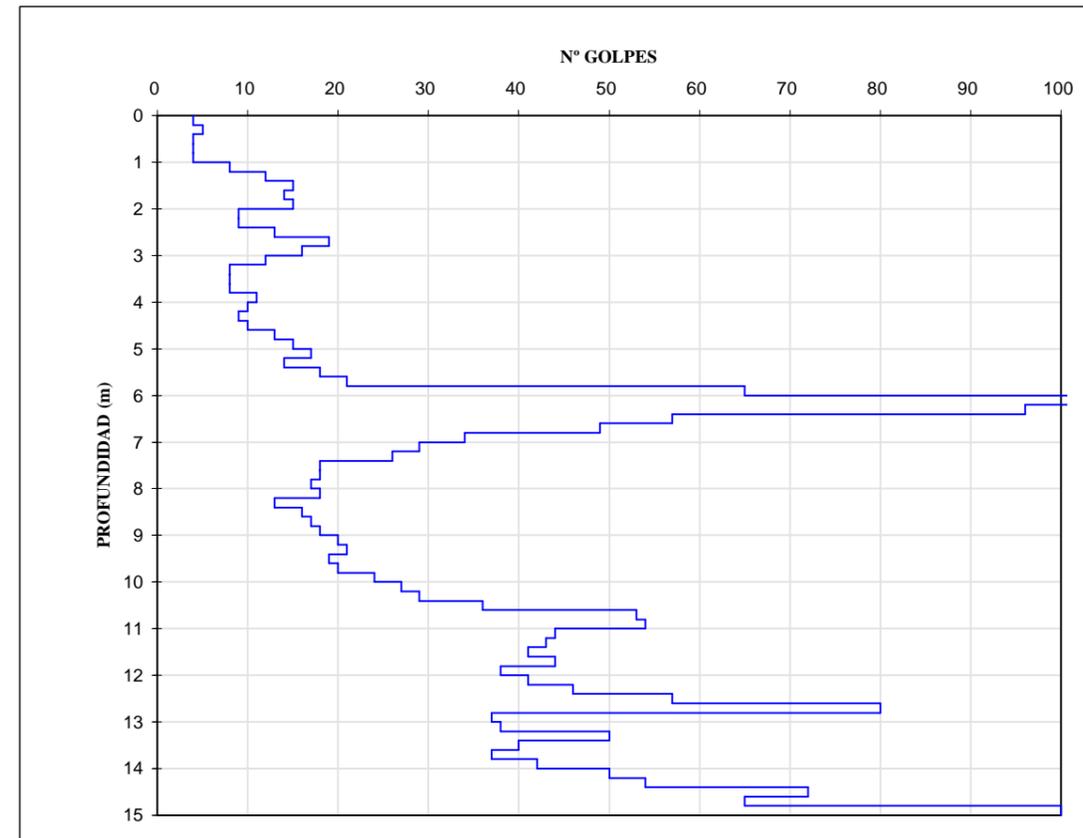


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	4
0.20 - 0.40	5
0.40 - 0.60	4
0.60 - 0.80	4
0.80 - 1.00	4
1.00 - 1.20	8
1.20 - 1.40	12
1.40 - 1.60	15
1.60 - 1.80	14
1.80 - 2.00	15
2.00 - 2.20	9
2.20 - 2.40	9
2.40 - 2.60	13
2.60 - 2.80	19
2.80 - 3.00	16
3.00 - 3.20	12
3.20 - 3.40	8
3.40 - 3.60	8
3.60 - 3.80	8
3.80 - 4.00	11
4.00 - 4.20	10
4.20 - 4.40	9
4.40 - 4.60	10
4.60 - 4.80	13
4.80 - 5.00	15

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	17
5.20 - 5.40	14
5.40 - 5.60	18
5.60 - 5.80	21
5.80 - 6.00	65
6.00 - 6.20	136
6.20 - 6.40	96
6.40 - 6.60	57
6.60 - 6.80	49
6.80 - 7.00	34
7.00 - 7.20	29
7.20 - 7.40	26
7.40 - 7.60	18
7.60 - 7.80	18
7.80 - 8.00	17
8.00 - 8.20	18
8.20 - 8.40	13
8.40 - 8.60	16
8.60 - 8.80	17
8.80 - 9.00	18
9.00 - 9.20	20
9.20 - 9.40	21
9.40 - 9.60	19
9.60 - 9.80	20
9.80 - 10.00	24

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	27
10.20 - 10.40	29
10.40 - 10.60	36
10.60 - 10.80	53
10.80 - 11.00	54
11.00 - 11.20	44
11.20 - 11.40	43
11.40 - 11.60	41
11.60 - 11.80	44
11.80 - 12.00	38
12.00 - 12.20	41
12.20 - 12.40	46
12.40 - 12.60	57
12.60 - 12.80	80
12.80 - 13.00	37
13.00 - 13.20	38
13.20 - 13.40	50
13.40 - 13.60	40
13.60 - 13.80	37
13.80 - 14.00	42
14.00 - 14.20	50
14.20 - 14.40	54
14.40 - 14.60	72
14.60 - 14.80	65
14.80 - 15.00	100





PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-0+9/1

UBICACIÓN: 0.9

FECHA: 11/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

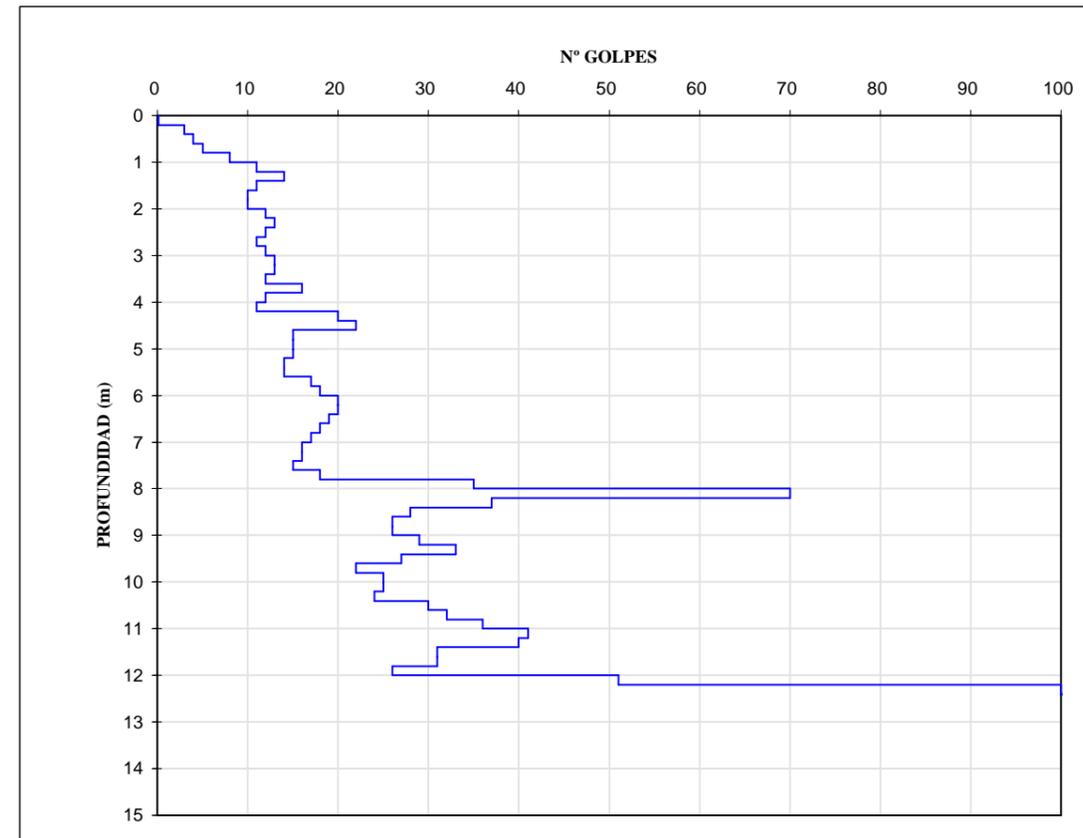


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	0
0.20 - 0.40	3
0.40 - 0.60	4
0.60 - 0.80	5
0.80 - 1.00	8
1.00 - 1.20	11
1.20 - 1.40	14
1.40 - 1.60	11
1.60 - 1.80	10
1.80 - 2.00	10
2.00 - 2.20	12
2.20 - 2.40	13
2.40 - 2.60	12
2.60 - 2.80	11
2.80 - 3.00	12
3.00 - 3.20	13
3.20 - 3.40	13
3.40 - 3.60	12
3.60 - 3.80	16
3.80 - 4.00	12
4.00 - 4.20	11
4.20 - 4.40	20
4.40 - 4.60	22
4.60 - 4.80	15
4.80 - 5.00	15

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	15
5.20 - 5.40	14
5.40 - 5.60	14
5.60 - 5.80	17
5.80 - 6.00	18
6.00 - 6.20	20
6.20 - 6.40	20
6.40 - 6.60	19
6.60 - 6.80	18
6.80 - 7.00	17
7.00 - 7.20	16
7.20 - 7.40	16
7.40 - 7.60	15
7.60 - 7.80	18
7.80 - 8.00	35
8.00 - 8.20	70
8.20 - 8.40	37
8.40 - 8.60	28
8.60 - 8.80	26
8.80 - 9.00	26
9.00 - 9.20	29
9.20 - 9.40	33
9.40 - 9.60	27
9.60 - 9.80	22
9.80 - 10.00	25

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	25
10.20 - 10.40	24
10.40 - 10.60	30
10.60 - 10.80	32
10.80 - 11.00	36
11.00 - 11.20	41
11.20 - 11.40	40
11.40 - 11.60	31
11.60 - 11.80	31
11.80 - 12.00	26
12.00 - 12.20	51
12.20 - 12.40	100
12.40 - 12.60	
12.60 - 12.80	
12.80 - 13.00	
13.00 - 13.20	
13.20 - 13.40	
13.40 - 13.60	
13.60 - 13.80	
13.80 - 14.00	
14.00 - 14.20	
14.20 - 14.40	
14.40 - 14.60	
14.60 - 14.80	
14.80 - 15.00	





PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-2+3/1

UBICACIÓN: 2.3

FECHA: 11/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

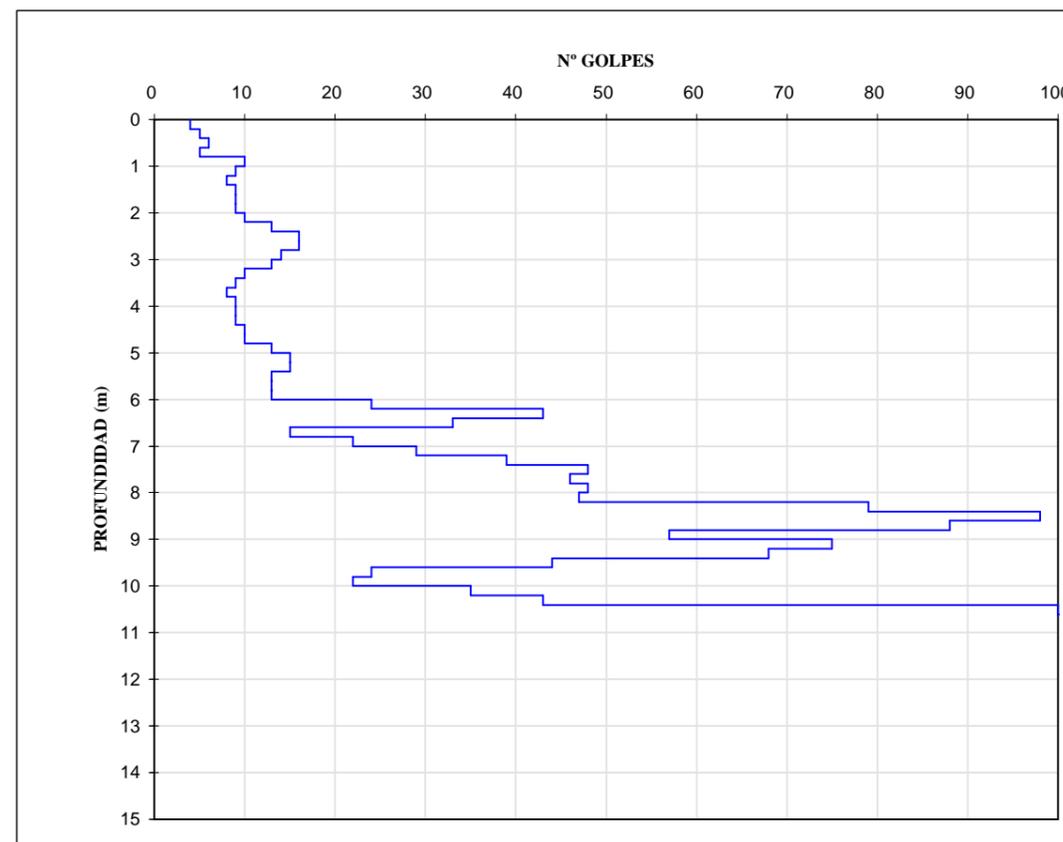


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	4
0.20 - 0.40	5
0.40 - 0.60	6
0.60 - 0.80	5
0.80 - 1.00	10
1.00 - 1.20	9
1.20 - 1.40	8
1.40 - 1.60	9
1.60 - 1.80	9
1.80 - 2.00	9
2.00 - 2.20	10
2.20 - 2.40	13
2.40 - 2.60	16
2.60 - 2.80	16
2.80 - 3.00	14
3.00 - 3.20	13
3.20 - 3.40	10
3.40 - 3.60	9
3.60 - 3.80	8
3.80 - 4.00	9
4.00 - 4.20	9
4.20 - 4.40	9
4.40 - 4.60	10
4.60 - 4.80	10
4.80 - 5.00	13

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	15
5.20 - 5.40	15
5.40 - 5.60	13
5.60 - 5.80	13
5.80 - 6.00	13
6.00 - 6.20	24
6.20 - 6.40	43
6.40 - 6.60	33
6.60 - 6.80	15
6.80 - 7.00	22
7.00 - 7.20	29
7.20 - 7.40	39
7.40 - 7.60	48
7.60 - 7.80	46
7.80 - 8.00	48
8.00 - 8.20	47
8.20 - 8.40	79
8.40 - 8.60	98
8.60 - 8.80	88
8.80 - 9.00	57
9.00 - 9.20	75
9.20 - 9.40	68
9.40 - 9.60	44
9.60 - 9.80	24
9.80 - 10.00	22

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	35
10.20 - 10.40	43
10.40 - 10.60	100
10.60 - 10.80	
10.80 - 11.00	
11.00 - 11.20	
11.20 - 11.40	
11.40 - 11.60	
11.60 - 11.80	
11.80 - 12.00	
12.00 - 12.20	
12.20 - 12.40	
12.40 - 12.60	
12.60 - 12.80	
12.80 - 13.00	
13.00 - 13.20	
13.20 - 13.40	
13.40 - 13.60	
13.60 - 13.80	
13.80 - 14.00	
14.00 - 14.20	
14.20 - 14.40	
14.40 - 14.60	
14.60 - 14.80	
14.80 - 15.00	





PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-4+7/1

UBICACIÓN: 4.7

FECHA: 12/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

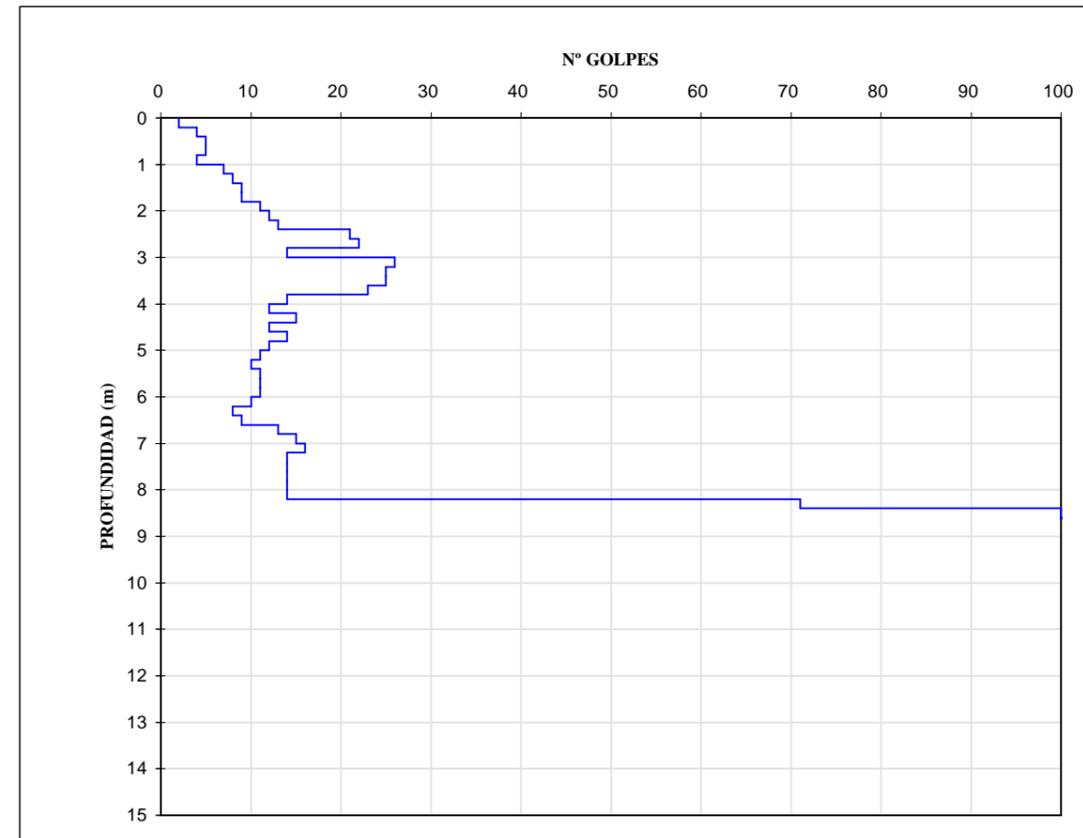


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	2
0.20 - 0.40	4
0.40 - 0.60	5
0.60 - 0.80	5
0.80 - 1.00	4
1.00 - 1.20	7
1.20 - 1.40	8
1.40 - 1.60	9
1.60 - 1.80	9
1.80 - 2.00	11
2.00 - 2.20	12
2.20 - 2.40	13
2.40 - 2.60	21
2.60 - 2.80	22
2.80 - 3.00	14
3.00 - 3.20	26
3.20 - 3.40	25
3.40 - 3.60	25
3.60 - 3.80	23
3.80 - 4.00	14
4.00 - 4.20	12
4.20 - 4.40	15
4.40 - 4.60	12
4.60 - 4.80	14
4.80 - 5.00	12

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	11
5.20 - 5.40	10
5.40 - 5.60	11
5.60 - 5.80	11
5.80 - 6.00	11
6.00 - 6.20	10
6.20 - 6.40	8
6.40 - 6.60	9
6.60 - 6.80	13
6.80 - 7.00	15
7.00 - 7.20	16
7.20 - 7.40	14
7.40 - 7.60	14
7.60 - 7.80	14
7.80 - 8.00	14
8.00 - 8.20	14
8.20 - 8.40	71
8.40 - 8.60	100
8.60 - 8.80	
8.80 - 9.00	
9.00 - 9.20	
9.20 - 9.40	
9.40 - 9.60	
9.60 - 9.80	
9.80 - 10.00	

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	
10.20 - 10.40	
10.40 - 10.60	
10.60 - 10.80	
10.80 - 11.00	
11.00 - 11.20	
11.20 - 11.40	
11.40 - 11.60	
11.60 - 11.80	
11.80 - 12.00	
12.00 - 12.20	
12.20 - 12.40	
12.40 - 12.60	
12.60 - 12.80	
12.80 - 13.00	
13.00 - 13.20	
13.20 - 13.40	
13.40 - 13.60	
13.60 - 13.80	
13.80 - 14.00	
14.00 - 14.20	
14.20 - 14.40	
14.40 - 14.60	
14.60 - 14.80	
14.80 - 15.00	





PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-5+9/1

UBICACIÓN: 5.9

FECHA: 12/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

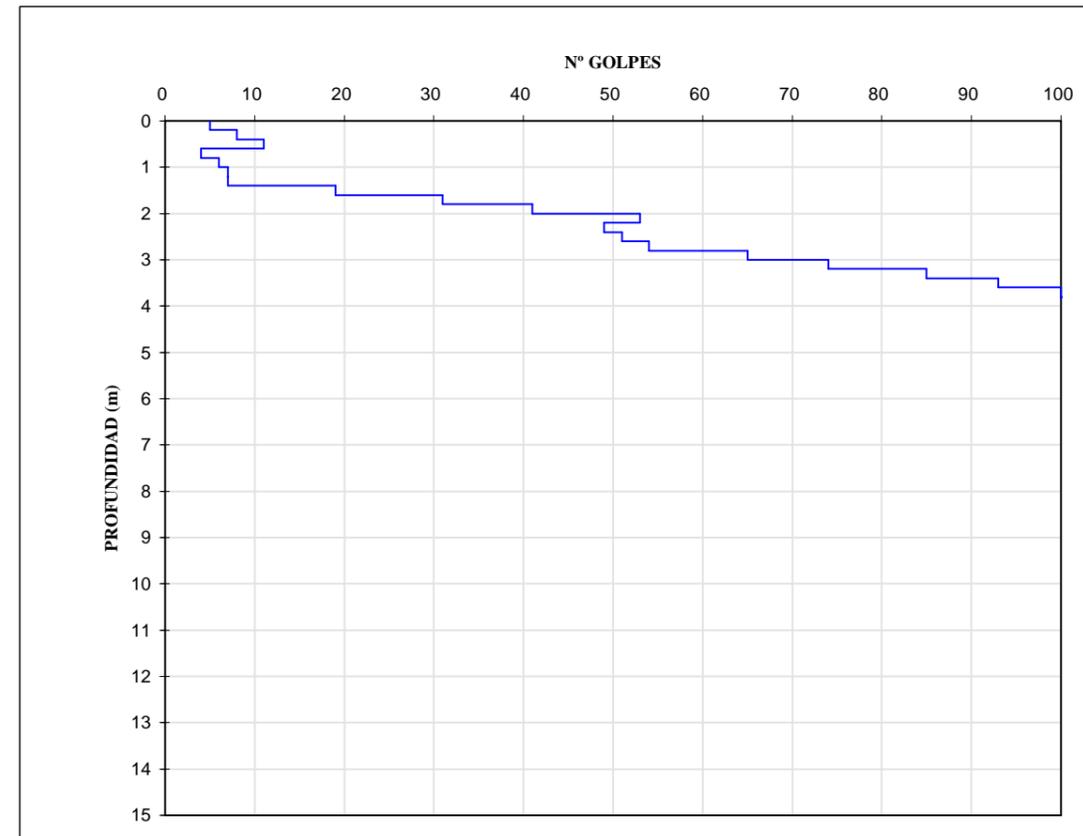


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	5
0.20 - 0.40	8
0.40 - 0.60	11
0.60 - 0.80	4
0.80 - 1.00	6
1.00 - 1.20	7
1.20 - 1.40	7
1.40 - 1.60	19
1.60 - 1.80	31
1.80 - 2.00	41
2.00 - 2.20	53
2.20 - 2.40	49
2.40 - 2.60	51
2.60 - 2.80	54
2.80 - 3.00	65
3.00 - 3.20	74
3.20 - 3.40	85
3.40 - 3.60	93
3.60 - 3.80	100
3.80 - 4.00	
4.00 - 4.20	
4.20 - 4.40	
4.40 - 4.60	
4.60 - 4.80	
4.80 - 5.00	

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	
5.20 - 5.40	
5.40 - 5.60	
5.60 - 5.80	
5.80 - 6.00	
6.00 - 6.20	
6.20 - 6.40	
6.40 - 6.60	
6.60 - 6.80	
6.80 - 7.00	
7.00 - 7.20	
7.20 - 7.40	
7.40 - 7.60	
7.60 - 7.80	
7.80 - 8.00	
8.00 - 8.20	
8.20 - 8.40	
8.40 - 8.60	
8.60 - 8.80	
8.80 - 9.00	
9.00 - 9.20	
9.20 - 9.40	
9.40 - 9.60	
9.60 - 9.80	
9.80 - 10.00	

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	
10.20 - 10.40	
10.40 - 10.60	
10.60 - 10.80	
10.80 - 11.00	
11.00 - 11.20	
11.20 - 11.40	
11.40 - 11.60	
11.60 - 11.80	
11.80 - 12.00	
12.00 - 12.20	
12.20 - 12.40	
12.40 - 12.60	
12.60 - 12.80	
12.80 - 13.00	
13.00 - 13.20	
13.20 - 13.40	
13.40 - 13.60	
13.60 - 13.80	
13.80 - 14.00	
14.00 - 14.20	
14.20 - 14.40	
14.40 - 14.60	
14.60 - 14.80	
14.80 - 15.00	





PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-5+9/2

UBICACIÓN: 5.9

FECHA: 12/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

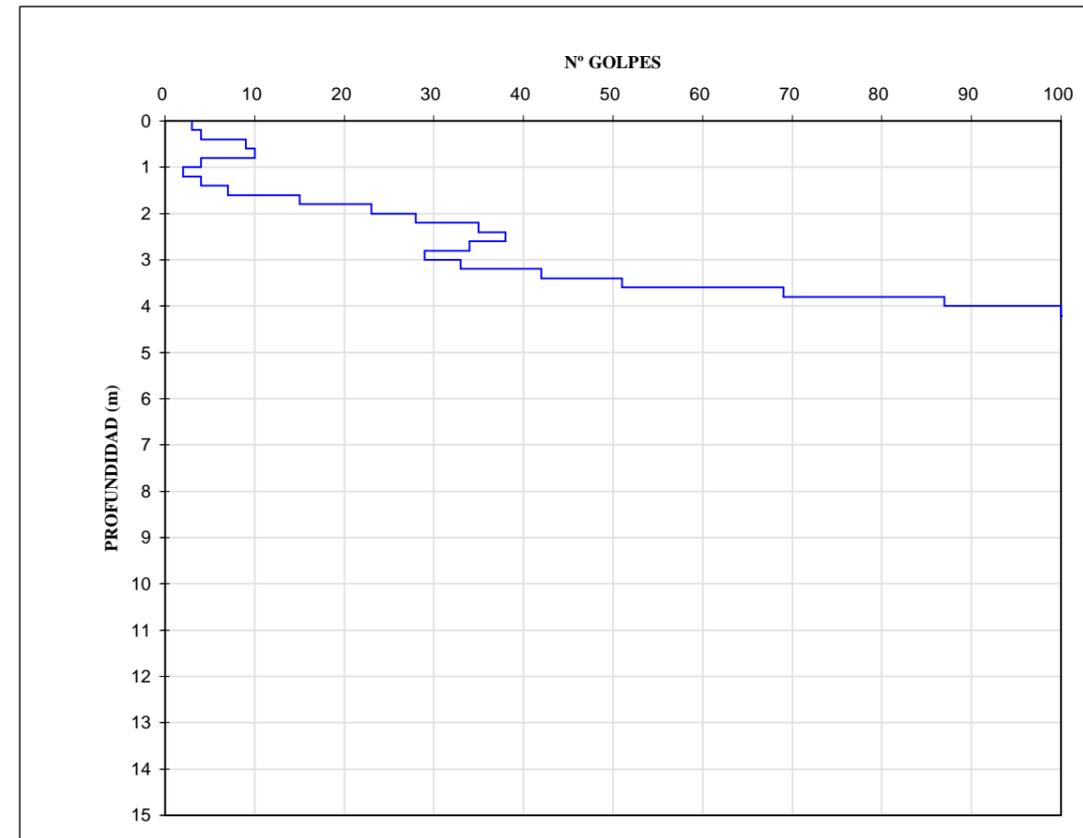


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	3
0.20 - 0.40	4
0.40 - 0.60	9
0.60 - 0.80	10
0.80 - 1.00	4
1.00 - 1.20	2
1.20 - 1.40	4
1.40 - 1.60	7
1.60 - 1.80	15
1.80 - 2.00	23
2.00 - 2.20	28
2.20 - 2.40	35
2.40 - 2.60	38
2.60 - 2.80	34
2.80 - 3.00	29
3.00 - 3.20	33
3.20 - 3.40	42
3.40 - 3.60	51
3.60 - 3.80	69
3.80 - 4.00	87
4.00 - 4.20	100
4.20 - 4.40	
4.40 - 4.60	
4.60 - 4.80	
4.80 - 5.00	

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	
5.20 - 5.40	
5.40 - 5.60	
5.60 - 5.80	
5.80 - 6.00	
6.00 - 6.20	
6.20 - 6.40	
6.40 - 6.60	
6.60 - 6.80	
6.80 - 7.00	
7.00 - 7.20	
7.20 - 7.40	
7.40 - 7.60	
7.60 - 7.80	
7.80 - 8.00	
8.00 - 8.20	
8.20 - 8.40	
8.40 - 8.60	
8.60 - 8.80	
8.80 - 9.00	
9.00 - 9.20	
9.20 - 9.40	
9.40 - 9.60	
9.60 - 9.80	
9.80 - 10.00	

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	
10.20 - 10.40	
10.40 - 10.60	
10.60 - 10.80	
10.80 - 11.00	
11.00 - 11.20	
11.20 - 11.40	
11.40 - 11.60	
11.60 - 11.80	
11.80 - 12.00	
12.00 - 12.20	
12.20 - 12.40	
12.40 - 12.60	
12.60 - 12.80	
12.80 - 13.00	
13.00 - 13.20	
13.20 - 13.40	
13.40 - 13.60	
13.60 - 13.80	
13.80 - 14.00	
14.00 - 14.20	
14.20 - 14.40	
14.40 - 14.60	
14.60 - 14.80	
14.80 - 15.00	





PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-7+1/1

UBICACIÓN: 7.1

FECHA: 12/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla: 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

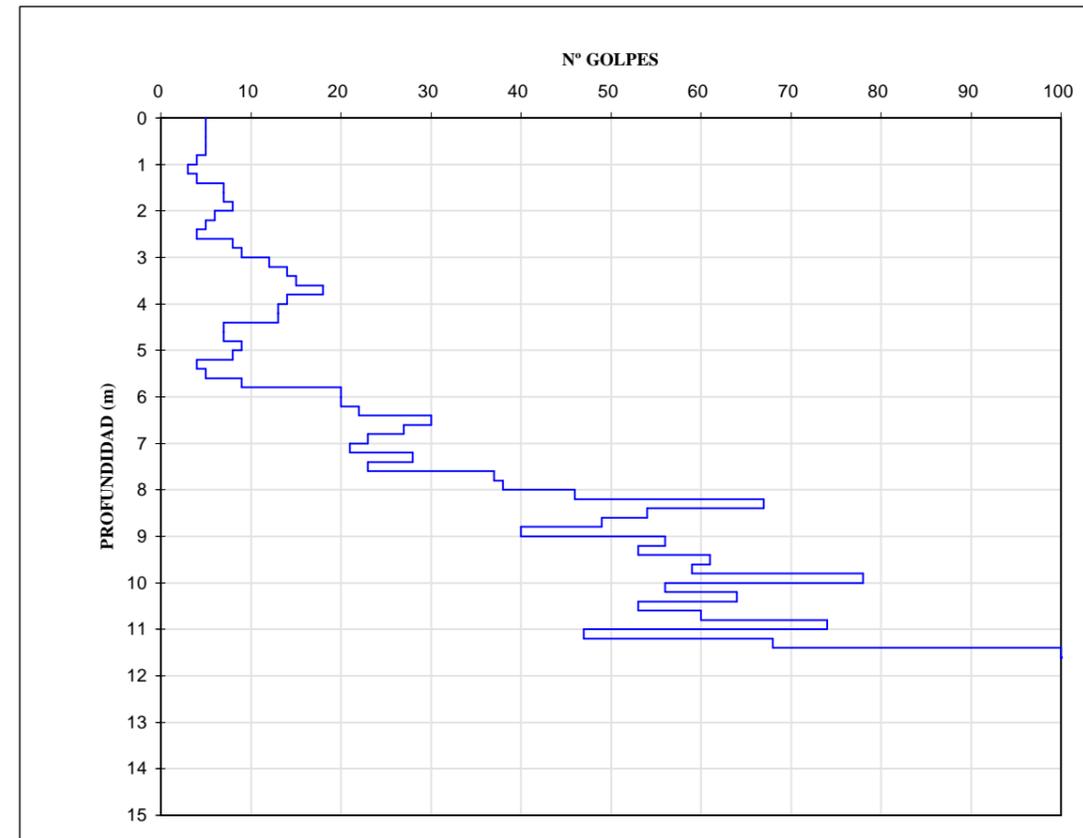


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	5
0.20 - 0.40	5
0.40 - 0.60	5
0.60 - 0.80	5
0.80 - 1.00	4
1.00 - 1.20	3
1.20 - 1.40	4
1.40 - 1.60	7
1.60 - 1.80	7
1.80 - 2.00	8
2.00 - 2.20	6
2.20 - 2.40	5
2.40 - 2.60	4
2.60 - 2.80	8
2.80 - 3.00	9
3.00 - 3.20	12
3.20 - 3.40	14
3.40 - 3.60	15
3.60 - 3.80	18
3.80 - 4.00	14
4.00 - 4.20	13
4.20 - 4.40	13
4.40 - 4.60	7
4.60 - 4.80	7
4.80 - 5.00	9

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	8
5.20 - 5.40	4
5.40 - 5.60	5
5.60 - 5.80	9
5.80 - 6.00	20
6.00 - 6.20	20
6.20 - 6.40	22
6.40 - 6.60	30
6.60 - 6.80	27
6.80 - 7.00	23
7.00 - 7.20	21
7.20 - 7.40	28
7.40 - 7.60	23
7.60 - 7.80	37
7.80 - 8.00	38
8.00 - 8.20	46
8.20 - 8.40	67
8.40 - 8.60	54
8.60 - 8.80	49
8.80 - 9.00	40
9.00 - 9.20	56
9.20 - 9.40	53
9.40 - 9.60	61
9.60 - 9.80	59
9.80 - 10.00	78

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	56
10.20 - 10.40	64
10.40 - 10.60	53
10.60 - 10.80	60
10.80 - 11.00	74
11.00 - 11.20	47
11.20 - 11.40	68
11.40 - 11.60	100
11.60 - 11.80	
11.80 - 12.00	
12.00 - 12.20	
12.20 - 12.40	
12.40 - 12.60	
12.60 - 12.80	
12.80 - 13.00	
13.00 - 13.20	
13.20 - 13.40	
13.40 - 13.60	
13.60 - 13.80	
13.80 - 14.00	
14.00 - 14.20	
14.20 - 14.40	
14.40 - 14.60	
14.60 - 14.80	
14.80 - 15.00	





PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-7+1/2

UBICACIÓN: 7.1

FECHA: 12/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla: 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

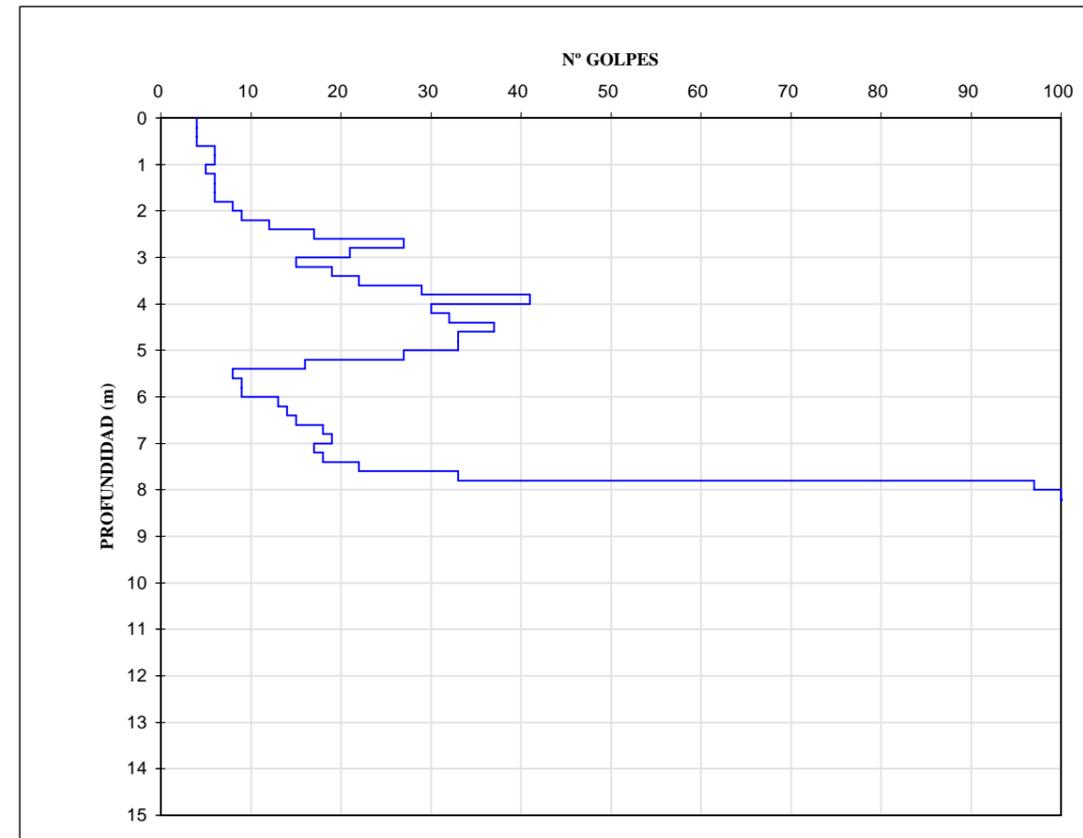


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	4
0.20 - 0.40	4
0.40 - 0.60	4
0.60 - 0.80	6
0.80 - 1.00	6
1.00 - 1.20	5
1.20 - 1.40	6
1.40 - 1.60	6
1.60 - 1.80	6
1.80 - 2.00	8
2.00 - 2.20	9
2.20 - 2.40	12
2.40 - 2.60	17
2.60 - 2.80	27
2.80 - 3.00	21
3.00 - 3.20	15
3.20 - 3.40	19
3.40 - 3.60	22
3.60 - 3.80	29
3.80 - 4.00	41
4.00 - 4.20	30
4.20 - 4.40	32
4.40 - 4.60	37
4.60 - 4.80	33
4.80 - 5.00	33

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	27
5.20 - 5.40	16
5.40 - 5.60	8
5.60 - 5.80	9
5.80 - 6.00	9
6.00 - 6.20	13
6.20 - 6.40	14
6.40 - 6.60	15
6.60 - 6.80	18
6.80 - 7.00	19
7.00 - 7.20	17
7.20 - 7.40	18
7.40 - 7.60	22
7.60 - 7.80	33
7.80 - 8.00	97
8.00 - 8.20	100
8.20 - 8.40	
8.40 - 8.60	
8.60 - 8.80	
8.80 - 9.00	
9.00 - 9.20	
9.20 - 9.40	
9.40 - 9.60	
9.60 - 9.80	
9.80 - 10.00	

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	
10.20 - 10.40	
10.40 - 10.60	
10.60 - 10.80	
10.80 - 11.00	
11.00 - 11.20	
11.20 - 11.40	
11.40 - 11.60	
11.60 - 11.80	
11.80 - 12.00	
12.00 - 12.20	
12.20 - 12.40	
12.40 - 12.60	
12.60 - 12.80	
12.80 - 13.00	
13.00 - 13.20	
13.20 - 13.40	
13.40 - 13.60	
13.60 - 13.80	
13.80 - 14.00	
14.00 - 14.20	
14.20 - 14.40	
14.40 - 14.60	
14.60 - 14.80	
14.80 - 15.00	





PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-7+3/1

UBICACIÓN: 7.3

FECHA: 12/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla: 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

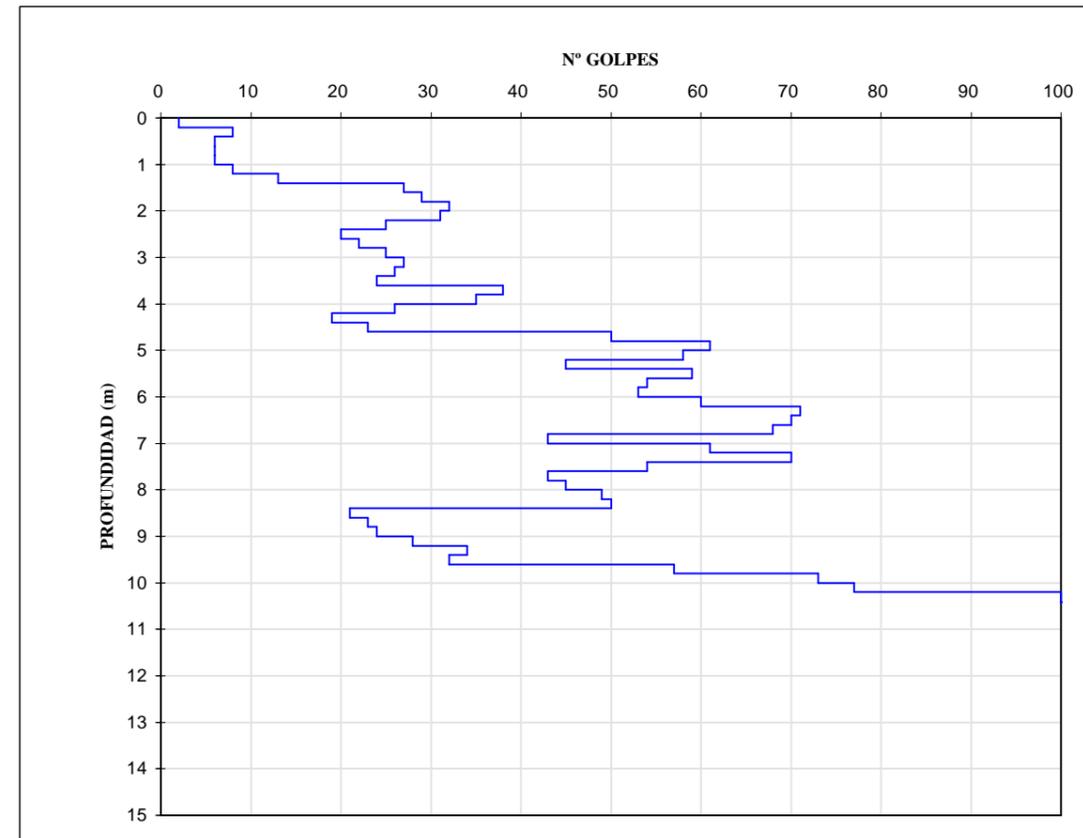


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	2
0.20 - 0.40	8
0.40 - 0.60	6
0.60 - 0.80	6
0.80 - 1.00	6
1.00 - 1.20	8
1.20 - 1.40	13
1.40 - 1.60	27
1.60 - 1.80	29
1.80 - 2.00	32
2.00 - 2.20	31
2.20 - 2.40	25
2.40 - 2.60	20
2.60 - 2.80	22
2.80 - 3.00	25
3.00 - 3.20	27
3.20 - 3.40	26
3.40 - 3.60	24
3.60 - 3.80	38
3.80 - 4.00	35
4.00 - 4.20	26
4.20 - 4.40	19
4.40 - 4.60	23
4.60 - 4.80	50
4.80 - 5.00	61

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	58
5.20 - 5.40	45
5.40 - 5.60	59
5.60 - 5.80	54
5.80 - 6.00	53
6.00 - 6.20	60
6.20 - 6.40	71
6.40 - 6.60	70
6.60 - 6.80	68
6.80 - 7.00	43
7.00 - 7.20	61
7.20 - 7.40	70
7.40 - 7.60	54
7.60 - 7.80	43
7.80 - 8.00	45
8.00 - 8.20	49
8.20 - 8.40	50
8.40 - 8.60	21
8.60 - 8.80	23
8.80 - 9.00	24
9.00 - 9.20	28
9.20 - 9.40	34
9.40 - 9.60	32
9.60 - 9.80	57
9.80 - 10.00	73

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	77
10.20 - 10.40	100
10.40 - 10.60	
10.60 - 10.80	
10.80 - 11.00	
11.00 - 11.20	
11.20 - 11.40	
11.40 - 11.60	
11.60 - 11.80	
11.80 - 12.00	
12.00 - 12.20	
12.20 - 12.40	
12.40 - 12.60	
12.60 - 12.80	
12.80 - 13.00	
13.00 - 13.20	
13.20 - 13.40	
13.40 - 13.60	
13.60 - 13.80	
13.80 - 14.00	
14.00 - 14.20	
14.20 - 14.40	
14.40 - 14.60	
14.60 - 14.80	
14.80 - 15.00	





PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA (DPSH)

UNE 103-801-94

Laboratorio Acreditado en el área de "Ensayos de laboratorio de toma de muestras inalteradas, ensayos y pruebas in situ de suelos". Nº de registro 12005GTC06, Junta de Castilla y León.

OBRA: PROYECTO CONSTRUCTIVO AUTOVIA DE LA PLATA A-66. TRAMO: A-6 (CASTROGONZALO-ZAMORA).

EXPEDIENTE: PGS/120132/ZA

PETICIONARIO: UTE BENAVENTE - ZAMORA. A-66 . Ruta de la Plata

PE2-10+5/1

UBICACIÓN: 10.5

FECHA: 12/03/2013

Tipo de máquina: TECOINSA

Tipo de ensayo: DPSH

Cono: Cilíndrico d=50 mm

Tipo de cono: Perdido

Masa del cono: 1.325 Kg.

COORDENADAS { X:
Y:
Z:

Diámetro varilla: 33 mm.

Longitud varilla: 1 m.

Masa varilla: 8 Kg/m.

Disp golpeo: 63.5 Kg.

Altura de caída: 0.75 m.

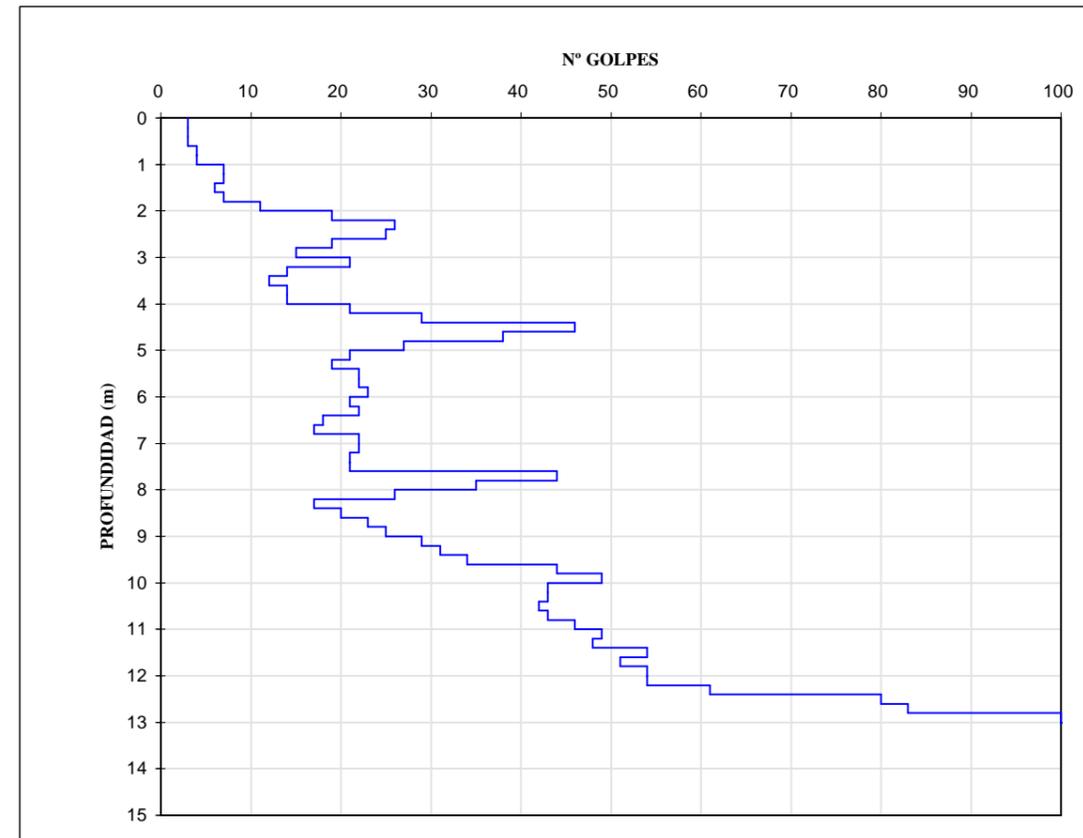


OBSERVACIONES:

PROF. (m)	GOLPES
0.00 - 0.20	3
0.20 - 0.40	3
0.40 - 0.60	3
0.60 - 0.80	4
0.80 - 1.00	4
1.00 - 1.20	7
1.20 - 1.40	7
1.40 - 1.60	6
1.60 - 1.80	7
1.80 - 2.00	11
2.00 - 2.20	19
2.20 - 2.40	26
2.40 - 2.60	25
2.60 - 2.80	19
2.80 - 3.00	15
3.00 - 3.20	21
3.20 - 3.40	14
3.40 - 3.60	12
3.60 - 3.80	14
3.80 - 4.00	14
4.00 - 4.20	21
4.20 - 4.40	29
4.40 - 4.60	46
4.60 - 4.80	38
4.80 - 5.00	27

PROF. (m)	GOLPES
5.00 - 5.20	21
5.20 - 5.40	19
5.40 - 5.60	22
5.60 - 5.80	22
5.80 - 6.00	23
6.00 - 6.20	21
6.20 - 6.40	22
6.40 - 6.60	18
6.60 - 6.80	17
6.80 - 7.00	22
7.00 - 7.20	22
7.20 - 7.40	21
7.40 - 7.60	21
7.60 - 7.80	44
7.80 - 8.00	35
8.00 - 8.20	26
8.20 - 8.40	17
8.40 - 8.60	20
8.60 - 8.80	23
8.80 - 9.00	25
9.00 - 9.20	29
9.20 - 9.40	31
9.40 - 9.60	34
9.60 - 9.80	44
9.80 - 10.00	49

PROF. (m)	GOLPES
10.00 - 10.20	43
10.20 - 10.40	43
10.40 - 10.60	42
10.60 - 10.80	43
10.80 - 11.00	46
11.00 - 11.20	49
11.20 - 11.40	48
11.40 - 11.60	54
11.60 - 11.80	51
11.80 - 12.00	54
12.00 - 12.20	54
12.20 - 12.40	61
12.40 - 12.60	80
12.60 - 12.80	83
12.80 - 13.00	100
13.00 - 13.20	
13.20 - 13.40	
13.40 - 13.60	
13.60 - 13.80	
13.80 - 14.00	
14.00 - 14.20	
14.20 - 14.40	
14.40 - 14.60	
14.60 - 14.80	
14.80 - 15.00	



APÉNDICE 5. CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

AUTOVÍA BENAVENTE-ZAMORA ENSAYOS ESTRUCTURAS TRAMO II

Sondeo / Calicata	REFERENCIA LAB	PK	Z (m)	Muestra	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Unidad	Humedad Nat. (%)	Granulometría						Límites Atterberg			USCS	Densidad Seca (t/m ³)	Materia Orgánica (%)	Sales Solubles (%)	Yeso (%)	Sulfatos (%)	CaCO ₃ (%) / Carbonatos	Acidez Baumann-Gully	P.Hinchamiento (Kpa)	Cmpresión Suelo Qu (KPa)
									# 20	# 10	# 5	# 2	# 0,4	# 0,08	LL	LP	IP										
SE2-0+1/1	SU-0362-ZA13	0+110	716	MI-1	3,30	3,90	Tc		96,2	92,4	89,6	88,0	86,3	73,6	29,0	15,6	13,4	CL / A-6 (8)	1,970				0,01		0,0	5,0	100,8
SE2-0+1/1	SU-0363-ZA13	0+110	716	SPT-1	5,10	5,70	Tc		85,5	69,8	58,1	46,3	33,1	16,1	18,3	13,2	5,1	SM-SC / A-1b (0)									
SE2-0+1/1	SU-0365-ZA13	0+110	716	SPT-2	10,50	11,10	Tc		100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	73,5	28,0	17,2	10,8	CL / A-4 (6)									
SE2-0+1/1	SU-0366-ZA13	0+110	716	SPT-3	13,30	13,90	Tc		100,0	100,0	97,9	87,6	41,9	13,6	--	--	N.P.	SM / A-1b (0)									
SE2-0+1/2	SU-0368-ZA13	0+200	717	SPT-1	2,60	3,20	Tc		91,6	89,1	83,6	79,4	62,0	32,9	20,9	15,5	5,4	SM-SC / A-2-4 (0)									
SE2-0+1/2	SU-0369-ZA13	0+201	717	SPT-2	4,10	4,70	Tc		100,0	100,0	99,4	96,6	95,5	60,3	22,4	13,8	8,6	CL / A-4 (0)					0,01		0,0		
SE2-0+9/1	SU-0591-ZA13	0+910	723,3	SPT-1	2,30	2,90	Tc		100,0	100,0	99,4	98,8	84,6	47,4	25,9	17,2	8,7	SC / A-4 (1)									
SE2-0+9/1	SU-0592-ZA13	0+910	723,3	SPT-2	4,05	4,65	Tc		100,0	100,0	100,0	94,5	81,0	68,2	34,9	19,8	15,1	CL / A-6 (9)									
SE2-0+9/1	SU-0593-ZA13	0+910	723,3	MI-1	6,30	6,90	Tc		100,0	100,0	99,7	94,0	87,6	46,7	24,8	16,8	8,0	SC / A-4 (1)	1,784				0,0		0,0		
SE2-2+3/1	SU-0393-ZA13	2+370	730	MI-1	2,10	2,70	Ta		100,0	100,0	100,0	100,0	86,2	22,2	--	--	N.P.	SM / A-2-4 (0)	1,775				0,01		0,0		26,2
SE2-2+3/1	SU-0394-ZA13	2+371	730	SPT-1	4,00	4,60	Ta		100,0	100,0	100,0	99,9	94,4	41,0	22,9	15,4	7,5	SC / A-4 (6)									
SE2-2+3/1	SU-0395-ZA13	2+372	730	SPT-2	7,00	7,60	Ta		100,0	100,0	97,9	92,0	75,3	47,1	31,0	18,2	12,8	SC / A-6 (3)									
SE2-2+3/1	SU-0396-ZA13	2+373	730	SPT-3	10,00	10,60	Ta		100,0	96,0	89,2	72,1	34,9	22,2	32,6	17,0	15,6	SC / A-2-6 (0)									
SE2-3+2/1	SU-0267-ZA13	2+290	750,5	MI-1	1,50	2,07	Tc	11,3	100,0	100,0	100,0	100,0	97,5	38,4	34,1	21,7	12,4	SC / A-6 (1)	1,785	0,60	0,17	0,17	0,10	3,02	0,0	60,0	243,1
SE2-3+2/1	SU-0268-ZA13	2+291	750,5	SPT-1	3,00	3,41	Tc		100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	92,7	32,4	20,5	11,9	CL / A-6 (11)									
SE2-3+2/1	SU-0269-ZA13	2+292	750,5	SPT-2	4,50	5,10	Tc		100,0	100,0	100,0	93,6	55,4	40,9	27,7	15,4	12,3	SC / A-6 (1)									
SE2-3+2/1	SU-0270-ZA13	2+293	750,5	MI-2	11,50	12,10	Tc		100,0	100,0	100,0	100,0	81,2	17,4	-	-	N.P.	SM / A-2-4 (0)									
SE2-3+2/1	SU-0293-ZA13	2+294	750,5	SPT-4	15,40	15,85	Tc		100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	90,0	36,6	18,2	18,4	CL / A-6 (16)									
SE2-4+7/1	SU-0295-ZA13	4+790	740	MI-1	2,00	2,60	Qc		100,0	100,0	99,0	95,0	82,1	56,9	29,2	14,5	14,7	CL / A-6 (5)	1,942				0,01		0,0		345,6
SE2-4+7/1	SU-0297-ZA13	4+791	740	MI-2	8,90	9,02	Or		100,0	100,0	100,0	95,9	87,8	63,5	27,0	15,6	11,4	CL / A-6 (5)					0,01		0,0		
CE2-5+9/1	SU-0314-ZA13	5+920	716,5	MA-1	1,70	2,00	T _A		99,0	96,4	91,3	72,7	29,3	24,3	68,1	27,7	40,4	SC / A-2-7 (3)					0,01		75,0		
SE2-7+1/1	SU-0375-ZA13	7+140	697,6	MI-1	2,00	2,60	Ta		100,0	98,1	89,5	76,0	48,7	36,8	28,7	15,4	13,3	SC / A-6 (1)	1,933								24,6
SE2-7+1/1	SU-0376-ZA13	7+141	697,6	SPT-1	4,00	4,60	Ta		100,0	99,7	95,0	74,8	25,2	18,9	55,4	19,5	35,9	SC / A-2-7 (1)					0,01		0,0		
SE2-7+1/1	SU-0377-ZA13	7+142	697,6	SPT-2	7,00	7,60	Ta		100,0	100,0	100,0	98,7	84,7	49,2	31,2	17,4	13,8	SC / A-6 (4)									
SE2-7+1/1	SU-0378-ZA13	7+143	697,6	SPT-3	10,20	10,80	Ta		94,5	94,0	91,5	76,9	25,9	16,8	49,2	19,8	29,4	SC / A-2-7 (0)									
CE2-7+1/1	SU-0526-ZA13	7+080	697,8	MA-1	2	2,4	Ta		100,0	98,8	95,2	72,3	24,9	20,5	78,0	27,6	50,4	SC / A-2-7 (2)									
CE2-7+1/3	SU-0525-ZA13	7+180	697	MA-1	1,2	1,6	Ta		91,7	88,7	88,6	61,7	20,8	16,8	71,6	29,2	42,4	SC / A-2-7 (1)									
CE2-7+1/4	SU-0524-ZA13	7+200	698,6	MA-1	1,6	2	Ta		100,0	100,0	98,3	84,7	40,8	24,7	54,6	22,4	32,2	SC / A-2-7 (2)									
SE2-7+3/1	SU-0381-ZA13	7+350	701,8	MI-1	2,00	2,60	Ta		100,0	98,6	96,3	83,6	17,9	13,1	47,1	22,6	24,5	SC / A-2-7 (0)	2,092				0,01		22,2		40,8

