DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

ANEJO 12. ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5

2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL EMPLAZAMIENTO 5

3 RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PENÍNSULAS PROVISIONALES 7

APÉNDICE 1 INFORME GEOTÉCNICO. CEMOSA. NOVIEMBRE DE 2018

APÉNDICE 2 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se establece el marco geológico-geotécnico en el que se sitúa el Puente del Centenario, a partir de la información disponible:

- Informe geotécnico elaborado por CEMOSA de la campaña geotécnica encargada en 2018 por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental el contexto de las actuaciones de emergencia emprendidas para analizar la viabilidad de una eventual sustitución de los tirantes del Puente del Centenario que podría requerir de ajustes en las cimentaciones. En esta campaña se programaron y realizaron cuatro (4) sondeos mecánicos, dos por margen, de manera que, al menos, penetraran seis metros (6 m) en las margas azules. Los sondeos se llevaron a cabo en el entorno de las dos pilas más próximas al vano principal sobre el canal de navegación, es decir, pila 13, pila 14, pila 15 y pila 16. El Informe Geotécnico elaborado por CEMOSA se incluye en el presente anejo como Apéndice nº1.
- Referencias bibliográficas relativas a las consideraciones geotécnicas consideradas en la redacción de la Modificación del Nº1 del citado proyecto de construcción, de 1991. Se recoge en el Apéndice nº2.
- Proyecto de Construcción de la Nueva Carretera del Tramo Suroeste de la Circunvalación de Sevilla de 1987.

2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL EMPLAZAMIENTO

Las propiedades geotécnicas del terreno de Sevilla han sido objeto de numerosos estudios que ha permitido elaborar una imagen geotécnica bastante verosímil de los terrenos de la ciudad de Sevilla. Un corte estratigráfico simple habitual en la ciudad de Sevilla sería el siguiente:

- Un recubrimiento arcillo-arenoso superior: está constituido por rellenos antrópicos bajo los cuales se presentan depósitos cuaternarios, (arenas flojas y arcillas blandas a medias).

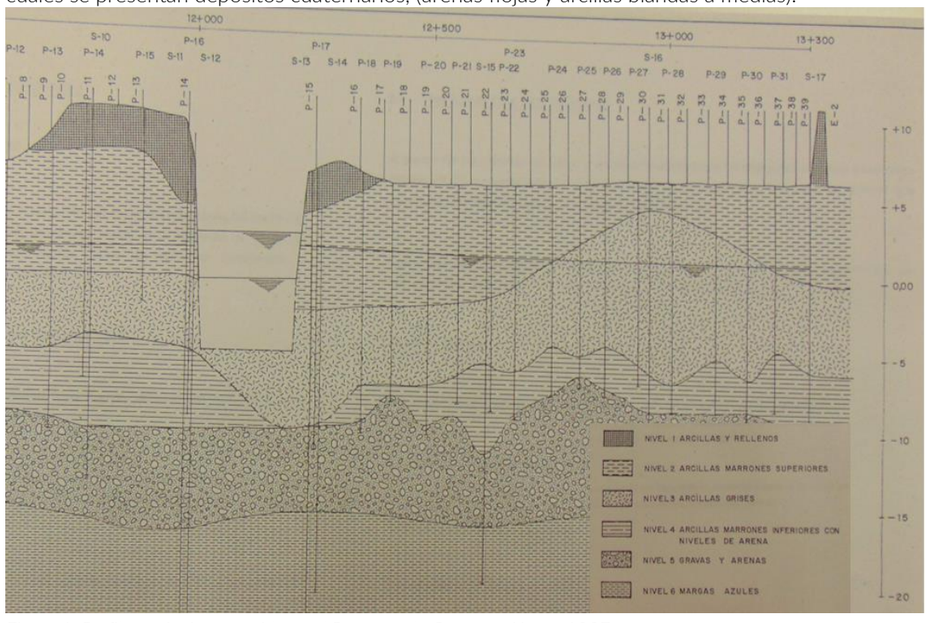


Figura 1. Perfil geotécnico recogido en el Proyecto de Construcción de 1987

- Las gravas cuaternarias que se presentan en todo el ámbito de la Vega del Río Guadalquivir. Las gravas suelen tener tamaños que varían entre 20 y 80 mm, con algunas capas arenosas intercaladas. En algunas zonas de la ciudad, se presentan niveles cementados de gravas (el "derretío"), que dan extraordinaria cohesión a las gravas.
- El sustrato está constituido por las denominadas "margas azules del Guadalquivir". Se trata de arcillas miocenas fisuradas, con un 12-25% de Ca CO_3 de plasticidad media a alta (límite líquido de 45 a 65), algo expansivas (sobre todo en superficie), con resistencia a compresión simple variable entre 0,3 y 1,4 MPa.

De acuerdo con la información geotécnica recogida en el Proyecto de Construcción del Tramo Suroeste de la Circunvalación de Sevilla (octubre1987), la estratigrafía que sería previsible encontrar en ambas márgenes del Canal del Guadalquivir en la zona donde se construyó el Puente del Centenario es la siguiente:

Proyecto de Construcción 1987	Margen oriental			Margen occidental		
Nivel geotécnico	Zsuperior [m]	Zinferior [m]	Potencia [m]	Zsuperior [m]	Zinferior [m]	Potencia [m]
1. Rellenos	9.4	3.8	5.6	6.3	3.5	2.8
2. Arcillas marrones superiores	3.8	-1.0	4.8	3.5	-3.0	6.5
3. Arcillas grises	-1.0	-5.5	4.5	-3.0	-10.0	7.0
4. Arcillas marrones inferiores con niveles de arena	-5.5	-11.0	5.5	-10.0	-10.0	0.0
5. Gravas y arenas	-11.0	-17.0	6.0	-10.0	-16.0	6.0
6. Margas azules	-17.0			-16.0		
Nivel freático	1.2			1.2		

Además las prospecciones complementarias realizadas para la redacción de la Modificación nº 1 permitieron afinar el perfil geotécnico de diseño de las cimentaciones del tramo atirantado: en el emplazamiento del Puente del Centenario, existe un primer nivel de rellenos artificiales de hasta3.0 – 4.0 m de espesor, seguido por un segundo nivel de arcillas marrones de consistencia media, de unos 5.0 - 6.0 m de potencia. A continuación de éstas se detecta un tercer nivel de arcillas grises de consistencia blanda de 6.0 a 7.0 m de espesor y posteriormente hay un nivel de transición de arcillas con arenas de consistencia firme del orden de 1.0 m de potencia que tiene debajo un nivel de arenas y gravas, muy densas, cuyo espesor en la zona del puente es de 5.0 a 7.0 m. Este nivel de arenas y gravas es el que se escogió como soporte de la cimentación. Más abajo, se encuentra la marga azul, a unos 3.0 m bajo la cota de apoyo. El perfil geológico descrito puede verse representado en la figura adjunta.

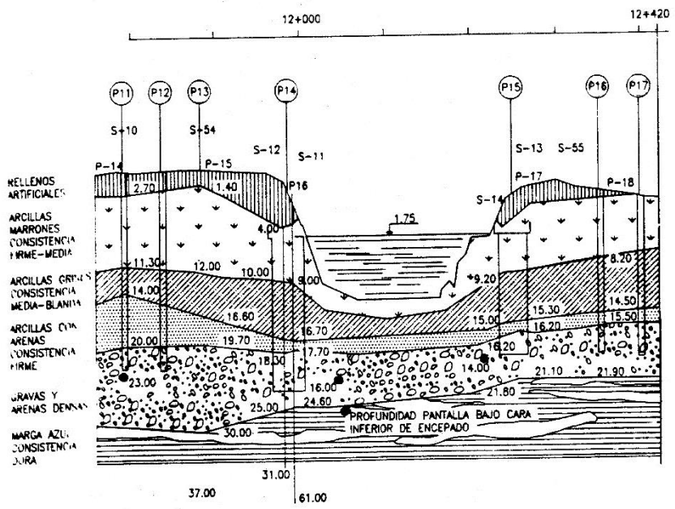


Figura 2 Perfil geotécnico del tramo atirantado de acuerdo con la Modificación nº1 del Proyecto de Construcción (Fuente: Ingeoter2: Algunos casos reales de cimentaciones de viaductos singulares; Germán Burbano)

Por último la campaña complementaria de confirmación de la estratigrafía del emplazamiento del puente llevada a cabo en noviembre de 2018 por CEMOSA , por encargo de la Demarcación de Carreteras del Estado de Andalucía Occidental establece la siguiente estratigrafía

Campaña complementaria 2018 (Cemosa)	Sondeo 2 -> Z= 8.24		Sondeo 3 -> Z= 6.35	
NIVEL GEOTÉCNICO	prof superior [m]	prof inferior [m]	prof superior [m]	prof inferior [m]
UG1 Rellenos de naturaleza antrópica	0.0	3.5	0.0	1.8
UG2.a Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón	3.5	10.0	1.8	8.5
UG2.b Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea	10.0	13.0	8.5	15.0
UG3 Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón	13.0	17.5	15.0	15.0
UG4 Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón	17.5	24.0	15.0	21.0
UG5 Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea	24.0		21.0	
Nivel freático	6.9		5.5	

Corrigiendo los datos de profundidades de los sondeos con la cota de su boca, obtenida topográficamente, se puede establecer el siguiente corte estratigráfico en cotas absolutas:

Campaña complementaria 2018 (Cemosa)	Margen oriental			Margen occidental		
NIVEL GEOTÉCNICO	Zsuperior [m]	Zinferior [m]	Potencia [m]	Zsuperior [m]	Zinferior [m]	Potencia [m]
UG1 Rellenos de naturaleza antrópica	8.2	4.7	3.5	6.35	4.6	1.8
UG2.a Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón	4.7	-1.8	6.5	4.6	-2.2	6.7
UG2.b Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea	-1.8	-4.8	3.0	-2.2	-8.7	6.5
UG3 Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón	-4.8	-9.3	4.5	-8.7	-8.7	0.0
UG4 Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón	-9.3	-15.8	6.5	-8.7	-14.7	6.0
UG5 Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea	-15.8			-14.7		
Nivel freático	1.31			0.8		

Este corte estratigráfico es similar, salvo matices, con los interpretados en las campañas de 1987 y 1991

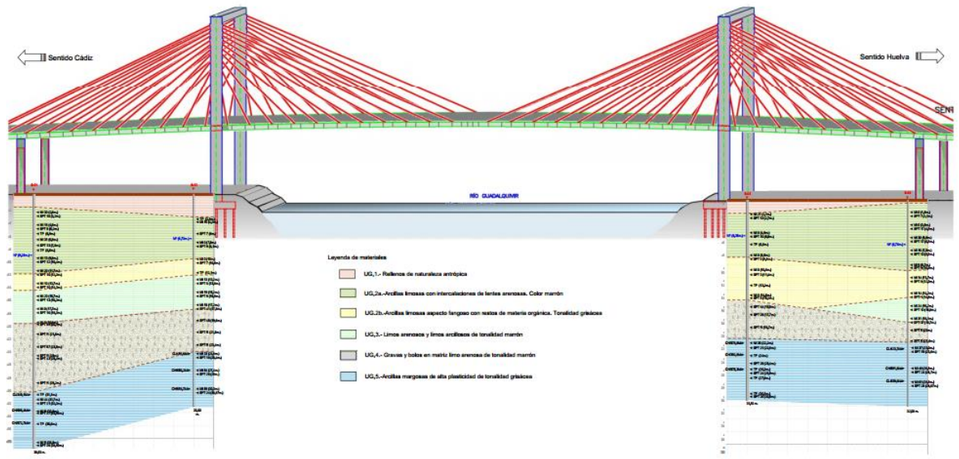


Figura 3. Perfil geotécnico esquemático según campaña geotécnica 2018 (Cemosa)

Los parámetros geotécnicos medios más relevantes de los diferentes niveles recogidos en el Proyecto de Construcción de 1987, se resumen en la tabla adjunta:

NIVEL GEOTÉCNICO	% finos	LL (%)	IP(%)	USCS	Densidad seca (g/cm^3)	Humedad (%)	resistencia compresión simple (MPa)	Nspt
Arcillas marrones superiores	97	59	37	CH-CL	1.54	27	0.225	16
Arcillas grises	97	57	34	CH	1.46	32	0.147	12
Arcillas marrones inferiores con niveles de arena	89	37	19	CH-CL	1.71	22	0.155	20
	30	--	--	SM	1.69	15		30
Gravas y arenas				GP				Rechazo
Margas azules	97	57	34	CH	1.62	24	0.41 (3 m) 0.54	50

A partir de los ensayos realizados en la Campaña Complementaria de 2018 y de la experiencia existente sobre el comportamiento del terreno en Sevilla (que va más allá de los datos puntuales), se proponen los siguientes parámetros geotécnicos:

Propuesta de parámetros geotécnicos

	γ_{ap} (kN/m^3)	ϕ' (º)	c' (kPa)	E (MPa)	ν
Relleno	18	28	0	10	0,35
Arcilla	20	27,5	10	16	0,30
Limos	21	32	0	20	0,30
Gravas	21	37	0	110	0,30
Margas	20	28	40	55	0,30

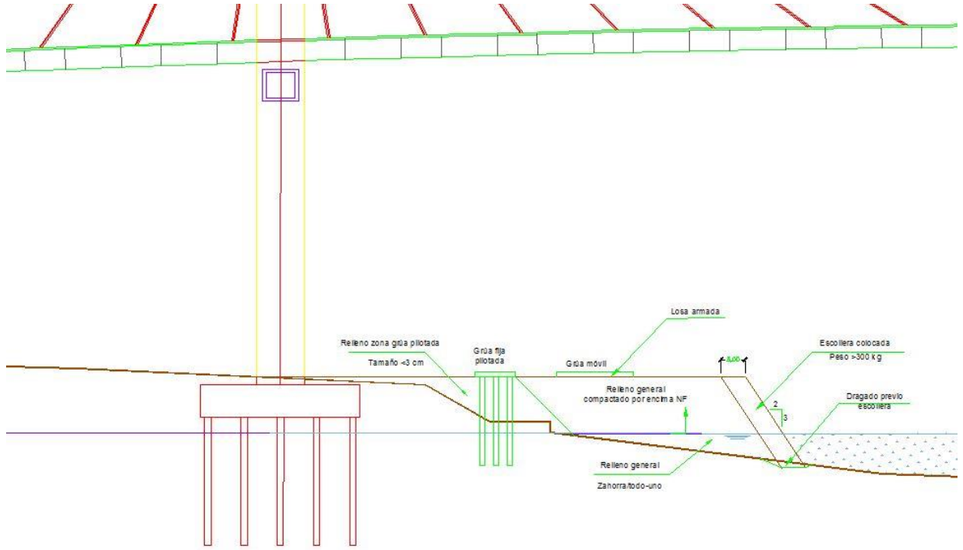
3 RECOMENDACIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS PENÍNSULAS PROVISIONALES

En el fondo del canal Alfonso XIII, en las proximidades del muelle del Centenario del Puerto de Sevilla, es de esperar que exista una zona superficial de material de alta deformabilidad y baja resistencia (fangos). Sería conveniente proceder al dragado de este material previamente a la ejecución de las penínsulas provisionales en las inmediaciones de los pilonos del puente del Centenario. En caso de no ser posible, sería conveniente colocar piedra de gran tamaño en el fondo para que se pudiera "clavar" en este material más flojo, de manera que se densificara e incrementara y aumentara su resistencia.

Para el núcleo de la península se podría emplear material tipo todo uno y colocar escollera de mayor tamaño como protección exterior, lo que permitirá verticalizar los taludes de borde y así evitar la afección al canal de navegación. La escollera deberá colocarse piedra a piedra con máquina y para hacerla más estable y segura es conveniente que la maquinaria de ejecución transite sobre ella, una vez superado el nivel de agua del canal. Es recomendable compactar el relleno todo-uno durante su ejecución.

Como dentro de estas plataformas se prevé la instalación de grúas torres, estas serán cimentadas mediante pilotes, por lo que se aconseja que en las zonas de instalación se limite el tamaño máximo del relleno a 10 cm para poder perforar correctamente los pilotes. Si se opta por pilotes hincados dicho tamaño máximo se limitará a 2-3 cm.

También está previsto que sobre la plataforma trabajen grúas automóviles de gran tonelaje. Por ello, independientemente de cómo se construya finalmente las plataformas (tipo de material, geometría…), se debe prever que los apoyos de la grúa asienten cuando transmitan carga. Estos asientos se producirán por roturas en los contactos, fracturación de las piedras… Se recomienda que en las zonas donde vaya a posicionarse las grúas, se debería colocar una "losa" de hormigón armado (min 15 cm). Si se observaran, al colocar la grúa, deformaciones excesivas/giros se podrían realizar una serie de taladros y rellenar con mortero de baja movilidad. De esta manera el mortero podría rellenar los huecos entre la escollera, mejorando la transmisión de cargas entre piedras y evitando su rotura.



Apéndice 1. Informe Geotécnico. CEMOSA. Noviembre de 2018

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Peticionario: **DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO.**

Termino Municipal: **SEVILLA**



Expediente: **O/1806388**

Fecha: **Noviembre de 2018**

cemosa Ingeniería y Control

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Estudios geotécnicos del terreno
Estudios de estabilidad de taludes
Patología de cimentaciones

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A
C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

TITULO DEL DOCUMENTO: **INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA**

Edición número:	0	Fecha edición :	Noviembre de 2018
Revisión número:	0	Fecha revisión :	Noviembre de 2018
Revisión número:	1	Fecha revisión :	
Revisión número:	2	Fecha revisión :	

CONTROL DE CALIDAD

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por	Olga de Adriaensens		Noviembre de 2018
Revisado	Isidro Ocete Ruiz		Noviembre de 2018
Aprobado	Isidro Ocete Ruiz		Noviembre de 2018

REGISTRO DE MODIFICACIONES

Edic./Rev.	Fecha	Responsable modificación	Secc./Párrafo Modificado	Modificación efectuada
0/0	Noviembre de 2018	-	-	Edición inicial

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

MEMORIA

1.- INTRODUCCIÓN....1
2.- ANTECEDENTES....1
3.- ENTORNO GEOGRÁFICO....5
4.- TRABAJOS REALIZADOS....12
4.1.- Reconocimientos de campo....12
4.2.- Ensayos de campo y laboratorio....19
5.- GEOLOGÍA....25
6.- SISMOLOGÍA....27
6.1.- Introducción....27
6.2.- Aplicación de la normativa....28
7.- CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES....31
7.1.- Nivel freático....34
7.2.- UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica....35
7.3.- UG.2a Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón....36
7.4.- UG.2b Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea....38
7.5.- UG.3 Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón....40
7.6.- UG.4 Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón....41
7.7.- UG.5 Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea....43
7.8.- Muestras tomadas en sondeos y ensayadas de la UG-5....45
7.8.1.- Identificación....45
7.8.2.- Parámetros de estado natural....49
7.8.3.- Parámetros de resistencia....50

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJOS

ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN
ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO
ANEJO 3. PERFILES GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS
ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO
ANEJO 4.1 Registro de sondeos a rotación
ANEJO 4.2 Fotografías de testigos de sondeos a rotación
ANEJO 4.3 Actas de ensayos presiométricos
ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

APENDICES

APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

1.- Introducción

El presente documento responde al **INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO** en **SEVILLA** solicitado a **CEMOSA** por **DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO.**

El trabajo se establece con expediente O/1806388, y realizado por la delegación de CEMOSA en Sevilla.

El objeto del presente estudio es la campaña geotécnica complementaria del tramo atirantado del puente del Centenario en Sevilla en el contexto de las actuaciones para la sustitución de los tirantes, lo que requiere de ajustes en las cimentaciones de los pilonos y de las pilas de retenida.

Para este cometido se han realizado los trabajos de campo, consistentes sondeos mecánicos y rotativos con extracción continua de testigo.

Para el desarrollo de este trabajo se han ejecutado los siguientes trabajos:

-Trabajos de campo y laboratorio realizados.

-Caracterización geotécnica de los materiales implicados: definición y parametrización.

-Entorno geológico.

-Presencia de nivel freático.

-Perfil geológico-geotécnico.

2.- Antecedentes

De acuerdo con la información geotécnica recogida en el Proyecto de Construcción del Tramo Suroeste de la Circunvalación de Sevilla, la cimentación de las pilas próximas al canal es profunda mediante módulos de pantallas apoyados en gravas.

Se ha realizado dos sondeos en cada margen en el entorno de las dos pilas más próximas al vano principal sobre el canal de navegación.

Pilas 13 y 14 en el margen Este y pilas 15 y 16 en el margen Oeste.

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 1.- Margen de la orilla Oeste.

En el margen de la orilla Oeste, las pilas 15 y 16 se encuentran dentro de la zona portuaria. La pila 15 esta dentro del poligono industrial ZAL, que han reformado hace poco tiempo la urbanización ubicando dicha pila en las inmediaciones de un vial.



Figura Nº 2.- Entorno ubicación S-03, pila 15

La pila 16 se encuentra dentro del propio puerto, no teniendo ningun uso y la zona no se encuentra urbanizada, a veces se utiliza esta zona de aparcamientos de camiones.

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es



Figura Nº 3.- Entorno ubicación S-04, pila 16

En el margen de la orilla Este, las pilas 13 y 14 se encuentran dentro del COEX. Se encuentran en zonas antiguas de la zona portuaria, encontrándose en las inmediaciones antiguas zonas de cargas.



Figura Nº 4.- Margen de la orilla Este

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F::.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 5.- Entorno de ubicación S-02, pila 14



Figura Nº 6.- Entorno ubicación S-02, pila 14

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F::.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

3.- Entorno geográfico

La zona estudiada se sitúa en el término municipal de SEVILLA.

Las coordenadas aproximadas de la zona estudiada se aportan a continuación:

Tabla 1. Coordenadas aproximadas UTM

UTM	
X	Y
234.958	4.137.689

Nota: Huso UTM: 30, Zona: S, Datum: WGS84.

En las fotografías siguientes se muestra la ubicación de los trabajos de campo realizados.



Figura Nº 7.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo referido como S-01.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 8.- Imagen del entorno S-01 terminado.



Figura Nº 9.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo referido como S-02.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 10.- Imagen del entorno S-02 terminado.



Figura Nº 11.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo referido como S-03.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 12.- Imagen del entono S-03 terminado.



Figura Nº 13.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo referido como S-04.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 14.- Imagen del entorno S-04 terminado.



Figura Nº 15.- Imagen de la ejecución de la calicata referida como C-01.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

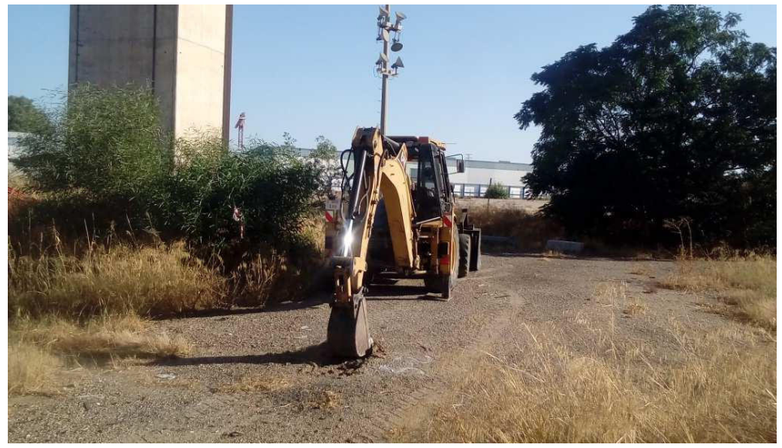


Figura Nº 16.- Imagen de la ejecución de la calicata referida como C-02.



Figura Nº 17.- Imagen de la ejecución de la calicata referida como C-03.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 18.- Imagen de la ejecución de la calicata referida como C-04.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

4.- Trabajos realizados

Los trabajos realizados han tenido dos caracteres diferentes, los ejecutados en campo o "in situ" y los de laboratorio.

4.1.- Reconocimientos de campo

Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

Tabla 2. Trabajos de campo

Tipo	Unidades	Profundidad mínima alcanzada (m.)	Profundidad máxima alcanzada (m.)
Sondeos mecánicos con recuperación de testigo	4	32.00	39.53
Calicatas de Reconocimiento	4	1.50	
Ensayos presiométricos	10	-	
Ensayo penetrometro manual	47	-	

Las coordenadas de los reconocimientos de campo efectuados son las siguientes:

Tabla 3. Coordenadas aproximadas UTM

Reconocimiento	Coor. X	Coor. Y	Coor. Z
S-01	235036	4137632	9 m
S-02	234967	4137690	7 m
S-03	234759	4137923	6 m
S-04	234715	4137969	11 m

Los sondeos mecánicos a rotación consisten en la ejecución de perforaciones de pequeño diámetro, generalmente de 65 y 140 mm que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del subsuelo mediante la extracción continua de testigo de suelo o roca, a la vez que se alterna con ensayos geotécnicos de penetración y extracción de muestras inalteradas, en los casos que es posible. Las perforaciones se realizaron con una sonda modelo TECOINSA TP50. Una vez finalizados los sondeos se introdujo tubería PVC ranurada en cada uno de los mismos con objeto de poder realizar un seguimiento de los posibles niveles freáticos y se instaló una tapa metálica como medida de protección de la embocadura de los sondeos.

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

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

de plástico que cerrado herméticamente con tapas de goma, mantenga inalteradas largo tiempo las propiedades del suelo.



Figura Nº 19.- Toma muestras de pared fina (Shelby)



Figura Nº 20.- Toma muestras pared gruesa

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

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 21.- Toma muestras SPT

Las diferentes actas de todos los reconocimientos de campo desarrollados para este trabajo se aportan en los anejos correspondientes.

4.1.1.- *Ensayos de penetrómetro manual*

Una vez realizados los sondeos se han testificado in situ por un geólogo especialista y se han realizado ensayos de penetrómetro manual y ensayos de resistencia a torsión con vanetest. Los resultados obtenidos se incluyen en las comunas de sondeos incluidas en el correspondiente Anejos.



Figura Nº 22.- Penetrometro de bolsillo

A continuación se muestra una tabla resumen con los resultados de penetrómetro manual obtenidos y una comparación de dichos resultados con el registro de los ensayos SPT.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 4. Resultados de Penetrómetro manual o de bolsillo.

Sondeo	Litología	Valores SPT para referencia		Valor Penetrómetro manual (qu)	
		cota	N30	cota	Mpa
S-01	UG-2a	3,20	16	2,00	0.30
		5,20	5	4,00	0.25
		7,80	13	6,80	0.31
		7,80	13	7,50	0.30
		10,40	12	9,60	0.31
		12,30	10	11,50	0.30
	UG-2b	14,30	10	13,50	0.20
	UG-3	16,30	13	15,00	0.25
		16,30	13	15,50	0.13
		18,30	16	17,50	0.11
		18,30	16	19,00	0.10
	UG-5	25,40	43	24,40	0.35
		38,93	24	34,60	0.40
		29.20	24	36,30	0.40
S-02	UG-2a	6,00	7	4,00	0.30
		6,00	7	5,00	0.25
		6,00	7	5,80	0.16
		8,10	9	7,30	0.30
	UG-2b	10,60	7	9,00	0.35
	UG-2a	13,80	8	11,50	0.10
		13,80	8	12,65	0.15
	UG-3	15,80	9	15,00	0.30
		17,80	41	16,00	0.31
		17,80	41	17,50	0.12
	UG-5	24,40	18	24,50	0.10
		28,00	26	26,50	0.30
		28,00	26	27,00	0.50
		30,87	24	29,00	0.30
S-03	UG-2a	2,70	13	2,00	0.25
		5,50	10	4,50	0.20
		5,50	10	6,50	0.20
	UG-2b	9,10	4	9,00	0.11
		11,40	3	12,00	0.10
		15,20	8	14,00	0.10
	UG-5	22,80	21	21,00	0.20
		26,90	24	25,00	0.20
		30,50	26	29,00	0.35
S-04	UG-2a	2,10	7	2,80	0.30
		6,10	17	6,80	0.20
		10,30	9	9,50	0.25
	UG-2b	12,30	8	11,50	0.10
		14,80	1	14,00	0.15
	UG-3	16,80	10	15,60	0.10
		18,70	37	18,00	0.20

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Sondeo	Litología	Valores SPT para referencia		Valor Penetrómetro manual (qu)	
		cota	N30	cota	Mpa
S-01	UG-5	23,60	19	22,50	0.30
		26,70	24	24,00	0.30
		28,67	28	28,00	0.30

4.1.2.- *Ensayos de presiómetros en el interior de sondeos*

Se ha realizado una campaña de investigación presiométrica a lo largo de los diferentes sondeos, con un total de 10 presiómetros, en los que se han empleado la sonda tipo OYO HQ, y la sonda hinca del equipo Menard para suelos granulares, intentado realizar el ensayo en el S-02, dejándolo al haber dado 240 golpes para introducir 20 cm. Para el ensayo tipo OYO se aplica la norma ASTM D4719

A continuación detallamos el fundamento de estos reconocimientos y se presenta un resumen de los valores obtenidos en cada uno de ellos, cuándo ello ha sido posible.

4.1.2.1.- *Presiometro OYO*

Los ensayos presiométricos OYO se realizan de acuerdo con las normas ASTM D-4719-87/94.

El equipo utilizado para la ejecución de los ensayos presiométricos ha sido un presiómetro OYO, fabricado por OYO CORPORATION que consta de los siguientes componentes principales:

- SONDA OYO ELASTMETER-2 de 72 mm. Alcanza una presión de trabajo de hasta 200 bares.
- CAJA DE LECTURAS ELECTRÓNICA externa, con almacenamiento de datos en un ordenador portátil, con rango de resolución desde 1 KPa hasta 2000 KPa, aunque en este tipo de presiómetro pueden optimizarse para cada tipo de suelo.
- BOMBA DE PRESIÓN. Permite la inyección/succión del fluido utilizado en la sonda.
- MULTIPLICADOR. Permite inyectar/succionar 8 veces más fluido.
- DOBLE CABLE (electrónica/fluido) hasta profundidades de ensayo de 200 m.

En las siguientes figuras se muestra un esquema de la configuración del equipo para la realización del ensayo y la geometría de la sonda tricelular:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356



Figura Nº 23.- Presiómetro Oyo

La base teórica del ensayo se fundamenta en la expansión radial de una membrana flexible a presión controlada en el interior de un tramo específico de sondeo. Se crea así un campo de tensiones cilíndricos con deformaciones planas, y el desarrollo del ensayo hasta la rotura del suelo permite obtener curvas presión-deformación que representan las distintas fases de comportamiento del suelo, a partir de las cuales se obtienen los parámetros geotécnicos de interés.

Las tensiones se aplican escalonadamente mediante la inyección de un fluido (agua a presión mediante Nitrógeno), registrándose los incrementos de volumen de la célula central de la sonda a intervalos de 15, 30 y 60 segundos tras haber alcanzado el escalón de presión correspondiente.

Las lecturas de los cambios de volumen de la célula central de la sonda corresponden a deformaciones del suelo, mientras que las células de guarda garantizan la expansión cilíndrica de la célula central, fundamento teórico del ensayo.

A partir de los resultados obtenidos se obtienen dos tipos de curvas:

- Curva presiométrica bruta: relaciona las presiones alcanzadas con las variaciones de volumen a medidas en el intervalo de 60'.

En la curva bruta, pueden distinguirse tres fases:

- Fase inicial: corresponde a la puesta en contacto de la camisa de la sonda con la pared del sondeo.
- Fase pseudo-elástica: con un carácter lineal, representa el comportamiento elástico del terreno.
- Fase plástica: corresponde a grandes desplazamientos de la pared del sondeo.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

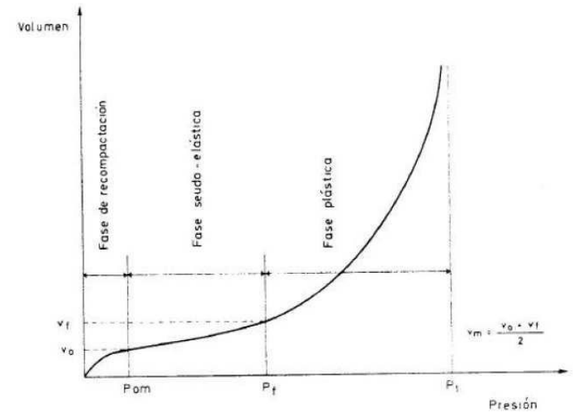


Figura Nº 24.- Ejemplo de curva presiométrica

- Curva de fluencia: Refleja las diferencias de volumen en los intervalos de 30' a 60' para cada escalón de presión.

La curva de fluencia presenta la forma de líneas poligonales cuyos vértices corresponden a los límites de cada una de las tres fases de la curva presiométrica.

Para obtener los parámetros presiométricos, se deben aplicar una serie de correcciones a las lecturas de campo, obteniéndose así la curva presiométrica neta.

Los parámetros geotécnicos que pueden obtenerse a partir del ensayo presiométrico son:

- Módulo presiométrico (E_M)
- Presión límite (P_L)
- Presión de fluencia (P_F)

La presión límite se ha utilizado el método del inverso de la deformación unitaria ε.

A partir de los resultados obtenidos se puede establecer una clasificación preliminar de los suelos de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 5. Clasificación del terreno en base al ensayo presiométrico

Presión límite (bares)	Naturaleza del suelo	Categoría
0 – 12	Arcilla	I
0 – 7	Limo	
18 – 40	Margas o arcilla firme	II
12 – 30	Limo compacto	
4 – 8	Arena compresible	
10 – 30	Roca blanda o meteorizada	
10 – 20	Arena y grava	III
40 – 100	Roca	
30 - 60	Arena y grava muy compacta	IIIA

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados a lo largo de la campaña:

Tabla 6. Valores del ensayo presiométrico

Prospección	Cota.	Tipo	Módulo presiométrico (Em)	Presión límite (Pl)	Presión de fluencia (Pf)	Relación presiométrica	Unidad Geotécnica
	m		Mpa	Mpa	Mpa		
S-02	6.50	OYO	6.50	0.49	0.23	13.15	UG-2a
	12.60	OYO	4.86	0.70	0.37	6.91	UG-2b
	16.10	OYO	9.84	1.15	0.48	8.54	UG-3
		MENARD					UG-4
	28.90	OYO	42.11	4.82	1.69	8.74	UG-5
	31.90	OYO	85.51	6.82	2.65	13.75	UG-5
S-03	7.40	OYO	10.51	1.01	0.47	10.40	UG-2a
	13.40	OYO	2.59	0.54	0.38	4.76	UG-2b
	23.20	OYO	26.99	3.60	1.06	7.51	UG-5
	28.70	OYO	91.00	8.78		10.36	UG-5

Nota: los ensayos que aparecen sin resultados son aquellos en donde se ha obtenido rechazo y no se ha podido hincar el presiómetro por la presencia de bolos, especialmente en UG-4.

4.1.3.- *Calicatas de reconocimiento*

En total se han realizado 4 calicatas en los puntos indicados por la Especificación, donde se ha verificado la no presencia de servicios que pudieran verse afectados por las perforaciones.

Todas ellas se han realizado con medios mecánicos mediante retroexcavadora tipo mixta.

4.2.- Ensayos de campo y laboratorio

Los ensayos y trabajos de campo realizados para determinar las características de los materiales detectados han sido los siguientes:

Tabla 7. Ensayos y Trabajos de campo

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra inalterada con tomamuestras de tipo abierto	30	ASTM D6169-98, ASTM D3550-01, XP P94-202
Ensayo de penetración estandar (SPT)	55	UNE 103800
Toma de muestra inalterada tipo Shelby	9	Norma ASTM D1587
Testigo parafinado	12	-

Los ensayos de campo y los valores obtenidos se detallan a continuación:

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 8. Valores de consistencia o compacidad

Muestra			Consistencia o Compacidad					
			Golpeo/15cm					
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	V1	V2	V3	V4	N30 MI	N30 SPT
S-01	MI	2.60	6	12	18	22	30	
S-01	SPT	3,30	3	5	11	11		16
S-01	MI	4,60	6	10	8	9	18	
S-01	SPT	5,20	1	2	3	4		5
S-01	TP	5,90						
S-01	MI	6,80	7	12	19	23	31	
S-01	SPT	7,80	3	5	8	9		13
S-01	TP	8,60						
S-01	MI	9,80	3	5	8	11	13	
S-01	SPT	10,40	4	5	7	9		12
S-01	MI	11,70	4	8	12	15	20	
S-01	SPT	12,30	3	4	6	9		10
S-01	MI	13,70	3	4	6	8	10	
S-01	SPT	14,30	3	4	6	9		10
S-01	MI	15,70	7	8	12	13	20	
S-01	SPT	16,30	5	6	7	8		13
S-01	MI	17,70					0	
S-01	SPT	18,30	5	6	10	9		16
S-01	MI	19,80					0	
S-01	SPT	20,10	37	26	22	18		48
S-01	SPT	21,60	27	R				R
S-01	SPT	23,50	21	30	27	31		57
S-01	SPT	25,40	23	21	22	25		43
S-01	SPT	25,00	30	R				R
S-01	SPT	29,20	25	R				R
S-01	TP	31,10						
S-01	MI	31,70	18	20	24	32	44	
S-01	SPT	32,30	5	9	12	16		21
S-01	MI	33,50	15	26	R		R	
S-01	SPT	33,94	8	12	15	20		27
S-01	TP	35,60						
S-01	MI	38,50	16	24	R		R	
S-01	SPT	38,93	6	12	14	19		26
S-02	TP	3,80						
S-02	MI	4,20	4	6	10	13	16	
S-02	SPT	6,00	2	3	4	7		7
S-02	MI	7,50					0	

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 8. Valores de consistencia o compacidad

Muestra			Consistencia o Compacidad					
			Golpeo/15cm					
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	V1	V2	V3	V4	N30 MI	N30 SPT
S-02	SPT	8,10	3	4	5	6		9
S-02	MI	10,00					0	
S-02	SPT	10,60	3	3	4	4		7
S-02	TP	12,10						
S-02	MI	13,20	4	6	7	11	13	
S-02	SPT	13,80	4	4	4	5		8
S-02	MI	15,20	6	9	10	15	19	
S-02	SPT	15,80	4	4	5	6		9
S-02	MI	17,20	9	9	6	15	15	
S-02	SPT	17,80	13	19	22	30		41
S-02	SPT	19,60	18	24	21	27		45
S-02	SPT	21,50	29	37	R			R
S-02	SPT	23,40	21	R				R
S-02	MI	24,80	9	14	19	32	33	
S-02	SPT	25,40	5	8	10	13		18
S-02	MI	27,40	12	19	35	R	54	
S-02	SPT	28,00	9	11	15	16		26
S-02	MI	30,30	15	22	37	R	59	
S-02	SPT	30,87	9	10	14	17		24
S-03	MI	2,10	7	9	12	16	21	
S-03	SPT	2,70	3	5	8	8		13
S-03	MI	4,90					0	
S-03	SPT	5,50	3	4	6	8		10
S-03	TP	6,80						
S-03	MI	8,50					0	
S-03	SPT	9,10	1	2	2	2		4
S-03	MI	10,80					0	
S-03	SPT	11,40	1	1	2	3		3
S-03	TP	13,20						
S-03	MI	14,60	1	3	5	7	8	
S-03	SPT	15,20	1	3	5	11		8
S-03	SPT	16,50	23	24	20	21		44
S-03	SPT	17,70	16	13	12	11		25
S-03	SPT	19,70	18	27	R			R
S-03	MI	22,20	8	13	22	30	35	
S-03	SPT	22,80	6	9	12	15		21
S-03	TP	24,00						

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 8. Valores de consistencia o compacidad

Muestra			Consistencia o Compacidad					
			Golpeo/15cm					
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	V1	V2	V3	V4	N30 MI	N30 SPT
S-03	SPT	25,40	9	11	14	18		25
S-03	TP	26,30						
S-03	SPT	26,90	9	11	13	19		24
S-03	TP	27,60						
S-03	TP	30,10						
S-03	SPT	30,50	9	12	14	20		26
S-04	MI	1,50					0	
S-04	SPT	2,10	2	3	4	4		7
S-04	MI	3,50					0	
S-04	SPT	4,10	4	7	10	11		17
S-04	MI	5,50	8	12	18	25	30	
S-04	SPT	6,10	4	7	10	13		17
S-04	MI	7,50	4	6	10	11	16	
S-04	SPT	8,10	4	4	6	8		10
S-04	MI	9,70	4	4	5	7	9	
S-04	SPT	10,30	3	4	5	5		9
S-04	MI	11,70	5	6	8	10	14	
S-04	SPT	12,30	3	3	5	5		8
S-04	MI	14,20	5	6	8	9	14	
S-04	SPT	14,80	3	1	0	1		1
S-04	MI	16,20	4	12	12	11	24	
S-04	SPT	16,80	8	5	5	5		10
S-04	MI	18,10	9	15	16	18	31	
S-04	SPT	18,70	5	13	24	34		37
S-04	SPT	20,00	18	31	R			R
S-04	SPT	21,60	R					R
S-04	MI	23,00	10	15	22	31	37	
S-04	SPT	23,60	6	8	11	14		19
S-04	MI	26,10	12	19	29	40	48	
S-04	SPT	26,70	7	11	13	18		24
S-04	MI	28,10	16	22	39	R	61	
S-04	SPT	28,67	9	12	16	22		28

Los ensayos de laboratorio realizados para la elaboración de este documento quedan reflejados en las tablas siguientes:

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 9. Trabajos de laboratorio realizados a muestras tomadas en sondeos

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	12	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	12	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	12	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	12	UNE 103300
Determinación de peso específico aparente	12	UNE 103301
Ensayo de compresión simple en suelos	12	UNE 103400

Los valores obtenidos para cada uno de los ensayos realizados se establecen en las siguientes tablas

Tabla 10. Ensayos de identificación realizados a muestras tomadas en sondeos

Muestra			Identificación											
			Granulometría								L. Atterberg			
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	20 mm.	5 mm.	2 mm.	0,4 mm.	0,08 mm.	Grava (>2mm) %	Arena (2-0.08mm) %	Finos (<0,08mm) %	Límite Líquido	Límite Plástico	Indice Plasticidad	Clasificación USCS
S-01	TP	31.10	100,00	100,00	100,00	100,00	91,70	0,00	8,30	91,70	48,50	20,50	28,00	CL
S-01	MI	33.50	100,00	100,00	100,00	100,00	98,60	0,00	1,40	98,60	53,20	23,60	29,60	CH
S-01	TP	35.60	100,00	100,00	100,00	100,00	97,60	0,00	2,40	97,60	53,90	20,50	33,40	CH
S-02	MI	24.80	100,00	100,00	100,00	100,00	92,20	0,00	7,80	92,20	45,80	19,80	26,00	CL
S-02	MI	27.40	100,00	100,00	100,00	100,00	96,90	0,00	3,10	96,90	55,40	21,30	34,10	CH
S-02	MI	30.30	100,00	100,00	100,00	100,00	97,20	0,00	2,80	97,20	50,00	20,80	29,30	CH
S-03	MI	22,20	100,00	100,00	100,00	100,00	93,50	0,00	6,50	93,50	50,70	20,70	30,00	CH
S-03	TP	24,00	100,00	100,00	100,00	100,00	94,50	0,00	5,50	94,50	54,60	20,70	33,90	CH
S-03	TP	26,30	100,00	100,00	100,00	100,00	94,60	0,00	5,40	94,60	54,10	21,10	33,00	CH
S-04	MI	23,00	100,00	100,00	100,00	100,00	85,70	0,00	14,30	85,70	41,50	17,10	24,40	CL
S-04	MI	26,10	100,00	100,00	100,00	100,00	97,70	0,00	2,30	97,70	54,30	22,20	32,10	CH
S-04	MI	28,10	100,00	100,00	100,00	99,00	91,10	0,00	8,90	91,10	47,10	19,70	27,40	CL

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 11. Ensayos de definición del estado natural y resistencia realizados a muestras tomadas en sondeos

Muestra			Parámetros de estado natural				Resistencia							
								Con Drenaje			Sin Drenaje			
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	P.Específico kN/m^3	Densd.Seca kN/m^3	Densd.Aparente kN/m^3	Humedad %	RCS Kpa	Corte Directo / Triaxial	Ang. Rozamiento Efectivo °	Cohesión Efectiva Kpa	Corte Directo / Triaxial	Ang. Rozamiento sin drenaje °	Cohesión Efectiva Kpa
S-01	TP	31.10		15,70	19,82	25,70	349,10						
S-01	MI	33.50		15,80	19,91	25,80	588,40						
S-01	TP	35.60		16,20	20,21	24,80	572,70						
S-02	MI	24.80		16,00	20,21	25,80	416,60						
S-02	MI	27.40		16,10	20,21	26,30	650,20						
S-02	MI	22,20		15,60	20,01	28,50	518,70						
S-03	MI	24,00		16,20	20,21	24,70	578,80						
S-03	TP	26,30		15,70	19,72	25,40	392,80						
S-03	TP	23,00		16,10	20,01	24,60	575,30						
S-04	MI	26,10		16,90	20,60	22,40	423,70						
S-04	MI	28,10		16,10	20,11	25,70	581,80						
S-04	MI	22,20		16,70	20,70	24,40	639,80						

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.:185, L.98-SA, F.:195, P.:1356

5.- Geología

La ubicación geológica, a efectos gráficos, del término municipal de SEVILLA se aporta en el anejo correspondiente.

La situación geológica de la zona estudiada se expresa en el siguiente gráfico extraído de la documentación existente del Mapa Geológico de España (MAGNA), a escala original 1:50.000, del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Ciencia e Innovación



Figura Nº 25.- Mapa geológico donde se sitúa el área estudiada en el término municipal de SEVILLA. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

La zona se enmarca dentro de la Depresión (o cuenca) del Guadalquivir, localizada entre el macizo hercínico de la Meseta y el borde septentrional de las Cordilleras Béticas. Se trata de una cuenca de antepaís, que se superpone al surco frontal que existiría al norte de la cordillera a la vez que se iba formando. Tiene una marcada asimetría ya que el borde norte (macizo hercínico) es tectónicamente inactivo mientras que el borde sur sería activo, lo que trae como consecuencia que junto a este borde activo se depositasen importantes volúmenes de olistostromas formados por masas (olistolitos) de procedencia bética en el seno de materiales del Mioceno. La mitad norte de la Depresión del Guadalquivir corresponde a afloramientos del Mioceno superior y Plioceno sin olistostromas

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.IBenaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.:185, L.98-SA, F.:195, P.:1356

La zona de estudio se sitúa en la denominada Depresión del Guadalquivir, Unidad geológica caracterizada por una gran monotonía estratigráfica, en donde afloran materiales de edad Cuaternaria y Terciaria.

En el ámbito de la zona de estudio los depósitos Cuaternarios pertenecen al río Guadalquivir y los tributarios de éste que generan diversas terrazas con distintas cotas y distintas litologías asociadas a cada terraza.

Los materiales cuaternarios se disponen sobre el sustrato terciario constituido por las conocidas margas azules o margas de la depresión del Guadalquivir.

Además de estas dos grandes zonas, existen otros dominios entre los que destacan las depresiones post-orogénicas terciarias, rellenas de materiales terciarios y cuaternarios procedentes de la erosión de los relieves circundantes.

Las características básicas de cada uno de los materiales que conforman este Unidad se describen a continuación:

Depósitos Cuaternarios: En la zona de estudio se encuentran los materiales correspondientes a la terraza QT2, situada a una cota de 25-30 m y caracterizada por una serie alternante en donde es típico encontrar gravas, arenas, limos y arcillas de forma entremezclada. Son depósitos típicos de un medio de elevada energía, depósitos arrastrados por flujos fluviales y depositados en los márgenes de los antiguos cauces.

Los cantos rodados que aparecen son de cuarcita, que aunque abundan sobre todo en las partes bajas de la zona, no es raro encontrarlos mezcladas con cantidades importantes de margas arrastradas de los márgenes.

Margas Azules: Se trata de depósitos típicos de un ambiente de baja energía, que comenzaron a depositarse en los fondos del mar existente durante la edad andaluciense.

Las margas se presentan, si se encuentran “in situ”, compactas, duras, en estado de sequedad, con fractura concoidea. Localmente pueden considerarse como arcillas calcáreas. A veces pueden llevar impregnaciones de hidróxidos de hierro y pirita

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

6.- Sismología

6.1.- Introducción

La normativa utilizada a la hora de tener en cuenta o no los posibles efectos sísmicos sobre las obras proyectadas, ha sido la "Norma de Construcción Sismorresistente". NCSE-02. REAL DECRETO 997/2002 de 27 de septiembre.

NCSE-02 o Norma de construcción sismorresistente, es una norma española, publicada en BOE 11 octubre 2002.

Típicamente la norma NCSE-02 propone un método de cálculo, que al igual que su predecesora, la NCSE-94 utiliza los métodos tradicionales de proyecto sismorresistente basados en la resistencia.

La NCSE-02 está centrada en la seguridad de la estructura, pero no en cuantificar los daños, por lo que sus comprobaciones sólo son válidas en estado límite último.

Sus capítulos se ordenan como sigue:

- Capítulo 1: generalidades.
- Capítulo 2: peligrosidad sísmica y acción sísmica en cada punto del territorio.
- Capítulo 3: métodos de cálculo para obtención de acciones y desplazamientos.
- Capítulo 4: reglas de proyecto y prescripciones constructivas.

La norma NCSE-02 sigue las fases típicas del análisis dinámico de estructuras:

- En un primer paso se establece el modelo estructural adecuado. A partir de las características geométricas, los materiales y la configuración de la estructura del modelo se construyen las matrices de masa, amortiguación y rigidez de acuerdo a las convenciones habituales del análisis dinámico. A partir de esas matrices se puede determinar gracias al análisis modal espectral las frecuencias propias de la estructura y sus modos propios. El movimiento oscilatorio de la estructura se representa de hecho como un movimiento armónico compuesto, que en general no será periódico.
- A partir de la ubicación de la estructura, las propiedades del terreno y la zonificación sísmica asociada a la norma se estiman unas aceleraciones típicas impuestas por el terreno y recogidas en los espectros elásticos de respuesta.
- A continuación la combinación de la solicitación sísmica resumida en los espectros de respuesta y las características de respuesta del terreno resumidas en las frecuencias y modos propios de la estructura, se determinan las fuerzas sísmicas equivalentes sobre el edificio. Posteriormente, estas fuerzas son reducidas en función de la ductilidad de la estructura.

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

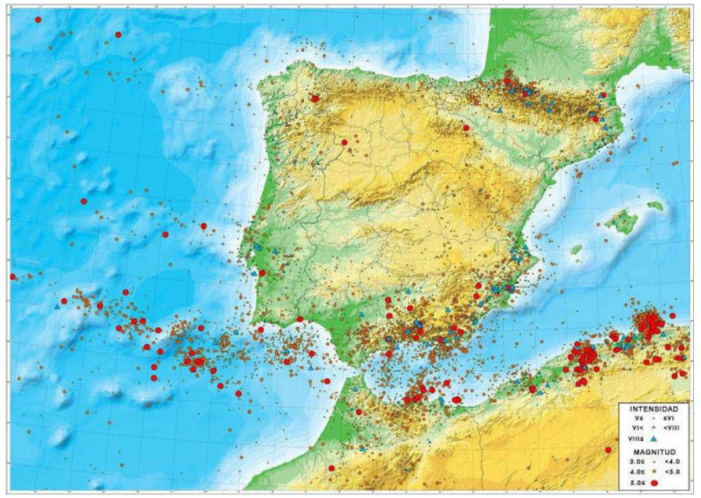


Figura Nº 26.- Magnitud y profundidad de los principales sismos en la zona. Ministerio de Fomento Subsecretaría. Dirección General del Instituto Geográfico.

6.2.- Aplicación de la normativa

Atendiendo a la normativa referida el tipo de obra a considerar son las siguientes:

1. De moderada importancia: "Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos significativos a terceros".

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

3. De especial importancia: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos así como en reglamentaciones más específicas y, al menos, las siguientes construcciones:

- Hospitales, centros o instalaciones sanitarias de cierta importancia.
- Edificios e instalaciones básicas de comunicaciones, radio, televisión, centrales telefónicas y telegráficas.
- Edificios para centros de organización y coordinación de funciones para casos de desastre.
- Edificios para personal y equipos de ayuda, como cuarteles de bomberos, policía, fuerzas armadas y parques de maquinaria y de ambulancias.

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

- Las construcciones para instalaciones básicas de las poblaciones como depósitos de agua, gas, combustibles, estaciones de bombeo, redes de distribución, centrales eléctricas y centros de transformación.
- Las estructuras pertenecientes a vías de comunicación tales como puentes, muros, etc. que estén clasificadas como de importancia especial en las normativas o disposiciones específicas de puentes de carretera y de ferrocarril.
- Edificios e instalaciones vitales de los medios de transporte en las estaciones de ferrocarril, aeropuertos y puertos.
- Edificios e instalaciones industriales incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Las grandes construcciones de ingeniería civil como centrales nucleares o térmicas, grandes presas y aquellas presas que, en función del riesgo potencial que puede derivarse de su posible rotura o de su funcionamiento incorrecto, estén clasificadas en las categorías A o B del Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses vigente.
- Las construcciones catalogadas como monumentos históricos o artísticos, o bien de interés cultural o similar, por los órganos competentes de las Administraciones Públicas.
- Las construcciones destinadas a espectáculos públicos y las grandes superficies comerciales, en las que se prevea una ocupación masiva de personas.

6.3.- Mapa de peligrosidad sísmica. Coeficiente de distribución.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

El valor obtenido es el siguiente:

Tabla 12. Coeficiente de distribución

Coeficiente de contribución	K	1,10

6.4.- Mapa de peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g, la aceleración sísmica básica, ab –un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

En la NSCE en su anejo nº 1 se representan los valores de la aceleración sísmica básica y del coeficiente de contribución, K, de los términos municipales con ab > ó = a 0,04g, organizado por comunidades autónomas.

El valor obtenido es el siguiente:

Tabla 13. Aceleración sísmica básica

Aceleración sísmica básica	a_b / g	0,07

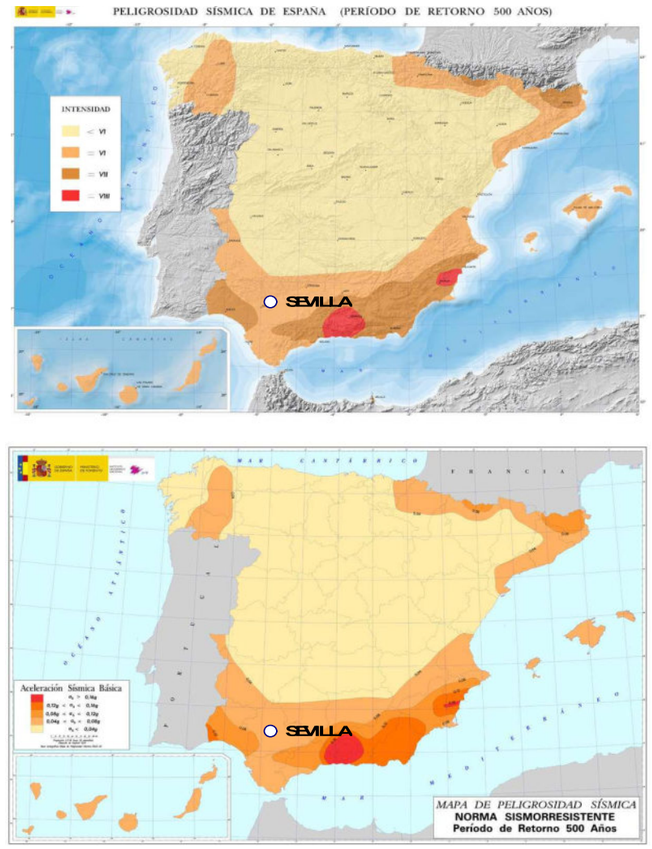


Figura Nº 27.- Peligrosidad sísmica de España (Periodo de retorno 500 años). Intensidad y aceleración sísmica básica.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

7.- Caracterización geológica y geotécnica de los materiales

Los datos obtenidos se han analizado en gabinete, integrándolos con los existentes en la bibliografía consultada y permitiendo de esta manera la síntesis de los mismos en la que quedan representados las distintas formaciones y suelos existentes, los datos hidrogeológicos más relevantes (zonas encharcadas, cursos de agua, etc.), las zonas potencialmente inestables (deslizamientos, etc.) y los condicionantes constructivos del terreno.

Una vez conocidas las diferentes formaciones existentes y su geometría, se procede a caracterizar los materiales.

Sintetizando, los aspectos fundamentales del trabajo realizado han sido el reconocimiento de los terrenos atravesados definiendo:

- Litologías.
- Clasificaciones de los materiales.
- Características geotécnicas.
- Situación del nivel freático.
- Obtención del perfil geotécnico.
- Niveles geotécnicos.
- Espesor de tierra vegetal y rellenos.

En función de los trabajos de campo realizados, junto con ensayos de laboratorio ejecutados podemos establecer la siguiente secuencia estratigráfica modelo:

Tabla 14. **Modelo estratigráfico establecido.**

Nivel	*Material*
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica
UG.2a	Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón
UG.2b	Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea
UG.3	Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón
UG.4	Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón
UG.5	Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

El modelo geotécnico establecido para la Orilla Oeste es el siguiente:

Tabla 15. **Modelo estratigráfico establecido. Orilla Oeste**

Nivel	*Material*	*Desde (m.)*	*Hasta (m.)*
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	0,00	2.00
UG.2a	Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón	2.00	10.00
UG.2b	Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea	10.00	15.00
UG.3	Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón	15.00	19.00
UG.4	Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón	19.00	21.00
UG.5	Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea	21.00	-

Por otro lado, el modelo geotécnico establecido para la Orilla Este es el siguiente:

Tabla 16. **Modelo estratigráfico establecido. Orilla Este**

Nivel	*Material*	*Desde (m.)*	*Hasta (m.)*
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	0,00	2.00
UG.2a	Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón	2.00	10.00
UG.2b	Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea	10.00	13.00
UG.2a	Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón	13.00	16.00
UG.3	Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón	16.00	18.00
UG.4	Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón	18.00	26.00
UG.5	Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea	26.00	-

El perfil esquemático obtenido se adapta a la siguiente secuencia de materiales detectados.

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

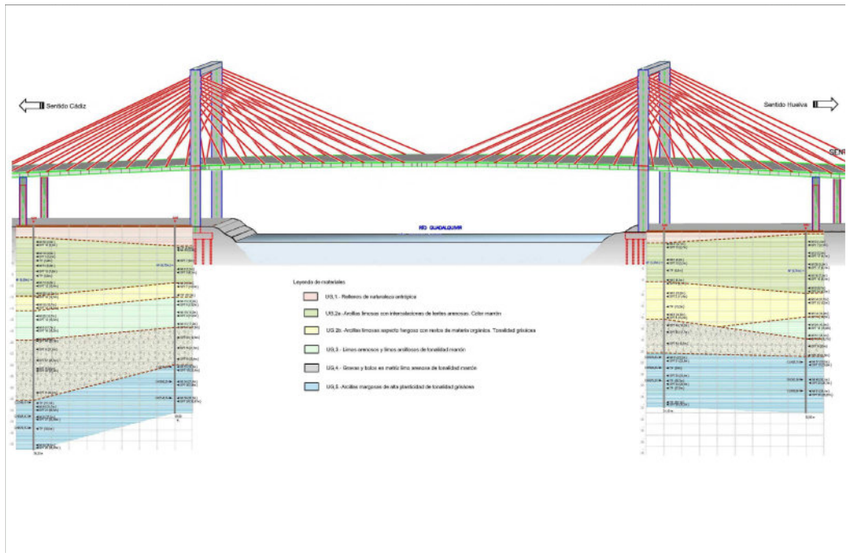


Figura Nº 28.- Perfil esquemático

Figura Nº 29.-Perfil esquemático Orilla Este.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

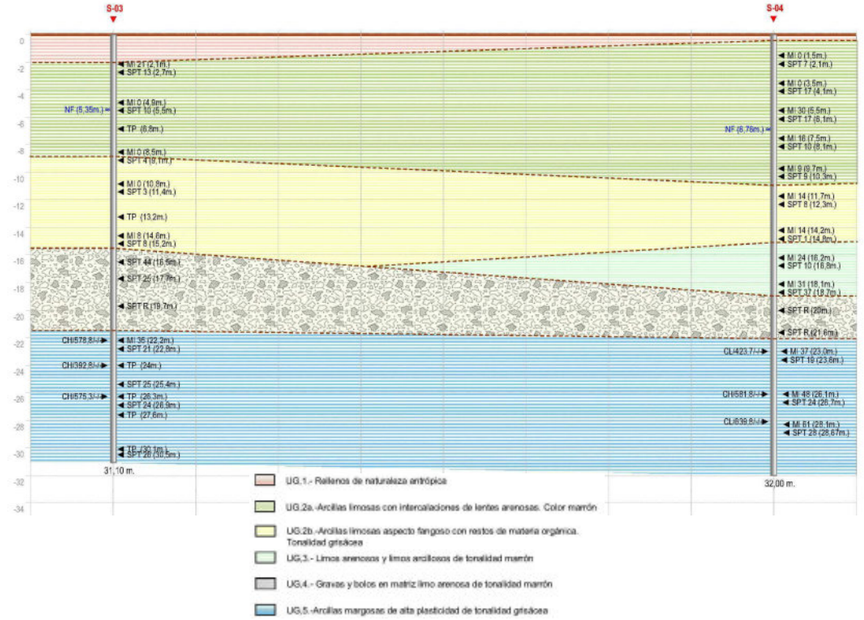


Figura Nº 30.- Perfil esquemático Orilla Oeste

7.1.- Nivel freático

Durante las labores de campo se ha comprobado la existencia o no de los niveles freáticos.



Figura Nº 31.- Detección de niveles freáticos

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Se ha detectado el nivel freático en los siguientes reconocimientos, y a la profundidad que se refiere medida desde boca de perforación:

Tabla 1. **Niveles freáticos**

Fecha/hora	S-01	S-02	S-03	S-04
08/10/2018 (16,00 h)	*9,58*	*	*	*
9/10/218 (16,20 h)	*9,55*	*	*	*
10/10/2018 (16,00 h)	*9,55*	*	*	*
11/10/2018 (14,00 h)	*9,55*	*6,50*	*	*
15/10/2018 (15.00 h)	*9.55*	*6.50*	*	*
19/10/2018 (12,00-13,00 h)	*	*	*	*6,85*
22/10/2018 (16,00-17,00 h)	*9,52*	*6,93*	*5,53*	*6,85*
23/10/2018 (16,00-17,00 h)	*9,47*	*6,92*	*5,51*	*6,83*
24/10/2018 (16,00-17,00 h)	*9,42*	*6,88*	*5,48*	*6,8*
25/10/2018 (16,00-17,00 h)	** (puerta cerrada)*	** (puerta cerrada)*	*5,46*	*6,79*
31/10/2018 (13.00-14.00 h)	9,28	6,75	5,36	6,77
07/11/2018 (15.00 h-16.00 h)	9,28	6,73	5,35	6,76

Hemos de hacer notar que las medidas del nivel freático se han realizado a la finalización de las perforaciones.

Es probable que el nivel freático pueda oscilar en función del régimen climático y estacional no permaneciendo inalterable, consideración que habrá de ser tenida en cuenta.

7.2.- UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica

La UG.1 esta formada por rellenos de naturaleza antrópica, según los trabajos de campo realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 17. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).

	S-01	S-02	S-03	S-04
UG-01	2.00	3.50	2.00	0.40
UG-02a	12.30	10.00	9.00	10.90
UG-02b	15.00	12.70	15.50	15.10
UG-02a	16.30	15.50	-	-
UG-03	20.10	17.90	-	19.00
UG-04	30.80	24.50	21.50	22.10
UG-05	39.53	33.00	31.10	32.00

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 0,00 m. a techo y 2,00 m. a muro, según el siguiente modelo:

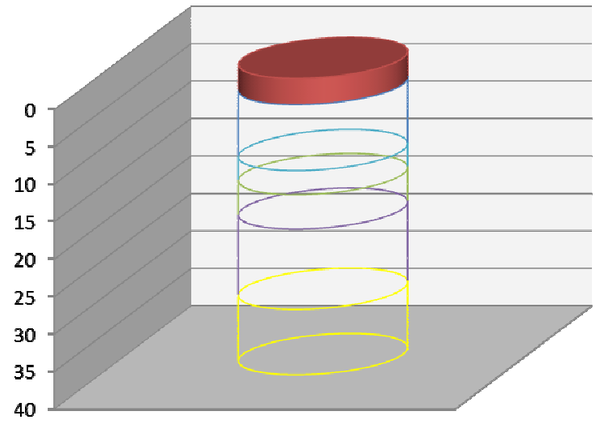


Figura Nº 32.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Desde un punto de vista mecánico-geotécnico, este material se caracteriza por presentar bajo e irregular grado de compacidad, siendo imprevisibles los asientos que se pueden producir. Por tal motivo, no lo consideramos apto para cimentar directamente sobre él.

7.3.- UG.2a Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón

La UG.2a esta formada por Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas, con nódulos carbonatados, patinas negruzcas e intercalaciones de veteado grisáceo y anaranajdo. Color marrón, según los trabajos de campo realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 18. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).

	S-01	S-02	S-03	S-04
UG-01	2.00	3.50	2.00	0.40
UG-02a	12.30	10.00	9.00	10.90
UG-02b	15.00	12.70	15.50	15.10
UG-02a	16.30	15.50	-	-
UG-03	20.10	17.90	-	19.00
UG-04	30.80	24.50	21.50	22.10
UG-05	39.53	33.00	31.10	32.00

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 2,00 m. a techo y 12.30 m. a muro, según el siguiente modelo:

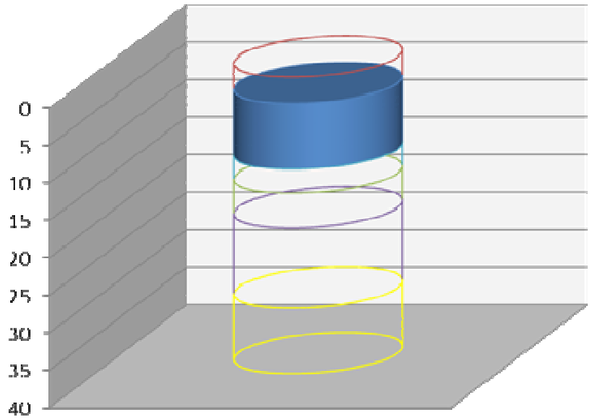


Figura Nº 33.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 19. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	*Tipo Muestra*	*Prof. (m.)*	*N(1)*	*N(2)*	*N(3)*	*N(4)*	*N30 (MI)*	*N30 (SPT)*
S-01	SPT	5,20	1	2	3	4		5
S-01	TP	5,90						
S-01	MI	6,80	7	12	19	23	31	
S-01	SPT	7,80	3	5	8	9		13
S-01	TP	8,60						
S-01	MI	9,80	3	5	8	11	13	
S-01	SPT	10,40	4	5	7	9		12
S-01	MI	11,70	4	8	12	15	20	
S-01	SPT	12,30	3	4	6	9		10
S-01	MI	15,70	7	8	12	13	20	
S-02	TP	3,80						
S-02	MI	4,20	4	6	10	13	16	
S-02	SPT	6,00	2	3	4	7		7
S-02	MI	7,50					0	
S-02	SPT	8,10	3	4	5	6		9
S-02	MI	13,20	4	6	7	11	13	
S-02	SPT	13,80	4	4	4	5		8
S-02	MI	15,20	6	9	10	15	19	
S-03	MI	2,10	7	9	12	16	21	
S-03	SPT	2,70	3	5	8	8		13
S-03	MI	4,90					0	
S-03	SPT	5,50	3	4	6	8		10
S-03	TP	6,80						
S-03	MI	8,50					0	
S-04	MI	1,50					0	
S-04	SPT	2,10	2	3	4	4		7
S-04	MI	3,50					0	
S-04	SPT	4,10	4	7	10	11		17
S-04	MI	5,50	8	12	18	25	30	
S-04	SPT	6,10	4	7	10	13		17
S-04	MI	7,50	4	6	10	11	16	
S-04	SPT	8,10	4	4	6	8		10
S-04	MI	9,70	4	4	5	7	9	
S-04	SPT	10,30	3	4	5	5		9

7.4.- UG.2b Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea

La UG.2b esta formada por Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea, según los trabajos de campo realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 20. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).

	S-01	S-02	S-03	S-04
UG-01	2.00	3.50	2.00	0.40
UG-02a	12.30	10.00	9.00	10.90
UG-02b	15.00	12.70	15.50	15.10
UG-02a	16.30	15.50	-	-
UG-03	20.10	17.90	-	19.00
UG-04	30.80	24.50	21.50	22.10
UG-05	39.53	33.00	31.10	32.00

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 12.30 m. a techo y 15,50 m. a muro, según el siguiente modelo:

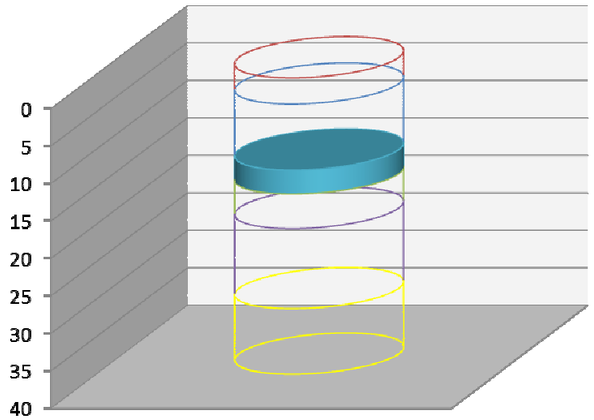


Figura Nº 34.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

Tabla 21. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	*Tipo Muestra*	*Prof. (m.)*	*N(1)*	*N(2)*	*N(3)*	*N(4)*	*N30 (MI)*	*N30 (SPT)*
S-01	MI	13,70	3	4	6	8	10	
S-01	SPT	14,30	3	4	6	9		10
S-02	MI	10,00					0	

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 21. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	*Tipo Muestra*	*Prof. (m.)*	*N(1)*	*N(2)*	*N(3)*	*N(4)*	*N30 (MI)*	*N30 (SPT)*
S-02	SPT	10,60	3	3	4	4		7
S-02	TP	12,10						
S-03	SPT	9,10	1	2	2	2		4
S-03	MI	10,80					0	
S-03	SPT	11,40	1	1	2	3		3
S-03	TP	13,20						
S-03	MI	14,60	1	3	5	7	8	
S-03	SPT	15,20	1	3	5	11		8
S-04	MI	11,70	5	6	8	10	14	
S-04	SPT	12,30	3	3	5	5		8
S-04	MI	14,20	5	6	8	9	14	
S-04	SPT	14,80	3	1	0	1		1

7.5.- UG.3 Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón

La UG.3 esta formada por limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón, según los trabajos de campo realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 22. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).

	S-01	S-02	S-03	S-04
UG-01	2.00	3.50	2.00	0.40
UG-02a	12.30	10.00	9.00	10.90
UG-02b	15.00	12.70	15.50	15.10
UG-02a	16.30	15.50	-	-
UG-03	20.10	17.90	-	19.00
UG-04	30.80	24.50	21.50	22.10
UG-05	39.53	33.00	31.10	32.00

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 15,50 m. a techo y 20,10 m. a muro, según el siguiente modelo:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

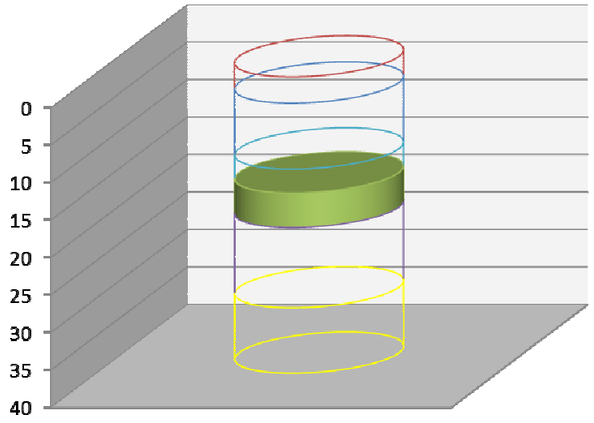


Figura Nº 35.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

Tabla 23. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	*Tipo Muestra*	*Prof. (m.)*	*N(1)*	*N(2)*	*N(3)*	*N(4)*	*N30 (MI)*	*N30 (SPT)*
S-01	SPT	16,30	5	6	7	8		13
S-01	MI	17,70					0	
S-01	SPT	18,30	5	6	10	9		16
S-01	MI	19,80					0	
S-02	SPT	15,80	4	4	5	6		9
S-02	MI	17,20	9	9	6	15	15	
S-02	SPT	17,80	13	19	22	30		41
S-04	MI	16,20	4	12	12	11	24	
S-04	SPT	16,80	8	5	5	5		10
S-04	MI	18,10	9	15	16	18	31	
S-04	SPT	18,70	5	13	24	34		37

7.6.- UG.4 Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón

La UG.4 esta formada por gravas y bolos subredondeados, heterométricos y poligénicos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón, según los trabajos de campo realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 24. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).

	S-01	S-02	S-03	S-04
UG-01	2.00	3.50	2.00	0.40
UG-02a	12.30	10.00	9.00	10.90
UG-02b	15.00	12.70	15.50	15.10
UG-02a	16.30	15.50	-	-
UG-03	20.10	17.90	-	19.00
UG-04	30.80	24.50	21.50	22.10
UG-05	39.53	33.00	31.10	32.00

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 20,10 m. a techo y 30.80 m. a muro, según el siguiente modelo:

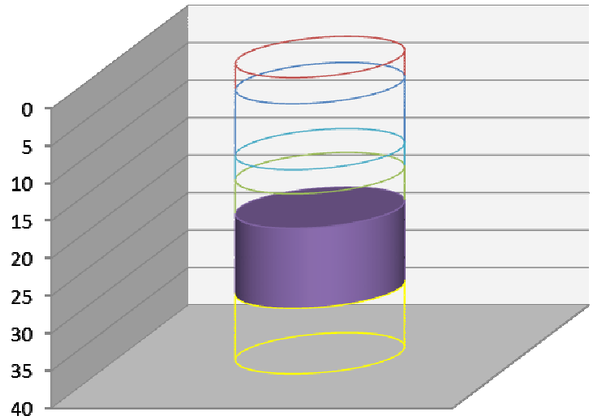


Figura Nº 36.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 25. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	*Tipo Muestra*	*Prof. (m.)*	*N(1)*	*N(2)*	*N(3)*	*N(4)*	*N30 (MI)*	*N30 (SPT)*
S-01	SPT	20,10	37	26	22	18		48
S-01	SPT	21,60	27	R				R
S-01	SPT	23,50	21	30	27	31		57
S-01	SPT	25,40	23	21	22	25		43
S-01	SPT	25,00	30	R				R
S-01	SPT	29,20	25	R				R
S-02	SPT	19,60	18	24	21	27		45
S-02	SPT	21,50	29	37	R			R
S-02	SPT	23,40	21	R				R
S-03	SPT	16,50	23	24	20	21		44
S-03	SPT	17,70	16	13	12	11		25
S-03	SPT	19,70	18	27	R			R
S-04	SPT	20,00	18	31	R			R
S-04	SPT	21,60	R					R

7.7.- UG.5 Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea

La UG. esta formada por Arcillas margosa se alta plasticidad con intercalaciones de lentes limoarenosa grisácea e indicios de bioclastos. Tonalidad grisácea, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 26. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).

	S-01	S-02	S-03	S-04
UG-01	2.00	3.50	2.00	0.40
UG-02a	12.30	10.00	9.00	10.90
UG-02b	15.00	12.70	15.50	15.10
UG-02a	16.30	15.50	-	-
UG-03	20.10	17.90	-	19.00
UG-04	30.80	24.50	21.50	22.10
UG-05	39.53	33.00	31.10	32.00

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 30,80 m. a techo y hasta la máxima profundidad reconocida, según el siguiente modelo:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

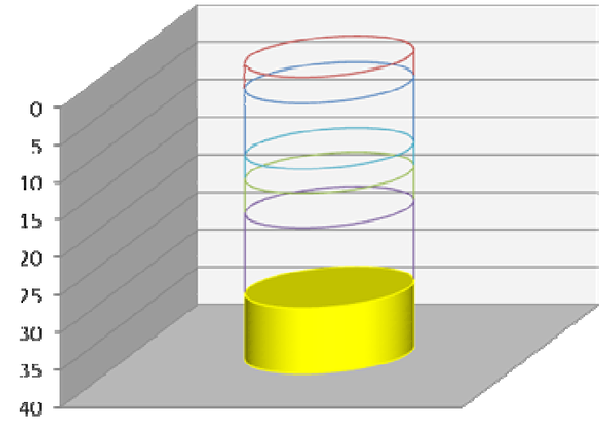


Figura Nº 37.- Distribución del nivel dentro del modelo establecido.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

Tabla 27. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	*Tipo Muestra*	*Prof. (m.)*	*N(1)*	*N(2)*	*N(3)*	*N(4)*	*N30 (MI)*	*N30 (SPT)*
S-01	TP	31,10						
S-01	MI	31,70	18	20	24	32	44	
S-01	SPT	32,30	5	9	12	16		21
S-01	MI	33,50	15	26	R		R	
S-01	SPT	33,94	8	12	15	20		27
S-01	TP	35,60						
S-01	MI	38,50	16	24	R		R	
S-01	SPT	38,93	6	12	14	19		26
S-02	MI	24,80	9	14	19	32	33	
S-02	SPT	25,40	5	8	10	13		18
S-02	MI	27,40	12	19	35	R	54	
S-02	SPT	28,00	9	11	15	16		26
S-02	MI	30,30	15	22	37	R	59	
S-02	SPT	30,87	9	10	14	17		24
S-03	MI	22,20	8	13	22	30	35	
S-03	SPT	22,80	6	9	12	15		21
S-03	TP	24,00						
S-03	SPT	25,40	9	11	14	18		25
S-03	TP	26,30						
S-03	SPT	26,90	9	11	13	19		24

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 27. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	*Tipo Muestra*	*Prof. (m.)*	*N(1)*	*N(2)*	*N(3)*	*N(4)*	*N30 (MI)*	*N30 (SPT)*
S-03	TP	27,60						
S-03	TP	30,10						
S-03	SPT	30,50	9	12	14	20		26
S-04	MI	23,00	10	15	22	31	37	
S-04	SPT	23,60	6	8	11	14		19
S-04	MI	26,10	12	19	29	40	48	
S-04	SPT	26,70	7	11	13	18		24
S-04	MI	28,10	16	22	39	R	61	
S-04	SPT	28,67	9	12	16	22		28

7.8.- Muestras tomadas en sondeos y ensayadas de la UG-5.

7.8.1.- *Identificación*

De los ensayos granulométricos y de límites de Atterberg, se puede observar que la mayoría de las muestras ensayadas responden a CH (Arcillas inorgánicas de alta plasticidad).

Los ensayos granulométricos realizados, para esta unidad se detallan en la siguiente tabla, donde se aportan los resultados obtenidos:

Tabla 28. Valores granulométricos

Recon.	*Prof. (m.)*	Diámetro (mm.)				
		20,00	*5,00*	*2,00*	*0,40*	*0,08*
S-01	31,10	100	100	100	100	91,7
S-01	33,50	100	100	100	100	98,6
S-01	35,60	100	100	100	100	97,6
S-02	24,80	100	100	100	100	92,2
S-02	27,40	100	100	100	100	96,9
S-02	30,30	100	100	100	100	97,2
S-03	22,20	100	100	100	100	93,5
S-03	24,00	100	100	100	100	94,5
S-03	26,30	100	100	100	100	94,6
S-04	23,00	100	100	100	100	85,7
S-04	26,10	100	100	100	100	97,7
S-04	28,10	100	100	100	99	91,1

Los valores obtenidos en las curvas granulométricas han sido las siguientes:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

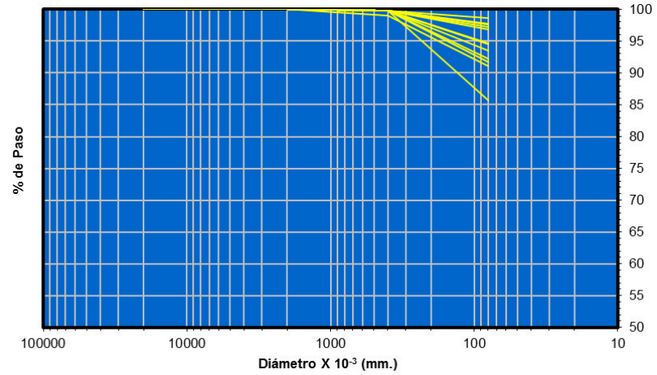


Figura Nº 38.- Distribución de curvas granulométricas.

Los valores medios obtenidos han sido los siguientes:

Tabla 29. Valores estadísticos granulométricos

	Diámetro (mm.)				
	20,00	*5,00*	*2,00*	*0,40*	*0,08*
Mínimo (%)	100,00	100,00	100,00	99,00	85,70
Máximo (%)	100,00	100,00	100,00	99,80	98,60
Media (%)	100,00	100,00	100,00	99,73	94,28
Desviación				0,23	3,72
Nº de ensayos	12	12	12	12	12

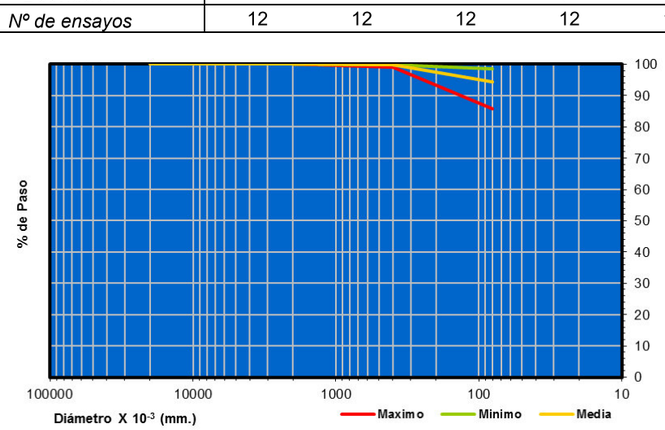


Figura Nº 39.- Valores estadísticos gráficos.

Los valores obtenidos para cada uno de los ensayos de límites de Atterberg desarrollados en este trabajo se definen a continuación:

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 30. Límites de Atterberg

Recon.	*Prof. (m.)*	*Límite Líquido*	*Límite Plástico*	*Indice Plásticidad*
S-01	31,10	48,5	20,5	28
S-01	33,50	53,2	23,6	29,6
S-01	35,60	53,9	20,5	33,4
S-02	24,80	45,8	19,8	26
S-02	27,40	55,4	21,3	34,1
S-02	30,30	50,0	20,8	29,3
S-03	22,20	50,7	20,7	30
S-03	24,00	54,6	20,7	33,9
S-03	26,30	54,1	21,1	33
S-04	23,00	41,5	17,1	24,4
S-04	26,10	54,3	22,2	32,1
S-04	28,10	47,1	19,7	27,4

La variación de los límites líquidos y plásticos se detallan a continuación:

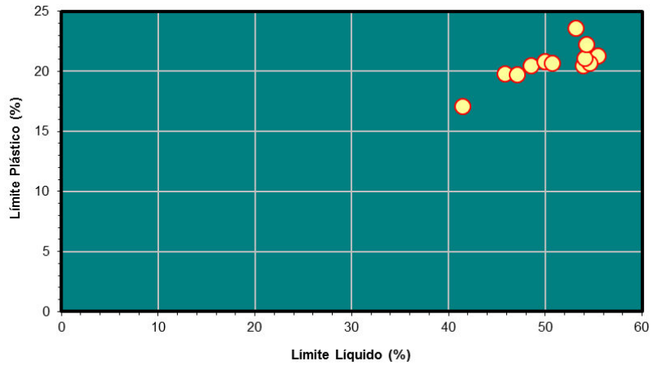


Figura Nº 40.- Variación de entre los límites líquido y plástico.

Por lo que se respecta a los materiales finos, se ha realizado ensayos para determinar los llamados Límites de Atterberg, cuyos resultados pueden observarse gráficamente en la representación de Casagrande.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

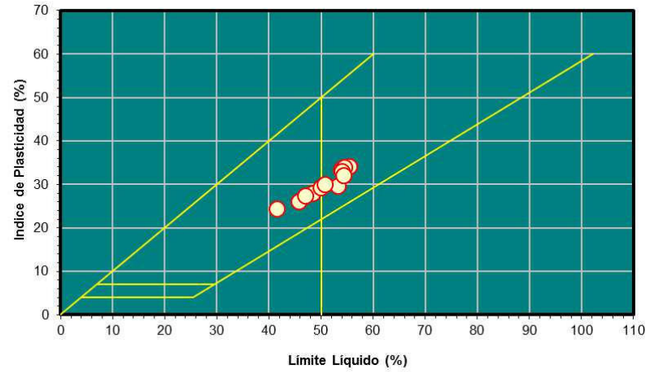


Figura Nº 41.- Carta de Casagrande.

En el gráfico siguiente se aporta la situación de los ensayos de Límites de Atterberg realizados en referencia con los principales tipos de arcillas.

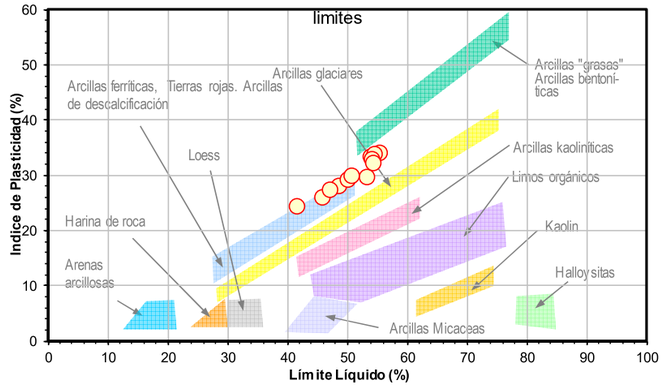


Figura Nº 42.- Carta de Casagrande en relación con los tipos de arcillas.

Los valores medios obtenidos, referentes a los Límites de Atterberg han sido los siguientes:

Tabla 31. Valores estadísticos Límites de Atterberg

	L. Liquido	*I.Plasticidad*
Mínimo (%)	41,50	24,40
Máximo (%)	55,40	34,10
Media (%)	50,76	30,10
Desviación	4,32	3,24
Nº de ensayos	12	12

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

La clasificación obtenida según los ensayos realizados ha sido la que se aporta en la tabla siguiente:

Tabla 32. Clasificación (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

Recon.	*Prof. (m.)*	*Clasificación*
S-01	31,10	CL
S-01	33,50	CH
S-01	35,60	CH
S-02	24,80	CL
S-02	27,40	CH
S-02	30,30	CH
S-03	22,20	CH
S-03	24,00	CH
S-03	26,30	CH
S-04	23,00	CL
S-04	26,10	CH
S-04	28,10	CL

La distribución porcentual de las muestras ensayadas se puede ver en la grafica siguiente:

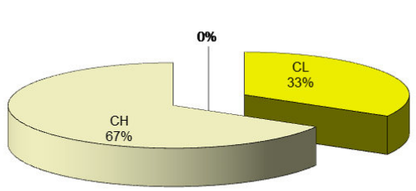


Figura Nº 43.- Clasificación.

7.8.2.- *Parámetros de estado natural*

Los valores obtenidos de los parámetros naturales ensayados han sido los siguientes:

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.:.A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 33. Valores obtenidos de estado natural

Recon.	*Prof. (m.)*	*Peso Especifico (kN/m3)*	*Densidad seca (kN/m3)*	*Densidad aparente (kN/m3)*	*Humedad (%)*
S-01	31,10	-	15,7	19,82	25,7
S-01	33,50	-	15,8	19,91	25,8
S-01	35,60	-	16,2	20,21	24,8
S-02	24,80	-	16	20,21	25,8
S-02	27,40	-	16,1	20,21	26,3
S-02	30,30	-	15,6	20,01	28,5
S-03	22,20	-	16,2	20,21	24,7
S-03	24,00	-	15,7	19,72	25,4
S-03	26,30	-	16,1	20,01	24,6
S-04	23,00	-	16,9	20,60	22,4
S-04	26,10	-	16,1	20,11	25,7
S-04	28,10	-	16,7	20,70	24,4

Los valores estadísticos del estado natural son los siguientes:

Tabla 34. Valores estadísticos

	P.Especifico (kN/m3)	*Densidad seca (kN/m3)*	*Densidad aparente (kN/m3)*	*Humedad (%)*
Mínimo	-	15,60	19,72	22,37
Máximo	-	16,87	20,70	28,47
Media	-	16,08	20,14	25,34
Desviación	-	0,38	0,29	1,42
Nº de ensayos	0	12	12	12

7.8.3.- *Parámetros de resistencia*

Los valores de resistencia obtenidos para este nivel son los siguientes:

Tabla 35. Valores obtenidos en los ensayos de resistencia ejecutados. *Nota: C (Corte Directo). T (Triaxial). CD (Ensayos consolidados y drenados). CU (Ensayos consolidados y sin drenar). UU (Ensayos sin consolidar y sin drenar).

			Ensayos con Drenaje			*Ensayos sin Drenaje*		
Recon.	*Prof. (m.)*	*Comp.Simple (KPa)*	*Tipo de ensayo*	*Ang.roz. Efectivo*	*Coh.Efect. (Kpa)*	*Tipo de ensayo*	*Ang.roz. sin drenaje*	*Coh.sin dren.(Kpa)*
S-01	31,10	349,1						
S-01	33,50	588,4						
S-01	35,60	572,7						
S-02	24,80	416,6						

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Tabla 35. Valores obtenidos en los ensayos de resistencia ejecutados. *Nota: C (Corte Directo). T (Triaxial). CD (Ensayos consolidados y drenados). CU (Ensayos consolidados y sin drenar). UU (Ensayos sin consolidar y sin drenar).

			Ensayos con Drenaje			*Ensayos sin Drenaje*		
Recon.	*Prof. (m.)*	*Comp.Simple (KPa)*	*Tipo de ensayo*	*Ang.roz. Efectivo*	*Coh.Efect. (Kpa)*	*Tipo de ensayo*	*Ang.roz. sin drenaje*	*Coh.sin dren.(Kpa)*
S-02	27,40	650,2						
S-02	30,30	518,7						
S-03	22,20	578,8						
S-03	24,00	392,8						
S-03	26,30	575,3						
S-04	23,00	423,7						
S-04	26,10	581,8						
S-04	28,10	639,8						

A partir de los ensayos realizados, se han podido establecer los siguientes valores estadísticos para el nivel definido como UG.3.

Los valores estadísticos referidos son los siguientes:

Tabla 36. Valores estadísticos de resistencia

		Ensayos con Drenaje		*Ensayos sin Drenaje*	
	Comp.Simple (KPa)	*Ang.roz. Efectivo*	*Coh.Efect. (Kpa)*	*Ang.roz. sin drenaje*	*Coh.sin dren.(Kpa)*
Mínimo	349,10	-	-	-	-
Máximo	650,20	-	-	-	-
Media	523,99	-	-	-	-
Desviación	101,92	-	-	-	-
Nº de ensayos	12	0	0	0	0

Los valores de compresión simple obtenidos se detallan en la siguiente gráfica:

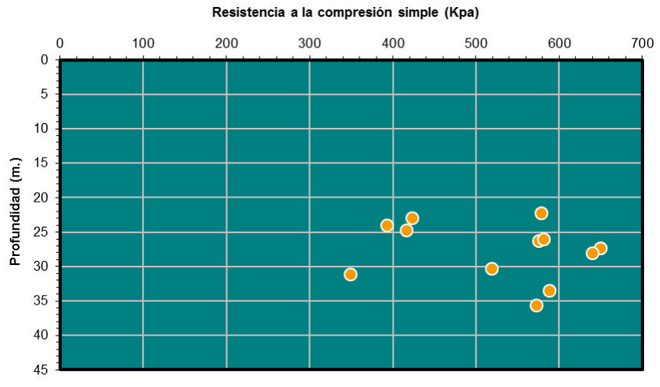


Figura Nº 44.- Valores de compresión simple en relación a la profundidad.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

El presente estudio geotécnico consta de una memoria de 52 páginas, 6 anejos a la memoria y un apéndice.

En Sevilla y firmado en Noviembre de 2018

Carlos Álvarez Calvo
Grado Ingeniería Civil
Técnico redactor

Olga de Adriaensens Pérez
Lda. en CC. Geológicas
Técnico redactor

Juan Alfonso Delgado Capllonch
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Supervisor

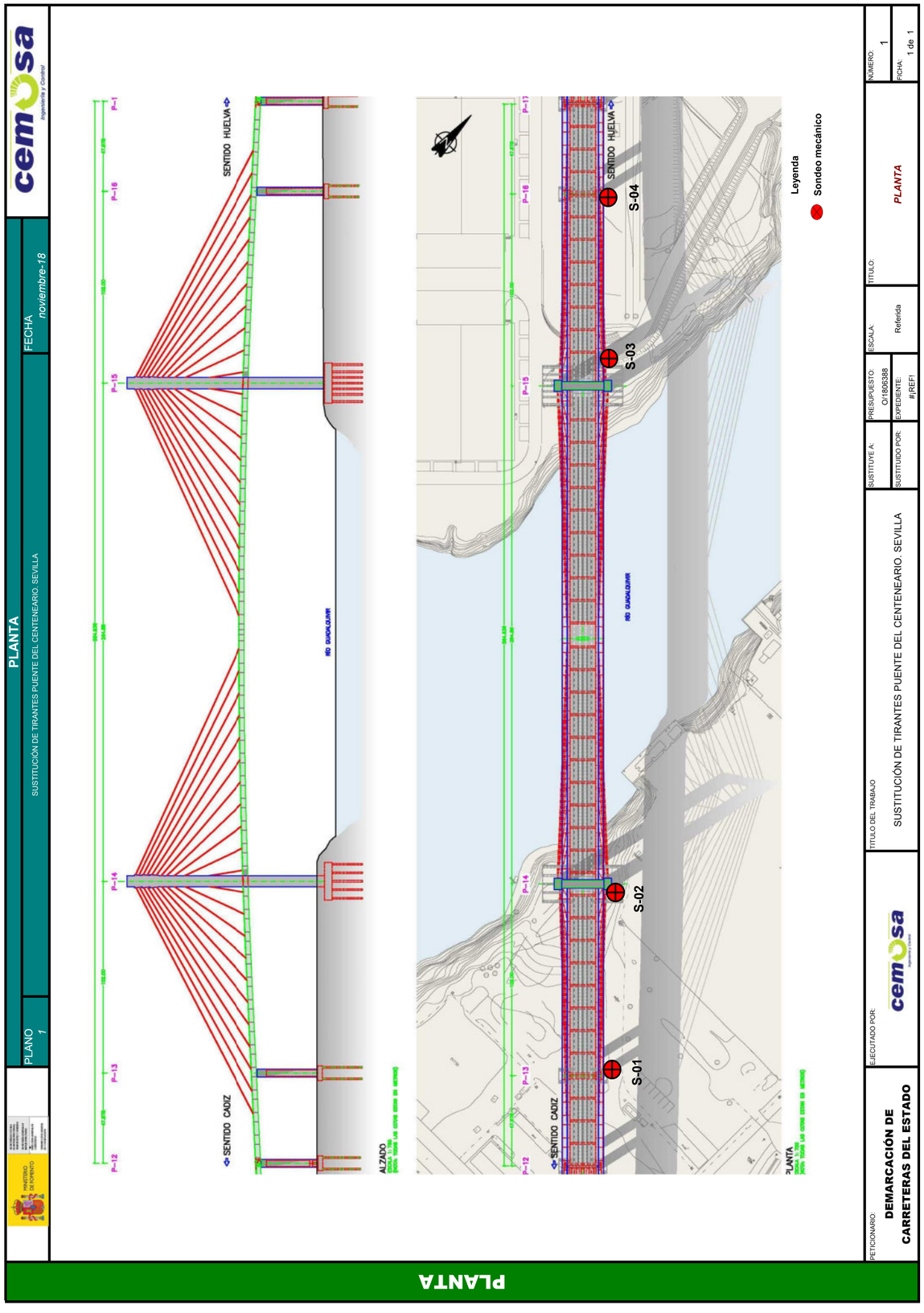
Isidro Ocete Ruiz
Ldo. en CC. Geológicas
Director Técnico Dpto. Geotecnia
Supervisor

cemosa Ingeniería y Control

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es



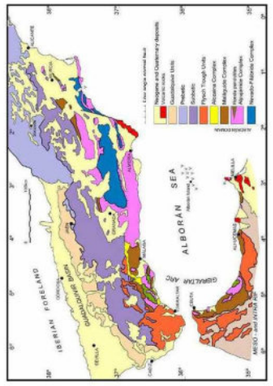
Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T 185, L.98-SA, F.195, P.1356

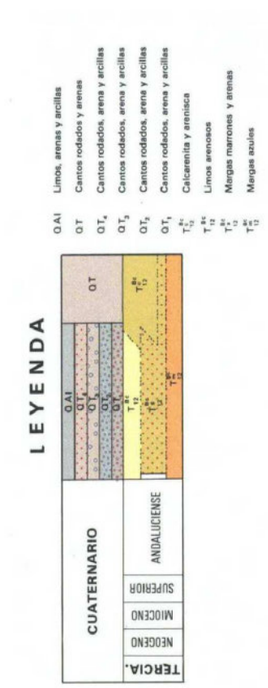
ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO

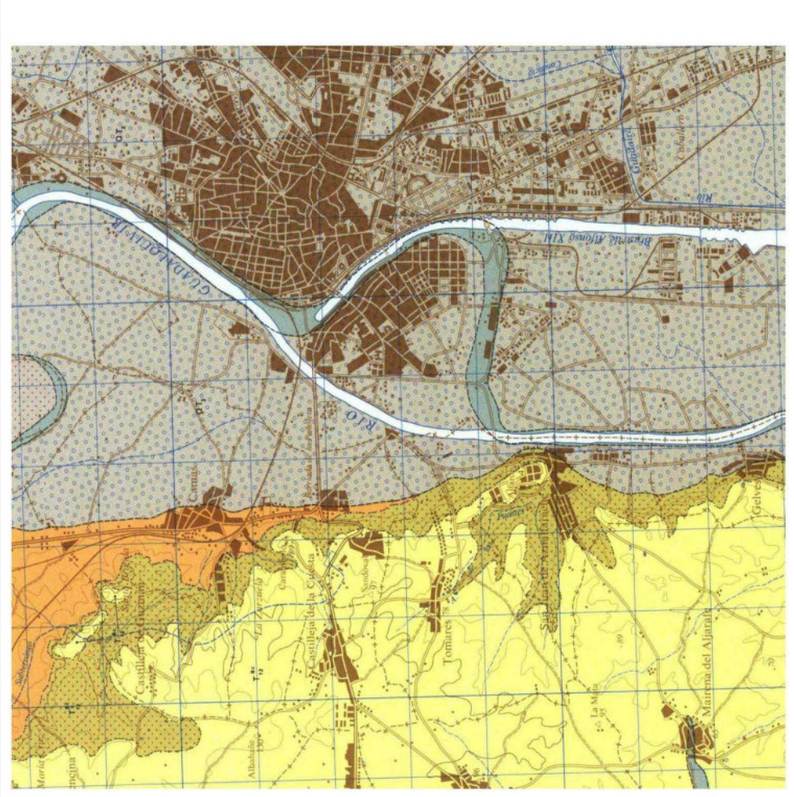
Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

cemosa Ingeniería y Control

PLANTA DE UBICACIÓN FOTOGRÁFICA
SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
FECHA noviembre-18
PLANO 2







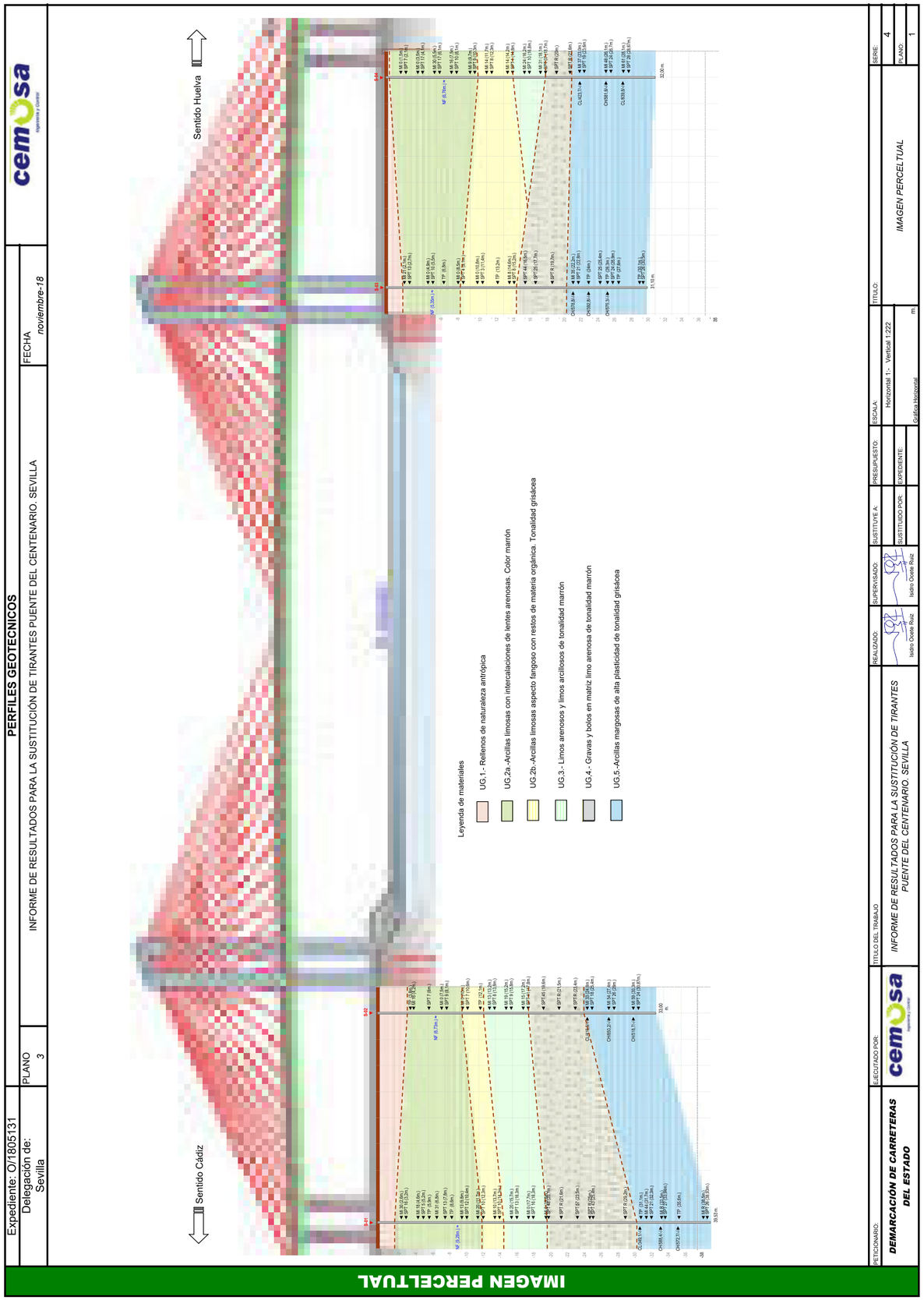
MARCO GEOLÓGICO

SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:
PRESUPUESTO: -
EXPEDIENTE: O/1806388
ESCALA: Referida
TITULO: MARCO GEOLÓGICO
NÚMERO: 2
FICHA: 2 de 3
TITULO DEL TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
EJECUTADO POR: cemosa
PETICIONARIO: DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

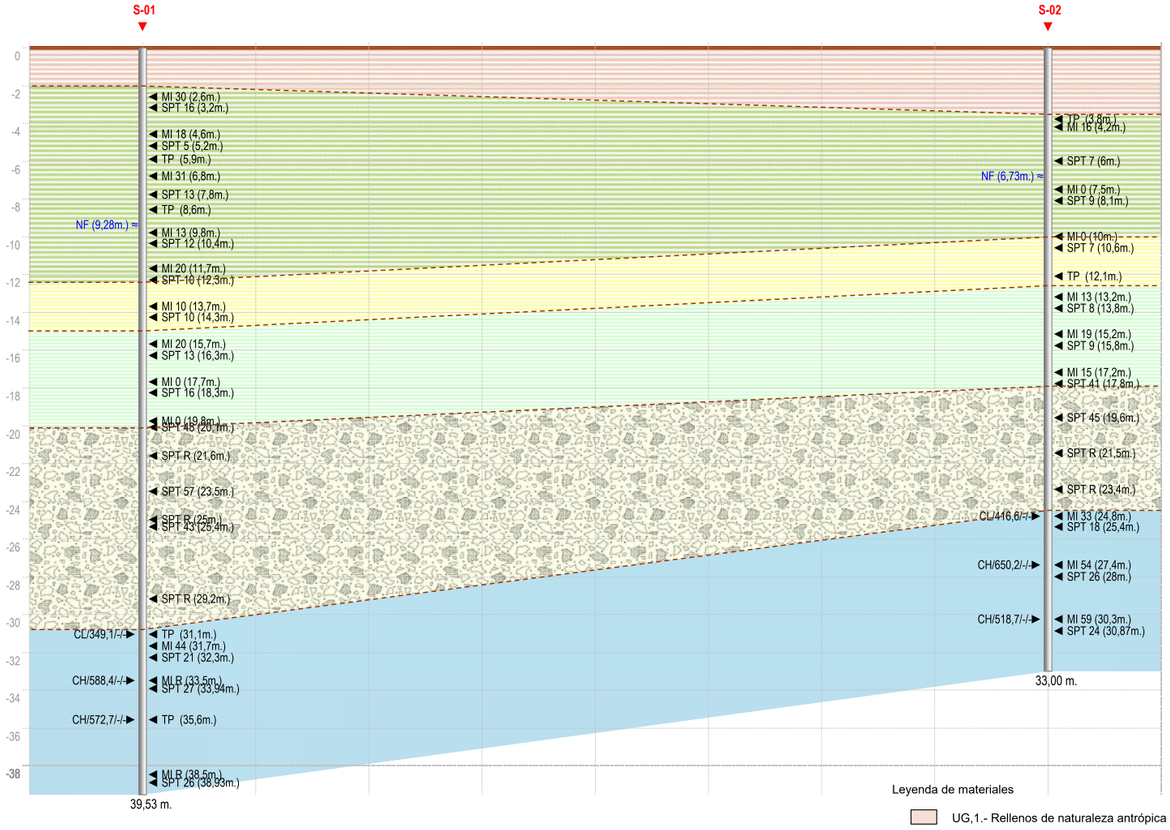
ANEJO 3. PERFILES GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es



PERFILES GEOTECNICOS

Expediente: O/1806388	PERFILES GEOTECNICOS		
Delegación de: Sevilla	PLANO 3	INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA	FECHA noviembre-18



Penetración dinámica



Ensayo de penetración dinámica, con indicación de la máxima profundidad alcanzada y referencia del máximo golpeo obtenido.

Calicata



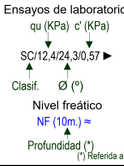
Calicata de reconocimiento con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

Sondeo



Sondeo mecánico y rotativo, con extracción continua de testigo y con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

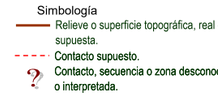
Ensayos de laboratorio



Ensayos de campo



Simbología



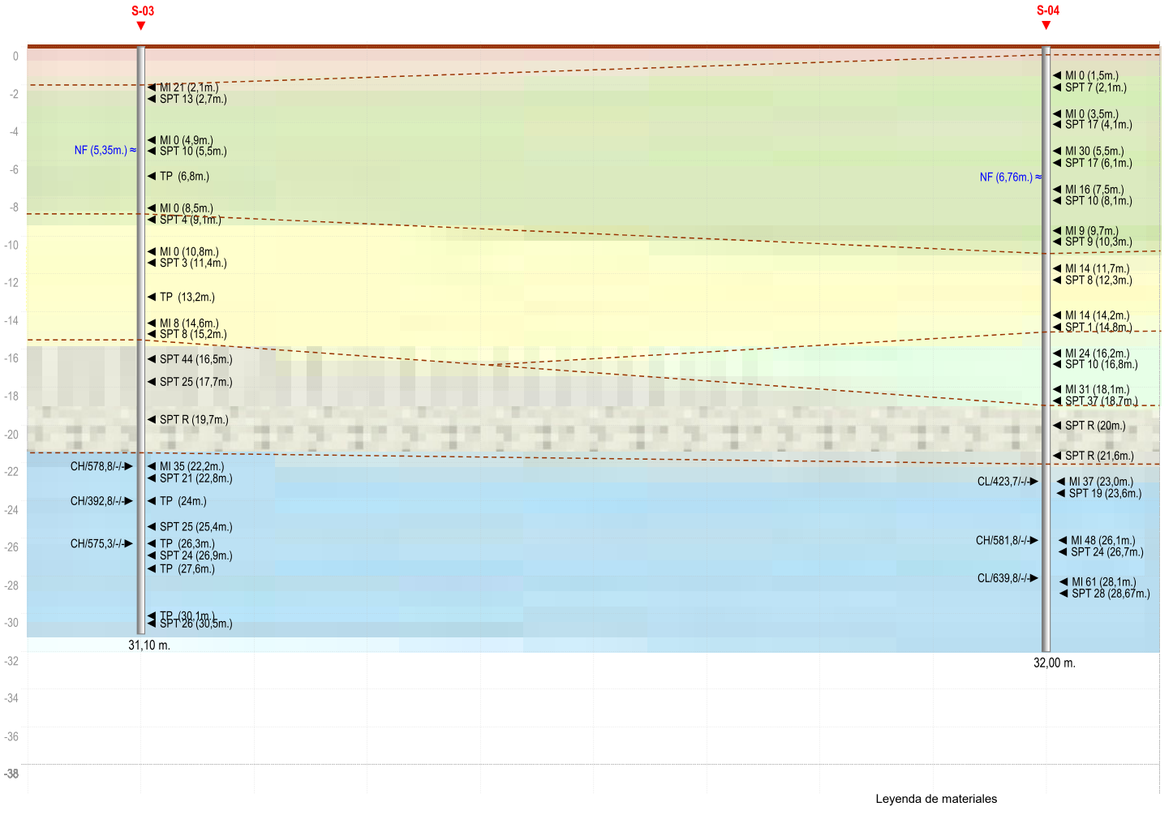
Leyenda de materiales

- UG,1.- Rellenos de naturaleza antrópica
- UG,2a.-Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón
- UG.2b.-Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea
- UG,3.- Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón
- UG,4.- Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón
- UG,5.-Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea

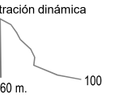
PETICIONARIO:	EJECUTADO POR:	TITULO DEL TRABAJO	REALIZADO:	SUPERVISADO:	SUSTITUYE A:	PRESUPUESTO:	ESCALA:	TITULO:	SERIE:
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO	cemosa	INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA	Isidro Ocete Ruiz	Isidro Ocete Ruiz	SUSTITUIDO POR:	EXPEDIENTE:	Horizontal 1:- Vertical 1:222 Gráfica Horizontal m.	PERFILES GEOTECNICOS	3 PLANO: 1

PERFILES GEOTECNICOS

Expediente: O/1805131	PERFILES GEOTECNICOS		
Delegación de: Sevilla	PLANO 3	INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA	FECHA noviembre-18



Penetración dinámica



Ensayo de penetración dinámica, con indicación de la máxima profundidad alcanzada y referencia del máximo golpeo obtenido.

Calicata



Calicata de reconocimiento con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

Sondeo

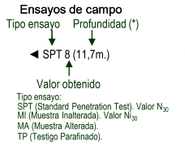


Sondeo mecánico y rotativo, con extracción continua de testigo y con indicación de la máxima profundidad alcanzada y ensayos de laboratorio realizados.

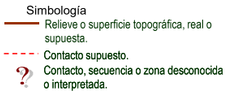
Ensayos de laboratorio



Ensayos de campo



Simbología



Leyenda de materiales

- UG,1.- Rellenos de naturaleza antrópica
- UG,2a.-Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón
- UG.2b.-Arcillas limosas aspecto fangoso con restos de materia orgánica. Tonalidad grisácea
- UG,3.- Limos arenosos y limos arcillosos de tonalidad marrón
- UG,4.- Gravas y bolos en matriz limo arenosa de tonalidad marrón
- UG,5.-Arcillas margosas de alta plasticidad de tonalidad grisácea

PETICIONARIO:	EJECUTADO POR:	TITULO DEL TRABAJO	REALIZADO:	SUPERVISADO:	SUSTITUYE A:	PRESUPUESTO:	ESCALA:	TITULO:	SERIE:
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO	cemosa	INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA	Isidro Ocete Ruiz	Isidro Ocete Ruiz	SUSTITUIDO POR:	EXPEDIENTE:	Horizontal 1:- Vertical 1:222 Gráfica Horizontal m.	PERFIL GEOTÉCNICO SENTIDO HUELVA	3 PLANO: 2

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO
SEVILLA EXPEDIENTE: O/1806388

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 4.1 Registro de sondeos a rotación

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO

TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Supervisor: O. Adriaensens
Empresa: CEMOSA
Sondista: Antonio Lomas y Antonio Bermal
Equipo: Mobil Drill B80 R

P.K.:
Distancia eje, m:
Inclinación

X ESTR89: 235.036
Y ESTR89: 4.137.632
Z ESTR89: 9 M

FECHA INICIO: 3-oct-2018
FECHA FINAL: 5-oct-2018

SONDEO: S-01
PROFUNDIDAD: 39,53 m

CONSULTOR: cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN | COLUMNA Y DESCRIPCIÓN | DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES | MUESTRAS / ENSAYOS SPT | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

| PROFUNDIDAD (m) | TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN CON AGUA | DIÁMETRO DE PERFORACIÓN (mm) | DIÁMETRO ENTUBACIÓN (mm) | PROFUNDIDAD MANGUERA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) | COLUMNA LITOLÓGICA | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) | RECUPERACIÓN (%) | GRADO DE METEORIZACIÓN | Nº FRACTURAS CADA 25 cm | BUZAMIENTO JUNTAS | BUZAMIENTO EN GRADOS | DISCONTINUIDADES/ RELLENO | RMR (básico) | LONGITUD | DIÁMETRO | MUESTRA / ENSAYO Nº | GOLPES / 15 cm. | SPT | SPT CORREGIDO | CaCO3 | SULFATOS/YESOS | VANE TEST BAJO SELLO | TILL TEST | PENETROMETRO | PERMEABILIDAD | LUGEON | MODULO DE CORTE | MODULO DE DEFORMACIÓN | PRESIÓN LIMITE | DENSIDADES | PESO ESPECÍFICO | HUMEDAD | LIMITES DE ATTERBERG | GRANULOMETRÍA | CLASIFICACIÓN U.S.C.S. | CONTENIDO EN | EDÓMETRO | RESISTENCIA COMP. | ENSAYO BRASILEÑO | ÍNDICE SCHMIZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL | CONSOLIDACIÓN |
|---|---|---

CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO

TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Supervisor: O. Adriaensens
Empresa: CEMOSA
Sondista: Antonio Lomas y Antonio Bermal
Equipo: Mobil Drill B80 R

P.K.:
Distancia eje, m:
Inclinación

X ESTR89: 235.036,0
Y ESTR89: 4.137.632,0
Z ESTR89: 9 M

FECHA INICIO: 3-oct-2018
FECHA FINAL: 5-oct-2018

SONDEO: S-01
PROFUNDIDAD: 39,53 m

CONSULTOR: cemosa Ingeniería y Control

| PROFUNDIDAD (m) | PERFORACIÓN: TIPO DE PERFORACIÓN | PERFORACIÓN: CON AGUA (%) | PERFORACIÓN: DIÁMETRO REVESTIMIENTO (mm) | PERFORACIÓN: DIÁMETRO TESTIGO (mm) | PROFUNDIDAD MANIOBRA (m) | NIVEL PIEZOMÉTRICO (m) | COLUMNA LITOLÓGICA | PROFUNDIDAD (m) | SIMBOLOGÍA | DESCRIPCION LITOLÓGICA | ESPESOR (m) | RECUPERACIÓN (%) | GRADO DE METEORIZACIÓN | Nº FRACTURAS CADA 25 cm | BUZAMIENTO JUNTAS | BUZAMIENTO EN GRADOS | DISCONTINUIDADES/ RELLENO | RMR (básico) | LONGITUD (m) | DIÁMETRO (mm) | MUESTRA / ENSAYO Nº | GOLPES / 15 cm. | SPT | SPT CORREGIDO | CaCO3 (S/N) | SULFATOS/YESOS (S/N) | VANE TEST/ BOLSILLO Cu (kp/cm²) | TILL TEST (°) | PENETROMETRO (Mpa) | PERMEABILIDAD m/s | LUGEON U.L. | MODULO DE DEFORMACIÓN Em (kp/cm²) | ENSAYO PRESIOMETRICO: PRESIÓN DE HINCHAMIENTO Pf (kp/cm²) | PRESIÓN LIMITE Pl (kp/cm²) | ESTADO NATURAL: DENSIDADES Aparente (g/cm³) | DENSIDADES Seca (g/cm³) | PESO ESPECÍFICO G | HUMEDAD Wnat (%) | LIMITE S DE ATTERBERG WL (%) | LIMITE S DE ATTERBERG IP (%) | GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 10 | GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 5 | GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 2 | GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 0,08 | CLASIFICACIÓN U.S.C.S. | CONTENIDO EN: CARBONATOS (%) | CONTENIDO EN: SALES SOLUBLES (%) | CONTENIDO EN: YESOS (%) | CONTENIDO EN: SULFATOS (%) | CONTENIDO EN: MATERIA ORGÁNICA (%) | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: TIPO | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: c (kp/cm²) | CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: Φ (°) | CONSOLIDACIÓN: e0 | CONSOLIDACIÓN: Cc | CONSOLIDACIÓN: Cs | EDÓMETRO: HINCHAM. LIBRE HL (%) | EDÓMETRO: Ic (%) | EDÓMETRO: COLAPSO PH (Kpa) | RESISTENCIA COMP. RCS (kp/cm²) | B (kp/cm²) | ENSAYO BRASILEÑO | INDICE SCHMIZEK | AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN |
|---|---|---

CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO

TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Supervisor: O. Adriaensens
Empresa: CEMOSA
Sondista: Antonio Lomas y Antonio Bermal
Equipo: Mobil Drill B80 R

P.K.:
Distancia eje, m:
Inclinación

X ESTR89: 234.967,0
Y ESTR89: 4.137.690,0
Z ESTR89: 7 M

FECHA INICIO: 8-oct-2018
FECHA FINAL: 10-oct-2018

SONDEO: S-02
PROFUNDIDAD: 33,00 m

CONSULTOR: cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACIÓN	PERFORACIÓN CON AGUA	DIÁMETRO DEL REVESTIMIENTO (mm)	PROFUNDIDAD MANIOBRA (m)	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m)
15	BW-101	NO	113	0,60	
16				0,60	
17				0,80	
18				0,60	
19				0,60	
20				0,70	
21				0,50	
22				0,30	
23				0,35	
24				2,45	
25				0,25	
26				0,80	
27	BW-86			0,30	
28				0,60	
29				0,60	
30				1,40	
31				0,60	
32				0,60	
33	BW-76			1,10	

COLUMNA Y DESCRIPCIÓN

COLUMNA LITOLÓGICA	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION LITOLÓGICA	ESPESOR (m)
	15,5			2,80
			Limos arenosos de color marrón (5,3 7,5YR)	2,40
	17,9			
			Gravas y bolos subredondeados a redondeados, heterométricos y poligénicos en una matriz areno limosa marrón (6,3 10YR).	6,6
	24,5			
			MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo (5,1 GLEY)	8,50

DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES

RECUPERACIÓN (%) — 20 40 60 80

GRADO DE METEORIZACIÓN — V IV III II I

Nº FRACTURAS CADA 30 cm — n = 10; n = 5; n = 1

BUZAMIENTO JUNTAS — TIPO; BUZAMIENTO

BUZAMIENTO EN GRADOS — REFERENCIA PLANO C; PLANO DE REFERENCIA R: D/A, C/D, C/C, B/C, A/B, A/A, JRC

DISCONTINUIDADES/ RELLENO — ESPESOR (m); NATURALEZA

RMR (Bieniawski) — 30 40 50 60 70

RMR (Laubscher) — 30 40 50 60 70

MUESTRAS / ENSAYOS SPT

LONGITUD m	DIÁMETRO mm	MUESTRA / ENSAYO Nº: M.P. / M.I. / SPT	Nº	GOLPES / 15 cm.	SPT N	SPT CORREGIDO N'
0,60	75	Mi-3		6 9 10 15		
0,60	50	SPT-5		4 4 5 6	9	
0,60	76	PRE-3				
0,45	75	Mi-4		6 9 10 15		
0,30	50	SPT-6		13 19 22 30	41	
0,60	50	SPT-7		18 24 21 27	45	
0,20	76	PRE-4				
0,35	50	SPT-8		29 35 R	R	
0,23	50	SPT-10		21 R	R	
0,55	73	Mi-5		9 14 19 32		
0,60	50	SPT-10		5 8 10 13	18	
0,50	73	Mi-6		12 19 35 50		
0,60	50	SPT-11		9 11 15 16	26	
0,60	76	PRE-5				

ENSAYOS "IN SITU"

CaCO3 S/N	SULFATOS/YESOS S/N	VANE TEST (Cu) kp/cm²	RIG.SELLO (T)	TILL TEST Mpa	PENETRÓMETRO Mpa	PRESIÓMETRO: ENSAYO DE ABILID m/	PRESIÓMETRO: LEFRANC m/	PRESIÓMETRO: LUGEON U.L.	PRESIÓMETRO: MÓDULO DEFORMACIÓN Em Kpa	PRESIÓMETRO: PRESIÓN DE FLUENCIA Pf Kpa	PRESIÓMETRO: PRESIÓN LIMITE Pl Kpa
					0,31						
									9,84	0,48	1,15
					0,12						
									0	0	0
					0,10						
					0,30						
									42,11	1,69	4,82
					0,50						

ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTADO NATURAL: DENSIDADES Aparente g/cm³	DENSIDADES Seca g/cm³	PESO ESPECÍFICO G	HUMEDAD Wnat %	LÍMITES DE ATTERBERG: WL %	LÍMITES DE ATTERBERG: IP %	GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 10	5	2	0,08	CLASIFICACIÓN U.S.C.S.
2,04	1,59		28,5	50	29,3	100	100	100	97,2	CH
2,06	1,63		25,8	45,8	26	100	100	100	92,2	CL
2,06	1,64		26,3	100	100	100	100	96,9		CH

CONTENIDO EN: CARBONATOS %	SALES SOLUBLES %	YESOS %	SULFATOS %	MATERIA ORGÁNICA %	CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: TIPO	c Kp/cm²	Φ °	CONSOLIDACIÓN: e0	Cc	Cs	EDÓMETRO: HINCHAM. LIBRE %	Ic %	COLAPSO %	PH Kpa	PRESION DE HINCHAM. Kp/cm²	RESISTENCIA COMP. RCS Kp/cm²	B Kp/cm²	ENSAYO BRASILEÑO	ÍNDICE SCHMIAZEK	AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN
																4,25				
																6,6				

OBSERVACIONES:

LEYENDA:
WL: Wire Line B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO

TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Supervisor: O. Adriaensens
Empresa: CEMOSA
Sondista: Antonio Lomas y Antonio Bermal
Equipo: Mobil Drill B80 R

P.K.:
Distancia eje, m:
Inclinación

X ESTR89: 234.967,0
Y ESTR89: 4.137.690,0
Z ESTR89: 7 M

FECHA INICIO: 8-oct-2018
FECHA FINAL: 10-oct-2018

SONDEO: S-02
PROFUNDIDAD: 33,00 m

CONSULTOR: cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACIÓN	PERFORACIÓN CON AGUA	DIÁMETRO DEL REVESTIMIENTO (mm)	PROFUNDIDAD MANIOBRA (m)	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m)
30	BW-76	NO		1,10	
31	BW-86			0,60	
32				0,60	
33	BW-76			1,60	

COLUMNA Y DESCRIPCIÓN

COLUMNA LITOLÓGICA	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION LITOLÓGICA	ESPESOR (m)
	33,0		MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo (5,1 GLEY)	8,50

DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES

RECUPERACIÓN (%) — 20 40 60 80

GRADO DE METEORIZACIÓN — V IV III II I

Nº FRACTURAS CADA 30 cm — n = 10; n = 5; n = 1

BUZAMIENTO JUNTAS — TIPO; BUZAMIENTO

BUZAMIENTO EN GRADOS — REFERENCIA PLANO C; PLANO DE REFERENCIA R: D/A, C/D, C/C, B/C, A/B, A/A, JRC

DISCONTINUIDADES/ RELLENO — ESPESOR (m); NATURALEZA

RMR (Bieniawski) — 30 40 50 60 70

RMR (Laubscher) — 30 40 50 60 70

MUESTRAS / ENSAYOS SPT

LONGITUD m	DIÁMETRO mm	MUESTRA / ENSAYO Nº: M.P. / M.I. / SPT	Nº	GOLPES / 15 cm.	SPT N	SPT CORREGIDO N'
0,57	73	Mi-7		15 22 37 R		
0,60	50	SPT-12		9 10 14 17	24	
0,60	76	PRE-6				

ENSAYOS "IN SITU"

CaCO3 S/N	SULFATOS/YESOS S/N	VANE TEST (Cu) kp/cm²	RIG.SELLO (T)	TILL TEST Mpa	PENETRÓMETRO Mpa	PRESIÓMETRO: ENSAYO DE ABILID m/	PRESIÓMETRO: LEFRANC m/	PRESIÓMETRO: LUGEON U.L.	PRESIÓMETRO: MÓDULO DEFORMACIÓN Em Kpa	PRESIÓMETRO: PRESIÓN DE FLUENCIA Pf Kpa	PRESIÓMETRO: PRESIÓN LIMITE Pl Kpa
					0,35						
									85,51	2,65	6,22

ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTADO NATURAL: DENSIDADES Aparente g/cm³	DENSIDADES Seca g/cm³	PESO ESPECÍFICO G	HUMEDAD Wnat %	LÍMITES DE ATTERBERG: WL %	LÍMITES DE ATTERBERG: IP %	GRANULOMETRÍA: TAMICES UNE % PASA 10	5	2	0,08	CLASIFICACIÓN U.S.C.S.
2,04	1,59		28,5	50	29,3	100	100	100	97,2	CH

CONTENIDO EN: CARBONATOS %	SALES SOLUBLES %	YESOS %	SULFATOS %	MATERIA ORGÁNICA %	CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: TIPO	c Kp/cm²	Φ °	CONSOLIDACIÓN: e0	Cc	Cs	EDÓMETRO: HINCHAM. LIBRE %	Ic %	COLAPSO %	PH Kpa	PRESION DE HINCHAM. Kp/cm²	RESISTENCIA COMP. RCS Kp/cm²	B Kp/cm²	ENSAYO BRASILEÑO	ÍNDICE SCHMIAZEK	AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

OBSERVACIONES:
ANGULO ROZAMIENTO BÁSICO:

LEYENDA:
WL: Wire Line B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO

TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Supervisor: O. Adriaensens
Empresa: CEMOSA
Sondista: Antonio Lomas y Antonio Bermal
Equipo: Mobil Drill B80 R

P.K.:
Distancia eje, m:
Inclinación

X ESTR89: 234.759
Y ESTR89: 4.137.923
Z ESTR89: 6 M

FECHA INICIO: 17-oct-2018
FECHA FINAL: 19-oct-2018

SONDEO: S-03
PROFUNDIDAD: 31,10 m

CONSULTOR: cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACIÓN	PERFORACIÓN CON AGUA (SI/NO)	DIÁMETRO REVESTIMIENTO (mm)	PROFUNDIDAD MANIOBRA (m)	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m)
0					
1	BW-101	NO	113	0,30	
				0,40	
				0,20	
2				0,30	
				0,40	
				0,60	
3				0,60	
				0,60	
4				1,00	
				0,60	5,50 m
5				0,60	
				0,60	
6				0,75	
	BW-76			0,40	
7				1,30	
				0,60	
8				0,60	
				1,10	
9				0,60	
	BW-101			0,40	
10				1,20	
				0,60	
11				0,40	
				0,50	
12				0,45	
	BW-76			0,20	
13				0,60	
				0,45	
14				1,30	
				0,60	
15				0,60	

COLUMNA Y DESCRIPCIÓN

PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION LITOLÓGICA	ESPESOR (m)
1,0		Rellenos. Arena limosa. Color marrón amarillento	0,95
2,0		Rellenos. Arcillas limosas con restos de materia orgánica y algo de gravilla. Color marrón	1,05
6,4		Arcillas limosas de color marrón (4,3 10YR)	4,40
9,0		Arcilla limosa plástica de consistencia dura, indicios de pátinas negruzcas que aumentan hacia muro. Intercalaciones de vetado grisáceo y marrón anaranjado. Color marrón grisáceo(3,1 7,5YR)	2,60
		Arcillas limosas de consisitencia blanda, de aspecto fangoso, restos de materia orgánica. Color Gris oscuro (3,1 GLEY 1)	6,50

DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES

RECUPERACIÓN (%) — 20 40 60 80

GRADO DE METEORIZACIÓN — V IV III II I

Nº FRACTURAS CADA 25 cm — ∞ 4 2 1

BUZAMIENTO JUNTAS — TIPO — DIR. BUZAM. — BUZAMIENTO

BUZAMIENTO EN GRADOS — REFERENCIA PLANO C — BUZAMIENTO DE REFERENCIA: A, B, C, D

DISCONTINUIDADES: D/A, C/D, C/B, B/C, A/B, A/C — JRC — ESPESOR — RELLENO — NATURALEZA

RMR (básico) — 20 40 50 60 70

RMR (geco) — 30 40 50 60 70 80

MUESTRAS / ENSAYOS SPT

LONGITUD m	DIÁMETRO mm	MUESTRA / ENSAYO Nº M.P./ M.I. / SPT	GOLPES / 15 cm.	SPT N	SPT CORREGIDO N'
0,60	73	MI-1	7 9 12 16	21	
0,60	50	SPT-1	3 5 8 8	13	
0,60	73	SHE-1			
0,60	50	SPT-2	3 4 6 8	10	
0,40	76	TP-1			
0,60	76	PRE-1			
0,60	73	SHE-2			
0,60	50	SPT-3	1 2 2 2	4	
0,60	73	SHE-3			
0,60	50	SPT-4	0 1 2 3	3	
0,60	76	PRE-2			
0,40	76	TP-2			
0,60	73	MI-2	1 3 5 7	8	

ENSAYOS "IN SITU"

CaCO3 S/N	SULFATOS/YESOS S/N	VANE TEST Cu kp/cm²	TILL TEST (°)	PENETRÓMETRO Mpa	PERMEABILIDAD A/h m/s	LUGEON u.l.	MODULO DEFORMACIÓN Em kp/cm²	ENSAYO PRESIOMÉTRICO PRESIÓN DE FLUENCIA Pf kp/cm²	PRESIÓN LIMITE Pl kp/cm²
				0,20					
				0,20					
				0,20					
							10,51	0,47	1,01
				0,11					
				0,10					
							2,59	0,38	0,54
				0,10					

ENSAYOS DE LABORATORIO

DENSIDADES Aparece g/cm³	DENSIDADES Seca g/cm³	PESO ESPECÍFICO G	HUMEDAD Wnat %	LIMITES DE ATTERBERG WL %	LIMITES DE ATTERBERG IP %	GRANULOMETRÍA TAMICES UNE % PASA 10	5	2	0,08	CLASIFICACIÓN U.S.C.S.
2,06	1,65		24,7	50,7	30	100	100	100	93,5	CH
2,01	1,60		25,4	54,6	33,9	100	100	100	94,5	CH
2,04	1,64		24,6	54,1	21,1	100	100	100	94,6	CH

CONTENIDO EN: CARBONATOS %	SALES SOLUBLES %	YESOS %	SULFATOS %	MATERIA ORGÁNICA %	CORTE DIRECTO / TRIAXIAL: TIPO	c kp/cm²	Φ °	CONSOLIDACIÓN: e0	Cc	Cs	EDÓMETRO: HINCHAM. LIBRE HL %	COLAPSO Ic %	PRESION DE HINCHAM PH Kpa	RESISTENCIA COMP. RCS kp/cm²	B kp/cm²	ENSAYO BRASILEÑO	INDICE SCHMIZEK	AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN
														5,9				
														4,0				
														5,9				

OBSERVACIONES: Los colores estan definidos por la tabla de MUNSELL

LEYENDA:

B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO

TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Supervisor: O. Adriaensens
Empresa: CEMOSA
Sondista: Antonio Lomas y Antonio Bermal
Equipo: Mobil Drill B80 R

P.K.:
Distancia eje, m:
Inclinación

X ESTR89: 234.759,0
Y ESTR89: 4.137.923,0
Z ESTR89: 6 M

FECHA INICIO: 17-oct-2018
FECHA FINAL: 19-oct-2018

SONDEO: S-03
PROFUNDIDAD: 31,10 m

CONSULTOR: cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACIÓN	PERFORACIÓN CON AGUA (SI/NO)	DIÁMETRO REVESTIMIENTO (mm)	PROFUNDIDAD MANIOBRA (m)	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m)
15					
	BW-76			0,60	
16				0,60	
				0,60	
17				0,60	
				0,60	
18				0,60	
				0,60	
19	BW-101	NO	113	0,80	
				0,40	
20				1,37	
				0,75	
21				0,60	
				0,60	
22				0,80	
				0,40	
23				0,60	
				0,40	
24				0,80	
				0,60	
25				0,40	
				0,50	
26				0,45	
	BW-76			0,20	
27				0,60	
				0,45	
28				1,30	
				0,60	
29				2,10	
				0,60	
30				0,60	

COLUMNA Y DESCRIPCIÓN

PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION LITOLÓGICA	ESPESOR (m)
15,5		Arcillas limosas de consisitencia blanda, de aspecto fangoso, restos de materia orgánica. Color Gris oscuro (3,1 GLEY 1)	6,50
21,5		Gravas y bolos subredondeados a redondeados, heterométricos y poligénicos en una matriz areno limosa marrón (6,3 10YR).	6,00
		MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo (5,1 GLEY)	9,60

DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES

RECUPERACIÓN (%) — 20 40 60 80

GRADO DE METEORIZACIÓN — V IV III II I

Nº FRACTURAS CADA 25 cm — ∞ 4 2 1

BUZAMIENTO JUNTAS — TIPO — DIR. BUZAM. — BUZAMIENTO

BUZAMIENTO EN GRADOS — REFERENCIA PLANO C — BUZAMIENTO DE REFERENCIA: A, B, C, D

DISCONTINUIDADES: D/A, C/D, C/B, B/C, A/B, A/C — JRC — ESPESOR — RELLENO — NATURALEZA

RMR (básico) — 30 40 50 60 70 80

RMR (geco) — 30 40 50 60 70 80

MUESTRAS / ENSAYOS SPT

LONGITUD m	DIÁMETRO mm	MUESTRA / ENSAYO Nº M.P./ M.I. / SPT	GOLPES / 15 cm.	SPT N	SPT CORREGIDO N'
0,60	50	SPT-5	1 3 5 11	8	
0,60	50	SPT-6	23 24 20 21	44	
0,60	50	SPT-7	16 13 12 11	25	
0,43	50	SPT-8	18 27 R	R	
0,60	73	MI-3	8 13 22 30	35	
0,60	50	SPT-9	6 9 12 15	21	
0,60	76	PRE-3			
0,40	76	TP-3			
0,60	50	SPT-10	9 11 14 18	25	
0,40	76	TP-4			
0,60	50	SPT-11	9 11 13 19	24	
0,40	76	TP-5			
0,60	76	PRE-4			

ENSAYOS "IN SITU"

CaCO3 S/N	SULFATOS/YESOS S/N	VANE TEST Cu kp/cm²	TILL TEST (°)	PENETRÓMETRO Mpa	PERMEABILIDAD A/h m/s	LUGEON u.l.	MODULO DEFORMACIÓN Em kp/cm²	ENSAYO PRESIOMÉTRICO PRESIÓN DE FLUENCIA Pf kp/cm²	PRESIÓN LIMITE Pl kp/cm²
				0,20					
							26,99	1,06	3,60
				0,30					
							91	2,52	8,78
				0,35					

ENSAYOS DE LABORATORIO

DENSIDADES Aparece g/cm³	DENSIDADES Seca g/cm³	PESO ESPECÍFICO G	HUMEDAD Wnat %	LIMITES DE ATTERBERG WL %	LIMITES DE ATTERBERG IP %	GRANULOMETRÍA TAMICES UNE % PASA 10	5	2	0,08	CLASIFICACIÓN U.S.C.S.

CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO

TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Supervisor: O. Adriaensens
Empresa: CEMOSA
Sondista: Antonio Lomas y Antonio Bermal
Equipo: Mobil Drill B80 R

P.K.:
Distancia eje, m:
Inclinación

X ESTR89: 234.759,0
Y ESTR89: 4.137.923,0
Z ESTR89: 6 M

FECHA INICIO: 17-oct-2018
FECHA FINAL: 19-oct-2018

SONDEO: S-03
PROFUNDIDAD: 31,10 m

CONSULTOR: cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN | COLUMNA Y DESCRIPCIÓN | DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES | MUESTRAS / ENSAYOS SPT | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACIÓN	PERFORACIÓN CON AGUA	DIÁMETRO DE REVESTIMIENTO	PROFUNDIDAD MANOBRA (m)	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m)	COLUMNA LITOLÓGICA	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION LITOLÓGICA	ESPESOR (m)	RECUPERACIÓN (%)	GRADO DE METEORIZACIÓN	Nº FRACTURAS CADA 25 cm	BUZAMIENTO JUNTAS	BUZAMIENTO EN GRADOS	DISCONTINUIDADES/ RELLENO	RMR (básico)	LONGITUD	DIÁMETRO	MUESTRA / ENSAYO Nº	GOLPES / 15 cm.	SPT	SPT CORREGIDO	CaCO3	SULFATOS/YESOS	VANE TEST/ BOLSILLO	TILL TEST	PENETRÓMETRO	PERMEABILIDAD	ENSAYO PRESIOMÉTRICO	ESTADO NATURAL	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRÍA	CLASIFICACIÓN U.S.C.S.	CONTENIDO EN	CORTE DIRECTO / TRIAXIAL	CONSOLIDACIÓN	EDÓMETRO	RESISTENCIA COMP.	ENSAYO BRASILEÑO	ÍNDICE SCHMIZEK	AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN
											20 40 60 80	V IV III II I			BUZAMIENTO EN GRADOS (REFERENCIA PLANO C)		30 40 50 60 70	m	mm	M.P / M.I. / SPT Nº		N	N'	S/N	S/N	Cu kg/cm²	(°)	Mpa	m/ u.L	Em Kg/cm²	Pf Kg/cm²	Pl Kg/cm²	Aparente g/cm³	G	Wnat %	WL %	IP %	10	5	2	0,08	%	%	%	%	%	%	TIPO	c Kg/cm²	Φ °	e0	Cc	Cs	HL %	Ic %	PH Kpa	RCS Kg/cm²	B Kg/cm²		
30	BW-76	NO	113	0,30					MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo (5,1 GLEY)	9,60								0,40	76	TP-6																												
31				0,60														0,60	50	SPT-12	9	12	14	20	26																													
32																																																					
33																																																					
34																																																					
35																																																					
36																																																					
37																																																					
38																																																					
39																																																					
40																																																					
41																																																					
42																																																					
43																																																					
44																																																					
45																																																					

OBSERVACIONES: *ANGULO ROZAMIENTO BÁSICO:*

LEYENDA:
B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO

TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Supervisor: O. Adriaensens
Empresa: CEMOSA
Sondista: Antonio Lomas y Antonio Bermal
Equipo: Mobil Drill B80 R

P.K.:
Distancia eje, m:
Inclinación

X ESTR89: 234.715
Y ESTR89: 4.137.969
Z ESTR89: 11 M

FECHA INICIO: 15-oct-2018
FECHA FINAL: 16-oct-2018

SONDEO: S-04
PROFUNDIDAD: 32,00 m

CONSULTOR: cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN | COLUMNA Y DESCRIPCIÓN | DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES | MUESTRAS / ENSAYOS SPT | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACIÓN	PERFORACIÓN CON AGUA	DIÁMETRO DE REVESTIMIENTO	PROFUNDIDAD MANOBRA (m)	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m)	COLUMNA LITOLÓGICA	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION LITOLÓGICA	ESPESOR (m)	RECUPERACIÓN (%)	GRADO DE METEORIZACIÓN	Nº FRACTURAS CADA 25 cm	BUZAMIENTO JUNTAS	BUZAMIENTO EN GRADOS	DISCONTINUIDADES/ RELLENO	RMR (básico)	LONGITUD	DIÁMETRO	MUESTRA / ENSAYO Nº	GOLPES / 15 cm.	SPT	SPT CORREGIDO	CaCO3	SULFATOS/YESOS	VANE TEST/ BOLSILLO	TILL TEST	PENETRÓMETRO	PERMEABILIDAD	ENSAYO PRESIOMÉTRICO	ESTADO NATURAL	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRÍA	CLASIFICACIÓN U.S.C.S.	CONTENIDO EN	CORTE DIRECTO / TRIAXIAL	CONSOLIDACIÓN	EDÓMETRO	RESISTENCIA COMP.	ENSAYO BRASILEÑO	ÍNDICE SCHMIZEK	AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN
											20 40 60 80	V IV III II I			BUZAMIENTO EN GRADOS (REFERENCIA PLANO C)		30 40 50 60 70	m	mm	M.P / M.I. / SPT Nº		N	N'	S/N	S/N	Cu kg/cm²	(°)	Mpa	m/ u.L	Em Kg/cm²	Pf Kg/cm²	Pl Kg/cm²	Aparente g/cm³	G	Wnat %	WL %	IP %	10	5	2	0,08	%	%	%	%	%	%	TIPO	c Kg/cm²	Φ °	e0	Cc	Cs	HL %	Ic %	PH Kpa	RCS Kg/cm²	B Kg/cm²		
0																																																				
1				0,40			0,4		Rellenos. Arena limosa con algo de gravilla. Color marrón amarillento	0,40																																															
2				0,80														0,60	73	SHE-1																																			
3				0,80														0,60	50	SPT-1	2	3	4	4	7						0,30																								
4				0,80					Arcillas limosas con intercalaciones de lentes arenosas. Color marrón (4,3 10 YR)	4,60								0,60	73	SHE-2																																								
5				0,80														0,60	50	SPT-2	4	7	10	11	17																														
6				0,80			5,0																																															
6,85 m				0,80					Arcilla limosa de consistencia dura con pátinas negruzcas que aumentan hacia muro, algunos nódulos carbonatados. Intercalaciones de vetado grisáceo y marrón anaranjado. Color marrón grisáceo(3,1 7,5YR)	2,30								0,60	73	Mi-1	8	12	18	25								0,20																								
7				0,80														0,60	50	SPT-3	4	7	10	13	17																														
8	BW-101	NO	113	0,80			7,3																																														
									Arcilla de alta plasticidad con pátinas negruzcas . Intercalaciones de vetado grisáceo y marrón anaranjado. Color marrón grisáceo(3,1 7,5YR)	3,60								0,60	73	Mi-2	4	6	10	11								0,25																								
9				0,80														0,60	50	SPT-4	4	4	6	8	10																														
10				0,80			10,9											0,60	73	Mi-3	4	4	5	7																														
11				0,80														0,60	50	SPT-5	3	4	5	5	9						0,10																								
12				0,80														0,60	73	Mi-4	5	6	8	10																														
13				0,80					Arcillas limosas de consisitencia blanda, de aspecto fangoso, A 13,20 aumenta bastante el contenido en restos de materia orgánica. Color Gris oscuro (3,1 GLEY 1)	4,20								0,60	50	SPT-6	3	3	5	5	8						0,15																								
14				1,20																																															
15				0,80			15,0											0,60	73	Mi-5	5	6	8	9	14																														

OBSERVACIONES: Los colores estan definidos por la tabla de MUNSELL

LEYENDA:
WL: Wire Line B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

CLIENTE: MINISTERIO DE FOMENTO

TRABAJO: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA

Supervisor: O. Adriaensens
Empresa: CEMOSA
Sondista: Antonio Lomas y Antonio Bermal
Equipo: Mobil Drill B80 R

P.K.:
Distancia eje, m:
Inclinación

X ESTR89: 234.715,0
Y ESTR89: 4.137.969,0
Z ESTR89: 11 M

FECHA INICIO: 15-oct-2018
FECHA FINAL: 15-oct-2018

SONDEO: S-04
PROFUNDIDAD: 32,00 m

CONSULTOR: cemosa Ingeniería y Control

PERFORACIÓN | COLUMNA Y DESCRIPCIÓN | DATOS GEOMECÁNICOS Y ESTRUCTURALES | MUESTRAS / ENSAYOS SPT | ENSAYOS "IN SITU" | ENSAYOS DE LABORATORIO

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACIÓN	PERFORACIÓN CON AGUA (SI/NO)	DIÁMETRO REVESTIMIENTO (mm)	PROFUNDIDAD MANOBRA (m)	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m)	COLUMNA LITOLÓGICA	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION LITOLÓGICA	ESPESOR (m)	RECUPERACIÓN (%)	GRADO DE METEORIZACIÓN	Nº FRACTURAS CADA 30 cm	BUZAMIENTO JUNTAS	BUZAMIENTO EN GRADOS (REFERENCIA PLANO C)	DISCONTINUIDADES/ RELLENO	RMR (básico)	LONGITUD	DIÁMETRO	MUESTRA / ENSAYO Nº	GOLPES / 15 cm.	SPT	SPT CORREGIDO	CaCO3	SULFATOS/YESOS	HAM / TEST BOLSILLO	TILL / TEST	PENETROMETRO	PENDEABILIDAD	MODELO DEFORMACIÓN	ESTATE Y PRESIOMETRIC O	ESTADO NATURAL	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRÍA	CLASIFICACIÓN	CONTENIDO EN	CORTE DIRECTO / TRIAXIAL	CONSOLIDACIÓN	EDÓMETRO	RESISTENCIA COMP	ENSAYO BRASILEÑO	ÍNDICE SCHMAZEK	AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN
											20 40 60 80	V IV III II I																															
																			m	mm			N	N'	S/N	S/N																	
15							15,10																																				
16	BW-101	NO	113	2,71					Limos arenosos de color marrón (6,3 10YR)	2,70								0,60	50	SPT-7	3 1 0 1	1							0,10															
17																		0,60	73	Mi-6	4 12 12 11																							
18																		0,60	50	SPT-8	8 5 5 5	10							0,20															
19							19,0											0,60	73	Mi-7	9 15 16 18																							
20																		0,60	50	SPT-9	5 13 24 34	37																						
21									Gravas y bolos subredondeados a redondeados, heterométricos y poligénicos en una matriz areno limosa marrón (6,3 10YR).	3,10								0,40	50	SPT-10	18 37 R	R																									
22							22,1											0,12	50	SPT-11	R	R							0,30															
23																		0,60	73	Mi-8	10 15 22 31																							
24																		0,60	50	SPT-12	6 8 11 14	19																						
25																													0,30														
26	BW-86	NO	113	2,71					MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo (5,1 GLEY)	9,90								0,60	73	Mi-9	12 19 29 40																											
27																		0,60	50	SPT-13	7 11 13 18	24							0,30															
28																		0,57	73	Mi-10	16 22 39 R																							
29																		0,60	50	SPT-14	9 12 16 22	28																						
30																																											

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE PERFORACIÓN	PERFORACIÓN CON AGUA (SI/NO)	DIÁMETRO REVESTIMIENTO (mm)	PROFUNDIDAD MANOBRA (m)	NIVEL PIEZOMÉTRICO (m)	COLUMNA LITOLÓGICA	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCION LITOLÓGICA	ESPESOR (m)	RECUPERACIÓN (%)	GRADO DE METEORIZACIÓN	Nº FRACTURAS CADA 30 cm	BUZAMIENTO JUNTAS	BUZAMIENTO EN GRADOS (REFERENCIA PLANO C)	DISCONTINUIDADES/ RELLENO	RMR (básico)	LONGITUD	DIÁMETRO	MUESTRA / ENSAYO Nº	GOLPES / 15 cm.	SPT	SPT CORREGIDO	CaCO3	SULFATOS/YESOS	HAM / TEST BOLSILLO	TILL / TEST	PENETROMETRO	PENDEABILIDAD	MODELO DEFORMACIÓN	ESTATE Y PRESIOMETRIC O	ESTADO NATURAL	LIMITES DE ATTERBERG	GRANULOMETRÍA	CLASIFICACIÓN	CONTENIDO EN	CORTE DIRECTO / TRIAXIAL	CONSOLIDACIÓN	EDÓMETRO	RESISTENCIA COMP	ENSAYO BRASILEÑO	ÍNDICE SCHMAZEK	AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN
											20 40 60 80	V IV III II I																															
																			m	mm			N	N'	S/N	S/N																	
30																																												
31	BW-86	NO	113	2,71					MARGAS. Arcillas de alta plasticidad con indicios de intercacalaciones de lentes arenosas de color grisáceo, incidios de bioclastos. Color grisáceo (5,1 GLEY)																																							
32																																											
33																																											
34																																											
35																																											
36																																											
37																																											
38																																											
39																																											
40																																											
41																																											
42																																											
43																																											
44																																											
45																																											

OBSERVACIONES:

ANGULO ROZAMIENTO BÁSICO:

LEYENDA:

WL: Wire Line B: Batería simple T: Batería Doble W: Corona de Widia D: Corona de Diamante R: Testigo roto al aplicar esclerómetro O: Óxidos a: Arcillas l: Limos.

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga). C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 4.2 Fotografías de testigos de sondeos a rotación

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO Sondeo Mecánico Rotativo	**Ensayo:** **S-01**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 1.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 2.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-01**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 3.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 4.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-01**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 5.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 6.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-01**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 7.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 8.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-01**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 9.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 10.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-01**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 11.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 12.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-01**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 13.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-02**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 1.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 2.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-02**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 3.

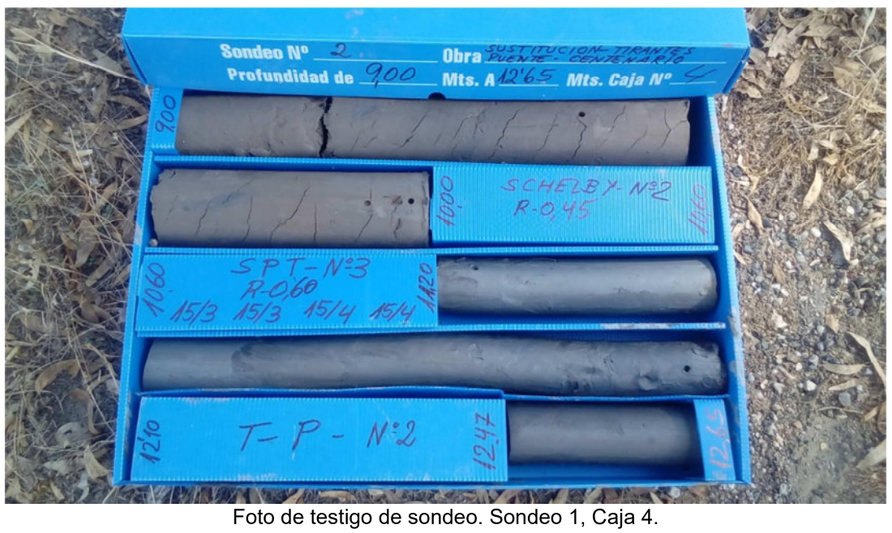


Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 4.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-02**

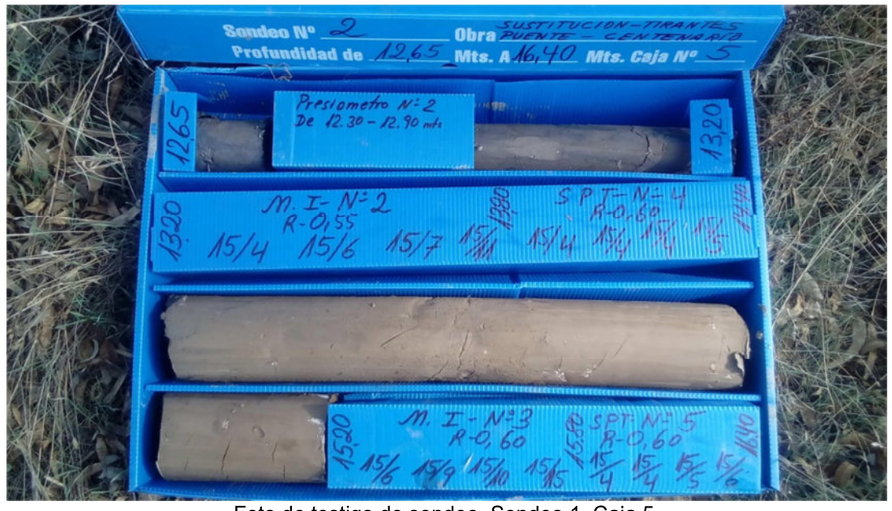


Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 5.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 6.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-02**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 7.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 8.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-02**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 9.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 10.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-03**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 1.

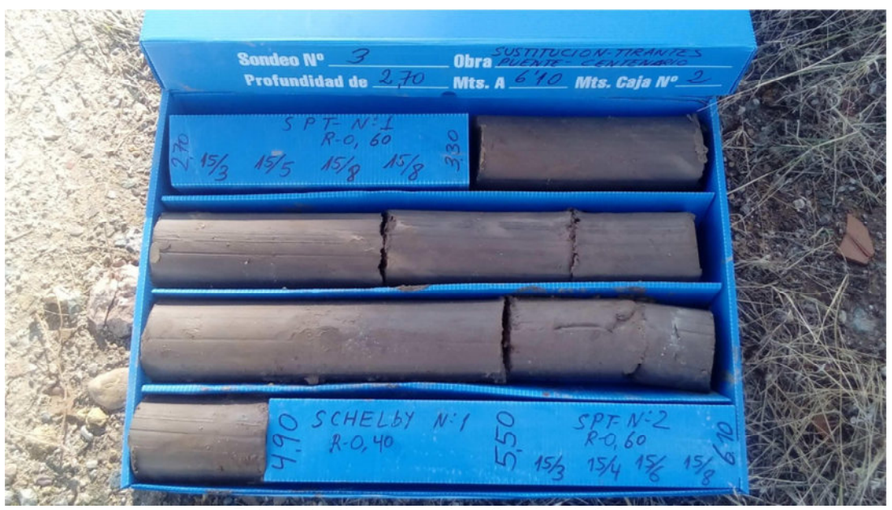


Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 2.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-03**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 3.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 4.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-03**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 5.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 6.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-03**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 7.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 8.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-03**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 9.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-04**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 1.

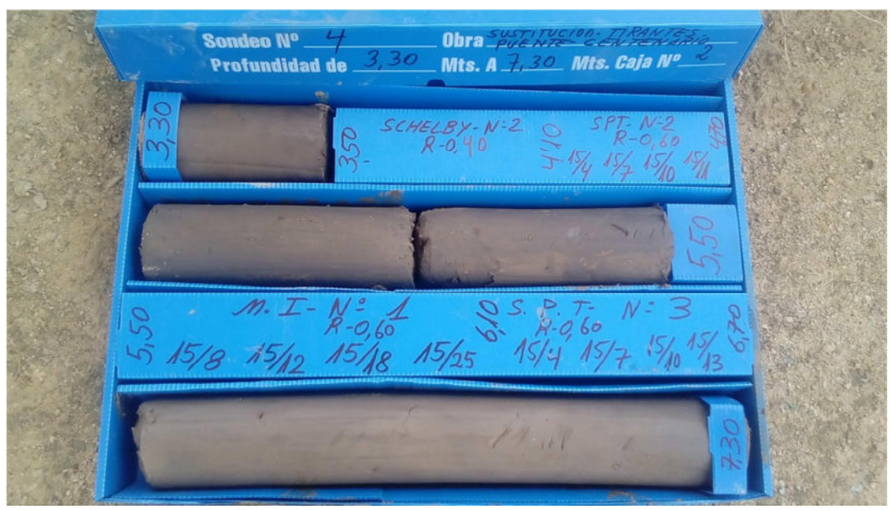


Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 2.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-04**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 3.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 4.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-04**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 5.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 6.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-04**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 7.



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 8.

cemosa Ingeniería y Control	REGISTRO FOTOGRÁFICO	**Ensayo:**
	Sondeo Mecánico Rotativo	**S-04**



Foto de testigo de sondeo. Sondeo 1, Caja 9.

cemosa Ingeniería y Control

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

ANEJO 4.3 Actas de ensayos presiométricos

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

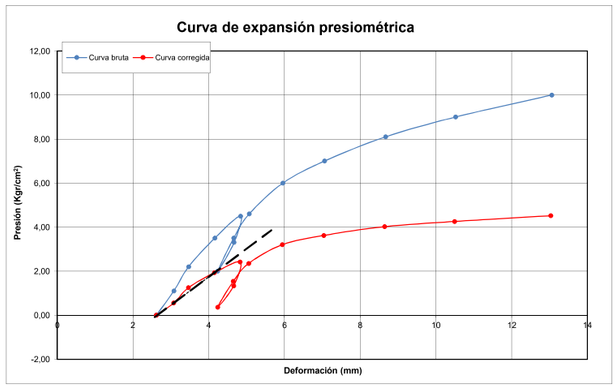
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

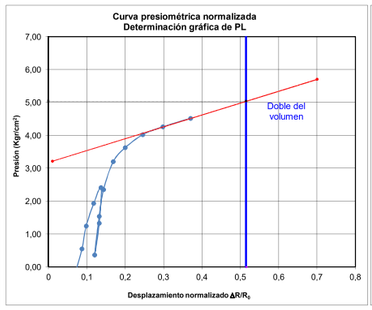
PETICIONARIO:	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO		
DIRECCIÓN:			
OBRA:	ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA	**EXPEDIENTE:**	O/1806388

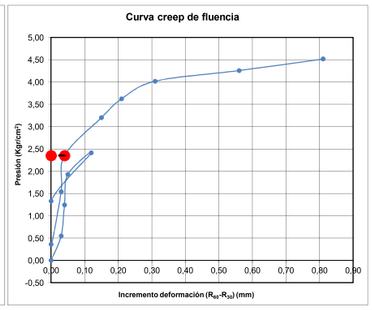
ASTM D-4719

SITUACIÓN:	SEVILLA			**TÉCNICO:**	FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ
SONDEO:	S-2	**PROFUNDIDAD:**	6,5 m	**FECHA:**	08/10/2018
DIÁMETRO SONDEO:	76 mm	**NIVEL FREÁTICO:**	4,5 m	**TIPO CAMISA:**	DURA
LITOLOGÍA:	ARCILLA MARRÓN CON INDICIOS DE ARENA				
OBSERVACIONES:					

P_R (Kgr/cm^2)	P (Kgr/cm^2)	R_{15} (mm)	R_{30} (mm)	R_{60} (mm)	R_{30}-R_{60} (mm)
0,00	0,00	2,62	2,62	2,62	0,00
1,10	0,55	3,02	3,05	3,08	0,03
2,20	1,25	3,39	3,42	3,46	0,04
3,50	1,93	4,04	4,10	4,15	0,05
4,50	2,41	4,64	4,71	4,83	0,12
3,30	1,33	4,69	4,66	4,66	0,00
2,00	0,36	4,28	4,23	4,23	0,00
3,50	1,54	4,60	4,62	4,65	0,03
4,60	2,35	4,99	5,02	5,06	0,04
6,00	3,20	5,67	5,79	5,94	0,15
7,00	3,62	6,62	6,83	7,04	0,21
8,10	4,02	8,12	8,34	8,65	0,31
9,00	4,26	9,62	9,93	10,49	0,56
10,00	4,52	11,85	12,22	13,03	0,81







MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

γ	*Coeficiente de Poisson.*
R_p	*Radio de la sonda desinflada (mm).*
ΔR_m	*Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).*
$\Delta P/dDR$	*Relación de Incremento de presión y radio*

PRESIÓN LÍMITE

Si (V_0+2V_i):Tomamos la presión corresponciente
Si no alcanzamos (V_0+2V_i): extrapolamos la rama plástica hasta (V_0+2V_i) el doble del volumen

V_0	Volumen de la sonda desinflada (cm^3)
V_i	Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm^3)
ΔR	Incremento de radio
R_0	Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad

PRESIÓN DE FLUENCIA

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719

	Kgr/cm^2	KPa
Módulo presiométrico E_p	66,24	6.495,71
Presión límite P_L	5,04	494,01
Presión de fluencia P_f	2,35	230,64

Relación presiométrica	13,15

Málaga 8 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

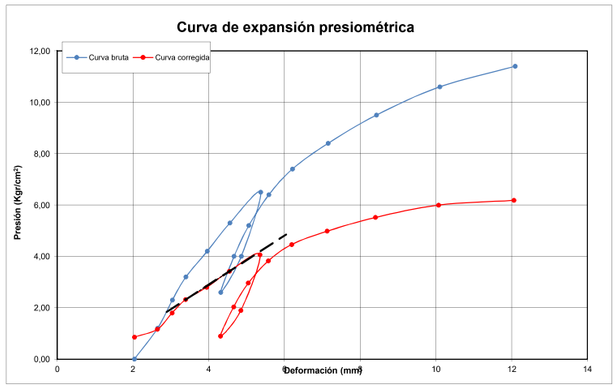
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

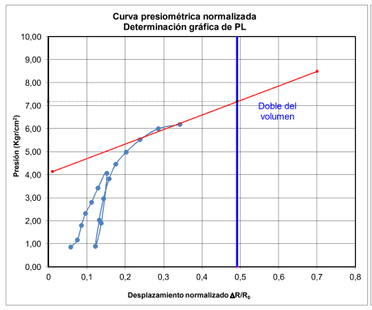
PETICIONARIO:	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO		
DIRECCIÓN:			
OBRA:	ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA	**EXPEDIENTE:**	O/1806388

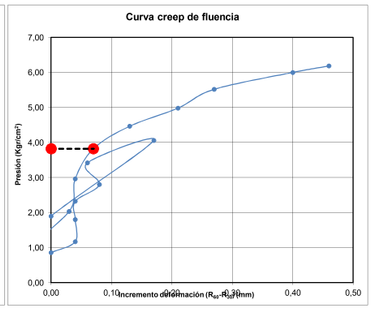
ASTM D-4719

SITUACIÓN:	SEVILLA			**TÉCNICO:**	FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ
SONDEO:	S-2	**PROFUNDIDAD:**	12,6 m	**FECHA:**	08/10/2018
DIÁMETRO SONDEO:	76 mm	**NIVEL FREÁTICO:**	4,5 m	**TIPO CAMISA:**	DURA
LITOLOGÍA:	ARCILLA GRIS				
OBSERVACIONES:					

P_R (Kgr/cm^2)	P (Kgr/cm^2)	R_{15} (mm)	R_{30} (mm)	R_{60} (mm)	R_{30}-R_{60} (mm)
0,00	0,86	2,04	2,04	2,04	0,00
1,20	1,17	2,61	2,61	2,65	0,04
2,30	1,80	2,96	2,99	3,03	0,04
3,20	2,32	3,32	3,35	3,39	0,04
4,20	2,80	3,83	3,87	3,95	0,08
5,30	3,42	4,41	4,49	4,55	0,06
6,50	4,06	5,08	5,18	5,35	0,17
4,00	1,90	4,86	4,85	4,85	0,00
2,60	0,90	4,38	4,36	4,31	-0,05
4,00	2,03	4,62	4,63	4,66	0,03
5,20	2,96	4,98	5,01	5,05	0,04
6,40	3,82	5,44	5,50	5,57	0,07
7,40	4,46	5,97	6,06	6,19	0,13
8,40	4,98	6,80	6,92	7,13	0,21
9,50	5,52	7,97	8,13	8,40	0,27
10,60	6,00	9,45	9,67	10,07	0,40
11,40	6,18	11,37	11,60	12,06	0,46







MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

γ	*Coeficiente de Poisson.*
R_p	*Radio de la sonda desinflada (mm).*
ΔR_m	*Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).*
$\Delta P/dDR$	*Relación de Incremento de presión y radio*

PRESIÓN LÍMITE

Si (V_0+2V_i):Tomamos la presión corresponciente
Si no alcanzamos (V_0+2V_i): extrapolamos la rama plástica hasta (V_0+2V_i) el doble del volumen

V_0	Volumen de la sonda desinflada (cm^3)
V_i	Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm^3)
ΔR	Incremento de radio
R_0	Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad

PRESIÓN DE FLUENCIA

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719

	Kgr/cm^2	KPa
Módulo presiométrico E_p	49,59	4.863,19
Presión límite P_L	7,18	703,79
Presión de fluencia P_f	3,82	374,65

Relación presiométrica	6,91

Málaga 8 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

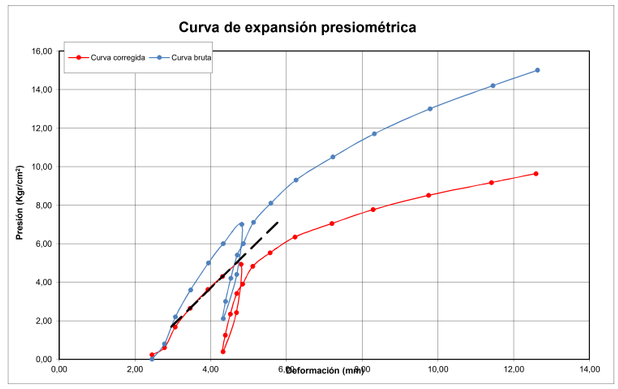
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

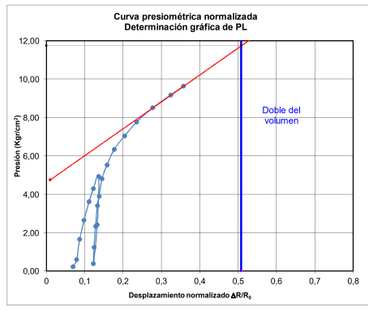
PETICIONARIO:	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO				
DIRECCIÓN:					
OBRA:	ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA			**EXPEDIENTE:**	O/1806388

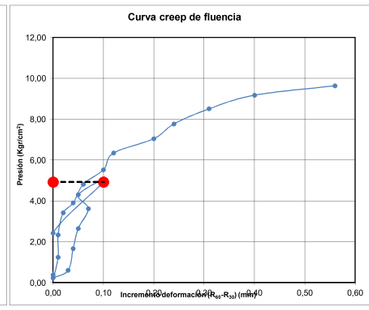
ASTM D-4719

SITUACIÓN:	SEVILLA			**TÉCNICO:**	FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ
SONDEO:	S-2	**PROFUNDIDAD:**	16,1 m	**FECHA:**	08/10/2018
DIÁMETRO SONDEO:	76 mm	**NIVEL FREÁTICO:**	4,5 m	**TIPO CAMISA:**	DURA
LITOLOGÍA:	ARCILLA LIMOSA MARRÓN				
OBSERVACIONES:					

P_R (Kgr/cm^2)	P (Kgr/cm^2)	R_{15} (mm)	R_{30} (mm)	R_{60} (mm)	R_{30}-R_{60} (mm)
0,00	0,23	2,45	2,45	2,45	0,00
0,80	0,60	2,69	2,75	2,78	0,03
2,20	1,66	3,01	3,02	3,06	0,04
3,60	2,65	3,37	3,41	3,46	0,05
5,00	3,62	3,81	3,86	3,93	0,07
6,00	4,30	4,22	4,26	4,31	0,05
7,00	4,93	4,63	4,70	4,80	0,10
4,40	2,42	4,68	4,68	4,68	0,00
2,10	0,39	4,33	4,32	4,32	0,00
3,00	1,24	4,37	4,37	4,38	0,01
4,20	2,34	4,51	4,51	4,52	0,01
5,40	3,41	4,65	4,66	4,68	0,02
6,00	3,90	4,78	4,80	4,84	0,04
7,10	4,82	5,03	5,05	5,11	0,06
8,10	5,52	5,39	5,47	5,57	0,10
9,30	6,34	6,02	6,10	6,22	0,12
10,50	7,04	6,85	7,00	7,20	0,20
11,70	7,76	7,91	8,05	8,29	0,24
13,00	8,51	9,24	9,44	9,75	0,31
14,20	9,17	10,77	11,01	11,41	0,40
15,00	9,63	11,82	12,03	12,59	0,56







MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

γ	*Coeficiente de Poisson.*
R_p	*Radio de la sonda desinflada (mm).*
ΔR_m	*Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).*
$\Delta P/dDR$	*Relación de Incremento de presión y radio*

PRESIÓN LÍMITE

Si (V_0+2V_i):Tomamos la presión corresponciente

Si no alcanzamos (V_0+2V_i): extrapolamos la rama plástica hasta (V_0+2V_i) el doble del volumen

V_0	Volumen de la sonda desinflada (cm^3)
V_i	Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm^3)
ΔR	Incremento de radio
R_0	Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad

PRESIÓN DE FLUENCIA

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719

	Kgr/cm^2	KPa
Módulo presiométrico E_p	**100,31**	**9.837,31**
Presión límite P_L	**11,75**	**1.151,85**
Presión de fluencia P_f	**4,93**	**483,47**

Relación presiométrica	**8,54**

Málaga 8 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

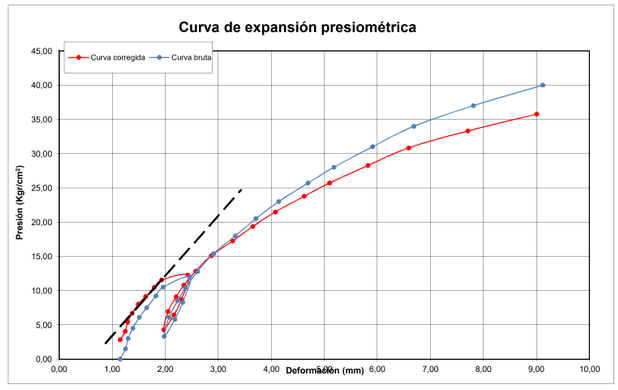
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

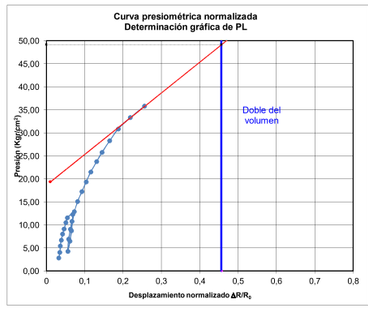
PETICIONARIO:	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO				
DIRECCIÓN:					
OBRA:	ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA			**EXPEDIENTE:**	O/1806388

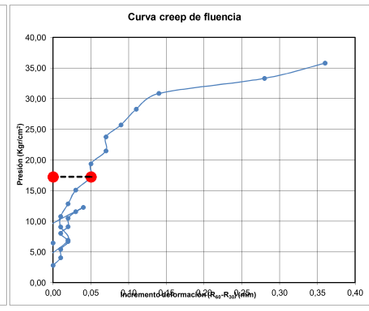
ASTM D-4719

SITUACIÓN:	SEVILLA			**TÉCNICO:**	FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ
SONDEO:	S-2	**PROFUNDIDAD:**	28,9 m	**FECHA:**	10/10/2018
DIÁMETRO SONDEO:	76 mm	**NIVEL FREÁTICO:**	4,5 m	**TIPO CAMISA:**	DURA
LITOLOGÍA:	ARCILLA MARGOSA GRIS-AZULADA				
OBSERVACIONES:					

P_R (Kgr/cm^2)	P (Kgr/cm^2)	R_{15} (mm)	R_{30} (mm)	R_{60} (mm)	R_{30}-R_{60} (mm)
0,00	2,81	1,15	1,15	1,15	0,00
1,50	4,04	1,24	1,24	1,25	0,01
3,00	5,42	1,28	1,28	1,29	0,01
4,50	6,70	1,34	1,36	1,38	0,02
6,10	8,02	1,47	1,48	1,49	0,01
7,50	9,12	1,60	1,61	1,63	0,02
9,20	10,49	1,75	1,77	1,79	0,02
10,50	11,54	1,87	1,90	1,93	0,03
12,00	12,26	2,31	2,39	2,43	0,04
8,30	8,74	2,32	2,32	2,31	-0,01
5,80	6,45	2,17	2,16	2,16	0,00
3,30	4,27	1,99	1,98	1,97	-0,01
6,10	6,93	2,03	2,03	2,05	0,02
8,50	9,09	2,19	2,20	2,21	0,01
10,40	10,77	2,33	2,34	2,35	0,01
12,80	12,86	2,53	2,55	2,57	0,02
15,40	15,09	2,82	2,84	2,87	0,03
18,00	17,24	3,19	3,22	3,27	0,05
20,50	19,36	3,56	3,60	3,65	0,05
23,00	21,49	3,96	4,01	4,08	0,07
25,70	23,76	4,51	4,55	4,62	0,07
28,00	25,72	4,94	5,01	5,10	0,09
31,00	28,27	5,63	5,71	5,82	0,11
34,00	30,84	6,37	6,45	6,59	0,14
37,00	33,31	7,39	7,43	7,71	0,28
40,00	35,78	8,57	8,65	9,01	0,36







MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

γ	*Coeficiente de Poisson.*
R_p	*Radio de la sonda desinflada (mm).*
ΔR_m	*Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).*
$\Delta P/dDR$	*Relación de Incremento de presión y radio*

PRESIÓN LÍMITE

Si (V_0+2V_i):Tomamos la presión corresponciente

Si no alcanzamos (V_0+2V_i): extrapolamos la rama plástica hasta (V_0+2V_i) el doble del volumen

V_0	Volumen de la sonda desinflada (cm^3)
V_i	Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm^3)
ΔR	Incremento de radio
R_0	Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad

PRESIÓN DE FLUENCIA

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719

	Kgr/cm^2	KPa
Módulo presiométrico E_p	**429,43**	**42.112,95**
Presión límite P_L	**49,13**	**4.818,10**
Presión de fluencia P_f	**17,24**	**1.690,96**

Relación presiométrica	**8,74**

Málaga 18 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

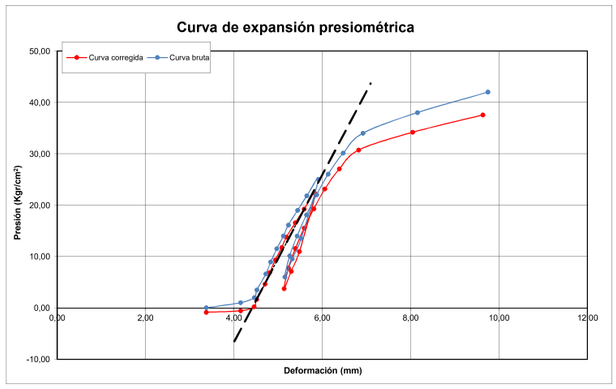
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

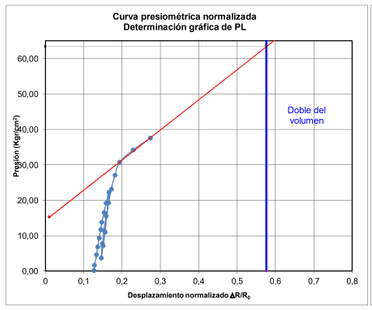
PETICIONARIO:	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO				
DIRECCIÓN:					
OBRA:	ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA			**EXPEDIENTE:**	O/1806388

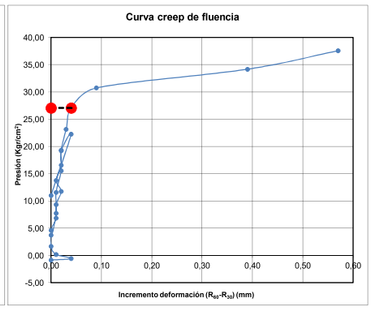
ASTM D-4719

SITUACIÓN:	SEVILLA			**TÉCNICO:**	FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ
SONDEO:	S-2	**PROFUNDIDAD:**	31,9 m	**FECHA:**	10/10/2018
DIÁMETRO SONDEO:	76 mm	**NIVEL FREÁTICO:**	4,5 m	**TIPO CAMISA:**	DURA
LITOLOGÍA:	ARCILLA MARGOSA GRIS-AZULADA				
OBSERVACIONES:					

P_R (Kgr/cm^2)	P (Kgr/cm^2)	R_{15} (mm)	R_{30} (mm)	R_{60} (mm)	R_{30}-R_{60} (mm)
0,00	-0,86	3,37	3,37	3,37	0,00
1,00	-0,57	4,06	4,11	4,15	0,04
2,00	0,19	4,39	4,44	4,45	0,01
3,50	1,64	4,50	4,51	4,51	0,00
6,60	4,60	4,69	4,70	4,70	0,00
8,90	6,83	4,79	4,79	4,80	0,01
11,50	9,33	4,92	4,93	4,94	0,01
14,00	11,74	5,05	5,06	5,08	0,02
16,10	13,77	5,15	5,17	5,18	0,01
19,00	16,54	5,36	5,37	5,39	0,02
21,80	19,21	5,55	5,57	5,59	0,02
25,00	22,26	5,78	5,80	5,84	0,04
13,50	10,98	5,48	5,48	5,48	0,00
9,50	7,10	5,31	5,30	5,29	-0,01
6,00	3,70	5,13	5,13	5,13	0,00
10,10	7,74	5,22	5,22	5,23	0,01
14,00	11,53	5,37	5,38	5,39	0,01
18,10	15,51	5,56	5,57	5,59	0,02
22,00	19,28	5,78	5,79	5,81	0,02
26,00	23,14	6,01	6,03	6,06	0,03
30,10	27,05	6,32	6,35	6,39	0,04
34,00	30,73	6,69	6,73	6,82	0,09
38,00	34,17	7,48	7,65	8,04	0,39
42,00	37,55	8,84	9,06	9,63	0,57







MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

γ	*Coeficiente de Poisson.*
R_p	*Radio de la sonda desinflada (mm).*
ΔR_m	*Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).*
$\Delta P/dDR$	*Relación de Incremento de presión y radio*

PRESIÓN LÍMITE

Si (V_0+2V_i):Tomamos la presión corresponciente
Si no alcanzamos (V_0+2V_i); extrapolamos la rama plástica hasta (V_0+2V_i) el doble del volumen

V_0	Volumen de la sonda desinflada (cm^3)
V_i	Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm^3)
ΔR	Incremento de radio
R_0	Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad

PRESIÓN DE FLUENCIA

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719

	Kgr/cm^2	KPa
Módulo presiométrico E_p	871,95	85.508,76
Presión límite P_L	63,40	6.217,62
Presión de fluencia P_f	27,05	2.653,15

Relación presiométrica	13,75

Málaga 18 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

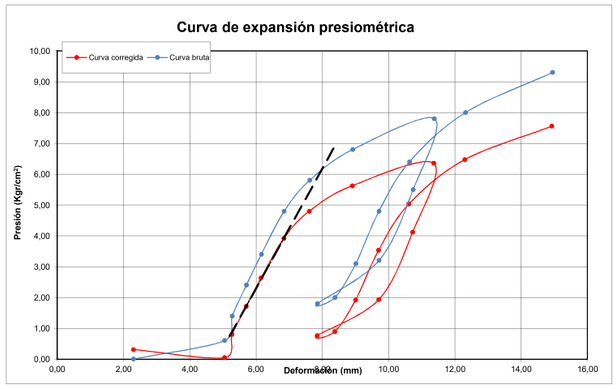
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

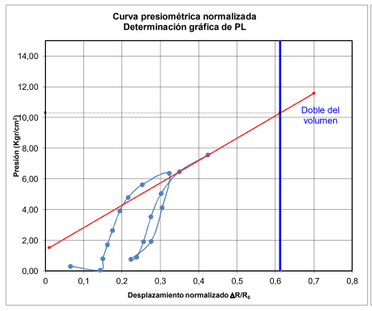
PETICIONARIO:	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO				
DIRECCIÓN:					
OBRA:	ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA			**EXPEDIENTE:**	O/1806388

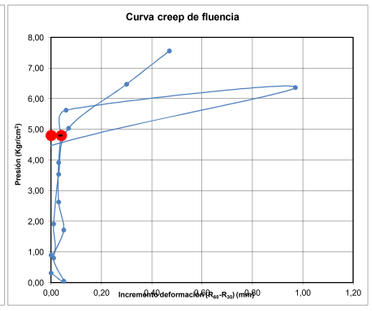
ASTM D-4719

SITUACIÓN:	SEVILLA			**TÉCNICO:**	FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ
SONDEO:	S-3	**PROFUNDIDAD:**	7,4 m	**FECHA:**	17/10/2018
DIÁMETRO SONDEO:	76 mm	**NIVEL FREÁTICO:**	4,5 m	**TIPO CAMISA:**	BLANDA
LITOLOGÍA:	ARCILLA MARRÓN GRISÁCEA				
OBSERVACIONES:					

P_R (Kgr/cm^2)	P (Kgr/cm^2)	R_{15} (mm)	R_{30} (mm)	R_{60} (mm)	R_{30}-R_{60} (mm)
0,00	0,31	2,30	2,30	2,30	0,00
0,60	0,05	4,99	5,00	5,05	0,05
1,40	0,80	5,25	5,27	5,28	0,01
2,40	1,71	5,63	5,65	5,70	0,05
3,40	2,63	6,07	6,12	6,15	0,03
4,80	3,91	6,77	6,81	6,84	0,03
5,80	4,80	7,54	7,56	7,60	0,04
6,80	5,63	8,44	8,84	8,90	0,06
7,80	6,36	10,09	10,39	11,36	0,97
5,50	4,12	10,95	10,84	10,72	-0,12
3,20	1,93	9,94	9,84	9,70	-0,14
1,80	0,76	8,22	8,04	7,84	-0,20
2,00	0,89	8,25	8,37	8,37	0,00
3,10	1,91	8,99	8,99	9,00	0,01
4,80	3,53	9,67	9,67	9,70	0,03
6,40	5,03	10,53	10,54	10,61	0,07
8,00	6,47	11,97	12,00	12,30	0,30
9,30	7,56	14,21	14,45	14,92	0,47







MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

γ	*Coeficiente de Poisson.*
R_p	*Radio de la sonda desinflada (mm).*
ΔR_m	*Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).*
$\Delta P/dDR$	*Relación de Incremento de presión y radio*

PRESIÓN LÍMITE

Si (V_0+2V_i):Tomamos la presión corresponciente
Si no alcanzamos (V_0+2V_i); extrapolamos la rama plástica hasta (V_0+2V_i) el doble del volumen

V_0	Volumen de la sonda desinflada (cm^3)
V_i	Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm^3)
ΔR	Incremento de radio
R_0	Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad

PRESIÓN DE FLUENCIA

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719

	Kgr/cm^2	KPa
Módulo presiométrico E_p	107,13	10.506,16
Presión límite P_L	10,30	1.010,36
Presión de fluencia P_f	4,80	470,53

Relación presiométrica	10,40

Málaga 18 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

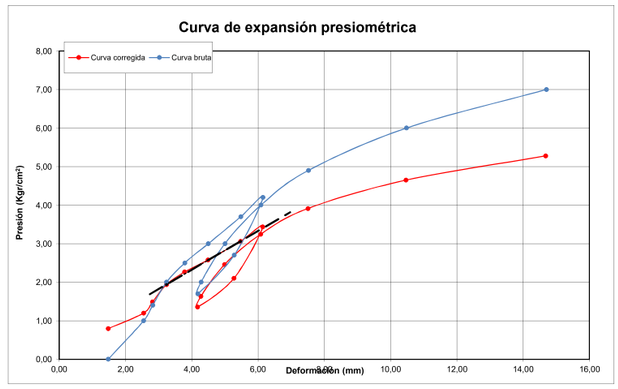
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

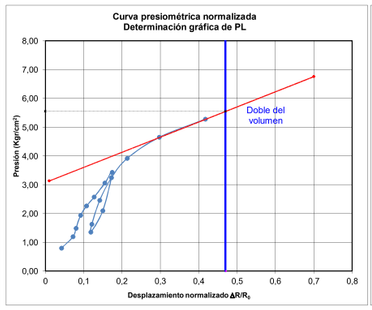
PETICIONARIO:	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO				
DIRECCIÓN:					
OBRA:	ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA			**EXPEDIENTE:**	O/1806388

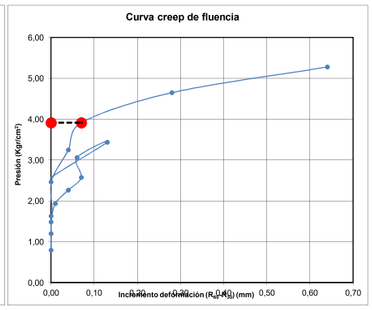
ASTM D-4719

SITUACIÓN:	SEVILLA			**TÉCNICO:**	FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ
SONDEO:	S-3	**PROFUNDIDAD:**	13,4 m	**FECHA:**	17/10/2018
DIÁMETRO SONDEO:	76 mm	**NIVEL FREÁTICO:**	4,5 m	**TIPO CAMISA:**	BLANDA
LITOLOGÍA:	ARCILLA LIMOSA MARRÓN GRISÁCEA				
OBSERVACIONES:					

P_R (Kgr/cm^2)	P (Kgr/cm^2)	R_{15} (mm)	R_{30} (mm)	R_{60} (mm)	R_{30}-R_{60} (mm)
0,00	0,79	1,48	1,48	1,48	0,00
1,00	1,20	2,54	2,55	2,55	0,00
1,40	1,49	2,82	2,82	2,82	0,00
2,00	1,94	3,21	3,22	3,23	0,01
2,50	2,26	3,73	3,74	3,78	0,04
3,00	2,58	4,37	4,42	4,49	0,07
3,70	3,06	5,27	5,41	5,47	0,06
4,20	3,43	6,01	6,01	6,14	0,13
2,70	2,10	5,36	5,33	5,27	-0,06
1,70	1,36	4,25	4,23	4,18	-0,05
2,00	1,63	4,27	4,27	4,27	0,00
3,00	2,46	4,99	4,99	4,99	0,00
4,00	3,24	6,04	6,04	6,08	0,04
4,90	3,91	7,35	7,44	7,51	0,07
6,00	4,65	9,96	10,18	10,46	0,28
7,00	5,28	13,97	14,04	14,68	0,64







MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

γ	*Coeficiente de Poisson.*
R_p	*Radio de la sonda desinflada (mm).*
ΔR_m	*Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).*
$\Delta P/dDR$	*Relación de Incremento de presión y radio*

PRESIÓN LÍMITE

Si (V_0+2V_i):Tomamos la presión corresponciente

Si no alcanzamos (V_0+2V_i); extrapolamos la rama plástica hasta (V_0+2V_i) el doble del volumen

V_0	Volumen de la sonda desinflada (cm^3)
V_i	Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm^3)
ΔR	Incremento de radio
R_0	Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad

PRESIÓN DE FLUENCIA

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719

	Kgr/cm^2	KPa
Módulo presiométrico E_p	26,45	2.593,59
Presión límite P_L	5,55	544,32
Presión de fluencia P_f	3,91	383,66

Relación presiométrica	4,76

Málaga 18 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

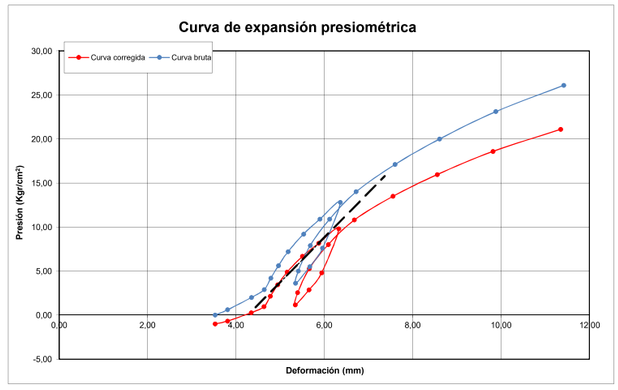
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

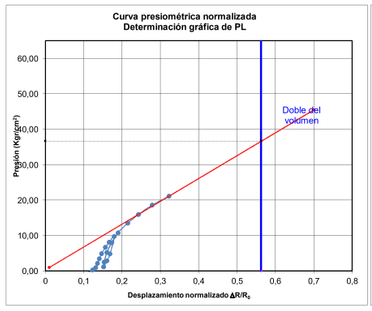
PETICIONARIO:	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO				
DIRECCIÓN:					
OBRA:	ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA			**EXPEDIENTE:**	O/1806388

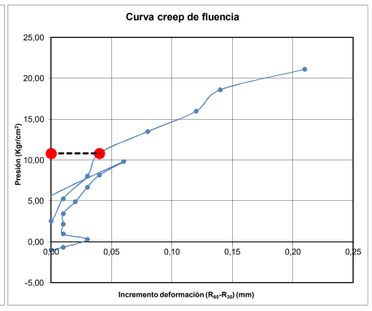
ASTM D-4719

SITUACIÓN:	SEVILLA			**TÉCNICO:**	FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ
SONDEO:	S-3	**PROFUNDIDAD:**	23,2 m	**FECHA:**	19/10/2018
DIÁMETRO SONDEO:	76 mm	**NIVEL FREÁTICO:**	4,5 m	**TIPO CAMISA:**	DURA
LITOLOGÍA:	ARCILLA MARGOSA GRIS-AZULADA				
OBSERVACIONES:					

P_R (Kgr/cm^2)	P (Kgr/cm^2)	R_{15} (mm)	R_{30} (mm)	R_{60} (mm)	R_{30}-R_{60} (mm)
0,00	-1,02	3,53	3,53	3,53	0,00
0,60	-0,68	3,78	3,80	3,81	0,01
2,00	0,27	4,25	4,31	4,34	0,03
2,90	0,95	4,60	4,62	4,63	0,01
4,20	2,15	4,76	4,77	4,78	0,01
5,60	3,43	4,92	4,93	4,94	0,01
7,20	4,88	5,12	5,14	5,16	0,02
9,20	6,66	5,44	5,47	5,50	0,03
10,90	8,14	5,80	5,83	5,87	0,04
12,80	9,79	6,23	6,26	6,32	0,06
7,60	4,80	5,96	5,95	5,94	-0,01
5,50	2,87	5,67	5,66	5,65	-0,01
3,60	1,17	5,38	5,36	5,34	-0,02
5,00	2,53	5,40	5,40	5,40	0,00
7,90	5,27	5,64	5,65	5,66	0,01
10,90	8,02	6,05	6,06	6,09	0,03
14,00	10,80	6,61	6,64	6,68	0,04
17,10	13,48	7,42	7,47	7,55	0,08
20,00	15,96	8,33	8,43	8,55	0,12
23,10	18,58	9,55	9,67	9,81	0,14
26,10	21,09	10,88	11,14	11,35	0,21







MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

γ	*Coeficiente de Poisson.*
R_p	*Radio de la sonda desinflada (mm).*
ΔR_m	*Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).*
$\Delta P/dDR$	*Relación de Incremento de presión y radio*

PRESIÓN LÍMITE

Si (V_0+2V_i):Tomamos la presión corresponciente

Si no alcanzamos (V_0+2V_i); extrapolamos la rama plástica hasta (V_0+2V_i) el doble del volumen

V_0	Volumen de la sonda desinflada (cm^3)
V_i	Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm^3)
ΔR	Incremento de radio
R_0	Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad

PRESIÓN DE FLUENCIA

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719

	Kgr/cm^2	KPa
Módulo presiométrico E_p	275,19	26.986,65
Presión límite P_L	36,67	3.595,64
Presión de fluencia P_f	10,80	1.059,12

Relación presiométrica	7,51

Málaga 22 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

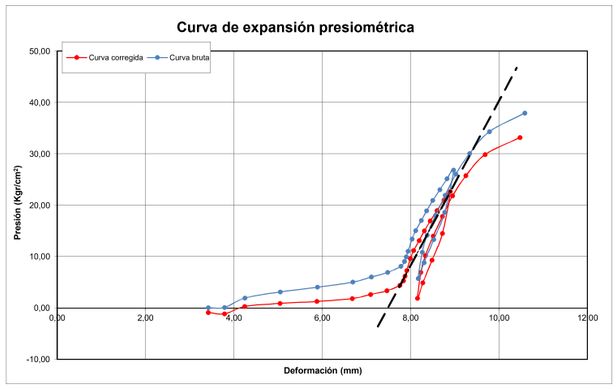
ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYO PRESIOMÉTRICO

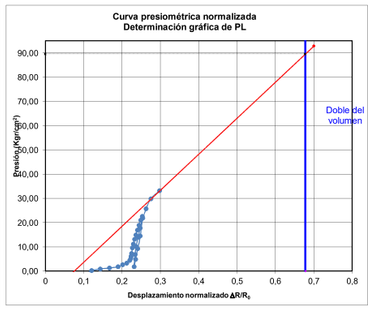
PETICIONARIO:	DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO		
DIRECCIÓN:			
OBRA:	ESTUDIO GEOTÉCNICO SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA	**EXPEDIENTE:**	O/1806388

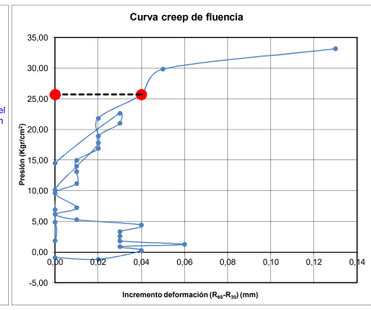
ASTM D-4719

SITUACIÓN:	SEVILLA			**TÉCNICO:**	FRANCISCO FERNÁNDEZ RUIZ
SONDEO:	S-3	**PROFUNDIDAD:**	28,7 m	**FECHA:**	19/10/2018
DIÁMETRO SONDEO:	76 mm	**NIVEL FREÁTICO:**	4,5 m	**TIPO CAMISA:**	DURA
LITOLOGÍA:	ARCILLA MARGOSA GRIS-AZULADA				
OBSERVACIONES:					

P_R (Kgr/cm^2)	P (Kgr/cm^2)	R_{15} (mm)	R_{30} (mm)	R_{60} (mm)	R_{30}-R_{60} (mm)
0,00	-0,91	3,42	3,42	3,42	0,00
0,08	-1,18	3,76	3,77	3,79	0,02
1,90	0,25	4,18	4,20	4,24	0,04
3,10	0,86	4,99	5,01	5,04	0,03
4,00	1,24	5,79	5,82	5,88	0,06
5,00	1,80	6,63	6,65	6,68	0,03
6,00	2,60	7,03	7,06	7,09	0,03
6,90	3,32	7,40	7,43	7,46	0,03
8,10	4,39	7,67	7,72	7,76	0,04
9,00	5,26	7,81	7,82	7,83	0,01
9,90	6,14	7,87	7,87	7,87	0,00
11,00	7,22	7,90	7,90	7,91	0,01
13,40	9,59	7,98	7,99	7,99	0,00
15,00	11,16	8,05	8,06	8,07	0,01
17,00	13,10	8,17	8,18	8,19	0,01
18,90	14,96	8,29	8,30	8,31	0,01
20,90	16,90	8,42	8,42	8,44	0,02
23,00	18,94	8,57	8,58	8,60	0,02
25,10	20,98	8,71	8,72	8,75	0,03
26,80	22,62	8,85	8,86	8,89	0,03
18,60	14,49	8,72	8,72	8,72	0,00
13,30	9,28	8,49	8,49	8,48	-0,01
8,80	4,87	8,28	8,28	8,28	0,00
5,70	1,82	8,15	8,15	8,15	0,00
10,80	6,89	8,23	8,23	8,23	0,00
14,10	10,15	8,33	8,33	8,33	0,00
18,00	13,97	8,49	8,50	8,51	0,01
21,90	17,79	8,69	8,70	8,72	0,02
26,00	21,80	8,91	8,93	8,95	0,02
30,00	25,69	9,20	9,21	9,25	0,04
34,30	29,83	9,60	9,63	9,68	0,05
37,90	33,16	10,17	10,34	10,47	0,13







MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$Ep = (1 + \gamma)\,(R_p + \Delta R_m)\,\Delta P/d\Delta R$

γ	*Coeficiente de Poisson.*
R_p	*Radio de la sonda desinflada (mm).*
ΔR_m	*Incremento Radio sonda en el punto donde se calcula el módulo (mm).*
$\Delta P/dDR$	*Relación de Incremento de presión y radio*

PRESIÓN LÍMITE

Si (V_0+2V_i):Tomamos la presión corresponciente
Si no alcanzamos (V_0+2V_i): extrapolamos la rama plástica hasta (V_0+2V_i) el doble del volumen

V_0	Volumen de la sonda desinflada (cm^3)
V_i	Volumen corregido en contacto con paredes del sondeo (cm^3)
ΔR	Incremento de radio
R_0	Radio inicial en el momento de tocar las paredes de la cavidad

PRESIÓN DE FLUENCIA

Estimado a partir de la curva de fluencia, **CREEP CURVE**

RESULTADOS ENSAYO ASTM D-4719

	Kgr/cm^2	KPa
Módulo presiométrico E_p	927,98	91.003,44
Presión límite P_L	89,57	8.783,79
Presión de fluencia P_f	25,69	2.519,26

Relación presiométrica	10,36

Málaga 22 de octubre de 2018
Responsable de Ensayo

Fdo: Francisco Fernández Ruiz
Licenciado en Geología

ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)
Alcalá de Guadaíra. SEVILLA
Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553
sevilla@cemosa.es

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033127/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 31.1-31.50

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 31.1-31.50
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016531

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

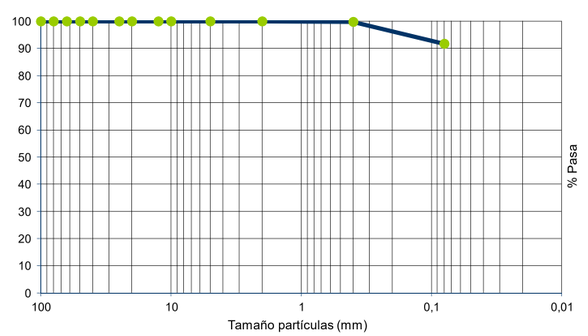
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033127/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 31.1-31.50

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 31.1-31.50
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016531

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	91,7



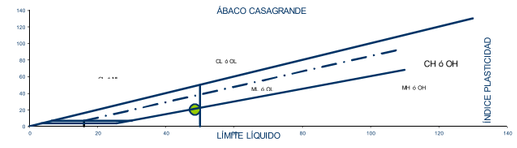
Límites de Atterberg

Límite líquido: 48,5 Límite plástico: 20,5 Índice de plasticidad: 28,0

Clasificación

Arcilla de Baja Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CL
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033127/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 31.1-31.50

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 31.1-31.50
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016531

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,02	Humedad (%) UNE 103201:	25,72
	Seca (g/cm^3):	1,60		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033127/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 31.1-31.50

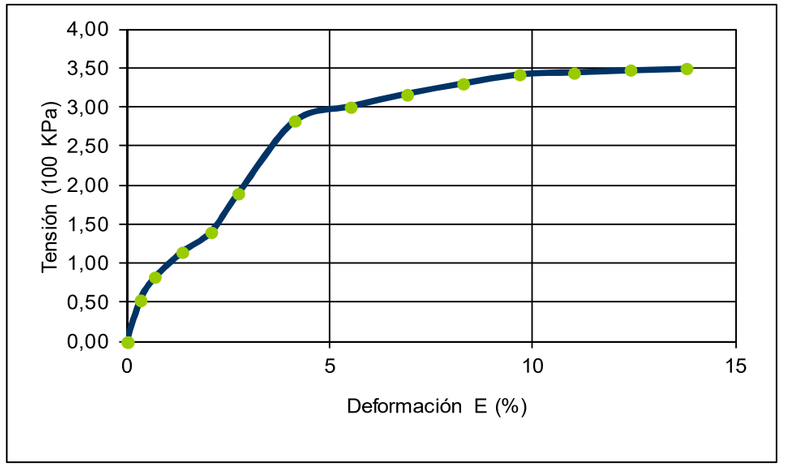
LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 31.1-31.50
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016531

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	8,90
Altura h (cm)	14,49
Humedad W (%)	25,72
R. Comp. Simple (Kpa)	349,1
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	3,56
Deform. en Rotura E(%)	13,80
Densidad Humeda (g/cm3)	2,02
Densidad Seca (g/cm3)	1,60

Forma de Rotura





Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033130/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 MI COTA 33.50-33.94

LUGAR DE TOMA: S-01 MI COTA 33.50-33.94
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016532

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

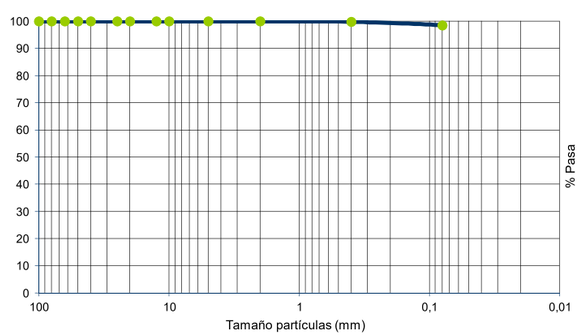
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033130/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 MI COTA 33.50-33.94

LUGAR DE TOMA: S-01 MI COTA 33.50-33.94
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016532

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	98,6



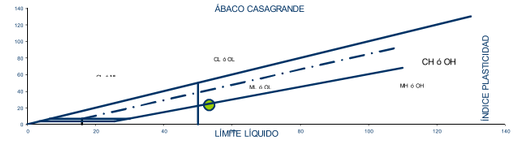
Límites de Atterberg

Límite líquido: 53,2 Límite plástico: 23,6 Índice de plasticidad: 29,6

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033130/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 MI COTA 33.50-33.94

LUGAR DE TOMA: S-01 MI COTA 33.50-33.94
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016532

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,03	Humedad (%) UNE 103201:	25,83
	Seca (g/cm^3):	1,61		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033130/1 Anula a:

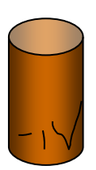
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 MI COTA 33.50-33.94

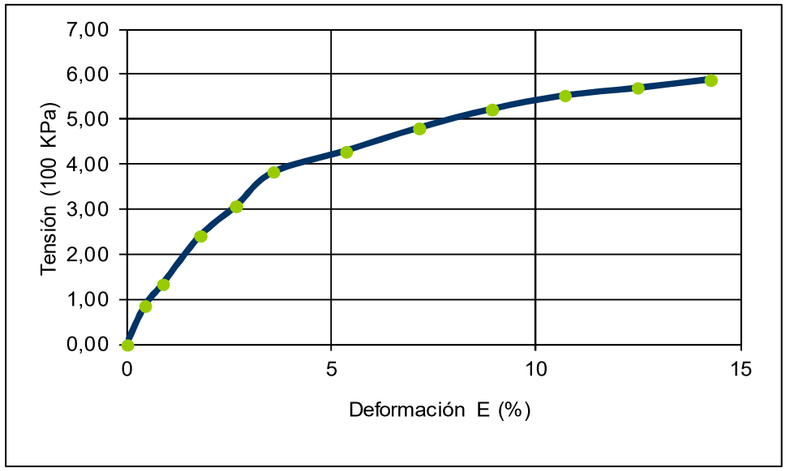
LUGAR DE TOMA: S-01 MI COTA 33.50-33.94
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016532

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	5,83
Altura h (cm)	11,22
Humedad W (%)	25,83
R. Comp. Simple (Kpa)	588,4
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	6,00
Deform. en Rotura E(%)	14,26
Densidad Humeda (g/cm3)	2,03
Densidad Seca (g/cm3)	1,61

Forma de Rotura





Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033139/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 35.60-36.00

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 35.60-36.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016533

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

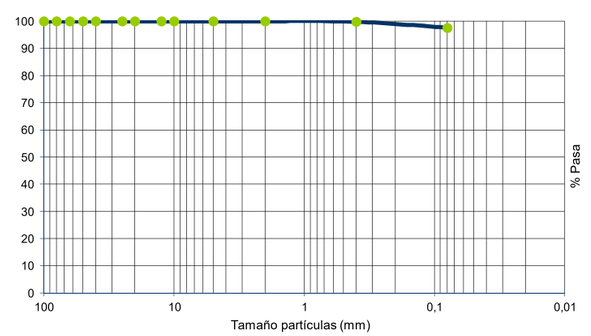
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033139/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 35.60-36.00

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 35.60-36.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016533

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	97,6



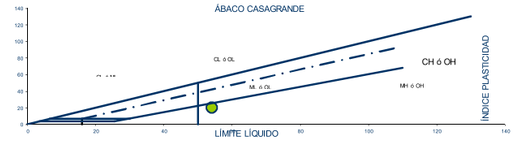
Límites de Atterberg

Límite líquido: 53,9 Límite plástico: 20,5 Índice de plasticidad: 33,4

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033139/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 35.60-36.00

LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 35.60-36.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016533

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,06	Humedad (%) UNE 103201:	24,83
	Seca (g/cm^3):	1,65		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033139/1 Anula a:

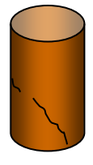
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-01 TP COTA 35.60-36.00

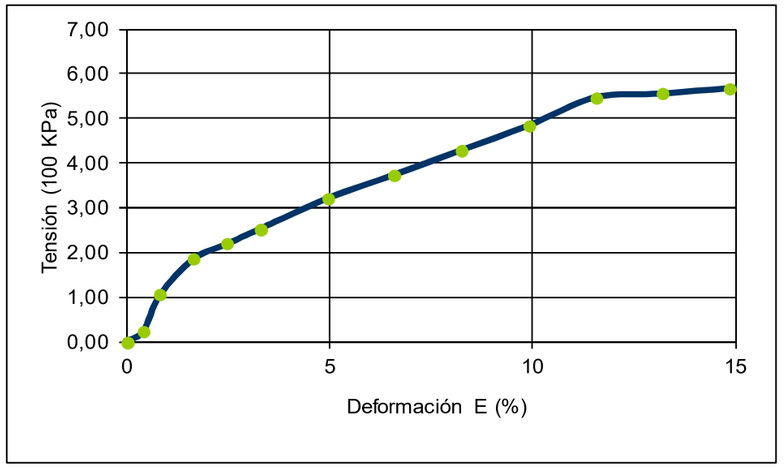
LUGAR DE TOMA: S-01 TP COTA 35.60-36.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016533

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	7,32
Altura h (cm)	12,11
Humedad W (%)	24,83
R. Comp. Simple (Kpa)	572,7
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	5,84
Deform. en Rotura E(%)	16,52
Densidad Humeda (g/cm3)	2,06
Densidad Seca (g/cm3)	1,65

Forma de Rotura





OBSERVACIONES: SE ALCANZA EL 15% DE DEFORMACIÓN SIN LLEGAR A ROTURA

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033180/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 24.80-25.40

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 24.80-25.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016534

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

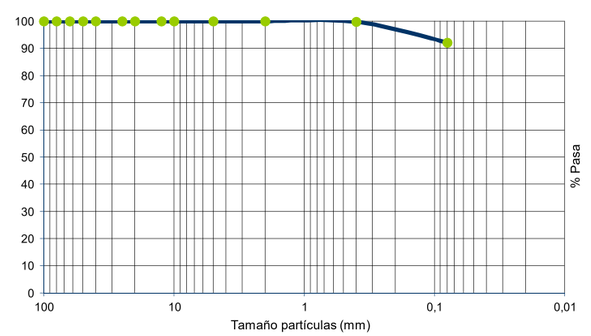
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033180/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 24.80-25.40

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 24.80-25.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016534

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	92,2



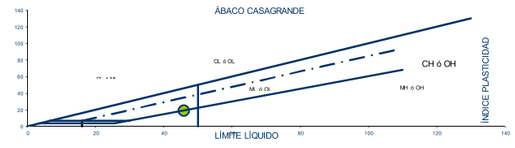
Límites de Atterberg

Límite líquido: 45,8 Límite plástico: 19,8 Índice de plasticidad: 26,0

Clasificación

Arcilla de Baja Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CL
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033180/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 24.80-25.40

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 24.80-25.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016534

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,06	Humedad (%) UNE 103201:	25,8
	Seca (g/cm^3):	1,63		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033180/1 Anula a:

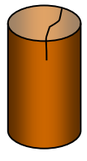
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 24.80-25.40

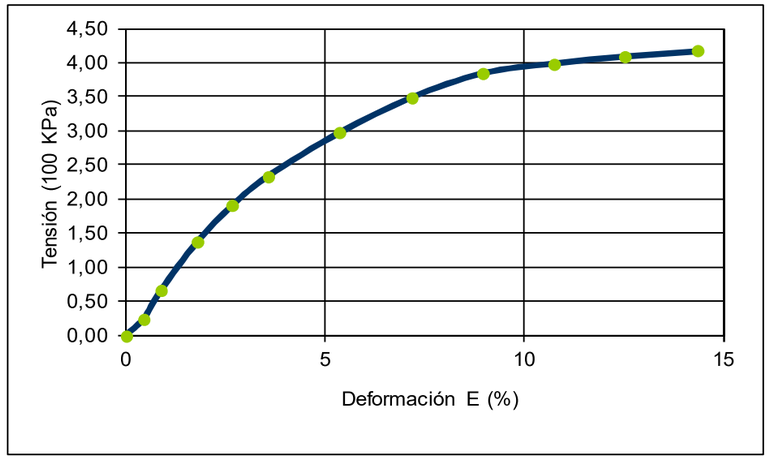
LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 24.80-25.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016534

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	5,81
Altura h (cm)	11,16
Humedad W (%)	25,80
R. Comp. Simple (Kpa)	416,6
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	4,25
Deform. en Rotura E(%)	14,34
Densidad Humeda (g/cm3)	2,06
Densidad Seca (g/cm3)	1,63

Forma de Rotura





Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN
SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033181/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 27.40-28.00

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 27.40-28.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016535

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN
SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

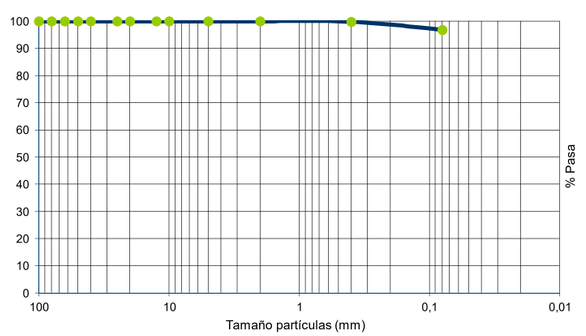
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033181/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 27.40-28.00

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 27.40-28.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016535

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	96,9



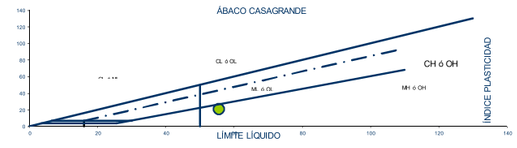
Límites de Atterberg

Límite líquido: 55,4 Límite plástico: 21,3 Índice de plasticidad: 34,1

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033181/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 27.40-28.00

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 27.40-28.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016535

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,06	Humedad (%) UNE 103201:	26,27
	Seca (g/cm^3):	1,64		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033181/1 Anula a:

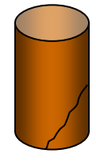
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 27.40-28.00

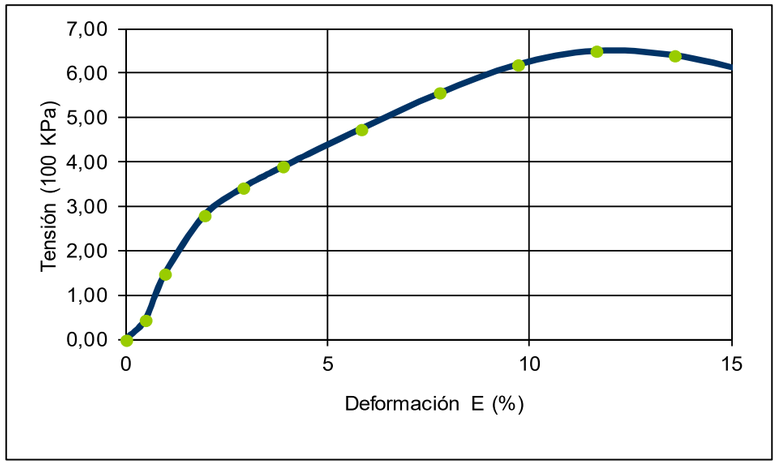
LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 27.40-28.00
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016535

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	5,82
Altura h (cm)	10,31
Humedad W (%)	26,27
R. Comp. Simple (Kpa)	650,2
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	6,63
Deform. en Rotura E(%)	11,64
Densidad Humeda (g/cm3)	2,06
Densidad Seca (g/cm3)	1,64

Forma de Rotura





Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033184/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 30.3-30.87

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 30.3-30.87
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016536

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

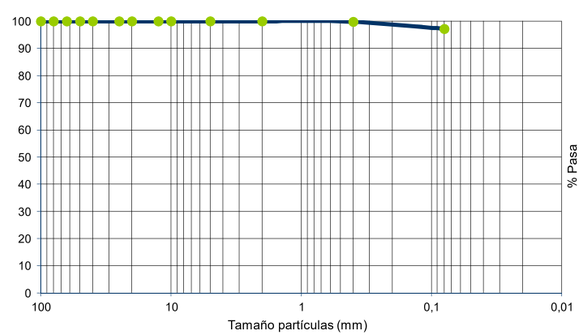
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033184/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 30.3-30.87

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 30.3-30.87
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016536

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	97,2



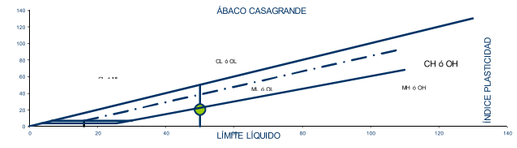
Límites de Atterberg

Límite líquido: 50,0 Límite plástico: 20,8 Índice de plasticidad: 29,3

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033184/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 30.3-30.87

LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 30.3-30.87
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016536

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,04	Humedad (%) UNE 103201:	28,47
	Seca (g/cm^3):	1,59		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033184/1 Anula a:

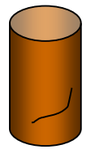
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-02 MI COTA 30.3-30.87

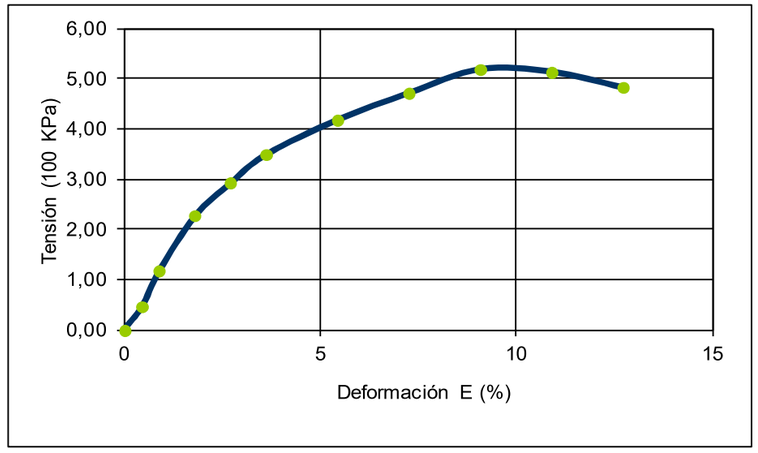
LUGAR DE TOMA: S-02 MI COTA 30.3-30.87
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016536

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	5,82
Altura h (cm)	11,00
Humedad W (%)	28,47
R. Comp. Simple (Kpa)	518,7
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	5,29
Deform. en Rotura E(%)	9,09
Densidad Humeda (g/cm3)	2,04
Densidad Seca (g/cm3)	1,59

Forma de Rotura





Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN
SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033202/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 MI COTA 22.20-22.80

LUGAR DE TOMA: S-03 MI COTA 22.20-22.80
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016537

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN
SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

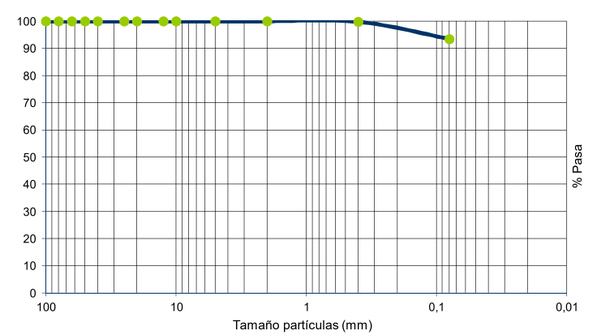
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033202/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 MI COTA 22.20-22.80

LUGAR DE TOMA: S-03 MI COTA 22.20-22.80
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016537

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	93,5



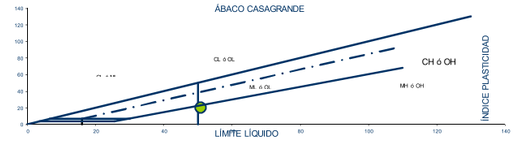
Límites de Atterberg

Límite líquido: 50,7 Límite plástico: 20,7 Índice de plasticidad: 30,0

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033202/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 MI COTA 22.20-22.80

LUGAR DE TOMA: S-03 MI COTA 22.20-22.80
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016537

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,06	Humedad (%) UNE 103201:	24,67
	Seca (g/cm^3):	1,65		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033202/1 Anula a:

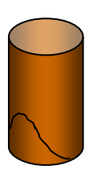
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 MI COTA 22.20-22.80

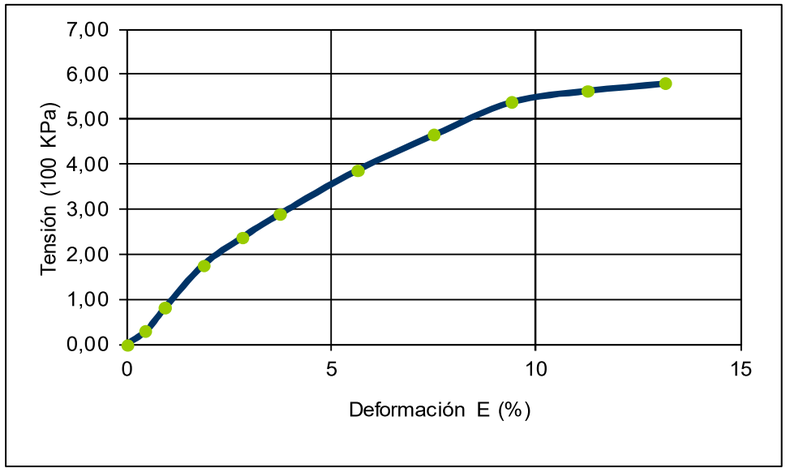
LUGAR DE TOMA: S-03 MI COTA 22.20-22.80
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016537

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	5,82
Altura h (cm)	10,64
Humedad W (%)	24,67
R. Comp. Simple (Kpa)	578,8
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	5,90
Deform. en Rotura E(%)	13,16
Densidad Humeda (g/cm3)	2,06
Densidad Seca (g/cm3)	1,65

Forma de Rotura





Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033216/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 24.00-24.40

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 24.00-24.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016538

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

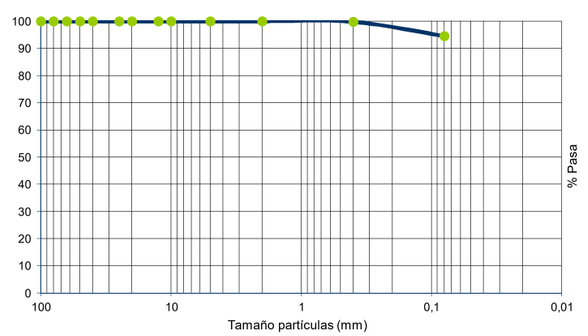
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033216/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 24.00-24.40

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 24.00-24.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016538

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	94,5



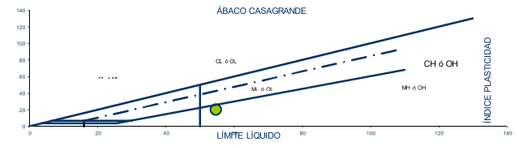
Límites de Atterberg

Límite líquido: 54,6 Límite plástico: 20,7 Índice de plasticidad: 33,9

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033216/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 24.00-24.40

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 24.00-24.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016538

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,01	Humedad (%) UNE 103201:	25,4
	Seca (g/cm^3):	1,60		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033216/1 Anula a:

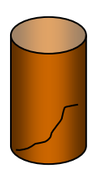
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 24.00-24.40

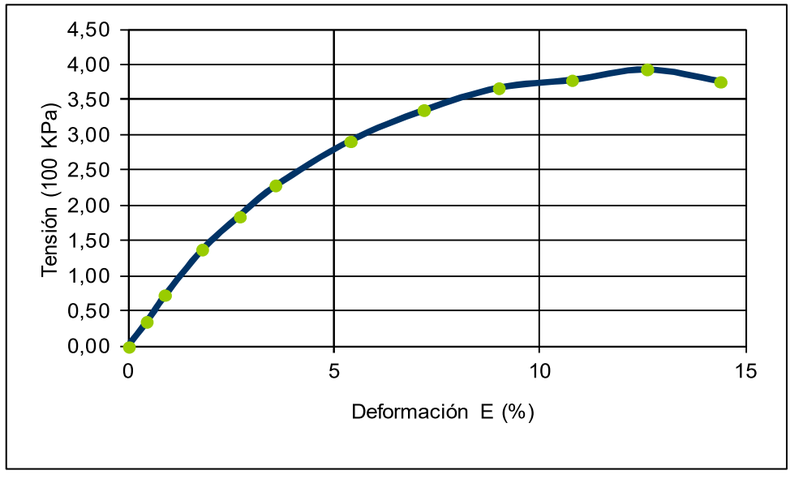
LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 24.00-24.40
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016538

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	6,30
Altura h (cm)	11,11
Humedad W (%)	25,40
R. Comp. Simple (Kpa)	392,8
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	4,01
Deform. en Rotura E(%)	12,60
Densidad Humeda (g/cm3)	2,01
Densidad Seca (g/cm3)	1,60

Forma de Rotura





Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033217/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 26.30-26.90

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 26.30-26.90
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016539

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

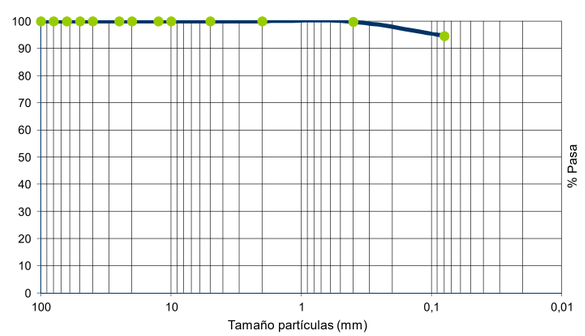
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033217/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 26.30-26.90

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 26.30-26.90
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016539

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	94,6



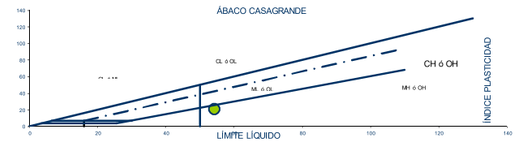
Límites de Atterberg

Límite líquido: 54,1 Límite plástico: 21,1 Índice de plasticidad: 33,0

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033217/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 26.30-26.90

LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 26.30-26.90
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016539

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,04	Humedad (%) UNE 103201:	24,6
	Seca (g/cm^3):	1,64		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033217/1 Anula a:

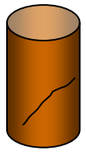
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-03 TP COTA 26.30-26.90

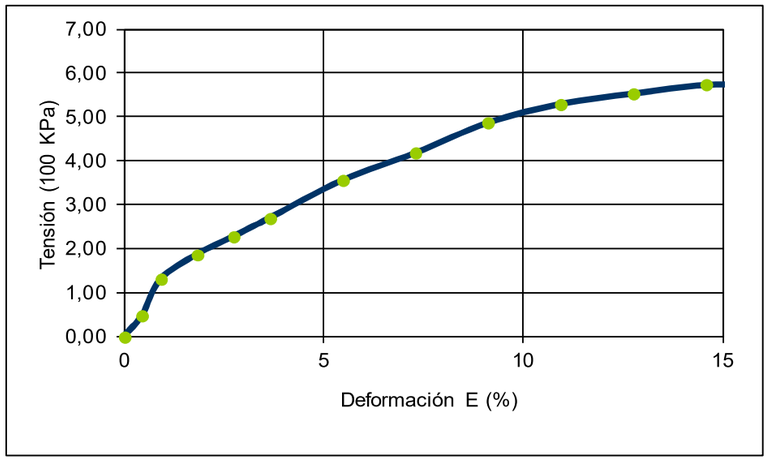
LUGAR DE TOMA: S-03 TP COTA 26.30-26.90
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016539

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	6,34
Altura h (cm)	10,96
Humedad W (%)	24,60
R. Comp. Simple (Kpa)	575,3
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	5,87
Deform. en Rotura E(%)	18,25
Densidad Humeda (g/cm3)	2,04
Densidad Seca (g/cm3)	1,64

Forma de Rotura





OBSERVACIONES: SE ALCANZA EL 15% DE DEFORMACIÓN SIN LLEGAR A ROTURA

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033219/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 23.00-23.60

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 23.00-23.60
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016540

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

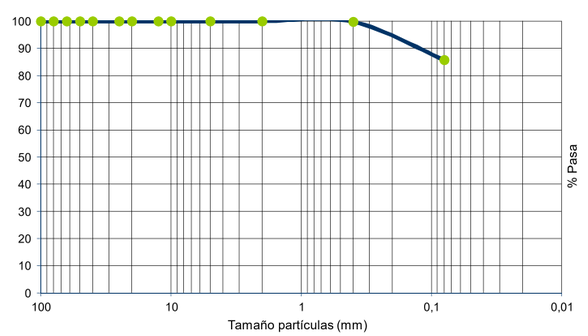
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033219/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 23.00-23.60

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 23.00-23.60
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016540

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	85,7



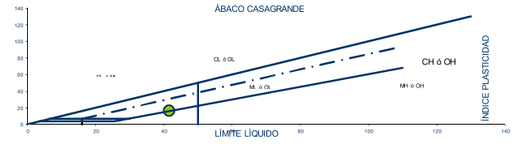
Límites de Atterberg

Límite líquido: 41,5 Límite plástico: 17,1 Índice de plasticidad: 24,4

Clasificación

Arcilla de Baja Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CL
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033219/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 23.00-23.60

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 23.00-23.60
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016540

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,10	Humedad (%) UNE 103201:	22,37
	Seca (g/cm^3):	1,72		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033219/1 Anula a:

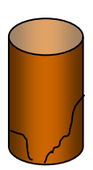
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 23.00-23.60

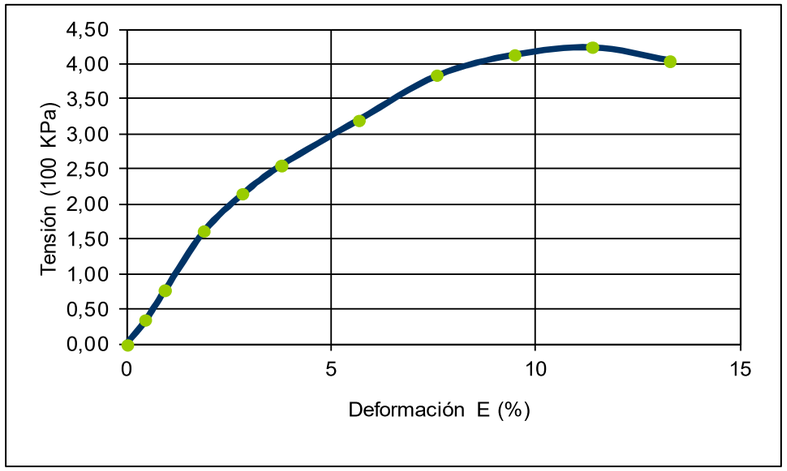
LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 23.00-23.60
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016540

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	5,81
Altura h (cm)	10,53
Humedad W (%)	22,37
R. Comp. Simple (Kpa)	423,7
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	4,32
Deform. en Rotura E(%)	11,40
Densidad Humeda (g/cm3)	2,10
Densidad Seca (g/cm3)	1,72

Forma de Rotura





Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033220/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 26.10-26.70

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 26.10-26.70
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016541

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa	UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic	UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico	UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg	UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo	ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple	UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

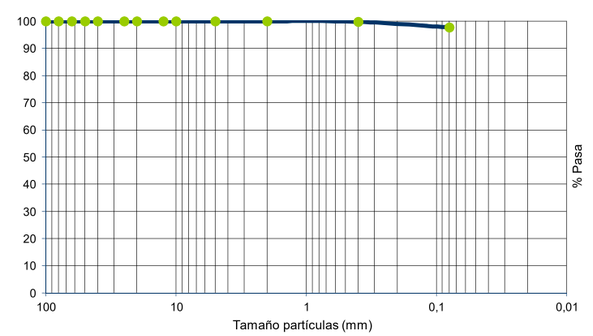
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033220/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 26.10-26.70

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 26.10-26.70
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016541

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,8
0,08	97,7



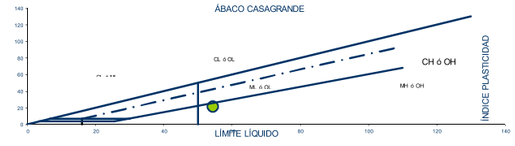
Límites de Atterberg

Límite líquido: 54,3 Límite plástico: 22,2 Índice de plasticidad: 32,1

Clasificación

Arcilla de Alta Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CH
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033220/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 26.10-26.70

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 26.10-26.70
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016541

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301	Húmeda (g/cm^3):	2,05	Humedad (%) UNE 103201:	25,67
	Seca (g/cm^3):	1,64		

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033220/1 Anula a:

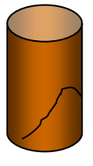
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 26.10-26.70

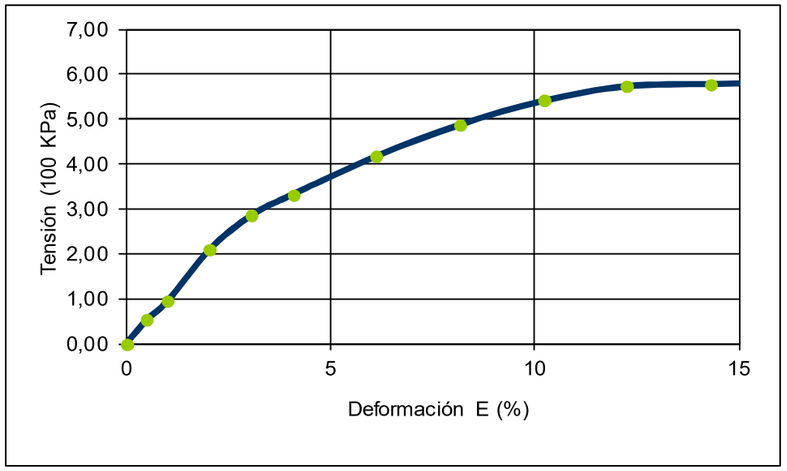
LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 26.10-26.70
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016541

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	5,83
Altura h (cm)	9,79
Humedad W (%)	25,67
R. Comp. Simple (Kpa)	581,8
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	5,93
Deform. en Rotura E(%)	16,34
Densidad Humeda (g/cm3)	2,05
Densidad Seca (g/cm3)	1,64

Forma de Rotura





OBSERVACIONES: SE ALCANZA EL 15% DE DEFORMACIÓN SIN LLEGAR A ROTURA

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033222/1 Anula a:

DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5
41092 SEVILLA (Sevilla) España

Ensayos de Idoneidad de Suelos

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 28.10-28.67

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 28.10-28.67
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016542

2.TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos

- SUE Humedad mediante secado en estufa — UNE 103300:1993
- SUE Densidad apar. (balanza hidrostátic — UNE 103301:1994
- SUE Análisis granulométrico — UNE 103101:1995
- SUE Límites de Atterberg — UNE 103103:1994
- SUE Clasificación e índice de grupo — ASTM 2487:2000
- SUE Ensayo de compresión simple — UNE 103400:1993

3.RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

29/10/2018

cemosa Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

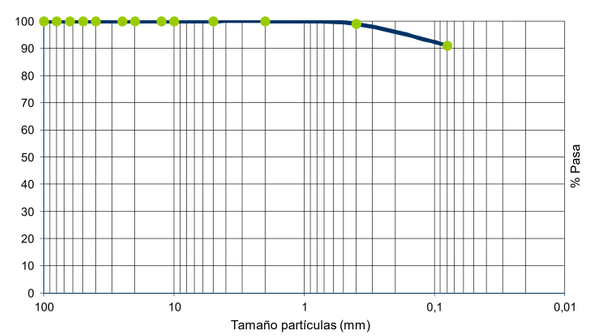
Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033222/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 28.10-28.67

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 28.10-28.67
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016542

Análisis Granulométrico

Tamiz (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	99,0
0,08	91,1



Límites de Atterberg

Límite líquido: 47,1 Límite plástico: 19,7 Índice de plasticidad: 27,4

Clasificación

Arcilla de Baja Plasticidad
AASHTO: A-7-6

U.S.C.S: CL
Índice de grupo: 20



Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018
ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033222/1 Anula a:

PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 28.10-28.67

LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 28.10-28.67
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016542

Densidad y Humedad

Densidad UNE 103301
Húmeda (g/cm^3): 2,11
Seca (g/cm^3): 1,70

Humedad (%) UNE 103201: 24,4

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Fdo. ELENA FRADE VIANO
Responsable de Ensayos Químicos
Licenciado en Ciencias Químicas
Málaga , 29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

cemosa
Ingeniería y Control

C/ Benaque 9 29004 MALAGA
TEL. 952230842
FAX. 952231214
URL: www.cemosa.es
E-MAIL: malaga@cemosa.es

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

Expediente: O/1806388/1/02
Obra: SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO, SEVILLA

Peticionario: DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTAD
Dirección: AVDA. AMERICO VESPUCCIO 5 41092 SEVILLA
Contratista:
Dirección Técnica:
Modalidad de Control:
Nº Acta: 01-18/033222/1 Anula a:

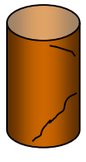
PROCEDENCIA: -
UBICACIÓN: -
DESC. MUESTRA: S-04 MI COTA 28.10-28.67

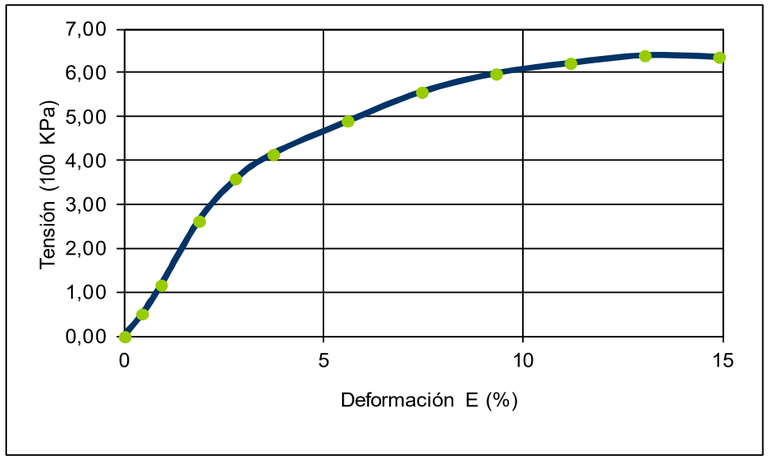
LUGAR DE TOMA: S-04 MI COTA 28.10-28.67
CÓDIGO MUESTRA: 0201/01/2018/016542

Rotura a Compresión Simple en Probetas de Suelo

Ensayo con muestra	*Inalterada*
Diametro d (cm)	5,80
Altura h (cm)	10,74
Humedad W (%)	24,40
R. Comp. Simple (Kpa)	639,8
R. Comp. Simple (Kp/cm2)	6,52
Deform. en Rotura E(%)	13,04
Densidad Humeda (g/cm3)	2,11
Densidad Seca (g/cm3)	1,70

Forma de Rotura





Fdo. ELENA FRADE VIANO
Director Técnico de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga
29 de octubre de 2018

Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Ciencias Ambientales

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº AND-L-018

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotécnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de est EFA (Ensayos de obra de fábricas y albañilerías) EM (Ensayos de estructura de madera estructural) ÁREAS DE ACTUACIÓN INGENIERIA CIVIL: A (Suelos, firmes bituminosos y otros materiales) B (Conglomerantes, áridos, agua, hormigón y prefabricados de hormigón) C (Productos metálicos y señalización D (Ensayos de reconocimiento geotécnico) Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) . C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

FICHA DOCUMENTAL

El presente informe, de título **INFORME DE RESULTADOS PARA LA SUSTITUCIÓN DE TIRANTES PUENTE DEL CENTENARIO. SEVILLA** ha sido realizado por CEMOSA, en su delegación de **Sevilla**, en la siguiente dirección:

Polígono Industrial "Los Palillos". C/ Los palillos diez, 10-12 (41500)

Alcalá de Guadaíra. SEVILLA

El teléfono y email de contacto son los siguientes:

Tel: 954 520 511 Fax: 954 520 553

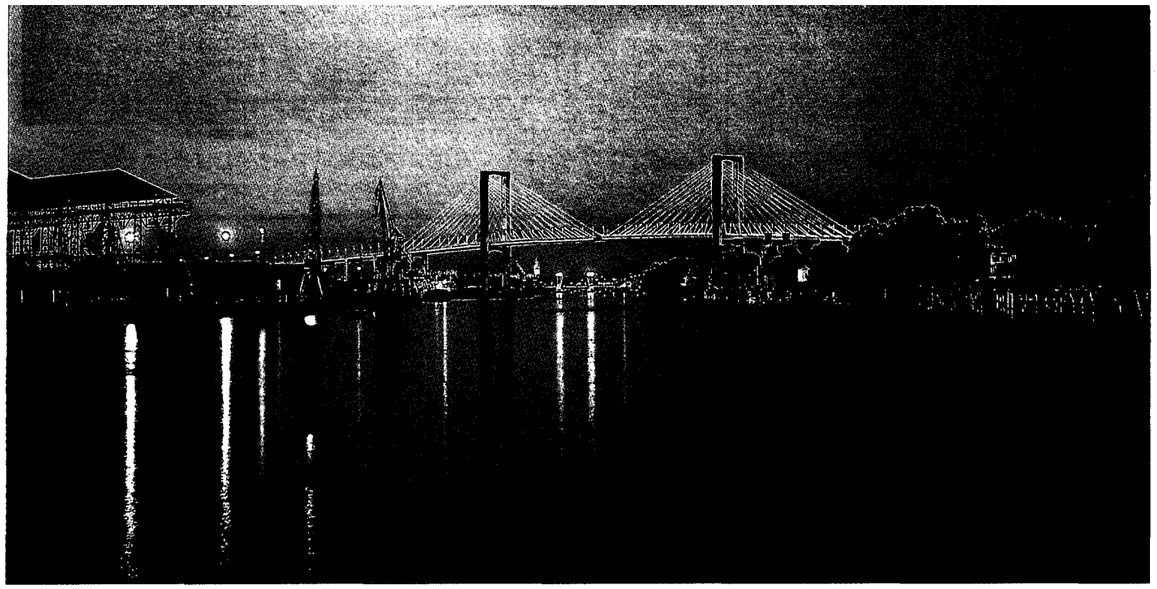
sevilla@cemosa.es

Para cualquier consulta o aclaración, así como para cualquier cuestión relacionada con este documento habrá de dirigirse al siguiente técnico de contacto:

Olga de Adriaensens Pérez

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Apéndice 2. Referencias bibliográficas



EL PUENTE DEL CENTENARIO

SOBRE LA DARSENA DEL RIO GUADALQUIVIR, EN SEVILLA

Por José A. Fernández Ordóñez, Julio Martínez Calzón,
Francisco Millanes (Ideam, S.A.), Guillermo Ontañón (Intecsa),
Manuel Burón Maestro (Pacadar, S.A.), y Javier Marco (Eptisa-Intemac)

1. INTRODUCCION

El Puente del Centenario[1] —tal como hemos afirmado en otras ocasiones— es el resultado final de una larga experiencia de treinta y dos años en el proyecto y construcción de puentes, tanto desde el punto de vista teórico y especulativo —donde lo histórico, lo estético y lo ambiental han tenido siempre un primordial sentido— hasta lo más práctico, encarnado no sólo en los grandes planteamientos tipológicos o constructivos, sino llegando a los detalles en apariencia más insignificantes.

En el caso del Puente del Centenario, esta experiencia común se concentra en dos especiales ámbitos de la cultura de los puentes, que son donde nuestra aportación ha sido más significativa: las estructuras mixtas y la prefabricación, dos conceptos que, con una brillante tradición de aplicaciones en el mundo constructivo clásico, han sido fundamentales en nuestro trabajo. Antecedentes que sirven, no para tomarlos como modelo a imitar, sino para pensar en ellos e intentar superarlos con los materiales de nuestro tiempo.

Además, este impulso en el proyecto y construcción de puentes supone, por vez primera, el más consciente intento de superación de una dicotomía profundamente arraigada en las mentes de los más brillantes ingenieros de puentes desde mediados del siglo XIX, es decir, entre quienes defendían exclusivamente las estructuras metálicas, y quienes no aceptaban trabajos mas que con el hormigón[2].

El Puente del Centenario es el resultado final de una larga experiencia de treinta y dos años.

[1] El Puente del Centenario fue proyectado durante 1986 y 1987, y construido en dos años entre los veranos de 1989 y 1991.

[2] El Puente del Centenario. Revista O.P. n.° 21, Otoño 1991. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Cataluña.

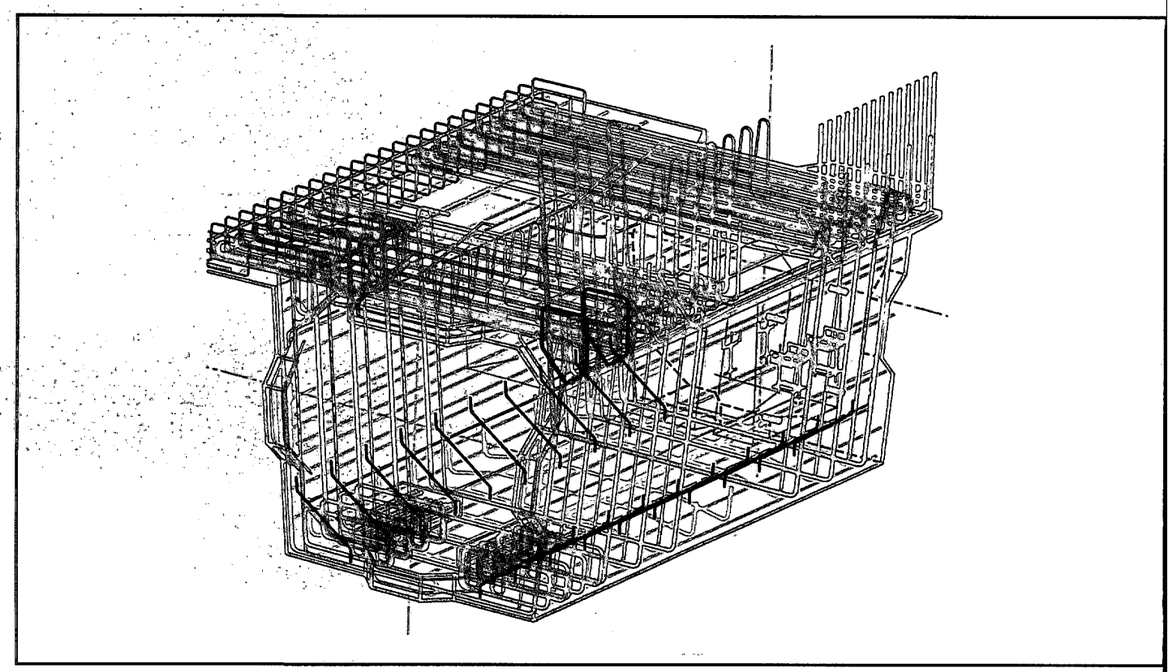


Figura 6.1.2. Prefabricación esquema de las armaduras de las dovelas.

2. TIPOLOGIA ESTRUCTURAL

2.1. Puente atirantado

El puente atirantado propiamente dicho está formado por cinco vanos con dimensiones en metros de 48-102-265-102-48, con una longitud total de 565 m. entre sus juntas extremas, y presenta dos familias de tirantes situados en planos prácticamente verticales dispuestos en los bordes exteriores de la calzada, dejando las aceras peatonales por fuera de los mismos.

El vano central se suspende de dos pilas, cada una de ellas con dos fustes verticales colocados exteriormente a los bordes laterales del tablero, que se completan con dos piezas transversales, una en coronación y otra dispuesta inmediatamente debajo del tablero, formando el conjunto un pórtico recto en forma de A.

La disposición de las familias de cables corresponde a la tipología de abanico corregido o semiarpa; es decir: los tirantes se anclan en el tablero a intervalos regulares, mientras que en la pila lo hacen buscando la máxima altura posible, pero manteniendo la condición de que en cada punto de anclaje sólo se crucen dos tirantes, uno por cada lado de la pila. Los tirantes atraviesan el fuste de la pila anclándose en la cara opuesta al vano del cual provienen.

El atirantamiento del vano central se compensa de forma simétrica en cuanto a disposición geométrica, mediante tirantes anclados en la totalidad de los vanos adyacentes de 102 m. y en la mitad de la luz de los vanos laterales de 48 m.

El número total de tirantes es de 22 por fuste, 11 a cada lado del mismo, de forma que no se produce apoyo del tablero en el travesaño, sino que el tablero pasa a través de la pila suspendido exclusivamente por los tirantes.

El anclaje de cables en los fustes de pila se ha efectuado manteniendo claramente el paralelismo de los planos de cables a un lado y otro del fuste, aun a sabiendas de la importante torsión que produce esta disposición en el fuste.

Vista desde la acera.



El tablero, además de la sustentación producida por los tirantes, se apoya en las pilas laterales e intermedias; en las laterales lo hace en forma simple, vertical y deslizante; en las intermedias, el apoyo es de articulación pretensada, mediante cables verticales anclados superiormente en el tablero e inferiormente en un punto bajo del fuste, con objeto de impedir los posibles movimientos de elevación del tablero respecto de la pila, pero permitiendo el deslizamiento relativo entre ambos sistemas, mediante los oportunos dispositivos. (Figura 2.1.1).

Así pues, la sustentación longitudinal del tramo atirantado es la esquematizada en el croquis, en la que puede apreciarse que la estabilidad longitudinal está exclusivamente conseguida por las pilas principales, actuando como grandes ménsulas que recogen las acciones de los tirantes en la parte superior de los fustes.

Este tipo de vinculación, que determina condiciones de estabilidad muy rigurosas para dichas pilas principales, ofrece la importante ventaja de lograr que las pilas laterales e intermedias sean muy estrictas, y no se requieran grandes macizos de anclaje y compensación que provocarían una gran ruptura formal y visual entre las zonas de acceso y centrales de la obra. Dada la gran altura de dichas pilas laterales y su ubicación en zonas de uso, este efecto quería ser claramente evitado y por ello se adoptó la tipología descrita, en la que las dos pilas principales son marcadamente fuertes para hacer frente a los condicionantes de estabilidad longitudinal. De esta forma, además, la ejecución de las obras puede contar con la total capacidad de la pila frente a los desequilibrios de montaje, sin necesidad de establecer muertos ni anclajes provisionales de ningún tipo.

En dirección transversal, el tablero se apoya en forma articulada en las seis pilas, cuatro laterales y dos centrales, permitiendo la transferencia de las acciones de viento en proporción a las rigideces del conjunto tablero-pilas.

La solución de atirantamiento en doble capa, una a cada lado de la calzada, viene determinada por el intento de emplear una solución de construcción prefabricada, consistente en la disposición de dos vigas cajón situadas en las zonas próximas a los bordes del tablero, de forma que los ejes longitudinales de las mismas coincidan con los planos de cables, con lo que el sistema estructural de transferencia de las cargas de las zonas centrales del tablero resulta relativamente muy reducido, y puede ser abordado, asimismo, con una tipología de prefabricación de tipo básicamente ligero y de fácil puesta en obra (Figura 2.1.2).

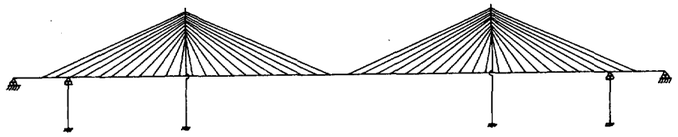


Figura 2.1.1.

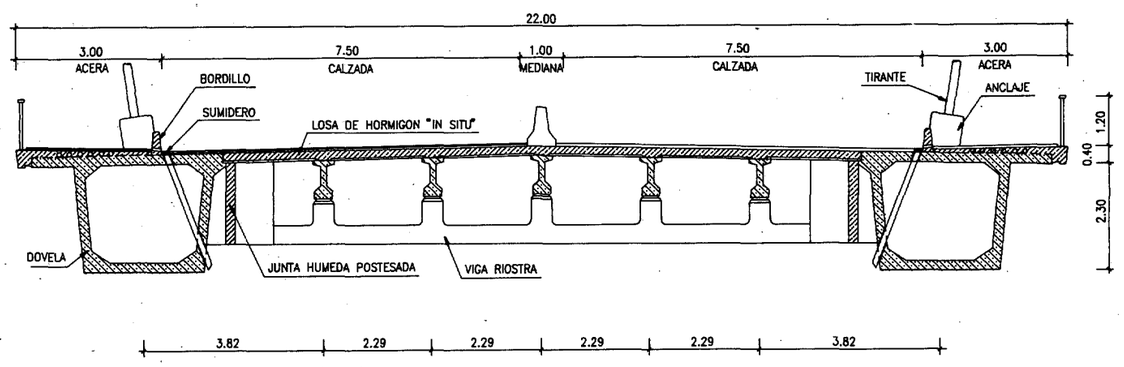
La figura adjunta ilustra adecuadamente el mecanismo estructural del tablero.

Por otra parte, las soluciones de doble familia de cables presentan una mejor respuesta frente a las solicitaciones de viento, sobre todo teniendo en cuenta que los tirantes no se encuentran en planos estrictamente verticales, sino que lo hacen en planos ligeramente inclinados hacia el interior del puente.

Así pues, la tipología constructiva elegida para el tablero establece de una manera muy definida la de los elementos principales de la estructura, cables y pilas, no sólo formalmente, sino en cuanto a criterios puramente estructurales y constructivos, elegidos a su vez inicialmente de forma de favorecer expresamente muchos de estos últimos aspectos.

Los tirantes se anclan en las pilas mediante anclajes regulables o activos, mientras que en el tablero lo hacen en el interior de las vigas cajón de forma fija o pasiva. Con esta disposición se reducen al mínimo las operaciones de anclaje de los cables en el tablero, facilitándose una ejecución con total garantía y seguridad. Por otra parte la incidencia visual de los bloques de anclaje de los tirantes en el tablero es muy pequeña y se manifiesta únicamente en reducidos macizos de anclaje en la separación calzada-aceras.

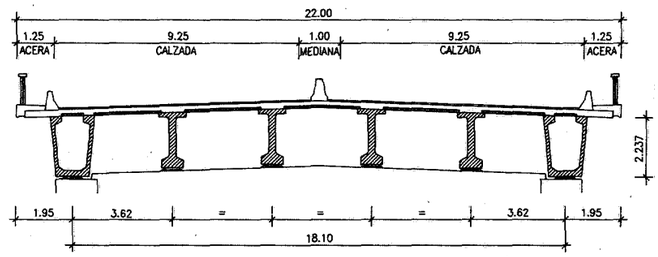
Figura 2.1.2. Sección transversal.



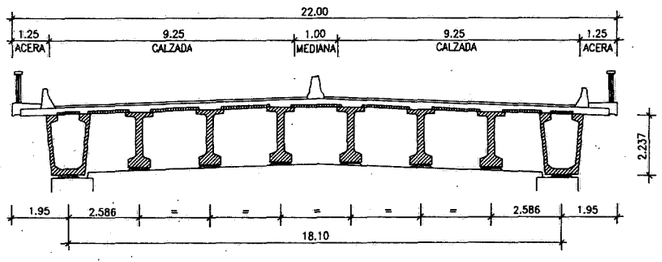
El sistema de prefabricación permite ejecutar este tipo de tableros en factorías fijas.

La separación de anclajes en el tablero es de 12 m. y representa un valor ligeramente superior a los adoptados en los sistemas realizados «in situ», pero perfectamente acorde con las características de las piezas-cajón del dintel en cuanto a su tipología, pesos máximos de transporte y minimización del número de puntos de anclaje, manteniéndose dentro de las capacidades de tirantes que permiten las unidades de anclaje standard. Esta mayor separación permite a su vez reducir el número de anclajes en pila facilitando las operaciones y permitiendo lograr puntos de anclaje más elevados para iguales alturas de fustes, lo que redunda en mejor condicionamiento del conjunto; y en el plano visual permite una mejor lectura y comprensión del sistema desde ángulos diagonales, sin llegar al excesivo confusionismo en las perspectivas por la proliferación del número de cruces de cables.

Figura 2.2.1. Sección transversal en viaductos de acceso. Vanos de 42 y 46 metros.



SECCION TRANSVERSAL EN VANO DE 42 M.



SECCION TRANSVERSAL EN VANO DE 46 M.

Ante la conocida disyuntiva de disposición de los cables en arpa o abanico se ha optado por la solución de abanico corregido que intenta aprovechar al máximo las ventajas de ambas soluciones; por una parte la mayor eficacia del atirantamiento y menor altura de pila de la solución abanico y por otra la sencillez de anclaje de los cables y la belleza y armonía de la solución arpa.

La disposición adoptada para los cables sin que se produzca apoyo del tablero en el travesaño de la pila, logra evitar la aparición de momentos negativos importantes en dicha zona, como los que se presentan en una viga sobre apoyos elásticos ante la presencia de un «punto duro», como sería dicho apoyo.

La disposición y distribución del atirantamiento de los vanos laterales, compensadores del central, se efectúa junto con la acción de anclaje del tablero a las pilas intermedias. Esto permite lograr que los valores negativos de las flexiones del tablero en dicha zona alcancen valores no muy diferentes de los máximos en el centro del vano principal, con lo cual la sección de las vigas cajón puede mantenerse prácticamente constante a lo largo de toda la estructura.

La altura de la pila por encima del tablero presenta una relación respecto a la luz del vano central de valor L/H = 4,5 que resulta muy favorable para lograr un atirantamiento de gran eficacia que requiera exclusivamente los anclajes standard ya mencionados.

El sistema constituido por el conjunto de las seis pilas y el tablero del tramo atirantado está coaccionado en dirección longitudinal exclusivamente por las pilas principales de gran rigidez, y queda separado de los accesos mediante juntas de dilatación capaces de absorber los movimientos térmicos alternativos y las deformaciones diferidas de acortamiento de fluencia y retracción. En las pilas principales se disponen topes amortiguadores limitadores del movimiento antedicho para el caso de movimientos adicionales de tipo sísmico, de forma que en caso de presentarse, no se producirían movimientos longitudinales excesivos de bamboleo del tablero.

La sección transversal del tablero obedece, como ha quedado dicho, a las ideas fundamentales citadas; lograr la prefabricación de los elementos principales y secundarios del tablero, de forma de alcanzar una gran rapidez de ejecución y garantía de calidad de los elementos fundamentales, combinada con la máxima sencillez constructiva.

Para ello, juntamente con las dos vigas cajón longitudinales sustentadas por los tirantes, se disponen vigas riostras prefabricadas que unen ambas en todos los puntos de anclaje, y que se conectan mediante pretensado a dichos cajones, logrando un nudo rígido entre ambos sistemas. Estas riostras reciben, asimismo, por ambos lados las vigas longitudinales ligeras, simplemente apoyadas, que constituyen la estructura resistente central del tablero; y sobre ellas se disponen placas prefabricadas semirresistentes que reciben la losa de hormigón in situ que formaliza la cara superior del tablero y que se realiza y trabaja de modo continuo, solidarizando adecuadamente todos los elementos prefabricados del conjunto.

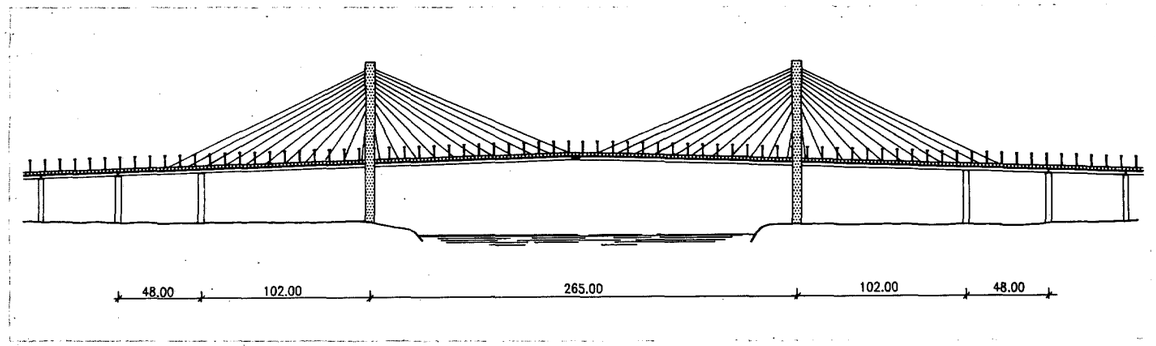


Figura 2.2.2. Alzado.

2.2. Viaductos de acceso

Los accesos a ambos lados del tramo atirantado se han resuelto mediante sendas estructuras de múltiples vanos biapoyados, cuyas luces más significativas son 42 m. y 46 m. Las estructuras de acceso tienen 512 m. de longitud por un lado de la Dársena del Guadalquivir, y 941 m. por el otro. En ambos casos la anchura total de la plataforma, constituida por el tablero, es de 22 m., igual que en el tramo atirantado (Fig. 2.2.1).

En el lado Norte de la Dársena del Guadalquivir la rampa de acceso es muy larga (941 m.). Ello ha motivado que se divida en dos partes. En la primera, adyacente al tramo atirantado, se mantiene el canto del tablero igual al del tramo atirantado, y las luces de 42 m. y 46 m. son idénticas a las de la rampa de acceso del lado Sur. De este modo se crea una unidad formal, prácticamente simétrica con relación a la Dársena, compuesta por el tramo atirantado y las rampas de acceso de luces 42 m. y 46 m. a ambos lados de la Dársena, que adquiere el carácter de estructura principal (Fig. 2.2.2).

La segunda parte del acceso del lado Norte se separa de la primera mediante un falso estribo (vacío de Tierras) cuya misión, además de dar apoyo a los vanos adyacentes a él, es diferenciar claramente la estructura principal de la secundaria. La estructura secundaria ajusta las luces de sus vanos (desde 22 m. a 32 m.) a criterios funcionales (paso de carretera, de ferrocarril y posible tráfico en la zona portuaria) y económicas (Fig. 2.2.3).

Tipológicamente los tableros son estructuras isostáticas, apoyadas sobre pórticos formados por dos pilas verticales y el dintel horizontal.

Las juntas de calzada se sitúan cada cuatro vanos tanto en la zona de luces 42 m. y 46 m., como en las zonas de luces variables desde 22 m. a 37 m. Para ello se establece continuidad entre las losas de los diversos vanos entre cada dos juntas sucesivas.

Los pórticos de apoyo son estructuras hiperestáticas de nudos rígidos, con empotramiento de las pilas en la cimentación.

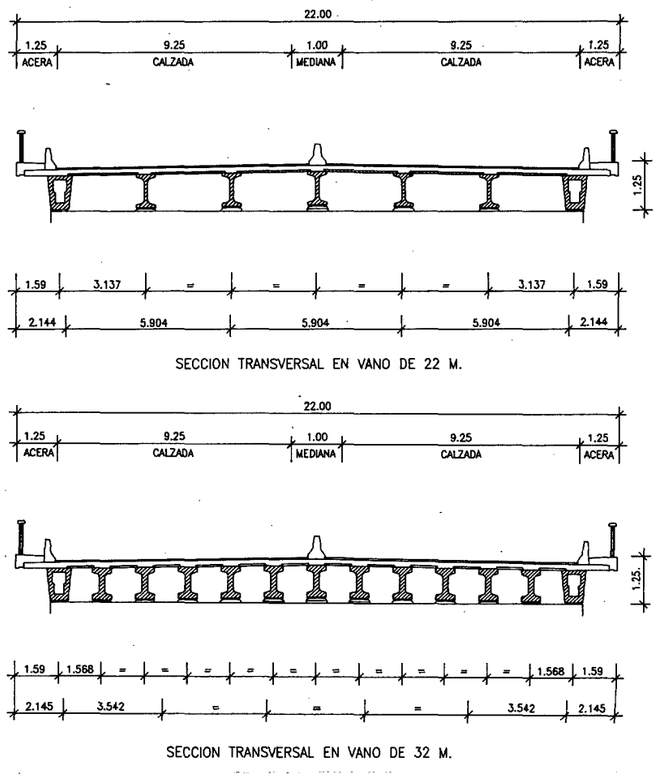
Las acciones horizontales y verticales sobre el tablero se transmiten a los pórticos de apoyo mediante los aparatos de apoyo de neopreno zunchado, provistas de cuñas metálicas para dar la pendiente longitudinal de las rampas.

3. CIMENTACION

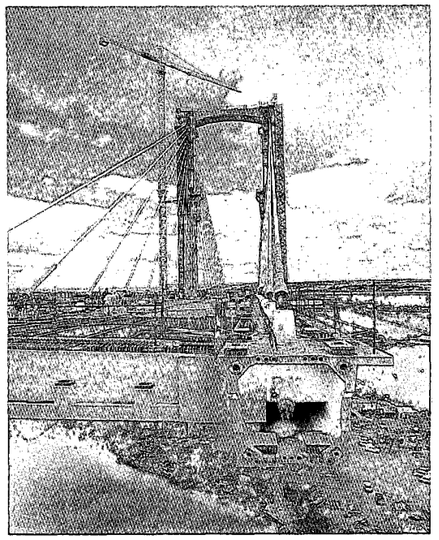
3.1. Naturaleza del terreno

El subsuelo de todo el área urbana de Sevilla está formado por un potente substrato de arcillas margosas tortonienses (Mioceno), de formación marina, conocidas localmente como «margas azules», aludiendo tanto a la presencia de carbonatos como a su color gris azulado. Sobre esta base se apoyan los materiales producto de la aportación del río.

Figura 2.2.3. Sección transversal en viaductos de acceso. Vanos de 22 y 32 metros.



Frente de avance de dovelas y riostras prefabricadas.



En el emplazamiento del puente, existe un primer nivel de rellenos artificiales de hasta 3-4 m. de espesor, seguido por un segundo nivel de arcillas marrones de consistencia media, de unos 5,0-6,0 m. de potencia. A continuación de éstas se detecta un tercer nivel de arcillas grises de consistencia blanda de 6,0 a 7,0 m. de espesor y posteriormente hay un nivel de transición de arcillas con arenas de consistencia firme del orden de 1,0 m. de potencia que tienen debajo un nivel de arenas y gravas, muy densas, cuyo espesor en la zona del puente es de 5,0 a 7,0 m. Este nivel de arenas y gravas es el que se ha escogido como soporte de la cimentación. Más abajo, se encuentra la marga azul, a unos 3,0 m. bajo la cota de apoyo (Figura 3.1.1).

Se ha prestado especial atención al reconocimiento de las gravas y al de la marga azul, en especial al contacto entre ambas formaciones. No se han detectado zonas blandas en este contacto, aunque sí una ligera disminución de resistencia. De un total de 56 ensayos, el valor medio de la resistencia a compresión simple de la marga azul es de $q_u = 5{,}3$ Kp/cm^2. Si de estos valores se separan los resultados obtenidos en los tres primeros metros se obtiene $q_u = 4{,}2$ Kp/cm^2 y 5,5 Kp/cm^2 en el resto de los valores.

3.2. Cimentación

La cimentación de toda la estructura se ha resuelto mediante elementos portantes de 2,50 × 0,80 m. excavados con empleo de lodos bentoníticos, dispuestos en grupo en función de la carga y geometría de los distintos tipos de pilas, empotrándose en el estrato de gravas y arenas que hay sobre la marga azul.

En la pila principal de la margen izquierda (pila 14), la cimentación de cada fuste está constituida por sendos grupos de 30 pantallas de 16 m. de profundidad bajo encepados de 4 m. de canto, arriostrados entre sí. La cimentación de la pila principal de la margen derecha (pila 15) es análoga, aunque en este caso los grupos eran de 42

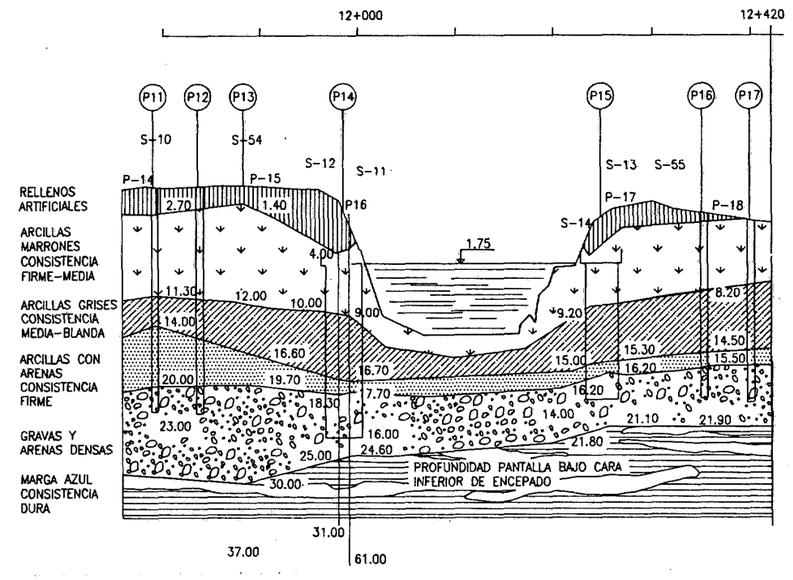
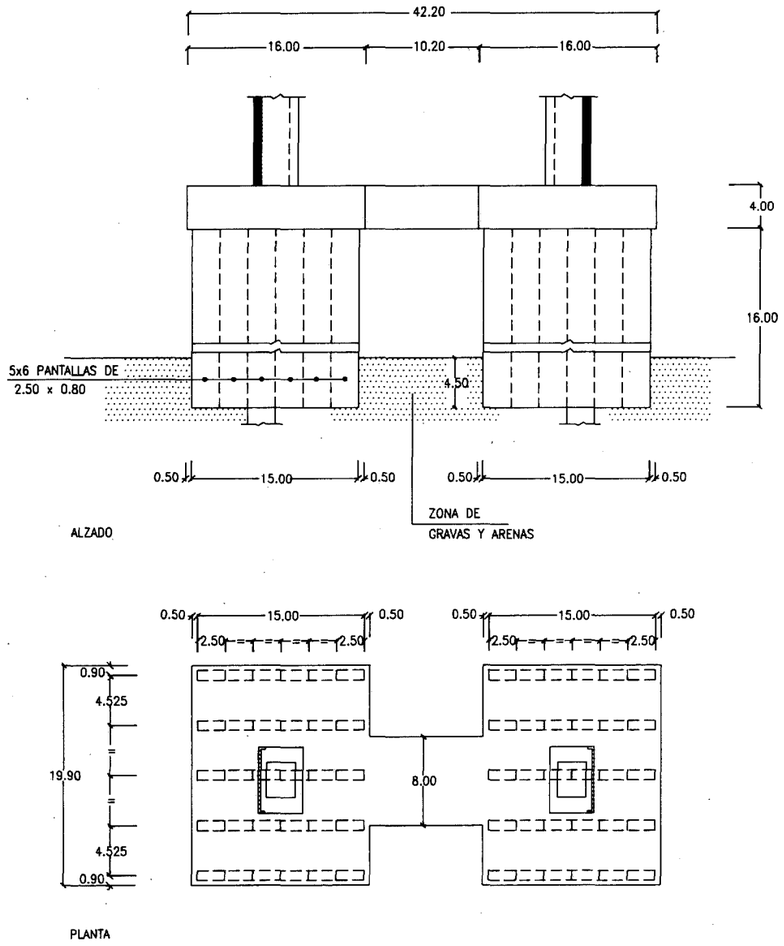


Figura 3.1.1.

Figura 3.2.1.



pantallas de 14 m. de profundidad bajo encepado (Figura 3.2.1).

Los elementos portantes se han comprobado tanto considerando su trabajo individual (con cargas de trabajo reducidas, entre 16 y 21 Kg/cm^2)como el de efecto grupo, considerando el conjunto como un gran pozo o cajón apoyado en el sustrato de gravas, el cual reparte la carga sobre la marga azul. Las tensiones de trabajo del conjunto de la cimentación eran del orden de los 2,2 a 4,4 Kp/cm^2 en el estrato de gravas y de 1,4 a 2,5 Kp/cm^2 en el techo de la marga, según las hipótesis de reparto de tensiones que se considerasen.

Se evaluaron los módulos del terreno de deformabilidad vertical, horizontal y coacción al giro del conjunto de la cimentación. Estos módulos se incluyeron en el análisis de la interrelación suelo-estructura, contemplando tanto el sentido transversal, con el efecto de los fustes y riostras, como en sentido longitudinal, con las coacciones en cabeza de pila producidas por el sistema de cables.

Para el cálculo de asientos se estimaron unos módulos de elasticidad de 1.000 Kp/cm^2 en las gravas y de 500 Kp/cm^2 en la marga (valor que tenía en cuenta la zona más alterada del contacto). En la situación previa al cierre del tablero y descontando el peso del encepado, los valores de los asientos calculados en la pila 15 (la más desfavorable) resultaban ser de 25-32 mm.

Durante la ejecución de la cimentación se midieron los asientos a partir de la terminación de

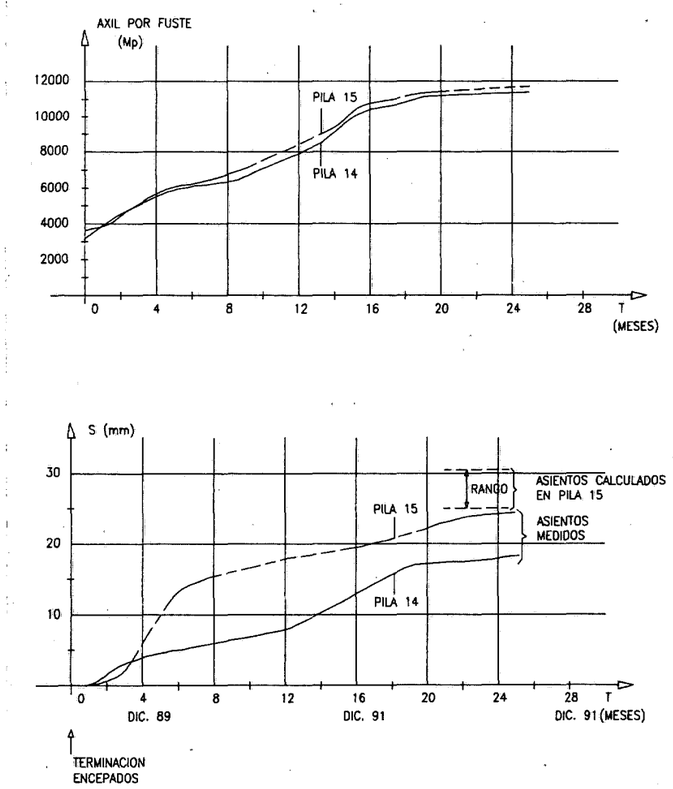


Figura 3.2.2. Diagramas. Cargas-Tiempos y Asientos-Tiempos.

los encepados. Los valores obtenidos al final de la construcción fueron de 18 mm. en la pila 14 y de 25 mm. en la pila 15, valor que concordaba muy bien con el calculado (Figura 3.2.2).

3.3. Ejecución

Con objeto de garantizar una adecuada transmisión de cargas de las pantallas a las gravas y evitar el efecto del aflojamiento producido por la excavación, se realizó un lavado e inyección de la punta de las pantallas, para lo cual se dejaron dispuestos unos tubos en cada uno de los módulos.

La cimentación ejecutada permitió utilizar un número elevado de equipos de trabajo, con una gran rapidez de ejecución al no superar los elementos portantes los 20 m. de profundidad. Siendo la ejecución de pantallas en Sevilla un sistema habitual de cimentación, se garantizaban así los resultados y rendimientos. De hecho, con 4 equipos de trabajo (2 por pila) la ejecución de la cimentación de las pilas principales duró menos de 2 meses.

4 PILAS PRINCIPALES

Las pilas principales del tramo atirantado constituyen básicamente la imagen de singularidad del puente confiriéndole su carácter de monumentalidad, a través de su gran expresividad formal, cromática y simbólica.

Cada una de las pilas se ha proyectado como un pórtico formado por dos fustes verticales de sección rectangular hueca de dimensiones exteriores de 6 x 4,50 m. y 102 m. de altura sobre el plano de apoyo, separados 22,2 m. entre sí y 26,2 m. entre ejes, con tabiques de espesores variables entre 1,20 y 0,60 m. En las zonas de anclaje de los tirantes estos fustes se macizan y son atravesados por aquéllos. Los dos fustes se unen entre sí mediante dos piezas transversales:

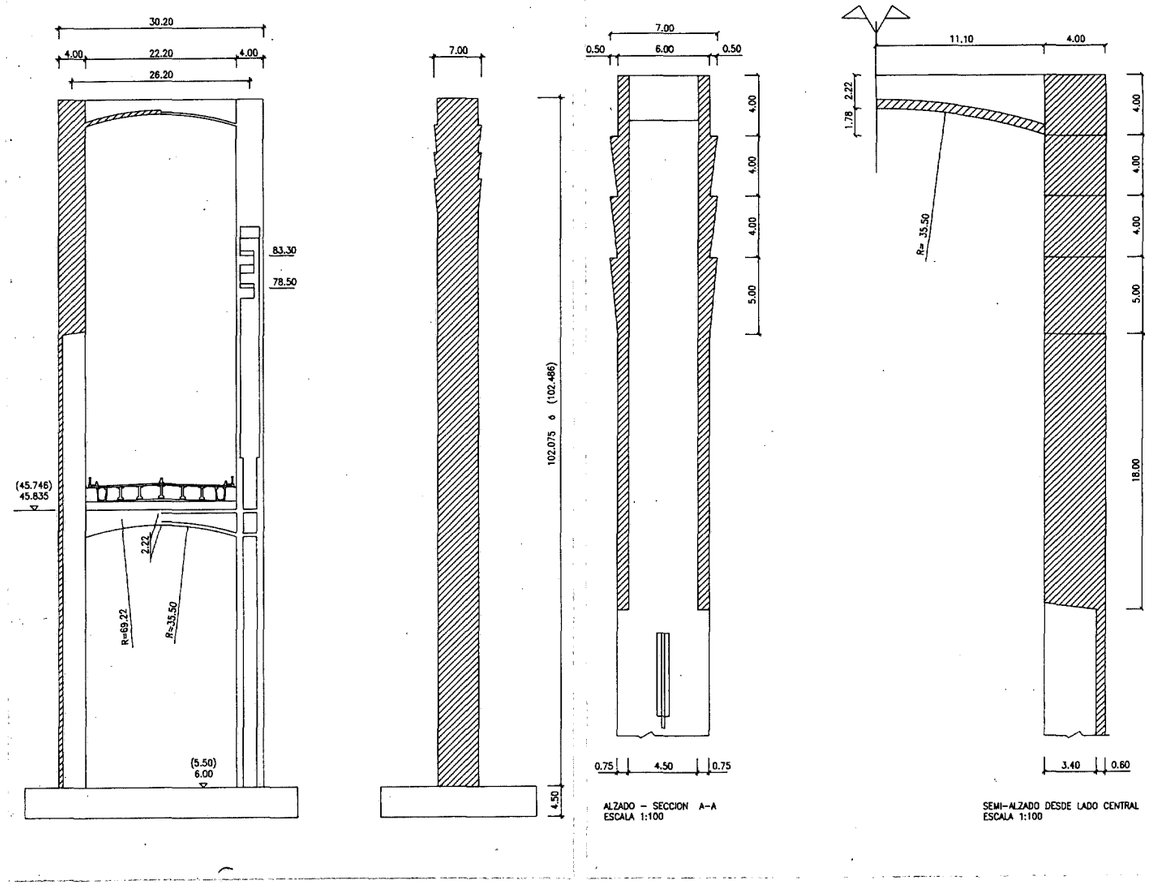
- Un travesaño intermedio dispuesto a unos 40 m. de altura, situado inmediatamente por debajo del tablero, pero sin contacto con el mismo, salvo en las primeras fases de ejecución.
- Un dintel de coronación que remata el conjunto.

Estas dos piezas presentan cantos variables entre 2,2 y 4 m., con su borde inferior en forma de arco circular muy rebajado y borde superior horizontal; y un ancho constante de 4,50 m., menor que los 6 m. de la anchura de los fustes, de manera que su presencia queda remetida ligeramente y su importancia visual se reduce respecto a los fustes.

El diseño de las pilas presenta como aspecto creativo fundamental, que se transmite al carácter y expresividad de la obra total del puente, la utilización del empleo exterior de acero de alta resistencia a la corrosión, tipo CORTEN, en ciertas zonas de las pilas elegidas cuidadosamente, para constituir piezas mixtas de hormigón y acero estructural. La situación y disposición de estos elementos de acero responden a una idea global con el objetivo, entre otros, de introducir el color siena obscuro y la textura superficial característica de este material, para lograr una profunda singularidad visual de estos elementos. Una vez definida su posición, se completó el estudio aprovechando la total capacidad resistente y constructiva de este material, logrando que su presencia quede vinculada de manera total e íntima con la del hormigón armado, para dar lugar a un sistema netamente estructural.

Así, en las zonas verticales sin cables se sitúa solo en las caras exteriores, con estrechas platabandas de borde situadas en las caras adyacentes permitiendo muy favorables condiciones de rigidización, conexión con el hormigón y montaje. En las zonas de anclajes, por el contrario, encierra prácticamente todo el contorno a excepción de la franja que recibe el dintel superior, en la cual se mantiene la visión del hormigón para establecer la máxima interacción estructural y visual de los dos materiales.

El dintel superior está constituido también como una pieza mixta, situándose el acero estructural en su cara inferior arqueada, y en dos bandas de borde que suben ligeramente por las caras laterales y permiten su unión, tanto visual como estructural con el acero de los fustes (Fig. 4.1).



Todo este sistema, se completa con la adaptación de unos elementos, también de acero CORTEN destinados a la creación de unos dentados o almenados superiores en las caras laterales, en la zona de inserción de los tirantes, para lograr la ruptura y vibración de estas grandes superficies, e incorporar un factor simbólico, al remate de estas grandes piezas; a la vez que permite la eliminación de la presencia de los perturbadores conos de anclaje de los tirantes, logrando que la entrada de los mismos en el fuste se perciba limpia y con una máxima simplicidad (Fig. 4.2).

La inclusión de las pletinas de borde en todas las superficies de acero estructural, para evitar —a modo de canalones— la caída del agua sobre las superficies de hormigón, determina una rotundidad adicional de la pila por la nitidez de las sombras delimitadoras que produce.

La potencia de las pilas, por sus dimensiones y cromatismo, reflejan netamente el carácter no sólo sustentante de las acciones verticales del tramo principal atirantado, sino que detallan claramente su total respuesta frente a todos los componentes horizontales de viento o eventual sismo, permitiendo que la continuidad de este tramo en los accesos sea prácticamente continua, sin necesidad de incorporar grandes macizos, grupos de cables especiales de retenida, etc.; dando lugar a la óptima integración entre el sistema atirantado y sus accesos, en una imagen de continuidad y unidad.

El estudio de las pilas incluye además de las acciones globales transferidas por el tramo atirantado, las acciones producidas por un incremento térmico de ± 13,8°C en el conjunto y un gradiente de 3,3°C/m. de canto en sus diversas piezas.

El análisis de segundo orden, para controlar la estabilidad del conjunto y la local de cada una de sus piezas frente al pandeo, determinó en la dirección longitudinal del puente longitudes ideales de pandeo de valor L_k = 150 m., lo cual equivale a una altura ideal próxima al 95 % de la existente entre la base de los fustes y el anclaje de los tirantes inferiores. Transversalmente, tanto el fuste inferior como el superior presentan como luces de pandeo prácticamente las luces ideales de dichas piezas.

A la izquierda. Figura 4.1. Pilar principal. A la derecha. Figura 4.2. Dintel superior pila principal.

El ritmo de avance del tablero fue de 48 metros a la semana.

Todo el estudio de las piezas de la pila se efectuó mediante el criterio de la columna modelo preconizado por el CEB, considerando inicialmente para el dimensionamiento combinado de las armaduras, acero estructural y hormigón, los diagramas momentos-curvaturas en flexión recta y su combinación esviada mediante el criterio simplificado de interacción reducida mediante diagrama lineal.

Una vez definidas las secciones de armaduras y chapas de las piezas se efectuaron controles ajustados esviados de las piezas determinando los diagramas Momento-Curvatura en el plano real de flexión esviada, lo que permitió obtener factores ligeramente reductores de las cuantías inicialmente deducidas.

En las zonas superiores en las que se produce la inserción de los tirantes, el sistema metálico de acero estructural se combina con armaduras de cierre en la cara abierta sin acero estructural, para recoger, junto con los esfuerzos anteriormente mencionados, la torsión producida por las dos familias de tirantes que se cruzan en dicha zona.

Las órdenes de magnitud de los esfuerzos mayorados máximos en base de pilas fueron:

I) M_d (longitudinal) = 41.500 mt.
   M'_d (transversal) = 7.000 mt.
II) M_d = 24.600 mt.
   M'_d = 13.000 mt.

con esfuerzos axiles concomitantes N_d del orden de 14.000 y 14.500 t., respectivamente.

Los torsores máximos mayorados en la zona superior de los fustes presentan valores máximos del orden T_d = 6.000 mt. con variación muy rápida en la zona de tirantes.

La ejecución de las pilas se llevó a cabo mediante la colocación inicial de los paneles de acero estructural mediante posicionamiento dirigido por bulones y llaves de guiado, y atornillado de fijación. Seguidamente se procedía al soldeo de la unión entre paneles desde el borde exterior con chapa dorsal, y a la colocación de los módulos de ferralla completamente preparados en gálibos de armado y a la colocación del encofrado de cierre en las caras no provistas de acero estructural.

Las superficies de acero estructural se analizaron bajo las solicitaciones no sólo de carácter resistente en la fase de piezas mixtas, sino en las fases de hormigonado, limitando las deformaciones de los paneles y subpaneles bajo la presión de vibrado, de forma que no se presentaran condiciones visibles de bombeo o combadura visible en los mismos.

5. TIRANTES

Los tirantes, en un total de 88 unidades, están formados por cordones paralelos instalados dentro de una vaina doble de polietileno de alta densidad; posteriormente son inyectados con lechada de cemento. La longitud de los tirantes varía entre 25 y 145 m., y el número de cordones, de ø 0,6", entre 32 y 78 por tirante. El sistema de anclaje es por cuñas individuales y mazalota múltiple, inyectada posteriormente a la puesta en tensión de los tirantes.

La vaina interna es negra y con su espesor provee la resistencia necesaria para hacer frente a la presión derivada de la inyección de lechada; la externa es blanca, tiene funciones estéticas y es de menor espesor; refleja la energía calorífica solar en defensa de la lechada (Fig. 5.1).

El proceso de preparación y montaje de vainas, enfilado de cordones, bloqueo de cuñas, tesado y retesado (controlados mediante bandas extensométricas debidamente taradas, y con el sucesivo control de movimientos de los frentes de avance) aunque son maniobras básicas en el logro correcto de la obra, corresponden a operaciones sistemáticas y de carácter hoy en día muy bien conocido, que no requieren una especial exposición.

Pero lo que sí presenta como innovación constructiva digna de mención este puente, es el tipo de tratamiento exterior adoptado para las vainas de los tirantes. Las usuales soluciones de polietileno de alta densidad negras, han sido aquí completadas con la incorporación a estas últimas, de una cobertura adicional de polietileno de alta densidad blanco unido a la vaina interior mediante una operación de tratamiento térmico a modo de sellado o pegado total, que garantiza un comportamiento totalmente solidario debido a la igualdad de características mecánicas de ambos elementos. Ello permite, manteniendo las propiedades que el negro de humo implica de protección frente a las radiaciones ultravioleta, la inclusión de un aislamiento térmico adicional por la reflexión que el banco proporciona frente a la radiación solar. Pero sobre todo, proporciona a los tirantes una apariencia de textura y tonalidad altamente estética, que potencia en la forma ideal buscada la expresividad de estos elementos en el diálogo polifónico del conjunto del puente, a la par que ofrece a su visión nocturna una de las más atractivas posibilidades de contemplación de la obra.

6. TABLERO

6.1. Prefabricación

La prefabricación del tablero (2.017 m. de longitud por 22 m. de anchura) ha sido ejecutada por PACADAR, S.A. en sus fábricas de Madrid, Sevilla y Valencia.

El sistema de prefabricación desarrollado por PACADAR, S.A. y utilizado en la prefabricación del Puente del Centenario permite ejecutar este tipo de tableros en factorías fijas, auténticas fábricas donde aquello que es difícil ejecutar «in situ» se realiza sencillamente.

El tablero de la estructura atirantada está modulado en vanos de 12 m., coincidiendo con la reparación entre tirantes, y está dividido en cuatro tipos de piezas: dovelas, vigas riostra, vigas longitudinales y placas (Fig. 6.1.1).

Las dovelas constituyen las piezas fundamentales del tablero y se disponen en cada uno de los extremos de la sección transversal. Las vigas riostra son elementos transversales que unen las dovelas cada 12 m., coincidiendo con el punto en que el tablero es sustentado por cada uno de los tirantes. Dovelas y vigas riostras forman de esta manera el entramado básico del tablero.

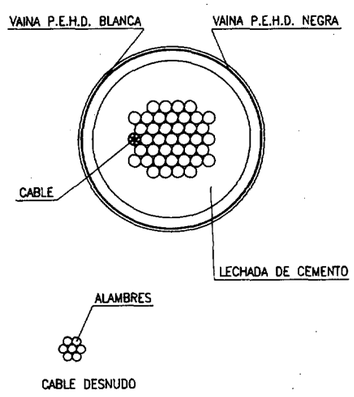
Apoyando sobre dos riostras consecutivas, se disponen las vigas longitudinales, como se haría en un tablero convencional de 12 m. de luz. En este caso el número de vigas longitudinales es de 5. Es decir, existen 5 vigas longitudinales separadas entre sí 2,29 m. y que, apoyándose en dos riostras contiguas, dividen la anchura libre entre dovelas en 6 huecos. Estos huecos se cubren con placas prefabricadas pretensadas que actúan como encofrado perdido y cuyo espesor es 4 cm.

Todo el conjunto se solidariza a través de una losa de hormigón armado ejecutada «in situ». El espesor de hormigón vertido «in situ» es de 16 cm. Tanto las dovelas como las vigas riostras y las vigas longitudinales llevan armaduras salientes que quedan alojadas en el interior de esta losa.

La unión entre dovelas es seca, sin aportación de hormigón «in situ», la interfase es resina epoxi y la armadura activa que une cada dovela a la anterior es el postesado.

La unión dovela-viga riostra también es postesada, si bien en este caso se hormigona, previamente al postesado, las pequeñas juntas existentes entre los extremos de la viga riostra y las paredes laterales de las dovelas. El hormigonado de estas juntas se realiza con hormigón de alta resistencia y sin retracción, y el postesado transversal se efectúa desde el interior de las propias dovelas. Para no obstaculizar el montaje, esta unión viga-riostra tiene una primera fase en la que se comporta como una rótula materializada por el apoyo directo de los perfiles metálicos que sobresalen en los extremos de la viga riostra con los perfiles metálicos que se dejan al efecto sobresaliendo de las paredes laterales de las dovelas.

Figura 5.1. Tirante: sección transversal.

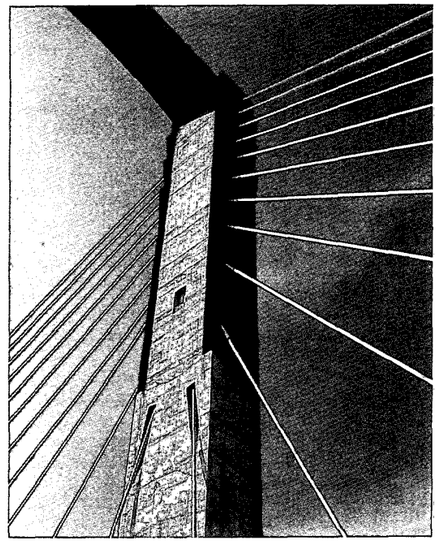


La unión viga longitudinal-viga riostra es un simple apoyo que se materializa con el correspondiente aparato de neopreno.

La continuidad del conjunto dovela-viga riostra-vigas longitudinales, se obtiene mediante las armaduras salientes de cada uno de estos elementos y el hormigón de la losa que a modo de capa de compresión se ejecuta «in situ».

Figura 6.1.1. Prefabricación: esquema de elementos prefabricados en el tramo atirantado.

Cabeza de pila principal.



La unión entre los tirantes y las dovelas se realiza directamente al montar el tirante ya que las dovelas llevan en su interior la zona correspondiente al anclaje del tirante totalmente terminada.

Las dovelas son vigas cajón de 2,50 m. de canto, 3,95 m. de anchura y longitudes de 7 m. y 5 m. alternativamente. Estas longitudes corresponden a la partición efectuada del módulo de 12 m. con objeto de equilibrar el peso de los dos tipos de dovelas y no superar las 80 Tn. de peso en ninguna de ellas. La dovela de 5 m. lleva en su interior la riostra transversal en la que se ancla el correspondiente tirante (Fig. 6.1.2).

El tipo de junta seca previsto entre dovelas exige que el hormigonado de cada una de ellas se realice contra la que le precede en la obra, según el orden de montaje establecido.

Para la prefabricación de las dovelas se ha dispuesto de dos líneas de fabricación dotadas, cada una de ellas, de un molde para dovelas de 7 m. y otro para dovelas de 5 m. El ritmo de fabricación es de 4 dovelas a la semana, lo que equivale a un tramo completo de 12 m. semanalmente (Fig. 6.1.3).

Los moldes utilizados son metálicos, siendo los exteriores fijos y los interiores móviles mediante un sistema de túneles articulados, con rodadura longitudinal.

El control dimensional de las dovelas, así como su alineación en planta, alzado y sección transversal, se ha referido a las partes fijas de los moldes, solera y paramentos exteriores, colocados y nivelados mediante riguroso control topográfico.

La utilización de la prefabricación no empobrece la calidad estética, ya que ésta no depende del sistema de construcción empleado, sino del diseño del conjunto.

La línea de fabricación de la ferralla, dotada de utillaje móvil para reproducir la geometría de cada dovela, ha permitido introducir en el molde la ferralla terminada y perfectamente posicionada.

Para el hormigonado se ha dipuesto un sistema de desplazamiento de las dovelas fabricadas mediante apoyos de neopreno-teflón, así como un sistema de posicionamiento de las mismas mediante empujadores hidráulicos y mecánicos, que aseguran, con el correspondiente control topográfico, la correcta alineación de las dovelas. Para que las dovelas se ajustaran al perfil longitudinal de la rasante, se actuaba sobre los apoyos de neopreno-teflón posicionándolos con la pendiente adecuada para cada dovela. Esta pendiente era variable en función de la posición de las dovelas con relación a la clave del puente.

La prefabricación de las dovelas ha permitido controlar, en el parque de productos terminados de la fábrica, el procedimiento de unión y el peso propio de todas las dovelas. Este control de pesos propios, prácticamente imposible de efectuar en una obra «in situ», es fundamental para el control geométrico de la estructura durante el proceso de construcción (Fig. 6.1.4).

La prefabricación también ha permitido instalar en fábrica la instrumentación necesaria para el control de la obra, con tiempo suficiente como para poder tarar las diversas medidas, a partir de las condiciones iniciales de la obra, antes de iniciar el montaje.

Las vigas riostra se han fabricado con un molde metálico cuyas caras laterales coinciden exactamente con la parte de la dovela a la que se unirán en obra. La sección utilizada es la de T invertida, para poder montar, entre cada dos vigas riostras, las vigas longitudinales.

La estructura complementaria entre vigas riostra cubre el vano de 12 m., como cualquier tablero prefabricado de la misma luz. De este modo gran parte del tablero se resuelve aplicando la técnica habitual de los tableros de vigas prefabricadas pretensadas, cuyas ventajas y rendimientos son por todos conocidos.

Para ello, las vigas longitudinales son vigas prefabricadas pretensadas, de sección doble T, de 0,82 m. de canto, entre las que se disponen placas prefabricadas pretensadas de 0,04 m. de canto.

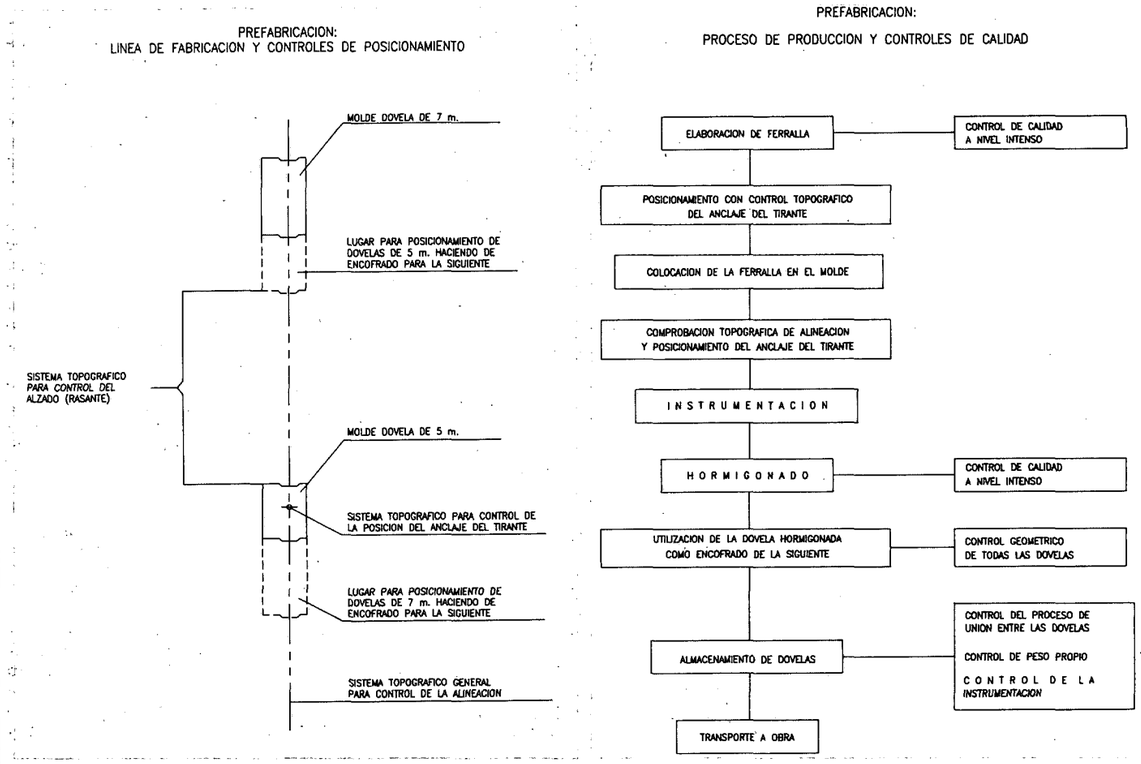
Las vigas longitudinales y las placas de encofrado perdido se fabrican en bancos de 180 m. de longitud, con lo cual, a pesar del gran número de piezas existentes en el tablero, se pueden fabricar al ritmo marcado por las dovelas.

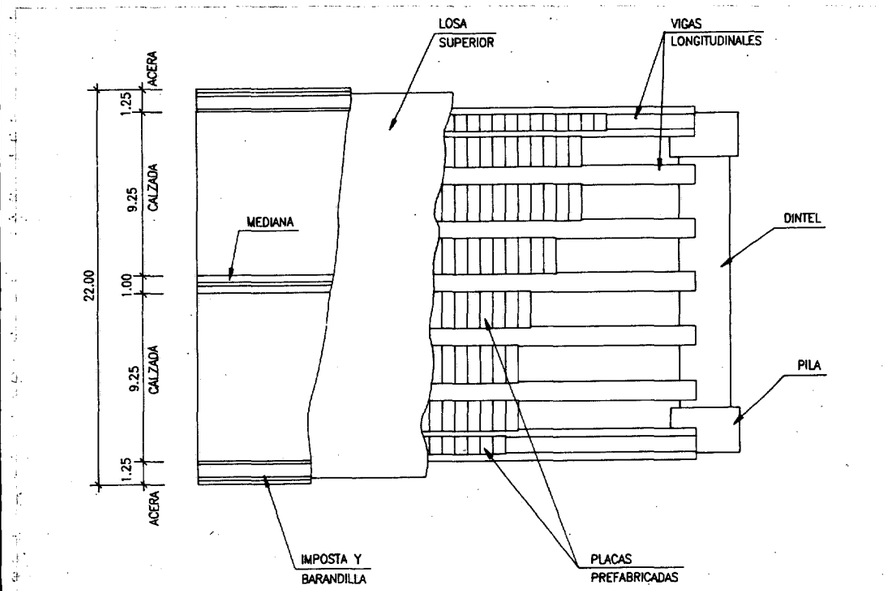
Para el transporte de las piezas hasta la obra se utilizan vehículos especiales tipo góndola para las dovelas, y vehículos normales para el resto de las piezas.

El sistema de prefabricación descrito facilitó que el ritmo de avance del tablero fuera de 48 m. a la semana.

La prefabricación de los tableros de las zonas de acceso se ha planteado en base a aprovechar la eficacia de las vigas de sección doble T en este tipo de estructuras. La solución de tablero con vigas doble T es la más económica y ofrece al observador situado bajo el tablero un techo artesonado similar al de la estructura airantada y coherente con las ideas básicas de este proyecto: belleza, sencillez, autenticidad y coste estricto (Fig. 6.1.5).

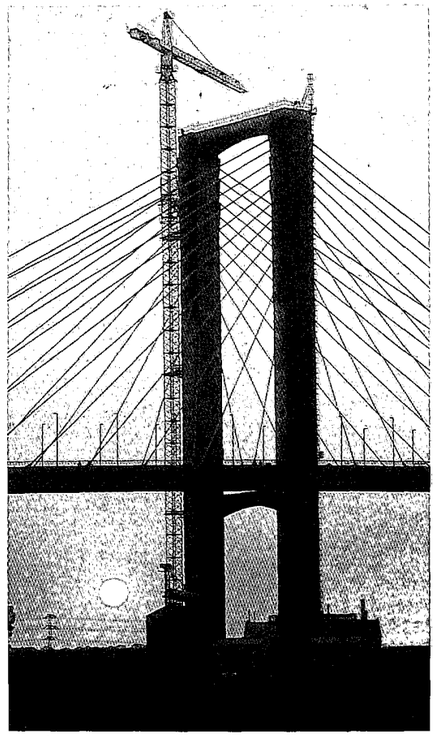
En este caso la pieza fundamental es la viga longitudinal con sección doble T, de canto 2,15 m. y dispuesta a reparaciones variables en función de la luz del vano a cubrir.





A la izquierda. Figura 6.1.3.
A la derecha. Figura 6.1.4.

Figura 6.1.5.
Prefabricación: esquema de elementos prefabricados en los accesos.



Como elemento de continuidad entre la estructura atirantada y los vanos de acceso se utilizó el paramento de las dovelas. Para ello los tableros de vigas de las zonas de acceso llevan una viga de borde a ambos lados. Esta viga de borde tiene igual canto que las dovelas (2,50 m.) e idéntica pendiente en su paramento lateral que es liso, de modo que su alzado es idéntico al de una dovela. Tipológicamente las vigas de borde son secciones cajón. El peso de estos elementos es de 120 Tn. para los vanos de 46 m. de luz.

Para reforzar la continuidad visual de los tableros, la dovelas y vigas de borde se pintaron en la fábrica, de modo que a pesar de ser fabricadas con técnicas de vibración distintos, presentan al observador paramentos idénticos.

Con todo ello, el puente adquiere el carácter de obra excepcional, de gran calidad estética, poniendo de manifiesto que la utilización de la prefabricación y las secciones resistentes habitualmente utilizadas, vigas doble T y cajón, no vulgariza ni empobrece la calidad estética de la obra, ya que ésta no depende del sistema de construcción empleada, sino del diseño del conjunto. No depende del uso de costosos y complicados elementos resistentes, sino de la armonía conseguida entre los elementos que determinan la imagen de la obra.

El Puente del Centenario es un hito en el avance de la prefabricación en los puentes de gran luz.

El Puente del Centenario es un hito en el avance de la prefabricación de los puentes de gran luz y confirma las posibilidades del sistema de prefabricación empleado, auténtico sistema de construcción abierto, flexible, rápido, económico, eficaz, capaz de determinar «a priori» el precio cierto de la obra, y de ofrecer la calidad necesaria para construir puentes de gran dignidad estética.

6.2. Proceso de montaje

La construcción del tablero se comienza desde las dos pilas principales con el montaje de la dovela inicial a partir del apoyo que ofrecen sus travesaños intermedios. Mediante un sistema de cosido de la dovela inicial al travesaño se produce un empotramiento de la misma que permite el montaje en voladizo a ambos lados de la pila. De este modo, con el montaje de la viga cajón, la colocación de riostras y vigas longitudinales y el hormigonado de la losa de compresión se completa una plataforma de unos 16 m. de longitud que queda dispuesta para la instalación de la primera pareja de tirantes de cada vano. Una vez efectuada la puesta en carga de los 4 tirantes se libera el empotramiento del tablero en la pila quedando simplemente bloqueado a efectos de desplazamientos horizontales, tanto transversales como longitudinales.

La colocación de la primera dovela requiere conocer exactamente su posición en cota y pendiente, con objeto de que al finalizar el proceso de montaje de toda la estructura, y teniendo en cuenta las sucesivas acciones y movimientos verticales que se producen, quede en posición adecuada.

A partir de este momento inicial se inicia el proceso sistemático de construcción del módulo tipo de tablero de 12 m. de longitud a cada lado de la pila y la colocación de dos nuevas parejas de tirantes.

En cada módulo de 12 m., las vigas cajón se montan en piezas de 7 y 5 m. de longitud, con objeto de equilibrar sus pesos y optimizar los medios de montaje. Por este motivo los dispositivos de anclaje de los tirantes y de conexión con las vigas riostras transversales se disponen en las piezas de 5 m.

En este proceso las vigas cajón se conectan provisionalmente mediante cables exteriores de pretensado que se sustituyen posteriormente por pretensado interior adherente.

El montaje de las vigas cajón, que se realiza con grúa desde tierra en los vanos laterales o desde pontona en el vano central, se efectúa de modo alternativo, una dovela en cada vuelo y lado del tablero de modo que en ningún caso haya más de una pieza que desequilibre la pila longitudinalmente, o el tablero transversalmente.

Este proceso alternativo de montaje, resulta conveniente para la pila con objeto de no someterla a esfuerzos innecesarios, pero es imprescindible para el buen funcionamiento del tablero. En efecto, a medida que progresa la construcción del tablero y aumenta la longitud del voladizo crecen las flechas que se producen en el montaje de cada pieza. Este proceso produce diferencias de flechas importantes entre los extremos del mismo voladizo cada vez que se monta una pieza de las vigas cajón, diferencias que se anulan al montar

la pieza gemela. Estas diferencias de flechas alcanzan valores elevados en el extremo del voladizo en construcción y disminuyen rápidamente hasta reducirse a valores relativamente pequeños a unos 30 m. del extremo volado. Con objeto de evitar que esta asimetría transversal en el montaje produzca esfuerzos elevados en las riostras transversales y en la propia losa del tablero se ha desfasado la conexión rígida de las riostras a las vigas cajón y el hormigonado de la losa un par de dovelas. De este modo los cajones, extremos del voladizo flectan libremente y sólo se encuentran transversalmente unidos por riostras y losas en aquellas zonas suficientemente alejadas del frente de montaje, donde las flechas diferenciales entre ambos voladizos son reducidas.

El esquema de la figura adjunta ilusta adecuadamente el fenómeno descrito (Fig. 6.2.1).

Este fenómeno apenas tiene efecto en el montaje de las cuatro primeras dovelas, por la que el proceso de montaje se ajusta para alcanzar el desfase citado a partir de la quinta dovela. El montaje a cada lado de la pila principal de las dovelas enésimas (n) del vano central y lateral, supone la construcción de dos módulos de 12 m. (24 m. en total) que se realiza en el plazo de una semana. El proceso realizado de modo idéntico y simultáneo a partir de ambas pilas principales supone la construcción semanal de 48 m. de tablero de puente atirantado.

El montaje de una dovela en cada lado de una pila principal se realiza según las operaciones siguientes:

— Montaje de la dovela N en vano central
— Montaje de la dovela N en vano lateral

1. Montaje en vano central de módulos de viga cajón de 7 m. de longitud.
2. Montaje en vano lateral de módulos de viga cajón de 7 m. de longitud.
3. Montaje en vano central de módulos de viga cajón de 5 m. de longitud.
4. Montaje en vano lateral de módulos de viga cajón de 5 m. de longitud.
5. Montaje de riostras en extremo de dovelas en vano central y lateral.
6. Montaje de viguetas y placas de encofrado en ambas dovelas.
7. Colocación y tesado de tirantes en extemo de dovela N en vano central y lateral.
8. Conexión de riostra y hormigonado de losa en las dovelas N-2.
9. Retesado de las parejas de tirantes en las dovelas N-3 del vano central y lateral.

El proceso, que se repite cíclicamente hasta llegar a clave ha supuesto en cada operación un control exhaustivo de las flechas y deformaciones del tablero ajustadas en cada caso en función de las condiciones térmicas ambientales.

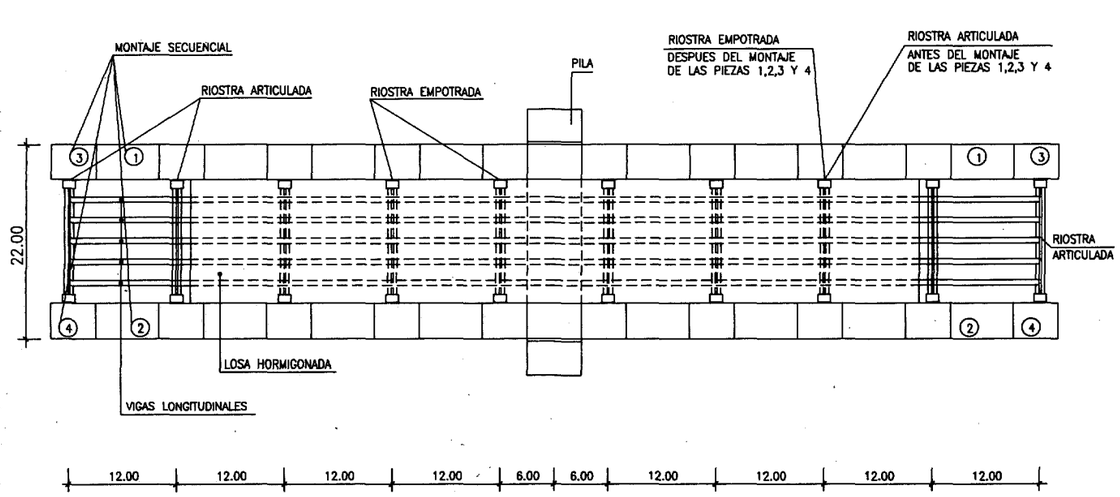


Figura 6.2.1.

La construcción de un puente atirantado requiere en todo momento un perfecto conocimiento de la situación tensional en que se encuentra la estructura.

El proceso se ha desarrollado montando siempre por delante la dovela del vano central con objeto de poder colocar con facilidad la dovela que se sitúa sobre la pila lateral. A partir de este momento el orden se ha invertido, a fin de garantizar el apoyo del tablero en la pila lateral lo que mejora extraordinariamente el estado de solicitaciones sobre la pila principal.

El cierre de clave se ha realizado con una dovela de 9 m. de longitud. El dispositivo de cierre se efectúa mediante una estructura metálica apoyada en ambos voladizos capaz, mediante un sistema de gastos y balancín de corregir posibles diferencias de flechas en los voladizos de hasta 10 cm. Con objeto de reducir los esfuerzos que generan en las pilas los efectos de fluencia y retracción del tablero se efectuó una apertura del puente en clave mediante gatos de unos 15 cm.

El proceso de ejecución se ha desarrollado de manera que la puesta en carga de los tirantes se ha efectuado en todos los casos en sólo dos operaciones.

En la primera, la de instalación del tirante, la puesta en carga se ha efectuado cordón a cordón mediante un gato alevín. A estos efectos se estudió un programa de tesado que permitía dar a cada cordón el esfuerzo necesario para que, en función de la rigidez del tirante y la de la estructura, todos los cordones del tirante quedaran al finalizar la operación con la misma carga. En cada voladizo el tesado de los tirantes homólogos se realizó de modo simultáneo. Esta operación se controlaba exhaustivamente a través de los manómetros de los gatos y de las flechas del tablero, adecuadamente homogeneizadas en función de las condiciones térmicas de la estructura.

El retesado de los tirantes se efectuó con el gato G-1000 con ajuste de alargamientos y cargas en manómetros y reglaje con rosca en anclajes.

Con objeto de reducir en los posible las incidencias térmicas, y la necesaria corrección en los esfuerzos de puesta en tensión inicial de los tirantes, su proceso de montaje se ha realizado por las noches a lo largo de toda la obra.

6.3. Análisis aerodinámico

Dada la importancia de la obra se consideró necesario realizar un control analítico que permitiera estimar las velocidades críticas del viento para las que aparecen problemas de inestabilidad aeroelástica del tablero.

Para ello se procedió a la obtención de los modos naturales de vibración, y de las frecuencias propias correspondientes, mediante un análisis dinámico tridimensional que reflejara con toda precisión las diferentes rigideces y masas puestas en juego, según el modelo espacial que sirvió asimismo para obtener los esfuerzos de flexión transversal en riostras y de torsión en cajones y fustes y dinteles de pilas debidos a aquellas acciones que solicitan la estructura con un marcado carácter tridimensional.

- esfuerzos producidos por la rotura de un tirante cualquiera;
- esfuerzos transversales debidos al viento y sismo;
- esfuerzos bajo la acción de sobrecargas móviles excéntricas en el tablero;
- esfuerzos de construcción durante el montaje en voladizo de una de las semidovelas en sección cajón.

Tipo de Vibración	Modo	Período [T] (seg)	Frecuencia [f] (Hz)	Frecuencia [w] (rad/seg)
Flexión Longitudinal Pilas (mov. longitudinal tablero).	1	5,88	0,17	1,07
Flexión Vertical Tablero.	2	2,61	0,38	2,41
	6	1,89	0,53	3,32
	9	1,21	0,82	5,18
	10	1,05	0,96	6,01
	11	1,04	0,96	6,04
	15	1,18	0,85	7,42
Flexión Transversal Tablero.	3	2,44	0,41	2,57
Torsión Tablero	4	2,01	0,50	3,12
	8	1,22	0,82	5,14
	12	1,02	0,98	6,14
	13	1,01	0,99	6,34
	14	0,87	1,15	7,22
Flexión Transversal Pilas.	5	1,91	0,52	3,28
	7	1,54	0,65	4,09

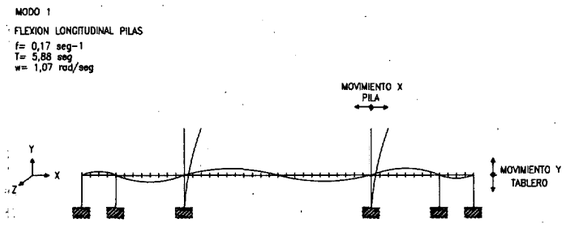


Figura 6.3.1

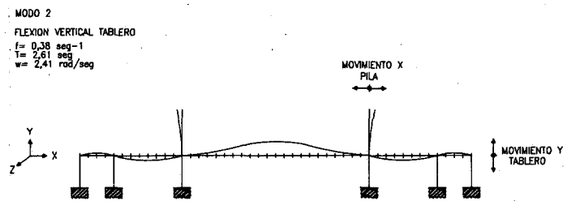


Figura 6.3.2

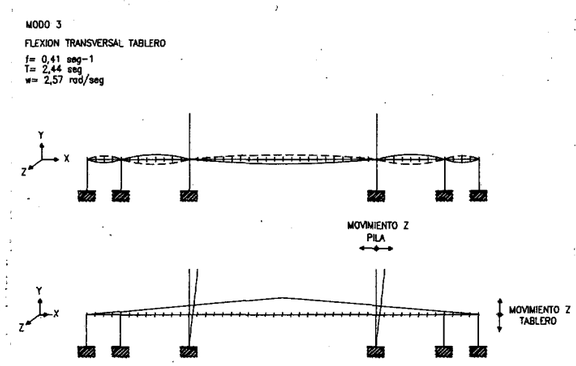
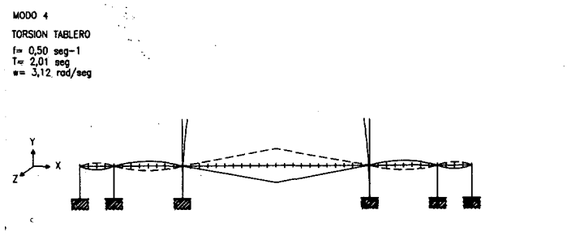


Figura 6.3.3



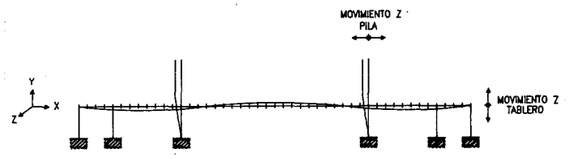


Figura 6.3.4

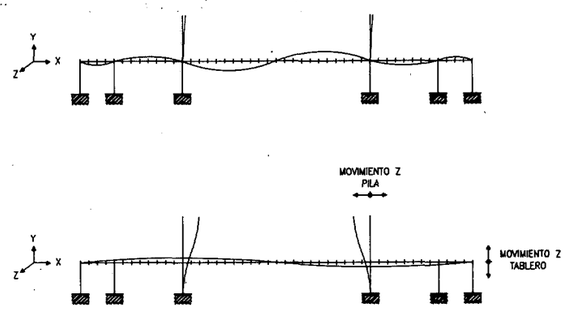


Figura 6.3.5

Los resultados más significativos, para los modos principales de vibración, se incluyen en el cuadro y figuras adjuntas.

Se constata claramente la mayor flexibilidad del modo principal de flexión longitudinal de pilas como corresponde al esquema resistente longitudinal, ya comentado en el apartado anterior, en el que se asigna a las pilas principales del puente la práctica totalidad de la respuesta frente a acciones horizontales de la estructura.

En cambio los períodos propios correspondientes a los modos principales de vibración del tablero son bastante rígidos, inferiores a 2,60 seg., con una correcta separación entre los modos de flexión y torsión: $T_{flexión}/T_{torsión} = 1,30$, por lo que no son de esperar problemas de inestabilidad bajo las velocidades máximas de proyecto:

Figuras 6.3.1., 6.3.2., 6.3.3., 6.3.4., y 6.3.5.

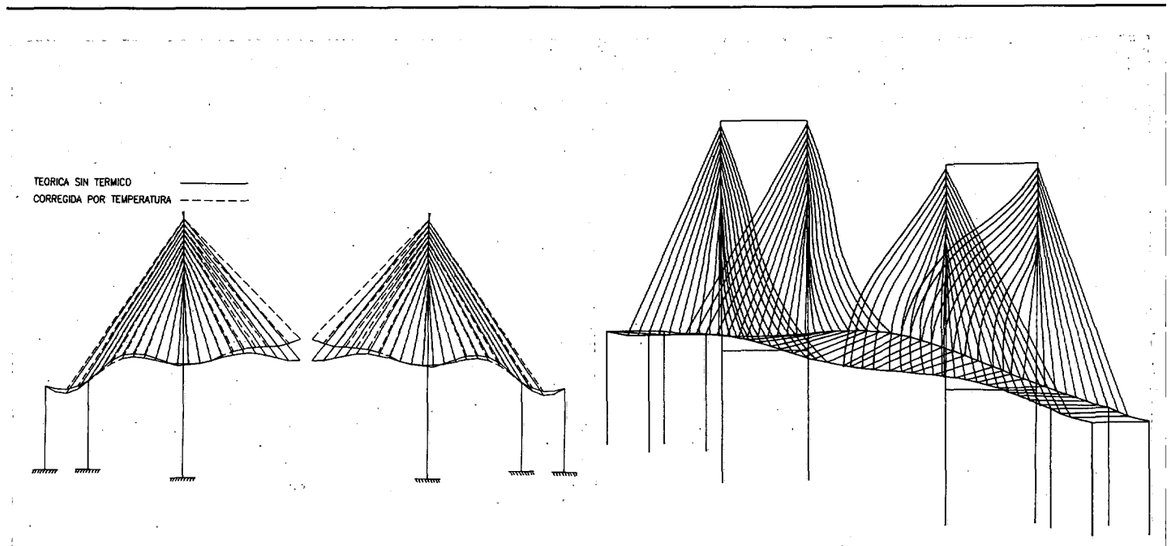


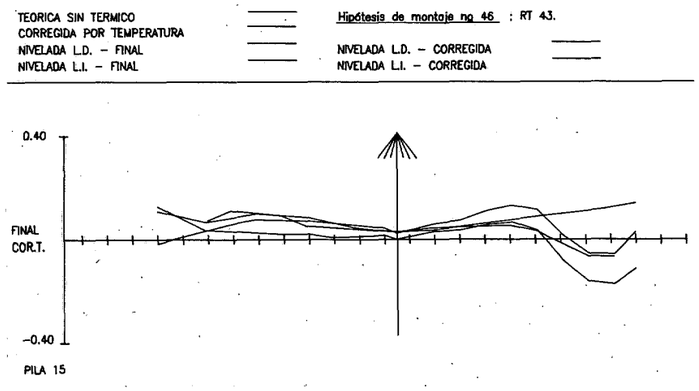
Figura 7.1. Hipótesis de montaje n.° 60. A la derecha. Figura 7.3. Deformada correspondiente al primer modo de torsión.

Velocidad crítica de flameo ≃ 246 km/hora (método Klöppel & Thiele)
270 km/hora (formulación C.E.C.M.)

Velocidad crítica de estabilidad aeroelástica a torsión pura ≃ 252 km/hora (para $\Delta = 0,08$)
213 km/hora (para $\Delta = 0,03$)

valores todos ellos suficientemente alejados de las velocidades máximas de proyecto (Figs. 6.3.1; 6.3.2; 6.3.3; 6.3.4 y 6.3.5).

Figura 7.2. Hipótesis de montaje n.° 43.



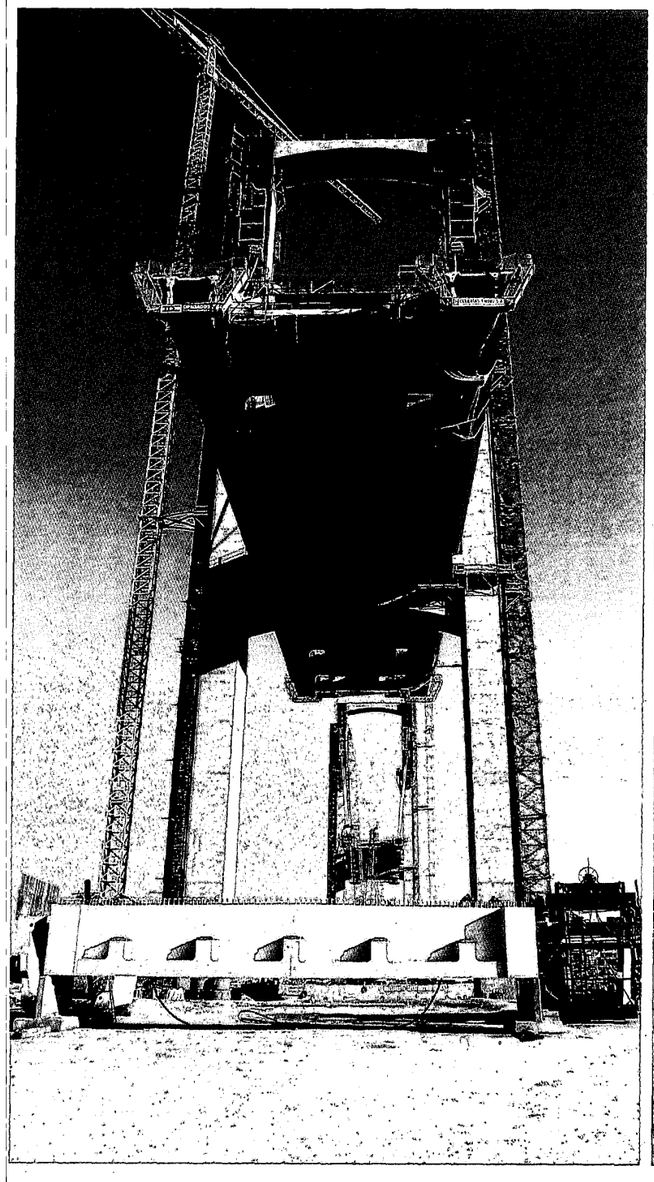
7. CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

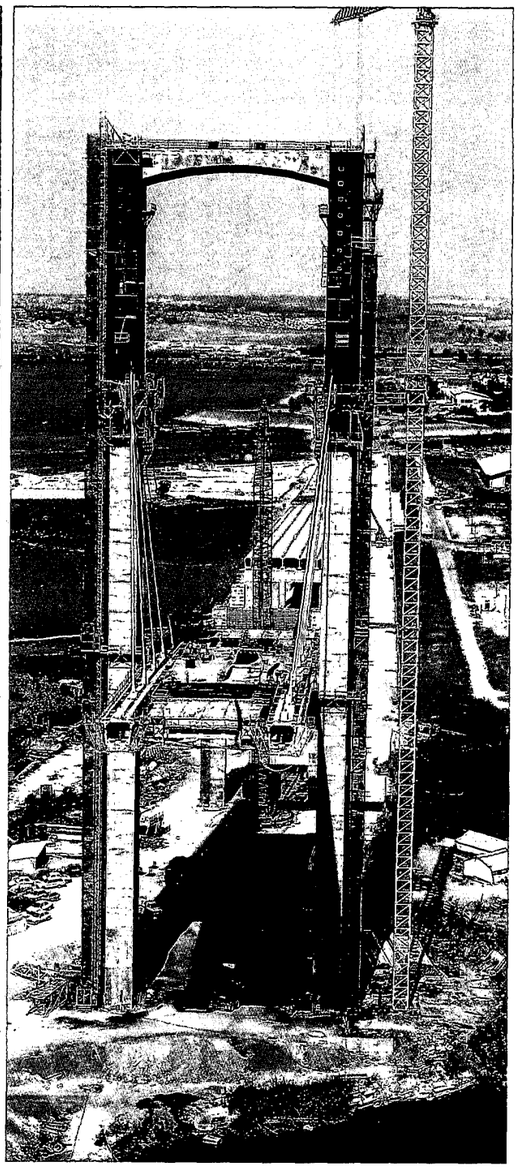
La construcción de un puente atirantado requiere en todo momento un perfecto conocimiento de la situación tensional en que se encuentra la estructura. Esto es así tanto por el elevado valor de las fuerzas contrapuestas que se van introduciendo sucesivamente, pesos de piezas nuevas y tracción de tirantes en un delicado desequilibrio, como por la gran esbeltez de sus elementos. Por otra parte esta gran esbeltez hace que la influencia de la temperatura sea muy elevada, induciendo grandes desplazamientos en el tablero y la cabeza de la pila.

Los objetivos fundamentales del control durante la construcción serán dos: por una parte que el estado tensional no llegue a ser en ningún momento peligroso, y por otra parte que la rasante final sea correcta sin presentar quiebros ni una directriz sensiblemente diferente de la proyectada.

Como la medida directa de las tensiones es suficientemente fiable sólo en el caso de los materiales metálicos, y desde luego casi nunca en el caso del hormigón, hay que acudir a medidas indirectas para poder obtener una buena estimación en los elementos del tablero y pilas. Estas medidas consisten en controlar topográficamente el desplazamiento de los nudos del tablero y de la cabeza de las pilas para poder compararlos con los cálculos teóricos y, dada la relación existente entre desplazamientos y tensiones, poder deducir de las desviaciones de los primeros las que han producido en las segundas.

La nivelación continua del tablero es por tanto necesaria, así como un procedimiento para depurar los desplazamientos debido a la temperatura



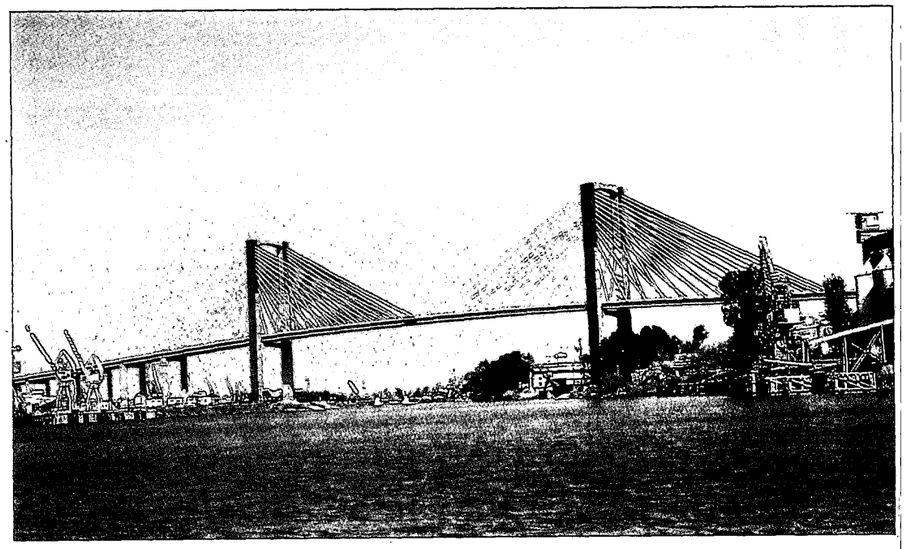


Para esto último se debe estimar cinco valores paramétricos que se utilizarán en la corrección térmica: temperaturas medias en tirantes, tablero y pila, y gradiente, o diferencia de temperatura entre caras, en tablero y en pila. Con este fin en el Puente del Centenario se dispuso una red de sensores formada por 52 termómetros en pilas, 36 en tablero y 24 en tirantes, para posteriormente con un modelo de cálculo estimar las correcciones a introducir en los desplazamientos medidos del tablero y pila.

La medida directa de las tensiones se efectuó con otra red de sensores constituida por bandas extensométricas que se dispusieron en el acero de los tirantes. Esto, como se pudo comprobar durante la obra, permite obtener altas precisiones lo que lo convirtió en un muy fiable procedimiento de control. El número total de bandas dispues-

A la izquierda vista desde la dársena: Dovelas, riostras, vigas y placas prefabricadas. A la derecha vista aérea del puente en construcción en voladizos sucesivos.

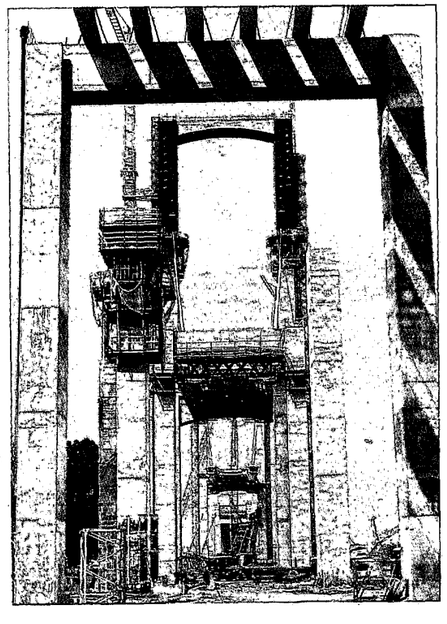
Vista desde la esclusa.



Un puente es algo más que una estructura resistente o una serie de estructuras funcionales: es una realidad instruida, tanto de materia social y de cultura, como de acero, áridos, agua y cemento; y es también el diálogo que entabla con el usuario, la entonación que impone a su mirada y las cambiantes y durables imágenes que deja en su memoria.

tas superó las 400, pudiendo determinarse en todas las operaciones el incremento de tensiones de al menos un tirante de cada pareja. La lectura estaba centralizada en un ordenador situado en el interior de cada pila que proporcionaba automáticamente en tiempo real estas variaciones.

Por último, una vez terminada la estructura y la colocación de la carga muerta, se efectuó la prueba de carga, estática y dinámica. La primera consistió en la colocación de 16 camiones en diferentes posiciones, consiguiéndose llegar a valores superiores al 80 % de los momentos característicos de proyecto en las secciones críticas. La lectura de las flechas producidas y su comparación con la estimación teórica previa informó del buen funcionamiento de la estructura. La prueba dinámica consistió en la suelta de un peso de 20 Tn. colocado excéntricamente en la sección de clave del tablero, con el fin de excitar simultáneamente su vibración en flexión y en torsión. Ambos fenómenos fueron auscultados disponiendo una red de acelerómetros que permitió comprobar los periodos de vibración. La correspondencia con los valores previstos en el Proyecto fue extraordinaria, lo que permite asegurar la estabilidad de la estructura frente a excitaciones aeroelásticas inducidas por el viento y que el grado de seguridad calculado en Proyecto frente a acciones sísmicas se ha alcanzado realmente (Figs. 7.1 y 7.2).



Viaductos de acceso en construcción.

8. CONCLUSION

En este artículo hemos intentado explicar, con más información y detenimiento que en otras ocasiones, los aspectos técnicos más interesantes del proyecto y de la construcción del Puente del Centenario. Pero el lector no debe olvidar que un puente es algo más que una estructura resistente o una serie de estructuras funcionales: es una realidad instruida, tanto de materia social y de cultura, como de acero, áridos, agua y cemento; y es también el diálogo que entabla con el usuario; la entonación que impone a su mirada y las cambiantes y durables imágenes que deja en su memoria.■

ALGUNOS CASOS REALES DE CIMENTACIONES DE VIADUCTOS SINGULARES

Germán BURBANO JUANA
Dragados Obras y Proyectos, S.A.

1.- INTRODUCCIÓN

En esta comunicación se presentan las soluciones de cimentación adoptadas en tres estructuras singulares.

En primer lugar el Puente Centenario en la Circunvalación de Sevilla. Un puente de 2.017 m de longitud total con un tramo atirantado de 565 m. La cimentación prevista inicialmente con pilotes de 56 m empotrados en el sustrato de arcilla margosa terciaria, se optimizó con elementos portantes de pantallas trabajando a cargas más reducidas, apoyándose entre 15 y 20 m de profundidad en un nivel de gravas de 5 a 7 m de espesor situado sobre la arcilla margosa. La ejecución de este tipo de cimentación permitió el empleo de un mayor número de equipos de mejor disponibilidad y con mayor rapidez y facilidad de ejecución.

En segundo lugar el Viaducto del Río Ocreza, en la Autopista Beira Interior, en Portugal. Con una longitud de 400 m y altura de pilares de hasta 105 m, siendo record de altura de pilas en el país vecino. Está situado entre laderas abruptas, una de las cuales presenta una estabilidad precaria en los niveles superficiales de terreno. Ha sido preciso llevar a cabo trabajos de estabilización de las pilas y de los apoyos de las cimentaciones mediante bulones y anclajes de gran capacidad de carga. Asimismo, se ha realizado una detallada auscultación de la ladera, cimentación y anclajes con una instrumentación dispuesta al efecto, con inclinómetros, células de carga, etc…

En tercer lugar se expone el caso del Puente levadizo para tráfico rodado y de ferrocarril en el Puerto de Valencia con 98 m de luz y longitud de total de 125 m, record en puentes ferroviario. Este tipo de estructura es muy exigente respecto a la necesidad de reducir movimientos en la cimentación. Los cajones de alojamiento de los mecanismos de elevación del tablero se han resuelto con recintos de pantallas de 34 m de profundidad. Estos recintos realizados en rellenos portuarios de muy baja consistencia precisan una técnica novedosa en la ejecución de pantallas y necesitan así mismo una estanqueidad garantizada para los mecanismos, compatibles con una profundidad de excavación de 15 m bajo la cota de agua. La presencia de intercalaciones impermeables entre zonas permeables obligó a adoptar disposiciones constructivas para evitar roturas del terreno por levantamiento del fondo.

2.- PUENTE DEL CENTENARIO

2.1.- Introducción

La obra consiste en la ejecución de un tramo de autovía de 6,5 Km de longitud, formando parte de la Autovía SE-30, entre la CN-IV Sevilla-Cádiz y la carretera de San Juan de Aznalfarache, completando el cinturón de 32 Km del la Circunvalación de Sevilla.

Como parte importante y singular dentro de la obra estaba la construcción del Puente del Centenario sobre la dársena del Río Guadalquivir, donde se combinan las estructuras mixtas y de prefabricación. En la Foto 2.1 se presenta una vista general del puente ubicado en la obra.

El Puente del Centenario tiene una longitud total de 2.017 m repartidos en tres zonas claramente diferenciadas: dos tramos de acceso de 512 m y 940 m y un tramo central (puente atirantado) de 565 m. El tramo de Acceso Este se compone de 10 vanos de 42 m y 2 de 46 m. El Acceso Oeste tiene 15 vanos de 42 m, 8 de 22 m, y 3 de 32 m con dos zonas intermedias de unos 20 m de longitud a modo de falsos estribos intermedios separando tipologías de luces o esviajes diferentes. El tramo central está repartido en 5 vanos de 48+102+265+102+48 m. En la Figura 2.1 se muestra un alzado del tramo atirantado.

La anchura total del tablero es de 22 m. La rasante comienza con una altura de unos 12 m desde el terreno natural para llegar a casi 50 m de elevación sobre el nivel del agua en el canal de navegación.

Las pilas del tramo atirantado constituyen básicamente la imagen de singularidad del puente confiriéndole su carácter de monumentalidad, a través de su gran expresividad formal y simbólica. Cada una de las pilas se ha proyectado como un pórtico formado por dos fustes verticales de sección rectangular hueca de altura de 102 m sobre el plano de apoyo, separados 26,2 m entre ejes. En las zonas de anclaje de los tirantes estos fustes se macizan y son atravesados por aquellos. En la Foto 2.2 se presenta una vista de las pilas con detalle de los tirantes en el fuste.

Los accesos a ambos lados del tramo atirantado se han resuelto mediante sendas estructuras de múltiples vanos biapoyados. Los tableros son estructuras isostáticas, apoyadas sobre pórticos formados por dos pilas verticales y el dintel horizontal. Los pórticos de apoyo son estructuras hiperestáticas de nudos rígidos, con empotramiento de las pilas en la cimentación.

En este artículo se presenta la resolución de los condicionantes de diseño y construcción de la cimentación del Puente del Centenario, con especial detalle del tramo atirantado central.

2.2.- Descripción de la cimentación

La cimentación propuesta en proyecto para las pilas principales era cimentación profunda mediante pilotes de 2.0 m de diámetro con profundidades hasta de 56 m empotrándose en el substrato de las margas azules. Este tipo de cimentaciones exigía el empleo de equipos de perforación con muy poca experiencia en el trabajo a esas profundidades y por lo general muy lentos. Para mejorar estos condicionantes se cambió la cimentación de las pilas principales a elementos portantes de 2.50×0.80 m, excavados con empleo de lodos bentoníticos, y dispuestos en grupo en función de las cargas y geometría de los distintos tipos de pilas.

Para no llegar hasta profundidades de 56 m y con ello evitar las dificultades debidas al proceso de ejecución, se resolvió cimentar en el estrato de gravas y arenas que hay sobre la marga azul, a costa de incrementar el área total de los elementos de cimentación, con lo que las cargas unitarias de trabajo del hormigón de los pilotes-pantalla se minoraban respecto a las previstas en el Proyecto de Construcción original.

Esta solución permitió ampliar el número de equipos de trabajo, con la ventaja de una mayor rapidez de ejecución al no superar los elementos portantes los 25 m de profundidad, igualándose al resto de las pilas donde el proyecto ya contemplaba esta solución.

Además, la ejecución de pantallas en la localidad de Sevilla es un sistema habitual de cimentación, lo que garantizaba mayores resultados y rendimientos, pudiéndose así obviar las posibles indeterminaciones causadas inevitablemente en la ejecución de pilotes tan profundos planteados en el

proyecto original. Con ello se le dotaba seguridad al proceso constructivo, por lograr una homogeneidad en los trabajos de ejecución de las pilas, tanto en la tipología del elemento portante como en las profundidades.

En la pila principal de la margen izquierda (pila 14), la cimentación de cada fuste queda constituida por sendos grupos de 30 pantallas de 16 m de profundidad bajo encepados de 4 m de canto, arriostrados entre sí. La cimentación de la pila principal de la margen derecha (pila 15) es análoga, aunque en este caso los grupos eran de 42 pantallas de 14 m de profundidad bajo encepado. Los encepados de cada fuste están unidos por una viga riostra de 8.0 m de ancho y 4.0 m de canto con objeto de hacer monolítico el sistema frente a esfuerzos horizontales. En la Figura 2.2 se presenta un alzado y planta de la cimentación de las pilas principales.

Las cimentaciones de las pilas intermedias y laterales de la zona atirantada son también profundas y se resolvieron mediante pantallas de 2.50×0.80 m con profundidades que varían de 16 a 21 m

En los tramos de accesos, tanto en las pilas como en los estribos, la cimentación también se resolvió mediante pantallas de 2.50×0.80 m con tres zonas claramente diferenciadas: De pilas 1 a 4 las longitudes de las pantallas oscilan entre 14 y 15 m, entre las pilas 5 a 11, las longitudes se mueven ente 20 y 23 m, y en la pila 18 hasta el final se cimentaron con una profundidad entre 17 y 19 m por debajo de la cara inferior de encepado. Todos los estribos cuentan con pantallas de 17 m de longitud aproximadamente.

Según las pilas de que se trate el número de elementos portantes, es variable entre 2 elementos por fuste para casi todas las pilas y 6 elementos para la pila 40.

2.3.- Naturaleza del terreno

El subsuelo de todo el área de Sevilla está formado por un potente substrato de arcillas margosas tortonienses (Mioceno), de formación marina, conocidas localmente como “margas azules”, aludiendo tanto a la presencia de carbonatos como a su color gris azulado. Sobre esta base se apoyan los materiales producto de la aportación del río.

En el emplazamiento del Puente del Centenario, existe un primer nivel de rellenos artificiales de hasta 3.0 – 4.0 m de espesor, seguido por un segundo nivel de arcillas marrones de consistencia media, de unos 5.0 - 6.0 m de potencia. A continuación de éstas se detecta un tercer nivel de arcillas grises de consistencia blanda de 6.0 a 7.0 m de espesor y posteriormente hay un nivel de transición de arcillas con arenas de consistencia firme del orden de 1.0 m de potencia que tiene debajo un nivel de arenas y gravas, muy densas, cuyo espesor en la zona del puente es de 5.0 a 7.0 m. Este nivel de arenas y gravas es el que se escogió como soporte de la cimentación. Más abajo, se encuentra la marga azul, a unos 3.0 m bajo la cota de apoyo. El perfil geológico descrito puede verse representado en la Figura 2.3

Se prestó especial interés en el reconocimiento de las gravas y de la marga azul, en especial al contacto entre ambas formaciones. No se detectaron zonas blandas en dicho contacto, aunque sí una ligera disminución de la resistencia.

De un total de 56 ensayos, el valor medio de la resistencia a compresión simple de la marga azul es de q_u = 0.52 Mpa. Si de estos valores se separan los resultados obtenidos en los tres primeros metros se obtiene q_u = 0.41 Mpa y 0.54 Mpa en el resto de los valores.

2.4.- Metodología de cálculo

Para el estudio de la cimentación se mantuvieron las mismas expresiones que en el Proyecto original para la determinación de las resistencias unitarias por punta y fuste de los elementos de cimentación con los mismos coeficientes de seguridad, así como los mismos criterios para definir las zonas de influencia de las cimentaciones, basado todo ello en la N.T.E. de cimentaciones.

El problema planteado por la modificación realizada en la cimentación propuesta en proyecto para las pilas principales, con el cambio del substrato de apoyo al nivel de gravas existente por encima de las margas azules, se resolvió aumentando el área y número de elementos de cimentación para que trabajasen a cargas unitarias más reducidas y resultasen admisibles con los criterios adoptados en la N.T.E.

Esta modificación en las pilas principales, cambió el modo de trabajo de los elementos de cimentación y en vez de resistir fundamentalmente por fuste, como estaba previsto en el Proyecto original, se obtuvo un elemento portante que trabajaba en torno a un 60% por punta, aunque con cargas de trabajo muy minoradas por el efecto de forma (se minoró por un factor de 1.30), y por el efecto de la marga azul.

Es por esta razón que se consideró muy importante garantizar una correcta limpieza de la base durante la ejecución de las pantallas, para así conseguir una buena transmisión de las cargas al nivel de apoyo.

Los elementos portantes se comprobaron tanto considerando su trabajo individual (con cargas de trabajo reducidas, entre 1.6 y 2.1 Mpa) como el efecto grupo, considerando el conjunto como un gran pozo o cajón apoyado en el sustrato de gravas, el cual reparte la carga sobre la marga azul. Las tensiones de trabajo del conjunto de la cimentación eran del orden de los 0.22 a 0.44 Mpa en el estrato de gravas y de 0.14 a 0.25 Mpa en el techo de la marga, según las hipótesis de reparto de tensiones que se considerasen, las cuales se detallan a continuación.

En el cálculo del comportamiento del grupo de pilotes frente a carga vertical y asientos se estudiaron dos hipótesis para el reparto de tensiones. En la hipótesis a) se calculaba una cimentación equivalente, cuyo plano de apoyo se consideró a 2/3 de la profundidad de los pilotes (despreciando las capas blandas superficiales), la carga transmitida por el fuste de los pilotes (o pantallas) se asimila a un reparto con un ángulo 1:4 respecto a la vertical. A partir de la base de la cimentación equivalente, el ángulo de reparto de la carga a los estratos subyacentes es de 30º con la vertical.

En la hipótesis b) se consideró que la carga se reparte en el terreno a partir del techo del estrato de gravas, sin considerar la colaboración de la arcilla superior. En la figura 2.4 se representa ambas hipótesis.

Para el cálculo de asientos se estimaron unos módulos de elasticidad de 98 Mpa en las gravas y de 49 Mpa en la marga (valor que tenía en cuenta la zona más alterada del contacto)

Se evaluaron los módulos del terreno de deformabilidad vertical, horizontal y coacción al giro del conjunto de la cimentación. Estos módulos se incluyeron en el análisis de la interrelación suelo-estructura, contemplando tanto el sentido transversal, con el efecto de los fustes y riostras, como en sentido longitudinal, con las coacciones en cabeza de pila producidas por el sistema de cables.

En la situación previa al cierre del tablero y descontando el peso del encepado, los valores de los asientos calculados en la pila 15 (la más desfavorable) resultaban ser de 25-32 mm.

Durante la ejecución de la cimentación se midieron los asientos a partir de la terminación de los encepados. Los valores obtenidos al final de la construcción fueron de 18 mm en la pila 14 y de 25 mm en la pila 15, valor que concordaba muy bien con el calculado. En la Figura 2.5 se representan los diagramas de Cargas-Tiempos y de Asientos-Tiempos.

La variante que se propuso tenía coeficientes de seguridad superiores a 2,5 respecto a la carga máxima y mayores de 3,0 respecto a la carga media (del orden de 3,7 en las pilas principales)

2.5.- Ejecución

Por los condicionantes del aumento en el trabajo por punta de los elementos portantes al 60%, se prestó gran importancia a garantizar una correcta limpieza de la base de las pantallas, y así garantizar una adecuada transmisión de cargas de las pantallas a las gravas y evitar el efecto del aflojamiento producido por la excavación. Para ello se dejaron colocados unos tubos de PVC sujetos a la jaula de las armaduras en cada uno de los módulos, para, una vez finalizadas las pantallas, sondear la punta y en el caso de apreciarse una limpieza incorrecta, se procedía al lavado e inyección de la zona en malas condiciones. En la Foto 2.3 se puede ver la jaula de armadura donde se colocaban dichos tubos.

En la foto 2.4 se pueden ver la construcción de los muretes guías de las pilas principales.

Otro aspecto que se cuidó fue el asegurar la colaboración lateral del terreno en los metros superiores. Para ello, se realizó el replanteo de cada cimentación, junto con la topografía y batimetría del cauce en las inmediaciones, para poder luego proteger adecuadamente a la cimentación en caso de que se detectase un resguardo insuficiente o existiera el riesgo de erosión por socavación.

También en las pilas principales, para una mayor seguridad respecto a la naturaleza y espesor del estrato resistente de gravas y arenas y respecto a la cota del techo de la marga, se realizaron sondeos a gran escala. Estos consistieron en profundizar los módulos de pantallas centrales de cada uno de los dos encepados de cada pila principal, penetrando un mínimo de 4 m en la marga azul.

Con motivo de la fuerte agresividad de las aguas, fue necesario el empleo de cementos resistentes a los sulfatos.

Como ya se ha comentado, la variante realizada en los elementos portantes permitió ampliar el número de equipos de trabajo, con la ventaja de una mayor rapidez de ejecución por la disminución en las longitudes y por el conocimiento local del sistema de cimentación.

Los resultados y rendimientos alcanzados fueron elevados, con cuatro equipos de trabajo (2 por pila), se redujo el tiempo de ejecución de la cimentación de las pilas principales (72 elementos portantes) a menos de dos meses.

5.- BIBLIOGRAFÍA

- Dragados Obras y Proyectos, S.A. Memoria de Obra. (1.992)
- Fernández Ordóñez, J.A; Martínez Calzón, J.; Millanes, F.; Ontañón, G.; Burón Maestro, M.; Marco, J. (1992).: “El Puente del Centenario”. Revista de Obras Públicas nº 3312 Julio 1.992. Madrid, España

LISTADO DE FOTOS Y FIGURAS DEL ARTÍCULO DE INGEOTER 2

PUENTE DEL CENTENARIO



Foto 2. 1. Vista general del Puente del Centenario

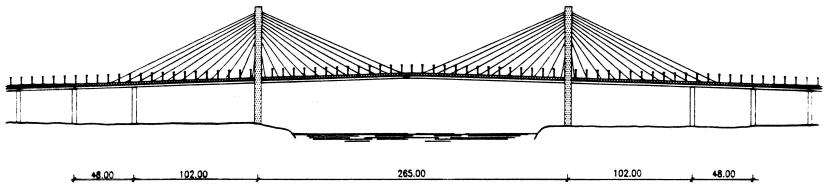


Figura 2.1. Vista general del puente



Foto 2. 2. Detalle del tramo atirantado

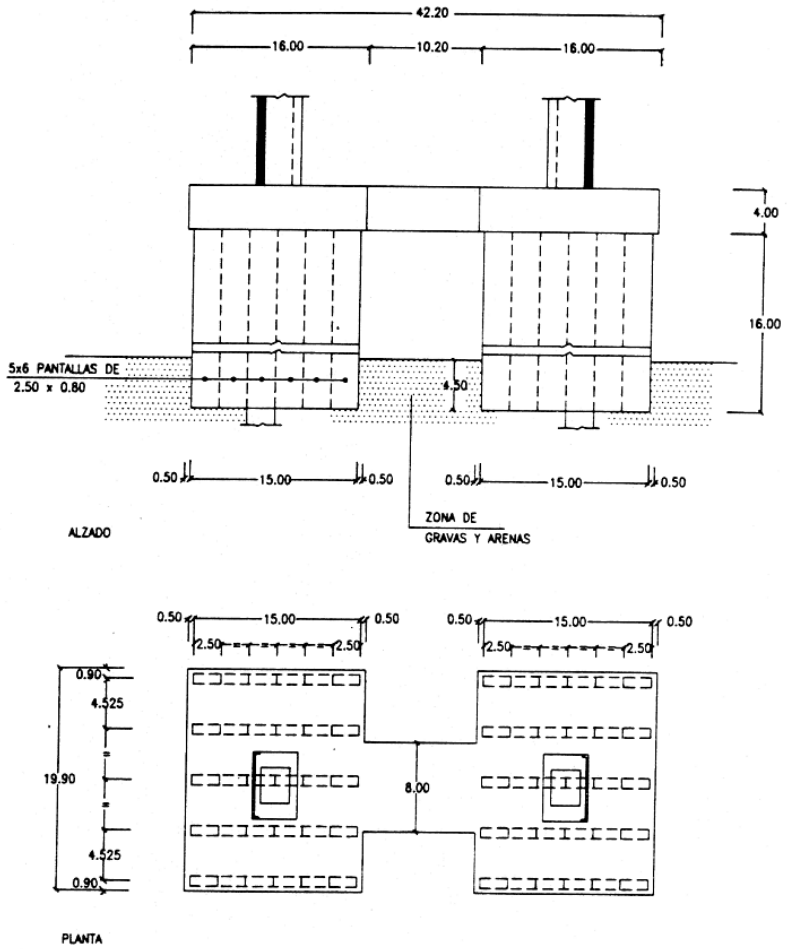


Figura 2. 2. Alzado y Planta de la cimentación de las pilas principales

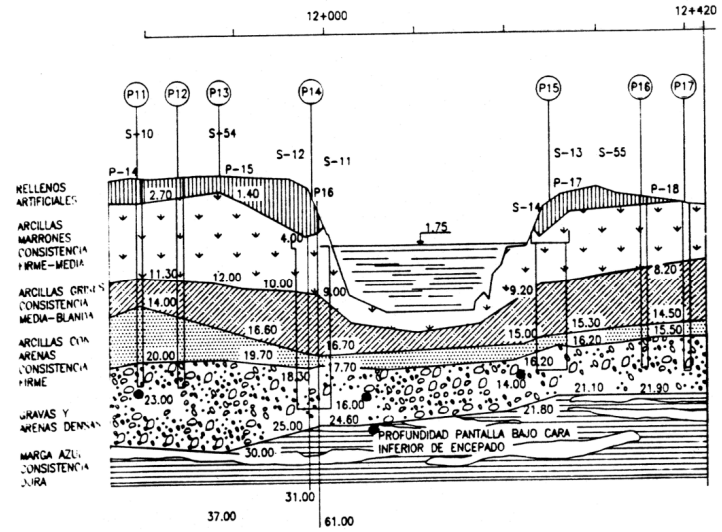


Figura 2. 3. Perfil geológico

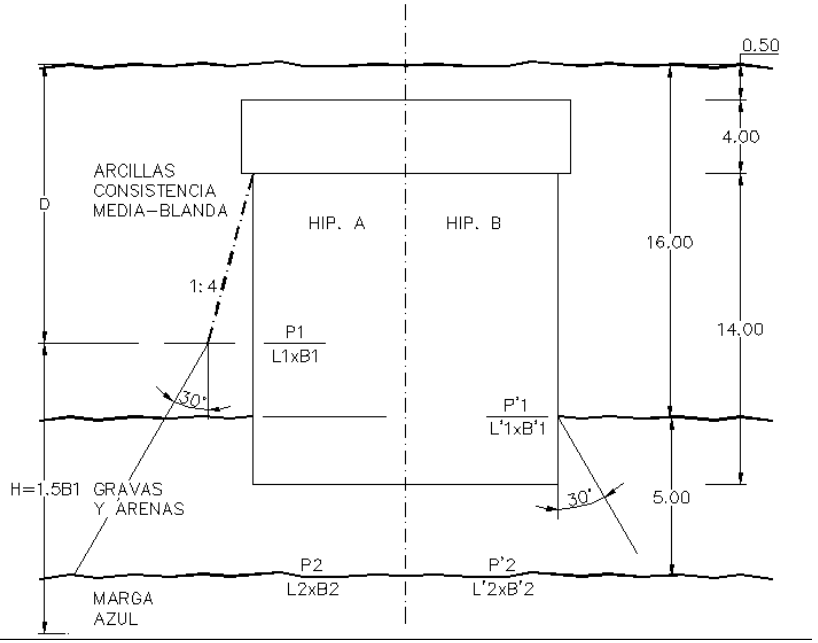


Figura 2. 4. Hipótesis de reparto de cargas sobre el terreno de cimentación

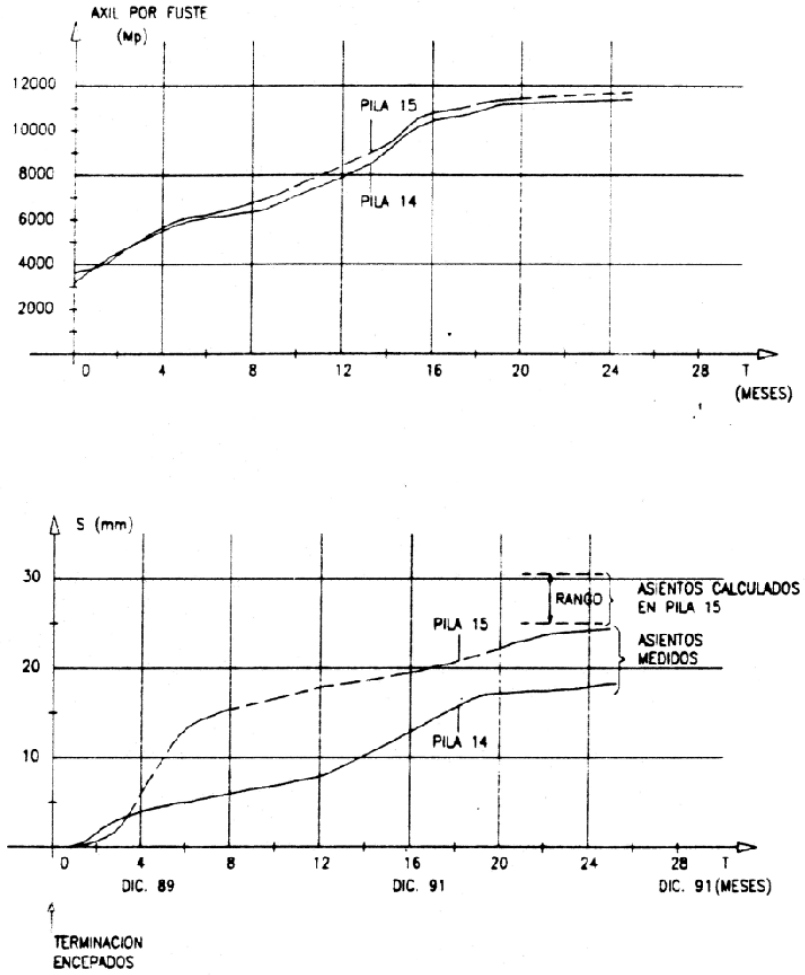


Figura 2. 5. Diagramas. Cargas-Tiempos y Asientos-Tiempos



Foto 2. 3. Colocación de la jaula de armadura junto con los tubos de P.V.C.



Foto 2. 4. Construcción de los muretes guías de las pilas principales