Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ANEJO Nº 7

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ANEJO Nº 7

CÁLCULOS ESTRUCTURALES

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN 1
2.- PASO SOBRE EL RÍO JARAMA 2
2.1.- DESCRIPCIÓN 2
2.2.- MATERIALES Y RECUBRIMIENTOS 3
2.3.- NORMATIVA Y RECOMENDACIONES CONSIDERADAS 4
2.4.- ACCIONES CONSIDERADAS 5
2.4.1.- Cargas Permanentes 5
2.4.2.- Cargas Permanentes de Valor no Constante 6
2.4.3.- Sobrecargas Variables 11
2.4.4.- Acciones Sísmicas 14
2.5.- COMBINACIÓN DE ACCIONES 14
2.5.1.- Estado Límite de Servicio 14
2.5.2.- Estado Límite Último 17
2.6.- DURABILIDAD 17
2.7.- CÁLCULO DEL TABLERO 18
2.7.1.- Descripción del Cálculo 18
2.7.2.- Cálculos de Vigas 18
2.7.3.- Els Característica 19
2.7.4.- Els Frecuente 20
2.7.5.- Els Cuasipermanente 20
2.7.6.- Elu Rotura Flexión 21
2.7.7.- Elu Rotura Cortante. 24
2.7.8.- Elu Rasante Viga-Losa 28
2.7.9.- Elu Rasante Alas 28
2.7.10.- Armadura Transversal de Losa 29
2.7.11.- Armadura de Refuerzo en Anclajes 32
2.7.12.- Armadura de Losa de Continuidad 32
2.7.13.- Cálculo de Prelosas 35
2.7.14.- Flechas 38
2.7.15.- Giros 39
2.7.16.- Desplazamientos en Juntas de Tablero 40
2.7.17.- Reacciones en Apoyos 41
2.8.- CALCULO HORIZONTAL 41
2.8.1.- Rigidez de Apoyos 42
2.8.2.- Resultados de acciones horizontales en STATIK 43

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.8.3.- Comprobación Neoprenos 51
2.8.4.- Cálculo de dados de hormigón de apoyo de tubería 79
2.9.- CÁLCULO DE PILAS 81
2.9.1.- Descripción del Cálculo 81
2.9.2.- Cálculo de Fustes 82
2.9.3.- Elu Flexión 134
2.9.4.- Elu Cortante 147
2.9.5.- Els Fisuración 148
2.9.6.- Cálculo de Capitel 169
2.9.7.- Cálculo de Cimentación de Pilas 173
2.10.-ESTRIBOS 182
2.10.1.- Descripción de las Obras 182
2.10.2.- Descripción del Cálculo 183
2.10.3.- Cargas Consideradas 183
2.10.4.- Estribo 1 184
2.10.5.- Estribo 2 199
3.- CÁLCULO DE TUBERÍA EN PASO SOBRE EL RÍO JARAMA 222
3.1.- EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD RESISTENTE DE LA TUBERÍA 222
4.- CÁLCULO DE MACIZO DE PROTECCIÓN DE TUBERÍA EN ZANJA 224
4.1.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN 224
4.2.- FASE 1 225
4.2.1.- Acciones consideradas 225
4.2.2.- Modelo de cálculo 225
4.2.3.- Resultados 227
4.3.- FASE 2 228
4.3.1.- Acciones consideradas 228
4.3.2.- Modelo de cálculo 229
4.3.3.- Resultados obtenidos en tubería 230
4.3.4.- Resultados obtenidos en el macizo 231
5.- CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LAS ARQUETAS 232
5.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS. DURABILIDAD. 232
5.2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO 236
5.3.- RESUMEN DE LA HIPÓTESIS DE CÁLCULO 237
5.4.- VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS ACCIONES. 237
5.5.- VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES 239
5.6.- ARQUETAS DE SECCIONAMIENTO 240
5.6.1.- Muros perimetrales 240
5.6.2.- Macizos de anclaje 247
5.6.3.- Pletinas de anclaje 249
5.6.4.- Losas de cierre 251
5.7.- ARQUETAS DE DERIVACIÓN 253

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.7.1.- Muros perimetrales 253
5.7.2.- Macizos de anclaje 253
5.7.3.- Pletinas de anclaje....253
5.7.4.- Losas de cierre 253
5.8.- ARQUETAS DE DESAGÜE 254
5.8.1.- Muros perimetrales 254
5.8.2.- Losas de cierre 255
5.9.- ARQUETAS DE VENTOSA....256
5.9.1.- Muros perimetrales 256
5.9.2.- Losas de cierre 256
5.10.-ARQUETA DE CONEXIÓN CON ARTERIA ESTE 256
5.10.1.- Muros perimetrales 256
5.10.2.- Macizos de anclaje 256
5.10.3.- Pletinas de anclaje....258
5.10.4.- Losas de cierre 259
6.- MACIZOS DE ANCLAJE 260
7.- CÁLCULO DE TRAMO AUTOPORTANTE 261
7.1.- INTRODUCCIÓN....261
7.2.- NORMATIVA CONSIDERADA 261
7.3.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA....261
7.4.- ACCIONES CONSIDERADAS 262
7.4.1.- Permanentes....262
7.4.2.- Sobrecarga de uso....262
7.4.3.- Presión en la conducción....262
7.4.4.- Peso y empujes de tierras 262
7.4.5.- Sobrecarga de viento....262
7.4.6.- Sobrecarga de nieve....262
7.4.7.- Temperatura 262
7.4.8.- Sismo....263
7.5.- CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS....263
7.6.- MATERIALES....263
7.7.- CRITERIOS DE DISEÑO 263
7.7.1.- Conducción....263
7.7.2.- Estribos....263

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICES

Apéndice 1.- Modelo de tablero. Civilcad
Apéndice 2.- Modelo de acciones horizontales. Statik
Apéndice 3.- Modelo de cálculo. Estribo 1. Autodesk Robot 2009
Apéndice 4.- Modelo de cálculo. Estribo 2. (Modelo general) Autodesk robot 2009
Apéndice 5.- Comprobaciones de tubería en paso sobre el río Jarama
Apéndice 6.- Comprobación mecánica del macizo
Apéndice 7.- Cálculo de arquetas. Listados
Apéndice 8.- Dimensionamiento de la conducción del tramo autoportante
Apéndice 9.- Dimensionamiento de estribos del tramo autoportante

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se procede al cálculo estructural de los siguientes elementos:

1. Acueducto sobre el río Jarama (transcripción del cálculo realizado en el Proyecto Original P.C. ARTERIAS PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS), redactado por PAYMACOTAS para AENA).

2. Cálculo estructural de las arquetas de seccionamiento y derivación

3. Cálculo estructural de las arquetas de ventosa

4. Cálculo estructural de las arquetas de desagüe

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.- PASO SOBRE EL RÍO JARAMA

2.1.- DESCRIPCIÓN

El Paso sobre el río Jarama está dividido en 7 vanos con una distribución de 7 x 39.47 m realizada mediante vanos isostáticos con junta de continuidad. El tablero se ha materializado mediante vigas doble T de 1,85 m de canto y una losa ejecutada in situ de 0.2 m de canto.

Se disponen 3 juntas de dilatación a lo largo de la estructura, (Estribo 1, Pila 4 y Estribo 2)

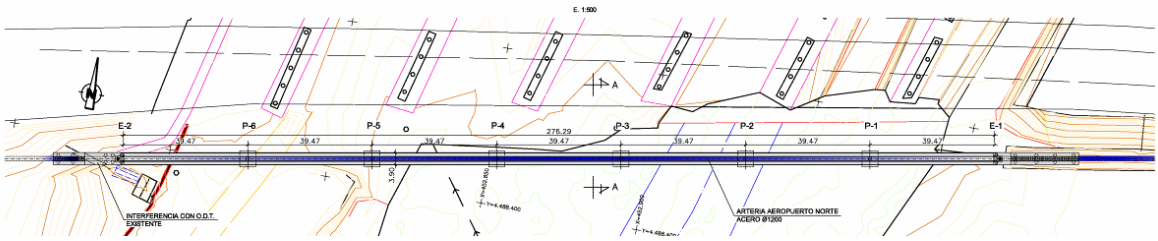


Figura 1.- Planta

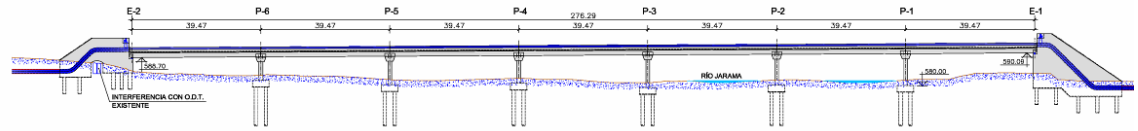


Figura 2.- Alzado

El trazado en planta es recto y en alzado presenta una pendiente del 5‰.

La sección tipo presenta una anchura total de 3,90 m. La sección se descompone según se indica:

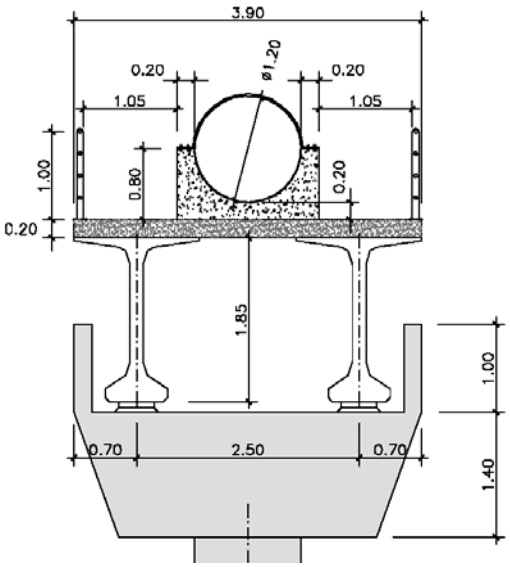


Figura 3.- Sección por pila

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

- Barrera metálica de 0,1 m.
- Pasillo de mantenimiento de 1,05 m.
- Tubería apoyada en bloques de hormigón (1,60 m)
- Pasillo de mantenimiento de 1,05 m.
- Barrera metálica de 0,1 m.

Las pilas recogen el tablero mediante un fuste único de 1,40 m de diámetro. En la parte superior se dispone un capitel que recoge las dos vigas.

La cimentación de las pilas se ha planteado como profunda con pilotes. En cada pila se dispone un encepado de dimensiones 5,0 x 5,0 x 1,5 m que recoge 4 pilotes de 1,0 m de diámetro cumpliendo todos los condicionantes impuestos en el anejo geotécnico.

El estribo 1y 2 se han planteado como un macizo de hormigón que recoge las fuerzas de desviación de la tubería en la zona de los codos. La cimentación del estribo 1 se ha planteado como superficial mientras que el estribo 2 es necesario ejecutar pilotes. Así mismo el estribo 2 presenta un paso para una obra de drenaje transversal existente procedente de la M-50.

2.2.- MATERIALES Y RECUBRIMIENTOS

Los materiales y recubrimientos empleados en el cálculo son los siguientes:

MATERIALES / NIVELES DE CONTROL / RELACIÓN AGUA-CEMENTO

MATERIAL	ELEMENTO	TIPO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	RECUB. (mm)	A/C máx.	CEMENTO (Kg/m^3)
HORMIGÓN	LIMPIEZA	HL-150/B/20	--	--	--	--	150
	VIGA PREFABRICADA	HP-45/F/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.5	25	0.55	300
	PRELOSAS PREFABRICADA	HA-30/F/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.5	30	0.55	300
	ESTRIBOS	HA-30/B/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.5	30+5	0.50	300
	PILOTES	HA-25/F/20/IIa	ESTADÍSTICO	1.5	70+5	0.60	275
	PILAS	HA-30/F/20/IIb	ESTADÍSTICO	1.5	30+5	0.55	300
ARMADURA PASIVA	TODA LA OBRA	B 500 S	NORMAL	1.15	--	--	--
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA	----	INTENSO	SEGÚN IAP	--	--	--

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Respecto a la resiliencia del acero se evalúa la temperatura mínima de los últimos 50 años en la zona resultando de valor:

Madrid – Barajas / Aeropuerto

Altitud: 582 m - Latitud: 40º 27' 15'' N - Longitud: 03º 32' 39'' O
Intervalos de validez por variables:
Precipitación: 1951-2009 Temperatura: 1951-2009 Viento: 1961-2009

Variable	**Anual**
Tem. Min. Absoluta (ºC)	*-14.8 (05 feb 1963)*

Admitiendo la condición de servicio C2 (tensiones locales entre el 67 y el 200 % del límite elástico, además de realizarse un tratamiento térmico de relajación de tensiones) y la temperatura mínima de -20 ºC, resulta un espesor máximo para un acero S275 JR de valor 14 mm.

Será necesario entonces en la zona del paso sobre el río Jarama, subir la calidad del acero respecto a los tramos adyacentes por estar a la intemperie a la calidad S275 J0 pues el espesor necesario en el paso sobre el río Jarama es de 18 mm por cálculo.

De este modo queda asegurada la resistencia a la rotura frágil de manera preventiva.

2.3.- NORMATIVA Y RECOMENDACIONES CONSIDERADAS

En el cálculo de la presente estructura se hace referencia a la siguiente Normativa:

- EHE – 08. Instrucción de Hormigón Estructural.
- Guía de Cimentaciones en obras de carretera.
- IAP – 98 – Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.
- NCSP – 07. Norma de construcción sismorresistente: Puentes.
- Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera. MOPU 1982.
- Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. 1995.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.4.- ACCIONES CONSIDERADAS

2.4.1.- CARGAS PERMANENTES

Peso propio

Peso específico del hormigón armado: 2,50 T/m^3.

Carga muerta

De acuerdo con la sección transversal definida para el puente, se consideran los siguientes pesos de los elementos no resistentes:

Barreras:	0,20 T/m
Dados de hormigón de apoyo de tubería:	7,145KN/ud -> 1,62KN/m.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.4.2.- CARGAS PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE

Pretensado, retracción y fluencia

Se han considerado los siguientes valores: HR = 59 %

a) Cálculo Retracción en Losa

HR =	59	%	*Humedad relativa en tanto por ciento*
A_c =	0.39	m^2	*Área de la sección transversal*
u_{LOSA} =	4.30	m	*Perímetro en contacto con la atmósfera*
	181.4		
e_{LOSA} =	0	mm	*Espesor medio*
k_e =	0.874		*Coeficiente que depende del espesor medio*

Endurecimiento : Normal

α_{ds1} =	4.00		
α_{ds2} =	0.12		
f_{cm0} =	**10**	N/mm^2	
f_{cm} =	38	N/mm^2	*Resistencia media del hormigón*

Estructura : Al aire

β_{HR} =	-1.23		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	-437.9	$*10^{-6}$	*Coeficiente de retracción a tiempo infinito*
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	-50.0	$*10^{-6}$	

$\varepsilon_{cs} * 10^{-6}$

t / t_0	1	7	14	28	90	120	365	1800	10000
1	-9	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-22	2	-	-	-	-	-	-	-
14	-71	-52	-26	-	-	-	-	-	-
28	-116	-100	-81	-33	-	-	-	-	-
90	-225	-218	-210	-191	-43	-	-	-	-
120	-255	-250	-244	-230	-134	-44	-	-	-
365	-351	-350	-348	-346	-331	-323	-49	-	-
1800	-413	-413	-413	-413	-412	-412	-408	-50	-
10000	-429	-429	-429	-429	-429	-429	-429	-428	-50

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

b) Cálculo Retracción en Viga

HR =	59	%	*Humedad relativa en tanto por ciento*
A_{VIGA} =	0.525	m^2	*Área de la sección transversal*
u_{VIGA} =	6.98	m	*Perímetro en contacto con la atmósfera*
e_{VIGA} =	150.39	mm	*Espesor medio*
k_e =	0.918		*Coeficiente que depende del espesor medio*

Endurecimiento : Rápido

α_{ds1} =	6.00		
α_{ds2} =	0.11		
f_{cm0} =	**10**	N/mm^2	
f_{cm} =	48	N/mm^2	*Resistencia media del hormigón*

Estructura : Al aire

β_{HR} =	-1.23		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	-543.4	$*10^{-6}$	*Coeficiente de retracción a tiempo infinito*
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	-50.0	$*10^{-6}$	

$\varepsilon_{cs} * 10^{-6}$

t / t_0	1	3	14	70	90	120	365	1800	10000
1	-9	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-58	-46	-	-	-	-	-	-	-
14	-101	-91	-26	-	-	-	-	-	-
60	-261	-257	-231	39	-	-	-	-	-
70	-282	-278	-256	-41	145	-	-	-	-
120	-352	-350	-339	-246	-189	-44	-	-	-
365	-464	-463	-461	-448	-442	-432	-49	-	-
1800	-529	-529	-529	-528	-528	-528	-524	-50	-
10000	-545	-545	-545	-545	-545	-545	-545	-544	-50

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

c) Cálculo Fluencia en Viga

A_{VIGA} =	0.525	m^2	*Área de la sección transversal*
u_{VIGA} =	6.982	m	*Perímetro en contacto con la atmósfera*
e_{VIGA} =	150.39	mm	*Espesor medio*

c.1) Características del hormigón

f_{ck} =	40	Mpa	*Resistencia características hormigón de la viga*
f_{cm} =	48	N/mm^2	*Resistencia media del hormigón*
E_{cm} =	30891.05	Mpa	*Módulo de deformación longitudinal secante a 28 días*
E_{c28} =	36296.98	Mpa	*Módulo de deformación longitudinal tangente en origen a 28 días*
β_E =	1.200	<= 1.175	

s = Cementos de alta resistencia y endurecimiento rápido (CEM42,5R / CEM52,5R) = 0.20

t [días]	$\beta_{cc}(t)$	$f_{cm}(t)$ [Mpa]	$E_{cm}(t)$ [Mpa]
1	0.42	20.35	23878.45
3	0.66	31.82	27307.56
14	0.92	44.18	30132.78
28	1.00	48.00	30891.05
70	1.08	51.66	31579.85
120	1.11	53.23	31864.22
365	1.16	55.47	32260.65
1800	1.19	57.18	32556.70
10000	1.21	58.01	32697.27

c.2) Cálculo historial de cargas

t_0 [días]	A_p [mm2]	σt_0 [N/mm^2]	$\Delta\sigma$ [N/mm^2]	$\beta(t_0)$
1	**0.00**	**1395.00**	0.00	-1.111
3	**3920.00**	**1395.00**	10.42	-0.873
14	**0.00**	**1395.00**	0.00	-0.627
28	**0.00**	**1395.00**	0.00	-0.541
70	**0.00**	**1395.00**	0.00	-0.447
120	**0.00**	**1395.00**	0.00	-0.399
365	**0.00**	**1395.00**	0.00	-0.317
1800	**0.00**	**1395.00**	0.00	-0.228
10000	**0.00**	**1395.00**	0.00	-0.161

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

c.3) Cálculo coeficiente de fluencia

α_1 = 0.802
α_2 = 0.939
α_3 = 0.854

φ_{HR} = 1.771 si f_{cm} <= 35 N/mm^2
1.519 si f_{cm} > 35 N/mm^2

$\beta(f_{cm})$ = 2.425

β_H = 476.03 si f_{cm} <= 35 N/mm^2 β_H <= 1500
si f_{cm} > 35 N/mm^2 β_H <= 1280.87

$\varphi(t,t_0)$

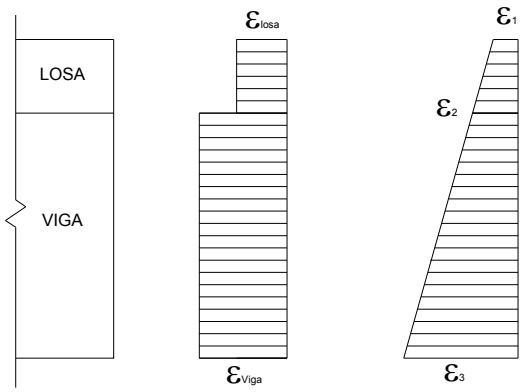
t / t_0	1	3	14	28	70	120	365	1800	10000
1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-0.8	0.0	-	-	-	-	-	-	-
14	-1.4	-1.0	0.0	-	-	-	-	-	-
60	-2.1	-1.6	-1.1	-0.9	-	-	-	-	-
70	-2.2	-1.7	-1.2	-0.9	0.0	-	-	-	-
120	-2.5	-2.0	-1.4	-1.2	-0.8	0.0	-	-	-
365	-3.2	-2.5	-1.8	-1.5	-1.2	-1.1	0.0	-	-
180 0	-3.8	-3.0	-2.2	-1.9	-1.5	-1.4	-1.1	0.0	-
100 00	-4.0	-3.2	-2.3	-2.0	-1.6	-1.4	-1.2	-0.8	0.0

c.4) Cálculo deformación por fluencia

t [días]	σ [N/mm^2]	$\varepsilon_0 * 10^{-6}$	$\varepsilon_{cr} * 10^{-6}$	$\varepsilon_{TOTAL} * 10^{-6}$
1	0.00	0	0	**0**
3	10.42	-381	0	**-381**
14	10.42	0	-296	**-677**
60	10.42	0	-472	**-853**
70	10.42	0	-492	**-874**
120	10.42	0	-567	**-948**
365	10.42	0	-717	**-1099**
1800	10.42	0	-860	**-1241**
10000	10.42	0	-910	**-1291**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

La unión de viga y losa hace que deban de compatibilizarse las deformaciones. En este caso es de interés la deformación en la fibra inferior de la viga pues es al final la que influye en el dimensionado de los apoyos.



(509) (b)

Figura 4.- Deformaciones en viga y losa. (a) Deformaciones sin compatibilidad de deformaciones, (b) deformaciones con compatibilidad de deformaciones.

Introduciendo un modelo de viga + losa y comparando los resultados con la evaluación analítica se puede obtener la retracción + fluencia a nivel de cara inferior de viga y por lo tanto en apoyos. Este valor se empleará en los modelos de acciones horizontales.

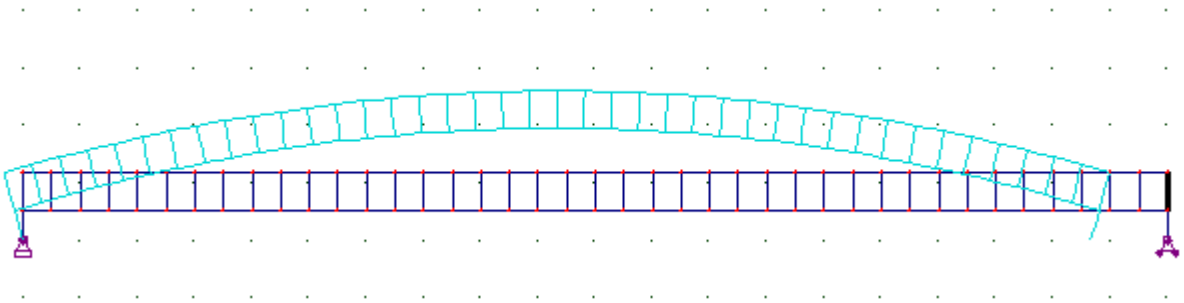


Figura 5.- Modelo de retracción viga + losa.

En este modelo se han introducido los siguientes valores:

- Losa:

  - $\varepsilon_{r,losa}(0,\infty) = -407\ \mu$

  - $\varepsilon_{\varphi,losa} = 0\ \mu$

  - $\varepsilon_{r,losa}(0,\infty) + \varepsilon_{\varphi,losa} = -407\ \mu$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

- Viga:

- $\varepsilon_{r,viga}(70, \infty) = \varepsilon_{r,viga}(0, \infty) - \varepsilon_{r,viga}(0,70) = -545 - (-278) = -267\ \mu$

- $\varepsilon_{\varphi,viga}(70, \infty) = \varepsilon_{\varphi,viga}(0, \infty) - \varepsilon_{\varphi,viga}(0,70) = -758 - (-404) = -354\ \mu$

- $\varepsilon_{r,viga}(70, \infty) + \varepsilon_{\varphi,viga}(70, \infty) = -621\ \mu$

Con estos valores se obtiene como deformación en la fibra inferior ε_3:

ε_{LOSA} =	**-407**	x 10^6	*Deformación por retracción en losa aislada*
ε_{VIGA} =	**-621**	x 10^6	*Deformación por Retracción+Fluencia Viga aislada*
$\varepsilon_{LOSA,SUP}$ =	-462.60	*10^{-6}	*Deformación conjunta en fibra superior de losa*
$\varepsilon_{FIBRA,COMUN}$ =	-486.42	*10^{-6}	*Deformación conjunta en fibra de unión losa-viga*
$\varepsilon_{VIGA,INF}$ =	-665.56	*10^{-6}	*Deformación conjunta en fibra inferior de viga*

Puede verse en los cálculos que la losa se hormigonará cuando la viga tenga una edad de 70 días.

Se adoptará un valor de reología + fluencia de -666 μ

Acciones del terreno

En estribos se han considerado las siguientes características para el material de relleno:

- Densidad aparente, $\gamma_{aparente}$ = 20 kN/m^3
- Ángulo de rozamiento interno, Φ=30º
- Coeficiente de empuje activo al reposo, Ka = (1-sen Φ) = 0,5
- Cohesión = 0 T/m^2.

2.4.3.- SOBRECARGAS VARIABLES

Se han considerado las siguientes sobrecargas:

- Sobrecarga uniforme de 2.0 kN/m^2 de mantenimiento.
- Sobrecarga en trasdós de muros y estribos de 10 kN/m^2 (1 T/m^2).
- Variación de Temperatura.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Zona: **5**

Tipo: Vigas de hormigón

K =	26.9		
a =	0.3		
	-		
b =	0.088		
c =	0.06		
s =	**2.50**	m	*Separación entre ejes de vigas (m) para tableros de vigas de horm.*
H_{min} =	1.00	m	*En otro caso s = 1.*
H_{max} =	2.50	m	
h_{calc} =	2.05	m	
ΔT =	43.12	ºC	
0.75 * ΔT =	**32.34**	ºC	

a.1) Gradiente térmico vertical positivo del tablero

Caso 4: Vigas de hormigón

K =	**0.87**	
$\Delta T_{SI,ref}$ =	**9.5**	ºC/m
ΔT_{SI} =	8.27	ºC

Se ha considerado, para los esfuerzos en la tubería una variación de temperatura de +-35ºC en la tubería y de +-20ºC en el tablero, siguiendo indicaciones de la IAP-98.

Viento:

El empuje de viento sobre cualquier elemento del puente se ha estimado mediante la siguiente expresión:

$$F = C_D \cdot A \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_C^{\,2} \right)$$

con:

- F = Empuje horizontal de viento
- CD = Coeficiente de arrastre del elemento considerado
- A = Área neta total del elemento
- ρ = Masa específica del aire
- Vc = Velocidad de cálculo

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

a) Viento

v_{REF} =	**24**	m/s	*Velocidad de referencia*
C_t =	1.00		*Factor de topografía*
C_r =	1.04		*Factor de riesgo. De valor 1,04 para T = 100 años*
z_1 =	**8.79**	m	*Cota del terreno hasta la fibra inferior de la viga*
h_{VIGA} =	**1.85**	m	*Canto de la viga*
e_{LOSA} =	0.20	m	*Espesor de losa*
h_b =	**1.40**	m	*Altura de la barrera*
h_{sc} =	**2.00**	m	*Altura de la sobrecarga*
z_{csc} =	10.82	m	*Altura de empuje. Situación con sobrecarga*
z_{ssc} =	10.52	m	*Altura de empuje. Situación sin sobrecarga*

Tipo de entorno: II

k_z =	0.19		
z_0 =	0.05		
z_{min} =	4.00		

	CSC	**SSC**
C_z =	1.022	1.016
C_g =	1.517	1.519

	CSC	**SSC**		
V_C =	38.69	38.54	m/s	*Velocidad de cálculo*

a.1) Empuje del viento. Tablero

B =	3.90		m	
h_{eq} =	4.05	3.45	m	
C_D =	2.21	2.16		*Con 1.3 <= C_D <= 2.4*
η_{viga} =	**0.13**			*Coeficiente de ocultamiento viga (=0 si nº vigas = 1)*
$\eta_{barrera}$ =	**0.00**			*Coeficiente de ocultamiento barrera*

Transversal	**CSC**	**SSC**		
f_{Hk} =	1.03	2.01	kN/m^2	
	4.44	7.41	kN/m	
h_f =	2.43	2.07	m	*Altura de aplicación respecto a la base*

Vertical	**CSC**	**SSC**		
f_{Hk} =	1.82	1.81	kN/m	
b_f =	0.98	0.98	m	*Distancia del punto de aplicación al borde del tablero*

Longitudinal	**CSC**	**SSC**	
f'_{Hk} =	1.11	1.85	kN/m

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

a.2) Empuje del viento. Pilas

ϕ_{PILAS} = **1.20** m

C_D = **1.30**

Transversal	**CSC**	**SSC**	
f_{TOTAL} =	0.73	1.45	kN/m

Longitudinal	**CSC**	**SSC**	
f_{TOTAL} =	0.18	0.36	kN/m

2.4.4.- ACCIONES SÍSMICAS

De acuerdo a la normativa NCSP-07, nos encontramos en el grupo 3 “Construcciones de especial importancia”, por tratarse de infraestructuras básicas.

Por tratase de construcciones de importancia normal o especial y ser la aceleración sísmica básica ab inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad, no será necesario considerar la aplicación de la norma de construcción sismorresistente NCSP-07.

2.5.- COMBINACIÓN DE ACCIONES

2.5.1.- ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

2.5.1.1.- Combinación característica

La combinación de acciones es:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\, G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j}\, G^*_{k,j} + \gamma_P\, P_k + \gamma_{Q,1}\, Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\, \psi_{0,i}\, Q_k$$

donde:

$G_{k,j}$ – Valor característico de las acciones permanentes.

$G^*_{k,j}$ – Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.

P_k – Valor característico de la acción del pretensado.

$Q_{k,1}$ – Valor característico de la acción variable determinante.

$\psi_{0,i}\, Q_{k,i}$ – Valor representativo de combinación de las acciones variables secundarias.

$\gamma_{G,j}$; $\gamma_{G^*,j}$; γ_P ; $\gamma_{Q,i}$ – Coeficientes de seguridad.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Los coeficientes de seguridad (γ_i) empleados son:

Combinación característica			
Acciones		***Coeficiente de seguridad (γ_i)***	
		Favorable	***Desfavorable***
Carga permanente de valor constante	*Peso propio*	*1,00*	*1,00*
	Carga muerta	*1,00*	*1,00*
Carga permanente de valor no constante	*Peso de tierras*	*1,00*	*1,00*
	Empuje de tierras	*0,00*	*1,00*
Acciones variables	*Sobrecarga carretera*	*0,00*	*1,00*

2.5.1.2.- Combinación frecuente

La combinación de acciones es:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\cdot G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\cdot G^{*}{}_{k,j}+\gamma_P\cdot P_k+\psi_{1,1}\cdot Q_{K,1}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Q,i}\cdot\psi_{2,i}\cdot Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,j}$ – Valor característico de las acciones permanentes.

$G^{*}_{k,j}$ – Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.

P_k – Valor característico de la acción del pretensado.

$\psi_{1,1}\ Q_{k,i}$ – Valores representativos frecuentes de las acciones variables

$\psi_{2,i}\ Q_{k,i}$ – Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables

$\gamma_{G,j}$; $\gamma_{G,j}^{*}$; γ_p ; $\gamma_{Q,i}$ – Coeficientes de seguridad.

Los coeficientes de seguridad (γi) empleados son:

Combinación frecuente			
Acciones		***Coeficiente de seguridad (γ_i)***	
		Favorable	***Desfavorable***
Carga permanente de valor constante	*Peso propio*	*1,00*	*1,00*
	Carga muerta	*1,00*	*1,00*
Carga permanente de valor no constante	*Peso de tierras*	*1,00*	*1,00*
	Empuje de tierras	*0,00*	*1,00*
Acciones variables	*Sobrecarga carretera*	*0,00*	*1,00*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.5.1.3.- Combinación cuasipermanente

La combinación de acciones es:

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j}\ G_{k,j} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*,j}\ G^*_{k,j} + \gamma_P\ P_k + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\ \psi_{2,i}\ Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,j}$ – Valor característico de las acciones permanentes.

$G^*_{k,j}$ – Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.

P_k – Valor característico de la acción del pretensado.

$\psi_{2,i}\ Q_{k,i}$ – Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables

$\gamma_{G,j}$; $\gamma_{G,j}^*$; γ_P ; $\gamma_{Q,i}$ – Coeficientes de seguridad.

Los coeficientes de seguridad (γ_i) empleados son:

Combinación cuasipermanente			
Acciones		***Coeficiente de seguridad (γi)***	
		Favorable	***Desfavorable***
Carga permanente de valor constante	*Peso propio*	*1,00*	*1,00*
	Carga muerta	*1,00*	*1,00*
Carga permanente de valor no constante	*Peso de tierras*	*1,00*	*1,00*
	Empuje de tierras	*0,00*	*1,00*
Acciones variables	*Sobrecarga carretera*	*0,00*	*1,00*

Los valores de los coeficientes de combinación ψ adoptados son los que se recogen en la siguiente tabla:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,6	*0,5*	*0,2*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.5.2.- ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

2.5.2.1.- Situaciones persistentes o transitorias

La combinación de acciones es:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}\,G_{k,j}+\sum_{j\geq 1}\gamma_{G^*,j}\,G^*_{k,j}+\gamma_P\,P_k+\gamma_{Q,1}\,Q_{k,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\,\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$$

donde:

$G_{k,j}$ – Valor característico de las acciones permanentes.

$G^*_{k,j}$ – Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.

P_k – Valor característico de la acción del pretensado.

$Q_{k,1}$ – Valor característico de la acción variable determinante.

$\psi_{0,i}\,Q_{k,i}$ – Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.

$\gamma_{G,j}$; $\gamma_{G,j}^*$; γ_P ; $\gamma_{Q,i}$ – Coeficientes de seguridad.

Los coeficientes de seguridad (γi) empleados son:

Situaciones persistentes o transitorias			
Acciones		***Coeficiente de seguridad (γi)***	
		Favorable	***Desfavorable***
Carga permanente de valor constante	*Peso propio*	*1,00*	*1,35*
	Carga muerta	*1,00*	*1,35*
Carga permanente de valor no constante	*Peso de tierras*	*1,00*	*1,50*
	Empuje de tierras	*0,00*	*1,50*
Acciones variables	*Sobrecarga carretera*	*0,00*	*1,50*

2.6.- DURABILIDAD

Se ha comprobado que las tensiones, deformaciones y apertura máxima de fisuras en las secciones más desfavorables están dentro de los límites admisibles establecidos en este estado para las combinaciones de acciones más desfavorables afectadas por los correspondientes coeficientes de combinación, según la normativa vigente.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Consideraciones relativas a los ELS:

- Valor admisible de la abertura de fisura característica:

  - Tablero : 0,3 mm

  - Fustes en Pilas: 0,3 mm

  - Estribos: 0,3 mm

  - Encepados y Pilotes: 0,3 mm

2.7.- CÁLCULO DEL TABLERO

2.7.1.- DESCRIPCIÓN DEL CÁLCULO

El cálculo del tablero se divide en el cálculo longitudinal y el cálculo transversal de cada vano. Al ser tableros de vanos isostáticos se plantea el cálculo de un único tablero.

El cálculo completo del tablero se realizará mediante el programa CIVILCAD en su módulo de puentes de vigas. Este programa realiza tanto el cálculo longitudinal como transversal mediante un emparrillado que representa la estructura completa.

2.7.2.- CÁLCULOS DE VIGAS

A continuación se introducen los listados de Civilcad en los que se recogen los cálculos del tablero.

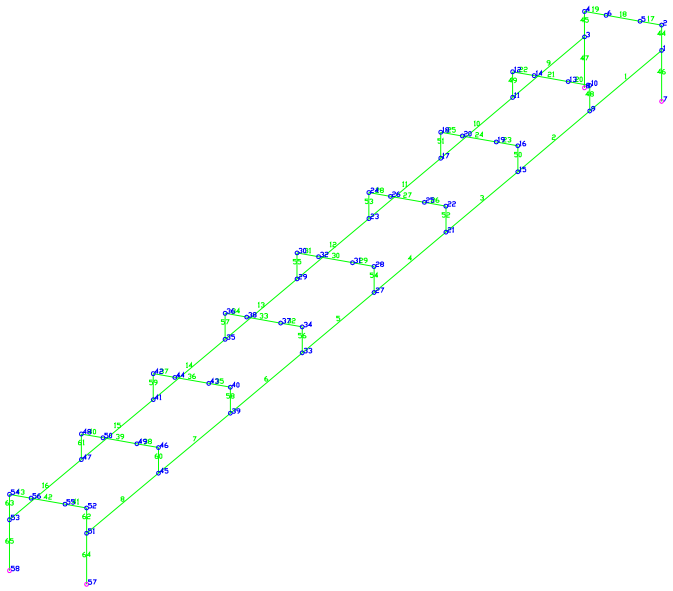
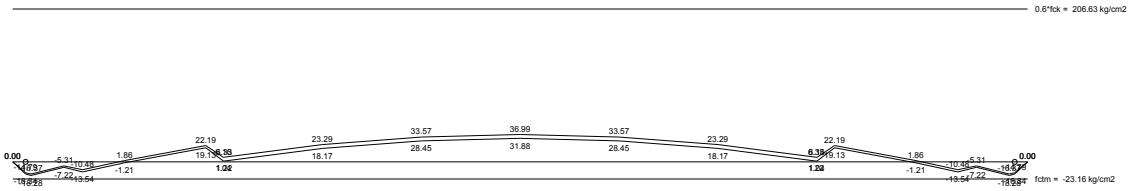


Figura 6.- Modelo de emparrillado Tablero. (Civil Cad)

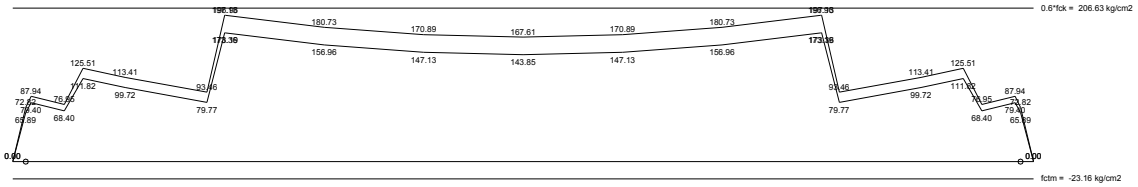
2.7.3.- ELS CARACTERÍSTICA

Se comprueba que para la combinación de acciones Característica definida en la IAP-98 no se supera en ningún punto el 60 % de la resistencia a compresión del hormigón en ese instante.

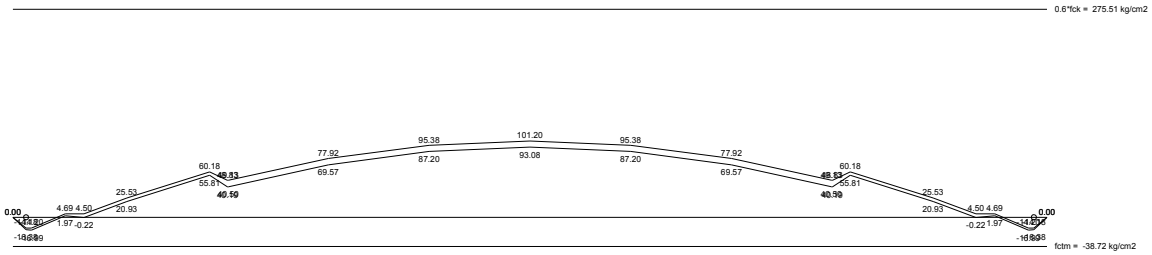
ENVOLVENTE DE TENSIONES EN FIBRA SUPERIOR DE LA VIGA TRAS TRANSFERIR EL PRETENSADO. COMBINACION CARACTERISTICA.VANO 1.VIGA 1. (kg/cm2)
ESCALA 1:100



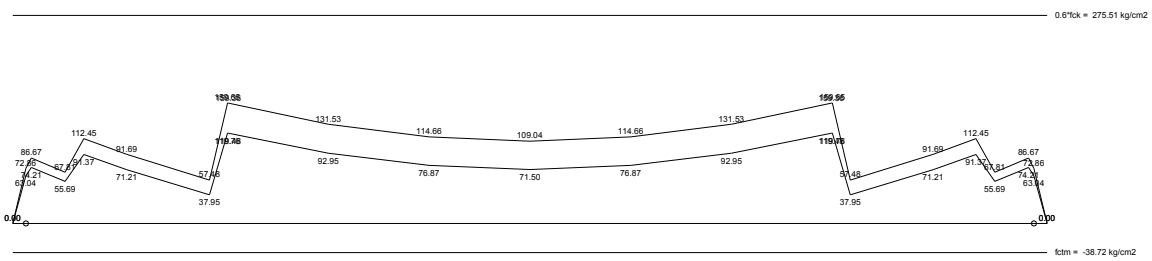
ENVOLVENTE DE TENSIONES EN FIBRA INFERIOR DE LA VIGA TRAS TRANSFERIR EL PRETENSADO. COMBINACION CARACTERISTICA.VANO 1.VIGA 1. (kg/cm2)
ESCALA 1:100



ENVOLVENTE DE TENSIONES EN FIBRA SUPERIOR DE LA VIGA TRAS HORMIGONAR LA LOSA. COMBINACION CARACTERISTICA.VANO 1.VIGA 1. (kg/cm2)
ESCALA 1:100

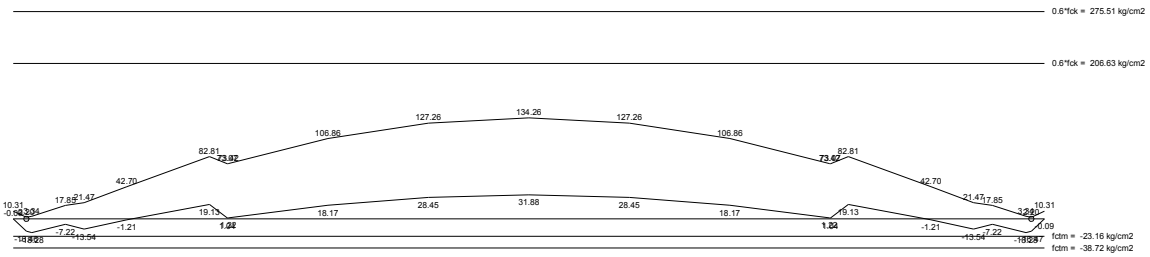


ENVOLVENTE DE TENSIONES EN FIBRA INFERIOR DE LA VIGA TRAS HORMIGONAR LA LOSA. COMBINACION CARACTERISTICA.VANO 1.VIGA 1. (kg/cm2)
ESCALA 1:100

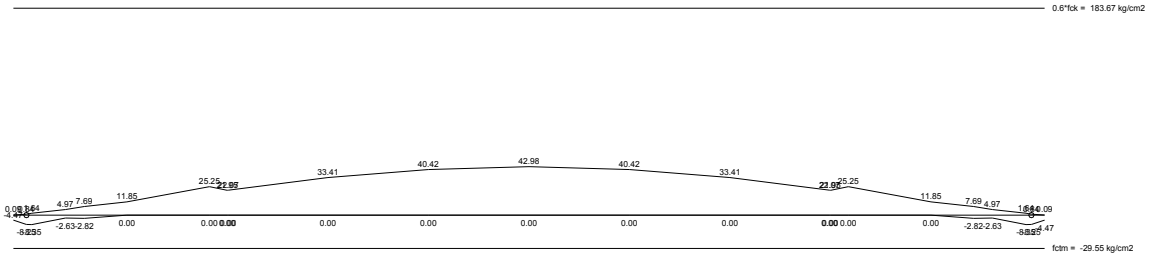


Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ENVOLVENTE DE TENSIONES EN FIBRA SUPERIOR DE LA VIGA GLOBAL EN EL TIEMPO. COMBINACION CARACTERISTICA.VANO 1.VIGA 1. (kg/cm2)
ESCALA 1:100



ENVOLVENTE DE TENSIONES EN FIBRA SUPERIOR DE LA LOSA GLOBAL EN EL TIEMPO. COMBINACION CARACTERISTICA.VANO 1.VIGA 1. (kg/cm2)
ESCALA 1:100

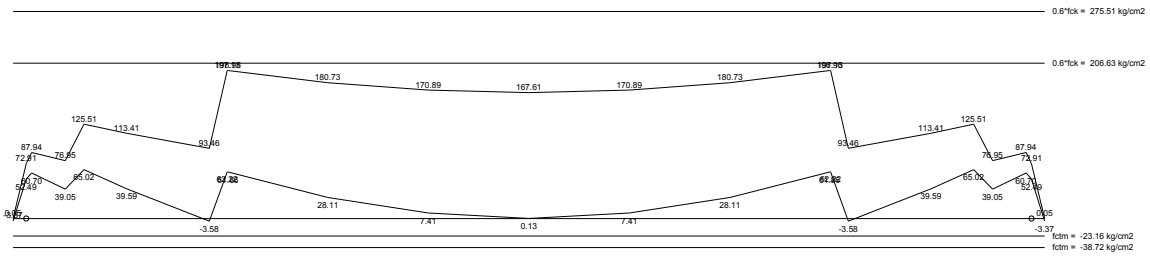


2.7.4.- ELS FRECUENTE

Se comprueba que la abertura de fisura es menor que 0,2 mm exigidos para el ambiente Iib por la EHE-08.

En el caso en cuestión tiene una tensión de tracción máxima similar a la resistencia a tracción del hormigón, por lo que no fisura, entrando en los límites de la normativa.

ENVOLVENTE DE TENSIONES EN FIBRA INFERIOR DE LA VIGA GLOBAL EN EL TIEMPO. COMBINACION FRECUENTE.VANO 1.VIGA 1. (kg/cm2)
ESCALA 1:100

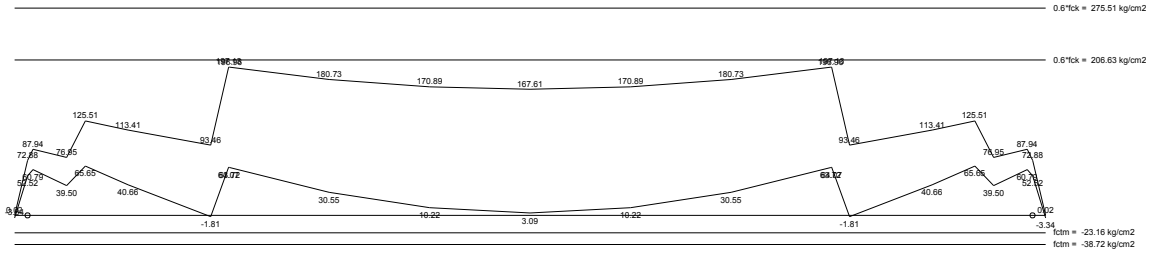


2.7.5.- ELS CUASIPERMANENTE

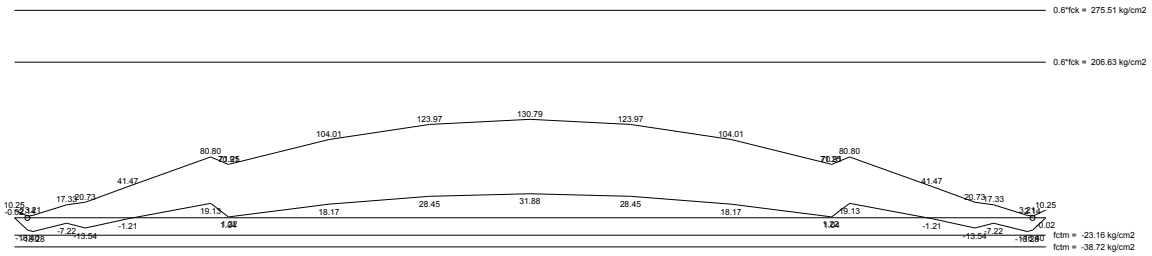
Se comprueba que la armadura activa se encuentra dentro de la zona comprimida para la combinación de acciones cuasipermanente.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ENVOLVENTE DE TENSIONES EN FIBRA INFERIOR DE LA VIGA GLOBAL EN EL TIEMPO. COMBINACION CASI-PERMANENTE.VANO 1.VIGA 1. (kg/cm2)
ESCALA 1:100



ENVOLVENTE DE TENSIONES EN FIBRA SUPERIOR DE LA VIGA GLOBAL EN EL TIEMPO. COMBINACION CASI-PERMANENTE.VANO 1.VIGA 1. (kg/cm2)
ESCALA 1:100



2.7.6.- ELU ROTURA FLEXIÓN

```
Cálculo a rotura por flexión en la viga aislada.
```

```
Esfuerzos no decalados (apartado 44.2.3.4.2 de la EHE).

 Vano   1 Viga   1
 ------------------

Cálculo realizado para flector positivo.

Coeficientes de anchura eficaz empleados

Coeficientes de anchura eficaz en centro de vano

 - Coeficiente a emplear para la parte izquierda de la losa
   que se encuentre sobre la viga :   K1 = 1.000000

 - Coeficiente a emplear para la parte derecha de la losa
   que se encuentre sobre la viga :   K2 = 1.000000


Coeficientes de anchura eficaz en los extremos de la viga

 - Coeficiente a emplear para la parte izquierda de la losa
   que se encuentre sobre la viga :   K4 = 1.000000

 - Coeficiente a emplear para la parte derecha de la losa
   que se encuentre sobre la viga :   K5 = 1.000000
```

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

s (m)	Mu (mT)	Md (mT)	K	esup	einf
-0.500	0.000	0.000	-		
0.000	0.000	0.000	-		
1.490	395.050	86.354	4.575	1.118	-10.214
3.837	605.908	208.782	2.902	1.730	-10.226
6.990	605.908	345.878	1.752	1.730	-10.226
7.000	946.252	346.252	2.733	3.500	-4.095
7.674	946.252	371.475	2.547	3.500	-4.095
11.511	946.252	487.685	1.940	3.500	-4.095
15.348	946.252	557.410	1.698	3.500	-4.095
19.185	946.252	580.652	1.630	3.500	-4.095
23.022	946.252	557.410	1.698	3.500	-4.095
26.859	946.252	487.685	1.940	3.500	-4.095
30.696	946.252	371.475	2.547	3.500	-4.095
31.370	946.252	346.252	2.733	3.500	-4.095
31.380	605.908	345.877	1.752	1.730	-10.226
34.533	605.908	208.782	2.902	1.730	-10.226
36.870	605.908	86.902	6.972	1.730	-10.226
38.370	0.000	0.000	-		
38.870	0.000	0.000	-		

Vano 1 Viga 2

Cálculo realizado para flector positivo.

Coeficientes de anchura eficaz empleados

Coeficientes de anchura eficaz en centro de vano

- Coeficiente a emplear para la parte izquierda de la losa que se encuentre sobre la viga : K1 = 1.000000
- Coeficiente a emplear para la parte derecha de la losa que se encuentre sobre la viga : K2 = 1.000000

Coeficientes de anchura eficaz en los extremos de la viga

- Coeficiente a emplear para la parte izquierda de la losa que se encuentre sobre la viga : K4 = 1.000000

- Coeficiente a emplear para la parte derecha de la losa que se encuentre sobre la viga : K5 = 1.000000

s (m)	Mu (mT)	Md (mT)	K	esup	einf
-0.500	0.000	0.000	-		
0.000	0.000	0.000	-		
1.490	395.050	86.354	4.575	1.118	-10.214
3.837	605.908	208.782	2.902	1.730	-10.226
6.990	605.908	345.878	1.752	1.730	-10.226
7.000	946.252	346.252	2.733	3.500	-4.095
7.674	946.252	371.475	2.547	3.500	-4.095
11.511	946.252	487.685	1.940	3.500	-4.095
15.348	946.252	557.410	1.698	3.500	-4.095
19.185	946.252	580.652	1.630	3.500	-4.095
23.022	946.252	557.410	1.698	3.500	-4.095
26.859	946.252	487.685	1.940	3.500	-4.095
30.696	946.252	371.475	2.547	3.500	-4.095
31.370	946.252	346.252	2.733	3.500	-4.095
31.380	605.908	345.877	1.752	1.730	-10.226
s (m)	Mu (mT)	Md (mT)	K	esup	einf
34.533	605.908	208.782	2.902	1.730	-10.226
36.870	605.908	86.902	6.972	1.730	-10.226
38.370	0.000	0.000	-		
38.870	0.000	0.000	-		

s (m) : distancia al inicio de la viga.
Mu (mT) : momento flector último de signo positivo en la sección de la viga.
Md (mT) : momento flector de cálculo de signo positivo en la sección de la viga.
K : coeficiente de seguridad a rotura (Mu/Md).
Esup (o/oo) : deformación en la fibra superior de la viga.
Einf (o/oo) : deformación en la fibra inferior de la viga.
Cálculo a rotura por flexión en la viga + losa.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Esfuerzos no decalados (apartado 44.2.3.4.2 de la EHE).

Vano 1 Viga 1

Cálculo realizado para flector positivo.

Coeficientes de anchura eficaz empleados

Coeficientes de anchura eficaz en centro de vano

- Coeficiente a emplear para la parte izquierda de la losa que se encuentre sobre la viga : K1 = 1.000000

- Coeficiente a emplear para la parte derecha de la losa que se encuentre sobre la viga : K2 = 1.000000

Coeficientes de anchura eficaz en los extremos de la viga

- Coeficiente a emplear para la parte izquierda de la losa que se encuentre sobre la viga : K4 = 1.000000

- Coeficiente a emplear para la parte derecha de la losa que se encuentre sobre la viga : K5 = 1.000000

s (m)	Mu (mT)	Md (mT)	K	esup	einf
-0.500	0.000	0.000	-		
0.000	439.635	0.563	780.28939	0.892	-10.189
1.490	439.315	127.227	3.45301	0.888	-10.191
3.837	673.199	312.880	2.15162	1.142	-10.197
6.990	671.334	518.270	1.29534	1.106	-10.199
7.000	1119.331	518.838	2.15738	1.541	-10.206
7.674	1118.860	557.105	2.00835	1.530	-10.206
11.511	1116.480	732.718	1.52375	1.481	-10.207
15.348	1114.889	839.572	1.32793	1.451	-10.208
19.185	1114.921	877.665	1.27033	1.443	-10.208
23.022	1114.889	839.572	1.32793	1.451	-10.208
26.859	1116.480	732.718	1.52375	1.481	-10.207
30.696	1118.860	557.105	2.00835	1.530	-10.206
31.370	1119.331	518.838	2.15738	1.541	-10.206
31.380	671.334	518.271	1.29533	1.106	-10.199
34.533	673.199	312.881	2.15162	1.142	-10.197
36.870	674.719	128.044	5.26942	1.169	-10.195
38.370	439.635	0.564	779.03184	0.892	-10.189
38.870	0.000	0.000	-		

Vano 1 Viga 2

Cálculo realizado para flector positivo.

Coeficientes de anchura eficaz empleados

Coeficientes de anchura eficaz en centro de vano

- Coeficiente a emplear para la parte izquierda de la losa que se encuentre sobre la viga : K1 = 1.000000

- Coeficiente a emplear para la parte derecha de la losa que se encuentre sobre la viga : K2 = 1.000000

Coeficientes de anchura eficaz en los extremos de la viga

- Coeficiente a emplear para la parte izquierda de la losa que se encuentre sobre la viga : K4 = 1.000000

- Coeficiente a emplear para la parte derecha de la losa que se encuentre sobre la viga : K5 = 1.000000

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

s (m)	Mu (mT)	Md (mT)	K	esup	einf
-0.500	0.000	0.000	-		
0.000	439.230	0.558	786.75857	0.896	-10.189
1.490	439.455	127.209	3.45459	0.894	-10.191
3.837	673.206	312.841	2.15191	1.149	-10.197
6.990	671.265	518.201	1.29537	1.112	-10.199
7.000	1118.984	518.769	2.15700	1.550	-10.206
7.674	1118.627	557.029	2.00820	1.540	-10.207
11.511	1116.364	732.611	1.52381	1.490	-10.208
15.348	1114.297	839.444	1.32742	1.458	-10.208
19.185	1113.700	877.529	1.26913	1.448	-10.208
23.022	1114.297	839.445	1.32742	1.458	-10.208
26.859	1116.364	732.612	1.52381	1.490	-10.208
30.696	1118.627	557.030	2.00820	1.540	-10.207
31.370	1118.984	518.769	2.15700	1.550	-10.206
31.380	671.265	518.202	1.29537	1.112	-10.199
34.533	673.206	312.842	2.15191	1.149	-10.197
36.870	674.238	128.026	5.26642	1.175	-10.196
38.370	439.230	0.559	785.47942	0.896	-10.189
38.870	0.000	0.000	-		

s (m) : distancia al inicio de la viga + losa.
Mu (mT) : momento flector último de signo positivo en la sección de la viga + losa.
Md (mT) : momento flector de cálculo de signo positivo en la sección de la viga + losa.
K : coeficiente de seguridad a rotura (Mu/Md).
Esup (o/oo) : deformación en la fibra superior de la losa.
Einf (o/oo) : deformación en la fibra inferior de la viga.

2.7.7.- ELU ROTURA CORTANTE.

Listado de cortantes de las acciones exteriores permanentes

Valores obtenidos con coeficientes de seguridad unitarios.

Vano 1 Viga 1

Punto	s(m)	Vpp	Vpl
1	-0.500	-0.000	0.000
2	0.000	-0.681	-0.487
3	0.000	26.162	18.704
4	9.592	13.082	9.353
5	19.185	-0.000	-0.000
6	28.778	-13.082	-9.353
7	38.370	-26.162	-18.704
8	38.370	0.681	0.487
9	38.870	-0.000	0.000

Vano 1 Viga 2

Punto	s(m)	Vpp	Vpl
1	-0.500	-0.000	0.000
2	0.000	-0.681	-0.487
3	0.000	26.162	18.704
4	9.592	13.082	9.353
5	19.185	-0.000	-0.000
6	28.778	-13.082	-9.353
7	38.370	-26.162	-18.704
8	38.370	0.681	0.487
9	38.870	-0.000	0.000

s(m): Distancia del punto al primer eje de apoyos.
Vpp(T): cortante máximo por peso propio de la viga.
Vpl(T): cortante máximo por peso de la losa.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Vano 1 Viga 1

Punto	s(m)	Vse	Vda	Vdp
1	-0.500	0.000	0.000	0.000
2	0.000	18.436	0.000	0.000
3	9.592	9.219	0.000	0.000
4	19.185	0.000	0.000	0.000
5	28.778	-9.219	0.000	0.000
6	38.370	-18.436	0.000	0.000
7	38.870	0.000	0.000	0.000

Vano 1 Viga 2

Punto	s(m)	Vse	Vda	Vdp
1	-0.500	0.000	0.000	0.000
2	0.000	18.433	0.000	0.000
3	9.592	9.216	0.000	0.000
4	19.185	0.000	0.000	0.000
5	28.778	-9.216	0.000	0.000
6	38.370	-18.433	0.000	0.000
7	38.870	0.000	0.000	0.000

s(m): Distancia del punto al primer eje de apoyos.
Vse(T): cortante máximo por superestructura.
Vda(T): cortante máximo por descenso de apoyo instantáneo.
Vdp(T): cortante máximo por descenso de apoyo a tiempo infinito.

Listado de cortantes de las acciones exteriores variables

Valores obtenidos con coeficientes de seguridad unitarios.

Vano 1 Viga 1

Punto	s(m)	Vsr+	Vsr-	Vca+	Vca-	Vgt+	Vgt-
1	-0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	4.046	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
3	9.592	2.316	-0.292	0.000	0.000	0.000	-0.000
4	19.185	1.027	-1.027	0.000	0.000	0.000	-0.000
5	28.778	0.292	-2.316	0.000	0.000	0.000	-0.000
6	38.370	0.000	-4.046	0.000	0.000	0.000	-0.000
7	38.870	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Vano 1 Viga 2

Punto	s(m)	Vsr+	Vsr-	Vca+	Vca-	Vgt+	Vgt-
1	-0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.000	4.046	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
3	9.592	2.315	-0.292	0.000	0.000	0.000	-0.000
4	19.185	1.027	-1.027	0.000	0.000	0.000	-0.000
5	28.778	0.292	-2.315	0.000	0.000	0.000	-0.000
6	38.370	0.000	-4.046	0.000	0.000	0.000	-0.000
7	38.870	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

s(m): Distancia del punto al primer eje de apoyos.
Vsr+(T): cortante máximo positivo por sobrecarga uniforme.
Vsr-(T): cortante máximo negativo por sobrecarga uniforme.
Vca+(T): cortante máximo positivo por carro.
Vca-(T): cortante máximo negativo por carro.
Vgt+(T): cortante máximo positivo por gradiente térmico.
Vgt-(T): cortante máximo negativo por gradiente térmico.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Listado de cortantes efectivos de cálculo

Valores obtenidos con coeficientes de seguridad correspondientes al estado límite último.

Vano 1 Viga 1

Punto	s(m)	Vrd1+	Vrd2+	Vrd3+	Vrd4+	Vrd5+	Vrd+
1	-0.500	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
2	0.000	-0.681	-1.167	-1.167	-1.167	-1.167	-0.681
3	0.000	35.319	60.570	85.459	91.528	91.528	91.528
4	9.592	17.660	30.287	42.732	46.205	46.205	46.205
5	19.185	-0.000	-0.000	0.000	1.541	1.541	1.541
6	28.778	-13.082	-22.434	-28.900	-28.462	-28.462	-13.082
7	38.370	-26.162	-44.867	-57.797	-57.797	-57.797	-26.162
8	38.370	0.919	1.576	1.576	1.576	1.576	1.576
9	38.870	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000

Punto	s(m)	Vrd1-	Vrd2-	Vrd3-	Vrd4-	Vrd5-	Vrd-
1	-0.500	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
2	0.000	-0.919	-1.575	-1.575	-1.575	-1.575	-1.575
3	0.000	26.162	44.867	57.797	57.797	57.797	26.162
4	9.592	13.082	22.434	28.900	28.462	28.462	13.082
5	19.185	-0.000	-0.000	-0.000	-1.541	-1.541	-1.541
6	28.778	-17.660	-30.287	-42.732	-46.205	-46.205	-46.205
7	38.370	-35.319	-60.570	-85.459	-91.528	-91.528	-91.528
8	38.370	0.681	1.167	1.167	1.167	1.167	0.681
9	38.870	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000

Vano 1 Viga 2

Punto	s(m)	Vrd1+	Vrd2+	Vrd3+	Vrd4+	Vrd5+	Vrd+
1	-0.500	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
2	0.000	-0.681	-1.167	-1.167	-1.167	-1.167	-0.681
3	0.000	35.319	60.570	85.454	91.523	91.523	91.523
4	9.592	17.660	30.287	42.728	46.201	46.201	46.201
5	19.185	-0.000	-0.000	0.000	1.541	1.541	1.541
6	28.778	-13.082	-22.434	-28.898	-28.459	-28.459	-13.082
7	38.370	-26.162	-44.867	-57.795	-57.794	-57.794	-26.162
8	38.370	0.919	1.576	1.576	1.576	1.576	1.576
9	38.870	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000

Punto	s(m)	Vrd1-	Vrd2-	Vrd3-	Vrd4-	Vrd5-	Vrd-
1	-0.500	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
2	0.000	-0.919	-1.575	-1.575	-1.575	-1.575	-1.575
3	0.000	26.162	44.867	57.795	57.794	57.794	26.162
4	9.592	13.082	22.434	28.898	28.459	28.459	13.082
5	19.185	-0.000	-0.000	-0.000	-1.541	-1.541	-1.541
6	28.778	-17.660	-30.287	-42.728	-46.201	-46.201	-46.201
7	38.370	-35.319	-60.570	-85.454	-91.523	-91.523	-91.523
8	38.370	0.681	1.167	1.167	1.167	1.167	0.681
9	38.870	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000

s(m): Distancia del punto al primer eje de apoyos.
Vrd1+(T): cortante efectivo máximo positivo tras transferir el pretensado.
Vrd2+(T): cortante efectivo máximo positivo tras hormigonar la losa.
Vrd3+(T): cortante efectivo máximo positivo tras disponer la superestructura.
Vrd4+(T): cortante efectivo máximo positivo tras abrir al tráfico.
Vrd5+(T): cortante efectivo máximo positivo a tiempo infinito.
Vrd1-(T): cortante efectivo máximo negativo tras transferir el pretensado.
Vrd2-(T): cortante efectivo máximo negativo tras hormigonar la losa.
Vrd3-(T): cortante efectivo máximo negativo tras disponer la superestructura.
Vrd4-(T): cortante efectivo máximo negativo tras abrir al tráfico.
Vrd5-(T): cortante efectivo máximo negativo a tiempo infinito.
Vrd+ (T): cortante efectivo máximo positivo total.
Vrd- (T): cortante efectivo máximo negativo total.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Comprobación de rotura por cortante por compresión

Vano 1 Viga 1

Punto	s(m)	Vrd	Vu1	Vrd/Vu1
1	-0.500	0.000	268.620	0.000
2	0.000	1.575	283.789	0.006
3	0.000	91.528	283.789	0.323
4	9.592	46.205	309.481	0.149
5	19.185	1.541	310.767	0.005
6	28.778	46.205	309.481	0.149
7	38.370	91.528	283.789	0.323
8	38.370	1.576	283.789	0.006
9	38.870	0.000	268.620	0.000

Vano 1 Viga 2

Punto	s(m)	Vrd	Vu1	Vrd/Vu1
1	-0.500	0.000	268.620	0.000
2	0.000	1.575	283.789	0.006
3	0.000	91.523	283.789	0.323
4	9.592	46.201	309.481	0.149
5	19.185	1.541	310.766	0.005
6	28.778	46.201	309.481	0.149
7	38.370	91.523	283.789	0.323
8	38.370	1.576	283.789	0.006
9	38.870	0.000	268.620	0.000

s(m): Distancia del punto al primer eje de apoyos.
Vrd(T): cortante efectivo máximo total.
Vu1(T): cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma.

Comprobación de rotura por cortante por tracción

Vano 1 Viga 1

Punto	s(m)	Vrd	Vcu	Vsu	As
1	-0.500	0.000	15.179	0.000	0.000
2	0.000	1.575	21.771	0.000	0.000
3	0.000	91.528	21.771	69.757	9.660
4	9.592	46.205	36.030	10.176	1.425
5	19.185	1.541	36.672	0.000	0.000
6	28.778	46.205	36.030	10.176	1.425
7	38.370	91.528	21.771	69.757	9.660
8	38.370	1.576	21.771	0.000	0.000
9	38.870	0.000	15.179	0.000	0.000

Vano 1 Viga 2

Punto	s(m)	Vrd	Vcu	Vsu	As
1	-0.500	0.000	15.179	0.000	0.000
2	0.000	1.575	21.771	0.000	0.000
3	0.000	91.523	21.771	69.752	9.659
4	9.592	46.201	36.029	10.171	1.425
5	19.185	1.541	36.672	0.000	0.000
6	28.778	46.201	36.029	10.171	1.425
7	38.370	91.523	21.771	69.752	9.659
8	38.370	1.576	21.771	0.000	0.000
9	38.870	0.000	15.179	0.000	0.000

s(m): Distancia del punto al primer eje de apoyos.
Vrd(T): cortante efectivo máximo total.
Vcu(T): contribución del hormigón a la resistencia a esfuerzo cortante.
Vsu(T): contribución de la armadura transversal del alma a la resistencia a cortante.
As(cm2/m): área de la armadura transversal de cálculo por viga (no incluye la arm. Mínima).

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.7.8.- ELU RASANTE VIGA-LOSA

Comprobación del E.lím. de agotamiento por esfuerzo rasante en las juntas viga-losa.

Vano	Viga	tmd	ast
1	1	1.979	0.000
1	2	1.967	0.000

tmd (Kg/cm2): valor medio de la tensión rasante de cálculo de la junta en la sección de centro de vano.
Ast (cm2/ml): sección de las barras de acero, eficazmente ancladas, que cosen la junta.
Si ast=-1: no se cumple la condición tmd no mayor que 0.25fcd
Si ast=0: no hace falta armadura de cosido.

2.7.9.- ELU RASANTE ALAS

** CivilCAD2000 – Versión 53.5-4710 – Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís **

LISTADO DE CUANTÍAS RASANTE ALAS

Nombre del proyecto : pasoriojarama

Cálculo de la armadura de rasante entre alas y alma

Ala superior

Vano	Viga	Sd	Su1	Su2	asflex	asras
1	1	0.853	275.508	0.853	0.372	0.209
1	2	0.876	275.508	0.876	0.372	0.215

Ala inferior

Vano	Viga	Sd	Su1	Su2	asras
1	1	12.436	275.508	12.436	3.050
1	2	12.436	275.508	12.436	3.050

Sd (T/ml): esfuerzo rasante medio por unidad de longitud que debe ser resistido.
Su1 (T/ml): esfuerzo rasante de agotamiento por compresión oblicua.
Su2 (T/ml): esfuerzo rasante de agotamiento por tracción.
Asflex (cm2/ml): armadura por flexión transversal en el ala superior.
Asras (cm2/ml): armadura de rasante.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.7.10.- ARMADURA TRANSVERSAL DE LOSA

PAYMACOTAS

PROYECTO	Nº
DOCUMENTO	HOJA 1 DE

CÁLCULO TRANSVERSAL DE LOSA

a) ZONA APOYO

$$P_d = \left[1{,}35\left(\frac{4{,}47}{\text{MACIZO}}\right) + 1{,}35\left(\frac{11{,}31\,(4{,}40)/1{,}6}{\text{AGUA}}\right) + 1{,}35\left(\frac{4{,}28\,(4{,}40)/1{,}6}{\text{TUBERIA}}\right)\right] = 63{,}91\ \text{KN/m}$$

$$q_d = 1{,}5\,(2\ \text{KN/m}^2)(0{,}40) = 1{,}2\ \text{KN/m}$$

$$pp_{losa} = 5\ \text{KN/m}^2 \rightarrow 5\,(0{,}40) = 2\ \text{KN/m}.$$

Sep apoyo = 4,40m

· Esfuerzos pésimos

$$M_d^+ = +(63{,}91)\left(\frac{2{,}50^2 - 4(0{,}45)^2}{8}\right) + (1{,}2)(0{,}45)^2\left(1 - \frac{(1{,}25)}{2{,}50}\right) + 1{,}3\,(12)\frac{2{,}5^2}{8} =$$

$$M_d^+ = 43{,}6\ \text{KNm} + 2{,}11\ \text{KNm} = 45{,}71\ \text{KNm}$$

$$V_d = (63{,}91)\left(\frac{2{,}50 - 2(0{,}45)}{2}\right) + (1{,}2)(0{,}45) + (2)\left(\frac{2{,}5}{2}\right)(1{,}35) =$$

$$V_d = 55{,}04\ \text{KN}$$

· Armada de losa.

$$A_s = \frac{45{,}71}{0{,}9\,(0{,}15)} \cdot \frac{1{,}15}{50\ \text{KN/cm}^2} = 7{,}8\ \text{cm}^2 \quad (4\,\phi 16)$$

$V_d < V_{u2} = 72{,}1$ KN (Sin armadura de cortante $M_d < M_{fis,d}$)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

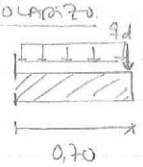
PAYMACOTAS

PROYECTO	Nº
DOCUMENTO	HOJA 2 DE

Fisuración:

$M_{fis} = (4,06)10^2 \frac{(1)(0,2)^3}{6} = 5,41\ kNm.$

Voladizo.



$M_{0,2} = 36,1\ kNm$ (Figura) $\Rightarrow \sigma_s = 322,8\ MPa.$

↳ $w_k = 0,30$ (Cumple IIb.)

$M_d^- = 1,35(1,0)\cdot 0,7 + 1,35(5)\frac{(0,7)^2}{2} + 1,5(2,0)\left(\frac{0,7}{2}\right)^2 =$

Por m de ley. $M_d^- = 3,33\ kNm.$

$V_d = 1,35(1) + 1,35(5)(0,7) + 1,5(2,0)(0,7) =$

$V_d = 8,18\ kN$

Armado:

$A_s = \frac{3,33}{0,9(0,15)} \cdot \frac{1,15}{50} = 0,56\ cm^2$ ($\phi 10/0,20$)

$V_d < V_{u2\ sin\ arm\ cortante} = 72,1\ kN$ ($M_d < M_{fis,d}$)

Fisuración: $f_{ct,m,fl} = (1,6 - 0,2)\cdot(0,3)(30)^{2/3} = 4,06\ MPa$

$M_{fis} = (4,06)\cdot 10^2 \frac{(1)(0,2)^3}{6}\cdot 10 = 5,41\ kNm.$

$M_{k\,0,2} < M_{fis.}$ (No fisura)

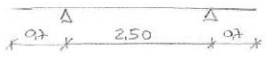
Preparado por MGIL	Firma	Revisado por	Firma
Fecha		Fecha	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PAYMACOTAS

PROYECTO	Nº
DOCUMENTO	HOJA 3 DE

b) ZONA SIN APOYO DE TUBERIA



(PP) $pp_d = 5\ kN/m\ (1,35) = 6,75\ kN/m$

(SC1) $q_d = 1,5(2,0) = 3,0\ kN/m$

(SC2) $q_d = 3,0\ kN/m$

↳ posible apoyo a trabajo bajo tubería.

• Esfuerzos.

Flexión

$$M_{0.2} = \frac{6,75}{1,35}\left(\frac{2,5^2}{8} - \frac{0,7^2}{2}\right) + \frac{3,0}{1,5}(0,2)\left(\frac{2,5^2}{8}\right) = 3,0\ kNm.$$

$$M_d^+ = 6,75\left(\frac{2,5^2}{8} - \frac{0,7^2}{2}\right) + (3,0)\frac{(2,5)^2}{8} = 5,96\ kNm.$$

$$M_d^- = -(6,75)\frac{0,7^2}{2} - (3,0)\frac{0,7^2}{2} = 2,39\ kNm.$$

Cortante

$$V_d = (6,75)\frac{(2,5)}{2} + (3,0)\frac{(2,5)}{2} = 12,19\ kN$$

• Armadura

Flexión: $A_s = \frac{5,96}{0,9(0,15)}\ \frac{1,15}{50} = 1,02\ cm^2/m$ $(\phi 10/0,20)$

Cortante:

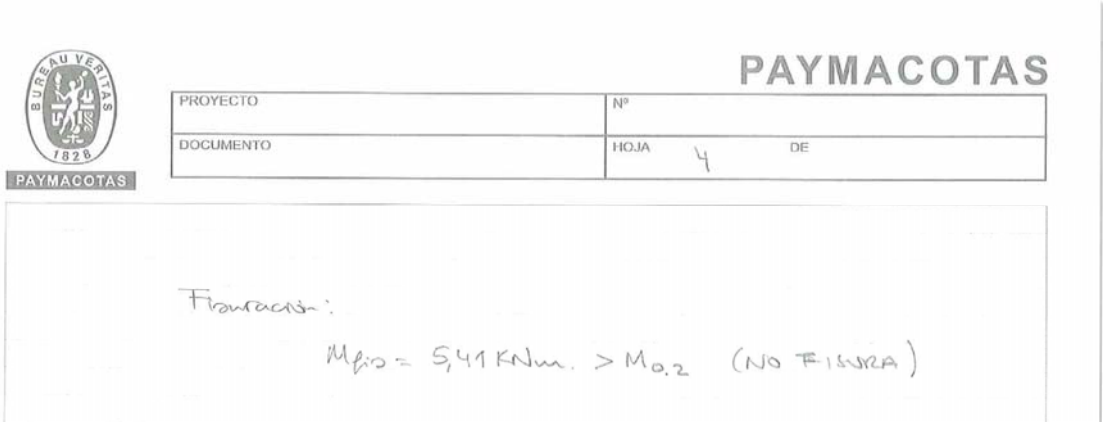
$V_{u1} = 900\ kN > V_d$

$V_{u2} = 180,2\ kN > V_d$ $M_d < M_{f,s,d} = 9,01\ kNm.$

sin arm. cortante

Preparado por MGR	Firma	Revisado por	Firma
Fecha		Fecha	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



2.7.11.- ARMADURA DE REFUERZO EN ANCLAJES

Cálculo de la armadura de refuerzo en los anclajes

Vano	Viga	as	lrefuerzo
1	1	21.561	0.462
1	2	21.561	0.462

as (cm2/ml): armadura vertical a distribuir en la longitud de refuerzo.
Lrefuerzo (ml): longitud de refuerzo equivalente a h/4 (siendo h el canto de la viga)

2.7.12.- ARMADURA DE LOSA DE CONTINUIDAD

a) Geometría

c =	**0.16**	m	Canto de Losa NETO
$c_{porexpan}$ =	**0.04**	m	Canto de porexpan
j =	**0.1**	m	Separación entre vigas
$c_{prelosa}$=	**0.05**	m	Canto de prelosa
H_{viga}=	**1.85**	m	Canto de viga
L_{Losa} =	**4.5**	m	Zona entre Viga y losa
CV =	**0.5**	m	Culata de Viga
I =	0.000341333	m4	Inercia de Losa de continuidad

b) Materiales

$f_{ck,prelosa}$ =	**30**	Mpa	γ_c =	1.5
$E_{c,28}$ =	28577	Mpa		
f_{yk} =	**500**	Mpa	γ_s =	1.15

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

c) Desplazamientos de vanos

3.1. Vano anterior

Disposición de superestructura

$f_{1,\,max}$ = 2.35E-03 m

$\theta_{1,max}$ = **1.38E-03** rad

Apertura al tráfico

$f_{1,\,max}$ = 5.84E-03 m

$\theta_{1,max}$ = **3.44E-03** rad

Envolvente en el tiempo

$f_{1,\,max}$ = 6.76E-03 m

$\theta_{1,max}$ = **3.98E-03** rad

3.2. Vano Posterior

Disposición de superestructura

$f_{2,\,max}$ = 2.35E-03 m

$\theta_{2,max}$ = **1.38E-03** rad

Apertura al tráfico

$f_{2,\,max}$ = 5.84E-03 mm

$\theta_{2,max}$ = **3.44E-03** rad

Envolvente en el tiempo

$f_{2,\,max}$ = 6.76E-03 mm

$\theta_{2,max}$ = **3.98E-03** rad

d) Cargas

PP =	0.4	T/m	
CP =	**0.2**	T/m	Barandillas
	7.58	T	Apoyo de Tubería en L/2
SCU =	**0.2**	T/m	

e)Esfuerzos

$E \cdot I$ =	975.42	Tm^2
$E \cdot I / L$ =	216.76	Tm
$E \cdot I / L^2$ =	48.17	T
$E \cdot I / L^3$ =	10.70	T/m

[Mpm]	[Mpm]	[Mpm]
M_{izq}	**M_{centro}**	**M_{der}**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Cargas

PP	-0.68	0.34	-0.68
CP	-4.60	4.43	-4.60
	0.00	0.00	0.00
SCU	-0.34	0.17	-0.34

	[Mpm]
	V_{izq}
PP	0.86
CP	0.43
	3.79
SCU	0.43

*NOTA: El cortante se ha evaluado a un canto útil

Desplazamientos impuestos

Disposición superestructura

Flexión	[Mpm]	[Mpm]	[Mpm]
	M_{izq}	**M_{centro}**	**M_{der}**
max	-0.08	-0.08	-0.08
min	-0.60	-0.60	-0.60

Cortante	[Mp]
	V_{izq}
	0.70

Apertura al tráfico

Flexión	[Mpm]	[Mpm]	[Mpm]
	M_{izq}	**M_{centro}**	**M_{der}**
max	-0.20	-0.20	-0.20
min	-1.49	-1.49	-1.49

Cortante	[Mp]
	V_{izq}
	1.74

Envolvente en el tiempo

Flexión	[Mpm]	[Mpm]	[Mpm]
	M_{izq}	**M_{centro}**	**M_{der}**
max	-0.23	-0.23	-0.23
min	-1.72	-1.72	-1.72

Cortante	[Mp]
	V_{izq}
	2.02

ELU	**M- (Mpm)**	-10.04	4.03	-10.04
	M+ (Mpm)	-7.23	6.58	-7.23
	V (Mp)	10.33		

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

f) Armados de Flexión

As- (cm2/m)	-16.0	6.4	-16.0
As+ (cm2/m)	-11.6	10.5	-11.6

2.7.13.- CÁLCULO DE PRELOSAS

1. Geometría de losa

γ_h =	2.5	T/m3	*Densidad de hormigón*
e =	0.2	m	*Espesor de losa*

2. Cálculo de Prelosa — ***Prelosa entre vigas***

2.1. Geometría

Lc =	1.2	m	*Luz de Cálculo*
b =	1	m	*Ancho de prelosa*
h =	0.05	m	*Canto de prelosa*
r =	0.03	m	*Recubrimiento mecánico*
I =	1.04167E-05	m^4	*Inercia de prelosa*

2.2. Materiales

fck,prelosa =	30	Mpa	γ_c =	1.5
Ec,28 =	28576.79096	Mpa		
fyk =	500	Mpa	γ_s =	1.15

2.3. Cargas

p =	0.5	T/ml
q =	0.1	T/ml

2.4. Coeficientes de Mayoración de Cargas

γ_{perm} =	1.35
γ_{sc} =	1.5

2.5 Esfuerzos

Md =	0.149	mT	*Flector de diseño*
Vd =	0.495	T	*Cortante de diseño*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.6 Armadura

Armadura de flexión. *Según EHE*

μ =	0.21838235	
ω =	0.24950996	
As =	1.95	cm^2
ρ_L =	0.98%	

Armadura de cortante *Según EHE*

Vu1 =	12	*T*
ξ =	4.16227766	
Vu2 =	3.0784889	*T*

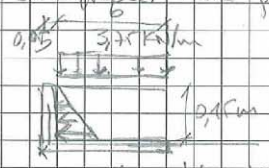
Cumple . No necesita Armadura de cortante.

2,7 Deformación

E·I =	297.67	*KNm2*
fmax =	0.27	*mm*
f / L=	1 /	4410

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Encofrado con pieles.



$$q = (0{,}15)(25\ KN/m^3) = 3{,}75\ KN/m^2$$

$$M_{des} = \frac{1}{2}(3{,}75)(0{,}15)\left(\frac{0{,}15}{3} + 0{,}05\right) = 0{,}0281\ KNm/m \rightarrow$$

$$M_{estab} = (3{,}75 + 0{,}05(25))\frac{b^2}{2} = 2{,}5\,b^2$$

$$F = 1{,}8 = \frac{2{,}5\,b^2}{0{,}0281\ KNm} \rightarrow \boxed{b = 0{,}142\ m.}$$

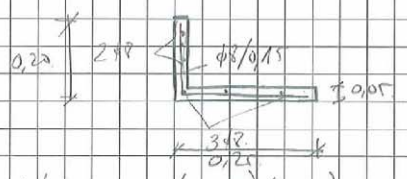
Se dispone $\boxed{b = 0{,}20\ m}$ + 5cm → 0,25 m.

Armadura

$$M_{lim} = 0{,}3(30)^{2/3}\frac{1}{6}(1{,}0)(50)^2 \cdot 10^{-3} = 1{,}21\ KNm.$$

luego aguanta sin armadura

Se disponen $\phi 8/0{,}15$ ✓



$M_{fisd} = 0{,}563$

$M_d < M_{fisd}$

$$V_d = 1{,}35\left(\frac{3{,}75}{2}\right)(0{,}15) = 0{,}38\ KN/m$$

$$V_{u2} = \frac{\frac{1}{12}(1000)(50)^3}{\frac{1}{8}(1000)(50)^2}\ \frac{(0{,}7)(0{,}3)(30)^{2/3}}{1{,}5}(1000)\cdot 10^{-3} = 0{,}9\ KN/m$$

luego $V_{u2} > V_d$ y no hace falta armado a cortante

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.7.14.- FLECHAS

Control de deformación

$f_{ck,viga}$	40.00	Mpa	$f_{ck,losa}$	30.00	Mpa		
E_{viga}	36342.41	Mpa	E_{losa}	33619.75	Mpa		
n	1.08					*Coef. Fluencia*	1.5 *(Desde la colocación de tuberia hasta t=oo)*
A_{viga}	0.525	m2	$y_{cdg,viga}$	0.90	m		
A_{losa}	0.780	m2	$y_{cdg,losa}$	1.95	m		
			$y_{cdg,conjunta}$	1.35	m		
I_{viga}	0.248	m4	$E \cdot I_{viga}$	902382 0.86	KN m2		
I_{losa}	0.003	m4					
$I_{viga+losa,hom}$	1.326	m4	$E \cdot I_{2viga+losa}$	445826 40.42	KN m2		
Lcf	39.600	m				*Perdidas*	15.00%

x	PP	Pret,ini	Losa	Barreras	Dados	Tubería	Agua	Perdidas Pretensado	Retraccion y Fluencia	SC	Gradiente
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.4	-16.17	35.08	-8.93	-1.00	-0.41	-1.07	-2.82	-5.26	7.36	-10.48	3.10
8.8	-30.21	61.39	-16.69	-1.86	-0.76	-1.99	-5.27	-9.21	12.87	-19.57	5.42
13.2	-40.48	78.93	-22.36	-2.50	-1.01	-2.67	-7.06	-11.84	16.55	-26.22	6.97
17.6	-45.88	87.70	-25.35	-2.83	-1.15	-3.03	-8.00	-13.16	18.39	-29.72	7.74
x	PP	Pret,ini	Losa	Barreras	Dados	Tubería	Agua	Perdidas Pretensado	Retracción y Fluencia	SC	Gradiente
22	-45.88	87.70	-25.35	-2.83	-1.15	-3.03	-8.00	-13.16	18.39	-29.72	7.74
26.4	-40.48	78.93	-22.36	-2.50	-1.01	-2.67	-7.06	-11.84	16.55	-26.22	6.97
30.8	-30.21	61.39	-16.69	-1.86	-0.76	-1.99	-5.27	-9.21	12.87	-19.57	5.42
37.4	-8.23	18.64	-4.55	-0.51	-0.21	-0.54	-1.44	-2.80	3.91	-5.33	1.65
39.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Valores de flechas en mm

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.7.15.- GIROS

```
** CivilCAD2000 – Versión 53.5-4710 – Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís **
-------------------------------------------------------------------------------

LISTADO DE GIROS EN LAS VIGAS
-------------------------------------------------------------------------------

Nombre del proyecto : pasoriojarama.

Coeficientes de seguridad empleados : unitarios.

 Vano   1 Viga   1
 -----------------

 Giros en fase 1.

  S (m)       gPP        gTI        gPL        gTB
 -0.500      3.866     -8.124      2.609      0.441
  0.000      3.866     -8.179      2.609      0.446
  9.592      2.621     -5.025      1.769      0.287
 19.185      0.000      0.000      0.000      0.000
 28.777      2.621     -5.025      1.769      0.287
 38.370      3.866     -8.179      2.609      0.446
 38.870      3.866     -8.124      2.609      0.441

 Giros en fase 2.

  S (m)       gSE        gSR        gCA        gGT        gTP
 -0.500      0.000      0.000      0.000      0.000      0.537
  0.000      1.380      0.302      0.000      1.753      0.543
  9.592      0.950      0.684      0.000      0.876      0.335
 19.185      0.117      0.924      0.000      0.000      0.000
 28.777      0.950      0.684      0.000      0.876      0.335
 38.370      1.380      0.302      0.000      1.753      0.543
 38.870      0.000      0.000      0.000      0.000      0.537

 gPP : máximo giro debido a la acción del peso propio de la viga.
 gTI : máximo giro debido a la acción del pretensado instantáneo.
 gPL : máximo giro debido a la acción del peso de la losa.
 gTB : máximo giro debido a la acción de las pérdidas de pretensado
  hasta el fraguado de la losa.
 gSE : máximo giro debido a la acción de la superestructura.
 gSR : máximo giro debido a la acción de la sobrecarga de tráfico.
 gCA : máximo giro debido a la acción del paseo del carro.
 gGT : máximo giro debido a la acción del gradiente térmico.
 gTP : máximo giro debido a la acción de las pérdidas de pretensado
  desde el fraguado de la losa a tiempo infinito.
 Valores dados en rad E-3.


Valores máximos de los giros a lo largo de toda la viga
 Máximo giro tras disponer la superestructura (rad E-3): 0.602
 Máximo giro tras abrir al tráfico (rad E-3): 2.177
 Máximo giro a tiempo infinito (rad E-3): 2.719

Valores máximos de los giros en el eje de apoyos inicial
 Máximo giro tras disponer la superestructura (rad E-3): 0.122
 Máximo giro tras abrir al tráfico (rad E-3): 2.177
 Máximo giro a tiempo infinito (rad E-3): 2.719

Valores máximos de los giros en el eje de apoyos final
 Máximo giro tras disponer la superestructura (rad E-3): 0.122
 Máximo giro tras abrir al tráfico (rad E-3): 2.177
 Máximo giro a tiempo infinito (rad E-3): 2.719
```

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

```
Vano   1 Viga   2
-----------------

Giros en fase 1.

  S (m)       gPP        gTI        gPL        gTB
 -0.500      3.866     -8.124      2.609      0.441
  0.000      3.866     -8.179      2.609      0.446
  9.592      2.621     -5.025      1.769      0.287
 19.185      0.000      0.000      0.000      0.000
 28.777      2.621     -5.025      1.769      0.287
 38.370      3.866     -8.179      2.609      0.446
 38.870      3.866     -8.124      2.609      0.441

Giros en fase 2.

  S (m)       gSE        gSR        gCA        gGT        gTP
 -0.500      0.000      0.000      0.000      0.000      0.537
  0.000      1.381      0.302      0.000      1.753      0.544
  9.592      0.952      0.684      0.000      0.876      0.336
 19.185      0.124      0.924      0.000      0.000      0.000
 28.777      0.952      0.684      0.000      0.876      0.336
 38.370      1.381      0.302      0.000      1.753      0.544
 38.870      0.000      0.000      0.000      0.000      0.537

 gPP : máximo giro debido a la acción del peso propio de la viga.
 gTI : máximo giro debido a la acción del pretensado instantáneo.
 gPL : máximo giro debido a la acción del peso de la losa.
 gTB : máximo giro debido a la acción de las pérdidas de pretensado
  hasta el fraguado de la losa.
 gSE : máximo giro debido a la acción de la superestructura.
 gSR : máximo giro debido a la acción de la sobrecarga de tráfico.
 gCA : máximo giro debido a la acción del paseo del carro.
 gGT : máximo giro debido a la acción del gradiente térmico.
 gTP : máximo giro debido a la acción de las pérdidas de pretensado
  desde el fraguado de la losa a tiempo infinito.
 Valores dados en rad E-3.


Valores máximos de los giros a lo largo de toda la viga
 Máximo giro tras disponer la superestructura (rad E-3): 0.603
 Máximo giro tras abrir al tráfico (rad E-3): 2.178
 Máximo giro a tiempo infinito (rad E-3): 2.721

Valores máximos de los giros en el eje de apoyos inicial
 Máximo giro tras disponer la superestructura (rad E-3): 0.123
 Máximo giro tras abrir al tráfico (rad E-3): 2.178
 Máximo giro a tiempo infinito (rad E-3): 2.721

Valores máximos de los giros en el eje de apoyos final
 Máximo giro tras disponer la superestructura (rad E-3): 0.123
 Máximo giro tras abrir al tráfico (rad E-3): 2.178
 Máximo giro a tiempo infinito (rad E-3): 2.721
```

2.7.16.- DESPLAZAMIENTOS EN JUNTAS DE TABLERO

	(mm)	*(mm)*	*(mm)*
	-	**+**	***Recorrido***
E1	*-19,81*	*+71,43*	*91,242*
P4	*-27,39*	*+117,9*	*145,29*
E2	*-15,61*	*+54,53*	*70,137*

(-) Contracción de Junta

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.7.17.- REACCIONES EN APOYOS

Se indican a continuación los valores de las reacciones verticales en un apoyo de una viga. Al ser vanos isostáticos los valores son idénticos en los demás apoyos.

		VIGA 1 E1	
		[KN]	[KN]
	Carga	$F_{z,min}$	$F_{z,max}$
Permanentes			
	PP viga	268.45	268.45
	PP losa	191.93	191.93
	Superestructura	72.74	72.74
	Agua	0.00	111.60
	Reología	0.00	0.00
Variables			
	SC uniforme	-0.02	40.48
	Viento Vertical	-13.91	0.00
Combinaciones			
C/SCU	ELS Característica	524.754	685.2
S/SCU	ELS Característica	519.21	644.72

Los valores de las acciones horizontales se calculan en el siguiente apartado.

2.8.- CALCULO HORIZONTAL

El cálculo de acciones horizontales puede separarse del cálculo de cargas verticales debido a la hipótesis de linealidad que permite la superposición de estados de carga.

Se realiza un modelo en STATIK introduciendo las cargas horizontales de viento (cargas rápidas), temperatura y reología (cargas lentas) que se han indicado al inicio de este documento.

Se incluye a continuación el modelo de cargas horizontales del tablero.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

En los modelos se ha incluido la losa de continuidad en los apoyos en que no hay junta de dilatación.

Posteriormente se realiza la comprobación de los apoyos de neopreno según las recomendaciones de puesta en obra de apoyos elastoméricos (1982) y la nota técnica sobre apoyos elastoméricos (1995).

2.8.1.- RIGIDEZ DE APOYOS

Las rigideces de los neoprenos empleada en el modelo de acciones horizontales han sido.

			[mm] **a**	[mm] **b**	[mm] **en**	[Kg/cm2] **G**	[T/m] **Kn,lenta**	[T/m] **Kn,rapida**
2	ESTRIBO 1		450	600	132	8	327.27	654.55
2	PILA 1	ANT	250	400	53	8	301.89	603.77
2		POST	250	400	53	8	301.89	603.77
2	PILA 2	ANT	250	400	53	8	301.89	603.77
2		POST	250	400	53	8	301.89	603.77
2	PILA 3	ANT	250	400	53	8	301.89	603.77
2		POST	250	400	53	8	301.89	603.77
2	PILA 4	ANT	450	600	132	8	327.27	654.55
2		POST	350	450	99	8	254.55	509.09
2	PILA 5	ANT	250	400	45	8	355.56	711.11
2		POST	250	400	45	8	355.56	711.11
2	PILA 6	ANT	250	400	45	8	355.56	711.11
2		POST	250	400	45	8	355.56	711.11
2	ESTRIBO 2		350	450	99	8	254.55	509.09

Estos valores se refieren a 2 neoprenos por punto de apoyo de viga.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.8.2.- RESULTADOS DE ACCIONES HORIZONTALES EN STATIK

Paso sobre el río Jarama	Página 26
Paso Sobre el río Jarama	01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS MGR	Statik-5 - Version 2.01

Acción	Alt	aditivo	exclusivo	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
			o	HC4 TEMPERATURA UNIFORME (-)	1.000	

Alt : Superposición alternativa

SOLICITACIONES

para: LENTAS

Barra	Elem	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
E1	1	0.00	-218.20	0	211.14	0	-20.27	0
		0.10	-218.20	0	211.14	0	-0.00	0
E2	1	0.00	-227.49	0	-125.74	0	12.07	0
		0.10	-227.49	0	-125.74	0	0.00	0
P1-A	1	0.00	95.41	0	78.97	0	5706.01	0
		0.10	95.41	0	78.97	0	5713.59	0
P1-P	1	0.00	175.94	0	77.21	0	-6233.22	0
		0.10	175.94	0	77.21	0	-6225.81	0
P2-A	1	0.00	-62.81	0	0.55	0	4439.08	0
		0.10	-62.81	0	0.55	0	4439.13	0
P2-P	1	0.00	-12.70	0	-1.20	0	-4427.89	0
		0.10	-12.70	0	-1.20	0	-4428.01	0
P3-A	1	0.00	58.30	0	-82.96	0	5093.16	0
		0.10	58.30	0	-82.96	0	5085.19	0
P3-P	1	0.00	-58.28	0	-84.71	0	-4385.57	0
		0.10	-58.28	0	-84.71	0	-4393.70	0
P4-A	1	0.00	22.34	0	-199.00	0	8113.95	0
		0.10	22.34	0	-199.00	0	8094.84	0
P4-P	1	0.00	10.88	0	120.57	0	-7825.85	0
		0.10	10.88	0	120.57	0	-7814.27	0
P5-A	1	0.00	-18.77	0	50.48	0	4341.13	0
		0.10	-18.77	0	50.48	0	4345.98	0
P5-P	1	0.00	-26.82	0	48.40	0	-4704.18	0
		0.10	-26.82	0	48.40	0	-4699.53	0
P6-A	1	0.00	136.34	0	-45.82	0	5969.19	0
		0.10	136.34	0	-45.82	0	5964.80	0
P6-P	1	0.00	125.85	0	-47.89	0	-5846.61	0
		0.10	125.85	0	-47.89	0	-5851.20	0

VALORES DE ENVOLVENTES SOLICITACIONES Y MOMENTOS Vz

y

Especificación de envolventes: VIENTOS

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz_{min} Vz_{max} [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
E1	1	1	0.00	0	128.64	0	0.00	0	-12.35
		1		33.56	-2.14	46.29	-0.00	-4.44	0.21
		1	0.10	0	128.64	0	0.00	0	-0.00
		1		33.56	-2.14	46.29	-0.00	-0.00	0.00
E2	1	1	0.00	27.79	94.43	-0.52	-0.00	0.05	-9.07
		1		-4.72	0	32.56	0	-3.13	0
		1	0.10	27.79	94.43	-0.52	-0.00	0.00	0.00
		1		-4.72	0	32.56	0	-0.00	0
P1-A	1	1	0.00	42.72	151.21	-0.48	-700.69	290.66	666.28
		1		-5.75	0	34.08	0	-111.86	0
		1	0.10	42.72	151.21	-0.48	-700.69	290.61	680.79
		1		-5.75	0	34.08	0	-108.58	0
P1-P	1	1	0.00	36.73	151.21	-0.48	666.84	-282.17	333.27
		1		11.28	0	34.08	0	-183.39	0
		1	0.10	36.73	151.21	-0.48	666.84	-282.22	347.78
		1		11.28	0	34.08	0	-180.12	0
P2-A	1	1	0.00	0	157.30	0	-1013.43	0	326.03
		1		21.45	0.25	35.10	-49.10	49.12	35.42
		1	0.10	0	157.30	0	-1013.43	0	341.13
		1		21.45	0.25	35.10	-49.10	52.49	35.45
P2-P	1	1	0.00	0	157.30	0	978.14	0	314.54
		1		44.42	0.25	35.10	44.80	-348.84	33.89
		1	0.10	0	157.30	0	978.14	0	329.64

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama	Página 27
Paso Sobre el río Jarama	01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS MGR	Statik-5 - Version 2.01

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz_{min} Vz_{max} [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		1		44.42	0.25	35.10	44.80	-345.47	33.91
P3-A	1	1	0.00	35.18	131.95	-0.02	-548.66	225.12	320.29
		1		-10.15	0	33.66	0	-155.34	0
		1	0.10	35.18	131.95	-0.02	-548.66	225.11	332.95
		1		-10.15	0	33.66	0	-152.11	0
P3-P	1	1	0.00	34.72	131.95	-0.02	495.81	-224.59	306.47
		1		9.70	0	33.66	0	-149.49	0
		1	0.10	34.72	131.95	-0.02	495.81	-224.59	319.14
		1		9.70	0	33.66	0	-146.26	0
P4-A	1	1	0.00	0	158.20	0	-1113.22	0	326.24
		1		25.03	0.10	40.19	-6.20	101.91	34.09
		1	0.10	0	158.20	0	-1113.22	0	341.42
		1		25.03	0.10	40.19	-6.20	105.77	34.10
P4-P	1	1	0.00	35.19	135.00	-0.01	1053.51	-225.52	319.36
		1		9.36	0	28.23	0	-134.69	0
		1	0.10	35.19	135.00	-0.01	1053.51	-225.52	332.32
		1		9.36	0	28.23	0	-131.98	0
P5-A	1	1	0.00	34.26	142.36	-0.19	-1326.14	207.36	330.06
		1		-9.36	0	38.02	0	-135.00	0
		1	0.10	34.26	142.36	-0.19	-1326.14	207.34	343.73
		1		-9.36	0	38.02	0	-131.35	0
P5-P	1	1	0.00	32.72	142.36	-0.19	1293.01	-204.61	330.64
		1		11.28	0	38.02	0	-159.84	0
		1	0.10	32.72	142.36	-0.19	1293.01	-204.63	344.31
		1		11.28	0	38.02	0	-156.19	0
P6-A	1	1	0.00	0	177.48	0	-1758.95	0	346.19
		1		25.45	2.30	41.10	-98.50	115.19	35.97
		1	0.10	0	177.48	0	-1758.95	0	363.22
		1		25.45	2.30	41.10	-98.50	119.14	36.19
P6-P	1	1	0.00	0	177.48	0	1831.14	0	591.04
		1		47.47	2.30	41.10	114.55	-373.53	67.43
		1	0.10	0	177.48	0	1831.14	0	608.08
		1		47.47	2.30	41.10	114.55	-369.59	67.65

El : Elemento barra
EK : Combinación de acciones determinante

VALORES DE ENVOLVENTES SOLICITACIONES Y MOMENTOS Vy

y
Especificación de envolventes: VIENTOS

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy_{min} Vy_{max} [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
E1	1	1	0.00	33.56	-2.14	46.29	-0.00	-4.44	0.21
		1		0	128.64	0	0.00	0	-12.35
		1	0.10	33.56	-2.14	46.29	-0.00	-0.00	0.00
		1		0	128.64	0	0.00	0	-0.00
E2	1	1	0.00	23.07	-2.95	32.04	-0.00	-3.08	0.28
		1		0	97.38	0	-0.00	0	-9.35
		1	0.10	23.07	-2.95	32.04	-0.00	-0.00	0.00
		1		0	97.38	0	-0.00	0	0.00
P1-A	1	1	0.00	-5.75	0	34.08	0	-111.86	0
		1		42.72	151.21	-0.48	-700.69	290.66	666.28
		1	0.10	-5.75	0	34.08	0	-108.58	0
		1		42.72	151.21	-0.48	-700.69	290.61	680.79
P1-P	1	1	0.00	11.28	0	34.08	0	-183.39	0
		1		36.73	151.21	-0.48	666.84	-282.17	333.27
		1	0.10	11.28	0	34.08	0	-180.12	0
		1		36.73	151.21	-0.48	666.84	-282.22	347.78
P2-A	1	1	0.00	-11.27	0	34.95	0	-155.91	0
		1		32.73	157.54	0.15	-1062.53	205.04	361.45
		1	0.10	-11.27	0	34.95	0	-152.56	0
		1		32.73	157.54	0.15	-1062.53	205.05	376.58
P2-P	1	1	0.00	10.15	0	34.95	0	-141.42	0
		1		34.27	157.54	0.15	1022.94	-207.43	348.43
		1	0.10	10.15	0	34.95	0	-138.06	0
		1		34.27	157.54	0.15	1022.94	-207.41	363.56
P3-A	1	1	0.00	25.03	-0.58	33.64	-3.63	69.78	33.19

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama	Página 28 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS MGR	Statik-5 - Version 2.01

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy_{min} Vy_{max} [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		1		0	132.53	0	-545.03	0	287.09
		1	0.10	25.03	-0.58	33.64	-3.63	73.00	33.14
		1		0	132.53	0	-545.03	0	299.81
P3-P	1	1	0.00	44.42	-0.58	33.64	2.79	-374.08	32.79
		1		0	132.53	0	493.02	0	273.68
		1	0.10	44.42	-0.58	33.64	2.79	-370.85	32.74
		1		0	132.53	0	493.02	0	286.40
P4-A	1	1	0.00	-9.70	0	40.12	0	-122.99	0
		1		34.73	158.29	0.07	-1119.42	224.90	360.33
		1	0.10	-9.70	0	40.12	0	-119.14	0
		1		34.73	158.29	0.07	-1119.42	224.91	375.52
P4-P	1	1	0.00	44.55	-0.67	28.22	6.32	-360.21	32.87
		1		0	135.68	0	1047.19	0	286.49
		1	0.10	44.55	-0.67	28.22	6.32	-357.50	32.80
		1		0	135.68	0	1047.19	0	299.52
P5-A	1	1	0.00	24.90	-0.49	37.83	-32.67	72.35	33.10
		1		0	142.85	0	-1293.48	0	296.97
		1	0.10	24.90	-0.49	37.83	-32.67	75.98	33.05
		1		0	142.85	0	-1293.48	0	310.68
P5-P	1	1	0.00	44.00	-0.49	37.83	35.31	-364.44	34.00
		1		0	142.85	0	1257.69	0	296.64
		1	0.10	44.00	-0.49	37.83	35.31	-360.81	33.96
		1		0	142.85	0	1257.69	0	310.35
P6-A	1	1	0.00	-11.28	0	40.65	0	-166.83	0
		1		36.73	179.78	0.45	-1857.45	282.02	382.16
		1	0.10	-11.28	0	40.65	0	-162.92	0
		1		36.73	179.78	0.45	-1857.45	282.06	399.42
P6-P	1	1	0.00	4.72	0	40.65	0	-81.79	0
		1		42.75	179.78	0.45	1945.69	-291.74	658.47
		1	0.10	4.72	0	40.65	0	-77.89	0
		1		42.75	179.78	0.45	1945.69	-291.70	675.73

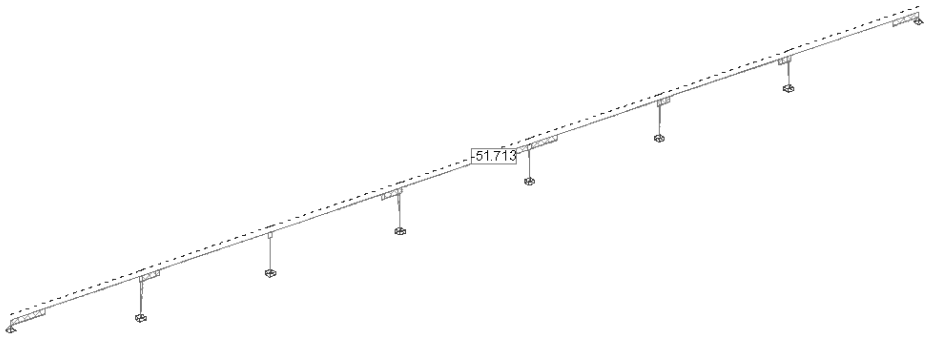
El : Elemento barra
EK : Combinación de acciones determinante

Combinaciónes de resultados

Combinación de resultados LENTAS

ID hipo. de carga	Factor	Descripción
HC2	1.000	REOLOGIA
HC4	1.000	TEMPERATURA UNIFORME (-)

DESPLAZAMIENTOS DX [mm] para: HC2, Amplificación: 200.0



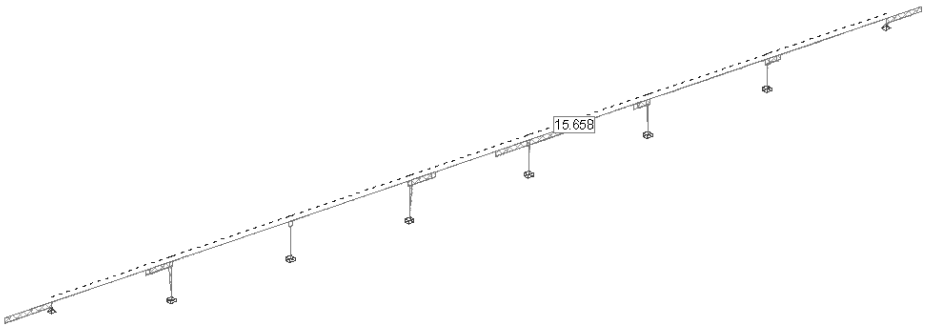
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

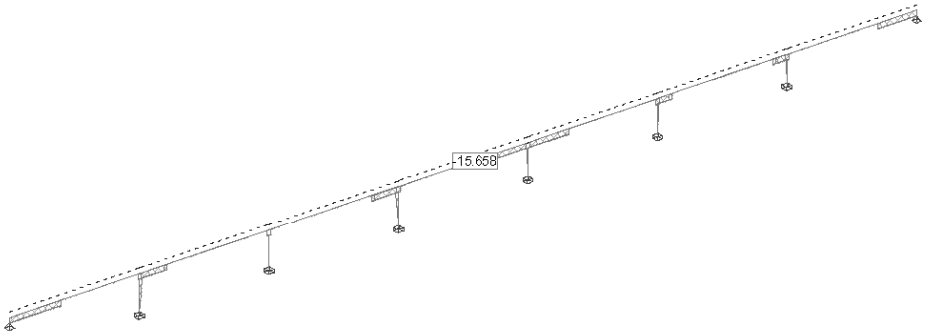
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama		Página 29 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS	MGR	Statik-5 - Version 2.01

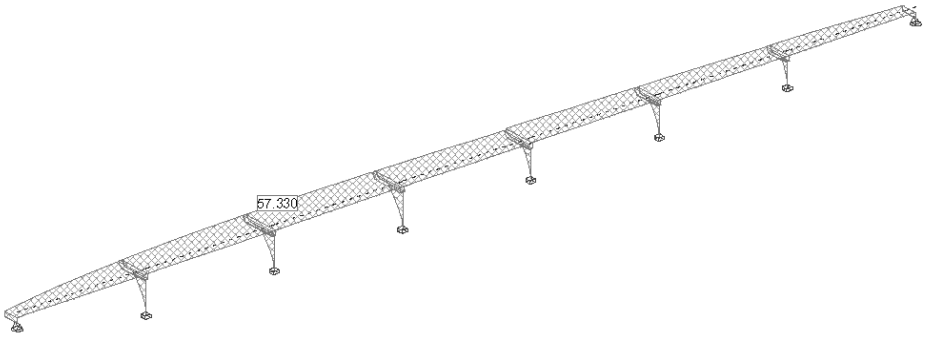
DESPLAZAMIENTOS DX [mm] para: HC3, Amplificación: 1000.0



DESPLAZAMIENTOS DX [mm] para: HC4, Amplificación: 1000.0



DESPLAZAMIENTOS DY [mm] para: HC5, Amplificación: 200.0



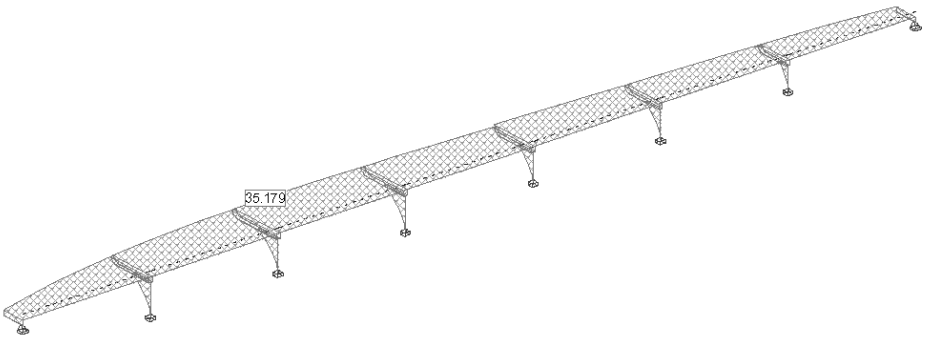
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

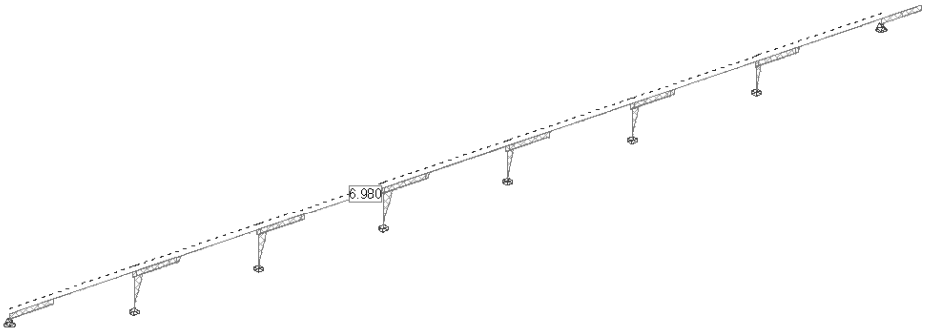
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama	Página 30 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS MGR	Statik-5 - Version 2.01

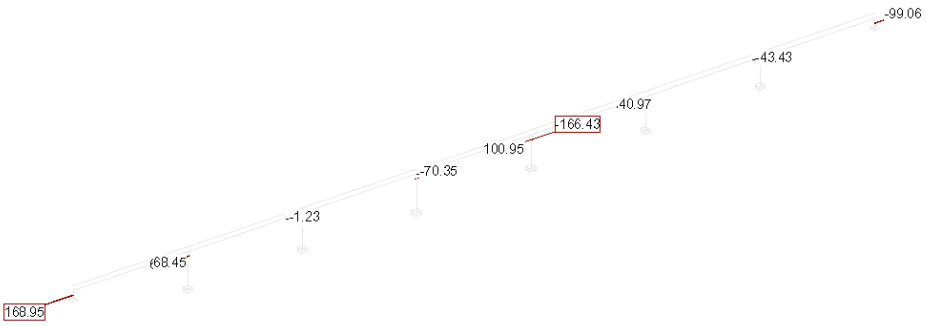
DESPLAZAMIENTOS DY [mm] para: HC6, Amplificación: 500.0



DESPLAZAMIENTOS DX [mm] para: HC7, Amplificación: 2000.0



Solicitación Vz [kN] para: HC2, Sistema parcial: APOYOS



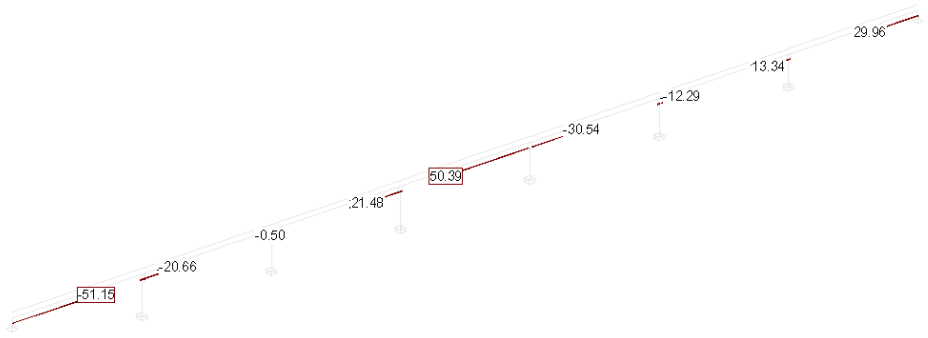
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

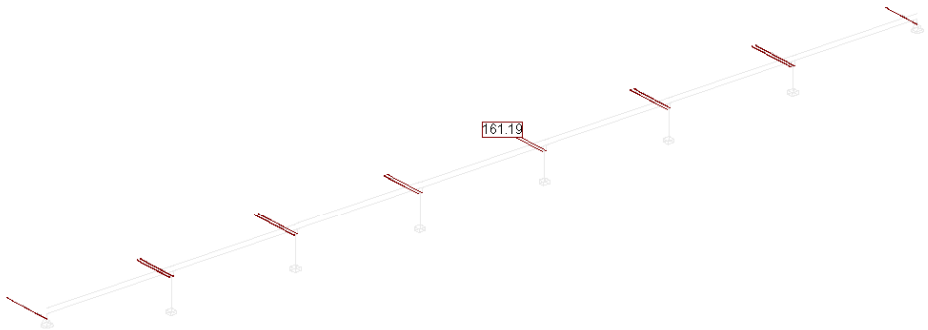
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama		Página 31 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS	MGR	Statik-5 - Version 2.01

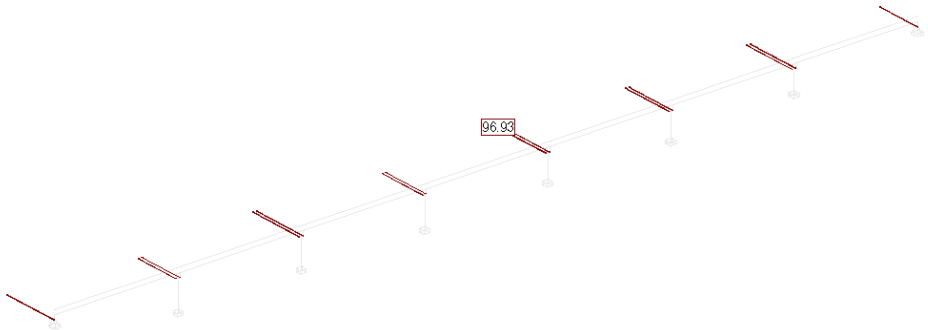
Solicitación Vz [kN] para: HC3, Sistema parcial: APOYOS



Solicitación Vy [kN] para: HC5, Sistema parcial: APOYOS



Solicitación Vy [kN] para: HC6, Sistema parcial: APOYOS



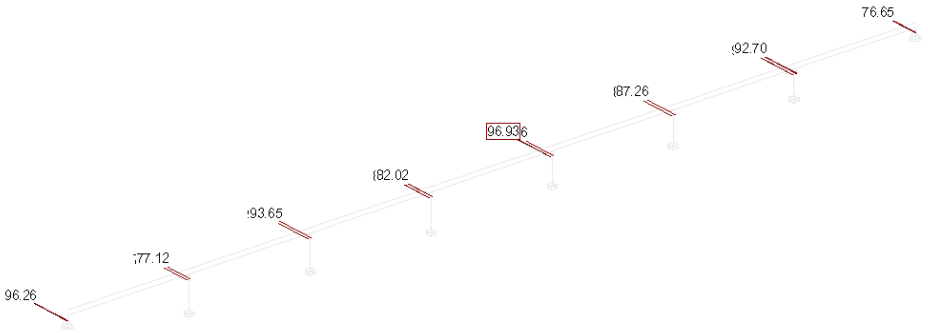
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

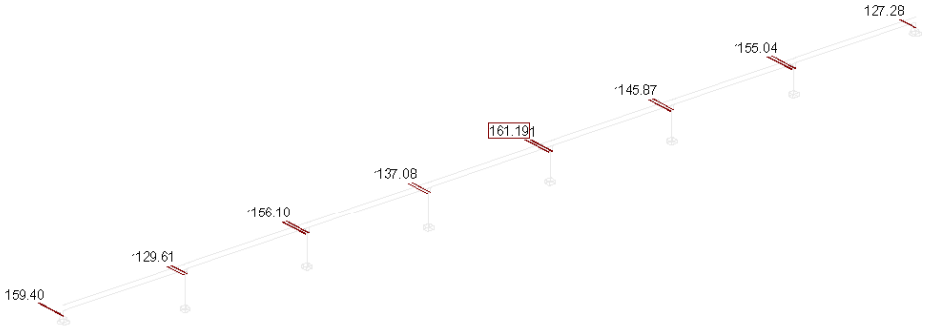
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama	Página 32 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS MGR	Statik-5 - Version 2.01

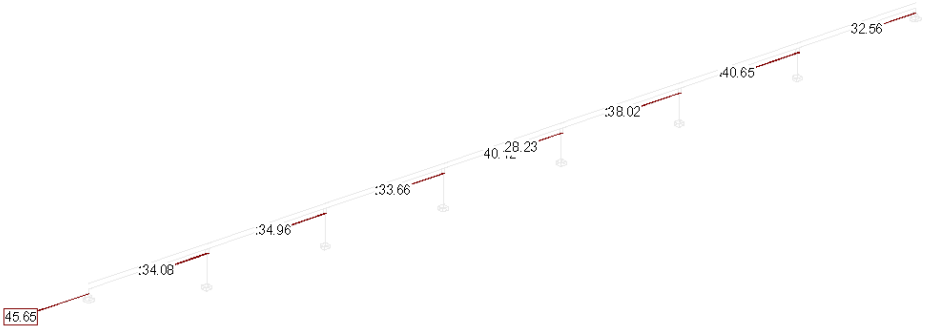
Solicitación Vy [kN] para: HC6, Sistema parcial: APOYOS



Solicitación Vy [kN] para: HC5, Sistema parcial: APOYOS



Solicitación Vz [kN] para: HC7, Sistema parcial: APOYOS



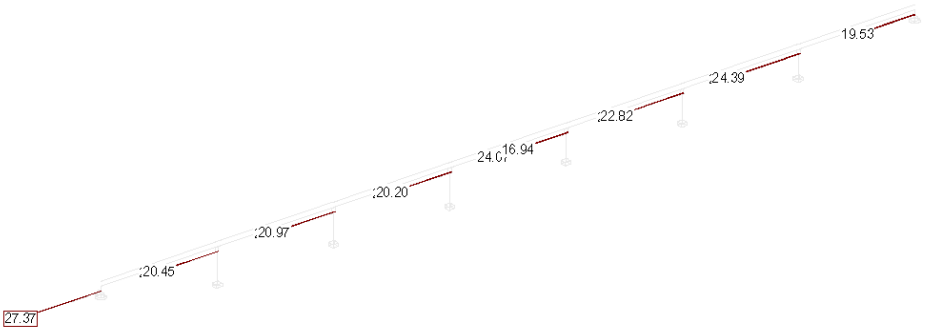
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

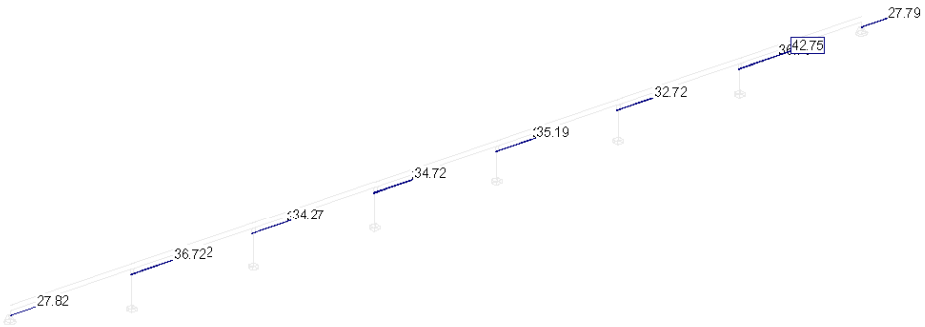
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama		Página 33 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS	MGR	Statik-5 - Version 2.01

Solicitación Vz [kN] para: HC8, Sistema parcial: APOYOS



Solicitación N [kN] para: HC9, Sistema parcial: APOYOS



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.8.3.- COMPROBACIÓN NEOPRENOS

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

ESTRIBO 1

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 450x800x216(132) **Anclado**

a =	450	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	600	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	216	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	132	mm	Espesor total de neopreno
n =	12		Número de capas
S =	11.69		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	2.31	0	10.57	0
Hip. 2	0	6.432	10.57	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	25.4	19.7
Hip. 2	25.4	19.7

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	3.91	0.00	0.86	0.00
Hip. 2	3.91	0.00	0.00	2.38

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	3.26
Hip. 2	3.26

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	2.2955	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			

θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*
α_o=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*
τ_α=	1.88	Kg/cm^2	

3.4. Comprobación de despeque por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.024	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	3.9	0.9	4.3	3.26	1.88
Hip. 2	3.9	2.4	4.1	3.26	1.88

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0,5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0,7\cdot G$ ó $(0,9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 1 APOYO 1

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 250x400x74(53)

a =	250	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	400	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	74	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	53	mm	Espesor total de neopreno
n =	6		Número de capas
S =	8.71		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	1.704	0	3.95	0
Hip. 2	0	7.56	3.95	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	68.5	53.3
Hip. 2	68.5	53.3

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	3.95	0.00	1.70	0.00
Hip. 2	3.95	0.00	0.00	7.56

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	11.80
Hip. 2	11.80

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_o=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	1.79	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despeque por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.015	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	4.0	1.7	4.8	11.80	1.79
Hip. 2	4.0	7.6	5.5	11.80	1.79

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 1 APOYO 2

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 250x400x74(53)

a =	250	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	400	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	74	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	53	mm	Espesor total de neopreno
n =	6		Número de capas
S =	8.71		Coeficiente de forma
G =	10	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	1.704	0	3.86	0
Hip. 2	0	7.56	3.86	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	68.5	53.3
Hip. 2	68.5	53.3

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	3.86	0.00	1.70	0.00
Hip. 2	3.86	0.00	0.00	7.56

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	11.80
Hip. 2	11.80

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_O=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	2.24	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despegue por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.015	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	3.9	1.7	4.7	11.80	2.24
Hip. 2	3.9	7.6	5.4	11.80	2.24

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 2 APOYO 1

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 250x400x74(53)

a =	250	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	400	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	74	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	53	mm	Espesor total de neopreno
n =	6		Número de capas
S =	8.71		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	1.76	0	0.03	0
Hip. 2	0	7.9	0.03	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	68.5	53.3
Hip. 2	68.5	53.3

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	0.03	0.00	1.76	0.00
Hip. 2	0.03	0.00	0.00	7.90

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	11.80
Hip. 2	11.80

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_O=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	1.79	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despegue por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.015	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	0.0	1.8	0.9	11.80	1.79
Hip. 2	0.0	7.9	4.0	11.80	1.79

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 2 APOYO 2

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 250x400x74(53)

a =	250	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	400	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	74	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	53	mm	Espesor total de neopreno
n =	6		Número de capas
S =	8.71		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	1.76	0	0.02	0
Hip. 2	0	7.9	0.02	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	68.5	53.3
Hip. 2	68.5	53.3

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	0.02	0.00	1.76	0.00
Hip. 2	0.02	0.00	0.00	7.90

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	11.80
Hip. 2	11.80

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_O=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	1.79	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despegue por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.015	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²] τ_{h1}	[kg/cm²] τ_{h2}	[kg/cm²] $\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	[kg/cm²] τ_N	[kg/cm²] τ_α
Hip. 1	0.0	1.8	0.9	11.80	1.79
Hip. 2	0.0	7.9	4.0	11.80	1.79

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 3 APOYO 1

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 250x400x74(53)

a =	250	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	400	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	74	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	53	mm	Espesor total de neopreno
n =	6		Número de capas
S =	8.71		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	1.67	0	4.15	0
Hip. 2	0	6.63	4.15	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	68.5	53.3
Hip. 2	68.5	53.3

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	4.15	0.00	1.67	0.00
Hip. 2	4.15	0.00	0.00	6.63

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	11.80
Hip. 2	11.80

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_O=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	1.79	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despeque por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.015	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²] τ_{h1}	[kg/cm²] τ_{h2}	[kg/cm²] $\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	[kg/cm²] τ_N	[kg/cm²] τ_α
Hip. 1	3.9	1.7	5.0	11.80	1.79
Hip. 2	3.9	6.6	5.3	11.80	1.79

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 3 APOYO 2

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 250x400x74(53)

a =	250	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	400	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	74	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	53	mm	Espesor total de neopreno
n =	6		Número de capas
S =	8.71		Coeficiente de forma
G =	10	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	1.67	0	4.15	0
Hip. 2	0	6.63	4.15	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	68.5	53.3
Hip. 2	68.5	53.3

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	4.15	0.00	1.67	0.00
Hip. 2	4.15	0.00	0.00	6.63

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	11.80
Hip. 2	11.80

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			

θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*
α_O=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*
τ_α=	2.24	Kg/cm^2	

3.4. Comprobación de despeque por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.015	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	3.9	1.7	5.0	11.80	2.24
Hip. 2	3.9	6.6	5.3	11.80	2.24

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 4 APOYO 1

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 450x600x216(132) **Anclado**

a =	450	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	600	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	216	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	132	mm	Espesor total de neopreno
n =	12		Número de capas
S =	11.69		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	2.01	0	9.94	0
Hip. 2	0	7.92	9.94	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	25.4	19.7
Hip. 2	25.4	19.7

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	3.68	0.00	0.74	0.00
Hip. 2	3.68	0.00	0.00	2.93

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	3.26
Hip. 2	3.26

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_o=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	1.88	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despegue por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.024	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	3.7	0.7	4.1	3.26	1.88
Hip. 2	3.7	2.9	4.0	3.26	1.88

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 4 APOYO 2

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 350x450x145(99) **Gofrado**

a =	350	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	450	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	145	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	99	mm	Espesor total de neopreno
n =	9		Número de capas
S =	8.95		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	1.41	0	6.03	0
Hip. 2	0	6.75	6.03	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	43.5	33.8
Hip. 2	43.5	33.8

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	3.83	0.00	0.90	0.00
Hip. 2	3.83	0.00	0.00	4.29

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	7.29
Hip. 2	7.29

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_o=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	1.51	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despeque por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.023	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	3.8	0.9	4.3	7.29	1.51
Hip. 2	3.8	4.3	4.4	7.29	1.51

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 5 APOYO 1

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 250x400x63(45)

a =	250	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	400	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	63	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	45	mm	Espesor total de neopreno
n =	5		Número de capas
S =	8.55		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	1.91	0	2.53	0
Hip. 2	0	7.12	2.53	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	68.5	53.3
Hip. 2	68.5	53.3

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	2.53	0.00	1.91	0.00
Hip. 2	2.53	0.00	0.00	7.12

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	12.02
Hip. 2	12.02

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_o=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	2.07	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despeque por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.013	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	2.5	1.9	3.5	12.02	2.07
Hip. 2	2.5	7.1	4.4	12.02	2.07

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 5 APOYO 2

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 250x400x63(45)

a =	250	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	400	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	63	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	45	mm	Espesor total de neopreno
n =	5		Número de capas
S =	8.55		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	1.9	0	2.42	0
Hip. 2	0	7.12	2.42	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	68.5	53.3
Hip. 2	68.5	53.3

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	2.42	0.00	1.90	0.00
Hip. 2	2.42	0.00	0.00	7.12

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	12.02
Hip. 2	12.02

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_o=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	2.07	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despeque por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.013	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	2.4	1.9	3.4	12.02	2.07
Hip. 2	2.4	7.1	4.3	12.02	2.07

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 6 APOYO 1

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 250x400x63(45)

a =	250	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	400	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	63	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	45	mm	Espesor total de neopreno
n =	5		Número de capas
S =	8.55		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	2.06	0	2.4	0
Hip. 2	0	8.9	2.4	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	68.5	53.3
Hip. 2	68.5	53.3

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	2.40	0.00	2.06	0.00
Hip. 2	2.40	0.00	0.00	8.90

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	12.02
Hip. 2	12.02

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_o=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	2.07	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despeque por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.013	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	2.4	2.1	3.4	12.02	2.07
Hip. 2	2.4	8.9	5.1	12.02	2.07

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

PILA 6 APOYO 2

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 300x400x41(29)

a =	300	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	400	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	41	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	29	mm	Espesor total de neopreno
n =	3		Número de capas
S =	8.87		Coeficiente de forma
G =	10	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	2.06	0	0.264	0
Hip. 2	0	8.9	0.264	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	57.1	44.4
Hip. 2	57.1	44.4

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	0.22	0.00	1.72	0.00
Hip. 2	0.22	0.00	0.00	7.42

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	9.66
Hip. 2	9.66

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			
θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*		
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*		
α_o=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*		
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*		
τ_α=	5.40	Kg/cm^2			

3.4. Comprobación de despeque por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.013	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total} = \tau_{h1}+0.5\cdot\tau_{h2}$	τ_N	τ_α
Hip. 1	0.2	1.7	1.1	9.66	5.40
Hip. 2	0.2	7.4	3.7	9.66	5.40

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5\cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5\cdot G$

c: $\tau_{h,total} < 0{,}7\cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Proyecto: ABSTECIMIENTO A BARAJAS
Elemento: Paso sobre el Río Jarama
Descripción: Cálculo de apoyos elastoméricos
Realizado: MGR

ESTRIBO 2

1. Geometria del apoyo

Tipo de apoyo: 350x450x145(99) **Anclado**

a =	350	mm	Dimensión eje longitudinal
b =	450	mm	Dimensión eje transversal
e_t =	145	mm	Espesor total del apoyo
e_n =	99	mm	Espesor total de neopreno
n =	9		Número de capas
S =	8.95		Coeficiente de forma
G =	8	kg/cm^2	Modulo de deformación transversal

2. Cargas sobre apoyo

2.1. Vertical

	Vertical	
	Max	Min
Hip. 1	68.5	53.31
Hip. 2	68.5	53.31

* Valores en T

2.2. Horizontales

	Cargas rápidas		Cargas lentas	
	lon	trn	lon	trn
Hip. 1	1.632	0	6.3	0
Hip. 2	0	4.9	6.3	0

* Valores en T

3. Cálculo de Tensiones

3.1. Vertical

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	σ_{max}	σ_{min}
Hip. 1	43.5	33.8
Hip. 2	43.5	33.8

3.2. Horizontales

3.2.1.-Debidas a cargas horizontales

	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]	[kg/cm^2]
	$\tau_{h1,lon}$	$\tau_{h1,trn}$	$\tau_{h2,lon}$	$\tau_{h2,trn}$
Hip. 1	4.00	0.00	1.04	0.00
Hip. 2	4.00	0.00	0.00	3.11

3.2.2.-Debidas a cargas verticales

	[kg/cm^2]
	τ_N
Hip. 1	7.29
Hip. 2	7.29

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3. Giro

$I_{VIGA+LOSA}$ =	5.532	m^4	I_{VIGA} =	5*0.4591	m^4
f_{ck} =	45	Mpa	E =	37562.86	Mpa
b =	**3.9**	m	L_c =	**39.47**	m
q_{SCU} =	**0.2**	T/m^2	q_{CP} =	**2.15**	T/m
Q_{V60} =	**0**	T			

θ_{SC} =	0.000096	rad	*Giro debido a la SC*
θ_{CP} =	0.000265	rad	*Giro debido a la CP*
α_o=	**0.003000**	rad	*Parámetro de la Recomendación*
α_T=	0.003361	rad	*Giro Total*
τ_α=	1.51	Kg/cm^2	

3.4. Comprobación de despeque por giro

α_T=	0.00336	rad	*Ángulo de giro máximo de cálculo*
$\alpha_{T,max}$=	0.023	rad	*Ángulo máximo según fabricante*
	NO DESPEGA		

3.5. Tensiones de cálculo

	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]	[kg/cm²]
	τ_{h1}	τ_{h2}	$\tau_{h,total}$ = τ_{h1}+0.5·τ_{h2}	τ_N	τ_α
Hip. 1	4.0	1.0	4.5	7.29	1.51
Hip. 2	4.0	3.1	4.3	7.29	1.51

4. Comprobaciones

	Comprobación		
	a	**b**	**c**
Hip. 1	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Hip. 2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Comprobaciones:

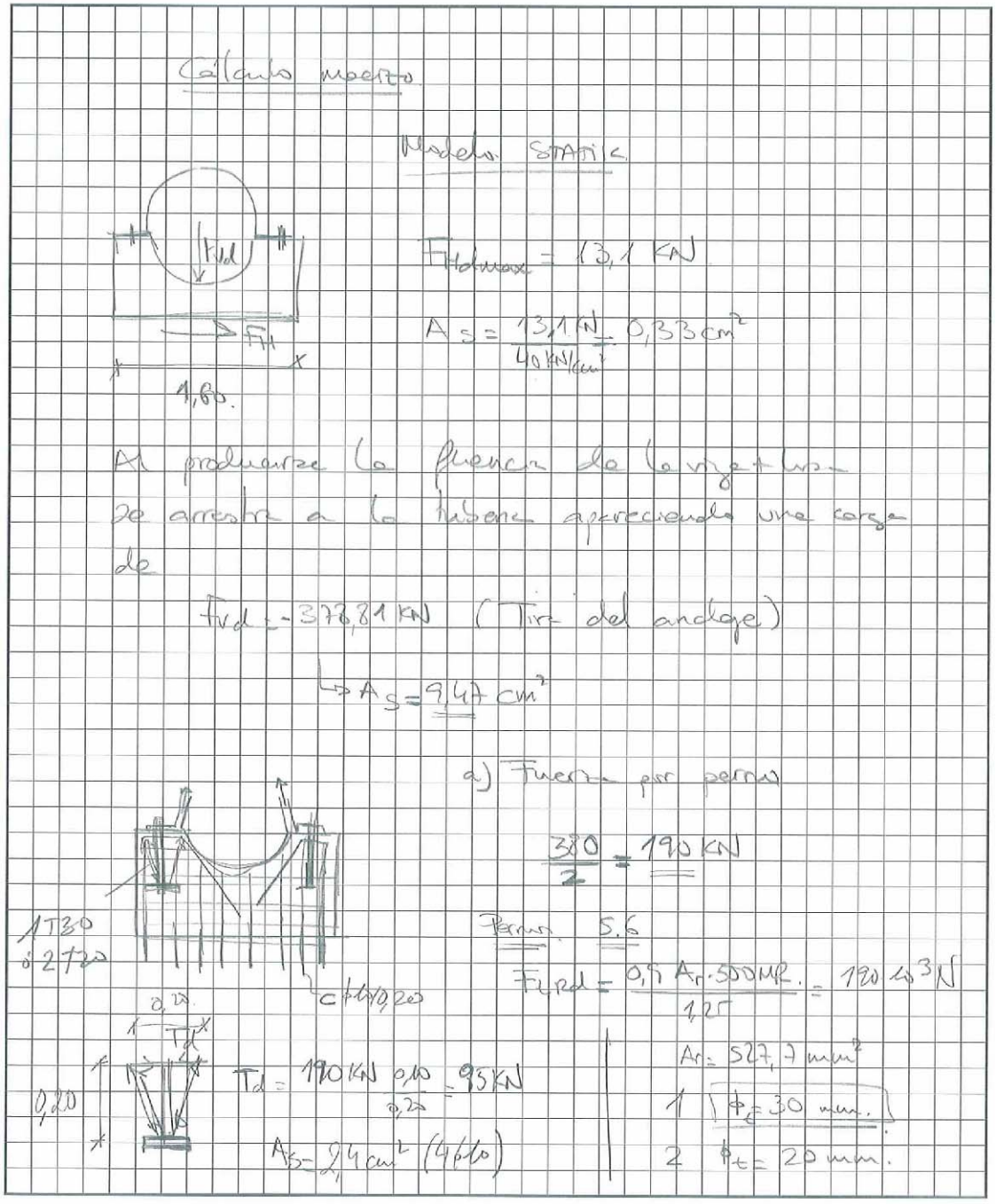
a: $\tau_N + \tau_{h,total} + \tau_\alpha < 5 \cdot G$

b: $\tau_{h1,total} < 0{,}5 \cdot G$

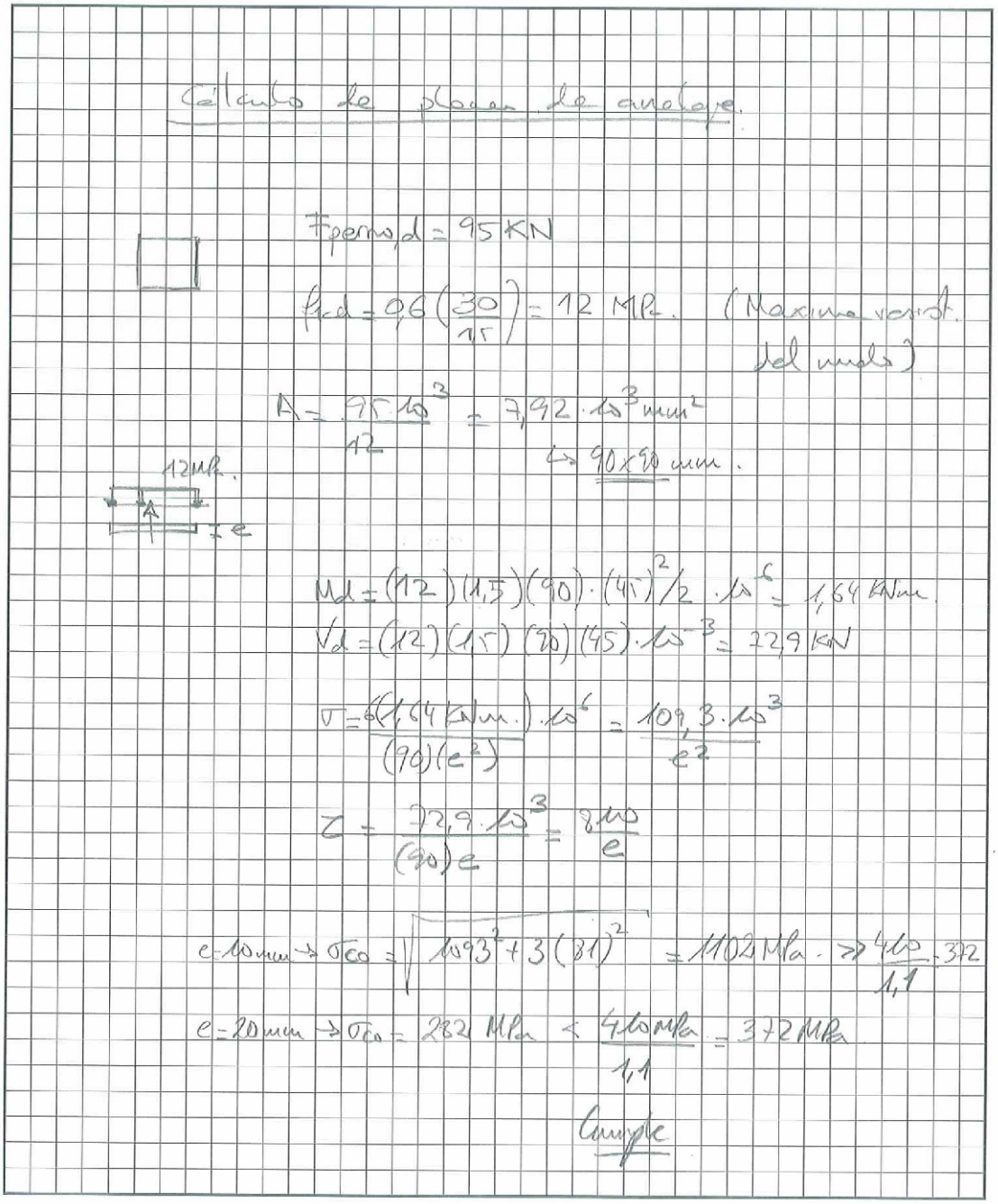
c: $\tau_{h,total} < 0{,}7 \cdot G$ ó $(0{,}9 - T/a)$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.8.4.- CÁLCULO DE DADOS DE HORMIGÓN DE APOYO DE TUBERÍA



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



Cálculo de placas de anclaje.

$F_{perno,d} = 95\ KN$

$f_{cd} = 0{,}6\left(\frac{30}{1{,}5}\right) = 12\ MPa$. (Máxima resist. del mortero)

$A = \frac{95\ kN}{12} = 7{,}92 \cdot 10^3\ mm^2 \hookrightarrow 90 \times 90\ mm$.

12 MPa.

$M_d = (12)(1{,}5)(90)\cdot(45)^2/2 \cdot 10^{-6} = 1{,}64\ KNm$

$V_d = (12)(1{,}5)(90)(45)\cdot 10^{-3} = 72{,}9\ KN$

$\sigma = \frac{(1{,}64\ KNm)\cdot 10^6}{(90)(e^2)} = \frac{109{,}3\cdot 10^3}{e^2}$

$\tau = \frac{72{,}9\cdot 10^3}{(90)e} = \frac{810}{e}$

$e = 10\ mm \rightarrow \sigma_{eq} = \sqrt{109^2 + 3(81)^2} = 110{,}2\ MPa. \Rightarrow \frac{410}{1{,}1} = 372$

$e = 20\ mm \rightarrow \sigma_{eq} = 282\ MPa < \frac{410\ MPa}{1{,}1} = 372\ MPa$

Cumple

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.9.- CÁLCULO DE PILAS

2.9.1.- DESCRIPCIÓN DEL CÁLCULO

Una vez obtenidas las cargas verticales y horizontales transmitidas por el tablero se realiza el cálculo de los fustes. Se realizan las combinaciones de esfuerzos pésimas para el cálculo de ELU a flexocompresión teniendo en cuenta los efectos de segundo orden.

Para el estudio de estos efectos de 2º orden se ha seguido el método aproximado de la EHE al estar la esbeltez mecánica entre 35 y 100. Se utiliza una excentricidad ficticia suma de una excentricidad accidental y de otra excentricidad variable con la esbeltez de la pila. Esta esbeltez a su vez es función de la longitud de pandeo de la misma, que se obtiene multiplicando la longitud real por un coeficiente β obteniendo la longitud del elemento comprimido. El coeficiente de pandeo se ha obtenido con la siguiente formulación:

$$C^{*}\cdot\left(\frac{\pi}{\beta}\right)^{3}-\frac{\pi}{\beta}+\tan\left(\frac{\pi}{\beta}\right)=0$$

El factor C* tiene en cuenta el trabajo conjunto del neopreno y de la pila y se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$C^{*}=\frac{E\cdot I}{K_{t}\cdot H^{3}}$$

Siendo:

Kt: : Rigidez conjunta pila-neopreno.

E : Modulo de elasticidad de pila

I : Inercia de la pila

H : Altura de pila.

La rigidez conjunta pila-neopreno se refiere a la resistencia del resto de la estructura al desplazamiento de la cabeza de pila. Se obtiene eliminando el apoyo estudiado en el modelo de acciones horizontales, e introduciendo una fuerza horizontal unitaria en cada dirección de modo que la rigidez será la inversa del desplazamiento obtenido.

La cimentación en pilas es profunda mediante pilotes. Se han empleado los valores recogidos en el anejo geotécnico indicados a continuación:

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Pilas		
Cotas aproximadas (m)	**Nivel**	**NF**
0 - 7	Aluvial cohesivo c_u = 70 kPa	en superificie
A partir de 7	Terciario cohesivo c_u = 175 kPa	

Los cabezales de pilas se han calculado mediante modelos sencillos de bielas y tirantes para las zonas D.

2.9.2.- CÁLCULO DE FUSTES

A continuación se exponen los cálculos realizados.

PILA nº 1

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	9.13	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	17.16	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	17.53	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	49.04		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	50.08		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	3333.33	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	416.67	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	53	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	301.89	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	276.8	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	175.1	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*

C^*_{lon} =	2.557943942
C^*_{trn} =	4.044914814

PANDEO

β_{lon} =	1.88
β_{trn} =	1.92

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	16.19				
H 6	SC Mtmax	8.10			4.45	
H 7		8.10				10.12
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	7.94			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-7.94			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	49.64 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	233.79	0.00	0.00	22.28	11.69
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	16.19	0.00	0.00	0.81	0.81
H 6	SC R(-)	8.10	0.00	0.00	4.86	0.40
H 7	SC V60 (+)	8.10	0.00	0.00	0.40	10.52
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	56.80	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	28.91	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	28.08	0.00	316.10
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.91	0.00	196.37
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	8.06	0.00	67.51	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.17	0.00	37.47	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	7.94	0.00	0.00	0.40	7.09
H 19	Viento Vertical (-)	-7.94	0.00	0.00	-0.40	6.30
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	443.12	11.25	15.22	141.41	220.09
C	2	N_{MIN}	250.97	11.25	25.36	127.51	317.14
C	3	$H_{l,MAX}$	411.45	23.33	0.00	241.09	30.61
C	4	$H_{l,MIN}$	350.26	6.22	25.36	94.87	322.10
C	4	$Ht_{,MAX}$	411.45	11.25	42.13	139.83	504.76
C	5	$Ht_{,MIN}$	350.26	11.25	0.00	140.77	27.55
C	5	$M_{l,MAX}$	411.45	23.33	0.00	241.09	30.61
C	6	$M_{l,MIN}$	250.97	6.22	25.36	81.61	317.14
C	6	$M_{t,MAX}$	411.45	11.25	42.13	139.83	504.76
C	7	$M_{t,MIN}$	262.88	11.25	0.00	128.11	13.14

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	341.04	8.12	10.14	103.46	149.01
C	2	N_{MIN}	254.94	8.12	16.91	99.16	215.81
C	3	$H_{l,MAX}$	319.93	16.18	0.00	169.91	22.69
C	4	$H_{l,MIN}$	259.80	6.22	16.91	84.72	216.05
C	4	$Ht_{,MAX}$	319.93	8.12	28.08	102.40	338.79
C	5	$Ht_{,MIN}$	259.80	8.12	0.00	102.07	19.68
C	5	$M_{l,MAX}$	319.93	16.18	0.00	169.91	22.69
C	6	$M_{l,MIN}$	254.94	6.22	16.91	81.81	215.81
C	6	$M_{t,MAX}$	319.93	8.12	28.08	102.40	338.79
C	7	$M_{t,MIN}$	262.88	8.12	0.00	99.55	13.14

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

ε_y =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parâmetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	17.1644 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	17.5296 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_c =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	443.12	238.22	326.13	403.86	0.218	0.239
C	2	N_{MIN}	250.97	185.21	381.25	423.86	0.230	0.255
C	3	$H_{l,MAX}$	411.45	336.92	105.12	352.94	0.233	0.181
C	4	$Ht_{,MAX}$	411.45	230.41	609.71	651.80	0.220	0.255
C	5	$M_{l,MAX}$	411.45	336.92	105.12	352.94	0.233	0.181
C	6	$M_{t,MAX}$	411.45	230.41	609.71	651.80	0.220	0.255

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.22	18.92
C	2	N_{MIN}	11.25	25.36	27.74
C	3	$H_{l,MAX}$	23.33	0.00	23.33
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.36	26.11
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	42.13	43.60
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	23.33	0.00	23.33
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	25.36	26.11
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	42.13	43.60
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.60 T		*Cortante de Cálculo*
Area =	1.54 m2		*Area de la Pila*
b =	1.241 m		*Ancho del área equivalente*
Vu1 =	886.4 T		CUMPLE
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2		Armadura total vertical dispuesta
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T		No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantia Minima
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.88 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.7 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m		*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25 mm		*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2		*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65 mm^2		*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 1

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	9.13	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	17.16	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	17.53	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	49.04		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	50.08		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	3333.33	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	416.67	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	53	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	301.89	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	276.8	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	175.1	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*
C^*_{lon} =	2.557943942		
C^*_{trn} =	4.044914814		

PANDEO

β_{lon} =	1.88		
β_{trn} =	1.92		

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	16.19				
H 6	SC Mtmax	8.10				10.12
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	7.94			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-7.94			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	49.64 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	233.79	0.00	0.00	22.28	11.69
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	16.19	0.00	0.00	0.81	0.81
H 6	SC R(-)	8.10	0.00	0.00	0.40	10.52
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	56.80	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	28.91	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	28.08	0.00	316.10
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.91	0.00	196.37
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	8.06	0.00	67.51	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.17	0.00	37.47	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	7.94	0.00	0.00	0.40	7.09
H 19	Viento Vertical (-)	-7.94	0.00	0.00	-0.40	6.30
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	430.97	11.25	15.22	140.80	204.30
C	2	N_{MIN}	250.97	11.25	25.36	127.51	317.14
C	3	$H_{l,MAX}$	411.45	23.33	0.00	241.09	30.61
C	4	$H_{l,MIN}$	350.26	6.22	25.36	90.86	331.21
C	4	$Ht_{,MAX}$	411.45	11.25	42.13	139.83	504.76
C	5	$Ht_{,MIN}$	350.26	11.25	0.00	136.77	36.66
C	5	$M_{l,MAX}$	411.45	23.33	0.00	241.09	30.61
C	6	$M_{l,MIN}$	250.97	6.22	25.36	81.61	317.14
C	6	$M_{t,MAX}$	411.45	11.25	42.13	139.83	504.76
C	7	$M_{t,MIN}$	262.88	11.25	0.00	128.11	13.14

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	332.95	8.12	10.14	103.06	138.48
C	2	N_{MIN}	254.94	8.12	16.91	99.16	215.81
C	3	$H_{l,MAX}$	319.93	16.18	0.00	169.91	22.69
C	4	$H_{l,MIN}$	259.80	6.22	16.91	82.05	222.12
C	4	$Ht_{,MAX}$	319.93	8.12	28.08	102.40	338.79
C	5	$Ht_{,MIN}$	259.80	8.12	0.00	99.40	25.76
C	5	$M_{l,MAX}$	319.93	16.18	0.00	169.91	22.69
C	6	$M_{l,MIN}$	254.94	6.22	16.91	81.81	215.81
C	6	$M_{t,MAX}$	319.93	8.12	28.08	102.40	338.79
C	7	$M_{t,MIN}$	262.88	8.12	0.00	99.55	13.14

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

sy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	17.1644 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	17.5296 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_o =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	430.97	235.23	306.96	386.73	0.219	0.238
C	2	N_{MIN}	250.97	185.21	381.25	423.86	0.230	0.255
C	3	$H_{l,MAX}$	411.45	336.92	105.12	352.94	0.233	0.181
C	4	$Ht_{,MAX}$	411.45	230.41	609.71	651.80	0.220	0.255
C	5	$M_{l,MAX}$	411.45	336.92	105.12	352.94	0.233	0.181
C	6	$M_{t,MAX}$	411.45	230.41	609.71	651.80	0.220	0.255

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.22	18.92
C	2	N_{MIN}	11.25	25.36	27.74
C	3	$H_{l,MAX}$	23.33	0.00	23.33
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.36	26.11
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	42.13	43.60
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	23.33	0.00	23.33
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	25.36	26.11
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	42.13	43.60
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.60 T		*Cortante de Cálculo*
Area =	1.54 m2		*Area de la Pila*
b =	1.241 m		*Ancho del área equivalente*
Vu1 =	886.4 T		CUMPLE
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2		Armadura total vertical dispuesta
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T		No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantía Mínima
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.88 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.7 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m		*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25 mm		*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2		*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65 mm^2		*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 1

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	6.13	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	12.01	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	12.08	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	34.33		*NO CUMPLE*
λ_{trn} =	34.50		*NO CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	3333.33	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	416.67	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	53	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	301.89	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	276.8	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	175.1	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*
C^*_{lon} =	8.451269121		
C^*_{trn} =	13.364117607		

PANDEO

β_{lon} =	1.96		
β_{trn} =	1.97		

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	16.19				
H 6	SC Mtmax	8.10			4.45	
H 7		8.10				10.12
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	7.94			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-7.94			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	38.09 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	222.24	0.00	0.00	21.70	11.11
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	16.19	0.00	0.00	0.81	0.81
H 6	SC R(-)	8.10	0.00	0.00	4.86	0.40
H 7	SC V60 (+)	8.10	0.00	0.00	0.40	10.52
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	38.13	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	19.41	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	27.86	0.00	230.50
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.74	0.00	144.64
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	7.62	0.00	43.99	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.13	0.00	25.03	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	7.94	0.00	0.00	0.40	7.09
H 19	Viento Vertical (-)	-7.94	0.00	0.00	-0.40	6.30
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	427.53	11.25	15.07	106.88	172.75
C	2	N_{MIN}	239.42	11.25	25.11	93.19	238.97
C	3	$H_{l,MAX}$	395.86	22.68	0.00	171.29	29.83
C	4	$H_{l,MIN}$	334.68	6.22	25.11	75.43	243.73
C	4	$H_{t,MAX}$	395.86	11.25	41.80	105.30	375.59
C	5	$H_{t,MIN}$	334.68	11.25	0.00	106.25	26.77
C	5	$M_{l,MAX}$	395.86	22.68	0.00	171.29	29.83
C	6	$M_{l,MIN}$	239.42	6.22	25.11	62.37	238.97
C	6	$M_{t,MAX}$	395.86	11.25	41.80	105.30	375.59
C	7	$M_{t,MIN}$	251.34	11.25	0.00	93.78	12.57

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	329.50	8.12	10.04	78.52	117.39
C	2	N_{MIN}	243.40	8.12	16.74	74.21	163.50
C	3	$H_{l,MAX}$	308.39	15.74	0.00	121.46	22.11
C	4	$H_{l,MIN}$	248.25	6.22	16.74	65.48	163.74
C	4	$H_{t,MAX}$	308.39	8.12	27.86	77.46	252.62
C	5	$H_{t,MIN}$	248.25	8.12	0.00	77.13	19.11
C	5	$M_{l,MAX}$	308.39	15.74	0.00	121.46	22.11
C	6	$M_{l,MIN}$	243.40	6.22	16.74	62.57	163.50
C	6	$M_{t,MAX}$	308.39	8.12	27.86	77.46	252.62
C	7	$M_{t,MIN}$	251.34	8.12	0.00	74.61	12.57

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

εy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	12.0148 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	12.0761 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_o =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	427.53	151.19	220.29	267.18	0.104	0.111
C	2	N_{MIN}	239.42	119.43	267.64	293.07	0.110	0.120
C	3	$H_{l,MAX}$	395.86	215.17	63.93	224.47	0.111	0.086
C	4	$H_{t,MAX}$	395.86	146.68	422.85	447.57	0.105	0.119
C	5	$M_{l,MAX}$	395.86	215.17	63.93	224.47	0.111	0.086
C	6	$M_{t,MAX}$	395.86	146.68	422.85	447.57	0.105	0.119

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.07	18.80
C	2	N_{MIN}	11.25	25.11	27.52
C	3	$H_{l,MAX}$	22.68	0.00	22.68
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.11	25.87
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	41.80	43.28
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	22.68	0.00	22.68
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	25.11	25.87
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	41.80	43.28
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.28 T		*Cortante de Cálculo*
Area =	1.54 m2		*Area de la Pila*
b =	1.241 m		*Ancho del área equivalente*
Vu1 =	886.4 T		CUMPLE
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2		Armadura total vertical dispuesta
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T		No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantía Mínima
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.56 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.6 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m		*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25 mm		*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2		*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65 mm^2		*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 2

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	8.88	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	16.78	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	17.05	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	47.95		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	48.71		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	3333.33	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	588.24	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	53	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	301.89	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	276.8	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	199.5	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*
C^*_{lon} =	2.780125862		
C^*_{trn} =	3.857544881		

PANDEO

β_{lon} =	1.89		
β_{trn} =	1.92		

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	24.82				
H 6	SC Mlmax	-2.18			-1.20	
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	6.70			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-6.70			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	48.67 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	232.83	0.00	0.00	22.23	11.64
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	24.82	0.00	0.00	1.24	1.24
H 6	SC R(-)	-2.18	0.00	0.00	-1.31	0.11
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	55.24	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	28.12	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	28.07	0.00	308.91
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.89	0.00	192.02
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	8.02	0.00	65.50	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.16	0.00	36.43	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	6.70	0.00	0.00	0.33	7.03
H 19	Viento Vertical (-)	-6.70	0.00	0.00	-0.33	6.36
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	441.49	11.25	15.20	138.52	200.92
C	2	N_{MIN}	249.91	11.25	25.34	123.57	310.76
C	3	$H_{l,MAX}$	408.28	23.28	0.00	235.10	30.46
C	4	$H_{l,MIN}$	341.58	6.22	25.34	87.80	315.34
C	4	$Ht_{,MAX}$	408.28	11.25	42.10	136.86	493.83
C	5	$Ht_{,MIN}$	341.58	11.25	0.00	132.44	27.32
C	5	$M_{l,MAX}$	408.28	23.28	0.00	235.10	30.46
C	6	$M_{l,MIN}$	252.62	6.22	15.20	78.34	191.80
C	6	$M_{t,MAX}$	408.28	11.25	42.10	136.86	493.83
C	7	$M_{t,MIN}$	261.92	11.25	0.00	125.25	13.10

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	339.87	8.12	10.14	101.37	136.22
C	2	N_{MIN}	253.92	8.12	16.89	96.35	211.54
C	3	$H_{l,MAX}$	317.73	16.14	0.00	165.76	22.58
C	4	$H_{l,MIN}$	253.92	6.22	16.89	79.48	211.54
C	4	$Ht_{,MAX}$	317.73	8.12	28.07	100.26	331.49
C	5	$Ht_{,MIN}$	253.92	8.12	0.00	96.35	19.52
C	5	$M_{l,MAX}$	317.73	16.14	0.00	165.76	22.58
C	6	$M_{l,MIN}$	255.72	6.22	10.14	79.09	132.23
C	6	$M_{t,MAX}$	317.73	8.12	28.07	100.26	331.49
C	7	$M_{t,MIN}$	261.92	8.12	0.00	97.47	13.10

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

εy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	16.7832 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	17.0496 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_c =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	441.49	230.54	299.99	378.34	0.208	0.224
C	2	N_{MIN}	249.91	178.36	371.11	411.74	0.219	0.241
C	3	$H_{l,MAX}$	408.28	325.88	100.42	341.00	0.222	0.171
C	4	$Ht_{,MAX}$	408.28	222.65	592.28	632.75	0.210	0.241
C	5	$M_{l,MAX}$	408.28	325.88	100.42	341.00	0.222	0.171
C	6	$M_{t,MAX}$	408.28	222.65	592.28	632.75	0.210	0.241

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.20	18.91
C	2	N_{MIN}	11.25	25.34	27.72
C	3	$H_{l,MAX}$	23.28	0.00	23.28
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.34	26.09
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	42.10	43.57
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	23.28	0.00	23.28
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	15.20	16.43
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	42.10	43.57
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.57 T	*Cortante de Cálculo*	
Area =	1.54 m2	*Area de la Pila*	
b =	1.241 m	*Ancho del área equivalente*	
Vu1 =	886.4 T	CUMPLE	
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2	Armadura total vertical dispuesta	
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T	No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantía Mínima	
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.85 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.7 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m	*Separación de los cercos*	
$\phi_{vertical}$ =	25 mm	*Diámetro de las barras verticales*	
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2	*Area total de acero vertical*	
A_{sc} =	65 mm^2	*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*	

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 2

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	8.88	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	16.78	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	17.05	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	47.95		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	48.71		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	3333.33	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	588.24	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	53	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	301.89	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	276.8	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	199.5	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*
C^*_{lon} =	2.780125862		
C^*_{trn} =	3.857544881		

PANDEO

β_{lon} =	1.89
β_{trn} =	1.92

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	24.82				
H 6	SC Mtmax	-2.18				-2.73
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	6.70			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-6.70			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	48.67 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	232.83	0.00	0.00	22.23	11.64
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	24.82	0.00	0.00	1.24	1.24
H 6	SC R(-)	-2.18	0.00	0.00	-0.11	-2.62
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	55.24	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	28.12	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	28.07	0.00	308.91
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.89	0.00	192.02
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	8.02	0.00	65.50	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.16	0.00	36.43	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	6.70	0.00	0.00	0.33	7.03
H 19	Viento Vertical (-)	-6.70	0.00	0.00	-0.33	6.36
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	441.49	11.25	15.20	138.52	200.92
C	2	N_{MIN}	249.91	11.25	25.34	124.65	308.31
C	3	$H_{l,MAX}$	408.28	23.28	0.00	235.10	30.46
C	4	$H_{l,MIN}$	341.58	6.22	25.34	88.88	312.89
C	4	$Ht_{,MAX}$	408.28	11.25	42.10	136.86	493.83
C	5	$Ht_{,MIN}$	341.58	11.25	0.00	133.52	24.86
C	5	$M_{l,MAX}$	408.28	23.28	0.00	235.10	30.46
C	6	$M_{l,MIN}$	249.91	6.22	25.34	80.00	308.31
C	6	$M_{t,MAX}$	408.28	11.25	42.10	136.86	493.83
C	7	$M_{t,MIN}$	258.65	11.25	0.00	125.08	9.17

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	339.87	8.12	10.14	101.37	136.22
C	2	N_{MIN}	253.92	8.12	16.89	97.07	209.90
C	3	$H_{l,MAX}$	317.73	16.14	0.00	165.76	22.58
C	4	$H_{l,MIN}$	253.92	6.22	16.89	80.20	209.90
C	4	$Ht_{,MAX}$	317.73	8.12	28.07	100.26	331.49
C	5	$Ht_{,MIN}$	253.92	8.12	0.00	97.07	17.89
C	5	$M_{l,MAX}$	317.73	16.14	0.00	165.76	22.58
C	6	$M_{l,MIN}$	253.92	6.22	16.89	80.20	209.90
C	6	$M_{t,MAX}$	317.73	8.12	28.07	100.26	331.49
C	7	$M_{t,MIN}$	259.74	8.12	0.00	97.37	10.48

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

εy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	16.7832 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	17.0496 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_o =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	441.49	230.54	299.99	378.34	0.208	0.224
C	2	N_{MIN}	249.91	179.49	368.63	410.00	0.219	0.241
C	3	$H_{l,MAX}$	408.28	325.88	100.42	341.00	0.222	0.171
C	4	$Ht_{,MAX}$	408.28	222.65	592.28	632.75	0.210	0.241
C	5	$M_{l,MAX}$	408.28	325.88	100.42	341.00	0.222	0.171
C	6	$M_{t,MAX}$	408.28	222.65	592.28	632.75	0.210	0.241

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.20	18.91
C	2	N_{MIN}	11.25	25.34	27.72
C	3	$H_{l,MAX}$	23.28	0.00	23.28
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.34	26.09
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	42.10	43.57
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	23.28	0.00	23.28
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	25.34	26.09
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	42.10	43.57
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.57 T		*Cortante de Cálculo*
Area =	1.54 m2		*Area de la Pila*
b =	1.241 m		*Ancho del área equivalente*
Vu1 =	886.4 T		CUMPLE
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2		Armadura total vertical dispuesta
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T		No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantía Mínima
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.85 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.7 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m	*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25 mm	*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2	*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65 mm^2	*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 3

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	9.47	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	17.71	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	17.99	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	50.60		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	51.41		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	3333.33	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	588.24	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	53	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	301.89	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	276.8	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	199.5	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*
C^*_{lon} =	2.292204802		
C^*_{trn} =	3.180533307		

PANDEO

β_{lon} =	1.87		
β_{trn} =	1.90		

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	24.82				
H 6	SC MLmax	-2.18			-1.20	
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	6.99			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-6.99			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	50.94 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	235.10	0.00	0.00	22.34	11.75
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	24.82	0.00	0.00	1.24	1.24
H 6	SC R(-)	-2.18	0.00	0.00	-1.31	0.11
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	58.91	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	29.99	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	28.11	0.00	325.88
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.92	0.00	202.29
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	8.11	0.00	70.25	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.17	0.00	38.89	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	6.99	0.00	0.00	0.35	7.04
H 19	Viento Vertical (-)	-6.99	0.00	0.00	-0.35	6.34
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	444.82	11.25	15.23	145.32	210.33
C	2	N_{MIN}	251.75	11.25	25.39	130.29	326.26
C	3	$H_{l,MAX}$	411.79	23.41	0.00	249.05	30.63
C	4	$H_{l,MIN}$	344.21	6.22	25.39	91.60	330.89
C	4	$Ht_{,MAX}$	411.79	11.25	42.16	143.67	519.45
C	5	$Ht_{,MIN}$	344.21	11.25	0.00	139.21	27.45
C	5	$M_{l,MAX}$	411.79	23.41	0.00	249.05	30.63
C	6	$M_{l,MIN}$	254.63	6.22	15.23	82.11	201.15
C	6	$M_{t,MAX}$	411.79	11.25	42.16	143.67	519.45
C	7	$M_{t,MIN}$	264.19	11.25	0.00	132.00	13.21

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	342.31	8.12	10.15	106.29	142.51
C	2	N_{MIN}	255.89	8.12	16.92	101.24	221.91
C	3	$H_{l,MAX}$	320.29	16.23	0.00	175.44	22.71
C	4	$H_{l,MIN}$	255.89	6.22	16.92	83.25	221.91
C	4	$Ht_{,MAX}$	320.29	8.12	28.11	105.18	348.59
C	5	$Ht_{,MIN}$	255.89	8.12	0.00	101.24	19.62
C	5	$M_{l,MAX}$	320.29	16.23	0.00	175.44	22.71
C	6	$M_{l,MIN}$	257.82	6.22	10.15	82.87	138.50
C	6	$M_{t,MAX}$	320.29	8.12	28.11	105.18	348.59
C	7	$M_{t,MIN}$	264.19	8.12	0.00	102.38	13.21

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

εy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	17.7089 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	17.9930 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_c =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	444.82	249.06	321.94	407.03	0.233	0.251
C	2	N_{MIN}	251.75	192.02	394.10	438.39	0.245	0.269
C	3	$H_{l,MAX}$	411.79	351.42	109.19	367.99	0.249	0.191
C	4	$Ht_{,MAX}$	411.79	240.48	630.27	674.59	0.235	0.269
C	5	$M_{l,MAX}$	411.79	351.42	109.19	367.99	0.249	0.191
C	6	$M_{t,MAX}$	411.79	240.48	630.27	674.59	0.235	0.269

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.23	18.94
C	2	N_{MIN}	11.25	25.39	27.77
C	3	$H_{l,MAX}$	23.41	0.00	23.41
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.39	26.14
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	42.16	43.64
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	23.41	0.00	23.41
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	15.23	16.45
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	42.16	43.64
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.64 T	*Cortante de Cálculo*	
Area =	1.54 m2	*Area de la Pila*	
b =	1.241 m	*Ancho del área equivalente*	
Vu1 =	886.4 T	CUMPLE	
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2	Armadura total vertical dispuesta	
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T	No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantia Minima	
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.91 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.7 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m	*Separación de los cercos*	
$\phi_{vertical}$ =	25 mm	*Diámetro de las barras verticales*	
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2	*Area total de acero vertical*	
A_{sc} =	65 mm^2	*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*	

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80 cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 3

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	9.47	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	17.71	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	17.99	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	50.60		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	51.41		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	3333.33	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	588.24	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	53	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	301.89	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	276.8	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	199.5	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*
C^*_{lon} =	2.292204802		
C^*_{trn} =	3.180533307		

PANDEO

β_{lon} =	1.87		
β_{trn} =	1.90		

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	24.82				
H 6	SC Mtmax	-2.18				-2.73
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	6.99			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-6.99			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	50.94 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	235.10	0.00	0.00	22.34	11.75
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	24.82	0.00	0.00	1.24	1.24
H 6	SC R(-)	-2.18	0.00	0.00	-0.11	-2.62
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	58.91	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	29.99	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	28.11	0.00	325.88
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.92	0.00	202.29
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	8.11	0.00	70.25	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.17	0.00	38.89	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	6.99	0.00	0.00	0.35	7.04
H 19	Viento Vertical (-)	-6.99	0.00	0.00	-0.35	6.34
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	444.82	11.25	15.23	145.32	210.33
C	2	N_{MIN}	251.75	11.25	25.39	131.37	323.81
C	3	$H_{l,MAX}$	411.79	23.41	0.00	249.05	30.63
C	4	$H_{l,MIN}$	344.21	6.22	25.39	92.68	328.43
C	4	$Ht_{,MAX}$	411.79	11.25	42.16	143.67	519.45
C	5	$Ht_{,MIN}$	344.21	11.25	0.00	140.29	25.00
C	5	$M_{l,MAX}$	411.79	23.41	0.00	249.05	30.63
C	6	$M_{l,MIN}$	251.75	6.22	25.39	83.76	323.81
C	6	$M_{t,MAX}$	411.79	11.25	42.16	143.67	519.45
C	7	$M_{t,MIN}$	260.92	11.25	0.00	131.83	9.29

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	342.31	8.12	10.15	106.29	142.51
C	2	N_{MIN}	255.89	8.12	16.92	101.96	220.28
C	3	$H_{l,MAX}$	320.29	16.23	0.00	175.44	22.71
C	4	$H_{l,MIN}$	255.89	6.22	16.92	83.97	220.28
C	4	$Ht_{,MAX}$	320.29	8.12	28.11	105.18	348.59
C	5	$Ht_{,MIN}$	255.89	8.12	0.00	101.96	17.98
C	5	$M_{l,MAX}$	320.29	16.23	0.00	175.44	22.71
C	6	$M_{l,MIN}$	255.89	6.22	16.92	83.97	220.28
C	6	$M_{t,MAX}$	320.29	8.12	28.11	105.18	348.59
C	7	$M_{t,MIN}$	262.01	8.12	0.00	102.27	10.59

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

ε_y =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	17.7089 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	17.9930 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_c =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	444.82	249.06	321.94	407.03	0.233	0.251
C	2	N_{MIN}	251.75	193.14	391.62	436.66	0.245	0.269
C	3	$H_{l,MAX}$	411.79	351.42	109.19	367.99	0.249	0.191
C	4	$Ht_{,MAX}$	411.79	240.48	630.27	674.59	0.235	0.269
C	5	$M_{l,MAX}$	411.79	351.42	109.19	367.99	0.249	0.191
C	6	$M_{t,MAX}$	411.79	240.48	630.27	674.59	0.235	0.269

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.23	18.94
C	2	N_{MIN}	11.25	25.39	27.77
C	3	$H_{l,MAX}$	23.41	0.00	23.41
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.39	26.14
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	42.16	43.64
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	23.41	0.00	23.41
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	25.39	26.14
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	42.16	43.64
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.64 T		*Cortante de Cálculo*
Area =	1.54 m2		*Area de la Pila*
b =	1.241 m		*Ancho del área equivalente*
Vu1 =	886.4 T		CUMPLE
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2		Armadura total vertical dispuesta
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T		No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantía Mínima
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.91 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.7 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m		*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25 mm		*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2		*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65 mm^2		*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 4

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	7.85	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	14.99	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	15.23	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	42.84		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	43.51		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	5000.00	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	500.00	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	600	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	450	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.540	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	132	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	327.27	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	307.2	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	197.8	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*
C^*_{lon} =	3.626700064		
C^*_{trn} =	5.631906243		

PANDEO

β_{lon} =	1.91		
β_{trn} =	1.94		

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	24.82				
H 6	SC MLmax	-2.18			-1.20	
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	6.99			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-6.99			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	44.71 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	228.86	0.00	0.00	22.03	11.44
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	24.82	0.00	0.00	1.24	1.24
H 6	SC R(-)	-2.18	0.00	0.00	-1.31	0.11
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	48.83	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	24.86	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	27.99	0.00	279.42
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.84	0.00	174.17
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	7.87	0.00	57.31	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.15	0.00	32.15	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	6.99	0.00	0.00	0.35	7.04
H 19	Viento Vertical (-)	-6.99	0.00	0.00	-0.35	6.34
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	436.41	11.25	15.15	126.68	184.60
C	2	N_{MIN}	245.51	11.25	25.25	111.76	283.77
C	3	$H_{l,MAX}$	403.37	23.05	0.00	210.99	30.21
C	4	$H_{l,MIN}$	335.79	6.22	25.25	81.10	288.29
C	4	$Ht_{,MAX}$	403.37	11.25	41.99	125.02	449.33
C	5	$Ht_{,MIN}$	335.79	11.25	0.00	120.57	27.03
C	5	$M_{l,MAX}$	403.37	23.05	0.00	210.99	30.21
C	6	$M_{l,MIN}$	248.40	6.22	15.15	71.72	175.53
C	6	$M_{t,MAX}$	403.37	11.25	41.99	125.02	449.33
C	7	$M_{t,MIN}$	257.96	11.25	0.00	113.46	12.90

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	336.08	8.12	10.10	92.82	125.33
C	2	N_{MIN}	249.66	8.12	16.84	87.78	193.48
C	3	$H_{l,MAX}$	314.05	15.99	0.00	149.03	22.40
C	4	$H_{l,MIN}$	249.66	6.22	16.84	72.86	193.48
C	4	$Ht_{,MAX}$	314.05	8.12	27.99	91.72	301.81
C	5	$Ht_{,MIN}$	249.66	8.12	0.00	87.78	19.31
C	5	$M_{l,MAX}$	314.05	15.99	0.00	149.03	22.40
C	6	$M_{l,MIN}$	251.58	6.22	10.10	72.48	121.32
C	6	$M_{t,MAX}$	314.05	8.12	27.99	91.72	301.81
C	7	$M_{t,MIN}$	257.96	8.12	0.00	88.91	12.90

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

εy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	14.9935 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	15.2290 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_c =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	436.41	198.55	262.15	328.85	0.165	0.178
C	2	N_{MIN}	245.51	154.37	330.90	365.14	0.174	0.192
C	3	$H_{l,MAX}$	403.37	281.96	85.40	294.61	0.176	0.137
C	4	$Ht_{,MAX}$	403.37	192.02	526.62	560.53	0.166	0.192
C	5	$M_{l,MAX}$	403.37	281.96	85.40	294.61	0.176	0.137
C	6	$M_{t,MAX}$	403.37	192.02	526.62	560.53	0.166	0.192

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.15	18.87
C	2	N_{MIN}	11.25	25.25	27.65
C	3	$H_{l,MAX}$	23.05	0.00	23.05
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.25	26.01
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	41.99	43.47
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	23.05	0.00	23.05
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	15.15	16.38
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	41.99	43.47
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.47 T		*Cortante de Cálculo*
Area =	1.54 m2		*Area de la Pila*
b =	1.241 m		*Ancho del área equivalente*
Vu1 =	886.4 T		CUMPLE
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2		Armadura total vertical dispuesta
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T		No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantía Mínima
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.74 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.6 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20	m	*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25	mm	*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272	mm^2	*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65	mm^2	*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 4

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	7.85	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	14.99	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	15.23	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	42.84		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	43.51		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	5000.00	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	500.00	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	600	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	450	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.540	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	132	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	327.27	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	307.2	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	197.8	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*

C^*_{lon} =	3.626700064
C^*_{trn} =	5.631906243

PANDEO

β_{lon} =	1.91
β_{trn} =	1.94

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	24.82				
H 6	SC Mtmax	-2.18				-2.73
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	6.99			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-6.99			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	44.71 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	228.86	0.00	0.00	22.03	11.44
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	24.82	0.00	0.00	1.24	1.24
H 6	SC R(-)	-2.18	0.00	0.00	-0.11	-2.62
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	48.83	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	24.86	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	27.99	0.00	279.42
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.84	0.00	174.17
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	7.87	0.00	57.31	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.15	0.00	32.15	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	6.99	0.00	0.00	0.35	7.04
H 19	Viento Vertical (-)	-6.99	0.00	0.00	-0.35	6.34
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	436.41	11.25	15.15	126.68	184.60
C	2	N_{MIN}	245.51	11.25	25.25	112.84	281.32
C	3	$H_{l,MAX}$	403.37	23.05	0.00	210.99	30.21
C	4	$H_{l,MIN}$	335.79	6.22	25.25	82.18	285.84
C	4	$Ht_{,MAX}$	403.37	11.25	41.99	125.02	449.33
C	5	$Ht_{,MIN}$	335.79	11.25	0.00	121.64	24.57
C	5	$M_{l,MAX}$	403.37	23.05	0.00	210.99	30.21
C	6	$M_{l,MIN}$	245.51	6.22	25.25	73.37	281.32
C	6	$M_{t,MAX}$	403.37	11.25	41.99	125.02	449.33
C	7	$M_{t,MIN}$	254.69	11.25	0.00	113.30	8.97

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	336.08	8.12	10.10	92.82	125.33
C	2	N_{MIN}	249.66	8.12	16.84	88.50	191.85
C	3	$H_{l,MAX}$	314.05	15.99	0.00	149.03	22.40
C	4	$H_{l,MIN}$	249.66	6.22	16.84	73.58	191.85
C	4	$Ht_{,MAX}$	314.05	8.12	27.99	91.72	301.81
C	5	$Ht_{,MIN}$	249.66	8.12	0.00	88.50	17.67
C	5	$M_{l,MAX}$	314.05	15.99	0.00	149.03	22.40
C	6	$M_{l,MIN}$	249.66	6.22	16.84	73.58	191.85
C	6	$M_{t,MAX}$	314.05	8.12	27.99	91.72	301.81
C	7	$M_{t,MIN}$	255.78	8.12	0.00	88.80	10.28

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

εy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	14.9935 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	15.2290 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_c =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	436.41	198.55	262.15	328.85	0.165	0.178
C	2	N_{MIN}	245.51	155.49	328.43	363.38	0.174	0.192
C	3	$H_{l,MAX}$	403.37	281.96	85.40	294.61	0.176	0.137
C	4	$Ht_{,MAX}$	403.37	192.02	526.62	560.53	0.166	0.192
C	5	$M_{l,MAX}$	403.37	281.96	85.40	294.61	0.176	0.137
C	6	$M_{t,MAX}$	403.37	192.02	526.62	560.53	0.166	0.192

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.15	18.87
C	2	N_{MIN}	11.25	25.25	27.65
C	3	$H_{l,MAX}$	23.05	0.00	23.05
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.25	26.01
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	41.99	43.47
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	23.05	0.00	23.05
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	25.25	26.01
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	41.99	43.47
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.47 T	*Cortante de Cálculo*
Area =	1.54 m2	*Area de la Pila*
b =	1.241 m	*Ancho del área equivalente*
Vu1 =	886.4 T	CUMPLE
ξ =	1.409836462	
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2	Armadura total vertical dispuesta
ρ_L =	0.002492008	
Vu2 =	48.87 T	No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantía Mínima
Vcu =	40.73 T	
Vsu =	2.74 T	
fya,d =	400 MPa	
Aa =	0.6 cm2/m	
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m	
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m	
S_t =	0.20 m	
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm	

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m	*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25 mm	*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2	*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65 mm^2	*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 5

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	8.15	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	15.49	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	15.73	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	44.24		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	44.94		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	2500.00	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	588.24	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	45	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	355.56	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	311.3	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	221.6	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*

C^*_{lon} =	3.197906851
C^*_{trn} =	4.492001453

PANDEO

β_{lon} =	1.90
β_{trn} =	1.93

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	24.82				
H 6	SC MLmax	-2.18			-1.20	
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	6.70			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-6.70			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	45.86 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	230.02	0.00	0.00	22.09	11.50
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	24.82	0.00	0.00	1.24	1.24
H 6	SC R(-)	-2.18	0.00	0.00	-1.31	0.11
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	50.70	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	25.81	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	28.01	0.00	287.99
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.85	0.00	179.36
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	7.91	0.00	59.68	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.15	0.00	33.39	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	6.70	0.00	0.00	0.33	7.03
H 19	Viento Vertical (-)	-6.70	0.00	0.00	-0.33	6.36
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	437.70	11.25	15.17	130.11	189.33
C	2	N_{MIN}	247.11	11.25	25.28	115.21	291.63
C	3	$H_{l,MAX}$	404.49	23.12	0.00	217.98	30.27
C	4	$H_{l,MIN}$	337.79	6.22	25.28	83.07	296.17
C	4	$Ht_{,MAX}$	404.49	11.25	42.02	128.45	462.25
C	5	$Ht_{,MIN}$	337.79	11.25	0.00	124.04	27.13
C	5	$M_{l,MAX}$	404.49	23.12	0.00	217.98	30.27
C	6	$M_{l,MIN}$	249.82	6.22	15.17	73.66	180.27
C	6	$M_{t,MAX}$	404.49	11.25	42.02	128.45	462.25
C	7	$M_{t,MIN}$	259.11	11.25	0.00	116.89	12.96

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	337.06	8.12	10.11	95.30	128.49
C	2	N_{MIN}	251.11	8.12	16.85	90.29	198.74
C	3	$H_{l,MAX}$	314.91	16.03	0.00	153.88	22.44
C	4	$H_{l,MIN}$	251.11	6.22	16.85	74.80	198.74
C	4	$Ht_{,MAX}$	314.91	8.12	28.01	94.20	310.43
C	5	$Ht_{,MIN}$	251.11	8.12	0.00	90.29	19.38
C	5	$M_{l,MAX}$	314.91	16.03	0.00	153.88	22.44
C	6	$M_{l,MIN}$	252.91	6.22	10.11	74.41	124.50
C	6	$M_{t,MAX}$	314.91	8.12	28.01	94.20	310.43
C	7	$M_{t,MIN}$	259.11	8.12	0.00	91.41	12.96

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

εy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	15.4850 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	15.7295 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_c =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	437.70	207.24	272.50	342.35	0.176	0.190
C	2	N_{MIN}	247.11	161.07	342.29	378.29	0.186	0.205
C	3	$H_{l,MAX}$	404.49	294.09	89.29	307.34	0.188	0.146
C	4	$Ht_{,MAX}$	404.49	200.33	545.04	580.69	0.178	0.205
C	5	$M_{l,MAX}$	404.49	294.09	89.29	307.34	0.188	0.146
C	6	$M_{t,MAX}$	404.49	200.33	545.04	580.69	0.178	0.205

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.17	18.88
C	2	N_{MIN}	11.25	25.28	27.67
C	3	$H_{l,MAX}$	23.12	0.00	23.12
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.28	26.03
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	42.02	43.50
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	23.12	0.00	23.12
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	15.17	16.39
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	42.02	43.50
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.50 T	*Cortante de Cálculo*	
Area =	1.54 m2	*Area de la Pila*	
b =	1.241 m	*Ancho del área equivalente*	
Vu1 =	886.4 T	CUMPLE	
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2	Armadura total vertical dispuesta	
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T	No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantía Mínima	
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.77 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.6 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m	*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25 mm	*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2	*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65 mm^2	*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 5

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	8.15	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	15.49	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	15.73	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	44.24		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	44.94		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	2500.00	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	588.24	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	45	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	355.56	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	311.3	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	221.6	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*
C^*_{lon} =	3.197906851		
C^*_{trn} =	4.492001453		

PANDEO

β_{lon} =	1.90		
β_{trn} =	1.93		

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	24.82				
H 6	SC Mtmax	-2.18				-2.73
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	6.70			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-6.70			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,sc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,sc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	45.86 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	230.02	0.00	0.00	22.09	11.50
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	24.82	0.00	0.00	1.24	1.24
H 6	SC R(-)	-2.18	0.00	0.00	-0.11	-2.62
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	50.70	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	25.81	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	28.01	0.00	287.99
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.85	0.00	179.36
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	7.91	0.00	59.68	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.15	0.00	33.39	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	6.70	0.00	0.00	0.33	7.03
H 19	Viento Vertical (-)	-6.70	0.00	0.00	-0.33	6.36
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	437.70	11.25	15.17	130.11	189.33
C	2	N_{MIN}	247.11	11.25	25.28	116.29	289.18
C	3	$H_{l,MAX}$	404.49	23.12	0.00	217.98	30.27
C	4	$H_{l,MIN}$	337.79	6.22	25.28	84.14	293.71
C	4	$Ht_{,MAX}$	404.49	11.25	42.02	128.45	462.25
C	5	$Ht_{,MIN}$	337.79	11.25	0.00	125.12	24.67
C	5	$M_{l,MAX}$	404.49	23.12	0.00	217.98	30.27
C	6	$M_{l,MIN}$	247.11	6.22	25.28	75.32	289.18
C	6	$M_{t,MAX}$	404.49	11.25	42.02	128.45	462.25
C	7	$M_{t,MIN}$	255.84	11.25	0.00	116.73	9.03

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	337.06	8.12	10.11	95.30	128.49
C	2	N_{MIN}	251.11	8.12	16.85	91.00	197.11
C	3	$H_{l,MAX}$	314.91	16.03	0.00	153.88	22.44
C	4	$H_{l,MIN}$	251.11	6.22	16.85	75.52	197.11
C	4	$Ht_{,MAX}$	314.91	8.12	28.01	94.20	310.43
C	5	$Ht_{,MIN}$	251.11	8.12	0.00	91.00	17.75
C	5	$M_{l,MAX}$	314.91	16.03	0.00	153.88	22.44
C	6	$M_{l,MIN}$	251.11	6.22	16.85	75.52	197.11
C	6	$M_{t,MAX}$	314.91	8.12	28.01	94.20	310.43
C	7	$M_{t,MIN}$	256.93	8.12	0.00	91.30	10.34

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

εy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	15.4850 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	15.7295 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_o =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	437.70	207.24	272.50	342.35	0.176	0.190
C	2	N_{MIN}	247.11	162.19	339.81	376.54	0.186	0.205
C	3	$H_{l,MAX}$	404.49	294.09	89.29	307.34	0.188	0.146
C	4	$Ht_{,MAX}$	404.49	200.33	545.04	580.69	0.178	0.205
C	5	$M_{l,MAX}$	404.49	294.09	89.29	307.34	0.188	0.146
C	6	$M_{t,MAX}$	404.49	200.33	545.04	580.69	0.178	0.205

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.17	18.88
C	2	N_{MIN}	11.25	25.28	27.67
C	3	$Hl_{,MAX}$	23.12	0.00	23.12
C	4	$Hl_{,MIN}$	6.22	25.28	26.03
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	42.02	43.50
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$Ml_{,MAX}$	23.12	0.00	23.12
C	6	$Ml_{,MIN}$	6.22	25.28	26.03
C	6	$Mt_{,MAX}$	11.25	42.02	43.50
C	7	$Mt_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.50 T		*Cortante de Cálculo*
Area =	1.54 m2		*Area de la Pila*
b =	1.241 m		*Ancho del área equivalente*
Vu1 =	886.4 T		CUMPLE
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2		Armadura total vertical dispuesta
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T		No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantia Minima
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.77 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.6 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m		*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25 mm		*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2		*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65 mm^2		*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 6

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	6.64	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	12.88	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	13.01	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	36.80		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	37.18		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	2000.00	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	434.78	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	45	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	355.56	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	301.9	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	195.6	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*

C^*_{lon} =	6.097434563
C^*_{trn} =	9.410757495

PANDEO

β_{lon} =	1.94
β_{trn} =	1.96

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	24.82				
H 6	SC Mlmax	-2.18			-1.20	
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	7.95			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-7.95			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,sc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,sc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	40.05 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	224.21	0.00	0.00	21.80	11.21
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	24.82	0.00	0.00	1.24	1.24
H 6	SC R(-)	-2.18	0.00	0.00	-1.31	0.11
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	41.31	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	21.03	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	27.90	0.00	244.96
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.77	0.00	153.36
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	7.69	0.00	47.90	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.13	0.00	27.13	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	7.95	0.00	0.00	0.40	7.09
H 19	Viento Vertical (-)	-7.95	0.00	0.00	-0.40	6.30
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	430.98	11.25	15.09	112.79	165.60
C	2	N_{MIN}	239.42	11.25	25.15	97.84	252.25
C	3	$H_{l,MAX}$	398.52	22.79	0.00	183.02	29.97
C	4	$H_{l,MIN}$	328.07	6.22	25.15	73.19	256.68
C	4	$Ht_{,MAX}$	398.52	11.25	41.85	111.17	397.41
C	5	$Ht_{,MIN}$	328.07	11.25	0.00	106.57	26.64
C	5	$M_{l,MAX}$	398.52	22.79	0.00	183.02	29.97
C	6	$M_{l,MIN}$	242.88	6.22	15.09	63.91	156.52
C	6	$M_{t,MAX}$	398.52	11.25	41.85	111.17	397.41
C	7	$M_{t,MIN}$	253.30	11.25	0.00	99.62	12.67

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	331.99	8.12	10.06	82.79	112.63
C	2	N_{MIN}	244.05	8.12	16.77	77.67	172.39
C	3	$H_{l,MAX}$	310.35	15.82	0.00	129.60	22.21
C	4	$H_{l,MIN}$	244.05	6.22	16.77	65.05	172.39
C	4	$Ht_{,MAX}$	310.35	8.12	27.90	81.70	267.17
C	5	$Ht_{,MIN}$	244.05	8.12	0.00	77.67	19.03
C	5	$M_{l,MAX}$	310.35	15.82	0.00	129.60	22.21
C	6	$M_{l,MIN}$	246.35	6.22	10.06	64.69	108.57
C	6	$M_{t,MAX}$	310.35	8.12	27.90	81.70	267.17
C	7	$M_{t,MIN}$	253.30	8.12	0.00	78.85	12.67

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

εy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parámetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	12.8816 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	13.0144 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_c =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	430.98	164.46	220.94	275.43	0.120	0.128
C	2	N_{MIN}	239.42	128.17	285.65	313.09	0.127	0.140
C	3	$H_{l,MAX}$	398.52	234.12	69.81	244.30	0.128	0.100
C	4	$Ht_{,MAX}$	398.52	159.36	452.83	480.06	0.121	0.139
C	5	$M_{l,MAX}$	398.52	234.12	69.81	244.30	0.128	0.100
C	6	$M_{t,MAX}$	398.52	159.36	452.83	480.06	0.121	0.139

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.09	18.82
C	2	N_{MIN}	11.25	25.15	27.55
C	3	$H_{l,MAX}$	22.79	0.00	22.79
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.15	25.91
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	41.85	43.34
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	22.79	0.00	22.79
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	15.09	16.32
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	41.85	43.34
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.34 T		*Cortante de Cálculo*
Area =	1.54 m2		*Area de la Pila*
b =	1.241 m		*Ancho del área equivalente*
Vu1 =	886.4 T		CUMPLE
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2		Armadura total vertical dispuesta
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T		No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantía Mínima
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.61 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.6 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m	*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25 mm	*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2	*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65 mm^2	*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PILA nº 6

1. GEOMETRÍA

PILA

H_{pila} =	6.64	m	*Altura de Pila*
Diametro =	1.4	m	*Diametro de pila*
Area =	1.54	m^2	*Area de Pila*
Ix =	0.1886	m^4	*Inercia de Pila*
$e_{a,t}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental transversal*
$e_{a,l}$ =	0.0500	m	*Excentricidad accidental longitudinal*
i_l =	0.3500	m	*Radio de giro longitudinal*
i_t =	0.3500	m	*Radio de giro transversal*
$L_{p,long}$ =	12.88	m	*Longitud de Pandeo longitudinal*
$L_{p,trn}$ =	13.01	m	*Longitud de Pandeo Transversal*
λ_{long} =	36.80		*35 < l < 100 . CUMPLE*
λ_{trn} =	37.18		*35 < l < 100 . CUMPLE*
$K_{TAB,lon}$ =	2000.00	T/m	*Rigidez del tablero dirección longitudinal*
$K_{TAB,trn}$ =	434.78	T/m	*Rigidez del tablero dirección transversal*

NEOPRENO

Nº de Neoprenos =	2		
$B_{neopreno}$ =	400	mm	*Dimensión neopreno Transversal*
$L_{neopreno}$ =	250	mm	*Dimensión neopreno Longitudinal*
A_N =	0.200	m^2	*Area de Neopreno*
e_{neto} =	45	mm	*Espesor neto de neopreno*
G =	8	kg/cm2	*Rigidez instantánea de neopreno.*
K_N =	355.56	T/m	*Rigidez del neopreno*

CONJUNTO TABLERO + NEOPRENO

$K_{TAB+NEOPRENO,LON}$ =	301.9	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Longitudinal*
$K_{TAB+NEOPRENO,TRN}$ =	195.6	T/m	*Rigidez conjunta Tablero-neopreno Transversal*
C^*_{lon} =	6.097434563		
C^*_{trn} =	9.410757495		

PANDEO

β_{lon} =	1.94		
β_{trn} =	1.96		

2. MATERIALES

fck,fuste =	30	Mpa	Ec,28 =	28576.79	Mpa
fyk,fuste =	500	Mpa			
fck,cimentacion =	25	Mpa			
fyk,cimentacion =	500	Mpa	Es =	200000	Mpa

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3. ACCIONES DEL TABLERO

Hipotesis	Descripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	184.15	0.00	0.00	10.59	0.00
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	1.67	0.00
H 3	Agua	44.64				
H 4						
H 5	SC R(+)	24.82				
H 6	SC Mtmax	-2.18				-2.73
H 7						
H 8						
H 9	Acortamiento elástico					
H 10	Fluencia					
H 11	Retracción		6.22		2.13	
H 12	Térmicas		3.17		14.12	
H 13	Frenado + Centrifuga					
H 14	Viento tm sin SC			27.42		59.70
H 15	Viento tm con SC			16.40		42.01
H 16	Viento Lon sin SC		6.73		30.93	
H 17	Viento Lon con SC		4.04		18.51	
H 18	Viento Vertical (+)	7.95			0.08	6.69
H 19	Viento Vertical (-)	-7.95			0.08	6.69
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)					
H 22	$\Delta\delta_o$ (+)					
H 23	$\Delta\delta_o$ (-)					

4. ACCIONES SOBRE PILA

$f_{lon,viento,ssc}$ =	0.145 t/m	*Fuerza viento longitudinal sin sobrecarga*
$f_{lon,viento,csc}$ =	0.014 t/m	*Fuerza viento longitudinal con sobrecarga*
$f_{tm,viento,ssc}$ =	0.073 t/m	*Fuerza viento transversalal sin sobrecarga*
$f_{tm,viento,csc}$ =	0.055 t/m	*Fuerza viento transversal con sobrecarga*
P_{pila} =	40.05 T	*Peso de la Pila*

Sección Empotramiento

Hipotesis	Desctripción	[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
H 1	Peso Propio	224.21	0.00	0.00	21.80	11.21
H 2	CP	29.10	0.00	0.00	3.13	1.45
H 3	P(+)	44.64	0.00	0.00	2.23	2.23
H 4	P(-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 5	SC R(+)	24.82	0.00	0.00	1.24	1.24
H 6	SC R(-)	-2.18	0.00	0.00	-0.11	-2.62
H 7	SC V60 (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 8	SC V60 (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 9	Acortamiento elástico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 10	Fluencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 11	Retracción	0.00	6.22	0.00	41.31	0.00
H 12	Térmicas	0.00	3.17	0.00	21.03	0.00
H 13	Frenado + Centrifuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 14	Viento tm sin SC	0.00	0.00	27.90	0.00	244.96
H 15	Viento tm con SC	0.00	0.00	16.77	0.00	153.36
H 16	Viento Lon sin SC	0.00	7.69	0.00	47.90	0.00
H 17	Viento Lon con SC	0.00	4.13	0.00	27.13	0.00
H 18	Viento Vertical (+)	7.95	0.00	0.00	0.40	7.09
H 19	Viento Vertical (-)	-7.95	0.00	0.00	-0.40	6.30
H 20	$\Delta\delta_o$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 21	$\Delta\delta_o$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 22	$\Delta\delta_\infty$ (+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H 23	$\Delta\delta_\infty$ (-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5. COMBINACIONES

ELU

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	430.98	11.25	15.09	112.79	165.60
C	2	N_{MIN}	239.42	11.25	25.15	98.92	249.80
C	3	$H_{l,MAX}$	398.52	22.79	0.00	183.02	29.97
C	4	$H_{l,MIN}$	328.07	6.22	25.15	74.26	254.23
C	4	$Ht_{,MAX}$	398.52	11.25	41.85	111.17	397.41
C	5	$Ht_{,MIN}$	328.07	11.25	0.00	107.65	24.19
C	5	$M_{l,MAX}$	398.52	22.79	0.00	183.02	29.97
C	6	$M_{l,MIN}$	239.42	6.22	25.15	65.54	249.80
C	6	$M_{t,MAX}$	398.52	11.25	41.85	111.17	397.41
C	7	$M_{t,MIN}$	250.03	11.25	0.00	99.45	8.74

ELS-CARACTERISTICA

Seccion empotramiento			[T] N	[T] Hl	[T] Ht	[Tm] Ml	[Tm] Mt
C	1	N_{MAX}	331.99	8.12	10.06	82.79	112.63
C	2	N_{MIN}	244.05	8.12	16.77	78.39	170.75
C	3	$H_{l,MAX}$	310.35	15.82	0.00	129.60	22.21
C	4	$H_{l,MIN}$	244.05	6.22	16.77	65.77	170.75
C	4	$Ht_{,MAX}$	310.35	8.12	27.90	81.70	267.17
C	5	$Ht_{,MIN}$	244.05	8.12	0.00	78.39	17.39
C	5	$M_{l,MAX}$	310.35	15.82	0.00	129.60	22.21
C	6	$M_{l,MIN}$	244.05	6.22	16.77	65.77	170.75
C	6	$M_{t,MAX}$	310.35	8.12	27.90	81.70	267.17
C	7	$M_{t,MIN}$	251.12	8.12	0.00	78.74	10.05

6. COMPROBACION DE SOPORTES A FLEXOCOMPRESIÓN CONSIDERANDO EL PANDEO.

εy =	0.0022	*Deformacion del acero para la tensión de cálculo*
ε =	0.0040	*Parâmetro auxiliar que tiene en cuenta los efectos de la fluencia*
β =	2.0000	*Factor de armado*
$l_{o,l}$ =	12.8816 m	*Longitud de pandeo longitudinal*
$l_{o,t}$ =	13.0144 m	*Longitud de pandeo transversal*
i_c =	0.3500 m	*Radio de giro de la sección de hormigón*

ELU

Seccion Empotramiento			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	[Tm] M_{ELU}	[m] $e_{a,l}$	[m] $e_{a,trn}$
C	1	N_{MAX}	430.98	164.46	220.94	275.43	0.120	0.128
C	2	N_{MIN}	239.42	129.28	283.18	311.30	0.127	0.139
C	3	$H_{l,MAX}$	398.52	234.12	69.81	244.30	0.128	0.100
C	4	$Ht_{,MAX}$	398.52	159.36	452.83	480.06	0.121	0.139
C	5	$M_{l,MAX}$	398.52	234.12	69.81	244.30	0.128	0.100
C	6	$M_{t,MAX}$	398.52	159.36	452.83	480.06	0.121	0.139

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7. COMPROBACION A CORTANTE

ELU

			[T] Hl	[T] Ht	[T] Vd
C	1	N_{MAX}	11.25	15.09	18.82
C	2	N_{MIN}	11.25	25.15	27.55
C	3	$H_{l,MAX}$	22.79	0.00	22.79
C	4	$H_{l,MIN}$	6.22	25.15	25.91
C	4	$Ht_{,MAX}$	11.25	41.85	43.34
C	5	$Ht_{,MIN}$	11.25	0.00	11.25
C	5	$M_{l,MAX}$	22.79	0.00	22.79
C	6	$M_{l,MIN}$	6.22	25.15	25.91
C	6	$M_{t,MAX}$	11.25	41.85	43.34
C	7	$M_{t,MIN}$	11.25	0.00	11.25

Cálculo de Armado

Vd,max =	43.34 T		*Cortante de Cálculo*
Area =	1.54 m2		*Area de la Pila*
b =	1.241 m		*Ancho del área equivalente*
Vu1 =	886.4 T		CUMPLE
ξ =	1.409836462		
$A_{s,dispuesta}$ =	12272 mm2		Armadura total vertical dispuesta
ρ_L =	0.002492008		
Vu2 =	48.87 T		No necesita Armadura de Cortante.Disponer Cuantía Mínima
Vcu =	40.73 T		
Vsu =	2.61 T		
fya,d =	400 MPa		
Aa =	0.6 cm2/m		
$A_{\alpha,min}$ =	11.41 cm2/m		
$A_{\alpha,necesario}$ =	11.41 cm2/m		
S_t =	0.20 m		
$\phi_{t,necesario}$ =	12.06 mm		

Armadura de cortante necesaria para evitar el Pandeo de Barras Longitudinales

S_t =	0.20 m		*Separación de los cercos*
$\phi_{vertical}$ =	25 mm		*Diámetro de las barras verticales*
$A_{s,vertical}$ =	12272 mm^2		*Area total de acero vertical*
A_{sc} =	65 mm^2		*Area del cerco transversal necesaria para evitar pandeo de las armaduras*

Armadura Total a disponer

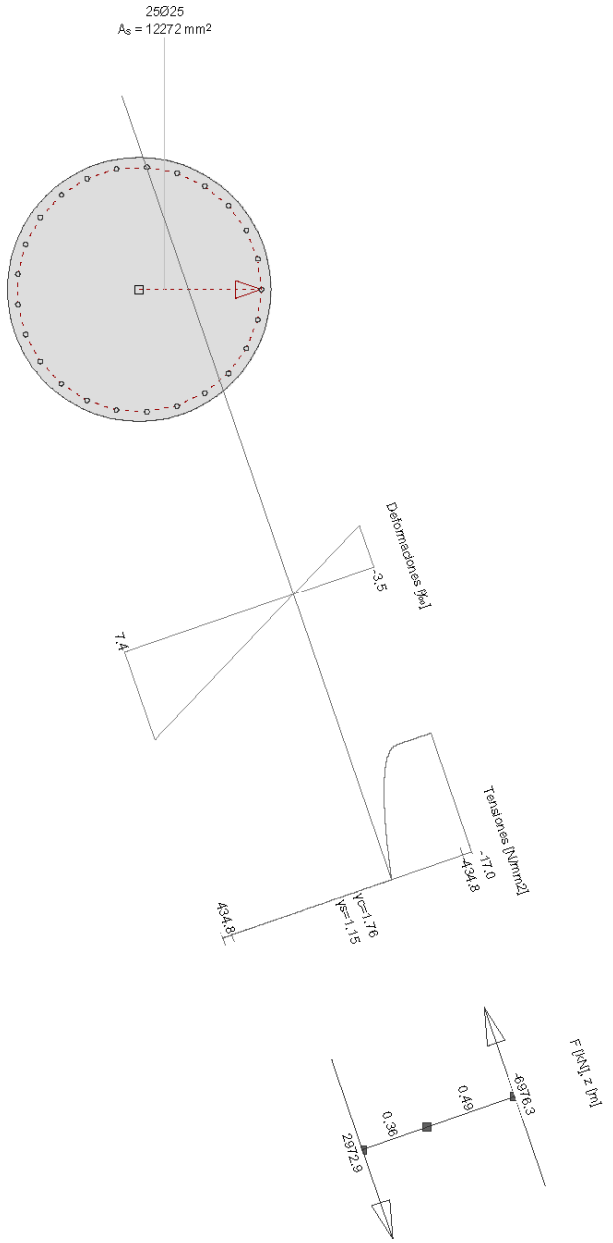
$A_{\alpha,necesario}$ =	1.80	cm^2	*Area total de cortante necesaria (area de la sección del cerco)*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.9.3.- ELU FLEXIÓN

FAGUS	Página 43
PS.15+840	02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P1-D1.4-25F25(h=3m): Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.01 Escala 1 :27.8



Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 44
PS.15+840	02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Cálc. capacidad última Viga-Sección: P1-D1.4-25F25(H=3M)

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-4275.3	1511.9	2202.9	2.06	
2	AP2: Estado límite último	-2394.2	1194.3	2676.4	1.50	
3	AP2: Estado límite último	-3958.6	2151.7	639.3	2.49	
4	AP2: Estado límite último	-3958.6	1466.8	4228.5	1.01	
5	AP2: Estado límite último	-3958.6	2151.7	639.3	2.49	

Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	ε_{cuc} [‰]	ε_{cub} [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas (Resultados cálculo No 4)

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.66	0.23	-3.5	-17.0	1.76
CS1	H300	-0.66	-0.23	7.4	0	1.76
AC1	AEH500	0.63	0.16	-3.1	-434.8	1.15
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	7.0	434.8	1.15

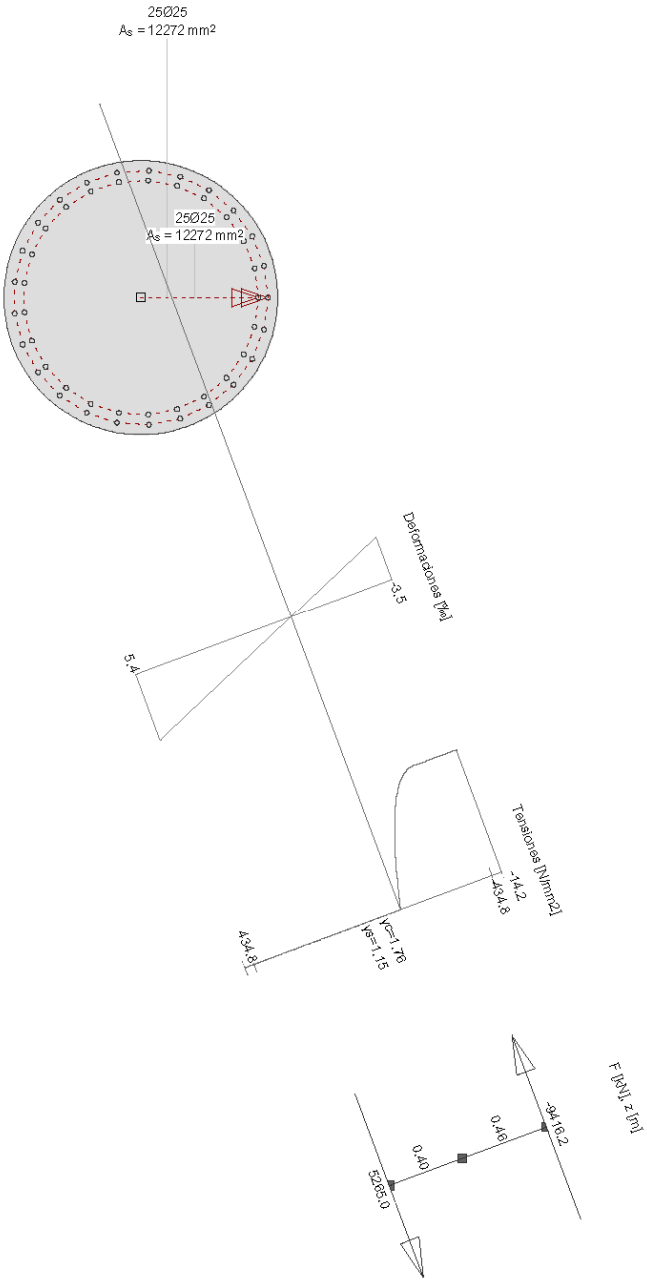
Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 45 02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P1-D1.4-25F25+R25F25: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.00 Escala 1 :27.6



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 46
PS.15+840	02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Cálc. capacidad última Viga-Sección: P1-D1.4-25F25+R25F25

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-4379.9	2316.9	3032.3	1.78	
2	AP2: Estado límite último	-2561.7	1834.4	3794.8	1.51	
3	AP2: Estado límite último	-4184.7	3336.6	1022.7	1.96	
4	AP2: Estado límite último	-4184.7	2271.1	6063.9	0.99	
5	AP2: Estado límite último	-4184.7	3336.6	1022.7	1.96	
6	AP2: Estado límite último	-4501.3	2345.3	3222.4	1.71	
7	AP2: Estado límite último	-2561.7	1834.4	3794.8	1.51	
8	AP2: Estado límite último	-4184.7	3336.6	1022.7	1.96	
9	AP2: Estado límite último	-4184.7	2271.1	6063.9	1.00	
10	AP2: Estado límite último	-4184.7	3336.6	1022.7	1.96	

Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu.c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu.b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s.adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas (Resultados cálculo No 4)

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H250	0.66	0.23	-3.5	-14.2	1.76
CS1	H250	-0.66	-0.23	5.4	0	1.76
AC1	AEH500	0.63	0.16	-3.2	-434.8	1.15
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	5.1	434.8	1.15

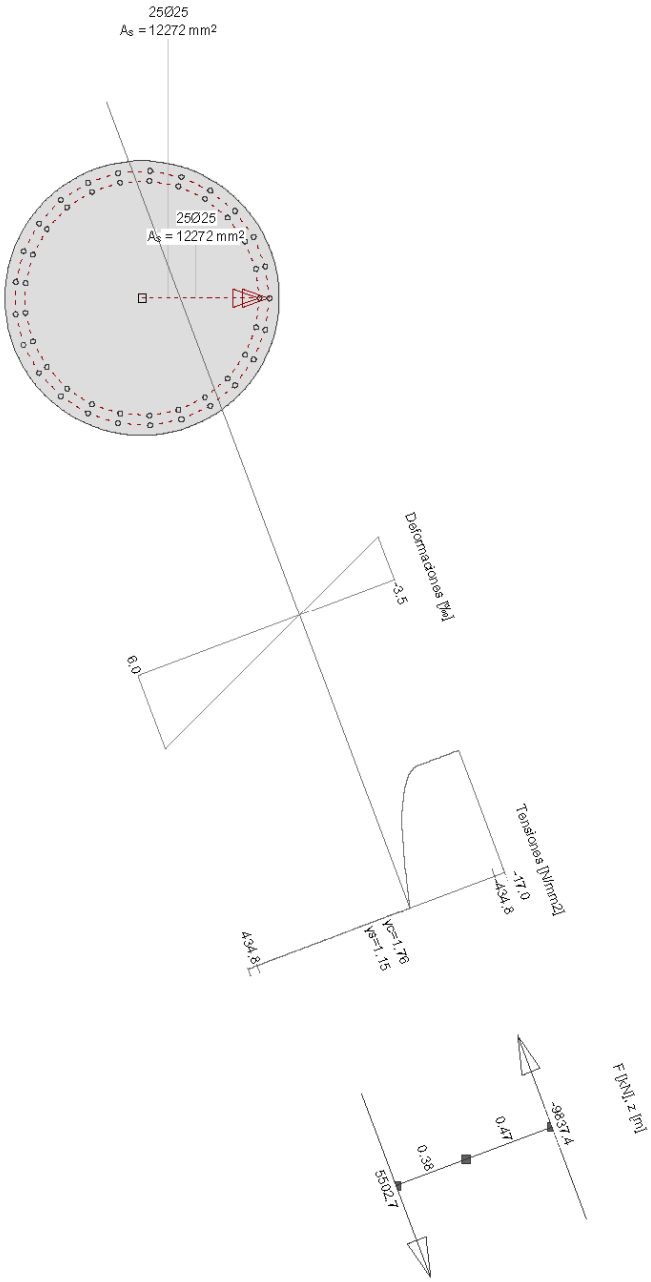
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 47 02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P2-D1.4-25F25+R25F25: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.06 Escala 1 :27.6



Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 48
PS.15+840	02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Cálc. capacidad última Viga-Sección: P2-D1.4-25F25+R25F25

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-4414.9	2305.4	2999.9	1.94	
2	AP2: Estado límite último	-2499.1	1783.6	3711.1	1.62	
3	AP2: Estado límite último	-4082.8	3258.8	1004.2	2.16	
4	AP2: Estado límite último	-4082.8	2226.5	5922.8	1.06	
5	AP2: Estado límite último	-4082.8	3258.8	1004.2	2.16	
6	AP2: Estado límite último	-4414.9	2305.4	2999.9	1.94	
7	AP2: Estado límite último	-2499.1	1794.9	3686.3	1.62	
8	AP2: Estado límite último	-4082.8	3258.8	1004.2	2.16	
9	AP2: Estado límite último	-4082.8	2226.5	5922.8	1.06	
10	AP2: Estado límite último	-4082.8	3258.8	1004.2	2.16	

Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas (Resultados cálculo No 4)

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.66	0.23	-3.5	-17.0	1.76
CS1	H300	-0.66	-0.23	6.0	0	1.76
AC1	AEH500	0.63	0.16	-3.1	-434.8	1.15
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	5.6	434.8	1.15

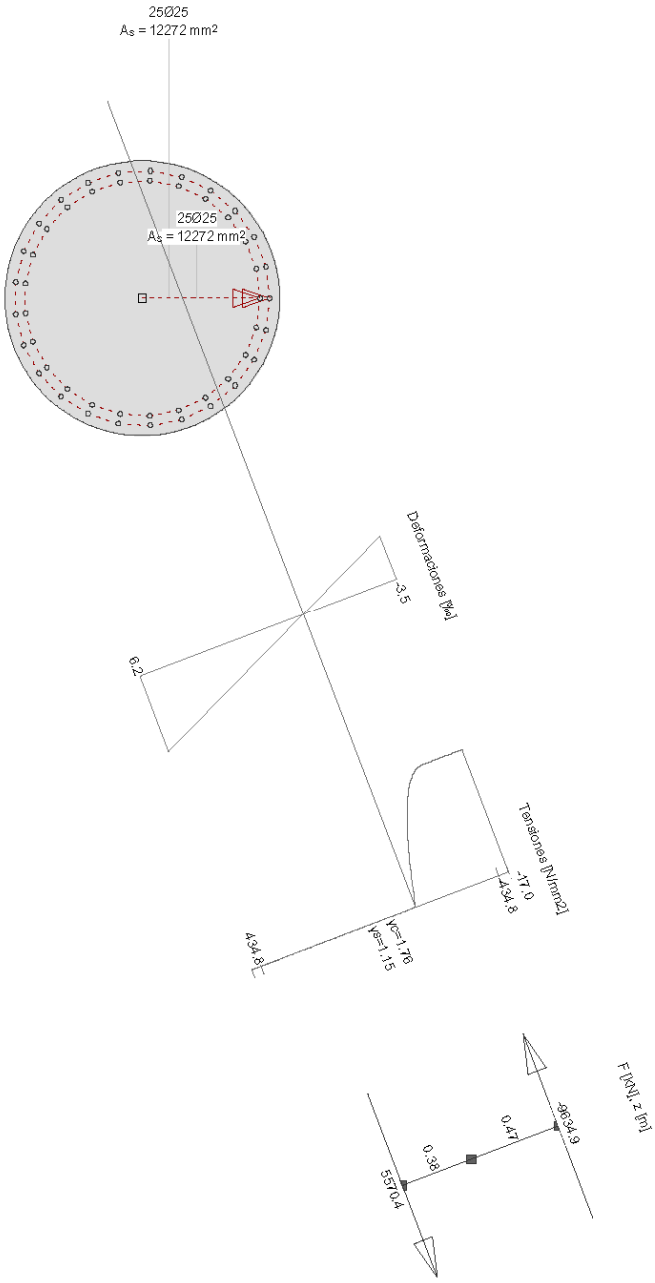
Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 49 02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P3-D1.4-25F25+R25F26: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.00 Escala 1 :27.5



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Cálc. capacidad última Viga-Sección: P3-D1.4-25F25+R25F26

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-4448.2	2490.6	3219.4	1.79	
2	AP2: Estado límite último	-2517.5	1920.2	3941.0	1.51	
3	AP2: Estado límite último	-4117.9	3514.2	1091.9	1.98	
4	AP2: Estado límite último	-4117.9	2404.8	6302.7	0.99	
5	AP2: Estado límite último	-4117.9	3514.2	1091.9	1.98	
6	AP2: Estado límite último	-4448.2	2490.6	3219.4	1.79	
7	AP2: Estado límite último	-2517.5	1931.4	3916.2	1.51	
8	AP2: Estado límite último	-4117.9	3514.2	1091.9	1.98	
9	AP2: Estado límite último	-4117.9	2404.8	6302.7	1.00	
10	AP2: Estado límite último	-4117.9	3514.2	1091.9	1.98	

Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas (Resultados cálculo No 4)

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.65	0.27	-3.5	-17.0	1.76
CS1	H300	-0.65	-0.27	6.2	0	1.76
AC1	AEH500	0.63	0.16	-3.1	-434.8	1.15
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	5.8	434.8	1.15

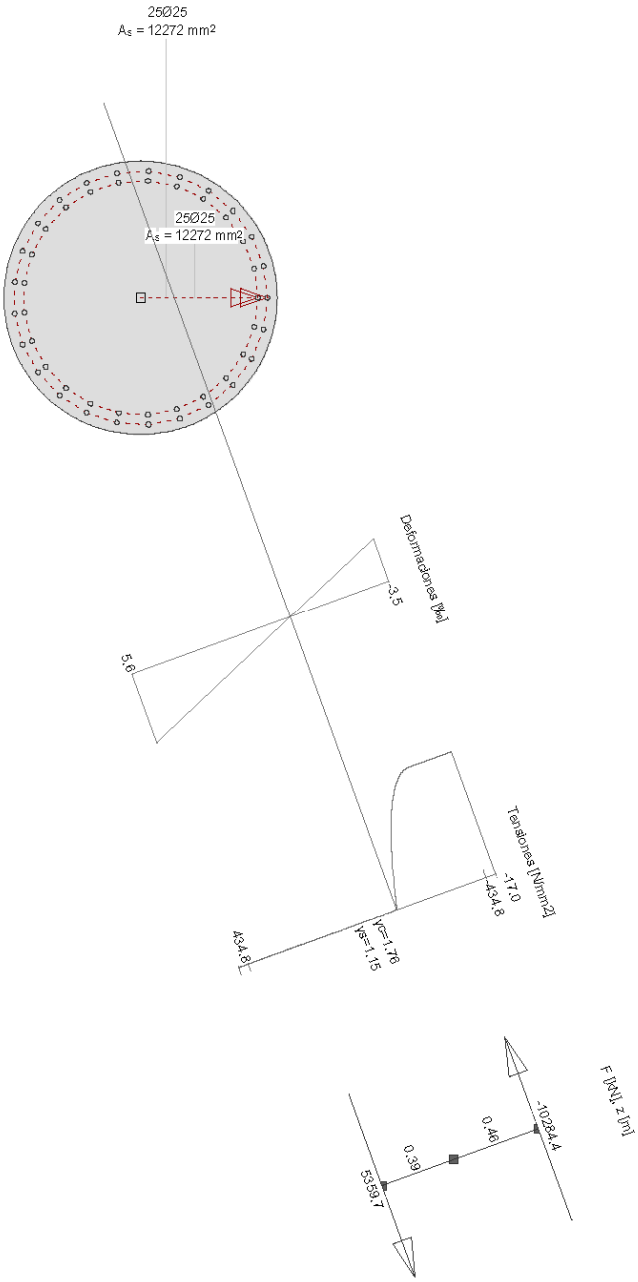
Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 51 02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P4-D1.4-25F25+R25F27: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.22 Escala 1 :27.7



Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 52
PS.15+840	02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Cálc. capacidad última Viga-Sección: P4-D1.4-25F25+R25F27

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-4364.1	1985.5	2621.5	2.25	
2	AP2: Estado límite último	-2455.1	1543.7	3309.0	1.85	
3	AP2: Estado límite último	-4033.7	2819.6	854.0	2.52	
4	AP2: Estado límite último	-4033.7	1920.2	5266.2	1.22	
5	AP2: Estado límite último	-4033.7	2819.6	854.0	2.52	
6	AP2: Estado límite último	-4364.1	1985.5	2621.5	2.25	
7	AP2: Estado límite último	-2455.1	1554.9	3284.3	1.86	
8	AP2: Estado límite último	-4033.7	2819.6	854.0	2.52	
9	AP2: Estado límite último	-4033.7	1920.2	5266.2	1.22	
10	AP2: Estado límite último	-4033.7	2819.6	854.0	2.52	

Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas (Resultados cálculo No 4)

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.66	0.23	-3.5	-17.0	1.76
CS1	H300	-0.66	-0.23	5.6	0	1.76
AC1	AEH500	0.63	0.16	-3.2	-434.8	1.15
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	5.3	434.8	1.15

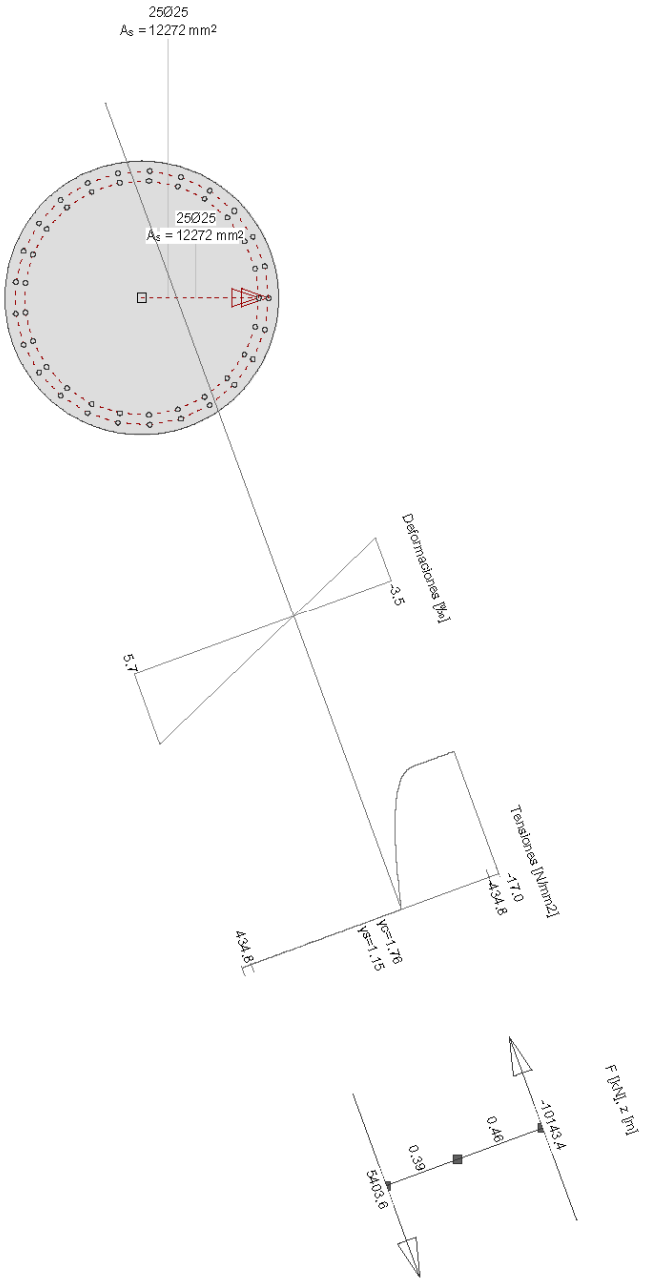
Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 53 02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P5-D1.4-25F25+R25F25: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.17 Escala 1 :27.7



Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 54
PS.15+840	02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Cálc. capacidad última Viga-Sección: P5-D1.4-25F25+R25F25

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-4377.0	2072.4	2725.0	2.16	
2	AP2: Estado límite último	-2471.1	1610.7	3422.9	1.78	
3	AP2: Estado límite último	-4044.9	2940.9	892.9	2.41	
4	AP2: Estado límite último	-4044.9	2003.3	5450.4	1.17	
5	AP2: Estado límite último	-4044.9	2940.9	892.9	2.41	
6	AP2: Estado límite último	-4377.0	2072.4	2725.0	2.16	
7	AP2: Estado límite último	-2471.1	1621.9	3398.1	1.79	
8	AP2: Estado límite último	-4044.9	2940.9	892.9	2.41	
9	AP2: Estado límite último	-4044.9	2003.3	5450.4	1.17	
10	AP2: Estado límite último	-4044.9	2940.9	892.9	2.41	

Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas (Resultados cálculo No 4)

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.66	0.23	-3.5	-17.0	1.76
CS1	H300	-0.66	-0.23	5.7	0	1.76
AC1	AEH500	0.63	0.16	-3.1	-434.8	1.15
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	5.4	434.8	1.15

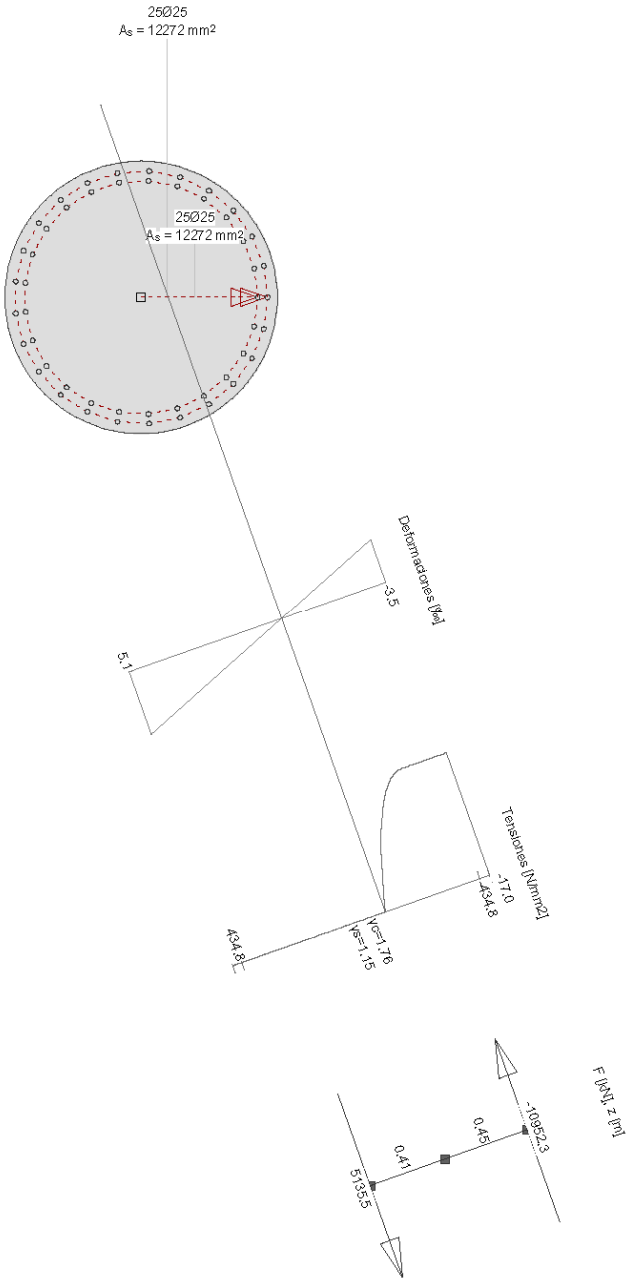
Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 55 02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P6-D1.4-25F25+R25F26: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 1.46 Escala 1 :27.8



Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 56
PS.15+840	02.12.09, 02:14
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Cálc. capacidad última Viga-Sección: P6-D1.4-25F25+R25F26

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-4309.8	1644.6	2209.4	2.69	
2	AP2: Estado límite último	-2394.2	1281.7	2856.5	2.21	
3	AP2: Estado límite último	-3985.2	2341.2	698.1	3.03	
4	AP2: Estado límite último	-3985.2	1593.6	4528.3	1.46	
5	AP2: Estado límite último	-3985.2	2341.2	698.1	3.03	
6	AP2: Estado límite último	-4309.8	1644.6	2209.4	2.69	
7	AP2: Estado límite último	-2394.2	1292.8	2831.8	2.22	
8	AP2: Estado límite último	-3985.2	2341.2	698.1	3.03	
9	AP2: Estado límite último	-3985.2	1593.6	4528.3	1.46	
10	AP2: Estado límite último	-3985.2	2341.2	698.1	3.03	

Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu.c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu.b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s.adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas (Resultados cálculo No 4)

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.66	0.23	-3.5	-17.0	1.76
CS1	H300	-0.66	-0.23	5.1	0	1.76
AC1	AEH500	0.63	0.16	-3.2	-434.8	1.15
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	4.8	434.8	1.15

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

2.9.4.- ELU CORTANTE

Se realiza la comprobación en las hojas Excel de pilas anteriores

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.9.5.- ELS FISURACIÓN

Pila 1

7. FISURACIÓN

ELS-CUASIPERMANENTE

Combinación en arranque de pila			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	M_{CU}
C	1	N_{MAX}	333.28	82.73	52.84	98.17
C	2	N_{MIN}	250.53	78.36	193.44	208.71
C	3	$H_{l,MAX}$	314.05	139.09	22.40	140.88
C	4	$H_{l,MIN}$	250.53	73.38	193.44	206.89
C	4	$Ht_{,MAX}$	314.05	81.77	301.81	312.69
C	6	$Ht_{,MIN}$	250.53	78.36	19.26	80.69
C	5	$M_{l,MAX}$	314.05	139.09	22.40	140.88
C	8	$M_{l,MIN}$	254.38	72.62	49.11	87.66
C	6	$M_{t,MAX}$	314.05	81.77	301.81	312.69
C	10	$M_{t,MIN}$	257.96	78.97	12.90	80.01

Pila 2

7. FISURACIÓN

ELS-CUASIPERMANENTE

Combinación en arranque de pila			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	M_{CU}
C	1	N_{MAX}	337.87	91.74	67.63	113.97
C	2	N_{MIN}	254.94	87.59	215.81	232.91
C	3	$H_{l,MAX}$	319.93	158.35	22.69	159.96
C	4	$H_{l,MIN}$	256.56	82.78	215.89	231.21
C	4	$Ht_{,MAX}$	319.93	90.84	338.79	350.75
C	6	$Ht_{,MIN}$	256.56	88.56	19.52	90.69
C	5	$M_{l,MAX}$	319.93	158.35	22.69	159.96
C	8	$M_{l,MIN}$	254.94	81.81	215.81	230.79
C	6	$M_{t,MAX}$	319.93	90.84	338.79	350.75
C	10	$M_{t,MIN}$	262.88	87.99	13.14	88.96

Pila 3

7. FISURACIÓN

ELS-CUASIPERMANENTE

Combinación en arranque de pila			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	M_{CU}
C	1	N_{MAX}	337.19	89.99	56.60	106.31
C	2	N_{MIN}	254.79	85.63	211.50	228.17
C	3	$H_{l,MAX}$	317.73	154.51	22.58	156.15
C	4	$H_{l,MIN}$	254.79	80.00	211.50	226.12
C	4	$Ht_{,MAX}$	317.73	89.02	331.49	343.24
C	6	$Ht_{,MIN}$	254.79	85.63	19.48	87.82
C	5	$M_{l,MAX}$	317.73	154.51	22.58	156.15
C	8	$M_{l,MIN}$	258.40	79.23	52.88	95.25
C	6	$M_{t,MAX}$	317.73	89.02	331.49	343.24
C	10	$M_{t,MIN}$	261.92	86.22	13.10	87.21

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Pila 4

7. FISURACIÓN

ELS-CUASIPERMANENTE

Combinación en arranque de pila

			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	M_{CU}
C	1	N_{MAX}	339.51	94.15	58.77	110.99
C	2	N_{MIN}	256.77	89.77	221.87	239.34
C	3	$H_{l,MAX}$	320.29	163.44	22.71	165.01
C	4	$H_{l,MIN}$	256.77	83.77	221.87	237.16
C	4	$Ht_{,MAX}$	320.29	93.19	348.59	360.83
C	6	$Ht_{,MIN}$	256.77	89.77	19.58	91.88
C	5	$M_{l,MAX}$	320.29	163.44	22.71	165.01
C	8	$M_{l,MIN}$	260.61	83.01	55.05	99.60
C	6	$M_{t,MAX}$	320.29	93.19	348.59	360.83
C	10	$M_{t,MIN}$	264.19	90.38	13.21	91.34

Pila 5

7. FISURACIÓN

ELS-CUASIPERMANENTE

Combinación en arranque de pila

			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	M_{CU}
C	1	N_{MAX}	334.38	84.84	53.93	100.53
C	2	N_{MIN}	251.98	80.48	198.70	214.38
C	3	$H_{l,MAX}$	314.91	143.55	22.44	145.30
C	4	$H_{l,MIN}$	251.98	75.32	198.70	212.49
C	4	$Ht_{,MAX}$	314.91	83.87	310.43	321.56
C	6	$Ht_{,MIN}$	251.98	80.48	19.34	82.77
C	5	$M_{l,MAX}$	314.91	143.55	22.44	145.30
C	8	$M_{l,MIN}$	255.59	74.54	50.21	89.88
C	6	$M_{t,MAX}$	314.91	83.87	310.43	321.56
C	10	$M_{t,MIN}$	259.11	81.08	12.96	82.11

Pila 6

7. FISURACIÓN

ELS-CUASIPERMANENTE

Combinación en arranque de pila

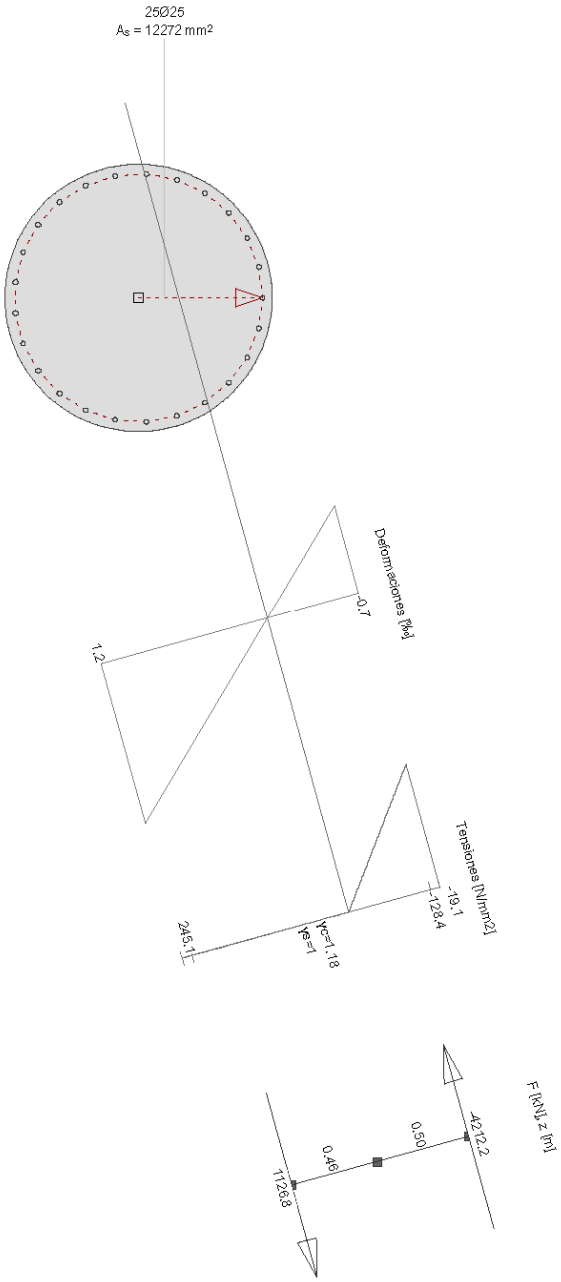
			[T] N	[Tm] Ml	[Tm] Mt	M_{CU}
C	1	N_{MAX}	328.82	74.22	48.45	88.63
C	2	N_{MIN}	244.92	70.02	171.80	185.52
C	3	$H_{l,MAX}$	310.35	121.19	22.21	123.21
C	4	$H_{l,MIN}$	244.92	65.82	171.80	183.98
C	4	$Ht_{,MAX}$	310.35	73.29	267.17	277.04
C	6	$Ht_{,MIN}$	244.92	70.02	18.44	72.41
C	5	$M_{l,MAX}$	310.35	121.19	22.21	123.21
C	8	$M_{l,MIN}$	244.92	65.82	171.80	183.98
C	6	$M_{t,MAX}$	310.35	73.29	267.17	277.04
C	10	$M_{t,MIN}$	251.12	70.33	10.05	71.05

Con estos esfuerzos en arranque se calcula la fisuración según la EHE-08.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 57 02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P1-D1.4-25F25(h=3m): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-3083.9;My=697.0;Mz=2526.2; Escala 1 :28.3



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 58
PS.15+840	02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Verif. estado de tens. Viga-Sección: P1-D1.4-25F25(H=3M)

Fuerzas de la acción

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-3083.9	697.0	2526.2	

Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama c	s	p	a	Límites de deformación ε_{cuc} [‰]	ε_{cub} [‰]	ε_{su} [‰]	Tens.adm. $\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	Factores de la resistencia γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	Otros valores α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1				200.0	1.00	1.00	1.00	1.00	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.67	0.19	-0.7	-19.1	1.18
CS1	H300	-0.67	-0.19	1.2	0	1.18
AC1	AEH500	0.63	0.16	-0.6	-128.4	1.00
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	1.2	245.1	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elast} [N/mm²]
CS1	1.00	0.67	0.19	-11.7
CS1	1.00	-0.67	-0.19	7.7

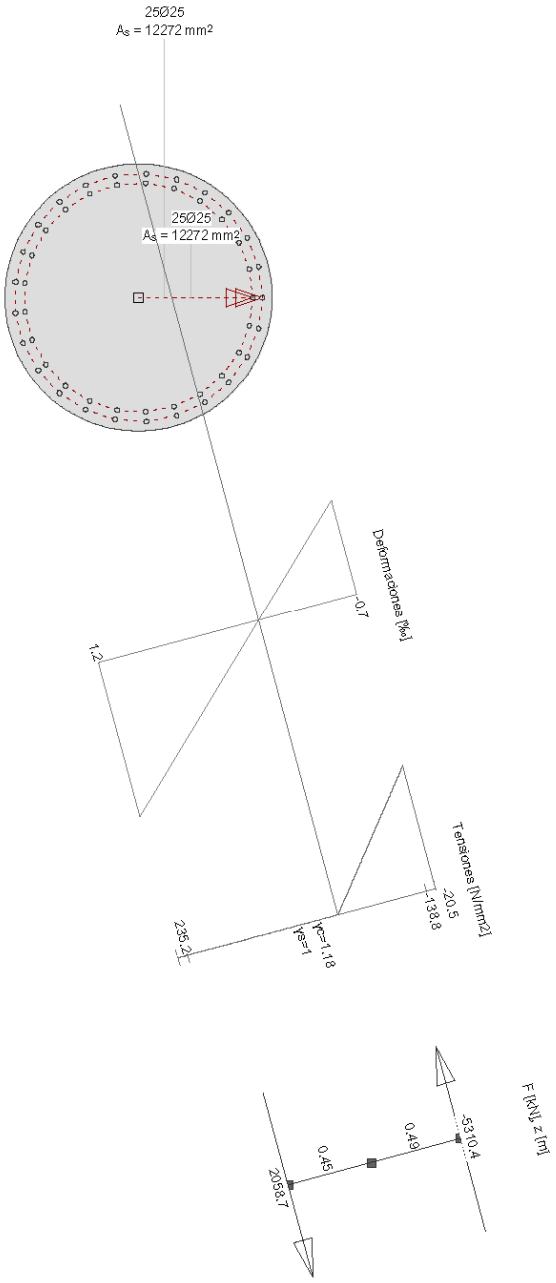
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 59 02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P1-D1.4-25F25+R25F25: Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-3251.3;My=911.0;Mz=3390.5; Escala 1 :28.3



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 60
PS.15+840	02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Verif. estado de tens. Viga-Sección: P1-D1.4-25F25+R25F25

Fuerzas de la acción

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-3251.3	911.0	3390.5	

Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	ε_{cuc} [‰]	ε_{cub} [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1				200.0	1.00	1.00	1.00	1.00	45.00	0	t=o	-

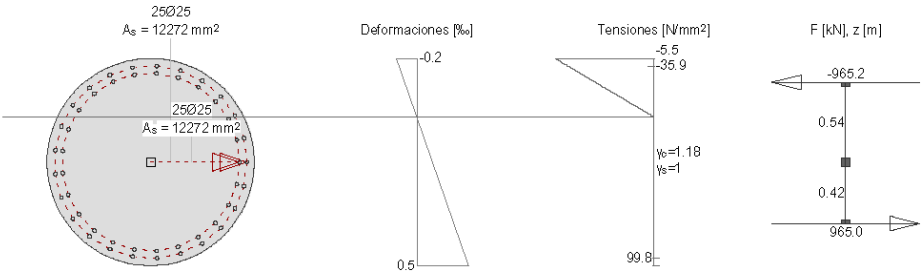
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.67	0.19	-0.7	-20.5	1.18
CS1	H300	-0.67	-0.19	1.2	0	1.18
AC1	AEH500	0.63	0.16	-0.7	-138.8	1.00
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	1.1	235.2	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elast} [N/mm²]
CS1	1.00	0.67	0.19	-15.2
CS1	1.00	-0.67	-0.19	10.9

Sección transversal P1-D1.4-25F25+R25F25: Análisis de tensiones dadas las fuerzas My=920.4; Escala 1 :36.5



Verif. estado de tens. Viga-Sección: P1-D1.4-25F25+R25F25

Fuerzas de la acción

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	0	920.4	0	

Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	ε_{cuc} [‰]	ε_{cub} [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1				200.0	1.00	1.00	1.00	1.00	45.00	0	t=o	-

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS
PS.15+840
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR

Página 61
02.12.09, 02:18
Fagus-5 - Version 2.00

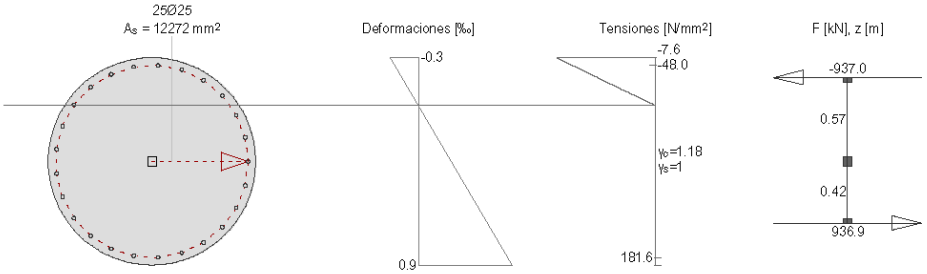
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	-0.00	0.70	-0.2	-5.5	1.18
CS1	H300	-0.00	-0.70	0.5	0	1.18
AC1	AEH500	0.04	0.65	-0.2	-35.9	1.00
AC1	AEH500	0.04	-0.65	0.5	99.8	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elast} [N/mm²]
CS1	1.00	-0.00	0.70	-3.4
CS1	1.00	-0.00	-0.70	3.4

Sección transversal P1-D1.4-25F25(h=3m): Análisis de tensiones dadas las fuerzas My=920.4; Escala 1 :36.5



Verif. estado de tens. Viga-Sección: P1-D1.4-25F25(H=3M)

Fuerzas de la acción

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	0	920.4	0	

Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1				200.0	1.00	1.00	1.00	1.00	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.00	0.70	-0.3	-7.6	1.18
CS1	H300	0.00	-0.70	0.9	0	1.18
AC1	AEH500	0.04	0.65	-0.2	-48.0	1.00
AC1	AEH500	0.04	-0.65	0.9	181.6	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elast} [N/mm²]
CS1	1.00	0.00	0.70	-3.4
CS1	1.00	0.00	-0.70	3.4

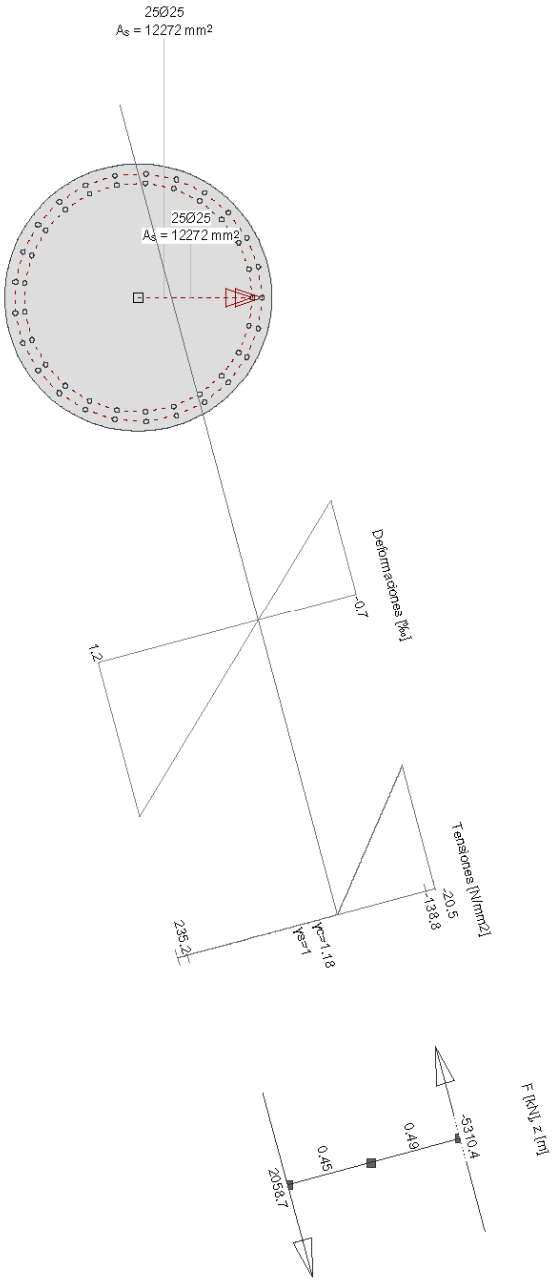
Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 62
PS.15+840	02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P2-D1.4-25F25+R25F25: Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-3251.3;My=911.0;Mz=3390.5; Escala 1 :28.3



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 63 02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Verif. estado de tens. Viga-Sección: P2-D1.4-25F25+R25F25

Fuerzas de la acción

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-3251.3	911.0	3390.5	

Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1				200.0	1.00	1.00	1.00	1.00	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.67	0.19	-0.7	-20.5	1.18
CS1	H300	-0.67	-0.19	1.2	0	1.18
AC1	AEH500	0.63	0.16	-0.7	-138.8	1.00
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	1.1	235.2	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elast} [N/mm²]
CS1	1.00	0.67	0.19	-15.2
CS1	1.00	-0.67	-0.19	10.9

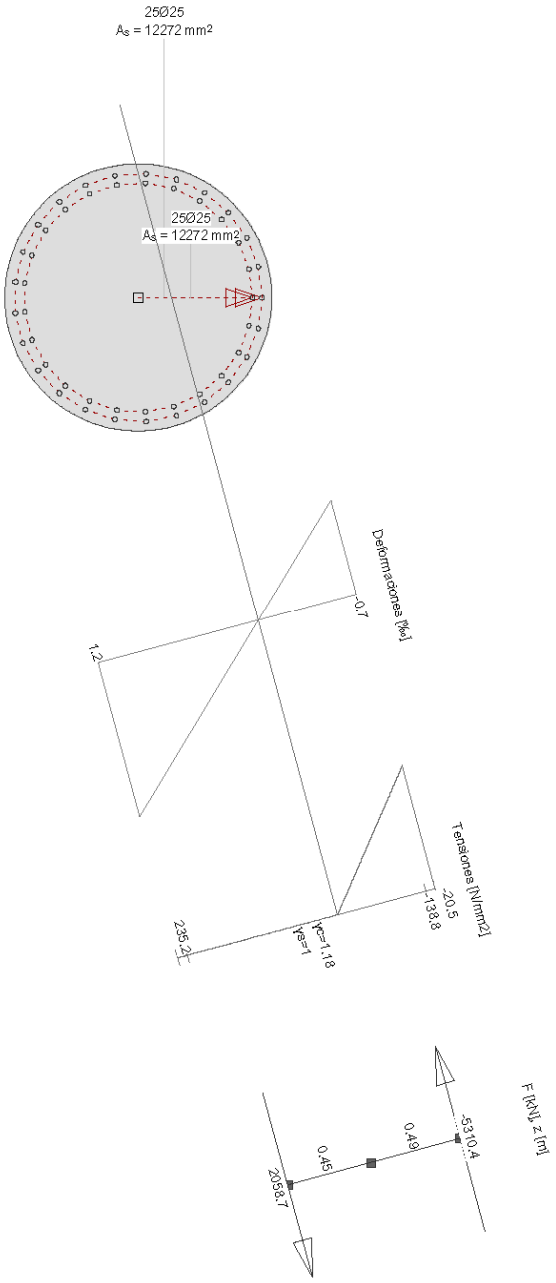
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 64
PS.15+840	02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P3-D1.4-25F25+R25F26: Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-3251.3;My=911.0;Mz=3390.5; Escala 1 :28.3



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 65 02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Verif. estado de tens. Viga-Sección: P3-D1.4-25F25+R25F26

Fuerzas de la acción

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-3251.3	911.0	3390.5	

Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1				200.0	1.00	1.00	1.00	1.00	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.67	0.19	-0.7	-20.5	1.18
CS1	H300	-0.67	-0.19	1.2	0	1.18
AC1	AEH500	0.63	0.16	-0.7	-138.8	1.00
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	1.1	235.2	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elast} [N/mm²]
CS1	1.00	0.67	0.19	-15.2
CS1	1.00	-0.67	-0.19	10.9

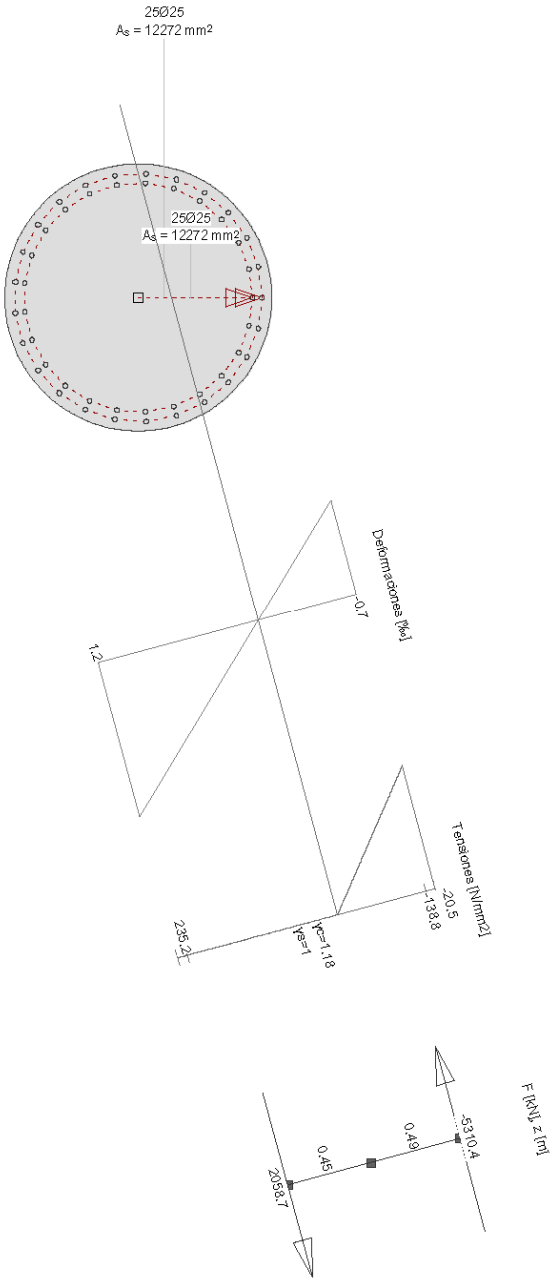
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 66
PS.15+840	02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P4-D1.4-25F25+R25F27: Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-3251.3;My=911.0;Mz=3390.5; Escala 1 :28.3



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 67 02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Verif. estado de tens. Viga-Sección: P4-D1.4-25F25+R25F27

Fuerzas de la acción

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-3251.3	911.0	3390.5	

Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1				200.0	1.00	1.00	1.00	1.00	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.67	0.19	-0.7	-20.5	1.18
CS1	H300	-0.67	-0.19	1.2	0	1.18
AC1	AEH500	0.63	0.16	-0.7	-138.8	1.00
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	1.1	235.2	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elast} [N/mm²]
CS1	1.00	0.67	0.19	-15.2
CS1	1.00	-0.67	-0.19	10.9

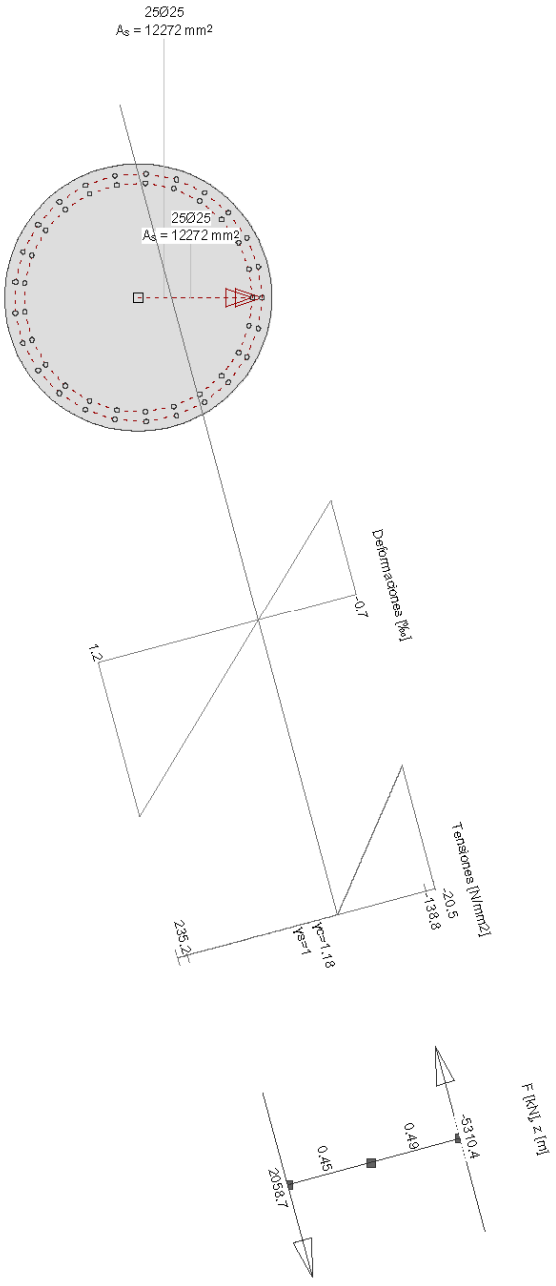
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 68
PS.15+840	02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P5-D1.4-25F25+R25F25: Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-3251.3;My=911.0;Mz=3390.5; Escala 1 :28.3



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Verif. estado de tens. Viga-Sección: P5-D1.4-25F25+R25F25

Fuerzas de la acción

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-3251.3	911.0	3390.5	

Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1				200.0	1.00	1.00	1.00	1.00	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.67	0.19	-0.7	-20.5	1.18
CS1	H300	-0.67	-0.19	1.2	0	1.18
AC1	AEH500	0.63	0.16	-0.7	-138.8	1.00
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	1.1	235.2	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elast} [N/mm²]
CS1	1.00	0.67	0.19	-15.2
CS1	1.00	-0.67	-0.19	10.9

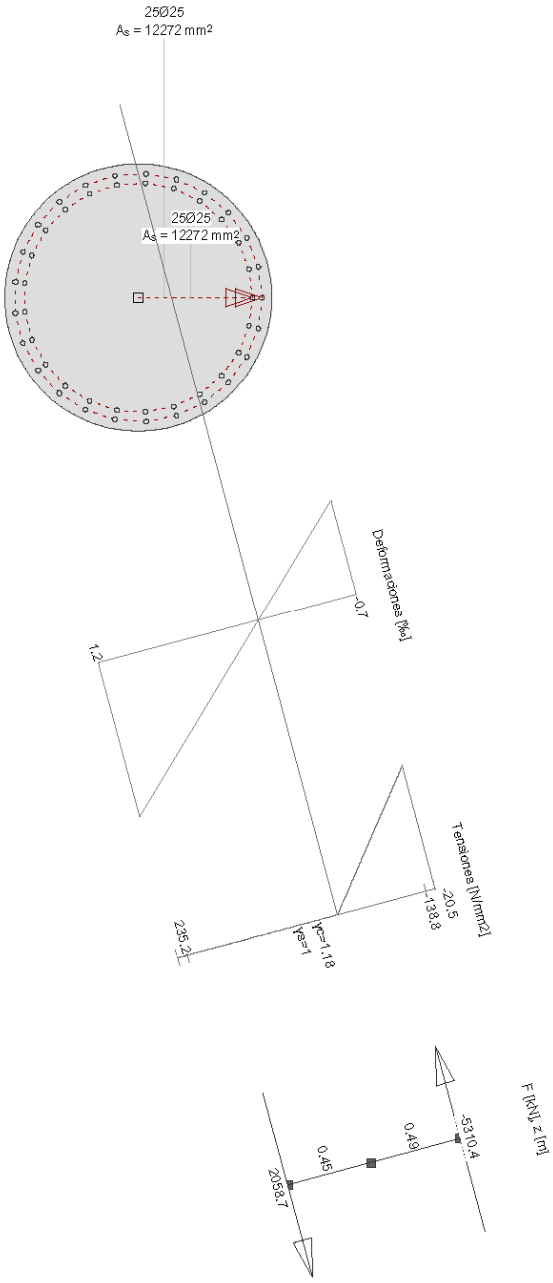
Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 70
PS.15+840	02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal P6-D1.4-25F25+R25F26: Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-3251.3;My=911.0;Mz=3390.5; Escala 1 :28.3



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS PS.15+840	Página 71 02.12.09, 02:18
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Verif. estado de tens. Viga-Sección: P6-D1.4-25F25+R25F26

Fuerzas de la acción

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Observaciones
1	AP1: Estado de servicio	-3251.3	911.0	3390.5	

Parámetros de análisis "AP1: Estado de servicio", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	$\varepsilon_{cu,c}$ [‰]	$\varepsilon_{cu,b}$ [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP1	1/0	1	1	1				200.0	1.00	1.00	1.00	1.00	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	0.67	0.19	-0.7	-20.5	1.18
CS1	H300	-0.67	-0.19	1.2	0	1.18
AC1	AEH500	0.63	0.16	-0.7	-138.8	1.00
AC1	AEH500	-0.60	-0.24	1.1	235.2	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [m]	z_q [m]	σ_{elast} [N/mm²]
CS1	1.00	0.67	0.19	-15.2
CS1	1.00	-0.67	-0.19	10.9

	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E.L.S. FISURACIÓN según EHE-08

Proyecto: Abastecimiento a Barajas
Estructura: Paso sobre el Río Jarama
Elemento: Pila º

Geometría de la sección

b_0 =	1.24	m
h =	1.24	m
r =	0.050	m

Materiales

Hormigón:	f_{ck} =	30	N/mm^2
Armadura pasiva:	f_{yk} =	500	N/mm^2

Método general de cálculo de la abertura de fisura (art.49.2.4 EHE-08)

a) Cálculo de la separación media de fisuras

c =	37.5	mm	
s =	50	mm	
k_1 =	0.125		*Para caso de sección sometida a esfuerzos de flexión simple*
ϕ =	25	mm	
$A_{c,eficaz}$ =	384400	mm^2	
A_s =	9817.48	mm^2	

s_m =	133.94	mm

b) Cálculo de alargamiento medio de las armaduras

f_{ctm} =	2.90	N/mm^2	
$f_{ctm,fl}$ =	2.90	N/mm^2	
M_{fis} =	920.41	kNm	
E_s =	210000	N/mm^2	
k_2 =	0.5		*Coef. de valor 1,0 para cargas instantáneas no repetidas y 0,5 resto*
σ_s =	235.20	N/mm^2	*Tensión de servicio de la armadura en la hip. de sección fisurada*
σ_{sr} =	99.80	N/mm^2	*Tensión armadura en la sección fisurada en el instante en que se fisura el hormigón.*

ε_{sm} =	0.0010	

β =	1.7	*De valor 1,3 para fisuración producida por acciones indirectas sólo y 1,7 para el resto de casos*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

c) Cálculo de la abertura característica de fisura

w_k =	0.227	mm	< 0,3 mm	Ambiente lib

Tabla 5.1.1.2

Clase de exposición, según artículo 8º	$w_{máx}$ [mm]	
	Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2 (1)
IIIa, IIIb, IV, F, Qa (2)	0,2	Descompresión
IIIc, Qb (2), Qc (2)	0,1	

(1) Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación cuasipermanente de acciones.
(2) La limitación relativa a la clase Q sólo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura. En otros casos, se aplicará la limitación correspondiente a la clase general correspondiente.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E.L.S. FISURACIÓN según EHE-08

Proyecto: Abastecimiento a Barajas
Estructura: Paso sobre el Río Jarama
Elemento: Pila º

Geometría de la sección

b_0 =	1.24	m
h =	1.24	m
r =	0.050	m

Materiales

Hormigón:	f_{ck} =	30	N/mm^2
Armadura pasiva:	f_{yk} =	500	N/mm^2

Método general de cálculo de la abertura de fisura (art.49.2.4 EHE-08)

a) Cálculo de la separación media de fisuras

c =	37.5	mm	
s =	50	mm	
k_1 =	0.125		*Para caso de sección sometida a esfuerzos de flexión simple*
ϕ =	25	mm	
$A_{c,eficaz}$ =	384400	mm^2	
A_s =	9817.48	mm^2	

s_m =	133.94	mm

b) Cálculo de alargamiento medio de las armaduras

f_{ctm} =	2.90	N/mm^2	
$f_{ctm,fl}$ =	2.90	N/mm^2	
M_{fis} =	920.41	kNm	
E_s =	210000	N/mm^2	
k_2 =	0.5		*Coef. de valor 1,0 para cargas instantáneas no repetidas y 0,5 resto*
σ_s =	245.10	N/mm^2	*Tensión de servicio de la armadura en la hip. de sección fisurada*
σ_{sr} =	181.60	N/mm^2	*Tensión armadura en la sección fisurada en el instante en que se fisura el hormigón.*

ε_{sm} =	0.0008	

β =	1.7	*De valor 1,3 para fisuración producida por acciones indirectas sólo y 1,7 para el resto de casos*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

c) Cálculo de la abertura característica de fisura

w_k =	0.188	mm	< 0,3 mm	Ambiente lib

Tabla 5.1.1.2

Clase de exposición, según artículo 8º	$w_{máx}$ [mm]	
	Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2 [1]
IIIa, IIIb, IV, F, Qa [2]	0,2	Descompresión
IIIc, Qb [2], Qc [2]	0,1	

[1] Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación cuasipermanente de acciones.
[2] La limitación relativa a la clase Q sólo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura. En otros casos, se aplicará la limitación correspondiente a la clase general correspondiente.

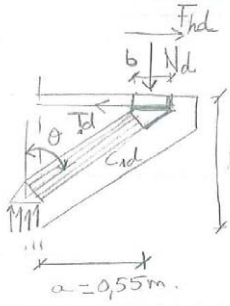
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.9.6.- CÁLCULO DE CAPITEL

PAYMACOTAS

PROYECTO	Nº
DOCUMENTO	HOJA 1 DE

CAPITEL.



$N_d = 1{,}35(268{,}45 + 191{,}93 + 72{,}74 + 111{,}60) + 1{,}5(40{,}48) =$

$N_d = 931\ KN$ (1 viga) $\rightarrow 1862\ KN$ (2 vigas)

$F_{hd} = 1{,}5\,(177{,}1\ KN) = 266{,}3\ KN$ (2 vigas)

$d = 1{,}4 - 0{,}05 = 1{,}35\ m.$ (Canto útil)

Iluminado monolítico $\rightarrow \operatorname{cotg}\theta = 1{,}4 \rightarrow \operatorname{tg}\theta = 0{,}714$

$1{,}35 \geq \frac{0{,}55}{0{,}95}\operatorname{cotg}\theta = 0{,}906\ m.$ Cumple.

Armadura principal.

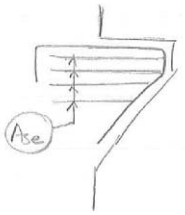
$T_{1d} = (1862{,}0)(0{,}714) + 266{,}3 = 1595{,}8\ KN$

$A_s = \frac{1595{,}8}{40} = 39{,}9\ cm^2$ (13 ϕ20)

Armadura secundaria en cercos horizontales

$T_{2d} = 0{,}20\ (1862) = 372{,}4\ KN \rightarrow A_{se} = 9{,}31\ cm^2$

2x4 Horquillas ϕ10.

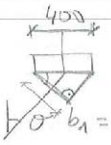


Preparado por	Firma	Revisado por	Firma
Fecha		Fecha	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PAYMACOTAS

PROYECTO	Nº
DOCUMENTO	HOJA 2 DE



$\theta = 35,53°$

Tensión en apoyo.

$b_1 = 400 \cdot \cos\theta = 325,5 mm.$

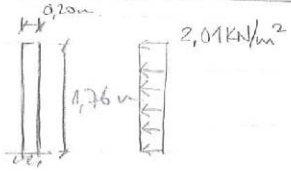
$$\sigma_c = \frac{931\ KN \cdot 1,5}{(250)(400)} = 9,31\ MPa < 0,7\left(\frac{30}{1,5}\right) = 14\ MPa.$$

$$\sigma_{c1} = \frac{931\ KN \cdot 1,5}{(250)(325,5)} = 11,4\ MPa. < 14\ MPa.$$

Cumple la comprobación tensional ya que.

$$Fhd = \frac{266,3}{2} \leq 0,15\left(\frac{1862}{2}\right) = \frac{279,3}{2}\ KN$$

CÁLCULO DE MURETE



$$M_d = 1,5\frac{(2,01)(1,76)^2}{2} = 4,67\ KNm.$$

$$V_d = 1,5\,(2,01)(1,76) = 5,31\ KN$$

$$M_{0.2} = \frac{4,67\,(0,2)}{1,5} = 0,62\ KNm.$$

Armadura Flexión

$$A_s = \frac{4,67}{0,9(0,15)} \cdot \frac{1,15}{50} = 0,796\ cm^2/m$$

Armadura de cortante.

$$f_{ct,m} = 0,3\,(30)^{2/3} = 2,9\ MPa\ ;\ f_{ct,m,fl} = (1,6 - 0,2)2,9 = 4,06\ MPa.$$

$$f_{ct,k} = 0,7\,(2,9) = 2,03\ MPa.$$

Preparado por	Firma	Revisado por	Firma
Fecha		Fecha	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PAYMACOTAS

PROYECTO	Nº
DOCUMENTO	HOJA 3 DE

$$M_{fis,d} = \frac{1}{6}(1,0)(200)^2\left(\frac{2,03}{1,5}\right)10^{-3} = 9,02\ KNm.$$

$M_d < M_{fis,d}$.

$$V_{u2} = \frac{1}{12}\frac{(1000)(200)^3(1000)}{(200)^3(1000)/8}\left(\frac{2,03}{1,5}\right)10^{-3} = 180,4\ KN >> V_d$$

No necesita armadura

$$V_{u1} = (1)(0,6)\left(\frac{30}{1,5}\right)(1000)(150)\frac{1}{2} = 900\ KN >> V_d$$

Cumple el cortante.

Fisuración

$$M_{fis} = \frac{1}{6}(1000)(200)^2(4,06)\cdot 10^{-6} = 27,1\ KNm.$$

$M_{0,2} < M_{fis}$ (NO FISURA)

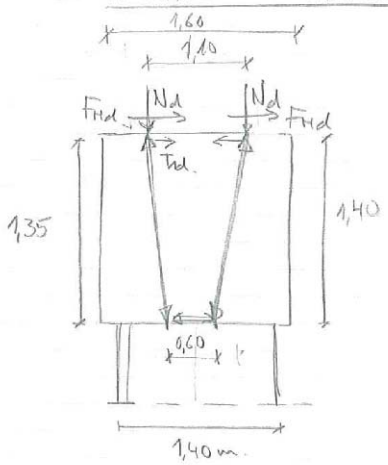
Preparado por	Firma	Revisado por	Firma
Fecha		Fecha	

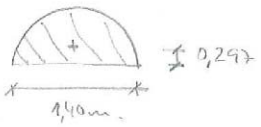
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PAYMACOTAS

PROYECTO	Nº
DOCUMENTO	HOJA 4 DE

ARMADO LONGITUDINAL.





$$T_{td} = \frac{N_d}{2}\left(\frac{1,1-0,6}{1,35}\right) + F_{Hd}$$

$N_d = 931\ KN$

$F_{Hd} = 1,5\left(\frac{411}{2}\right) = 30,83\ KN$

$T_{td} = 203,2\ KN \rightarrow A_s = 5,1\ cm^2\ (5\phi 12)$

Preparado por	Firma	Revisado por	Firma
Fecha		Fecha	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.9.7.- CÁLCULO DE CIMENTACIÓN DE PILAS

Se realiza el cálculo del hundimiento del pilote para posteriormente introducir un modelo de acciones horizontales en que se evalúa la resistencia del terreno mediante muelles con las rigideces obtenidas a partir de los parámetros del suelo con la Guía de cimentaciones para obras de carretera.

A continuación se exponen los cálculos realizados

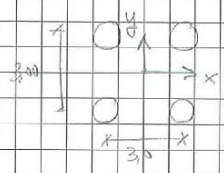
PAYMA Cotas
GRUPO ECA GLOBAL

PROYECTO	Nº
DOCUMENTO	HOJA DE

ENCEPADO PILA 3

Combinación pésima

$N = 4117{,}9$ KN
$M_x = 2404{,}8$ KNm
$M_y = 6302{,}7$ KNm



$\Sigma x_i^2 = 9{,}0$
$\Sigma y_i^2 = 9{,}0$

Peso encepado $= (5^2)(1{,}5)(25) = 937{,}5$ KN

Carga pésima en pilote.

$$N_{d,pilote} = \frac{4117{,}9 + 937{,}5(1{,}35)}{4} + \frac{(2404{,}8 + 6302{,}7)\,1{,}5}{9{,}0} = 2797{,}1 \text{ KN}$$

$$T_x = T_y = \frac{2797{,}1}{(0{,}85)(1{,}4)}\left(0{,}5(3{,}0) - 0{,}25(1{,}4)\right) = 2703{,}1 \text{ KN}$$

Armadura principal

$$A_x = A_y = \frac{2703{,}1}{40} = 67{,}6 \text{ cm}^2 \quad (14\,\phi 25) \checkmark$$

Armadura secundaria

$\frac{67{,}6}{4} = 16{,}9 \text{ cm}^2$ en un ancho de 2,0m → $\phi 16/0{,}20$ necesario
→ $\phi 20/0{,}30$ ← disp.

Armadura secundaria vertical

$$A_{sv} = \frac{2797{,}1}{1{,}5} = 1865 \text{ KN} \rightarrow 46{,}61 \text{ cm}^2 \quad (20\,\phi 16/0{,}15)$$

Preparado por	Firma	Revisado por	Firma
Fecha:		Fecha:	

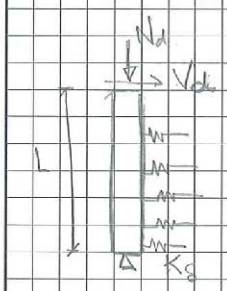
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PAYMA Cotas
GRUPO ECA GLOBAL

PROYECTO	Nº
Abastecimiento a Barajas	
DOCUMENTO: Cálculo de pilotes.	HOJA 1 DE

CÁLCULO DE PILOTES EN PILAS.

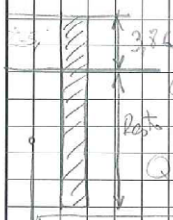
Cargas en pilote pésimo



$$\begin{cases} N_d = 2797{,}1 \text{ KN} \quad \boxed{(\text{Pila } 3)} \\ V_d = \dfrac{436{,}4}{4} \text{ KN} = 109{,}1 \text{ KN} \end{cases}$$

Cálculo de longitud mínima del pilote.

$$N_K = 1826{,}6 \text{ KN} \rightarrow (L = 20{,}0 \text{ m.})$$



$\boxed{\tau = 5{,}6 \text{ Mp/m}^2}$

Comprobación $F = 2{,}5$ (según geotécnico)

$$Q_h = \frac{5{,}6\,\pi(1{,}0)(3{,}86)}{2{,}5} + \frac{7\,\pi(1{,}0)(20-3{,}86)}{2{,}5} + 180\,\frac{\pi(1{,}0)^2}{4}\,\frac{1}{2{,}5} - \frac{\pi(1{,}0)^2}{4}(2{,}5)(20) = 186{,}4 \text{ Mp} > 182{,}7 \text{ Mp} \quad \text{Cumple}$$

$\boxed{\begin{array}{l} \tau = 7 \text{ Mp/m}^2 \\ q = 180 \text{ Mp/m}^2 \end{array}}$

$N_{pilote}(x) < TE = 314 \text{ Mp}$ $(\sigma_{max} = 40 \text{ Kg/cm}^2)$

Cálculo transversal del pilote

0-7 m	Aluvial Cohesivo	$S_u = 70$ KPa.
7-∞	Terciario Cohesivo	$S_u = 175$ KPa

NF en superficie.

Preparado por	Firma	Revisado por	Firma
Fecha:		Fecha:	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PAYMA Cotas
GRUPO ECA GLOBAL

PROYECTO	Nº
DOCUMENTO	HOJA 2, DE

Según la guía de cimentaciones:

- Pilote aislado

$K_h = 75$ sn. ΔL

$\frac{K_h}{\Delta L} = 75$ sn.

0-7 m → $\frac{K_h}{\Delta L} = 5250{,}0$ KN/m³ → $\phi = 1{,}0$ m → 5250,0 KN/m²

7-∞ → $\frac{K_h}{\Delta L} = 13125{,}0$ KN/m³ → $\phi = 1{,}0$ m → 13125 KN/m²

- Evaluación de influencia del grupo.

(1ª fila) $\alpha = 1 + 0{,}5\left(\frac{1{,}0}{3{,}0}\right)^2 = 1{,}06 < 1{,}1$ ✓

(Resto filas) $\alpha = \left[1 + 0{,}5\left(\frac{1{,}0}{3{,}0}\right)^2\right]\left[1 + \left(\frac{1{,}0}{3{,}0}\right)^2\right] = 1{,}124 < 1{,}30$ ✓

- Rigidez del pilote considerando efecto grupo

0-7 m → $\frac{5250{,}0}{(1{,}124)^4} = 3289{,}2$ KN/m²

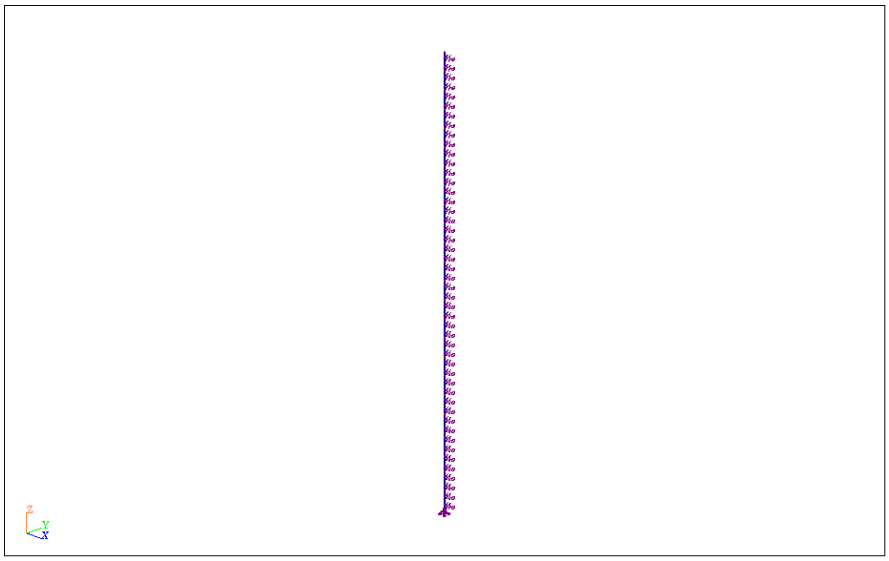
7-∞ → $\frac{13125{,}0}{(1{,}124)^4} = 8223{,}1$ KN/m²

Preparado por	Firma	Revisado por	Firma
Fecha:		Fecha:	

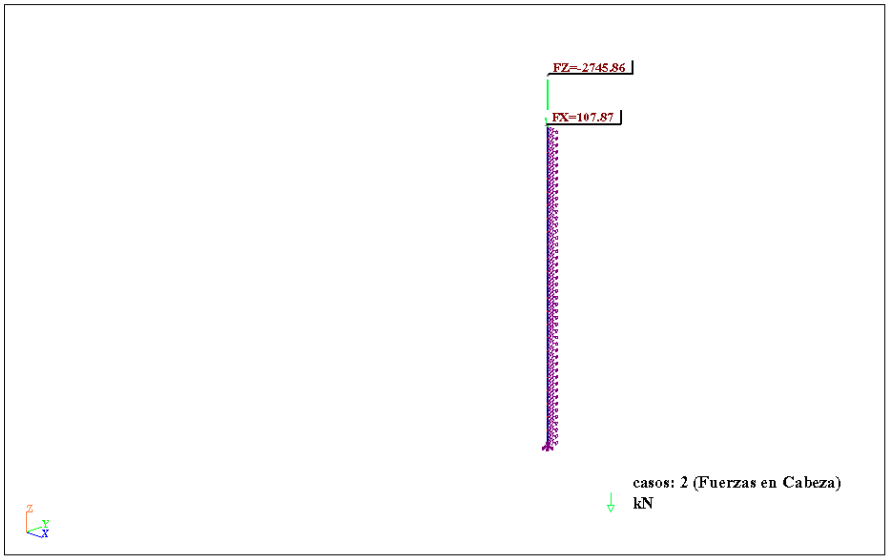
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ROBOT v 20.1.3	©Robobat 1996-2007
Autor :	Archivo : **Pilote-Pilas.rtd**
Dirección :	Proyecto : Pilote-Pilas

Estructura



Estructura - casos: 2 (Fuerzas en Cabeza)



Fecha : 02/12/09	Página : 1

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ROBOT v 20.1.3 ©Robobat 1996-2007
Autor : Archivo : **Pilote-Pilas.rtd**
Dirección : Proyecto : Pilote-Pilas

Cargas - Casos: 1A5 : Valores: 1

	Caso	Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	1	PP	peso propio	1A24	PZ Menos Coef=1.0000
	2	Fuerzas en Cabeza	fuerza nodal	25	FX=107.87(kN) FZ=-2745.86(kN)

Características: Barras: 1

	Nombre de la sección	Lista de barras	SX (m2)	SY (m2)	SZ (m2)	IX (m4)	IY (m4)	IZ (m4)
	Pilote	1A24	0.785	0.663	0.663	0.098	0.049	0.049

Barras: Valores: 1

Barra	Nudos	Nudo 2	Sección	Material	Longitud (m)	Suelo elástico	Kz (kN/m2)
24	24	25	Pilote	HORMIGON	1.00	Aluvial-Cohesivo	3289.20
22	22	23	Pilote	HORMIGON	1.00	Aluvial-Cohesivo	3289.20
21	21	22	Pilote	HORMIGON	1.00	Aluvial-Cohesivo	3289.20
20	20	21	Pilote	HORMIGON	1.00	Aluvial-Cohesivo	3289.20
19	19	20	Pilote	HORMIGON	1.00	Aluvial-Cohesivo	3289.20
18	18	19	Pilote	HORMIGON	1.00	Aluvial-Cohesivo	3289.20
23	23	24	Pilote	HORMIGON	1.00	Aluvial-Cohesivo	3289.20
8	8	9	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
9	9	10	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
10	10	11	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
11	11	12	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
7	7	8	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
13	13	14	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
14	14	15	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
15	15	16	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
16	16	17	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
17	17	18	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
6	6	7	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
5	5	6	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
4	4	5	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
3	3	4	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
2	2	3	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
12	12	13	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00
1	1	2	Pilote	HORMIGON	1.00	Terciario-Coesivo	8223.00

Barra	Arrancamiento
24	
22	
21	
20	
19	
18	
23	
8	
9	
10	
11	

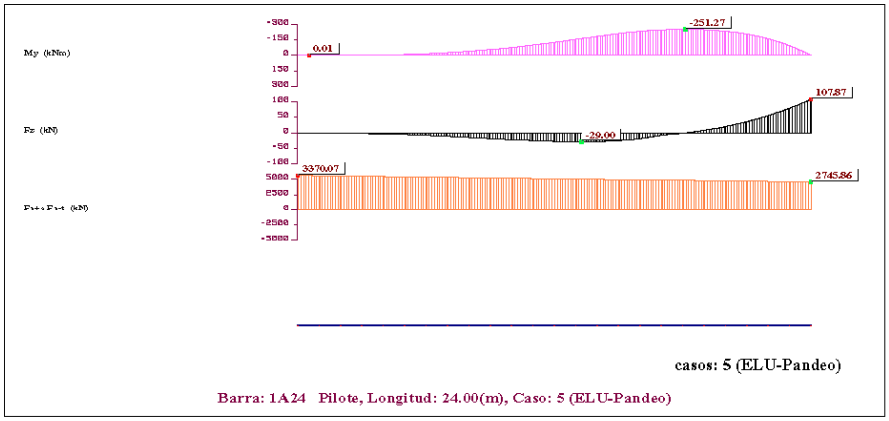
Fecha : 02/12/09 Página : **2**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ROBOT v 20.1.3	©Robobat 1996-2007
Autor :	Archivo : **Pilote-Pilas.rtd**
Dirección :	Proyecto : Pilote-Pilas

Barra	Arrancamiento
7	
13	
14	
15	
16	
17	
6	
5	
4	
3	
2	
12	
1	

Análisis detallado:1 - FX;FZ;MY; casos: 5 (ELU-Pandeo) Modos: 1..10; CQC



Barra: 1A24 Pilote, Longitud: 24.00(m), Caso: 5 (ELU-Pandeo)

Valores

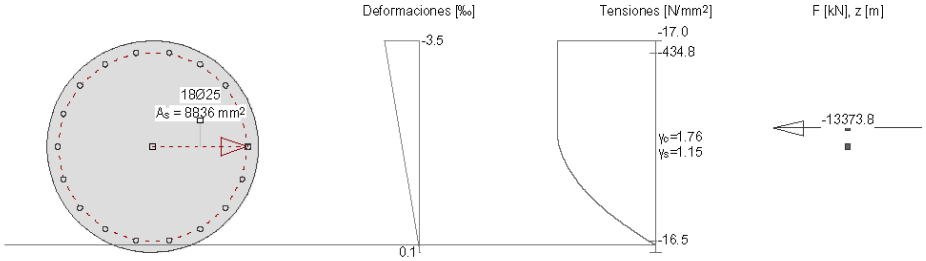
Barra / Punto (m)	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
Valor actual	3370.07	0.00	0.0
para la barra:		1	
en el punto:		x=0.0 (m)	
1 / inicio	3370.07	0.00	0.0
1 / fin	3344.07	-0.12	-0.02
2 / inicio	3344.07	-0.12	-0.02
2 / fin	3318.06	-0.77	-0.42
3 / inicio	3318.06	-0.77	-0.42
3 / fin	3292.05	-1.93	-1.72

Fecha : 02/12/09	Página : **3**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

FAGUS	Página 72
PS.15+840	02.12.09, 02:19
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Fagus-5 - Version 2.00

Sección transversal Pilotes-Pilas: Carga última Solicitaciones múltiples, Factor de seguridad mínimo: 4.61 Escala 1 :25.5



Cálc. capacidad última Viga-Sección: PILOTES-PILAS

Fuerzas de la acción y factor de la capacidad

No.	Parámetros de análisis	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Factor capacidad [-]	Observaciones
1	AP2: Estado límite último	-2897.7	251.3	0	4.61	
2	AP2: Estado límite último	-2000.0	251.3	0	6.00	

Parámetros de análisis "AP2: Estado límite último", Código: Spanish Code EH-91

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Tens.adm.	Factores de la resistencia				Otros valores			
	c	s	p	a	ε_{cuc} [‰]	ε_{cub} [‰]	ε_{su} [‰]	$\sigma_{s,adm}$ [N/mm²]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_b [-]	γ_a [-]	α [-]	ϕ [-]	P(t) [-]	κ
AP2	2/0	1	1	1	-2.0	-3.5	10.0		1.50	1.15	1.15	1.15	45.00	0	t=o	-

Deformaciónes y tensiones extremas (Resultados cálculo No 1)

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
CS1	H300	-0.01	0.50	-3.5	-17.0	1.76
CS1	H300	-0.01	-0.50	0.1	0	1.76
AC1	AEH500	0.08	0.44	-3.3	-434.8	1.15
AC1	AEH500	-0.08	-0.44	-0.1	-16.5	1.15

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\FAGUS\PasoRioJarama.FG5

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E.L.U. CORTANTE según EHE-08

Proyecto: Abastecimiento Barajas
Estructura: Paso sobre el Río Jarama
Elemento: Pilote

Geometría de la sección

b_0 =	**0.89**	m				
h =	**0.89**	m				
r =	**0.05**	m				
Arm. SUP	ϕ	**25**	a	**0.14**	m	35.06 cm^2
Arm. INF	ϕ	**25**	a	**0.14**	m	35.06 cm^2

Materiales

Hormigón:	f_{ck} =	**25**	N/mm^2
Armadura pasiva:	f_{yk} =	**500**	N/mm^2

Obtención de Vu1 (según art.44.2.3.1 EHE-08)

f_{1cd} =	10.00	N/mm^2	
K =	**1.00**		*Se adoptará K = 1,00 como situación más desfavorable (no*
cotg θ =	**1**		
cotg α =	**0**		

V_{u1} =	3738.00	kN

Obtención de Vu2 para piezas sin armadura de cortante (según art.44.2.3.2 EHE-08)

M_d =	**131.00**	kNm
$M_{fis,d}$ =	140.64	kNm

a) Piezas sin armadura de cortante en regiones no fisuradas (M_d <= $M_{fis,d}$)

I =	0.0523	m^4
S =	0.0881	m^3
f_{ctd} =	1.20	N/mm^2

V_{u2} =	632.09	kN

b) Piezas sin armadura de cortante en regiones fisuradas a flexión (M_d > $M_{fis,d}$)

ξ =	1.49		
ρ_L =	0.004		
f_{cv} =	25	N/mm^2	*Con control directo de la resistencia del hormigón*

V_{u2} =	297.47	kN

Obtención de Vu2 para piezas con armadura de cortante (según art.44.2.3.2.2 EHE-08)

Contribución del hormigón a la resistencia a cortante.

ξ =	1.49	
ρ_L =	0.004	
β =	**1**	
f_{cv} =	25	MPa
Vcu =	247.9	KN
Vd =	**110**	KN

Armadura necesaria

z =	0.712	m
$f_{y\alpha,d}$ =	400	Mpa
A_α =	-4.84	cm2/m
f_{ctm} =	2.56	Mpa
$A_{\alpha,min}$ =	7.61	cm2/m
A_α =	7.61	cm2/m

Armadura a disponer **1** c ϕ **16** / **0.2** --> $A_{\alpha,dispuesta}$ = 20.1 cm2/m

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PAYMA Cotas
GRUPO ECA GLOBAL

PROYECTO	Nº
DOCUMENTO	HOJA 3 DE

Fisuración

$f_{ct,m,fl} = 0,3(25)^{2/3} = 2,56$ MPa

$M_{fis} = \frac{\pi (0,5)^3}{4} \cdot 2,56 \cdot 10^3 = 251,3$ KNm

$M_{fis} \approx M_d$ luego no fisura en cuasipermanente tampoco.

Armadura de pilote: Ver FAGUS y hojas excel.

Armadura de cortante: $V_d = 110$ KN $< V_{u1}$
$< V_{u2}$ sin arm. cortante

$A_{\alpha min} = 7,61$ cm²/m.

Añadimos el armado para evitar el pandeo de las barras.

$(0,01)\ 20\ (4,908)\ \frac{200}{15(25)} = 0,524$ cm² (Area del cerco para evitar pandeo)

$A_{\phi necesario} = \frac{7,61}{2}(0,20) + 0,524$ cm² $= 1,281$ cm²

luego a $\phi 16/0,20$

Preparado por	Firma	Revisado por	Firma
Fecha:		Fecha:	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.10.- ESTRIBOS

2.10.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Los estribos proyectados servirán de apoyo a la estructura sobre la que se apoya la tubería. Además serán capaces de resistir los esfuerzos originados por los cambios de dirección en el trazado longitudinal.

El estribo 1 se cimentará superficialmente. Tendrá una altura variable entre 14,73m y 2,89m y una anchura de 3,90m. La zapata de 2,00m de canto y 5,90m de ancho se escalonará 2,75m.

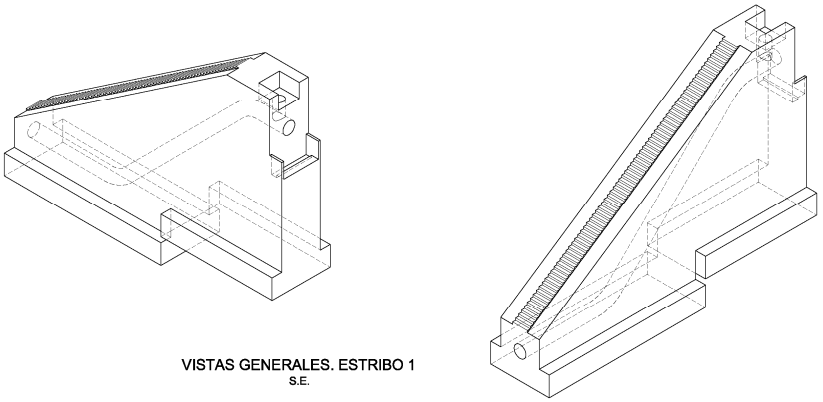


Figura 7.- Vista general Estribo 1

El estribo 2 se cimentará mediante pilotes. Serán de 1,00m de diámetro y 34,50m de longitud aproximada. Además permitirá el paso de una obra de drenaje existente mediante una bóveda que cruza con un ángulo de esviaje de 27,87º respecto al eje longitudinal de la estructura. El estribo tendrá una altura variable entre 10.6m y 5,15m.

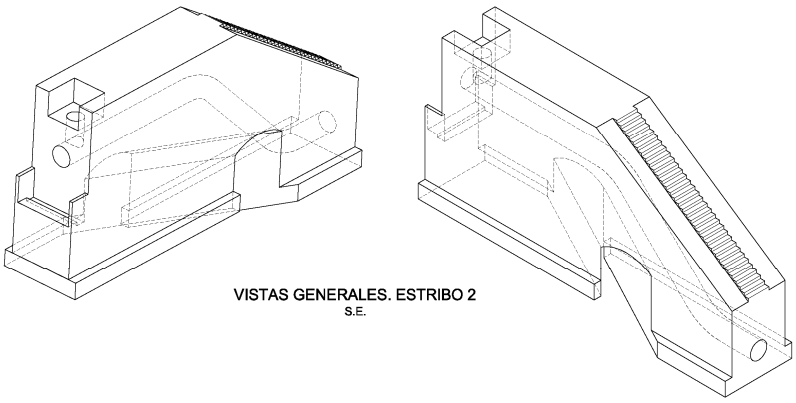


Figura 8.- Vista general Estribo 2

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.10.2.- DESCRIPCIÓN DEL CÁLCULO

Para el cálculo de los estribos se ha utilizado el programa comercial Autodesk ROBOT2009. Los modelos elaborados constan de elementos tipo placa y tipo barra (para los pilotes del Estribo 2). Las características geométricas son las que corresponden en cada caso. Se introducen las cargas procedentes del cálculo del tablero, además del viento transversal y longitudinal que actúa sobre los estribos. Del cálculo en E.F. se obtienen los esfuerzos que hay que considerar para la realización de las comprobaciones exigidas por la EHE-08 respecto a los Estados Límite Últimos y de Servicio.

2.10.3.- CARGAS CONSIDERADAS

Además de las cargas obtenidas del cálculo del tablero se ha considerado la acción transversal y longitudinal del viento sobre los estribos, reduciendo su valor tal y como indica la IAP si actúa de manera simultánea con la sobrecarga.

Se ha comprobado que la acción del viento transversal es superior a la que provocaría el caudal en la avenida con periodo de retorno T = 500 años.

SOBRECARGAS DEBIDAS AL AGUA

Según datos hidráulicos:

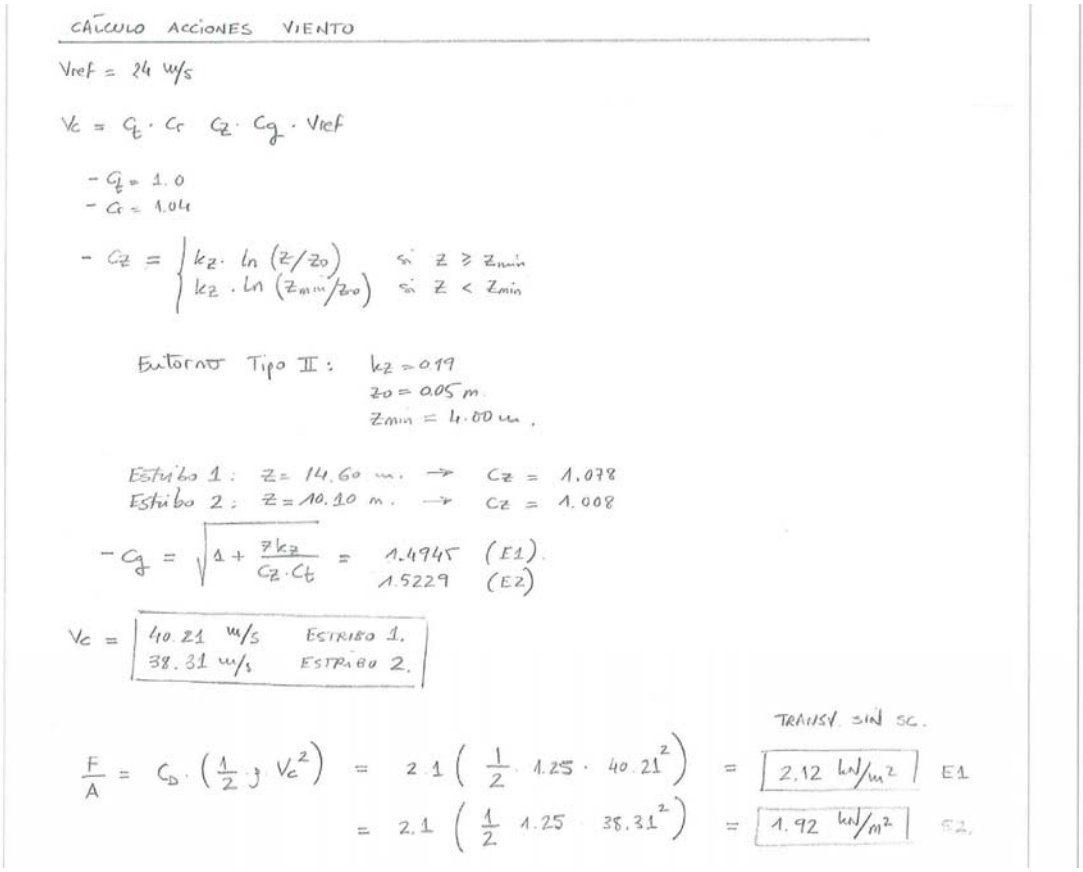
Avenida T=500 años → $Q_{500} = 978.00\ m^3/s$

$V_{500} = 1.34\ m/s$

$$\frac{E}{A} = \frac{1}{2}\rho \cdot C_d \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot 2.1 \cdot 1.34^2 = 1.88\ kN/m^2$$

Dado que es un valor inferior al empuje provocado por el viento en lo que sigue se omitirá esta acción y se supondrá el viento actuando en toda la altura del estribo.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



Por último se tiene en cuenta el empuje originado por el efecto de la presión hidráulica en los codos de la tubería en el interior de los estribos. Este empuje tiene el valor:

$$E = MPD \cdot \left(\frac{\pi \cdot ID^2}{4} \right) \cdot 2 \cdot sen\left(\frac{\theta}{2} \right);$$

Siendo MPD el valor de la máxima presión de diseño (2,5 Mpa), θ en ángulo de desviación (45º) e ID el diámetro interior de la conducción (1200mm). Con ello se obtiene un empuje de valor,

E = 2164,02 kN,

actuando en la dirección de la bisectriz del ángulo que forman los ejes que se intersectan.

2.10.4.- ESTRIBO 1

2.10.4.1.- Modelo de cálculo

Se ha elaborado un modelo de elementos finitos mediante el programa comercial Autodesk ROBOT 2009. Para ello se han utilizado elementos tipo placa de espesor el correspondiente según el elemento que representan.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

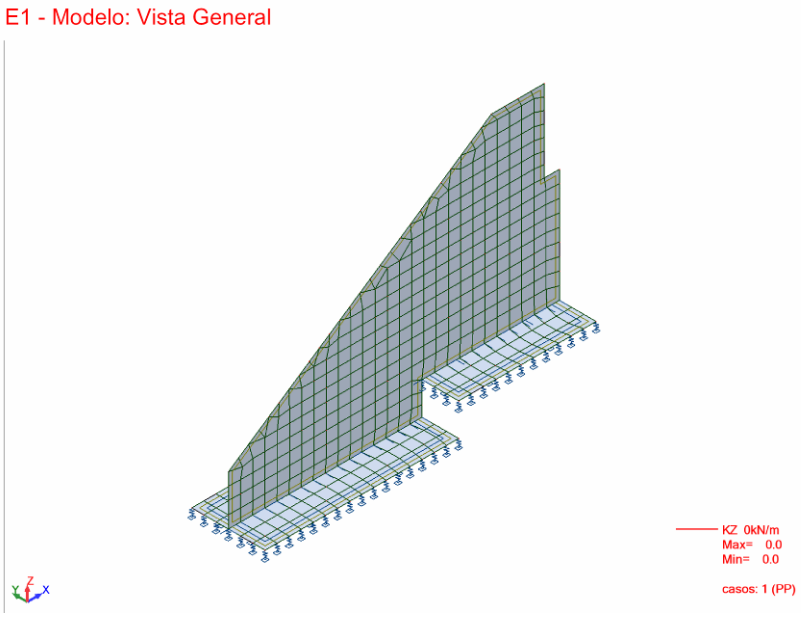


Figura 9.- Modelo Estribo 1

El modelo se ha apoyado en un suelo elástico cuyo coeficiente de balasto posee un valor de Kv = 4190 kN/m en toda la superficie de la zapata. En la unión alzado – zapata se ha fijado la estructura ante movimientos en la dirección X e Y según los ejes globales.

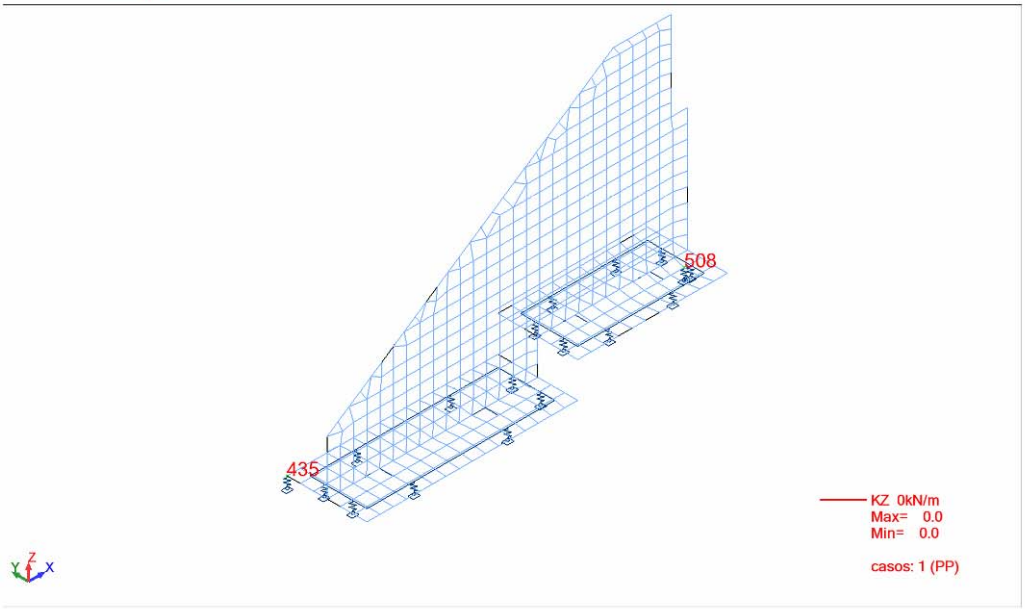
En el apéndice correspondiente se pueden obtener información más detallada del modelo y las cargas introducidas en él.

2.10.4.2.- Tensiones en el terreno

Debe vigilarse que la tensión punta obtenida bajo la combinación característica de las acciones sea inferior a 1,25 veces la tensión máxima indicada en el anejo geotécnico. Además se deberá evitar la aparición de tensiones negativas en el terreno. En el modelo se obtienen los valores de las reacciones en cada nudo que crea el programa al realizar la malla. Como se ha obligado a que esta malla se realice en elementos de 1x1m, el valor obtenido es directamente la tensión en kN/m^2.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E1 - Nudos pésimos



E1 - Reacciones Extremas en E.L.S. Característica

sistema de coordenadas global - Casos

	FZ (kN)
MAX	284.45
Nudo	508
Caso	ELS/72
MIN	56.03
Nudo	435
Caso	ELS/264

E1 - Definición de la combinación

sistema de coordenadas global - Casos: 24 25

Nudo/Caso	FZ (kN)	Definición
435/ ELS/36	56.64>>	1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 7*1.00 + 9*0.60 + 14*0.60 + 4*0.60
435/ ELS/26	56.03<<	1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 5*1.00 + 10*1.00 + 13*1.00
508/ ELS/72	284.45>>	1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 7*1.00 + 4*0.60 + 11*0.60 + 15*0.60
508/ ELS/39	281.26<<	1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 5*1.00 + 8*0.60 + 17*0.60

Fecha : 01/12/09 Página : **1**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.10.4.3.- Resultados obtenidos

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en el modelo de elementos finitos. Para el dimensionamiento a flexión se ha utilizado la fórmula simplificada recogida en numerosa bibliografía que se muestra a continuación:

$$A_s = \frac{M_d}{0.9 \cdot d} \cdot \frac{1}{f_{yd}}$$

Además no se ha considerado la resistencia a tracción del hormigón, por lo que la cuantía de armado resultante es la suma de la necesaria por flexión y por los esfuerzos axiles de tracción.

Para facilitar la comprensión de los resultados que se muestran a continuación se añade una figura indicando el sentido positivo de los esfuerzos actuantes en función del sistema de coordenadas locales del panel.

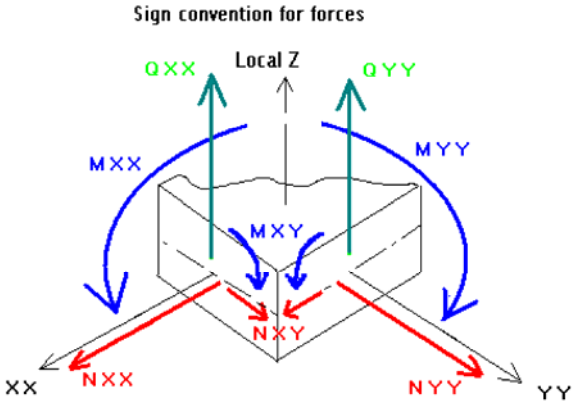
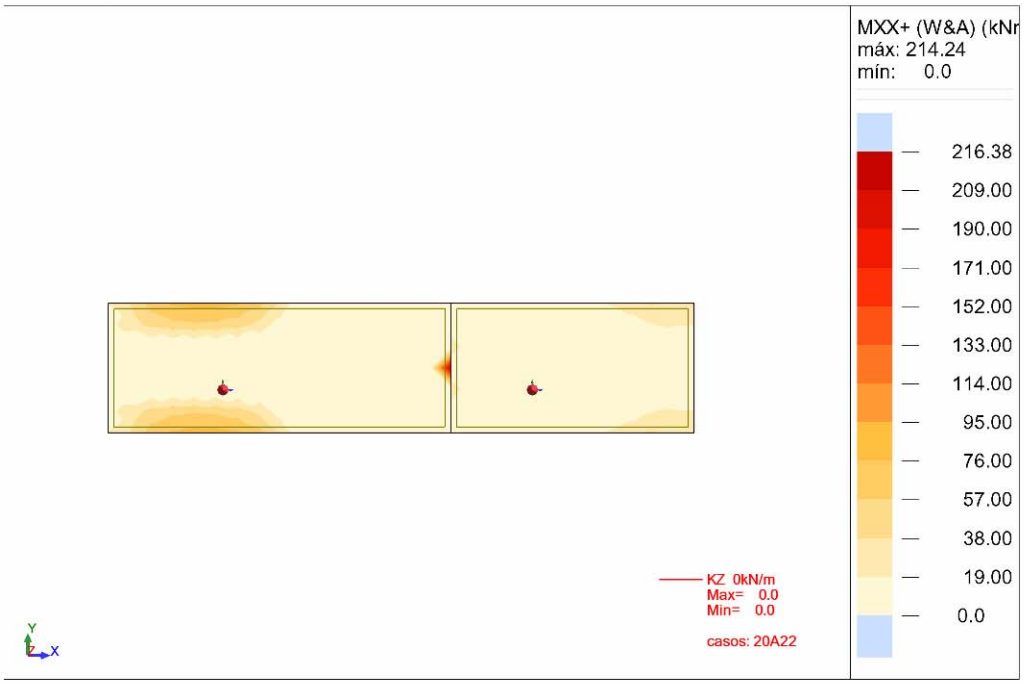


Figura 10.- Convenio de signos para esfuerzos en paneles

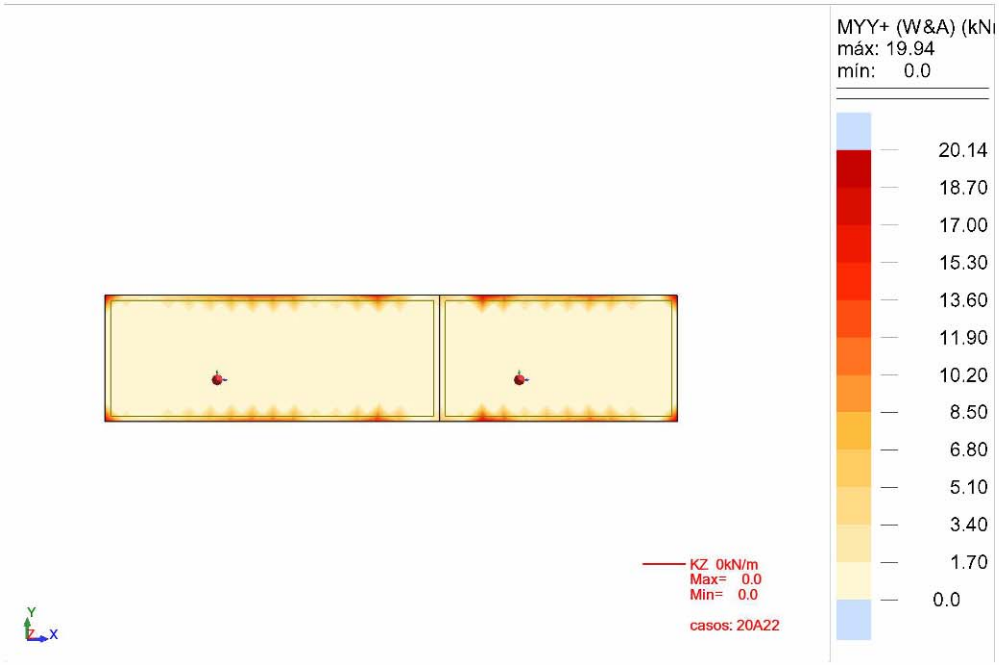
Para el dimensionado se ha seguido el siguiente procedimiento: En cada dirección, horizontal y vertical, se parte de la cuantía geométrica mínima de muro. Se comprueba que puede resistir el flector solicitante. Posteriormente con el armado disponible (en el caso que corresponda) se calcula el axil último que es capaz de asumir. Si en el panel aparecen zonas no coloreadas quiere decir que se necesita incrementar el armado en esta zona. Así se va cubriendo toda la geometría determinando el armado necesario y la disposición de refuerzos si fuera necesario.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E1 - Zapata - ELU MXX+



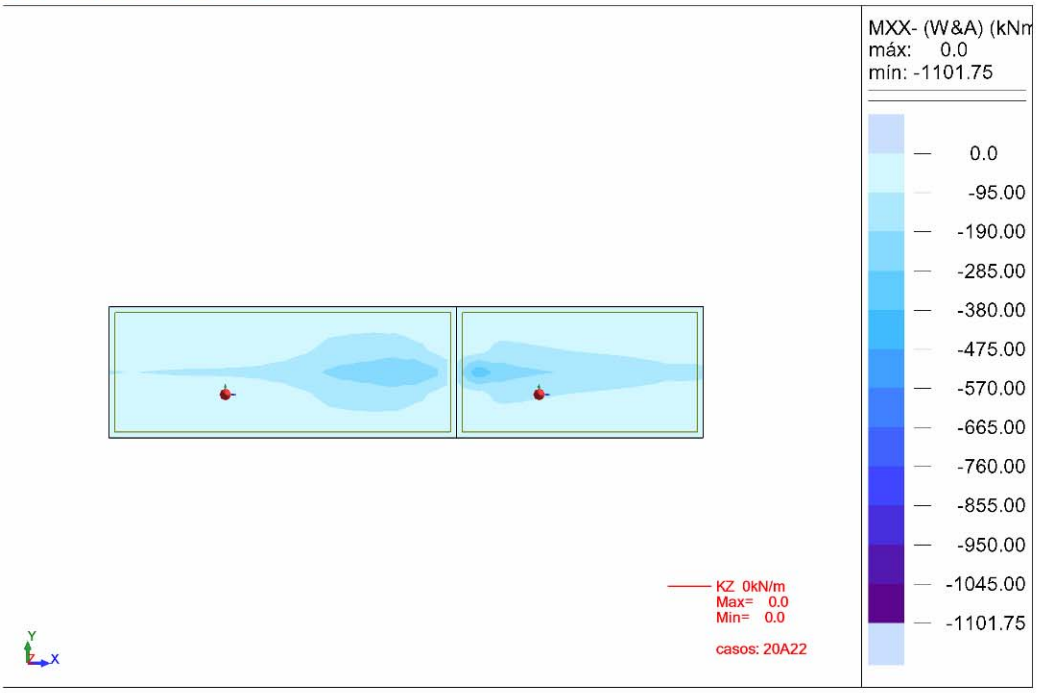
E1 - Zapata - ELU MYY+



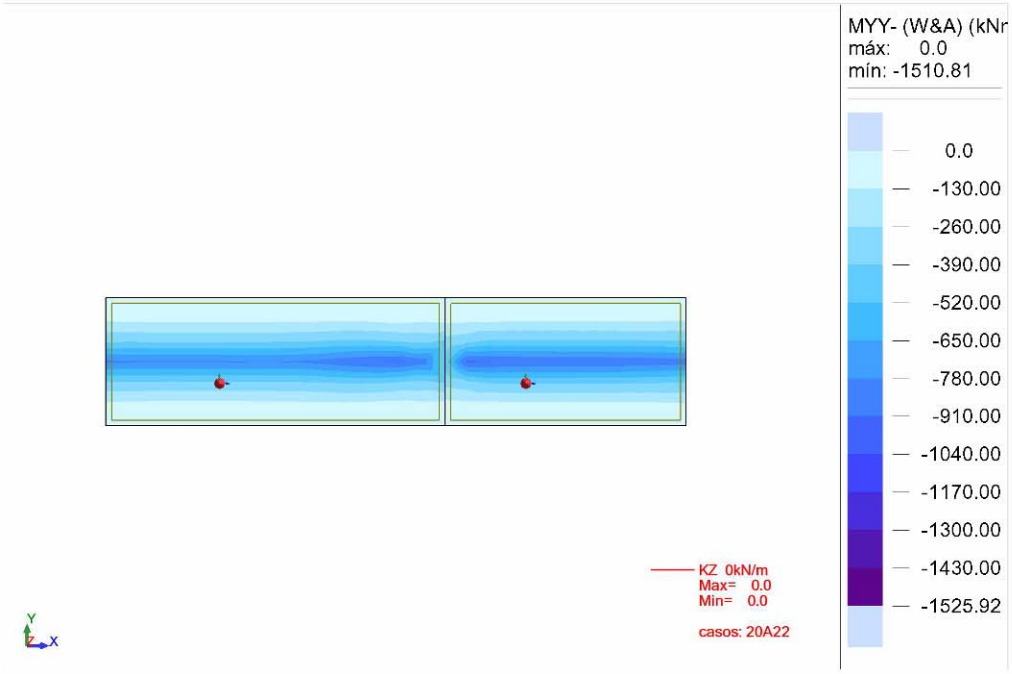
Fecha : 01/12/09 Página : **1**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E1 - Zapata - ELU MXX-



E1 - Zapata - ELU MYY-

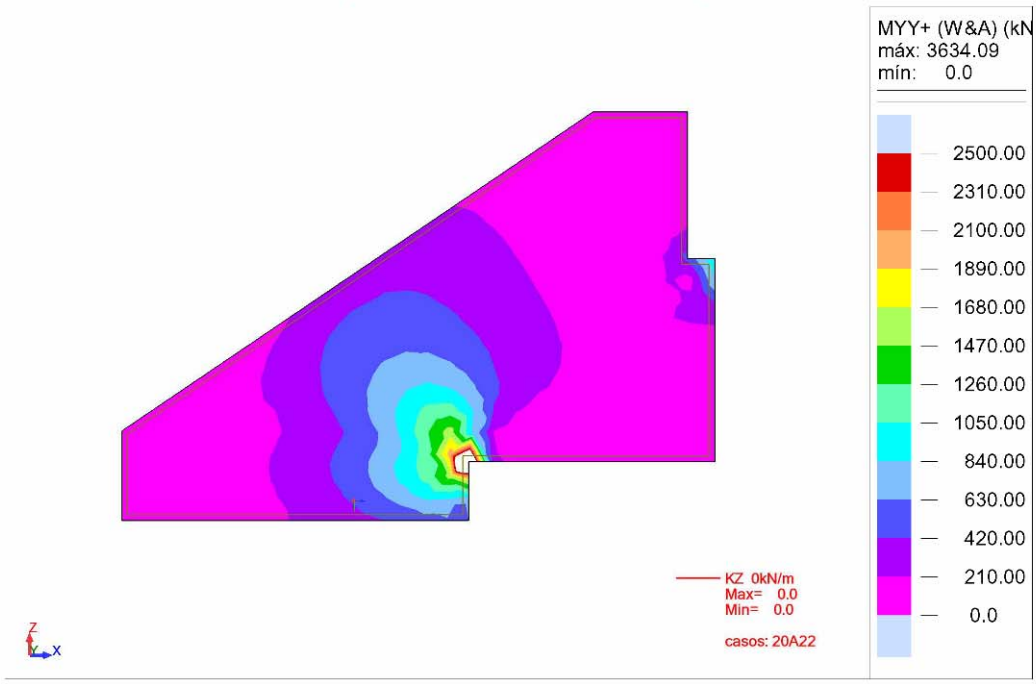


Fecha : 01/12/09 Página : **2**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E1 - Alzado - MXX resistido por cuantía mínima (fi 16 / 0.20, Mu = 1514.05 kNm/m)

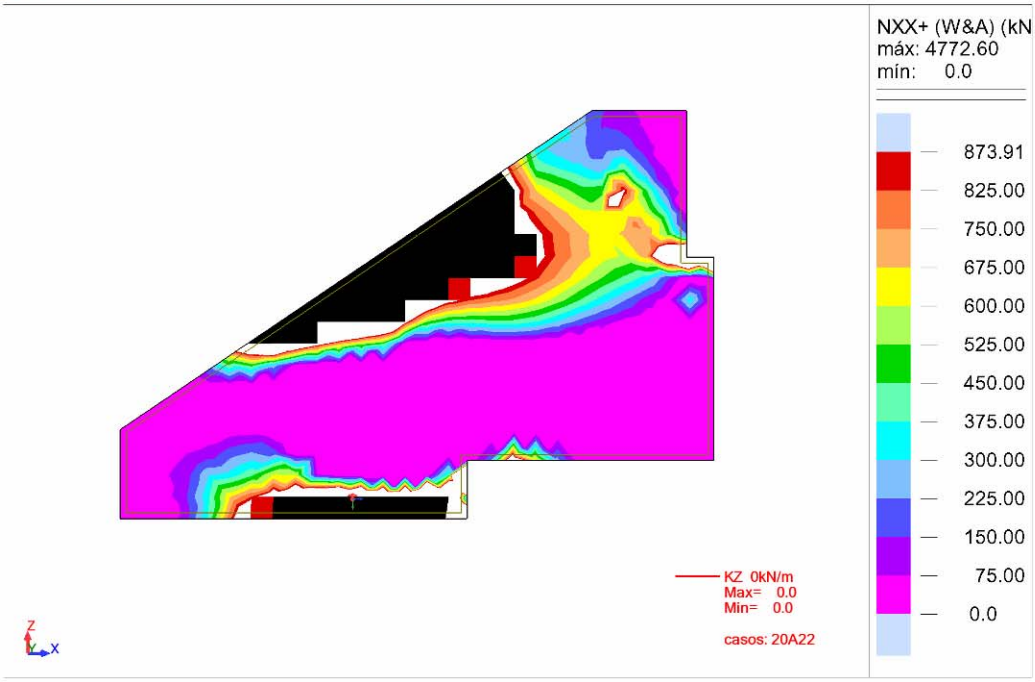
E1 - Alzado - MYY máximo (despreciando puntas de MEF)



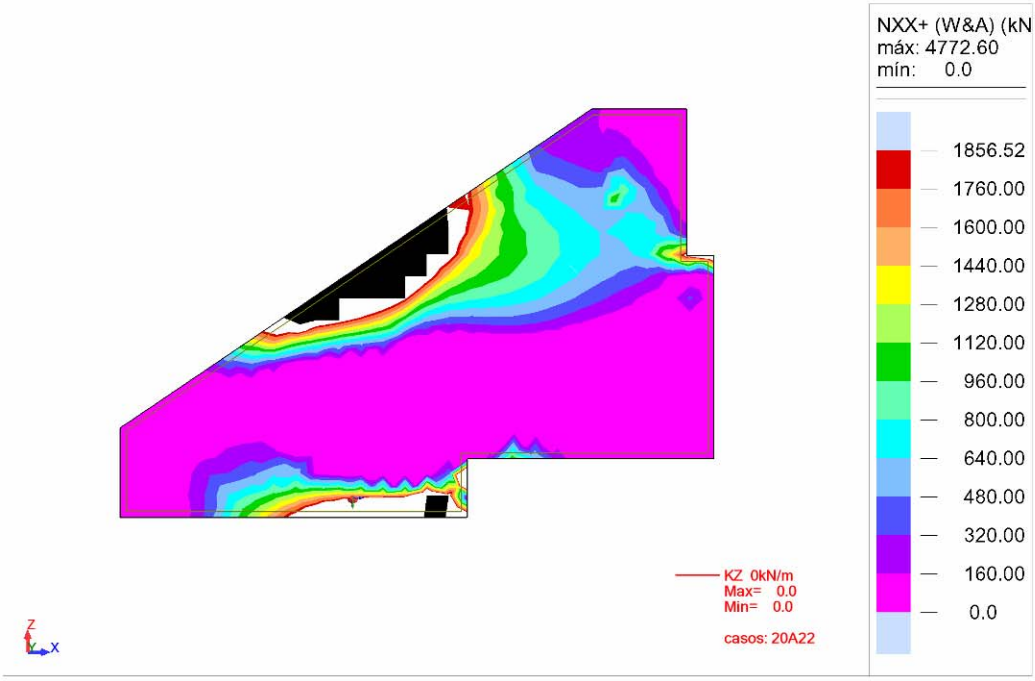
Fecha : 01/12/09 Página : **3**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E1 - Alzado - NXX (fi 16 / 0.20 adicionales)



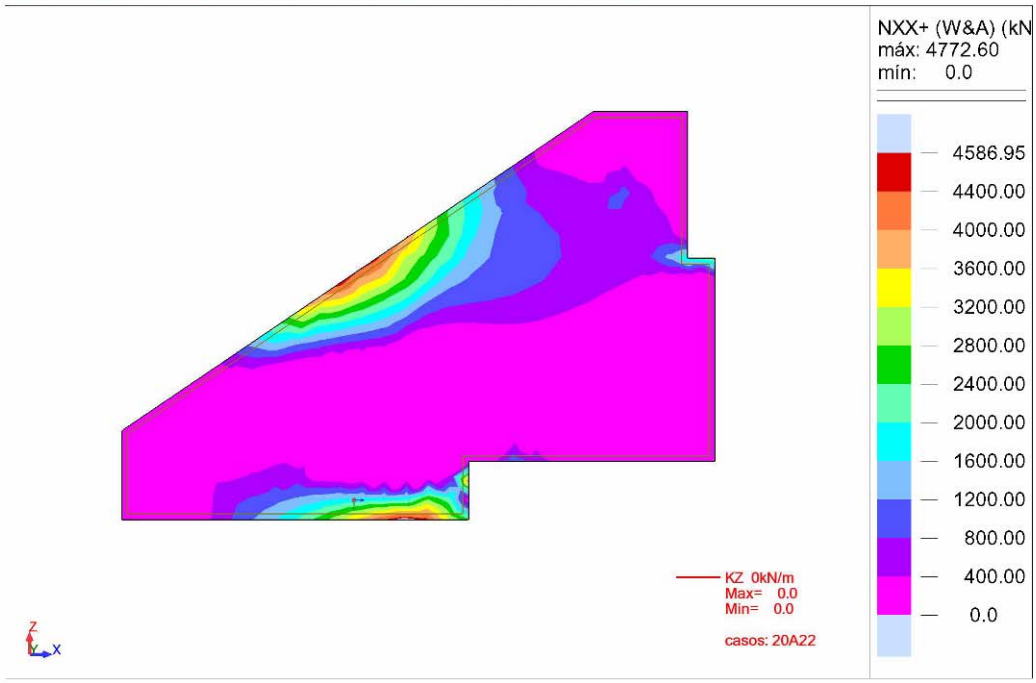
E1 - Alzado - NXX resistido Atotal fi 20 / 0.10



Fecha : 01/12/09 Página : **4**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

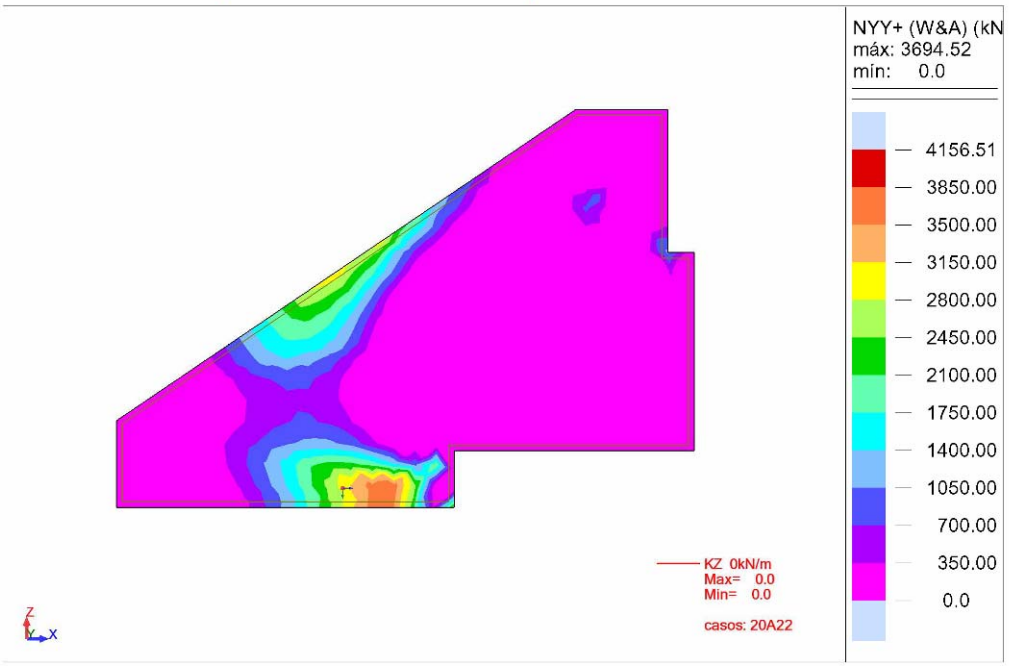
E1 - Alzado - NXX resistido fi 20 /0.10 + ref fi 20 /0.10



E1 - Alzado - NYY resistido por fi 25 / 0.125 dispuesto por flexión

Fecha : 01/12/09 Página : **5**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

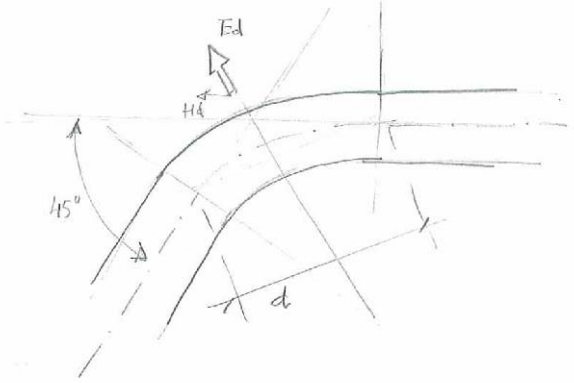


Fecha : 01/12/09 Página : **6**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.10.4.4.- Armado en codo

ARMADO EN CODO

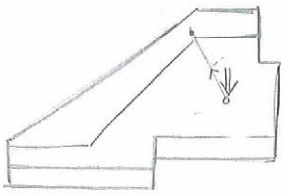


$E = MPD \cdot \left(\pi \frac{ID^2}{4}\right) \cdot 2\,sen\left(\frac{\theta}{2}\right)$

$E = 2.5 \frac{N}{mm^2} \cdot \left(\frac{\pi \cdot 1200^2}{4}\right) \cdot 2\,sen\left(\frac{45}{2}\right)$

$E = 2164.02\ kN$

Se traslada la fuerza Ed originada por el cambio de dirección de la tubería hasta que pueda equilibrarse con el peso propio del macizo sobre la conducción. Esto es 5.70m a lo largo de la bisectriz.



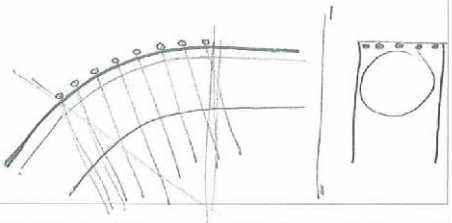
$A_S = \frac{Ed}{fyd} = \frac{(1.35) \cdot 2164.02\ kN}{40 \frac{kN}{cm^2}} = 73.03\ cm^2$

$d = 2.96\ m.$

$A_{S\,p.m} = \frac{A_S}{d} = 24.67\ cm^2/m \rightarrow \square\ \phi 16/0.125$

A lo largo de la tubería se dispone:

$A_S = \frac{Hd}{fyd} = \frac{0.38 \cdot Ed}{fyd} = \frac{1110.13\ kN}{40 \frac{kN}{cm^2}} = 27.75\ cm^2 \rightarrow \phi 20/0.125.$

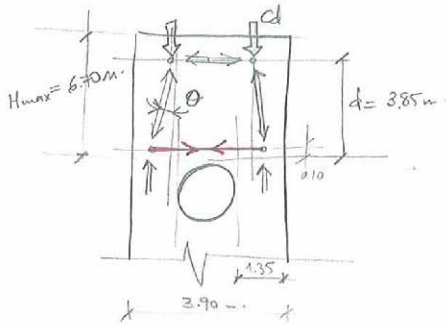


Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.10.4.5.- Armado zona tubería

ARMADO ALREDEDOR DE LA TUBERÍA

- Por cargas verticales:



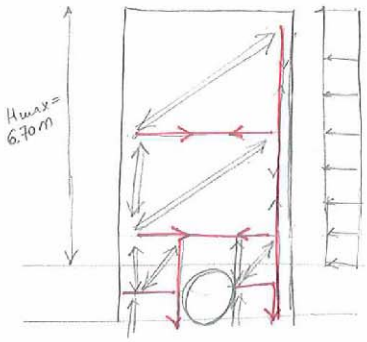
$\theta = \text{arctg}\ \frac{\frac{3.9}{4} - \frac{1.35}{2}}{3.75} = 4.57°$

$Td = Cd \cdot tg\theta$

$Cd = (1.35) \cdot \left[1.00 \cdot 6.70 \cdot \frac{3.90}{2}\right] \cdot 25\ \frac{kN}{m^3} + (1.50) \cdot 1.00 \cdot \left[\frac{3.90}{2} \cdot 1.00\right] = 443.86\ kN.$

$Td = Cd \cdot tg\theta = 443.86 \cdot Tg\ 4.57° = 35.47\ kN \rightarrow A_s = 0.88\ \frac{cm^2}{m}\ (\phi 12/0.20)$

- Por cargas transversales:



Según los resultados del ROBOT, el cortante máximo en la zona de la tubería es ≈ 200 kN/m.

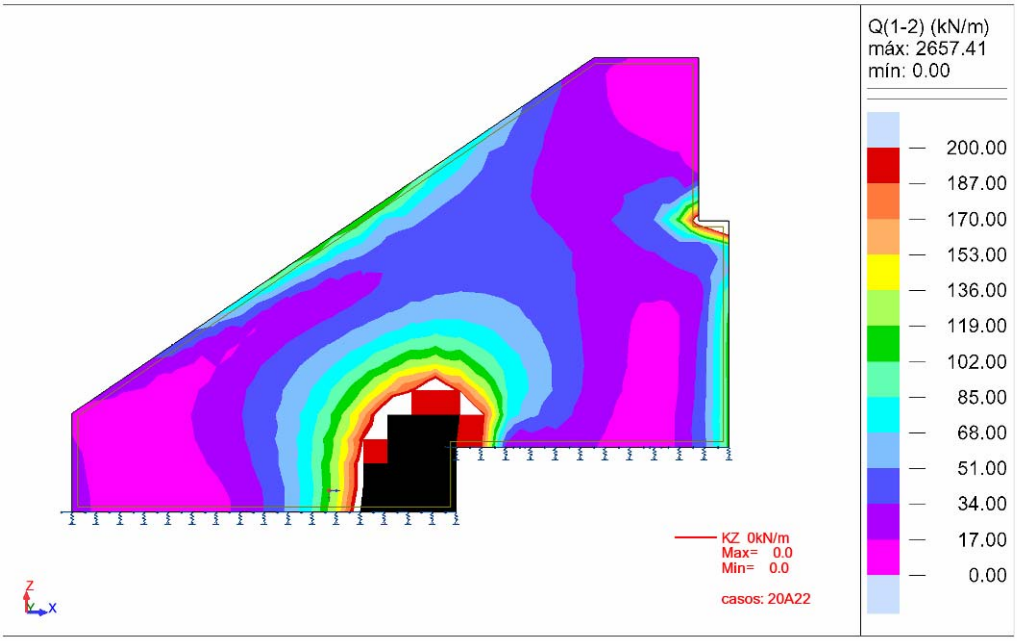
En el Prontuario Informático del Hormigón se tiene que para una sección (1.00 x 1.35) y una cuantía $\rho_L = 0.35‰ \rightarrow$

V_u (sin armadura de cortante) = 220.7 kN/m

$A_s = \rho_L \cdot A_h = 0.35 \cdot 10^{-3} \cdot (100)(135) = 4.725\ cm^2/m. \rightarrow \phi 12/0.20$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E1 - Alzado - Cortante en zona de tuberia



Fecha : 02/12/09 Página : **1**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Barajas
Fecha: 01/12/2009
Hora: 11:22:42

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

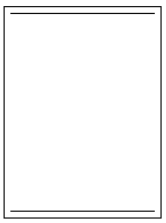
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30,00
fyk [MPa] = 500,00
γc = 1,50
γs = 1,15

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : 1X1,35
b0 [m] = 1,00
h [m] = 1,35



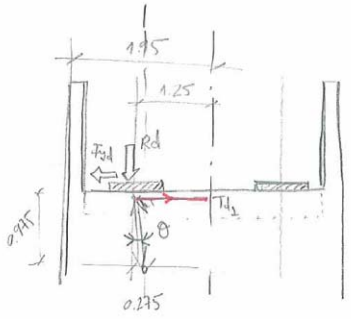
2 Comprobación

ρl [·1,E-3] = 0,35
Nd [kN] = 0,0
Vu [kN] = 220,7

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.10.4.6.- Armado zona apoyos

ARMADO BAJO APOYOS



$Rd = (1.35) \cdot 644.72 + (1.50)\, 40.49 = \boxed{931.09\ kN}$

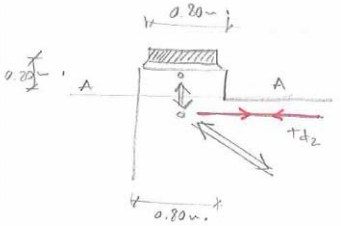
$Fyd = (1.50)\, VT56C = (1.50) \cdot 96.26 = \boxed{144.39\ kN}$

$Fxd = (1.50) \cdot Reolg + (1.50)\, T + (0.6 \cdot 1.5)\, VLCSC =$

$= (1.50) \cdot 156.46 + (1.50) \cdot 54.2 + (0.6 \cdot 1.50) \cdot 27.37 =$

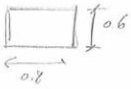
$= \boxed{340.62\ kN}$

$Td_1 = Rd \cdot \frac{0.275}{0.975} + Fyd = 862.61 + 144.39 = 407.00\ kN \rightarrow \boxed{As_1 = 10.17\ cm^2\ (7\phi 16)}$



$Td_2 = Rd + Fxd = 931.09 + 340.62 = 1271.71\ kN.$

$\boxed{As_2 = 29.25\ cm^2}$

En la sección A-A → $Md = Fxd \cdot 0.20m = 68.12\ kNm$ actuando en: 

$As = \frac{Md}{0.9d} \cdot \frac{1}{fyd} = 2.32\ cm^2$

Y para un rasante $Rd = Fxd = 340.62\ kN$ se necesita un armado $Asf = 4.6\ cm^2$

$As_{total} = As + \frac{Asf}{2} = \boxed{4.62\ cm^2} \rightarrow 6\phi 10$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.10.5.- ESTRIBO 2

2.10.5.1.- Modelos de cálculo

Para el dimensionamiento del Estribo 2 se han elaborado 3 modelos de cálculo. El modelo general del estribo, un modelo de la bóveda que se forma por la intersección de la O.D.T. existente y el propio estribo y por último el modelo de un pilote aislado en el que se incluye la coacción del terreno.

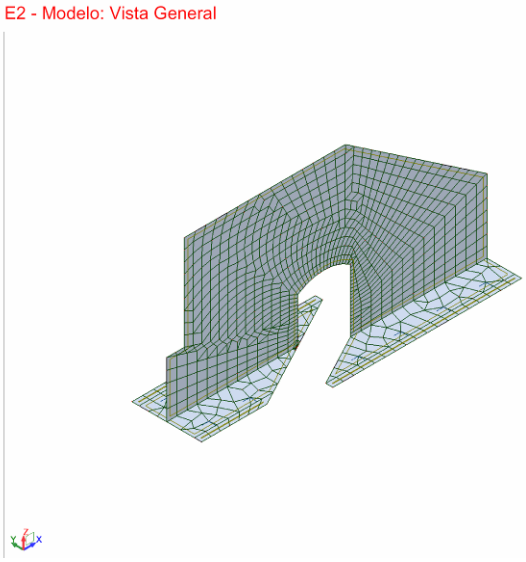


Figura 11.- Modelo general del Estribo

El modelo general consta de dos paneles que representan el alzado y el encepado de la estructura. Los pilotes se representan mediante apoyos elásticos cuya rigidez horizontal se obtiene del modelo de pilote aislado. La rigidez vertical se calcula según el artículo 5.13.1.1 de la Guía de Cimentaciones. Este valor depende de la longitud del pilote que es función de la carga que recibe en cabeza, luego será necesario realizar un cálculo iterativo hasta que converja en un determinado valor. Finalmente resulta:

$$K_v = \frac{1}{\left(\frac{D}{40 \cdot Q_h} + \frac{L_c}{A \cdot E}\right)};$$

Siendo:

D = 1,00 m (diámetro del pilote)

Q_h= 307,45 t (resistencia del terreno)

L_c = 34,50 m (Longitud total del pilote)

A = 0,785 m^2 (Área del pilote)

y E, módulo de elasticidad del pilote

K_v = 103426,43 kN/m.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

De los resultados de este modelo se obtiene la máxima y mínima reacción en apoyos, que es la carga máxima y mínima en cabeza de pilotes. Con estos datos se determina la longitud de empotramiento del pilote en el estrato del terciario. Además se obtienen los esfuerzos necesarios para dimensionar el alzado del estribo. En el apéndice correspondiente se puede encontrar información más detallada sobre este modelo y los datos de entrada considerados.

El segundo modelo representa la bóveda formada por la intersección del trazado de una obra de drenaje existente con el estribo 2. Debido al fuerte esviaje se ha considerado necesario realizar un modelo tridimensional para identificar los esfuerzos pésimos de membrana y dimensionar el armado necesario para resistirlos. Las únicas cargas que actuarán sobre la bóveda son las debidas al peso de hormigón que gravita sobre ella pues los codos ejercen fuerzas que se desvían para evitar su aplicación directa.

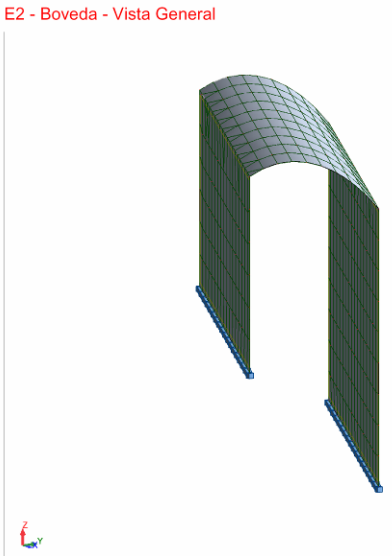


Figura 12.- Modelo bóveda

Por último se realiza un modelo de pilote aislado con una doble finalidad. Por un lado se obtiene la rigidez horizontal en cabeza observando el desplazamiento producido ante una carga unidad. El pilote estará coaccionado horizontalmente por el terreno, de modo que se apoya elásticamente considerando los coeficientes de balasto horizontales calculados según la Guía de cimentaciones. Los parámetros utilizados según el estrato son:

- Nivel 1: Terrazas granulares de compacidad media (0 – 8 metros de profundidad)
- Nivel 2: Terciario cohesivo s_u = 175 kPa (A partir de 8 metros de profundidad)

En este modelo se introducen en cabeza las acciones correspondientes a las tres hipótesis pésimas en Estado Límite Último que se obtienen del modelo general. Esto es, máximo y mínimo axil, y máximo cortante, con sus respectivos esfuerzos concomitantes. Posteriormente se realizan las comprobaciones exigidas por la EHE08.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

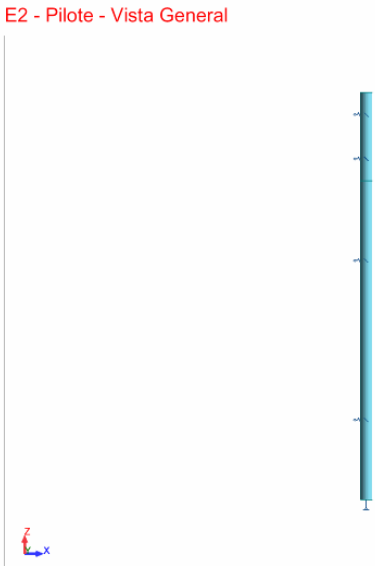


Figura 13.- Modelo pilote aislado

Los cálculos realizados en el Estribo anterior en cuanto a dimensionamiento del armado bajo apoyos y armadura a disponer a lo largo de la tubería y en el codo son válidos para este estribo también.

2.10.5.2.- Comprobación hundimiento en pilotes

Cálculo de la longitud de empotramiento de pilotes

ϕ_{PILOTE} =	**1.00**	m	*Diámetro del pilote*
A_f =	3.14	m^2	*Área del fuste*
A_p =	0.79	m^2	*Área de la punta*

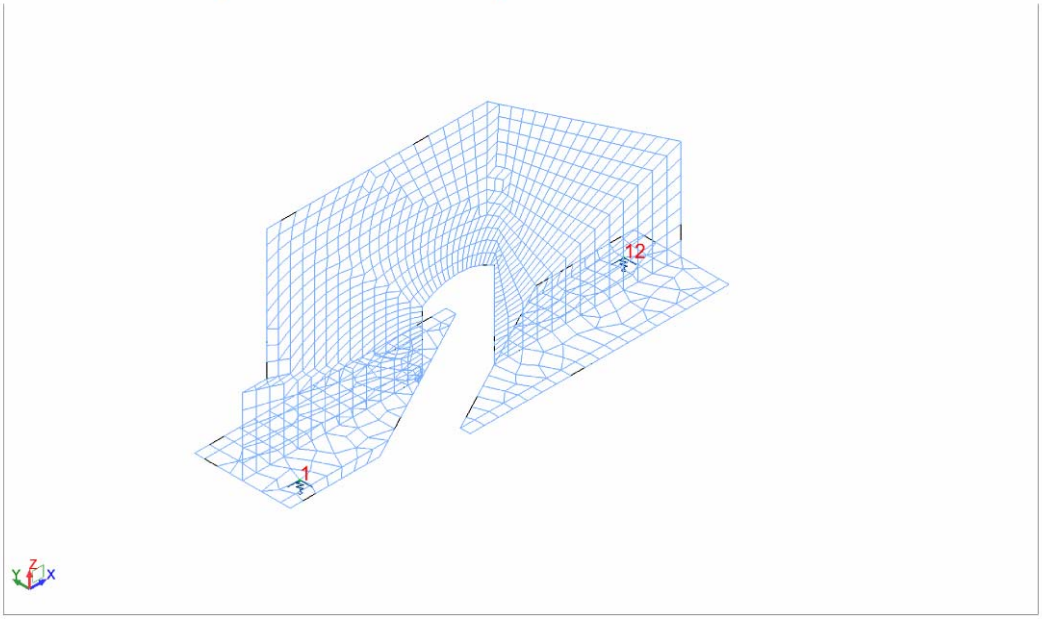
Características geotécnicas del terreno

	Espesor (m)	τ_f (t/m^2)	σ_p (t/m^2)
1er nivel	7.5	1.421	
2º nivel		7	180

F_s =	**2.50**		*Factor de seguridad geotécnica*
L_{EMP} =	**27.00**	m	*Longitud de empotramiento del terciario*
W_{PILOTE} =	67.74	t	*Peso propio del pilote*
F_{MAX} =	**234.21**	t	*Reacción E.L.S. Característica máxima (ROBOT)*
R =	307.45	t	*Resistencia del terreno*
F_{hun} =	**1.02**		*Factor de seguridad frente a hundimiento*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Axil máximo y mínimo en cabeza de pilotes



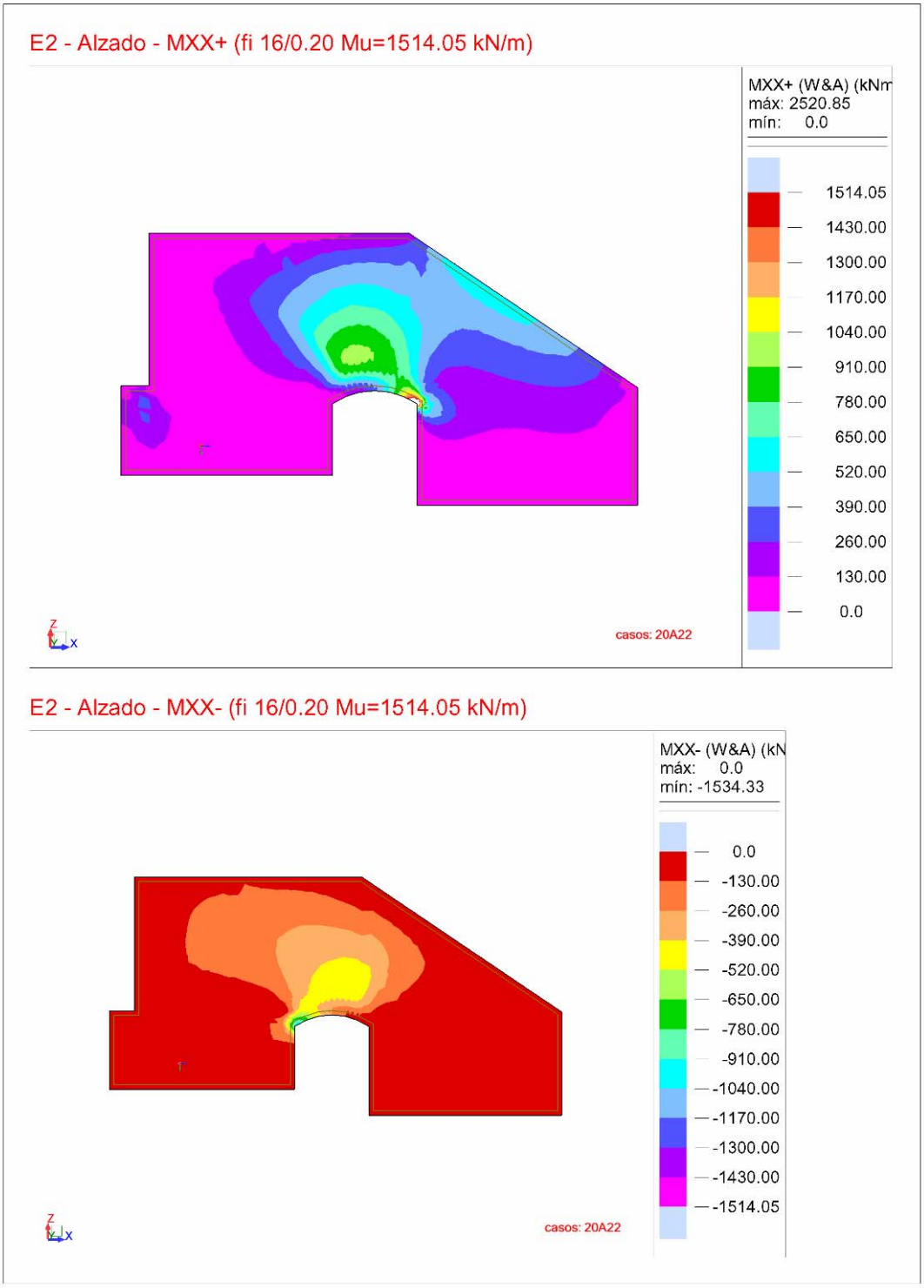
Reacciones máxima y mínima en pilotes

sistema de coordenadas global - Casos: 24 25

Nudo/Caso		FZ (kN)	Definición
1/	ELS/27	2303.85>>	1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.60 + 13*1.00 + 11*1.00
1/	ELS/23	1894.12<<	1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 5*1.00 + 8*1.00 + 12*1.00
12/	ELS/23	1459.08>>	1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60 + 5*1.00 + 8*1.00 + 12*1.00
12/	ELS/27	1079.26<<	1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.60 + 13*1.00 + 11*1.00

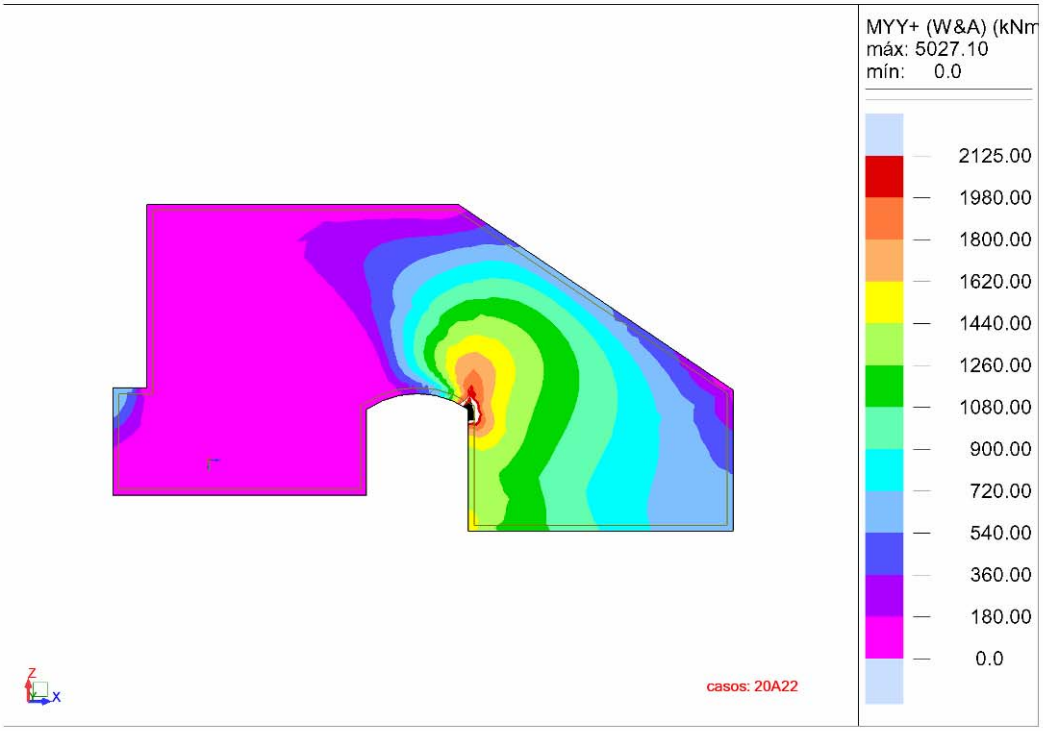
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.10.5.3.- Resultados en alzado

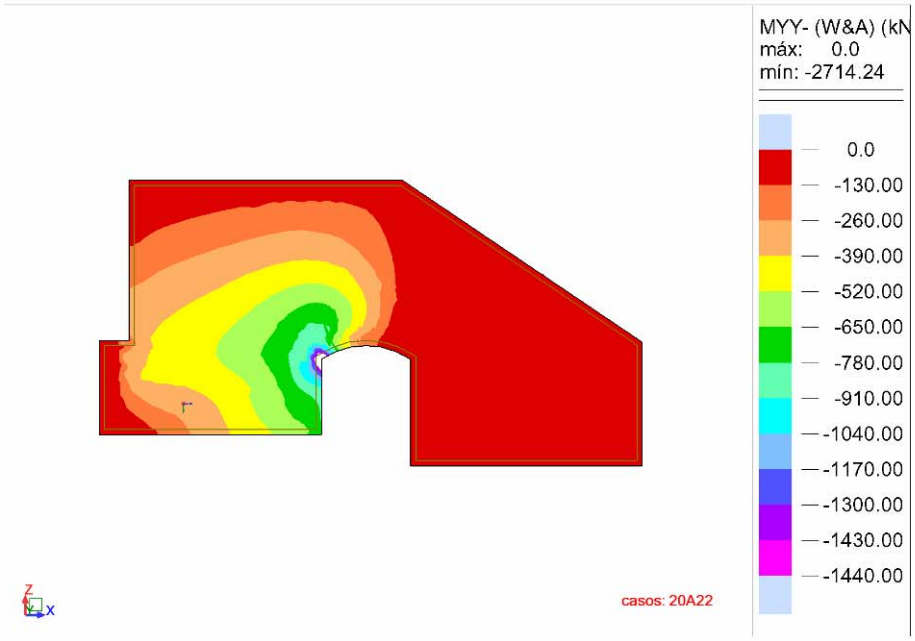


Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Alzado - MYY+ (Mmax = 2125 kNm/m)



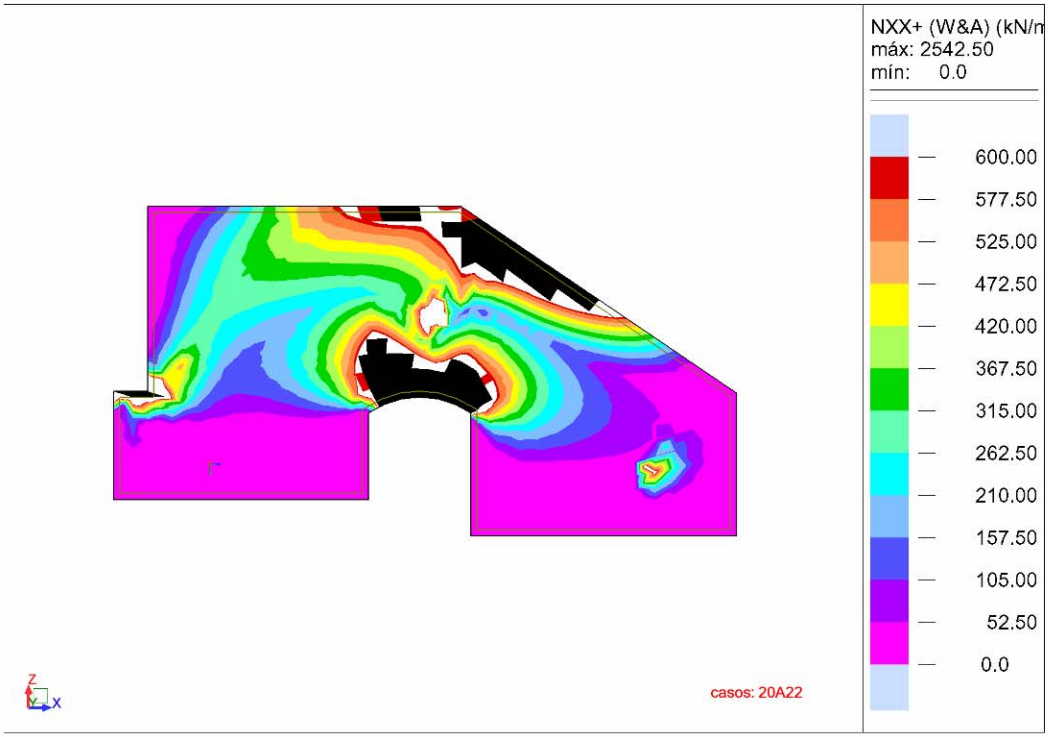
E2 - Alzado - MYY- (Mmax = 1440 kNm/m)



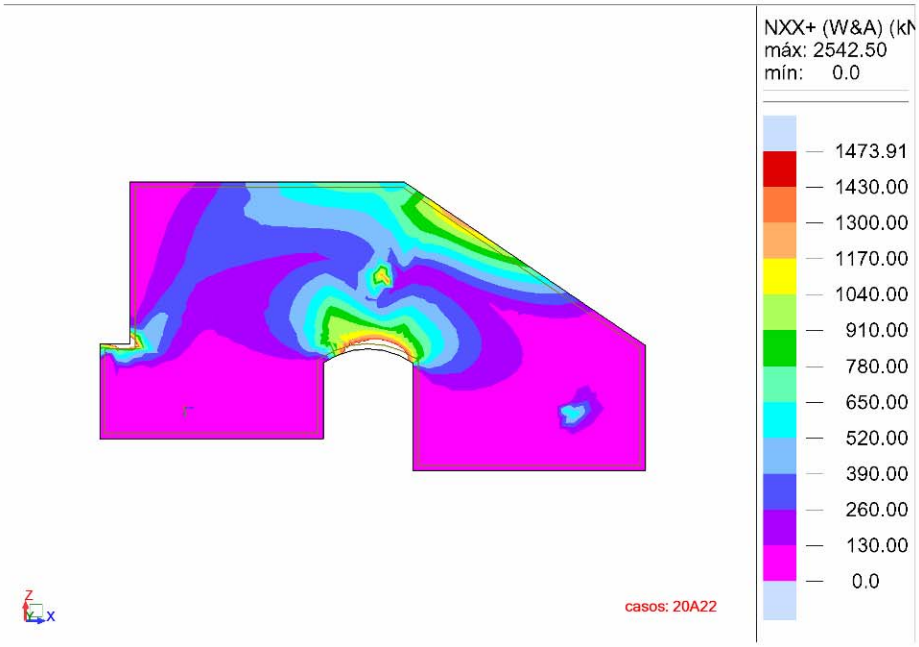
Fecha : 02/12/09 Página : **3**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Alzado - NXX resistido por fi 16 / 0.20



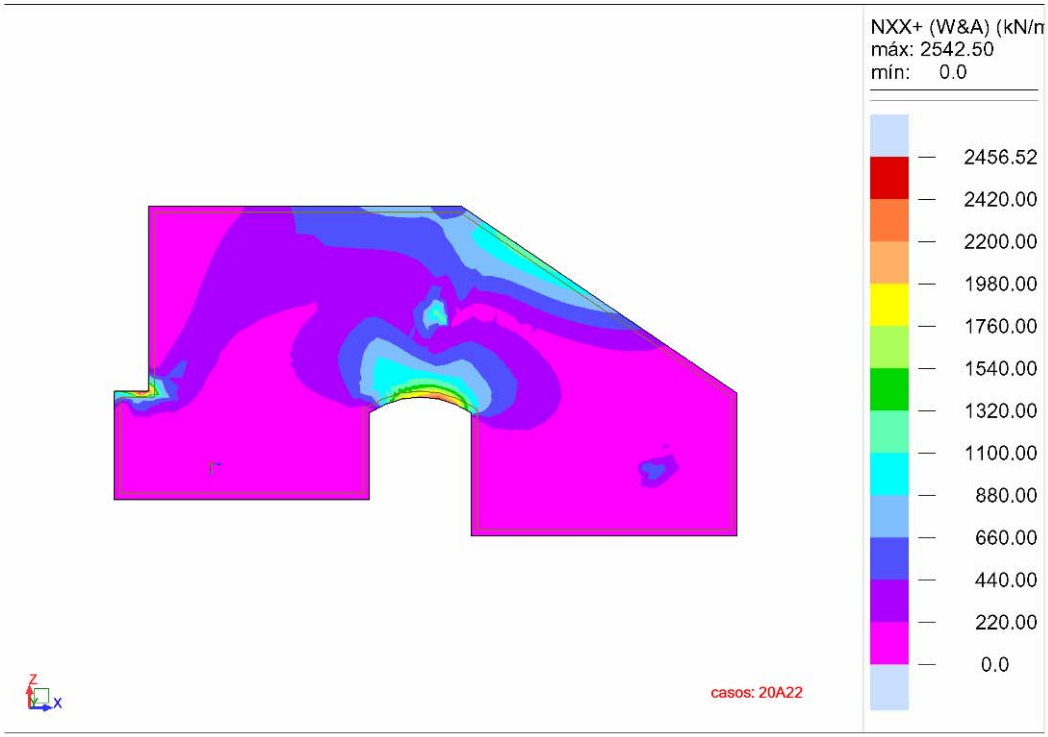
E2 - Alzado - NXX (fi 16/ 0.10)



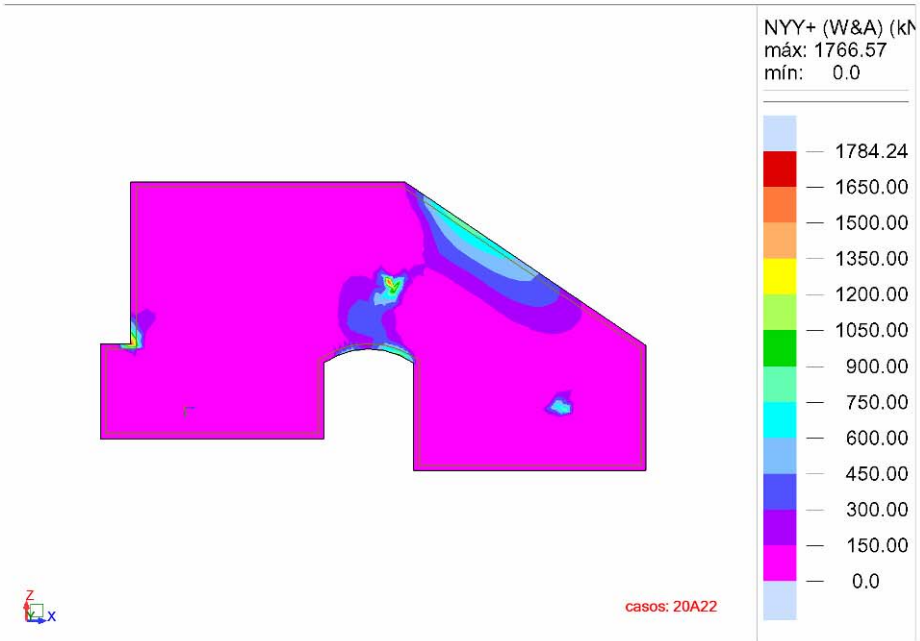
Fecha : 02/12/09 Página : **4**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Alzado - NXX (fi 20 / 0.10)



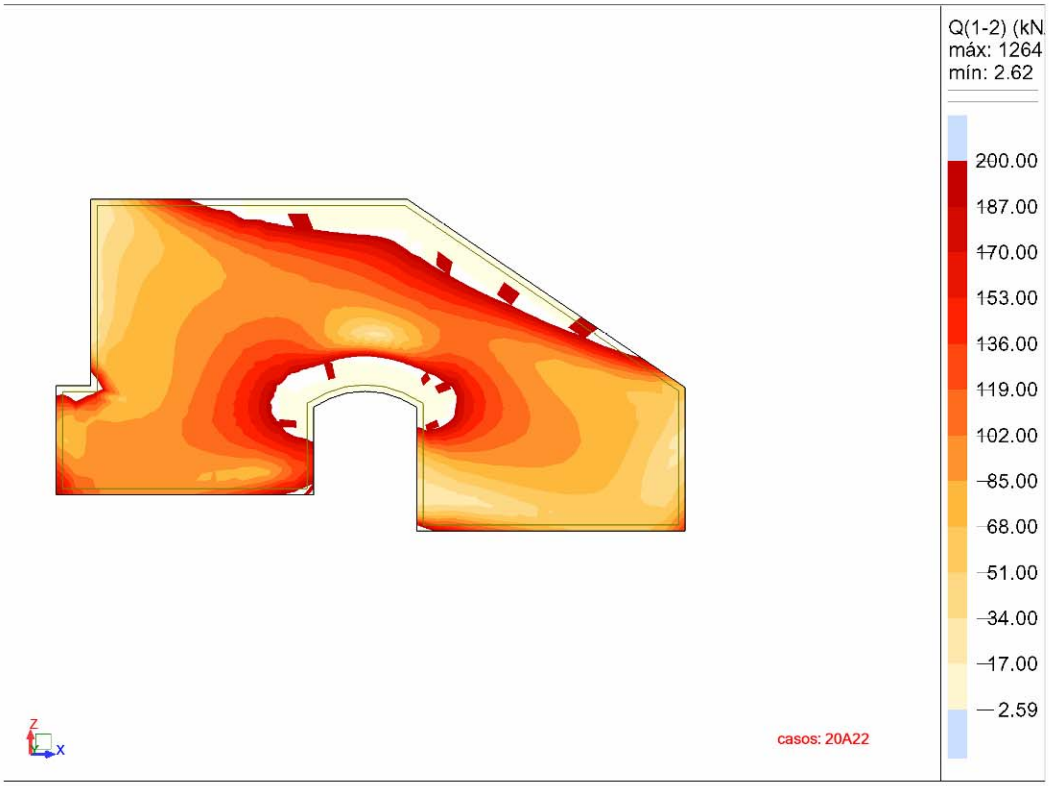
E2 - Alzado - NYY max



Fecha : 02/12/09 Página : **5**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

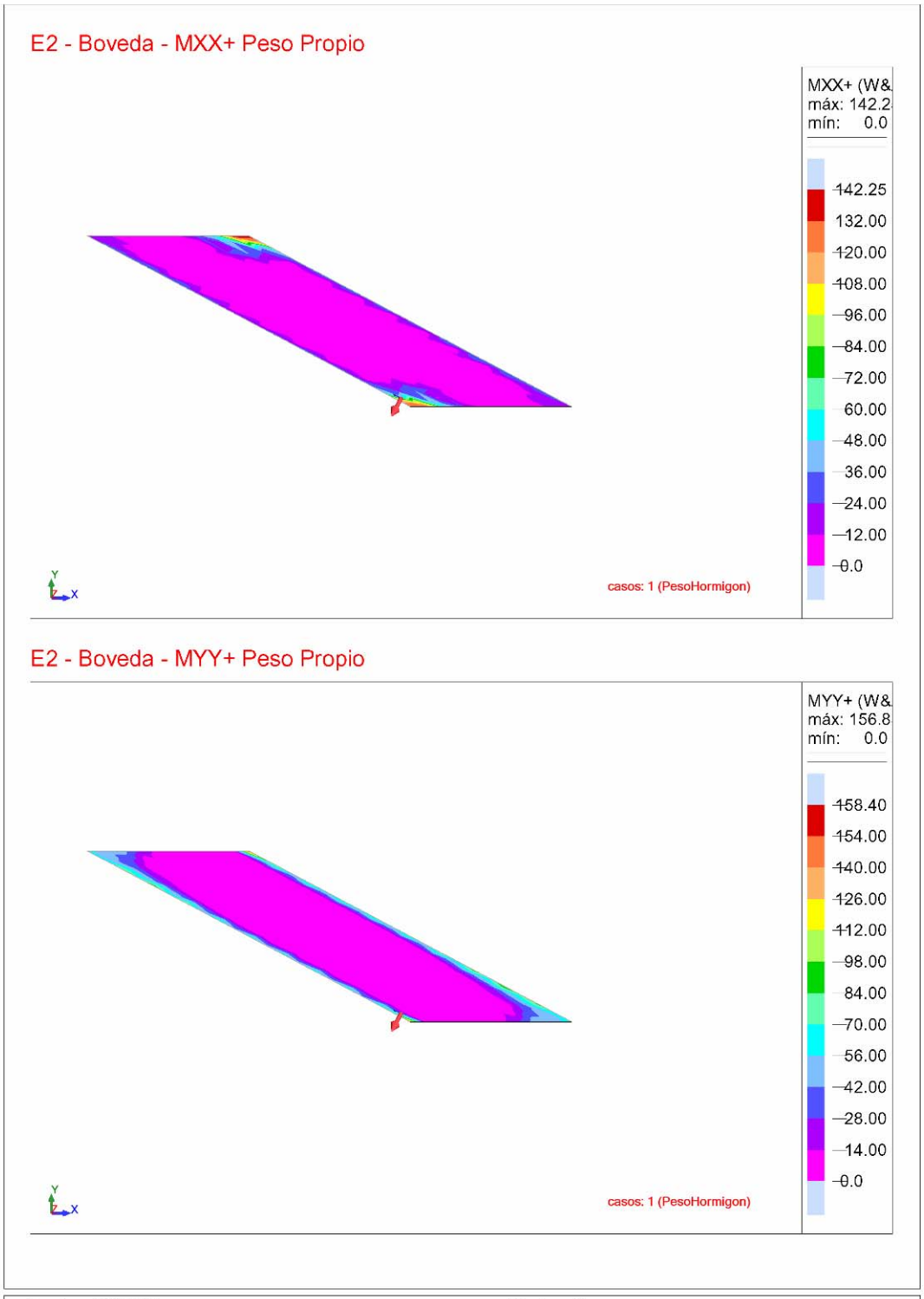
E2 - Alzado - Cortante resistido en tubería



Fecha : 02/12/09 Página : **6**

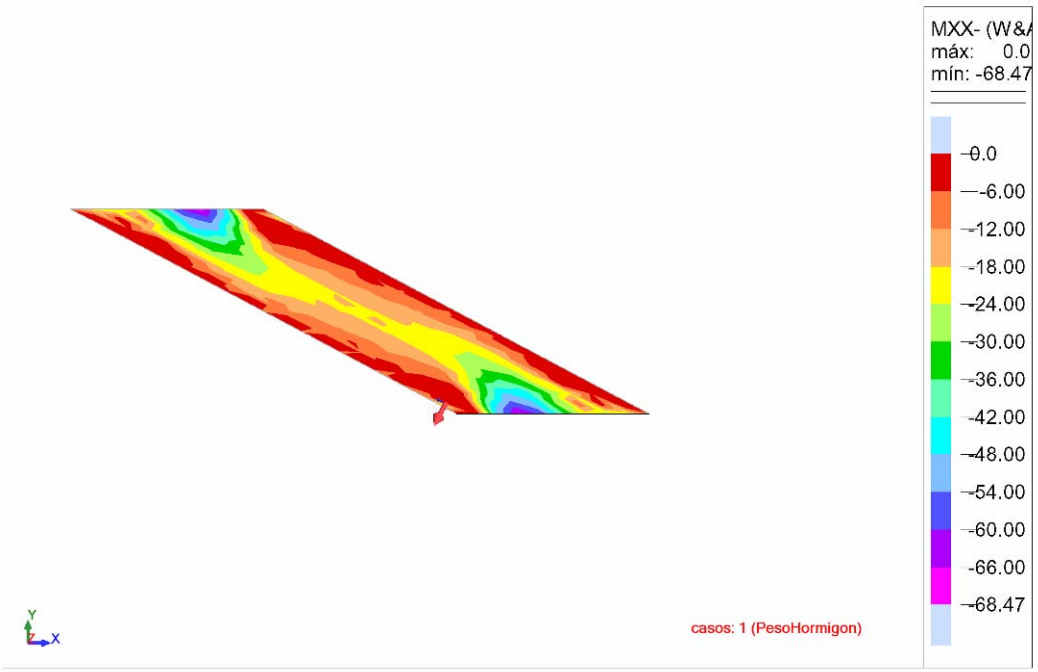
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.10.5.4.- Resultados en bóveda

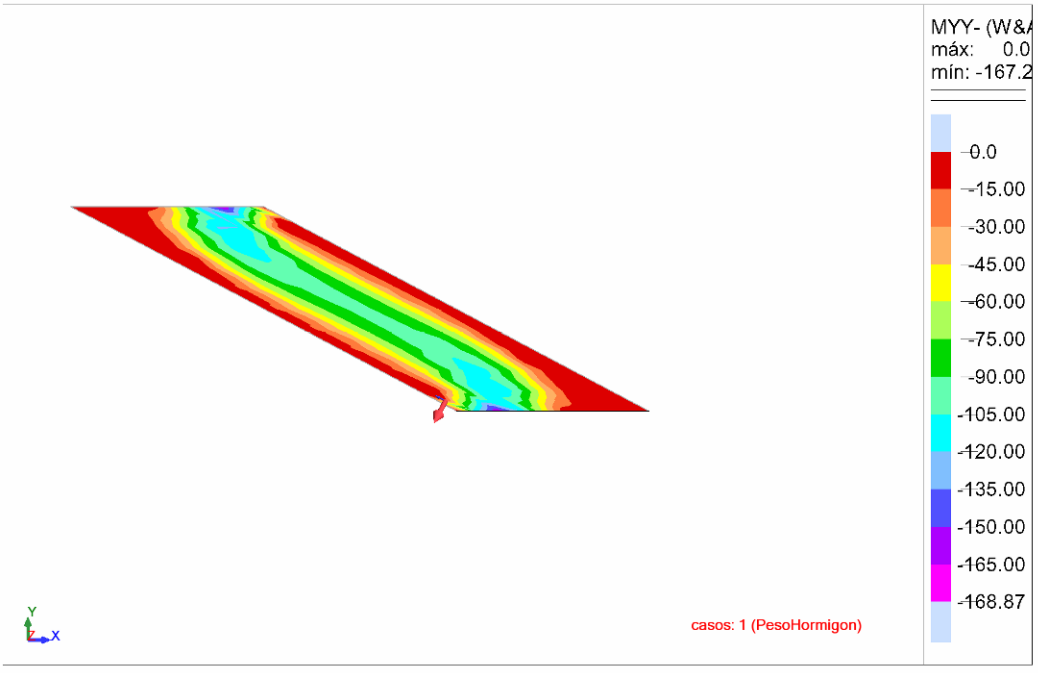


Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Boveda - MXX- Peso Propio



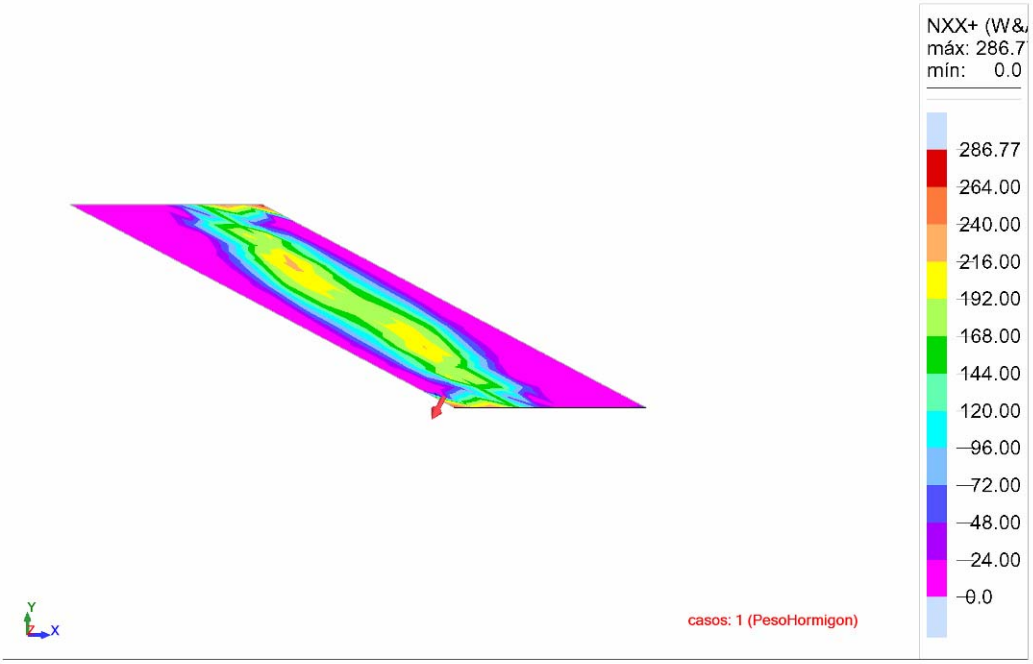
E2 - Boveda - MYY- Peso Propio



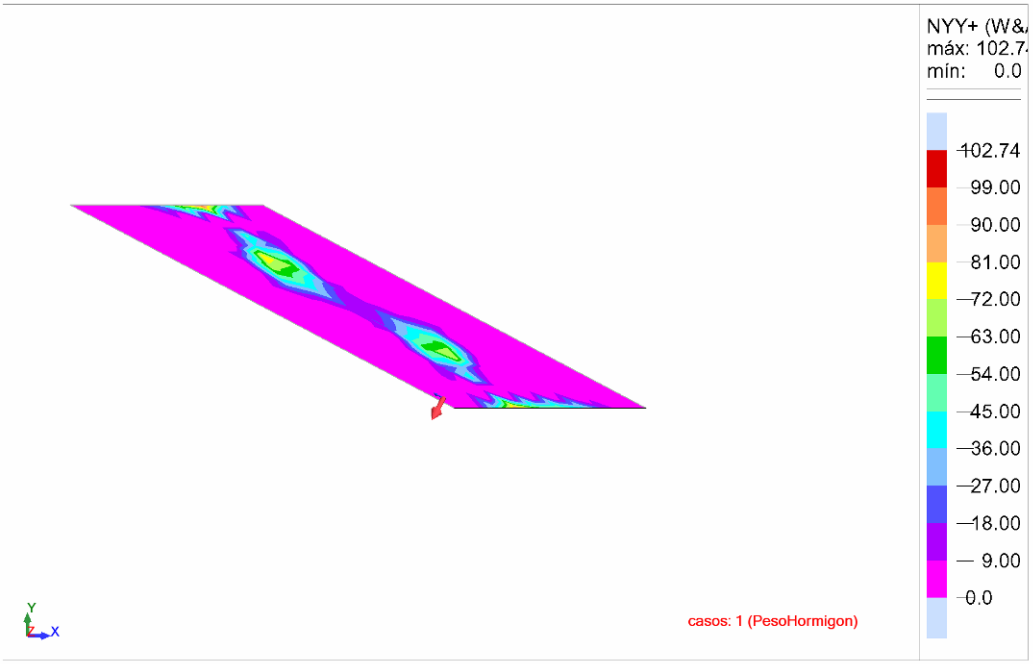
Fecha : 02/12/09 Página : **3**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Boveda - NXX traccion Peso Propio



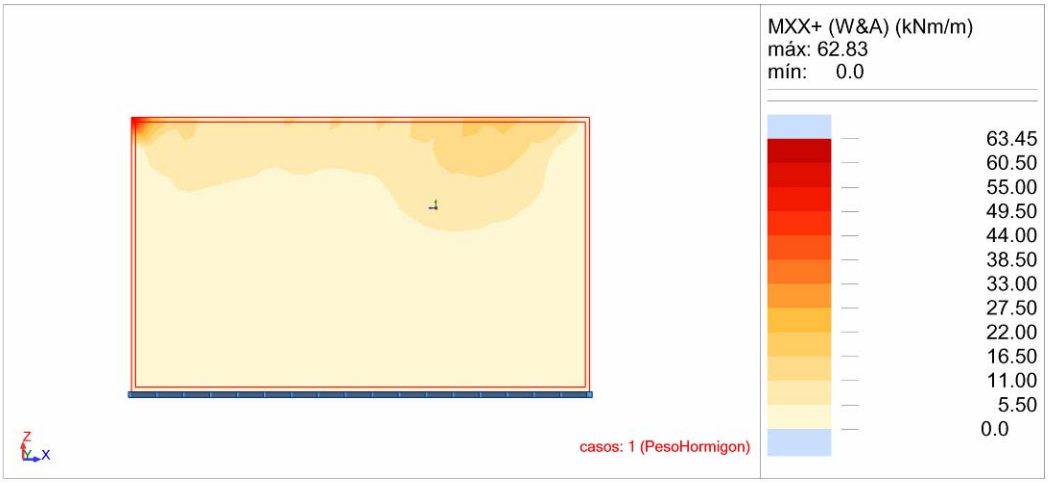
E2 - Boveda - NYY traccion Peso Propio



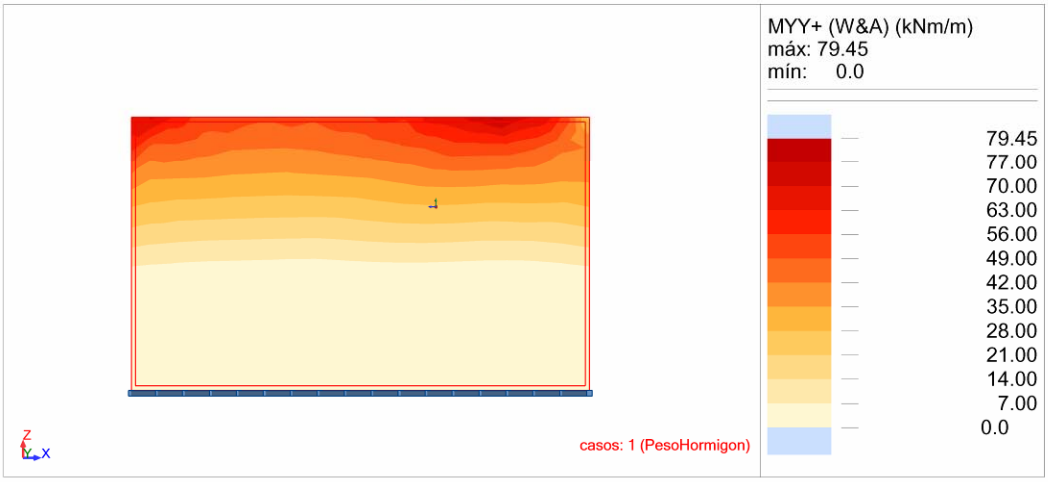
Fecha : 02/12/09 Página : **4**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Panel Lateral 5 - MXX+ Peso propio



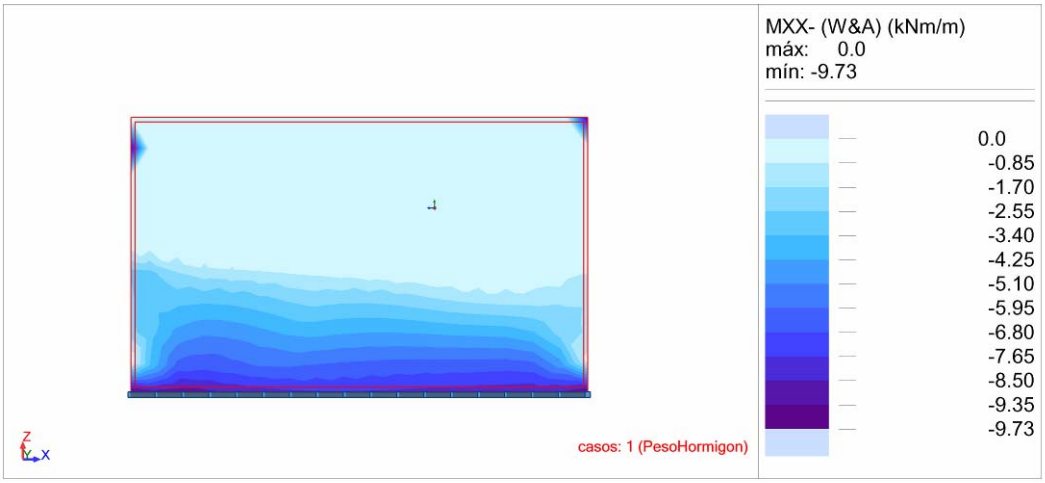
E2 - Panel Lateral 5 - MYY+ Peso propio



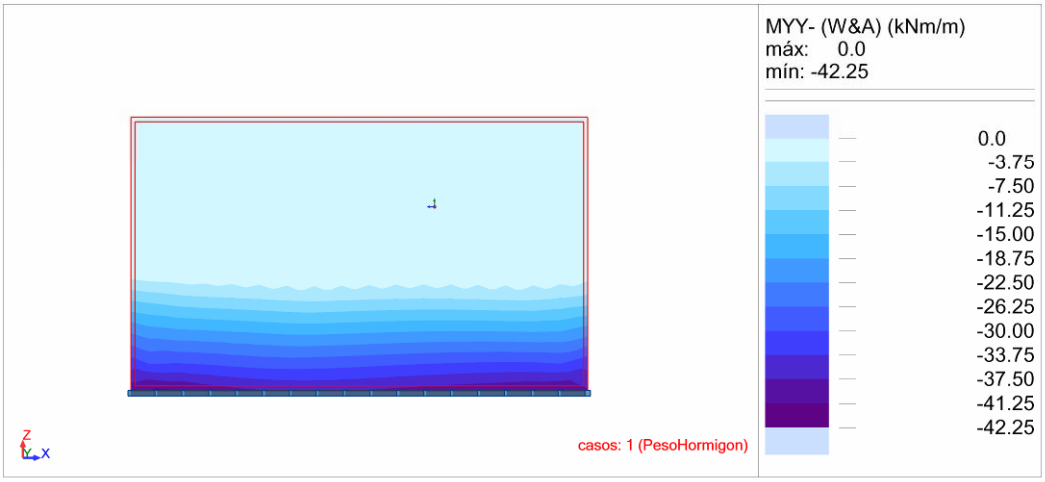
Fecha : 02/12/09 Página : **5**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Panel Lateral 5 - MXX- Peso propio

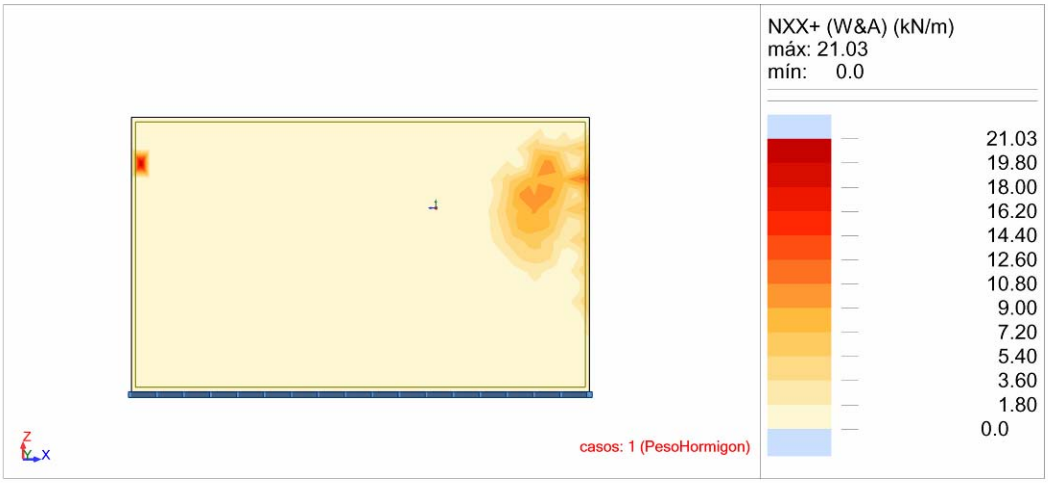


E2 - Panel Lateral 5 - MYY- Peso propio

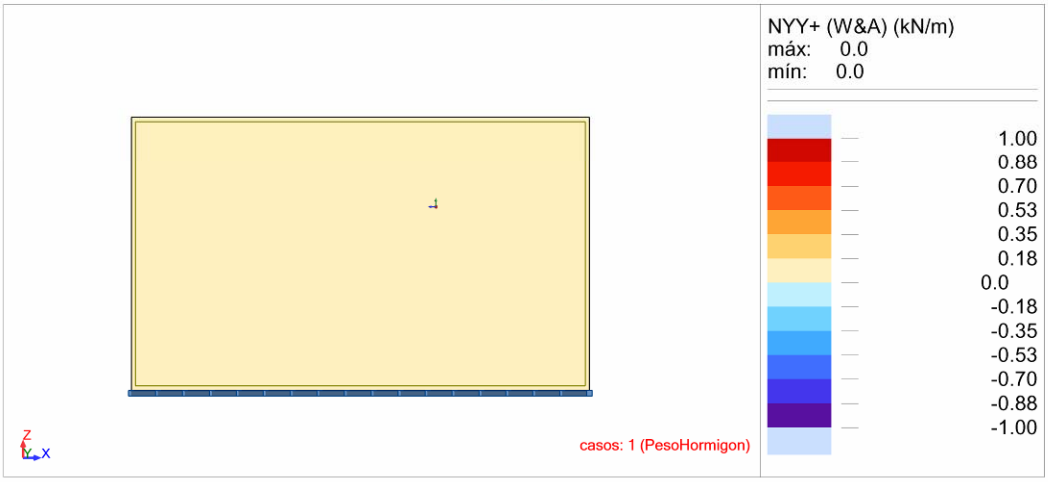


Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Panel Lateral 5 - NXX traccion Peso propio



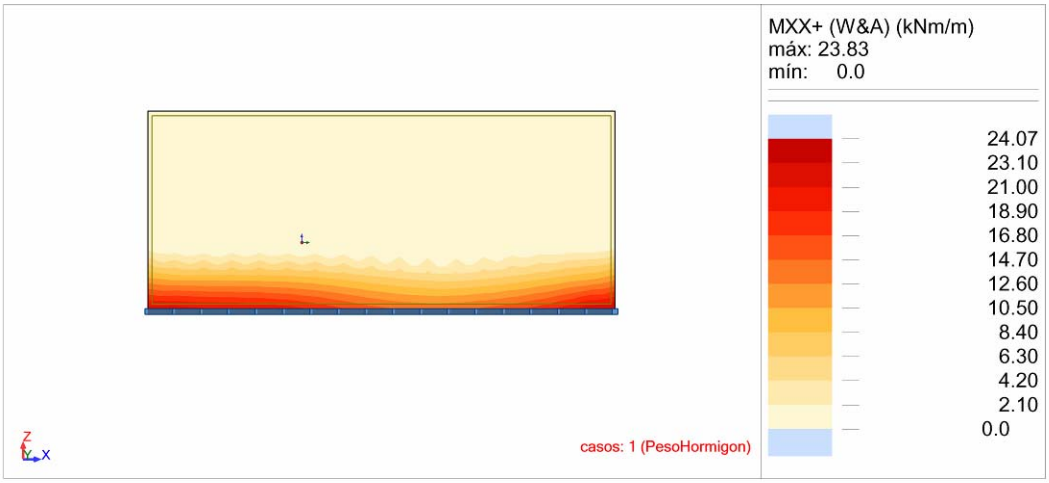
E2 - Panel Lateral 5 - NYY traccion Peso propio



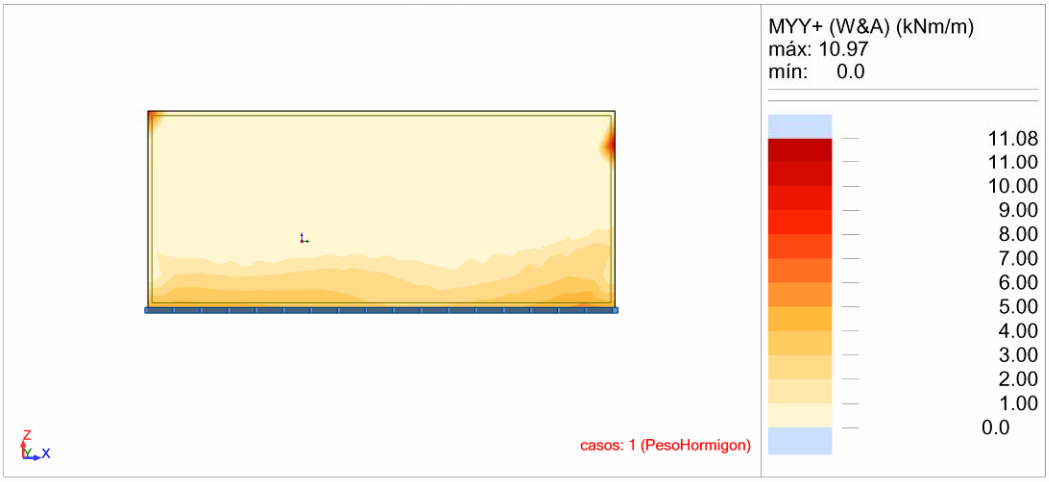
Fecha : 02/12/09 Página : **7**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Panel Lateral 1 - MXX+ Peso propio

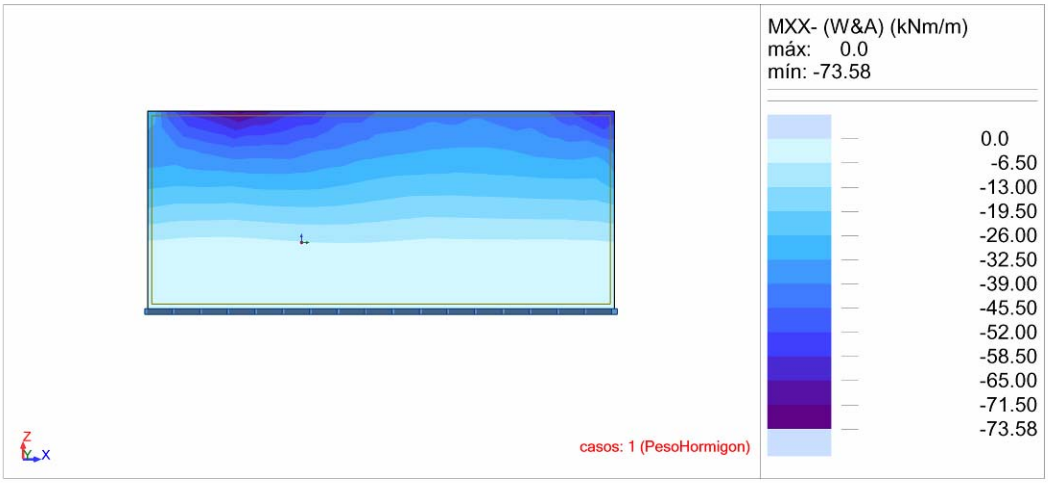


E2 - Panel Lateral 1 - MYY+ Peso propio

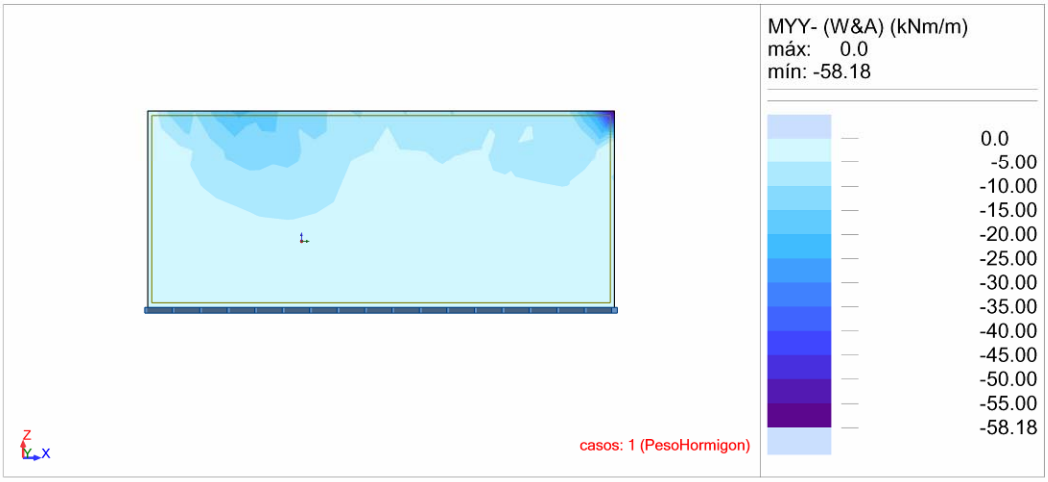


Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Panel Lateral 1 - MXX- Peso propio

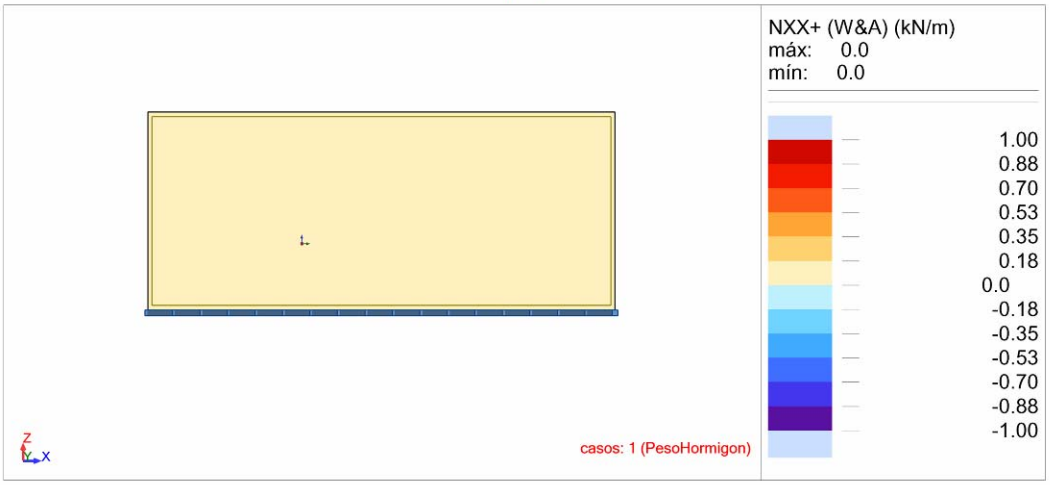


E2 - Panel Lateral 1 - MYY- Peso propio

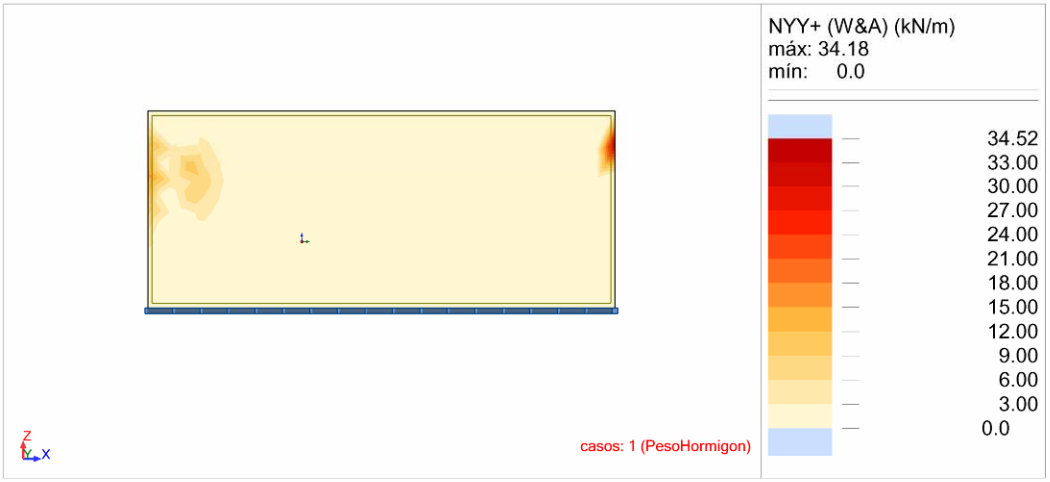


Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Panel Lateral 1 - NXX traccion Peso propio



E2 - Panel Lateral 1 - NYY traccion Peso propio



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.10.5.5.- Comprobaciones en pilotes

E2 - Pilote - Vista General

E2 - Pilote - Nudos

Nudo	X (m)	Y (m)	Z (m)	Apoyo - código	Apoyo
1	0.0	0.0	0.0		
2	0.0	0.0	-7.50		
3	0.0	0.0	-34.50	llfllf	Apoyo_1

E2 - Pilote- Barras

Barra	Nudos	Nudo 2	Longitud (m)	Sección	Material	Suelo elástico	Ky (kN/m2)	Kz (kN/m2)	Hx (kNm/Degm
1	1	2	7.50	S C_100	HA - 30	K12000	12000.00	12000.00	0.0
2	2	3	27.00	S C_100	HA - 30	K13125	13125.00	13125.00	0.0

Barra	Arrancamiento
1	
2	

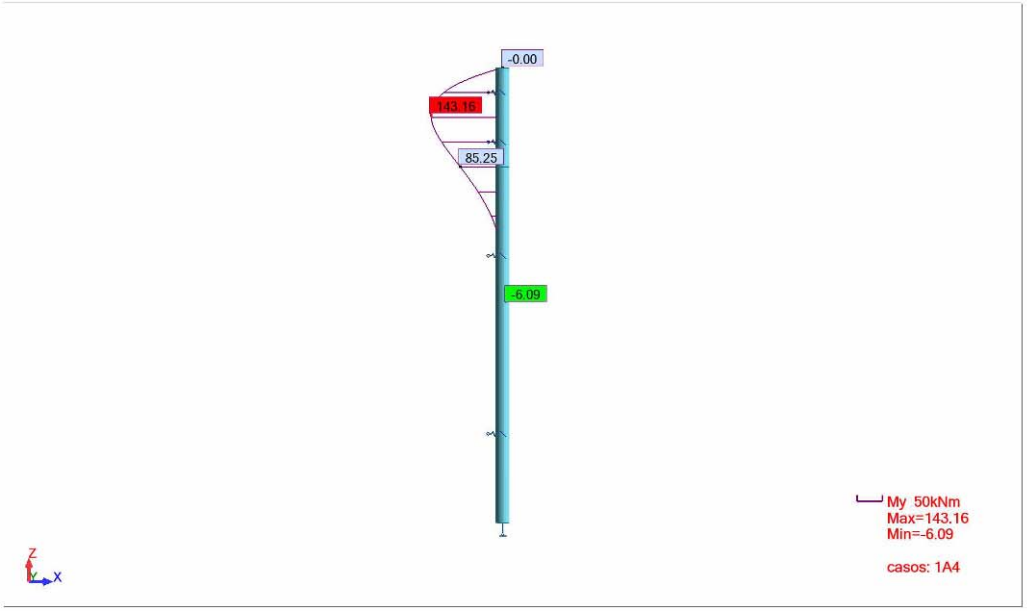
Fecha : 02/12/09 Página : **2**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

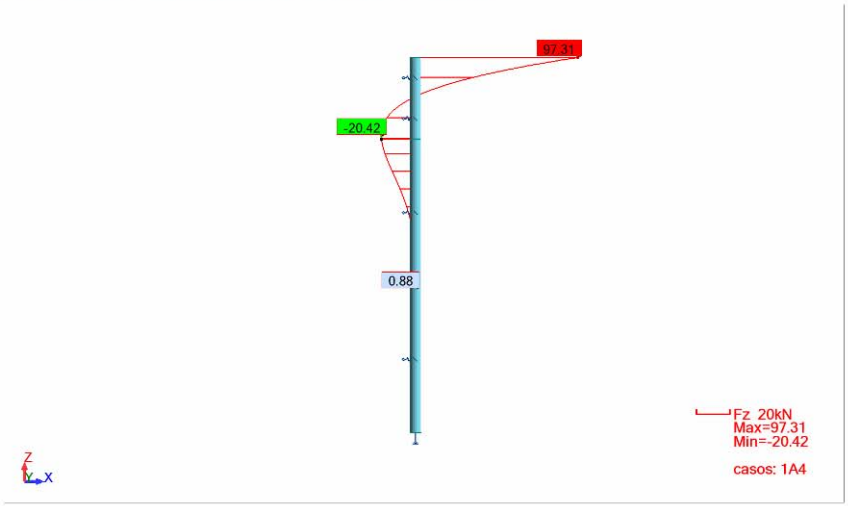
E2 - Pilote - Cargas

	Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	1	fuerza nodal	1	FX=1.00(kN)
	2	fuerza nodal	1	FX=97.31(kN) FZ=-2602.99(kN)
	3	fuerza nodal	1	FX=95.81(kN) FZ=-3154.60(kN)
	4	fuerza nodal	1	FX=32.70(kN) FZ=-964.21(kN)

E2 - Pilote - Resultados: Flector Pésimo



E2 - Pilote - Resultados: Cortante Pésimo



Fecha : 02/12/09 Página : **3**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.0

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Barajas
Fecha: 28/11/2009
Hora: 19:39:35

Cálculo de secciones a flexión compuesta recta

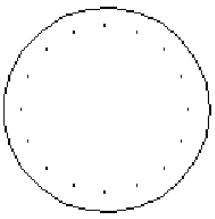
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30,00
fyk [MPa] = 500,00
γc = 1,50
γs = 1,15

- Sección

Sección : FI1,00
ϕ [m] = 1,00
r [m] = 0,095
nº barras = 16



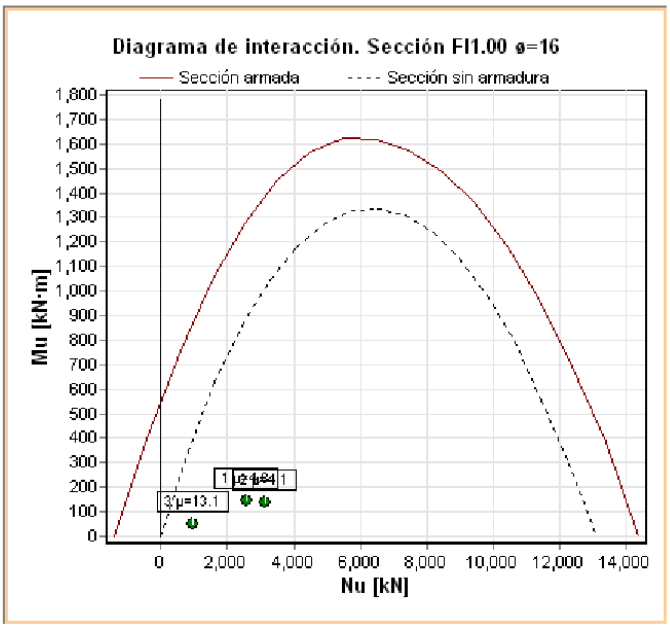
2 Diagrama

ϕ [mm] = 16

Resultados numéricos del diagrama de interacción

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

x [cm]	1/r [1/m] ·1.E-3	Nu [kN]	Mu [kN·m]
-9999.000	0.0	1398.7	0.0
0.138	13.1	414.3	398.9
0.206	14.3	-570.1	755.8
0.268	13.0	-1554.5	1049.6
0.337	10.4	-2538.9	1279.7
0.404	8.7	-3523.4	1453.8
0.467	7.5	-4507.8	1566.1
0.529	6.6	-5492.2	1625.0
0.588	6.0	-6476.6	1620.0
0.649	5.4	-7461.0	1572.1
0.713	4.9	-8445.4	1486.4
0.779	4.5	-9429.8	1358.8
0.850	4.1	-10414.2	1186.2
0.927	3.8	-11398.6	965.3
1.027	3.3	-12383.1	690.6
1.268	2.4	-13367.5	381.1
9999.000	0.8	-14351.9	0.0



Coeficientes de seguridad de los pares de esfuerzos de cálculo

Punto	Nd [kN]	Md [kN·m]	γ
1	2602.99	143.16	4.77
2	3154.6	140.95	4.06
3	964.21	48.11	13.07

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E.L.U. CORTANTE según EHE-08

Proyecto:	Arterias suministro agua potable al Sist. Gral. Aeropuerto Madrid / Barajas
Estructura:	Estructura sobre río Jarama
Elemento:	Pilote Estribo 2

Geometría de la sección

	b_0 =	**0.89**	m			
	h =	**0.89**	m			
	r =	**0.10**	m			
Arm. SUP	ϕ	**16**		a	**0.15** m	13.40 cm^2
Arm. INF	ϕ	**16**		a	**0.15** m	13.40 cm^2

Materiales

Hormigón:	f_{ck} =	**30**	N/mm^2
Armadura pasiva:	f_{yk} =	**500**	N/mm^2

Obtención de Vu1 (según art.44.2.3.1 EHE-08)

f_{1cd} =	12.00	N/mm^2	
K =	**1.00**		*Se adoptará K = 1,00 como situación más desfavorable (no axil)*
cotg θ =	**1**		
cotg α =	**0**		

V_{u1} =	4204.96	kN

Obtención de Vu2 para piezas sin armadura de cortante (según art.44.2.3.2 EHE-08)

b) Piezas sin armadura de cortante en regiones fisuradas a flexión ($M_d > M_{fis,d}$)

ξ =	1.50		
ρ_L =	0.002		
f_{cv} =	30	N/mm^2	*Con control directo de la resistencia del hormigón*

V_{u2} =	217.87	kN

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.- CÁLCULO DE TUBERÍA EN PASO SOBRE EL RÍO JARAMA

El paso de la tubería sobre el río Jarama requiere una serie de comprobaciones adicionales a las realizadas en apartados anteriores.

La tubería comienza con una serie de codos en alzado que han de compensarse con el peso propio del hormigón de los estribos. Para movilizar el peso será necesario disponer de la suficiente armadura de cuelgue que lleve la carga hasta el punto en que el peso es suficiente para resistir la fuerza del empuje.

Una vez superados los estribos la tubería discurre sobre una estructura portante formada por dos vigas doble T unidas mediante una losa in situ de 0,20 m de canto. La tubería apoya en dados de hormigón que se han distribuido cada 4,40 m, aunque al llegar a las pilas es necesario mantener un vano de 6,60 m por cuestiones de reología de la estructura portante. En efecto la reología hace que la deformación de la viga a lo largo del tiempo se amplifique creando en la tubería asientos diferenciales entre cada dado de hormigón. De este modo aparecerán a tiempo infinito unos esfuerzos adicionales en la tubería que se pueden absorber asumiendo un vano ligeramente superior en la zona de mayor asiento diferencial, que será siempre la más próxima a los apoyos.

3.1.- EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD RESISTENTE DE LA TUBERÍA

Para la evaluación de la capacidad resistente se ha seguido el manual AWWA M-11

Se ha realizado un modelo en STATIK para evaluar las acciones longitudinales de la tubería incluyendo las cargas que se indican:

- Peso propio de la tubería
- Peso del Agua
- Viento transversal
- Asientos diferenciales entre apoyos a tiempo infinito.

Una vez obtenidos los esfuerzos se determinan los valores de esfuerzos en ELU en cada sección. Con estos esfuerzos se obtienen las tensiones a lo largo de la tubería. Se añade además la tensión debida a la presión interna de la tubería que ha sido de 2,5 MPa.

$$\sigma_\rho = P_0 \cdot \frac{R}{t}$$

Donde:

P_0: Presión interna máxima (incluido el golpe de ariete)

R: Radio de la tubería

t: Espesor de la tubería

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Según el manual AWWA M-11 se han de evaluar también las fuerzas producidas por la fricción en los soportes y juntas de dilatación.

Con todos estos valores se obtiene la tensión de comparación de Von-Misses comprobándose que en ningún caso se supera el límite elástico fijado en 275 MPa.

Para esta condición la tubería de espesor 14,3 mm cumple con las especificaciones.

Otro punto a evaluar es el apoyo de la tubería en los dados de hormigón. La tensión en el apoyo puede hacer pensar en disponer anillos de rigidización debido a la carga localizada que impone el apoyo. Se ha planteado un apoyo uniforme en 120º de modo que según el AWWA M-11 puede emplearse la siguiente formulación para la evaluación de tensiones:

$$S_{cs} = k \cdot \frac{P}{t} \cdot \ln\left(\frac{R}{t}\right)$$

Donde:

S_{cs}:	Tensión local en el apoyo (psi)
k =0.02-0.0012·(A-90):	factor de ángulo de contacto de apoyo
A:	Ángulo de contacto de apoyo (Grado sexagesimal)
P:	Reacción total en apoyo (lb)
R:	Radio de la tubería (in)
t:	Espesor de la tubería (in)

A este valor es preciso sumar las tensiones longitudinales calculadas en la proximidad del apoyo (S_{ls}) componiéndose los valores y verificando:

$$S_e = \sqrt{S_{cs}{}^2 + S_{ls}^2 - S_{cs} \cdot S_{ls}} \leq f_y$$

Evaluando esta tensión de comparación se obtiene que en la zona de los apoyos la tubería no cumple con un espesor de 14,3 mm. Reducir la distancia entre apoyos no soluciona el problema pues se amplifican mucho los esfuerzos que la fluencia de la viga induce en la tubería a lo largo del tiempo. Disponer anillos rigidizadores complica la ejecución y encarece la obra. Se opta por incrementar el espesor de la tubería en la estructura fijándose en 18 mm en acero S275 el espesor necesario para cumplir todos los condicionantes expuestos.

La estructura no está coaccionada, presentando juntas en los mismos puntos que la estructura portante (E1, P4 y E2) por lo que no será necesario considerar las fuerzas de Poisson indicadas en el AWWA M-11.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

4.- CÁLCULO DE MACIZO DE PROTECCIÓN DE TUBERÍA EN ZANJA

4.1.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

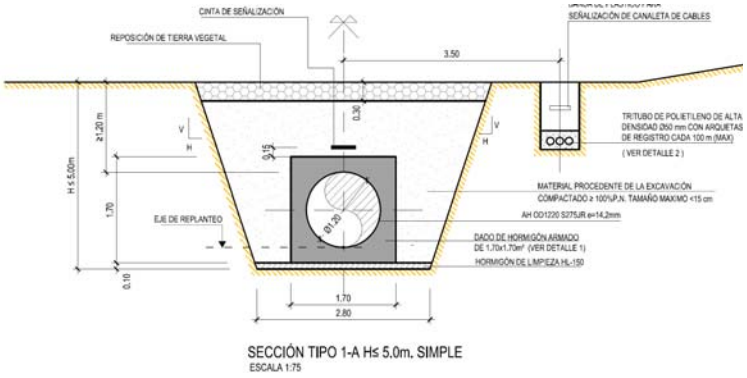
Se incluye en el presente apartado los cálculos justificativos de la tubería de Φ1200mm y el dado de hormigón armado de 1,70x1,70 m de protección de la tubería.

Se presenta a continuación un resumen de las condiciones geotécnicas del trazado en el que se dan altura máxima y mínima de relleno a lo largo de cada tramo, y las recomendaciones en cuanto a taludes según la cota del nivel freático.

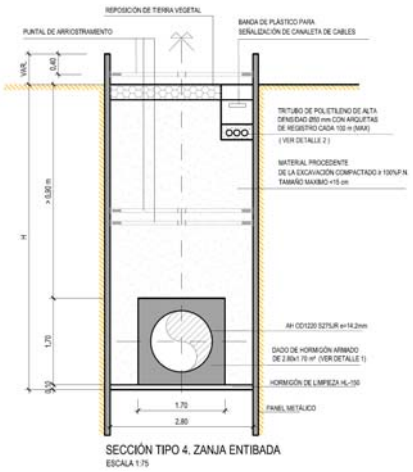
P.K.	a	P.K.	Longitud tramo (m)	hmin (m)	hmáx (m)	UNIDAD			RECOMENDACIONES TALUDES	
									SECO	Con N.F.
0+000,00	a	0+288,49	288,49	2,37	4,03	Coluvial	1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
0+288,49	a	0+334,49	46,00				Hinca nº 1			
0+334,49	a	0+373,16	38,67	2,77	3,32		1	Simple	1H:1V	
0+373,16	a	0+520,16	147,00				Hinca nº 2			
0+520,16	a	0+680,00	159,84	2,45	3,87		1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
0+680,00	a	0+893,70	213,70	2,40	4,72	Aluvial	4	Cauce	1H:3V	Entibación+bombas
0+893,70	a	1+218,82	325,12				Acueducto			
1+218,82	a	1+360,00	141,18	2,50	4,96	Terrazas	1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
1+360,00	a	1+372,00	12,00	3,41	3,64		6	Camino	1H:1V	Entibación+bombas
1+372,00	a	1+675,80	303,80	2,38	6,60		1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
1+675,80	a	1+695,80	20,00				Hinca nº 3			
1+695,80	a	1+850,00	154,20	2,44	6,70		1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
1+850,00	a	1+980,00	130,00	2,43	3,97	Terciario	2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas
1+980,00	a	2+640,00	660,00	2,42	4,90	Terrazas	1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
2+640,00	a	3+180,00	540,00	2,37	2,75	Terciario	2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas
3+180,00	a	3+348,38	168,38	2,32	3,11		7	Camino	1H:3V	Entibación+bombas
3+348,38	a	3+376,44	28,06			Aluvial	Tramo autoportante			
3+376,44	a	3+540,00	163,56	2,41	4,31	Terciario	2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas
3+540,00	a	3+860,00	320,00	2,46	2,98	Relleno	8	Entibada	Vertical	Entibación+bombas
3+860,00	a	5+440,00	1.580,00	2,34	7,46	Terciario	2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas
5+440,00	a	5+465,00	25,00	2,47	5,03	Aluvial	5	Cauce	1H:1V	Entibación+bombas
5+465,00	a	6+071,91	606,91	2,31	7,54	Terciario	2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas
6+071,91	a	6+192,91	121,00				Hinca nº 4			
6+192,91	a	6+205,80	12,89	2,34	3,39		2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas

Según la tabla anterior se pueden dar las siguientes situaciones, tubería con zanja simple o entibada.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



SECCIÓN TIPO 1-A Hs 5,0m, SIMPLE
ESCALA 1:75



SECCIÓN TIPO 4, ZANJA ENTIBADA
ESCALA 1:75

[Solución en zanja] [Solución entibada]

En el cálculo de la tubería y el dado de hormigón se distinguen 2 fases de cálculo. La primera corresponde al hormigonado del dado y es común para ambas soluciones. En esta fase la tubería recibe la presión del hormigón como fluido hasta que fragua.

En la segunda fase se tienen en cuenta las solicitaciones que recibirán la tubería y el dado a lo largo de la vida útil de esta estructura. Las cargas se determinan siguiendo el artículo 6.6 de la Guía de Cimentaciones. En esta fase se considera que tubería y macizo trabajan independientemente. El tubo metálico resistirá la presión interna y el dado de hormigón las cargas de tierras y tráfico.

4.2.- FASE 1

4.2.1.- ACCIONES CONSIDERADAS

La fase 1 se corresponde con el hormigonado del dado que recubre la tubería. Por lo tanto, además del peso propio de la tubería, sólo se considera la acción del hormigón fraguando como si fuera un fluido de peso específico 25 kN/m^3.

4.2.2.- MODELO DE CÁLCULO

Se ha realizado un modelo de barras con el programa comercial Autodesk ROBOT 2009. En él se introducen las cargas correspondientes y se obtienen las solicitaciones que recibe la tubería en esta Fase 1.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

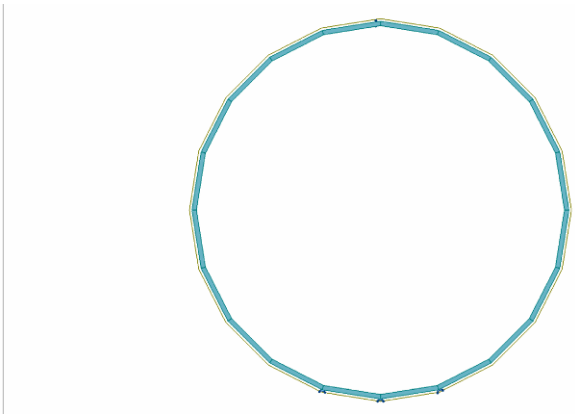
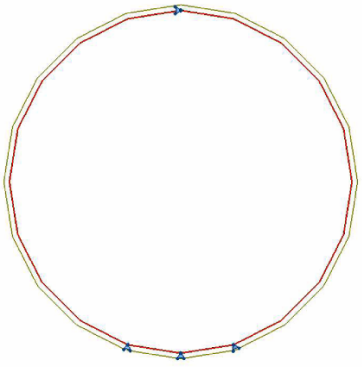


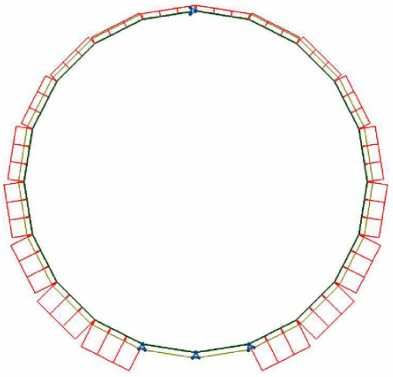
Figura 14.- Modelo tubería Fase 1

Las barras que forman la tubería son de sección metálica de 1000x14,3 mm. El apoyo en la losa de hormigón se materializa mediante tres apoyos cuya única coacción es en la dirección marcada por el radio. Además para evitar movimientos de sólido rígido se apoya horizontalmente en la clave.

Las cargas son las correspondientes a la presión que se ejercería en la tubería si se introdujera en un fluido cuyo peso específico es 25 kN/m^3. La cota de hormigonado será 0,25m por encima de la clave. Además se tiene en cuenta el peso propio de la tubería.



Cargas: Peso propio



Cargas: Empujes durante hormigonado

Fase 1 - Cargas: Tabla

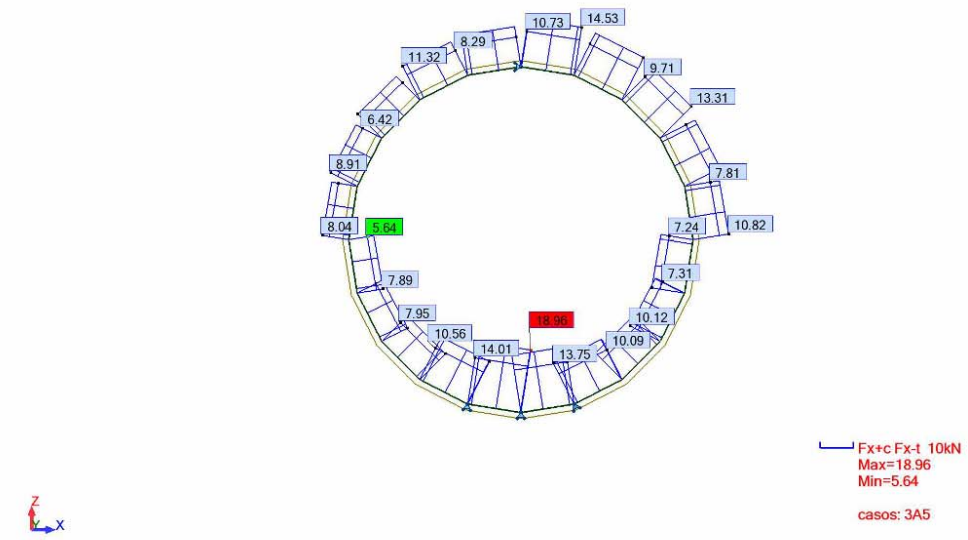
	Caso	Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	1	PesoPropio	peso propio	3A22	PZ Menos Coef=1.00
	2	Hormigonado	sobrecarga uniforme	3 22	PZ=-6.50(kN/m) local
	2	Hormigonado	sobrecarga uniforme	12 13	PZ=-8.00(kN/m) local
	2	Hormigonado	sobrecarga uniforme	4 21	PZ=-10.75(kN/m) local
	2	Hormigonado	sobrecarga uniforme	11 14	PZ=-14.50(kN/m) local
	2	Hormigonado	sobrecarga uniforme	5 20	PZ=-19.00(kN/m) local
	2	Hormigonado	sobrecarga uniforme	10 15	PZ=23.50(kN/m) local
	2	Hormigonado	sobrecarga uniforme	6 19	PZ=28.00(kN/m) local
	2	Hormigonado	sobrecarga uniforme	9 16	PZ=31.75(kN/m) local
	2	Hormigonado	sobrecarga uniforme	7 18	PZ=34.50(kN/m) local

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

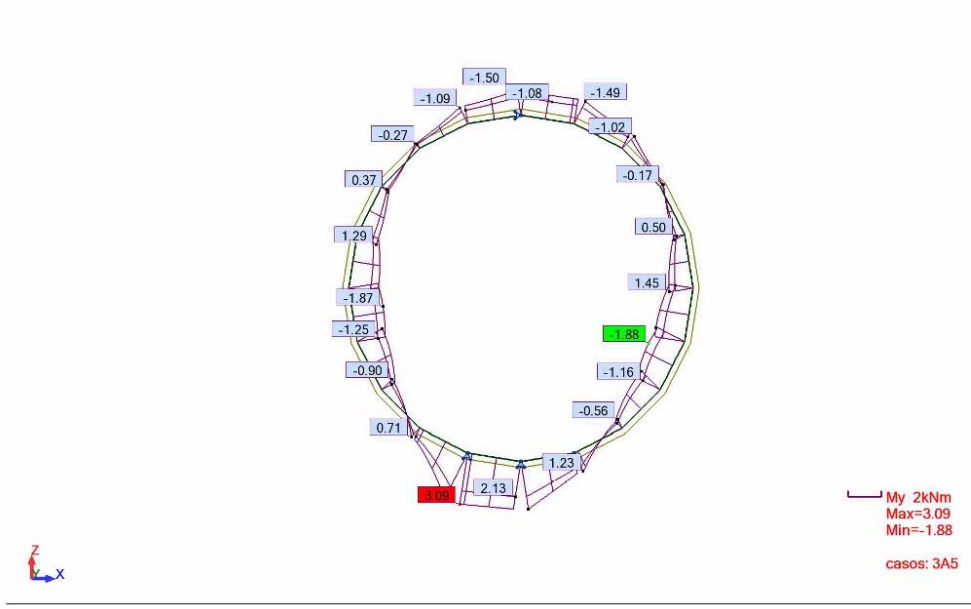
4.2.3.- RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados obtenidos:

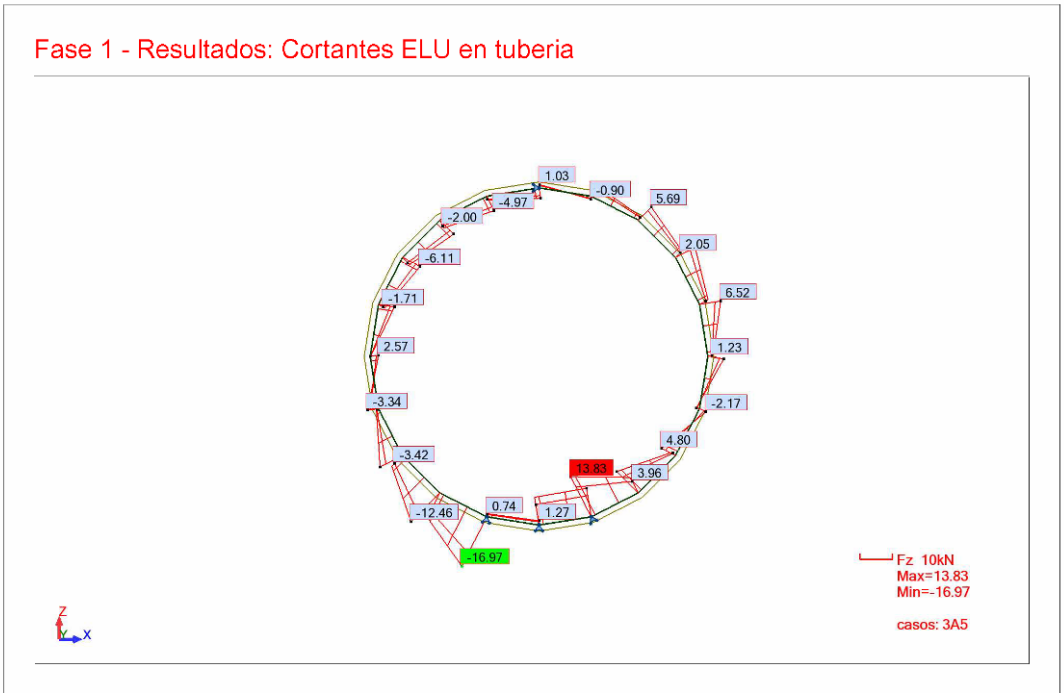
Fase 1 - Resultados: Axiles ELU en Tuberia



Fase 1 - Resultados: Flectores ELU en tuberia



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



Se presentan a continuación las tensiones obtenidas a partir de los resultados anteriores. Estas tensiones se sumarán a las que resulten de la Fase 2 de cálculo.

Tensiones (ELU) Fase 1

t = 14.3 mm *Espesor tubería*

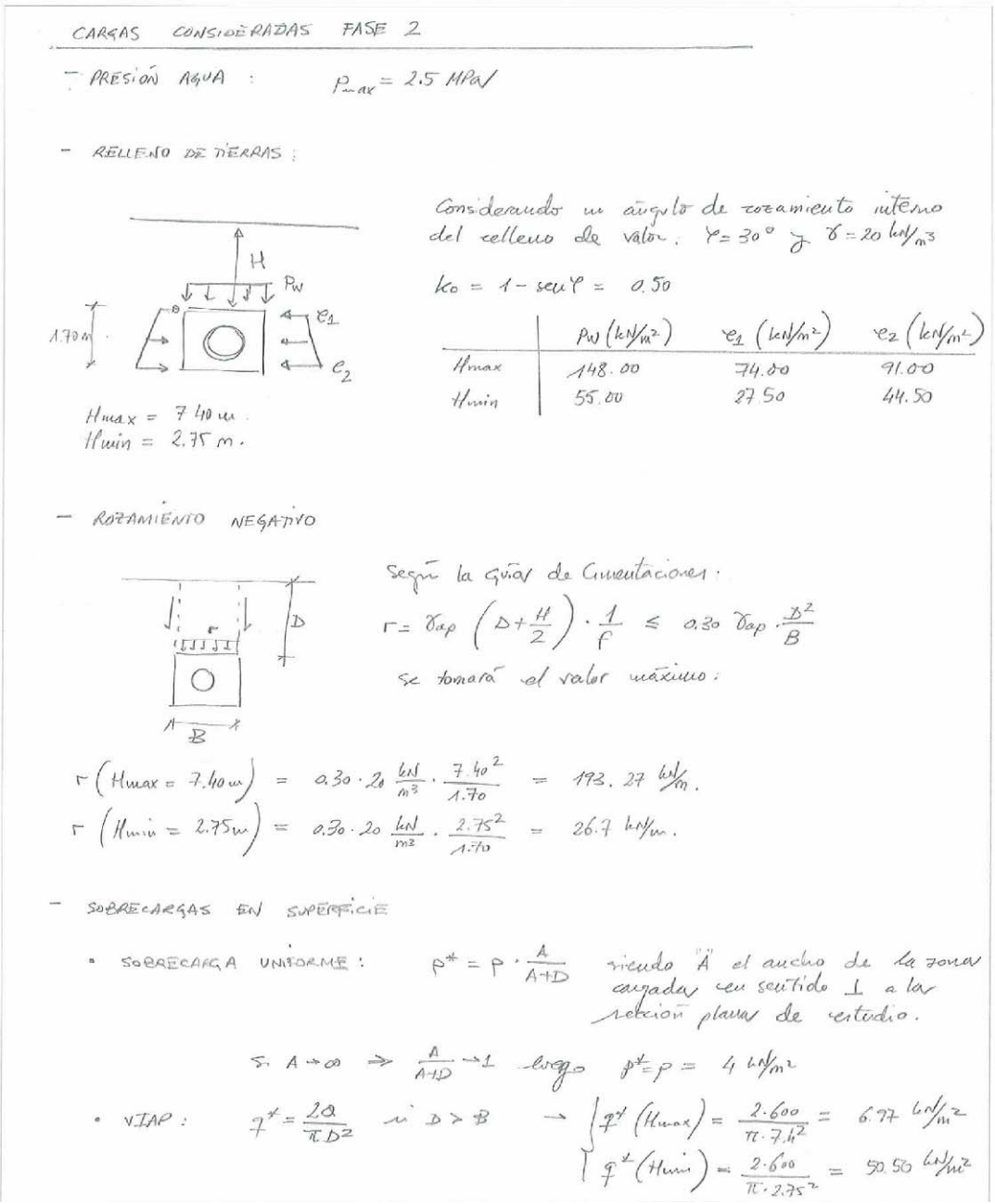
FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	Combinación	σ (MPa)	τ (MPa)
18.96	1.27	2.88	1*1.35 + 2*1.35	85.83	0.09
14.38	-16.97	3.09	1*1.35 + 2*1.35	91.67	1.19
18.92	1.00	3.09	1*1.35 + 2*1.35	91.99	0.07

4.3.- FASE 2

4.3.1.- ACCIONES CONSIDERADAS

En esta fase se consideran las acciones que recibirán la tubería y el macizo de hormigón a lo largo de su vida útil. Se han seguido las indicaciones presentes en el artículo 6.6 de la Guía de Cimentaciones. Los cálculos para el dado de hormigón consideran la máxima y mínima altura de relleno que se recogen en el anejo geotécnico.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



4.3.2.- MODELO DE CÁLCULO

El modelo de cálculo se ha realizado con el programa comercial ROBOT 2009. El macizo de hormigón de 1,70x1,70 m se modeliza mediante un elemento tipo placa con 1,00m de espesor. Se apoya en la superficie inferior del macizo.

Se han considerado dos situaciones en función del espesor de relleno sobre la tubería. En los apéndices correspondientes se puede consultar la entrada y salida de datos para estos dos modelos.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

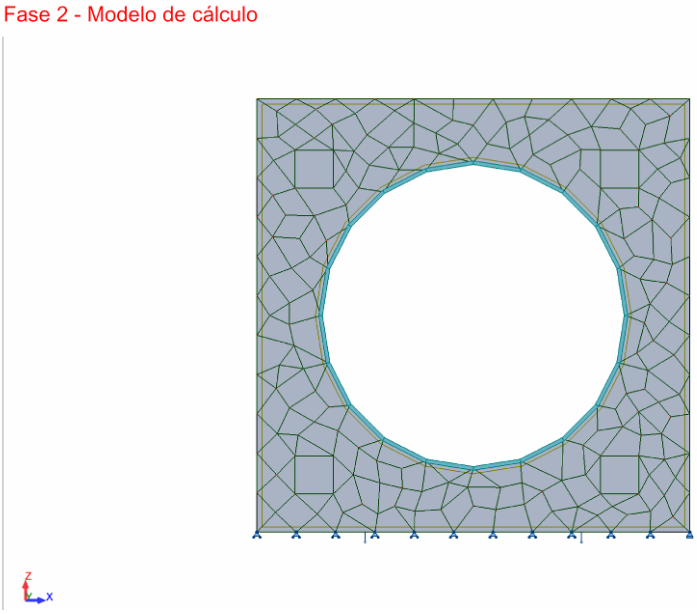


Figura 15.- [Fig.2.- Modelo Fase 2]

4.3.3.- RESULTADOS OBTENIDOS EN TUBERÍA

El axil pésimo en la tubería se ha obtenido considerando una presión de cálculo de 2,5MPa. Las tensiones pésimas se muestran a continuación.

Tensiones (ELU) Fase 1

t = 14.3 mm *Espesor tubería*

	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	Combinación	σ (MPa)	τ (MPa)
Hip 1	18.96	1.27	2.88	1*1.35 + 2*1.35	85.83	0.09
Hip 2	14.38	-16.97	3.09	1*1.35 + 2*1.35	91.67	1.19
Hip 3	18.92	1.00	3.09	1*1.35 + 2*1.35	91.99	0.07

Tensiones (ELU) Fase 2

FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)	σ (MPa)	τ (MPa)
2025	0.00	0.00	141.61	0.00

Comprobación tensional

$f_{y,tubo}$ = 275 MPa
γ_{M0} = 1.05

	σ_{co} (MPa)	<=	261.90	MPa
Hip 1	227.44	OK		
Hip 2	233.29	OK		
Hip 3	233.60	OK		

Si se suman a las obtenidas en la Fase 1 se verifica que la tensión de comparación es inferior a la resistencia del material.

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma_d{}^2 + 3 \cdot \tau_d{}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

4.3.4.- RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MACIZO

Para dimensionar el armado necesario en el macizo se ha considerado nula la resistencia a tracción del hormigón. Así pues las tracciones solicitantes se asumirán por la armadura pasiva dispuesta.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.- CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LAS ARQUETAS

5.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS. DURABILIDAD.

En primer lugar se debe identificar el tipo de ambiente que define la agresividad a la que va estar sometido cada elemento estructural.

La EHE en su artículo 8.2.1. “Definición del tipo de ambiente” indica:

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y solicitaciones consideradas en el análisis estructural.

El tipo de ambiente viene definido por la combinación de:

- Una de las clases generales de exposición frente a la corrosión de las armaduras, de acuerdo con 8.2.2.
- Las clases específicas de exposición relativas a los otros procesos de degradación que procedan para cada caso, de entre las definidas en tabla 8.2.3.

En el caso de que un elemento estructural esté sometido a alguna clase específica de exposición, en la designación del tipo de ambiente se deberán reflejar todas las clases, unidas mediante el signo de adición "+".

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
No agresiva		I	Ninguno	- Interiores de edificios no sometidos a condensaciones	- Interiores de edificios, protegidos de la intemperie
Normal	Humedad alta	IIa	Corrosión de origen diferente de los cloruros	- Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (> 65%) o a condensaciones - Exteriores en ausencia de cloruros y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm - Elementos enterrados o sumergidos	- Sótanos no ventilados - Cimentaciones - Tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 ,, - Elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	Humedad baja	IIb	Corrosión de origen diferente de los cloruros	- Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm	- Construcciones exteriores protegidas de la lluvia - Tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual interior a 600 mm
Marina	Aérea	IIIa	Corrosión por cloruros	- Elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar. - Elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)	- Edificaciones en las proximidades de la costa - Puentes en las proximidades de la costa - Zonas aéreas de diques, pantalanes y otras obras de defensa litoral - Instalaciones portuarias
	Sumergida	IIIb	Corrosión por cloruros	- Elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar	- Zonas sumergidas de diques, pantalanes y otras obras de defensa litoral - Cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar
	En zona de mareas	IIIc	Corrosión por cloruros	- Elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas	- Zonas situadas en el recorrido de marea de diques pantalanes y otras obras de defensa litoral - Zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	Corrosión por cloruros	- Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino - Superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas	- Piscinas - Pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve - Estaciones de tratamiento de agua

Tabla 1.- Clases generales de exposición relativas a la corrosión de armaduras s/tabla 8.2.2 EHE-08.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
Química agresiva	débil	Qa	Ataque químico	- Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta (ver tabla8.2.3.b)	- Instalaciones industriales, con sustancias débilmente agresivas según tabla8.2.3.b - Construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad débil según tabla 8.2.3.b
	media	Qb	Ataque químico	- Elementos en contacto con agua de mar - Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media (ver tabla 8.2.3.b)	- Dolos, bloques y otros elementos para diques - Estructuras marinas, en general - Instalaciones industriales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b - Construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad media según tabla 8.2.3.b - Instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales, con sustancias de agresividad según tabla 8.2.3.b
	fuerte	Qc	Ataque químico	- Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad rápida (ver tabla 8.2.3.b)	- Instalaciones industriales con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b - Instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b

Tabla 2.- Clases específicas de exposición relativas a otros procesos de deterioro s/tabla 8.2.3 EHE-08.

Para dichos ambientes deben cumplirse unas resistencias mínimas dadas por las siguientes tablas:

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm^2]	Vida útil de proyecto (t_g), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$fk \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Tabla 3.- Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales de exposición I y II.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Hormigón	Cemento	Vida útil de proyecto (tg) (años)	Clase general de exposición			
			IIIa	IIIb	IIIc	IV
Armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsílice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	50	25	30	35	35
		100	30	35	40	40
	Resto de cementos utilizables	50	45	40	*	*
		100	65	*	*	*
Pretensado	CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	40	40
		100	35	40	45	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 26°	50	65	45	*	*
		100	*	*	*	*

* Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda comprobar el Estado Límite de Durabilidad según lo indicado en el Anejo n° 9 de EHE, a partir de las características del hormigón prescrito en el Pliego de prescripciones técnicas del proyecto.

Tabla 4.- Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales de exposición III y IV.

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm2]	Vida útil de proyecto (tg), (años)	
			50	100
H	CEM III	$25 \le f_{ck} < 40$	25	50
		$f_{ck} \ge 40$	15	25
	Otros tipos de cemento	$25 \le f_{ck} < 40$	20	35
		$f_{ck} \ge 40$	10	20
F	CEM I I/A-D	$25 \le f_{ck} < 40$	25	50
		$f_{ck} \ge 40$	15	35
	CEM III	$25 \le f_{ck} < 40$	40	75
		$f_{ck} \ge 40$	20	40
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \le f_{ck} < 40$	20	40
		$f_{ck} \ge 40$	10	20
E 111	Cualquiera	$25 \le f_{ck} < 40$	40	80
		$f_{ck} \ge 40$	20	35
Qa	CEM III, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsílice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	—	40	55
	Resto de cementos utilizables	—	*	*
Qb, Qc	Cualquiera	—	(2)	(2)

(*) Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos.

(1) Estos valores corresponden a condiciones moderadamente duras de abrasión. En el caso de que se prevea una fuerte abrasión, será necesario realizar un estudio detallado.

(2) El Autor del proyecto deberá fijar estos valores de recubrimiento mínimo y, en su caso, medidas adicionales, al objeto de que se garantice adecuadamente la protección del hormigón y de las armaduras frente a la agresión química concreta de que se trate.

Tabla 5.- Recubrimientos mínimos (mm) para las clases específicas de exposición.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

En elementos de hormigón armado, en ausencia de requerimientos específicos (estanquidad, etc.), y bajo la combinación de acciones cuasi permanentes, las máximas aberturas de fisura para los distintos ambientes vienen definidas en la tabla siguiente.

Clase de exposición	*Wmax (mm)*	
	Hormigón armado	*Hormigón pretensado*
I	*0,4*	*0,2*
IIa, IIb, H	*0,3*	*0,2*[1]
IIIa, IIIb, IV, F,Qa[(2)]	*0,2*	*Descomprensión*
IIIc, Qb[(2)]*, Qc*[(2)]	*0,1*	

[1] Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación casi permanente de acciones.

[2] La limitación relativa a la clase Q sólo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura. En otros casos, se aplicará la limitación correspondiente a la clase general correspondiente.

Tabla 6.- Máximas aberturas de fisura para distintos ambientes (tabla 5.1.1.2 EHE).

En función de todo lo anterior, en el caso presente se van a adoptar los siguientes parámetros:

Vida útil de la estructura ..... 100 años

Ambiente ..... IIa

Resistencia característica del hormigón ..... 30 N/mm^2

Recubrimiento armaduras ..... 50 mm

Ancho máximo de fisura ..... 3 mm

5.2.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Para estimar las cargas se ha tomado la sección pésima de trabajo, con la mayor de las coberturas a las que se somete la sección, y unos valores de trabajo geotécnico que se resume en los siguientes parámetros:

- Angulo de rozamiento interno: 30º
- Coeficiente de empuje horizontal al reposo: 0,5 (1-sen Ø)
- Cohesión: 0,0 t/m^2.
- Peso del relleno: 2,0 t/m^3.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.3.- RESUMEN DE LA HIPÓTESIS DE CÁLCULO.

Para justificar la seguridad de las estructuras y su aptitud en servicio, se utilizará el método de los estados límites.

Los estados límites se clasifican en:

- Estados Límites de Servicio
- Estados Límites Último

Estados límites de servicio (E.L.S.)

Se consideran los siguientes:

- E.L.S. de fisuración del hormigón traccionado.
- E.L.S. de deformaciones que afecten a la apariencia o funcionalidad de la obra.

Estados límites últimos (E.L.U.)

Los estados límites últimos que se deben considerar son los siguientes:

- E.L.U. de rotura, por deformación plástica excesiva, inestabilidad local o pérdida de estabilidad de una parte o de la totalidad de la estructura.

5.4.- VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS ACCIONES.

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en las instrucciones o recomendaciones enumeradas anteriormente.

Acciones permanentes de valor constante.

Se refiere a los pesos de los elementos que constituyen la obra, y se supone que actúan en todo momento, siendo constante en magnitud y posición. Están formadas por el peso propio y la carga muerta.

Peso propio

En cada caso la carga se deduce de la geometría teórica de la estructura, considerando para la densidad los siguientes valores:

- Hormigón 25 kN/m³

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Carga muerta.

Son las debidas a los elementos no resistentes. No se consideran en el presente caso.

Acciones permanentes de valor no constante

En este apartado se consideran los empujes originados por el terreno natural o de relleno, sobre las paredes de las arquetas.

En el pozo se considera el coeficiente de empuje activo k = $\tan^2(45- \phi/2)$ = 0,333.

Acciones variables

Se refiere a las acciones que pueden actuar o no y si lo hacen tienen valor variable. En el caso presente las acciones variables son las debidas al tráfico. La forma en que su actuación ha de aplicarse a la estructura viene recogida en la *Instrucción sobre las acciones a considerar en puentes de carretera* (IAP-11).

Se define un cierto número de carriles virtuales en función del ancho del tablero:

TABLA 4.1-a **DEFINICIÓN DE LOS CARRILES VIRTUALES**

ANCHURA DE LA PLATAFORMA (w)	NÚMERO DE CARRILES VIRTUALES (n_l)	ANCHURA DEL CARRIL VIRTUAL (w_l)	ANCHURA DEL ÁREA REMANENTE
$w < 5{,}4$ m	$n_l = 1$	3 m	$w - 3$ m
5,4 m $\leq w < 6$ m	$n_l = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$w \geq 6$ m	$n_l = ent\left(\frac{w}{3}\right)$	3 m	$w - 3n_l$

Tabla 7.- Definición de carriles virtuales en IAP-11

Por otra parte esta sobrecarga da lugar a una carga de vehículo de 2 ejes y además a una sobrecarga.

En el vehículo de 2 ejes los mismos están separados longitudinalmente 1,20 m y transversalmente 2,00 m y hay uno en cada carril virtual.

Los valores de las sobrecargas vienen dados en la siguiente tabla:

Por otra parte esta sobrecarga da lugar a una carga de vehículo de 2 ejes y además a una sobrecarga.

En el vehículo de 2 ejes los mismos están separados longitudinalmente 1,20 m y transversalmente 2,00 m y hay uno en cada carril virtual.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Los valores de las sobrecargas vienen dados en la siguiente tabla:

SITUACIÓN	VEHÍCULO PESADO $2Q_{ik}$ [kN]	SOBRECARGA UNIFORME q_{ik} (ó q_{rk}) [kN/m²]
Carril virtual 1	2 · 300	9,0
Carril virtual 2	2 · 200	2,5
Carril virtual 3	2 · 100	2,5
Otros carriles virtuales	0	2,5
Área remanente (q_{rk})	0	2,5

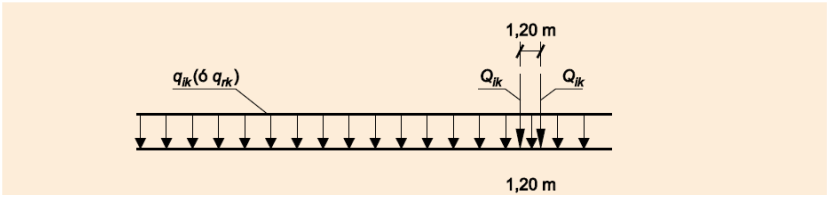


Tabla 8.- Definición de cargas de tráfico en IAP-11

Por lo que estas acciones se distribuyen sobre la planta de la estructura adoptando un ángulo de 45º en profundidad.

En las arquetas proyectadas no se considera tráfico pero sí una carga uniformemente distribuida en los hastiales de 10 kN/m^2 para considerar la acción de las cargas de tráfico que no se encuentran sobre la estructura sino sobre la zona contigua.

Acciones accidentales

No se consideran actuaciones accidentales en el presente proyecto.

5.5.- VALORES DE CÁLCULO DE LAS ACCIONES.

Los valores de cálculo de las diferentes acciones son los obtenidos aplicando el correspondiente coeficiente parcial de seguridad γ a los valores representativos de las acciones, definidos anteriormente. Se adoptan los coeficientes contenidos en la IAP-11.

Estados límites últimos (E.L.U.)

Para los coeficientes parciales de seguridad g se tomarán los siguientes valores básicos:

Tipo de acción	*Situaciones persistentes o transitorias*		*Situación accidental*	
	Efecto favorable	*Efecto desfavorable*	*Efecto favorable*	*Efecto desfavorable*
Permanente	$\gamma G = 1,00$	$\gamma G = 1,35$	$\gamma G = 1,00$	$\gamma G = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma G^* = 1,00$	$\gamma G^* = 1,50$	$\gamma G^* = 1,00$	$\gamma G^* = 1,00$
Variable	$\gamma Q = 0,00$	$\gamma Q = 1,35$	$\gamma Q = 0,00$	$\gamma Q = 1,00$
Accidental	--	--	$\gamma A = 1,00$	$\gamma A = 1,00$

Tabla 9.- Coeficientes de seguridad en ELU (IAP-11)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Estados límites de servicio (E.L.S.)

Para los coeficientes parciales de seguridad γ se tomarán los siguientes valores:

Concepto		*Situaciones persistentes y transitorias*	
		Efecto favorable	*Efecto desfavorable*
Acciones permanentes		$\gamma G = 1,00$	$\gamma G = 1,00$
Acciones permanentes	*Reológicas*	$\gamma G^* = 1,00$	$\gamma G^* = 1,00$
de valor no constante	*Acciones del terreno*	$\gamma G^* = 1,00$	$\gamma G^* = 1,00$
Acciones variables		$\gamma Q = 0,00$	$\gamma Q = 1,00$

Tabla 10.- Coeficientes de seguridad en ELS (IAP-11)

5.6.- ARQUETAS DE SECCIONAMIENTO

El cálculo estructural de las arquetas de seccionamiento consta de cuatro partes:

- Muros perimetrales
- Macizos de anclaje
- Cálculo de las pletinas de anclaje de la conducción de acero al macizo
- Cálculo de las losas de cierre o cobijas

5.6.1.- MUROS PERIMETRALES

Se consideran muros de 4 metros de altura que el máximo que se alcanza en las distintas arquetas previstas en el proyecto.

Las paredes de la arqueta (5 m de ancho) son asimilables a una placa empotrada en tres de sus lados y uno libre.

5.6.1.1.- Determinación de los esfuerzos

Para la determinación de los esfuerzos en las paredes del pozo se van a considerar las tablas contenidas en “Hormigón armado” de Jiménez Montoya.

Las paredes se consideran como placas empotradas en todos sus lados excepto uno que queda libre.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Las acciones en este caso son las siguientes:

- Peso propio
- Empuje de tierras
- Sobrecarga de uso para considerar la posibilidad de vehículos en el lateral del pozo (10 kN/m^2) uniformemente repartida en la pared vertical

En la tabla siguiente se indican los esfuerzos máximos por unidad de longitud y la flecha máxima, correspondientes a las placas laterales del pozo, en función del empuje de tierras, q = 1/3 x h x·δ_t (δ_t es el peso específico de las tierras) y siendo h la altura de las paredes. Por otra parte a y b son los lados mayor y menor de la arqueta.

Las dimensiones interiores del pozo son 5,00 x 4,75 y la altura de tierras es de 4 metros.

Esfuerzos y flecha $f_{máx}$ (1)	***Valores de α para h/a (o h/b) igual a***							
	0,3	***0,4***	***0,5***	***0,6***	***0,7***	***0,8***	***0,9***	***1,0***
m (ve)	*0,137*	*0,115*	*0,092*	*0,073*	*0,057*	*0,046*	*0,039*	*0,035*
m (vm)	*-0,009*	*0,003*	*0,008*	*0,012*	*0,013*	*0,013*	*0,011*	*0,01*
m (he)	*0,06*	*0,054*	*0,05*	*0,046*	*0,042*	*0,038*	*0,034*	*0,03*
m (hm)	*0,027*	*0,03*	*0,028*	*0,023*	*0,019*	*0,017*	*0,015*	*0,013*
v máx	*0,47*	*0,45*	*0,43*	*0,415*	*0,375*	*0,34*	*0,32*	*0,295*
f máx	*0,246*	*0,137*	*0,083*	*0,052*	*0,03*	*0,02*	*0,014*	*0,01*

(1) Las letras dentro de un paréntesis indican: v, armadura vertical; h, armadura horizontal; e, empotramiento y m, momento máximo de vano.

Momentos (p.u.l.) $M = \alpha \cdot q \cdot h^2$ — cortantes (p.u.l.) $v = \alpha \cdot q \cdot h$ — flecha máxima $f_{máx} = \alpha \cdot q \cdot h^4/(E \cdot e^3)$

Tabla 11.- Esfuerzos y flechas en placas laterales. Carga triangular.

La tabla anterior es válida para leyes triangulares. Para leyes uniformes, como la correspondiente a la sobrecarga es necesario aplicar otra tabla ("Hormigón armado", Jiménez Montoya. Tabla 26.2).

h/a	***0,3***	***0,4***	***0,5***	***0,6***	***0,7***	***0,8***	***0,9***	***1***
m(ve)	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,148*	*0,111*	*0,087*	*0,069*	*0,056*
m(vm)	*0,014*	*0,014*	*0,014*	*0,02*	*0,019*	*0,018*	*0,016*	*0,013*
m(he)	*0,285*	*0,285*	*0,285*	*0,22*	*0,17*	*0,132*	*0,105*	*0,085*
m(hm)	*0,107*	*0,107*	*0,107*	*0,093*	*0,079*	*0,065*	*0,053*	*0,044*

Tabla 12.- Esfuerzos y flechas en placas laterales. Carga uniforme.

Con lo anterior es posible determinar los esfuerzos pésimos (momento y cortante) en las paredes del pozo.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Para los axiles:

Armadura paralela al lado b ↓	***Esfuerzo total***			***Esfuerzo pared***			***Esfuerzo fondo***	
	$N_a = \frac{\alpha \cdot h^2 \cdot \delta}{2}$			$N_{ap} = \frac{\beta_\rho \cdot \alpha \cdot h^2 \cdot \delta}{2}$			$N_{af} = \frac{\beta_f \cdot \alpha \cdot h^2 \cdot \delta}{2}$	
h/a	*0,3*	*0,4*	*0,5*	*0,6*	*0,7*	*0,8*	*0,9*	*1*
Fondo $\beta_f =$	*0,8*	*0,7*	*0,6*	*0,54*	*0,48*	*0,45*	*0,42*	*0,4*
Fondo $\beta_\rho =$	*0,1*	*0,15*	*0,2*	*0,23*	*0,26*	*0,275*	*0,29*	*0,3*
h/b	*0,3*	*0,4*	*0,5*	*0,6*	*0,7*	*0,8*	*0,9*	*1*
↑ *Armadura paralela al lado a*	$N_a = \frac{\alpha \cdot h^2 \cdot \delta}{2}$			$N_{ap} = \frac{\beta_\rho \cdot \alpha \cdot h^2 \cdot \delta}{2}$			$N_{af} = \frac{\beta_f \cdot \alpha \cdot h^2 \cdot \delta}{2}$	
	Esfuerzo total			*Esfuerzo pared*			*Esfuerzo fondo*	

Tabla 13.- Esfuerzos de tracción y valores de β.

Los esfuerzos en la losa del fondo pueden determinarse a partir de los mismos momentos, m(ve) de las paredes adyacentes. Así la armadura de la losa inferior se puede obtener a partir del momento obtenido en la base de los muros.

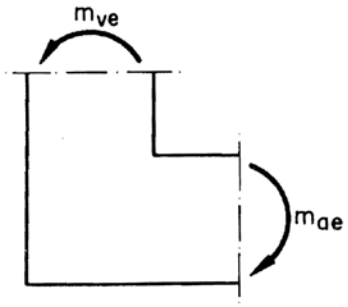


Figura 16.- Momentos de empotramiento pared-solera

5.6.1.2.- Armado correspondiente a E.L.U.

Una vez determinados los momentos pésimos para cada solicitación y realizadas las combinaciones correspondientes a cada hipótesis, se calculan las armaduras. Esto se realiza mediante la utilización del "Prontuario Informático del Hormigón Armado".

5.6.1.3.- Comprobación de cortante

Se analiza la suficiencia de la armadura dispuesta mediante el procedimiento descrito en el apartado 44.2.3.1 de la EHE.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma para piezas de hormigón convencional y de alta resistencia vale:

$$v_{u2} = \left[\frac{0,18}{\gamma_c}\xi\,(100\,\rho_l f_{cv})^{1/3} + 0,15\sigma'_{cd}\right] b_0 d$$

Con un valor mínimo de:

$$v_{u2} = \left[\frac{0,075}{\gamma_c}\xi^{3/2} f_{cv}^{1/2} + 0,15\,\sigma'_{cd}\right] b_0 d$$

Donde:

f_{cv} = Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm^2 de valor $f_{cv} = f_{ck}$ con f_{cv} no mayor que 15 N/mm^2 en el caso de control indirecto de la resistencia del hormigón, siendo f_{ck} la resistencia a compresión del hormigón, que a efectos de este apartado no se considerará superior a 60 N/mm^2.

$$\xi = \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}\right) \leq 2,0 \qquad con\ d\ en\ mm$$

d = Canto útil de la sección referido a la armadura longitudinal de flexión siempre que ésta sea capaz de resistir el incremento de tracción producido por la interacción cortante-flexión.

σ'_{cd} = Tensión axial media en el alma de la sección (compresión positiva).

Determinado de esta forma el cortante resistente, si el mismo resulta mayor que el solicitante, no resultará necesario disponer armadura de cortante.

$$\sigma'_{cd} = \frac{N_d}{A_c} \leq 0,30\,f_{cd} \geq 12MPa$$

Esta limitación no aplica al apartado 44.2.3.2.1.1. de la EHE “Piezas sin armadura de cortante en regiones no fisuradas ($M_d \leq M_{fis,d}$)”.

N_d Axil de cálculo incluyendo la fuerza de pretensado existente en la sección en estudio. En el caso de piezas con armaduras pretesadas se podrá considerar una variación lineal de la fuerza de pretensado desde el extremo de la pieza hasta una distancia igual a 1,2 veces la longitud de transferencia, l_{bpt} (ver 44.2.3.2.1.1). En apoyos interiores de

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

estructuras continuas con armadura activa pasante, no se considerará la contribución del axil de pretensado en el cálculo de N_d.

ρ_l Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción, pasiva y activa adherente, anclada a una distancia igual o mayor que d a partir de la sección de estudio.

$$\rho_l = \frac{A_s + A_p}{b_0 d} \leq 0{,}02$$

5.6.1.4.- Cálculo de la apertura de fisura

Determinados los esfuerzos en E.L.S. para las distintas hipótesis procede calcular la apertura de fisura. Con frecuencia es este aspecto el que condiciona el armado de la sección. El método de cálculo está descrito en el apartado 49.2.4. de la EHE, que se transcribe a continuación.

La abertura característica de fisura se calculará mediante la siguiente expresión:

$$w_k = \beta s_m \varepsilon_{sm}$$

Donde:

β Coeficiente que relaciona la abertura media de fisura con el valor característico y vale 1,3 para fisuración producida por acciones indirectas solamente y 1,7 para el resto de los casos.

s_m Separación media de fisuras, expresada en mm.

$$s_m = 2c + 0{,}2s + 0{,}4k_1 \frac{\emptyset A_{c,eficaz}}{A_s}$$

ε_{sm}Alargamiento medio de las armaduras, teniendo en cuenta la colaboración del hormigón entre fisuras.

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s}\left[1 - k_2\left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2\right] \geq 0{,}4\,\frac{\sigma_s}{E_s}$$

c Recubrimiento de las armaduras traccionadas.

s Distancia entre barras longitudinales. Si s > 15∅ se tomará s = 15∅.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

En el caso de vigas armadas con n barras, se tomará s = b/n siendo b el ancho de la viga.

K_1 Coeficiente que representa la influencia del diagrama de tracciones en la sección, de valor

$$k_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{8\varepsilon_1}$$

Donde ε_1 y ε_2 son las deformaciones máxima y mínima calculadas en sección fisurada, en los límites de la zona traccionada (figura siguiente).

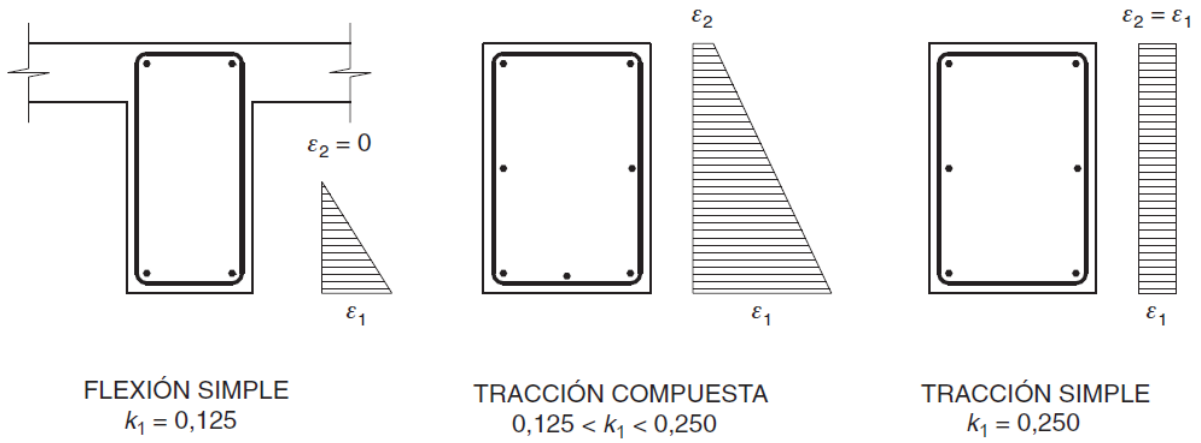


Tabla 14.- Coeficiente k1 para distintas solicitaciones.

$\varnothing$ Diámetro de la barra traccionada más gruesa o diámetro equivalente en el caso de grupo de barras.

$A_{c,\ eficaz}$ Área de hormigón de la zona de recubrimiento, definida en la figura siguiente (49.2.4.b de la EHE), en donde las barras a tracción influyen de forma efectiva en la abertura de las fisuras.

A_s Sección total de las armaduras situadas en el área $A_{c,\ eficaz}$.

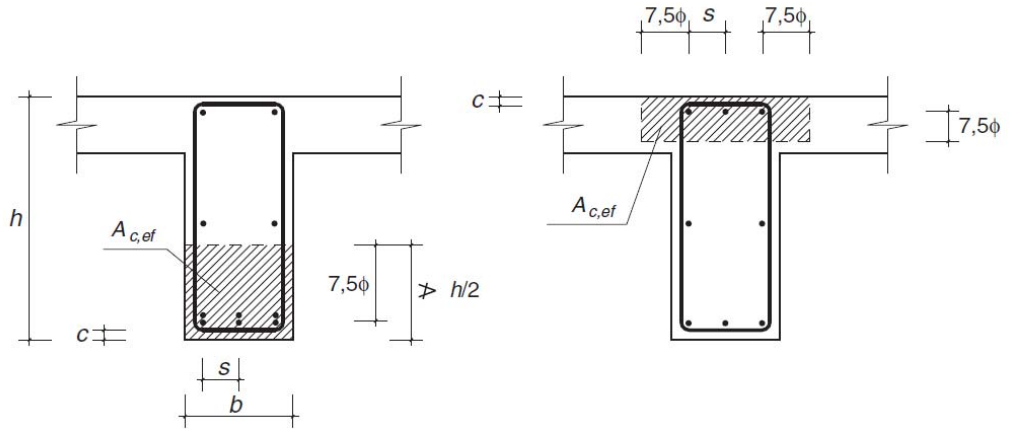
σ_s Tensión de servicio de la armadura pasiva en la hipótesis de sección fisurada.

E_s Módulo de deformación longitudinal del acero.

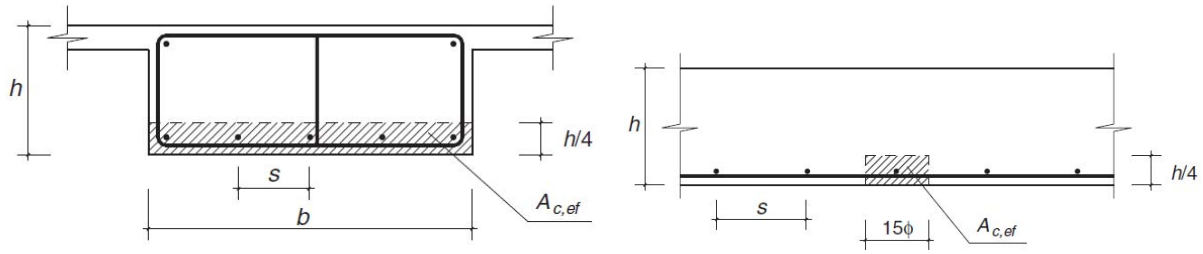
k_2 Coeficiente de valor 1,0 para los casos de carga instantánea no repetida y 0,5 para los restantes.

σ_{sr} Tensión de la armadura en la sección fi surada en el instante en que se fi sura el hormigón, lo cual se supone que ocurre cuando la tensión de tracción en la fibra más traccionada de hormigón alcanza el valor $f_{ctm,fl}$ (apartado 39.1).

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



CASO 1
VIGAS CON $s \leq 15\phi$



CASO 2
VIGAS CON $s \leq 15\phi$

CASO 3
VIGAS PLANAS, MUROS, LOSAS CON $s > 15\phi$

Tabla 15.- Área de hormigón en la zona de recubrimiento.

El valor de la resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$, puede estimarse, a falta de resultados de ensayos, mediante:

$$f_{ctm} = 0{,}30\, f_{ck}^{2/3} \qquad para\ f_{ck} \leq 50\ N/mm^2$$

$$f_{ctm} = 0{,}58\, f_{ck}^{1/2} \qquad para\ f_{ck} \leq 50\ N/mm^2$$

Si no se dispone de resultados de ensayos, podrá admitirse que la resistencia característica inferior a tracción, $f_{ct,m}$, (correspondiente al cuantil del 5 por 100) viene dada, en función de la resistencia media a tracción, $f_{ct,m}$, por la fórmula:

$$f_{ctk} = 0{,}70\, f_{ctm}$$

La resistencia media a flexotracción, $f_{ct,m,fl}$, viene dada por la siguiente expresión que es función del canto total del elemento h en mm:

$$f_{ctm,fl} = \max\left\{\left(1{,}6 - \frac{h}{1.000}\right) f_{ctm};\ f_{ctm}\right\}$$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

En todas estas fórmulas las unidades son N y mm.

En cuanto a $\sigma_{sr,}$ se estima mediante la expresión:

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{fis}}{(0{,}8 \cdot d \cdot As)}$$

Siendo:

M_{fis} =Momento de fisuración

$$M_{fis} = \frac{f_{ctm} \cdot I_{rect}}{\frac{h}{2}}$$

Siendo I el momento de inercia de la sección y h el canto total de la misma.

El procedimiento de cálculo consiste en ir tanteando armaduras hasta que la apertura de fisura es inferior a la limitante.

5.6.1.5.- Conclusiones

Todo el procedimiento anteriormente expuesto ha sido particularizado al caso presente y se han incluido las tablas de cálculo en el Apéndice 2.

La sección resistente es de 0,30 m de canto (ancho de la pared). La armadura de flexión (vertical exterior) es DN16/0,20. La armadura horizontal interior es DN16/0,20 y el resto DN 12/20. La zapata se arma con DN12/10.

5.6.2.- MACIZOS DE ANCLAJE

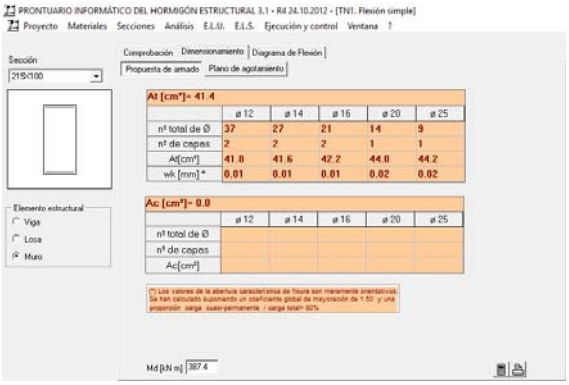
Armadura de flexión

El empuje, según se definió en el Anejo de cálculos mecánicos, es 2.827,05 kN y cada anclaje ha de soportar la mitad, 1.414 kN. El momento mayorado por metro de longitud es:

1,3 x 1.414 x (0,60 + 0,40) / 4,75 = 388 kN.m

La sección es de 2,15 m de canto. Por tanto, según el Prontuario Informático del Hormigón Armado se tiene:

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



Por lo que se dispondrán DN25/10 en las armaduras verticales. Las armaduras horizontales se arman con cuantía mínima geométrica DN16/10.

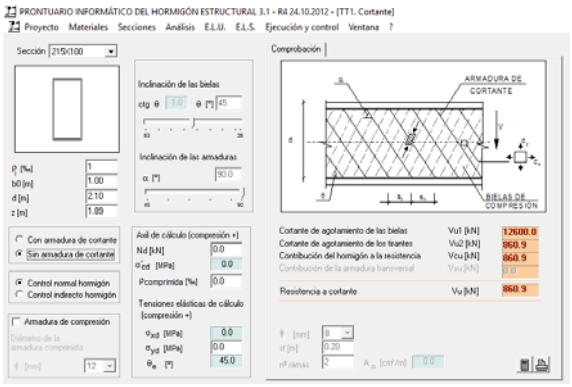
La longitud de anclaje para barras en posición 1, hormigón HA-30 y barras de 25 mm es (69.5.1.2 EHE):

$$1{,}5 \times 25^2 = 938 \text{ mm}$$

Armadura de cortante

El cortante por metro de sección es 388 kN.

El cortante que aguanta una sección de 1 m de ancho y 2,15 m de canto es 861 kN por lo que no es necesaria armadura de cortante.



Sin embargo es necesario en la zona del tubo disponer un refuerzo de armadura ya que los redondos quedan cortados. Se dispondrán, en ambos paramentos, cercos en posición horizontal atando las barras verticales. Los cercos se dimensionarán para resistir ¾ del empuje total.

El empuje total por anclaje es 1.414 kN. El empuje mayorado es 1,3 x 1.414 kN = 1.838 kN.

As = ¾ x 183,8 / (5.100/1,15) = 31 cm^2 . Colocando 20 cercos DN 10 (40 ramas), S =31,41 cm^2.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.6.3.- PLETINAS DE ANCLAJE

Para asegurar la transmisión de los empujes de la conducción a la arqueta es necesario disponer de un cierto número de anillos o pletinas de acero perimetrales soldadas a la tubería a modo de pasamuros.

Se partirá de pletinas perimetrales de 15 cm de longitud y 12 mm de espesor soldadas al exterior de la tubería, determinando el número necesario de las mismas.

Se supone que el empuje se distribuye uniformemente a lo largo de la pletina siendo la carga unitaria q.

Empuje mayorado = 2500 kN x π x ((1,22-2 x 0,01431)/2) x 1,3 = 3.623,16 kN

Criterio de Von Mises:

$$f_{yd} = \sigma_{co} = (\sigma^2+3\tau^2)^{0.5} = 275 \text{ MPa}/1,15 = 239 \text{ MPa}$$

$$\sigma = M/w$$

$$w = I/y_m = (1/12 \text{ x1 x } 0.012^3)/(0.012/2) = 2,4 \text{ x } 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\sigma = M/w = (q \text{ x } L^2/2)/2,4 \text{ x } 10^{-5} = 468,75 \text{ x } q$$

$$\tau = V/h = q \text{ xL}/0,012 = 0,1/0,12 \text{ x } q = 12,5 \text{ x } q$$

$$239 = ((468,75 \text{ xq})^2 + 3 \text{ x } (12,5 \text{ x } q)^2)^{0.5}$$

De donde q = 509,6 kN/m^2

Superficie de una pletina =π x (1,220+0,15 x2)^2/4 – π x (1.220^2/4) = 0,65 m^2

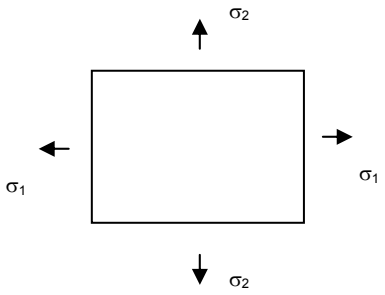
Número teórico de pletinas = 3.623,16 / (509,6 x 0,65) = 10,9

Por tanto se adoptan doce pletinas, colocando seis por anclaje.

Suficiencia del espesor de la tubería de acero.

En este caso, además de las tensiones según el espesor de la tubería (el correspondiente al empuje) se tiene también la tensión debida a la presión interna, que actúa en dirección perpendicular a la anterior.

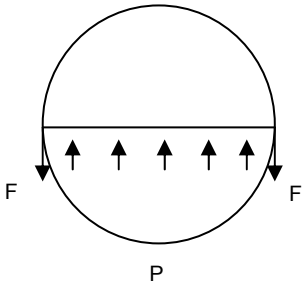
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



En este caso la expresión de Von Mises es:

$$\sigma_{co} = ((\sigma_1 - \sigma_2^2) + \sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{0.5} \quad (1)$$

La tensión debida a la presión interna se determina estableciendo el equilibrio en una sección diametral de la tubería:



Por tanto P x D = 2 x F y F = 2500 x 1,220 / 2 = 1.525 kN

σ_2 = 1.525 / 0,0143 / 1000 = 106,64 MPa

En cuanto a σ_1 particularizando el valor determinado para q se obtiene lo siguiente, suponiendo que la mitad del momento es soportada por la chapa a cada lado de la pletina:

$$M = 509,6 \times 0,15^2 / 2 = 5,73 \text{ kN.m/m}$$

$$N = 509,6 \times 0,15 = 76,44 \text{ kN}$$

$$\sigma_1 = M/2/w + N/A = 5,73/2/(1/12 \times 1 \times 0,0143^3)/(0,0143 / 2) + 114,5 / 0,0143 / 1000 = 89,46 \text{ MPa}$$

Aplicando la expresión 1 se obtiene σ_{co} = 99,17 MPa < 239 MPa. VÁLIDO

ESPESOR DE SOLDADURA

E_S = (0,6-0,7). e_{min} = 0,65 x 0,012 = 0,0078 = 8 mm

Siendo e_{min} el espesor mínimo de la pieza a soldar.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.6.4.- LOSAS DE CIERRE

Se ha dividido el compartimento principal (cámara seca) en ocho losas de cierre de 2,50 x 1,325 m^2, apoyando el lado menor en un perfil HEB que se dimensiona posteriormente. En lo que se refiere a momento flector la situación peor se da en las losas centrales, biapoyadas por una parte en el muro del recinto y por otra en el perfil HEB.

La carga de las losas está compuesta de peso propio y la sobrecarga:

- Peso propio (se considera una losa de 16 cm de canto)

  P = 0,16 x 25 kN/m^3 = 4 kN/m^2

- Sobrecarga (peatonal)

  S = 5 kN/m^2

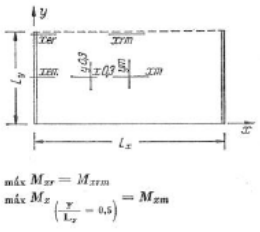
Tanto para el peso propio como para la sobrecarga se adopta un coeficiente de mayoración de acciones 1,35. Por tanto la carga distribuida total es (5+4) x 1,35 = 12,15 kN/m^2.

Se tienen losas apoyadas en tres de sus lados y losas apoyadas sólo en dos lados, que son las que arrojan un momento mayor y son las calculadas. Para una losa biapoyada y carga repartida uniformemente se emplean las tablas de Stiglat-Wippel para losa biapoyada y carga uniforme:

Placa N.º III/2/a
Carga uniforme *p*

$K = p \cdot L_x \cdot L_y$ $\quad M = \frac{K}{m}$ $\quad w = \frac{K \cdot L_x^3}{E_w \cdot N}$

$\frac{L_y}{L_x}$	m_{xer}	m_{xem}	m_{xrm}	m_{xm}	$m_{x0,3}$	m_{ym}	máx m_y	$\frac{y}{L_y}$	$m_{y0,3}$	máx $m_{y0,3}$	$\frac{y}{L_y}$	k_w
0,25	−4,17	−8,13	17,5	32,2	41,0	38,5	38,5	0,50	50,0	50,0	0,50	200
0,30	−4,33	−8,21	15,2	28,0	38,0	37,9	37,7	0,48	50,0	48,8	0,47	180
0,40	−4,81	−8,46	14,6	24,8	37,3	38,2	37,9	0,47	51,5	49,5	0,43	190
0,50	−5,53	−8,85	14,8	23,8	38,2	43,1	42,0	0,43	58,2	54,4	0,38	200
0,60	−6,41	−9,35	15,9	23,9	39,7	50,8	47,2	0,38	69,0	60,6	0,32	220
0,70	−7,35	−9,95	17,4	24,7	41,8	61,7	52,3	0,33	84,0	69,0	0,28	250
0,80	−8,50	−10,7	19,2	25,6	44,2	76,4	60,2	0,28	105	78,7	0,25	280
0,90	−9,62	−11,4	21,2	26,7	47,0	94,4	68,0	0,25	130	87,7	0,22	320
1,00	−10,8	−12,2	23,4	28,2	50,2	122	75,8	0,22	170	98,0	0,19	350
1,10	−12,0	−13,1	25,6	29,8	53,3	155	82,6	0,19	220	108	0,17	380
1,20	−13,1	−14,0	27,9	31,3	56,7	200	87,0	0,16	285	118	0,15	410
1,30	−14,3	−14,9	30,3	33,1	60,4	255	91,0	0,13	370	125	0,13	450
1,40	−15,4	−15,9	32,7	34,9	64,2	330	95,3	0,10	475	130	0,11	490
1,50	−16,6	−16,9	35,1	36,9	68,1	435	100	0,10	625	140	0,10	530
$\frac{x}{L_x}$	0; 1,0	0; 1,0	0,5	0,5	0,3; 0,7	0,5	0,5		0,3; 0,7	0,3; 0,7		0,5
$\frac{y}{L_y}$	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	Variable		0,5	Variable		1,0



Ly/Lx = 1,325/2,5 = 0,53 por lo que el coeficiente m según las tablas es, para máximo momento, m = 5,8.

K = 12,15 x 1,325 x 2,5 = 40,24 kN.m

M = K/m = 40,24/5,8 = 6,9 kN.m. La armadura resultante es S = 2,9 cm^2 y se puede armar con un malla DN10/20 en ambas caras. Las losas contenidas en la instrucción del Canal, para estas dimensiones, se arman con una malla DN12/10 y son las adoptadas finalmente.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Por lo que respecta al perfil HEB central, gravita sobre el mismo la mitad de la carga total de las losas y repartido a lo largo de toda su longitud. Se calcula como una viga biempotrada:

Momento máximo en el centro de vano:

$$\frac{p \cdot L^2}{24}$$

Momento máximo en el empotramiento:

$$\frac{p \cdot L^2}{12}$$

Flecha máxima:

$$\frac{p \cdot L^4}{(384 \cdot E \cdot I)}$$

Siendo:

p = carga uniformemente distribuida = 12,15 kN/m2 x 5 x 4,75 /2 /5 = 28,9 kN/m

L = Longitud de la viga = 5 m

E = Módulo de elasticidad del acero = 210 x 10^6 kN/m^2

I = Momento de inercia del perfil (m^4)

Por otra parte se emplea acero S-275, cuya tensión admisible es 275 N/mm^2.

La comprobación se centra en dos aspectos:

1.- Que la tensión alcanzada es inferior a la admisible

2.- Que la flecha es inferior a la admisible.

Comprobación de tensión

La tensión alcanzada en la sección es:

$$\sigma^1 = \frac{M^1}{W_x}$$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Siendo:

M* = el momento mayorado y $w_x = \frac{I_x}{(h/2)}$, siendo:

h = el canto de la sección.

Se adopta un perfil HEB 160 (w_x = 311 x10^{-6} m^3) que pesa 0,43 kN/m. Se mayora el peso x 1,35. Entonces 0,43 x 1,35 = 0,58 kN/m

Se adopta como sobrecarga total 30 kN/m.

El momento máximo es 30 x 5^2 / 12 = 62,5 kN.m

La tensión máxima alcanzada es 62,5 x 10^3 / (311 x10^6) = 2,00 x 10^{-4} N/m^2 = 200 N/mm^2 < 275. CUMPLE.

Comprobación de la flecha.

Según lo anterior la flecha máxima es:

(30 kN/m x 5^4)/(384 x 210 x 10^6 x 2492 x10^{-8}) = 0,0093 m

Y la flecha máxima admisible es f = L/360 = 5/360 = 0,014 m CUMPLE.

5.7.- ARQUETAS DE DERIVACIÓN

5.7.1.- MUROS PERIMETRALES

Se repite el cálculo según se ha definido para la arqueta de seccionamiento (listado de cálculo incluido en el Apéndice 7), obteniendo las mismas armaduras.

5.7.2.- MACIZOS DE ANCLAJE

Es aplicable el cálculo realizado para las arquetas de seccionamiento.

5.7.3.- PLETINAS DE ANCLAJE

Es aplicable el cálculo realizado para las arquetas de seccionamiento.

5.7.4.- LOSAS DE CIERRE

Para las losas de cierre es aplicable lo expuesto en el apartado de las arquetas de seccionamiento.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Por lo que respecta a la viga metálica, se ha tanteado en este caso un perfil HEB-200. Las comprobaciones de tensión y flecha se incluyen a continuación.

Datos del perfil HEB-200

$w_x = 570 \times 10^{-6}\ m^3$

$I_x = 5696 \times 10^{-8}\ m^4$

P = 61,3 kg

Dado el redondeo de carga que se ha realizado, la misma se mantiene en 30 kN/m.

Tensión admisible

El momento máximo es $30 \times 6,4^2 / 12 = 102$ kN.m

La tensión máxima alcanzada es $102 \times 10^3 / (570 \times 10^6) = 1,79 \times 10^{-4}$ N/m^2 = 179 N/mm^2 < 275. CUMPLE.

Comprobación de la flecha.

$(30 \text{ kN/m} \times 6,4^4)/(384 \times 210 \times 10^6 \times 5696 \times .10^{-8}) = 0,013$ m

Y la flecha máxima admisible es f = L/360 = 6,4/360 = 0,018 m CUMPLE.

5.8.- ARQUETAS DE DESAGÜE

5.8.1.- MUROS PERIMETRALES

En este caso se utilizan las tablas de Stiglat-Wippel que dan, en función de la relación Ly/Lx, el momento máximo.

La altura máxima de arqueta es de 7 metros. La relación Ly/Lx (altura dividido de lado mayor) es 7/4,75 = 1,47.

Las tablas empleadas para carga uniforme y carga triangular son las siguientes:

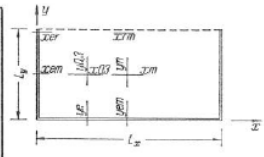
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Placa N.º III/1/a

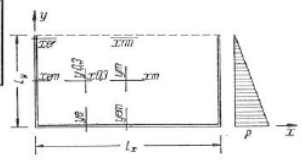
Carga unifo.me p

$K = p \cdot L_x \cdot L_y$ $\quad M = \frac{K}{m}$ $\quad w = \frac{K \cdot L_x^2}{k_w \cdot N}$

$\frac{L_y}{L_x}$	m_{xer}	m_{xem}	m_{xrm}	m_{xm}	$m_{x0,3}$	m_{yem}	m_{ye}	m_{ym}	máx m_y	$\frac{y}{L_y}$	$m_{y0,3}$	máx $m_{y0,3}$	$\frac{y}{L_y}$	k_w
0,25	−8,60	−27,2	77,0	225	174	−9,64	−10,6	−64,3	415	0,88	−84,5	355	0,88	690
0,3	−7,57	−23,0	46,4	126	120	−9,03	−10,7	−88,9	205	0,80	− 116	205	0,80	490
0,4	−6,77	−18,1	26,7	63,6	80,0	−9,02	−10,8	− 670	108	0,75	− 770	145	0,75	330
0,5	−6,86	−15,8	21,3	45,6	65,8	−9,86	−12,0	175	83,4	0,70	235	119	0,70	280
0,6	−7,42	−14,6	19,8	38,6	59,9	−11,1	−13,7	105	80,0	0,65	140	111	0,65	270
0,7	−8,24	−14,3	19,7	35,6	57,1	−12,6	−15,7	91,2	83,5	0,60	119	114	0,60	280
0,8	−9,27	−14,3	20,9	34,2	56,5	−14,2	−17,9	91,7	90,9	0,55	122	119	0,55	300
0,9	−10,4	−14,5	22,4	34,0	57,0	−15,9	−20,2	99,5	99,5	0,50	135	135	0,50	330
1,0	−11,6	−15,0	24,3	34,3	58,2	−17,6	−22,8	113	109	0,45	155	145	0,45	350
1,1	−12,8	−15,6	26,4	34,9	60,0	−19,3	−25,6	130	119	0,40	180	160	0,40	380
1,2	−14,1	−16,2	28,6	35,8	62,2	−21,1	−28,4	155	130	0,35	220	175	0,35	410
1,3	−15,3	−17,0	31,0	37,0	64,9	−22,9	−31,3	190	140	0,32	270	190	0,32	450
1,4	−16,6	−17,9	33,4	38,2	67,8	−24,5	−34,5	235	150	0,30	345	205	0,30	490
1,5	−17,8	−18,8	35,8	39,8	71,0	−26,3	−38,2	295	160	0,28	435	215	0,28	530
$\frac{x}{L_x}$	0; 1,0	0; 1,0	0,5	0,5	0,3; 0,7	0,5	0,3; 0,7	0,5	0,5		0,3; 0,7	0,3; 0,7		0,5
$\frac{y}{L_y}$	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0	0	0,5	Variable		0,5	Variable		1,0



máx $M_{xr} = M_{xrm}$



Placa N.º III/1/b

Carga triangular p Δ

$K = \frac{p \cdot L_x \cdot L_y}{2}$ $\quad M = \frac{K}{m}$ $\quad w = \frac{K \cdot L_x^2}{k_w \cdot N}$

máx $M_{xr} = M_{xrm}$

$\frac{L_y}{L_x}$	m_{xer}	m_{xem}	mín m_{xe}	$\frac{y}{L_y}$	m_{xrm}	m_{xm}	máx m_x	$\frac{y}{L_y}$	$m_{x0,3}$	m_{yem}	m_{ye}	m_{ym}	máx m_y	$\frac{y}{L_y}$	mín m_y	$\frac{y}{L_y}$	$m_{y0,3}$	máx $m_{y0,3}$	$\frac{y}{L_y}$	k_w
0,25	−17,7	−36,5			140	430	140	1,00	300	−13,8	−15,5	−485	310	0,75	—	—	∞	300	0,75	1350
0,30	−15,7	−30,7			85,4	230	85,4	1,00	200	−12,6	−14,1	695	170	0,70	—	—	385	190	0,70	900
0,40	−14,3	−23,9	m_{xer}		48,8	109	48,8	1,00	125	−11,7	−14,0	114	91,0	0,65	—	—	123	110	0,63	610
0,50	−15,0	−20,3			38,9	74,2	38,9	1,00	96,1	−11,7	−14,3	70,8	69,0	0,60	—	—	84,4	83,4	0,56	530
0,60	−17,0	−18,3			36,6	59,2	36,6	1,00	82,0	−12,0	−15,0	59,1	59,1	0,50	—	—	73,3	73,3	0,50	520
0,70	−20,2	−17,2	−16,8	0,60	37,9	51,3	37,9	1,00	74,6	−12,5	−15,8	56,5	56,4	0,47	—	—	72,0	70,5	0,46	560
0,80	−24,6	−16,7	−16,6	0,55	41,5	46,7	40,1	0,80	70,0	−13,0	−16,6	58,6	54,0	0,45	—	—	76,4	70,5	0,42	630
0,90	−30,2	−16,5	−16,5	0,50	47,0	43,9	41,0	0,70	67,5	−13,5	−17,3	63,7	56,9	0,40	−2540	0,90	85,5	72,5	0,38	730
1,00	−37,1	−16,6	−16,5	0,47	54,1	42,2	41,0	0,60	66,5	−14,2	−18,5	72,0	58,8	0,35	− 875	0,90	98,3	75,8	0,35	850
1,10	−45,1	−16,9	−16,8	0,45	63,1	41,3	41,0	0,55	66,7	−14,9	−19,6	83,5	62,5	0,32	− 610	0,90	118	80,8	0,32	990
1,20	−54,1	−17,3	−17,1	0,43	73,8	40,9	40,9	0,50	67,5	−15,6	−20,4	99,0	66,6	0,31	− 525	0,90	140	85,0	0,30	1150
1,30	−64,0	−17,8	−17,4	0,40	86,1	41,1	40,6	0,47	69,0	−16,3	−21,4	119	71,4	0,30	− 495	0,90	170	91,7	0,28	1350
1,40	−74,6	−18,4	−17,7	0,38	100	41,6	41,2	0,45	71,1	−17,0	−22,3	145	76,2	0,30	− 495	0,90	205	100	0,26	1600
1,50	−85,7	−19,2	−18,1	0,36	115	42,4	41,7	0,42	73,6	−17,7	−23,6	180	80,5	0,28	− 515	0,90	265	111	0,25	1850
$\frac{x}{L_x}$	0; 1,0	0; 1,0	0; 1,0		0,5	0,5	0,5		0,3; 0,7	0,5	0,3; 0,7	0,5	0,5		0,5		0,3; 0,7	0,3; 0,7		0,5
$\frac{y}{L_y}$	1,0	0,5	Variable		1,0	0,5	Variable		0,5	0	0	0,5	Variable		Variable		0,5	Variable		1,0

Se ha incluido el listado de cálculo en el Apéndice 7. Como resultado de ello el armado de la arqueta es el siguiente:

MUROS EXTERIORES

Exterior: Malla DN16/15. Interior: Malla DN12/15

MURO CENTRAL

Mojado: Malla DN16/15. Seco: Malla DN12/15

SOLERA

Malla DN12/10 en ambas caras.

5.8.2.- LOSAS DE CIERRE

Es válido lo expuesto para las losas de la arqueta de seccionamiento.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.9.- ARQUETAS DE VENTOSA

5.9.1.- MUROS PERIMETRALES

Para calcular el máximo momento se aplica de nuevo la tabla de Stiglat incluida en el cálculo del desagüe. Se considera una altura máxima de arqueta de 4 metros. En este caso la relación Ly/Lx = 4/3,3 = 1,21. Se ha incluido el cálculo en el Apéndice 7.

El armado resultante es el siguiente:

MUROS

Exterior: Malla DN12/15. Interior: Malla DN12/20

SOLERA

Malla DN12/10 en ambas caras

5.9.2.- LOSAS DE CIERRE

Es válido el cálculo realizado para las losas de la arqueta de seccionamiento.

5.10.- ARQUETA DE CONEXIÓN CON ARTERIA ESTE

5.10.1.- MUROS PERIMETRALES

Se aplica el mismo procedimiento expuesto para las válvulas de seccionamiento. En este caso la longitud de la pared es 7,30 m y la altura 2,74 m, por lo que h/a = 0,375.

Los listados de cálculo se acompañan en el Apéndice 7. Las armaduras resultantes son las siguientes:

- Armadura de flexión (vertical exterior) es DN16/0,20.
- Armadura horizontal interior es DN16/0,20
- El resto se arma con DN 12/20.
- La zapata se arma con DN12/10.

5.10.2.- MACIZOS DE ANCLAJE

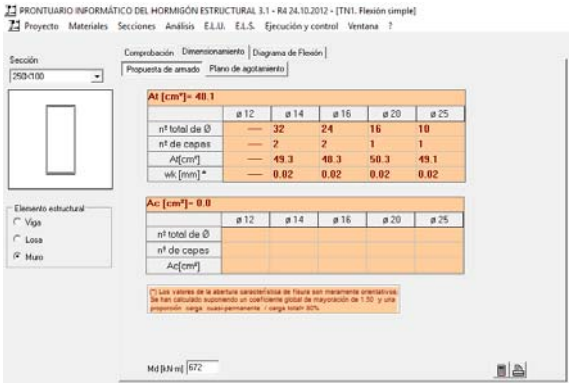
El empuje, según se definió en el Anejo de cálculos mecánicos, es 3.100 kN y cada anclaje ha de soportar la mitad, 1.550 kN. El momento mayorado por metro de longitud es:

$$1{,}3 \times 1.550 \times (0{,}60 + 0{,}40) / 3 = 672 \text{ kN.m}$$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

MACIZO DE ANCLAJE EXTERIOR

La sección es de 2,5 m de canto. Por tanto, según el Prontuario Informático del Hormigón Armado se tiene:



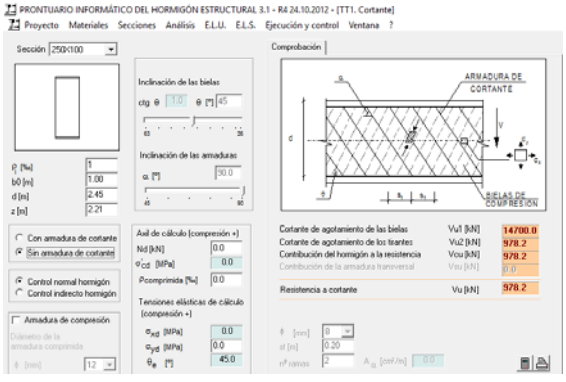
Por lo que se dispondrán DN25/10 en las armaduras verticales. Las armaduras horizontales se arman con cuantía mínima geométrica DN20/10.

La longitud de anclaje para barras en posición 1, hormigón HA-30 y barras de 25 mm es (69.5.1.2 EHE):

$$1{,}5 \times 25^2 = 938 \text{ mm}$$

El cortante por metro de sección es 672 kN.

El cortante que aguanta una sección de 1 m de ancho y 2,5 m de canto es 978,2 kN por lo que no es necesaria armadura de cortante.



Sin embargo es necesario en la zona del tubo disponer un refuerzo de armadura ya que los redondos quedan cortados. Se dispondrán, en ambos paramentos, cercos en posición horizontal atando las barras verticales. Los cercos se dimensionarán para resistir ¾ del empuje total.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

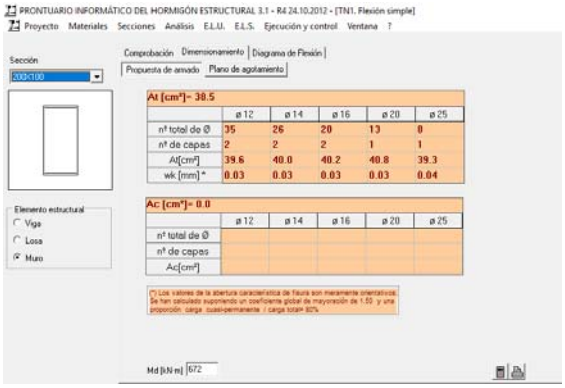
El empuje total por anclaje es 1.550 kN. El empuje mayorado es 1,3 x 1.550 kN = 2.015 kN.

As = ¾ x 201,5 / (5.100/1,15) = 34 cm^2 . Colocando 24 cercos DN 10 (48 ramas), S =37,7 cm^2.

MACIZO DE ANCLAJE INTERIOR

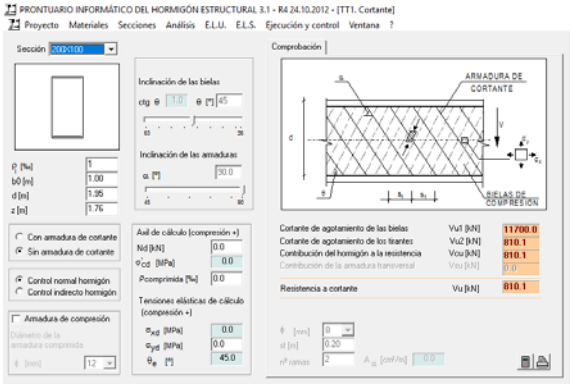
Se dispone un macizo de 3 m de ancho y 2 de canto.

El empuje mayorado por metro es 672 kN como en el caso anterior. El momento asimismo es 672 kN.m/m. Por tanto, para un canto de 2 m se tiene:



Por lo que se dispondrán DN25/10 en las armaduras verticales. Las armaduras horizontales se arman con cuantía mínima geométrica DN16/10.

En cuanto al cortante, la sección de 2 m de canto aguanta sin armadura de cortante aguanta 810,1 kN y el solicitante es 672 kN, por lo que no es necesaria armadura.



5.10.3.- PLETINAS DE ANCLAJE

Se adoptan 6 pletinas de 15 cm de largo y 12 mm de espesor por anclaje, tanto para la conducción de 900 mm como de 1.200 mm, de acuerdo al cálculo realizado para las arquetas de seccionamiento.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.10.4.- LOSAS DE CIERRE

Se define 18 losas de cierre de 2,60 x 1,26 m^2 y 16 mm de espesor, con dos perfiles metálicos intermedios de apoyo. El armado de las losas indicado para las arquetas de seccionamiento es válido también en este caso.

Por lo que respecta a los perfiles de apoyo:

Comprobación de tensión

En este caso la sobrecarga distribuida es:

p = 12,15 kN/m2 x 1,26 x 2.6 = 39,8 kN/m (40 kN/m)

El momento máximo es M = 40 $x7^2$ /12 = 163,3 kN.m

Para un perfil HEB-220 la tensión máxima es

163 x 10^3 / (736 x10^6) = 2,21 x 10^{-4} N/m^2 = 221 N/mm^2 < 275. CUMPLE.

Comprobación de flecha

La flecha máxima es:

(40 kN/m x $7,3^4$)/(384 x 210 x 106 x 8091 x10^{-8}) = 0,017 m

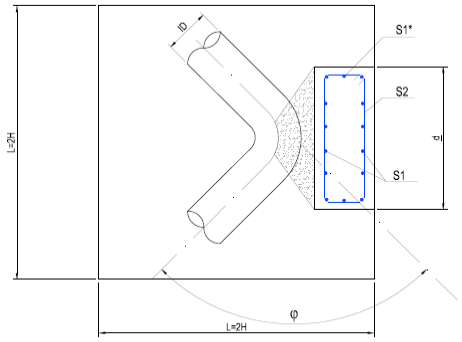
Y la flecha máxima admisible es f = L/360 = 7,3/360 = 0,020 m CUMPLE

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

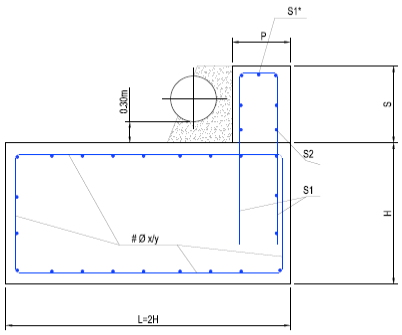
6.- MACIZOS DE ANCLAJE

Se dimensiona el macizo que soporta el empuje como una sección en flexión simple y el resto del macizo se arma mediante cuantías mínimas. Los empujes fueron calculados en el anejo de Cálculos mecánicos.

ÁNGULO	EMPUJE (kN)	MOMENTO (kN)	MOMENTO MAYOR (kN.m)	MOMENTO UNITARIO (kN.m/m)	DIMENSIONES DE LOS MACIZO			H (m)	d (m)	S1+S1*	S2	#ϕx/y
					p min (m)	p (m)	s (m)					
30	1414	1272.6	1654.38	590.85	1.3	1.3	1.7	2.80	2.80	13ϕ25	7ϕ20	#10ϕ10
40	1817	1635.3	2125.89	685.77	1.3	1.3	1.7	3.10	3.10	17ϕ25	7ϕ20	#10ϕ10
50	2166	1949.4	2534.22	756.48	1.3	1.3	1.7	3.35	3.35	21ϕ25	7ϕ20	#10ϕ10
60	2449	2204.1	2865.33	807.14	1.3	1.3	1.7	3.55	3.55	25ϕ25	7ϕ20	#10ϕ10
70	2657	2391.3	3108.69	840.19	1.3	1.3	1.7	3.70	3.70	29ϕ25	7ϕ20	#10ϕ10
80	2784	2505.6	3257.28	846.05	1.3	1.3	1.7	3.85	3.85	32ϕ25	7ϕ20	#10ϕ10
90	2827	2544.3	3307.59	848.10	1.3	1.3	1.7	3.90	3.90	38ϕ25	7ϕ20	#10ϕ10



PLANTA



ALZADO

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7.- CÁLCULO DE TRAMO AUTOPORTANTE

7.1.- INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto el cálculo estructural de un tramo de conducción autoportante, situado entre el P.k. +3+349,30 y P.k. 3+374,30. En el correspondiente apartado se presentan los resultados obtenidos, en función de las diversas hipótesis de carga y acciones consideradas.

7.2.- NORMATIVA CONSIDERADA

Para el diseño del tramo autoportante se han considerado las siguientes normativas:

- *"Normas para Redes de Abastecimiento"* de los Servicios Técnicos de Canal de Isabel II de 2.012.
- *"Steel Pipe – Guide for Design and Installation"* AWWA Manual M-11.
- DB SE-AE – Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la edificación. Código técnico de la edificación.
- NCSR-02 – Norma Construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación.
- EHE-08 – Instrucción de Hormigón Estructural.

7.3.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El tramo autoportante está constituido por un único vano de 25,0 metros de luz, formado mediante una tubería de acero DN1200, de diámetro exterior 1.219 mm y espesor de 20 mm. El tubo cuenta en ambos ejes de apoyo con un anillo de rigidización, y un vuelo exterior de 600 mm. En ambos extremos se ha previsto una brida DN1200 PN25 para el montaje de juntas de expansión, que permitan independizar los movimientos del tramo autoportante de los correspondientes al resto de la conducción. En el estribo 2, se ha diseñado un apoyo móvil para permitir la libre dilatación del tramo.

Los dos estribos se han resuelto mediante dos cabezales con cimentación directa, con protección de escollera frente a la socavación.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7.4.- ACCIONES CONSIDERADAS

7.4.1.- PERMANENTES

Se han considerado las siguientes acciones permanentes:

- Peso específico acero: 78,5 kN/m^3
- Peso específico de agua: 10,0 kN/m^3
- Peso específico hormigón armado: 25,0 kN/m^3

7.4.2.- SOBRECARGA DE USO

Se consideran las siguientes sobrecargas:

- Peso específico de agua: 10,0 kN/m^3

7.4.3.- PRESIÓN EN LA CONDUCCIÓN

Se adopta una presión máxima de 25 atmósferas.

7.4.4.- PESO Y EMPUJES DE TIERRAS

Se considera el empuje de tierras sobre los estribos, adoptando los siguientes parámetros:

- Peso específico de tierras: 20,0 kN/m^3
- Ángulo de rozamiento interno: 35º

7.4.5.- SOBRECARGA DE VIENTO

De acuerdo al DB SE-AE, se considera Zona eólica A, y entorno tipo II “Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia”

7.4.6.- SOBRECARGA DE NIEVE

Se considera despreciable dado que la sección circular impide su acumulación.

7.4.7.- TEMPERATURA

Se considera las acciones por temperatura, adoptando un coeficiente de rozamiento en los apoyos móviles de valor μ=0,50.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7.4.8.- SISMO

Según la Norma NCSR-02, Madrid se sitúa dentro de la zona con aceleración sísmica básica menor de 0,04 g, no siendo necesario la aplicación de la misma.

7.5.- CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

Para el diseño de las cimentaciones se han considerado los siguientes condicionantes geotécnicos:

- Tensión admisible del terreno: 150 kPa
- Coeficiente mínimo de seguridad al deslizamiento: 1,5
- Coeficiente mínimo de seguridad al vuelco: 2,0

7.6.- MATERIALES

El diseño contempla los siguientes materiales:

- ACERO EN CONDUCCIONES: X60 según API-5L
- ACERO EN PERNOS: Calidad 5.6
- ACERO EN PLACAS EMBEBIDAS EN ESTRIBOS: S275
- HORMIGÓN: HA-30/B/20/IIb
- ACERO EN ARMADURAS: B500S

7.7.- CRITERIOS DE DISEÑO

7.7.1.- CONDUCCIÓN

La conducción se ha diseñado siguiendo los criterios de la norma *"Steel Pipe – Guide for Design and Installation"* AWWA Manual M-11. De acuerdo con esta norma se limita la tensión de Von Mises al 33% del límite elástico del acero. Para un acero X60según API-5L, con un límite elástico de 60.000 psi, la tensión admisible resulta ser de 136,5 MPa.

Los cálculos se incluyen en el Apéndice Dimensionamiento de la conducción del tramo autoportante.

7.7.2.- ESTRIBOS

Los estribos se han diseñado de acuerdo a los condicionantes geotécnicos, y siguiendo las indicaciones de la norma EHE.

Los cálculos se incluyen en el Apéndice de dimensionamiento de estribos del tramo autoportante.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICES

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 1

MODELO DE TABLERO. CIVILCAD

Geometría

```
** CivilCAD2000 - Versión 53.5-4710 - Autores: L.M.Callís, J.M.Roig, I.Callís **
*******************************************************************************

PROYECTO DE TABLERO DE VIGAS
****************************

Listado generado el día 01-12-2009 a las 23:25:15.

Nombre del proyecto : pasoriojarama

Definición en planta
====================

Contorno izquierdo del tablero
------------------------------

  Punto       x            y
--------------------------------
    1     -10.000       3.900
    2      48.370       3.900

Contorno derecho del tablero
----------------------------

  Punto       x            y
--------------------------------
    1     -10.000       0.000
    2      48.370       0.000

Ejes de apoyos
--------------

Vano  1
--------
    Eje 1
         Punto       x            y
         1          0.000       0.000
         2         -0.000       3.900
    Eje 2
         Punto       x            y
         1         38.370       0.000
         2         38.370       3.900

Ejes de las vigas
-----------------

Vano  1
--------
 Viga  1
 --------
   Apoyo 1
        x1 =       0.000
        y1 =       3.200

   Apoyo 2
        x2 =      38.370
        y2 =       3.200
 Viga  2
 --------
   Apoyo 1
        x1 =       0.000
        y1 =       0.700
   Apoyo 2
        x2 =      38.370
        y2 =       0.700
```


Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

```
Descripción de los apoyos
-------------------------

Vano  1
--------
 Viga  1
 --------
    Longitud de culata           :  0.500 m
    Número de apoyos por extremo :      1
 Viga  2
 --------
    Longitud de culata           :  0.500 m
    Número de apoyos por extremo :      1

Sección de las vigas
====================

Forma de la sección
-------------------

Vano  1
--------
 Viga  1
 --------
     Forma : Doble T
     Tipo  : N185
 Viga  2
 --------
     Forma : Doble T
     Tipo  : N185

Tipos de sección
----------------

Sección en doble T
  Tipo : N185
    Parámetros :
      A :       70.000 cm
      B :       15.000 cm
      C :      140.000 cm
      D :        5.000 cm
      E :        5.000 cm
      F :        5.000 cm
      G :       45.000 cm
      H :      110.000 cm
      I :       30.000 cm
      J :        5.000 cm
      K :       15.000 cm
      L :       15.000 cm
      M :       15.000 cm
      N :       11.000 cm

Recrecido del alma de las vigas en las zonas de apoyos
======================================================

 Lr : longitud de la zona de recrecido (m).
 Br : anchura del alma recrecida (m).
 Tr : longitud transición (m).

Vano  1
--------
 Viga  1
 --------
    Lr =    0.000 ,   Br =    0.000 ,   Tr =    0.000
```

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

```
 Viga  2
 --------
    Lr =    0.000 ,    Br =    0.000 ,    Tr =    0.000

Materiales
==========

 Hormigón de las vigas :
------------------------

    Nombre : HP-45

Tipo : Hormigón.

  Módulo de Young E (T/m2) :                          3258000.00
  Resistencia característica fck(T/m2) :                 4591.80
  Coefic. de minoración para situación persistente :        1.500
  Coefic. de minoración para situación accidental :         1.300
  Deformación máxima de compresión :                      0.00350
  Deformación de cambio de tramo en la ley parábola-rectángulo :   0.00200

 Hormigón de la losa :
----------------------

    Nombre : HA-30

Tipo : Hormigón.

  Módulo de Young E (T/m2) :                          2916000.00
  Resistencia característica fck(T/m2) :                 3061.20
  Coefic. de minoración para situación persistente :        1.500
  Coefic. de minoración para situación accidental :         1.300
  Deformación máxima de compresión :                      0.00350
  Deformación de cambio de tramo en la ley parábola-rectángulo :   0.00200

 Acero de la armadura pasiva de la viga :
-----------------------------------------

    Nombre : B500S

Tipo : Acero de dureza natural.

  Módulo de Young E (T/m2) :                         20408160.00
  Resistencia característica fyk(T/m2) :                51020.00
  Coefic. de minoración para situación persistente :        1.150
  Coefic. de minoración para situación accidental :         1.000
  Deformación máxima de compresión :                      0.01000
  Deformación máxima de tracción :                       -0.01000

 Acero de la armadura pasiva de la losa :
-----------------------------------------

    Nombre : B500S

Tipo : Acero de dureza natural.

  Módulo de Young E (T/m2) :                         20408160.00
  Resistencia característica fyk(T/m2) :                51020.00
  Coefic. de minoración para situación persistente :        1.150
  Coefic. de minoración para situación accidental :         1.000
  Deformación máxima de compresión :                      0.01000
  Deformación máxima de tracción :                       -0.01000
```

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

```
 Acero de la armadura activa de la viga :
-----------------------------------------

    Nombre : Y1860S7

Tipo : Acero para pretensar.

  Módulo de Young E (T/m2) :                          19387760.00
  Resistencia característica fyk(T/m2) :               173660.00
  Coefic. de minoración para situación persistente :        1.150
  Coefic. de minoración para situación accidental :         1.000
  Deformación máxima de compresión :                      0.03500
  Deformación máxima adicional a la inicial :            -0.01000
  Deformación máxima de tracción :                       -0.03500

Espesor de la losa
==================

  Espesor constante de 0.200 m
  Espesor de la losa considerado para el cálculo de esfuerzos locales:  0.200 m
```

Pretensado

```
Definición del pretensado
=========================

Vano  1. Viga  1
----------------

  Fila 1
  --------
   Distancia cdg-fibra inferior :          0.100 m
   Area de acero de cada cordón :          1.400 cm2
   Numero de cordones           :             10
   Resistencia última del acero :      19000.000 Kp/cm2
   Longitud de entubamiento     :          0.000 m
   Tensión de tesado            :      13950.000 Kp/cm2

  Fila 2
  --------
   Distancia cdg-fibra inferior :          0.135 m
   Area de acero de cada cordón :          1.400 cm2
   Numero de cordones           :             12
   Resistencia última del acero :      19000.000 Kp/cm2
   Longitud de entubamiento     :          7.500 m
   Tensión de tesado            :      13950.000 Kp/cm2

  Fila 3
  --------
   Distancia cdg-fibra inferior :          0.100 m
   Area de acero de cada cordón :          1.400 cm2
   Numero de cordones           :              6
   Resistencia última del acero :      19000.000 Kp/cm2
   Longitud de entubamiento     :          2.000 m
   Tensión de tesado            :      13950.000 Kp/cm2

 Viga  2
 --------
  Fila 1
  --------
   Distancia cdg-fibra inferior :          0.100 m
   Area de acero de cada cordón :          1.400 cm2
   Numero de cordones           :             10
   Resistencia última del acero :      19000.000 Kp/cm2
   Longitud de entubamiento     :          0.000 m
   Tensión de tesado            :      13950.000 Kp/cm2
```

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

```
  Fila 2
  --------
   Distancia cdg-fibra inferior :          0.135 m
   Area de acero de cada cordón :          1.400 cm2
   Numero de cordones           :             12
   Resistencia última del acero :      19000.000 Kp/cm2
   Longitud de entubamiento     :          7.500 m
   Tensión de tesado            :      13950.000 Kp/cm2

  Fila 3
  --------
   Distancia cdg-fibra inferior :          0.100 m
   Area de acero de cada cordón :          1.400 cm2
   Numero de cordones           :              6
   Resistencia última del acero :      19000.000 Kp/cm2
   Longitud de entubamiento     :          2.000 m
   Tensión de tesado            :      13950.000 Kp/cm2

Definición de la armadura pasiva de las vigas
=============================================

Vano  1
--------
 Viga  1
 --------
  Fila 1
  ------
   Distancia cdg-fibra inferior :          3.500 cm
   Diámetro de las barras       :             12 mm
   Número de barras             :              4
   Longitud de recorte          :          0.000 m

 Viga  2
 --------
  Fila 1
  ------
   Distancia cdg-fibra inferior :          3.500 cm
   Diámetro de las barras       :             12 mm
   Número de barras             :              4
   Longitud de recorte          :          0.000 m

Definición de la armadura pasiva de la losa
===========================================

Vano  1
--------
 Armadura longitudinal superior : Fi  12 a 0.200 m
 Armadura longitudinal inferior : Fi  12 a 0.200 m
 Armadura transversal superior  : Fi  12 a 0.200 m
 Armadura transversal inferior  : Fi  12 a 0.200 m

 Recubrimiento mecánico superior  : 0.050 m
 Recubrimiento mecánico inferior  : 0.050 m

Calendario
==========

  Día en que se hormigona la viga        : 0
  Día en que se transfiere el pretensado :3
  Día en que se hormigona la losa                          :20
  Número de días entre hormigonado y fraguado de la losa :3
  Día en que se aplica la carga permanente sobre la losa :60
```

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Acciones

```
Acciones sobre el puente
========================

Peso Propio
-----------

  Densidad del hormigón (T/m3): 2.50

Superestructura
---------------

 Peso del pavimento con el espesor de proyecto (T/m2): 0.717
  El programa incluye en el cálculo el aumento en un 50% del valor del
  peso de pavimento de proyecto, tal como se establece en la norma IAP.

 Acera izquierda :
  peso (T/m) :0.100
  anchura (m) :1.150
  distancia del centro de gravedad al borde del tablero (m) :0.050

 Acera derecha :
  peso (T/m) :0.100
  anchura (m) :1.150
  distancia del centro de gravedad al borde del tablero (m) :0.050

Sobrecarga repartida de tráfico
-------------------------------

  Sobrecarga repartida actuante en el tablero (T/m2)        : 0.11
  Zona sin acción de la sobrecarga en el borde izquierdo (m): 0.100
  Zona sin acción de la sobrecarga en el borde derecho (m)  : 0.100

Gradiente térmico
-----------------

  Coeficiente de dilatación térmica (E-5)(1/ºC): 1.00
  Diferencia de temp. positiva entre cara sup. e inf.(ºC)  : 16.900
  Diferencia de temp. positiva entre cara inf. y sup.(ºC)  : -3.000

Descenso de apoyos
------------------

  Máximo descenso relativo de apoyos a tiempo cero (m.)    : 0.025
  Máximo descenso relativo de apoyos a tiempo infinito (m.): 0.000

Humedad
-------

  Humedad relativa (%): 59.00
```

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Coeficientes de seguridad
==========

Coeficientes parciales de seguridad

	Est. Límite Servicio		Estado Límite Ultimo	
	Combinaciones caract. frecuente y casi-perm		Situac. Persistente y transitoria	
Acción	Coef.Fav.	Coef.Desf.	Coef.Fav.	Coef.Desf.
PP	1.00	1.00	1.00	1.35
PL	1.00	1.00	1.00	1.35
SE	1.00	1.00	1.00	1.35
SR	0.00	1.00	0.00	1.50
CA	0.00	1.00	0.00	1.50
GT	0.00	1.00	0.00	1.50
DA	0.00	1.00	0.00	1.50
TI	0.95	1.05	1.00	1.00
TP	1.00	1.00	1.00	1.35
RT	0.00	1.00	0.00	1.35
FL	0.00	1.00	0.00	1.35

PP : Peso propio de la viga.
PL : Peso propio de la losa.
SE : Superestructura.
SR : Sobrecarga repartida.
CA : Paseo del carro de cargas puntuales.
GT : Gradiente térmico.
DA : Descenso de apoyos.
TI : Acción instantánea del pretensado.
TP : Pérdidas diferidas del pretensado.
RT : Retracción de los hormigones de viga y losa.
FL : Fluencia de los hormigones de viga y losa.

Coeficientes de combinación

Coeficiente del valor de combinación Psi0 : 0.600
Coeficiente del valor frecuente Psi1 : 0.500
Coeficiente del valor casi-permanente Psi2: 0.200

Coeficientes de retracción y fluencia a tiempo infinito:

Resistencia característica del hormigón de la viga (Kg/cm2): 459.18
Resistencia característica del hormigón de la losa (Kg/cm2): 306.12
Humedad relativa (%): 59.0
Día en que se produce el tesado de las vigas: 3.0

Vano 1.Viga 1
Espesor ficiticio de la sección transversal de la viga (mm): 196.0
Espesor ficiticio de la sección transversal de la losa (mm): 312.0
Coef. de retracción de la viga entre el fraguado de la losa y tiempo infinito: 0.00029231
Coef. de retracción de la losa a tiempo infinito: 0.00037710
Coef. de fluencia de la viga entre el fraguado de la losa y tiempo infinito:
- Por acción del tesado de la viga: 1.526
- Por peso propio de la losa: 1.335
- Por superestructura: 1.370
Coef. de fluencia de la losa a tiempo infinito:
- Por superestructura: 1.922

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

```
   Vano  1.Viga  2
   Espesor ficiticio de la sección transversal de la viga (mm): 196.0
   Espesor ficiticio de la sección transversal de la losa (mm): 312.0
   Coef. de retracción de la viga entre el fraguado de la losa y tiempo infinito:
0.00029231
   Coef. de retracción de la losa a tiempo infinito: 0.00037710
   Coef. de fluencia de la viga entre el fraguado de la losa y tiempo infinito:
    - Por acción del tesado de la viga: 1.526
    - Por peso propio de la losa: 1.335
    - Por superestructura: 1.370
   Coef. de fluencia de la losa a tiempo infinito:
    - POR SUPERESTRUCTURA: 1.922
```

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

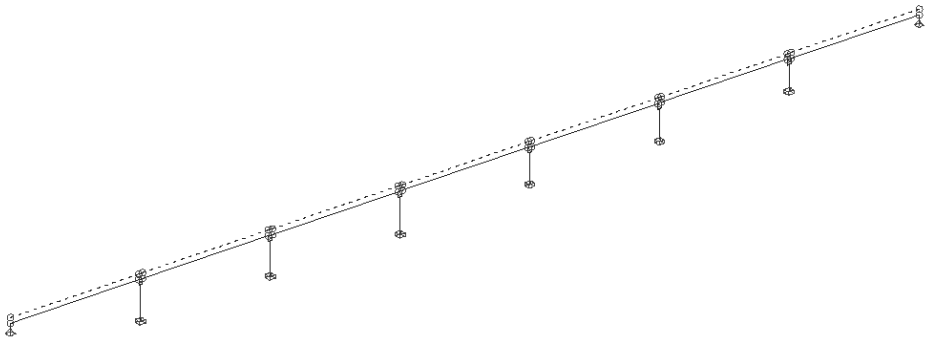
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 2

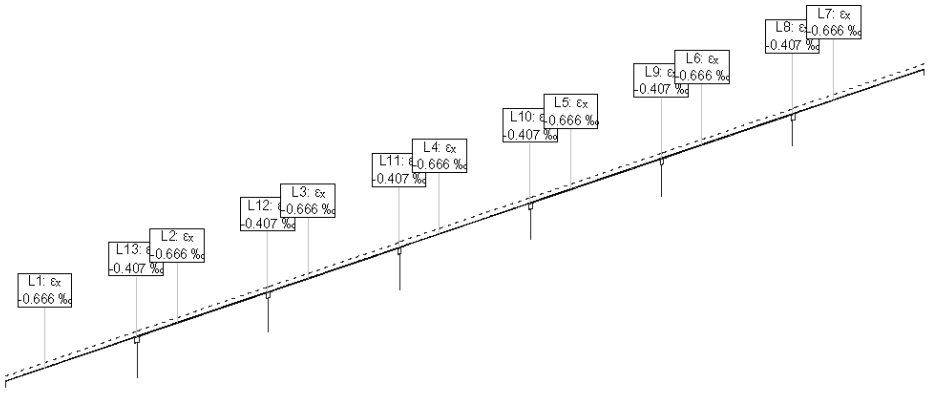
MODELO DE ACCIONES HORIZONTALES. STATIK

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama		Página 21 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS	MGR	Statik-5 - Version 2.01

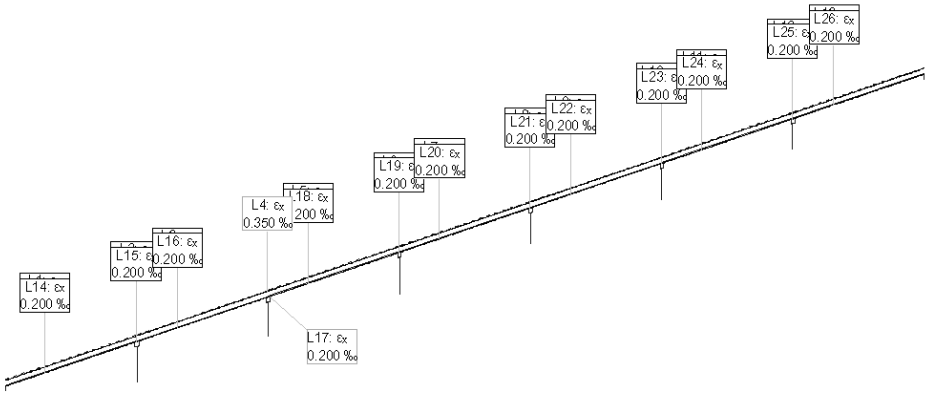
Estructura



Hipótesis de carga HC2: REOLOGIA



Hipótesis de carga HC3: TEMPERATURA UNIFORME (+)



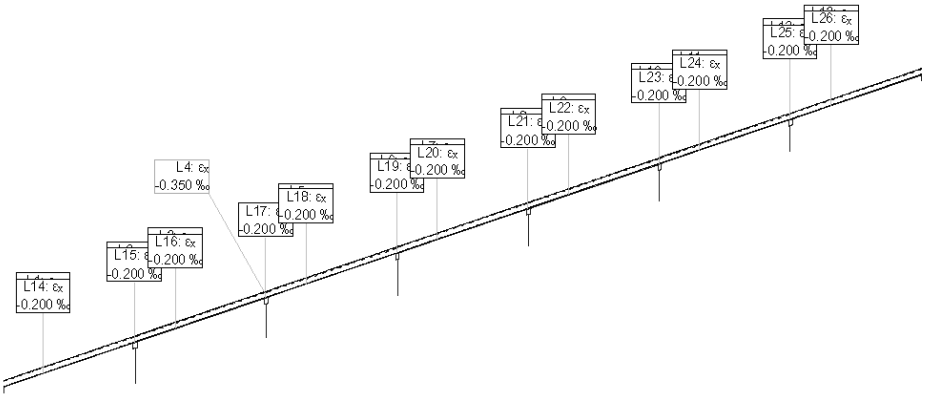
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

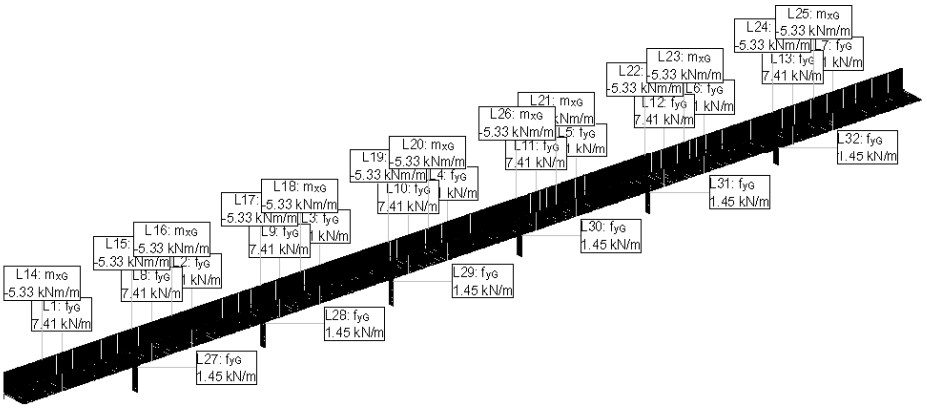
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama	Página 22 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS MGR	Statik-5 - Version 2.01

Hipótesis de carga HC4: TEMPERATURA UNIFORME (-)



Hipótesis de carga HC5: Viento Tm SSC



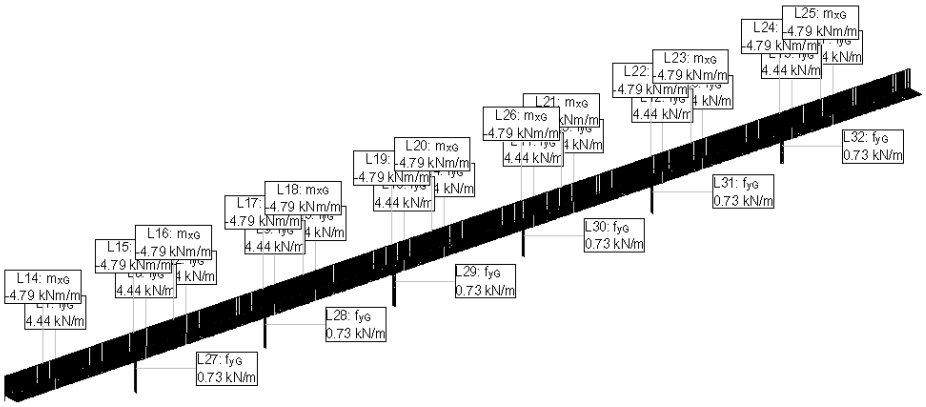
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

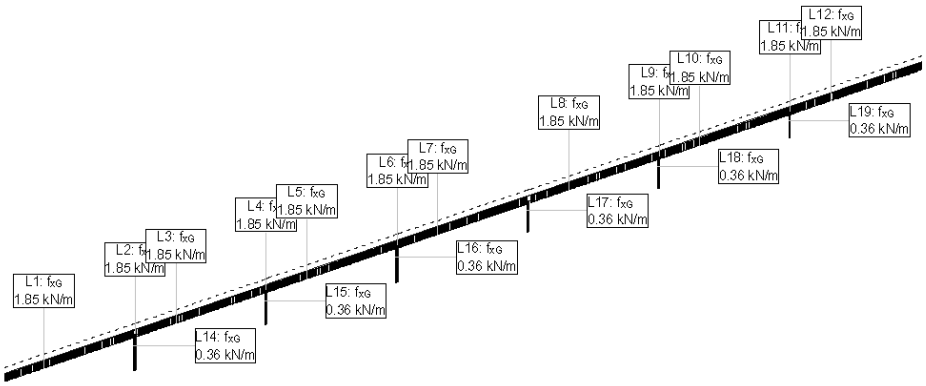
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama	Página 23 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS MGR	Statik-5 - Version 2.01

Hipótesis de carga HC6: Viento Trn CSC



Hipótesis de carga HC7: Viento Lon SSC



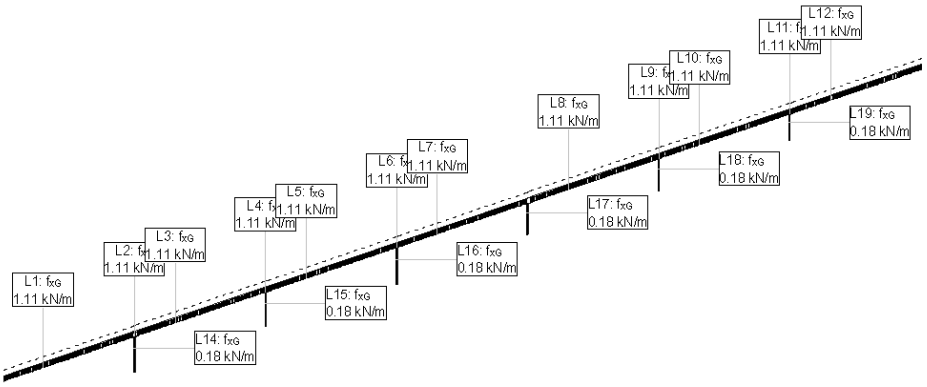
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

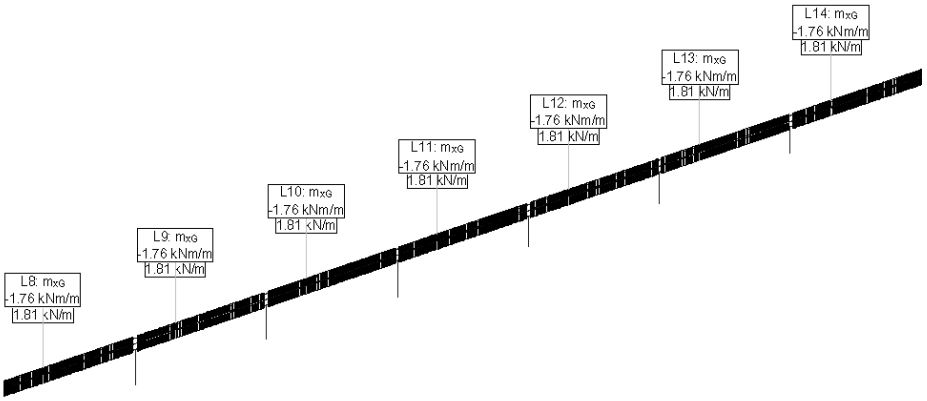
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama		Página 24 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS	MGR	Statik-5 - Version 2.01

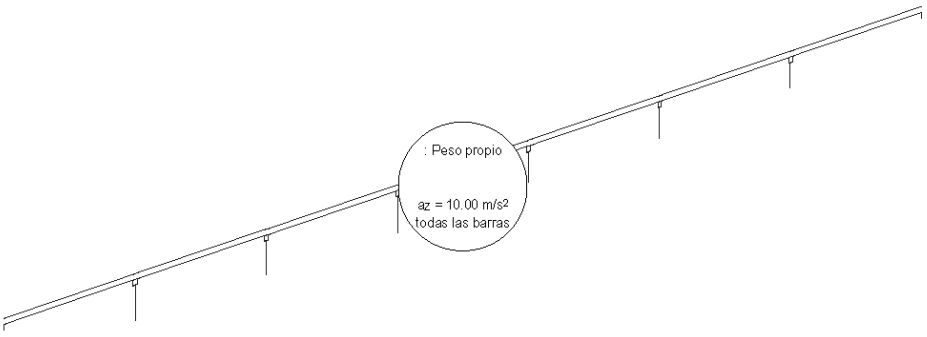
Hipótesis de carga HC8: Viento Lon CSC



Hipótesis de carga HC9: Viento Vertical



Hipótesis de carga PP: Peso propio



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Paso sobre el río Jarama Paso Sobre el río Jarama		Página 25 01.12.09, 23:11
PAYMACOTAS	MGR	Statik-5 - Version 2.01

Especificación de envolventes: TEMPERATURA

Descripción
Situación de diseño estándar: Estado de límite servicio, combinación ocasional

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	Combinaciones de acción
1	Sobrecargas	1		
2	Cargas de viento	1		
3	Acción de temperaturas	1	1	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones
para el límite declaran la especificación TEMPERATURA

Acción	Alt	aditivo	exclusivo	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Sobrecargas		permanente		HC10 Rigidez Pila 1	1.000	
		permanente		HC11 Rigidez Pila 2	1.000	
		permanente		HC12 Rigidez Pila 3	1.000	
		permanente		HC13 Rigidez Pila 4	1.000	
		permanente		HC14 Rigidez Pila 5	1.000	
		permanente		HC15 Rigidez Pila 6	1.000	
Cargas de viento		si es crítico		HC5 Viento Trn SSC	1.000	
		p&lus donde crí		HC7 Viento Lon SSC	1.000	
		p&lus donde crí		HC6 Viento Trn CSC	1.000	
		p&lus donde crí		HC8 Viento Lon CSC	1.000	
		p&lus donde crí		HC9 Viento Vertical	1.000	
Acción de temperatura		si es crítico	tampoco	HC3 TEMPERATURA UNIFORME (+)	1.000	
			o	HC4 TEMPERATURA UNIFORME (-)	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Especificación de envolventes: VIENTOS

Descripción
Situación de diseño estándar: Estado de límite servicio, combinación ocasional

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	Combinaciones de acción
1	Sobrecargas	1		
2	Cargas de viento	1	1	
3	Acción de temperaturas	1		

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones
para el límite declaran la especificación VIENTOS

Acción	Alt	aditivo	exclusivo	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Sobrecargas		permanente		HC10 Rigidez Pila 1	1.000	
		permanente		HC11 Rigidez Pila 2	1.000	
		permanente		HC12 Rigidez Pila 3	1.000	
		permanente		HC13 Rigidez Pila 4	1.000	
		permanente		HC14 Rigidez Pila 5	1.000	
		permanente		HC15 Rigidez Pila 6	1.000	
Cargas de viento		si es crítico	tampoco	HC5 Viento Trn SSC	1.000	
			o	HC7 Viento Lon SSC	1.000	
			o	HC6 Viento Trn CSC	1.000	
			o	HC8 Viento Lon CSC	1.000	
		p&lus donde crí	o	HC9 Viento Vertical	1.000	
Acción de temperatura		si es crítico	tampoco	HC3 TEMPERATURA UNIFORME (+)	1.000	

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\PasoRioJarama.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

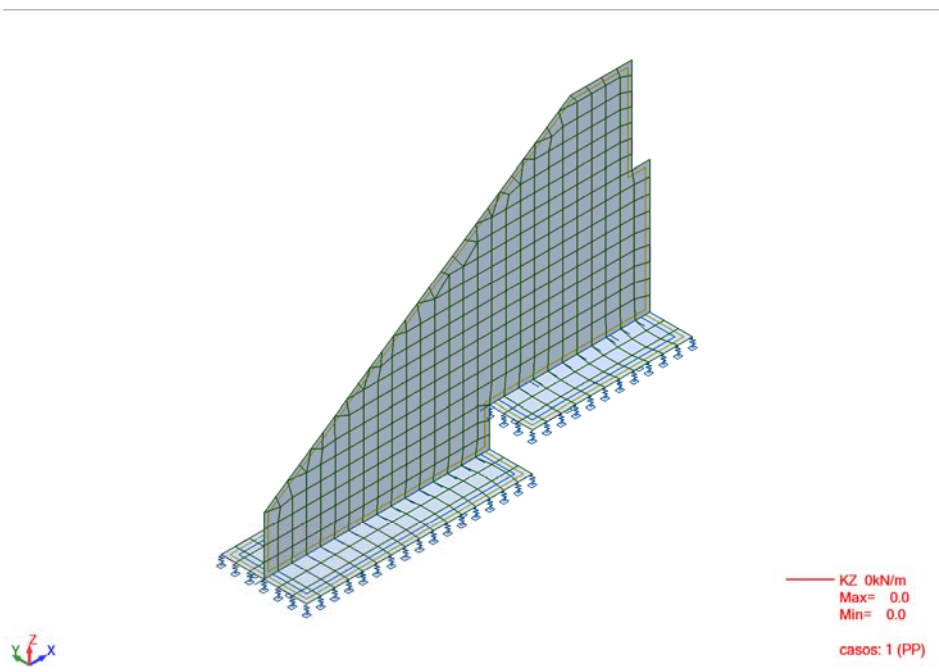
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 3

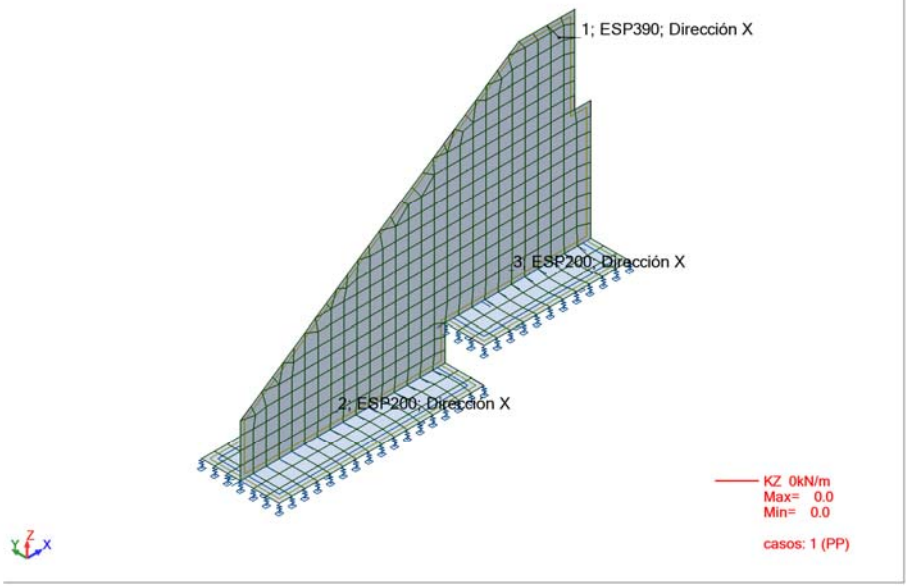
MODELO DE CÁLCULO. ESTRIBO 1. AUTODESK ROBOT 2009

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2009
Autor :
Dirección :
Archivo :
Proyecto :

E1 - Modelo: Vista General



E1 - Modelo: Paneles



Fecha : 01/12/09
Página : **1**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2009
Autor : Archivo :
Dirección : Proyecto :

E1 - Modelo: Apoyos

	Nombre del apoyo	Lista de nudos	Lista de bordes	Lista de objetos	Condiciones de apoyo
	Suelo_E1	352A417 423A427 433A446 451A454 461A514 519A521 420 457 458 516 525A535		2 3	KZ=4190.00 (kN/m) RZ
	FijoXY	539A542 544 546A548 550A 266A269 271A273 278A286 288 289 311A319 322 324	1_BORDE(1 3)		UX UY

E1 - Modelo: Paneles Tabla

Panel	Espesor	Material	Tipo de malla	Tipo de armado	Espesor (cm)
1	ESP390	HA - 30	Coons	Dirección X	390.00
2	ESP200	HA - 30	Coons	Dirección X	200.00
3	ESP200	HA - 30	Coons	Dirección X	200.00

E1 - Modelo: Cargas (Tabla)

	Caso	Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	1	PP	peso propio	1A3	PZ Menos Coef=1.00
	2	Reolog	(EF) fuerza en el punto		FX=156.46(kN) FZ=-294.11(kN) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	3	T+	(EF) fuerza en el punto		FX=54.20(kN) FZ=75.86(kN) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	4	T-	(EF) fuerza en el punto		FX=-54.20(kN) FZ=-75.86(kN) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	5	PPviga+CPerm	(EF) fuerza en el punto		FZ=-1066.24(kN) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	6	Agua	(EF) fuerza en el punto		FZ=-223.20(kN) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	6	Agua	(EF) fuerza en el punto		FX=822.32(kN) FZ=-2001.71(kN) X=8.69(m) Z=2.02(m)
	6	Agua	(EF) fuerza en el punto		FX=-822.32(kN) FZ=2001.71(kN) X=21.84(m) Z=15.17(m)
	7	SC	(EF) fuerza en el punto		FZ=-80.96(kN) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	7	SC	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-4.00(kN/m) FZ2=-4.00(kN/m) N1X=21.52(m) N1Y=0.0(m) N1Z=18.64(m) N2X=0.0(m) N2Y=0.0(m) N2Z=4.06(m)
	7	SC	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-4.00(kN/m) FZ2=-4.00(kN/m) N1X=25.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=18.64(m) N2X=21.52(m) N2Y=0.0(m) N2Z=18.64(m)
	8	VV+-	(EF) fuerza en el punto		FZ=27.82(kN) CX=-37.23(kNm) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	9	VV--	(EF) fuerza en el punto		FZ=-27.82(kN) CX=-37.23(kNm) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	10	VV++	(EF) fuerza en el punto		FZ=27.82(kN) CX=37.23(kNm) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	11	VV-+	(EF) fuerza en el punto		FZ=-27.82(kN) CX=37.23(kNm) X=26.68(m) Z=11.95(m)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2009
Autor : Archivo :
Dirección : Proyecto :

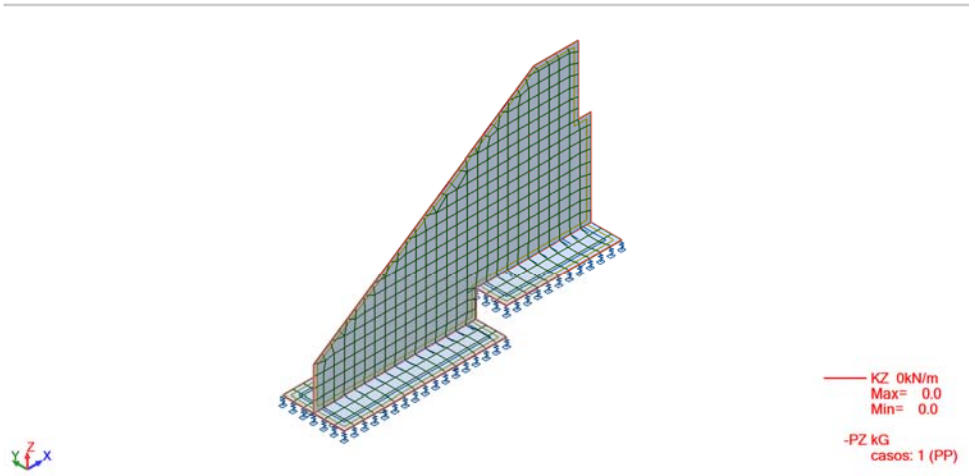
Caso		Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	12	VTSSC+	(EF) fuerza en el punto		FY=159.40(kN) CX=-385.50(kNm) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	12	VTSSC+	(EF) uniforme	1	PY=2.12(kN/m2)
	13	VTSSC-	(EF) uniforme	1	PY=-2.12(kN/m2)
	13	VTSSC-	(EF) fuerza en el punto		FY=-159.40(kN) CX=385.50(kNm) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	14	VTCSC+	(EF) uniforme	1	PY=1.06(kN/m2)
	14	VTCSC+	(EF) fuerza en el punto		FY=96.26(kN) CX=-264.75(kNm) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	15	VTCSC-	(EF) fuerza en el punto		FY=-96.26(kN) CX=264.75(kNm) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	15	VTCSC-	(EF) uniforme	1	PY=-1.06(kN/m2)
	16	VLSSC+	(EF) uniforme	1	PX=0.65(kN/m2)
	16	VLSSC+	(EF) fuerza en el punto		FX=45.65(kN) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	17	VLSSC-	(EF) fuerza en el punto		FX=-45.65(kN) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	17	VLSSC-	(EF) uniforme	1	PX=-0.65(kN/m2)
	18	VLCSC+	(EF) uniforme	1	PX=0.26(kN/m2)
	18	VLCSC+	(EF) fuerza en el punto		FX=27.37(kN) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	19	VLCSC-	(EF) fuerza en el punto		FX=-27.37(kN) X=26.68(m) Z=11.95(m)
	19	VLCSC-	(EF) uniforme	1	PX=-0.26(kN/m2)

Fecha : 01/12/09 Página : 3

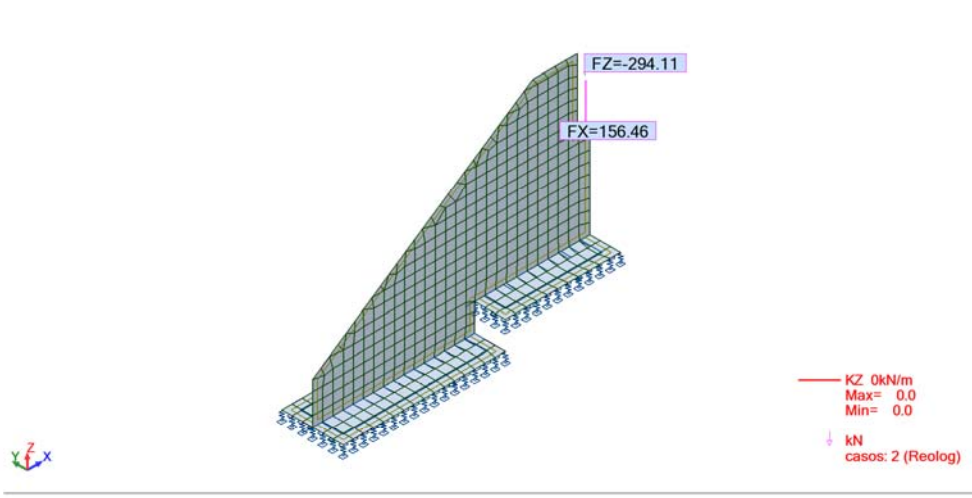
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2009
Autor :
Dirección :
Archivo :
Proyecto :

E1 - Modelo: Cargas - Peso Propio



E1 - Modelo: Cargas - Reologia

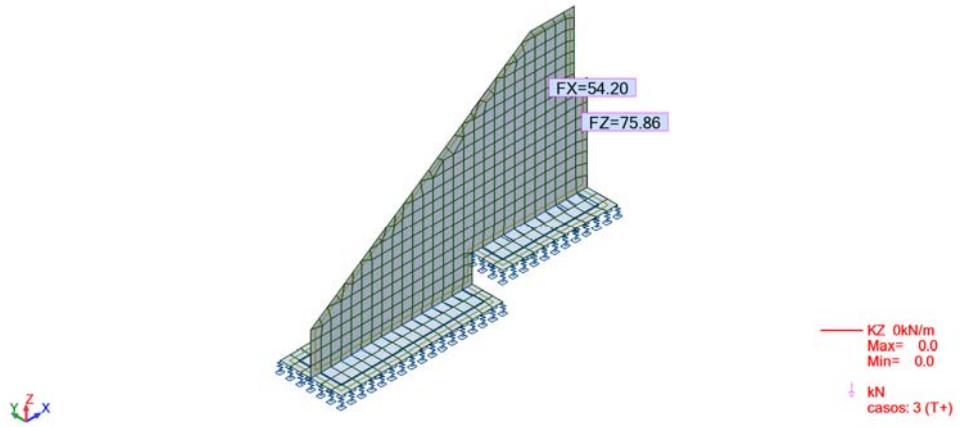


Fecha : 01/12/09
Página : **4**

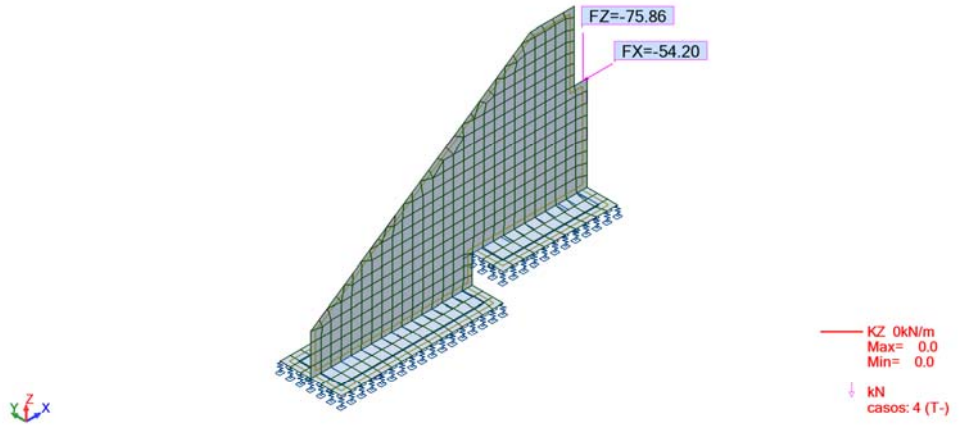
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2009
Autor :
Dirección :
Archivo :
Proyecto :

E1 - Modelo: Cargas - Temp uniforme (+)



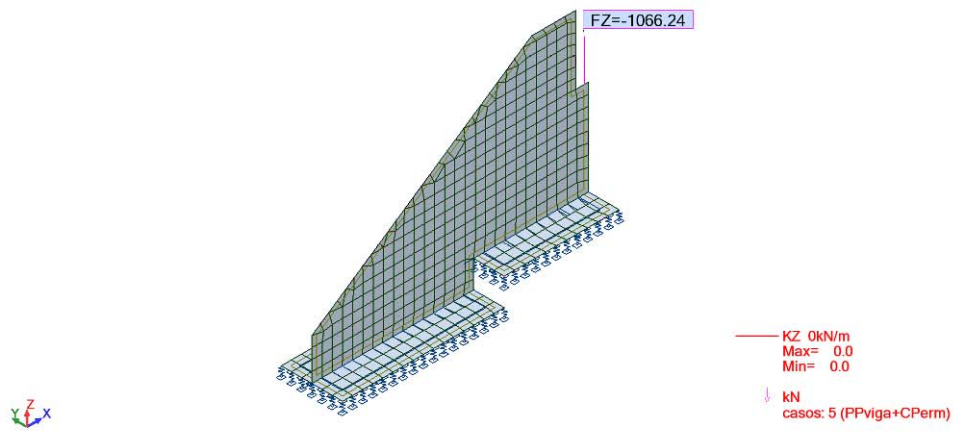
E1 - Modelo: Cargas - Temp uniforme (-)



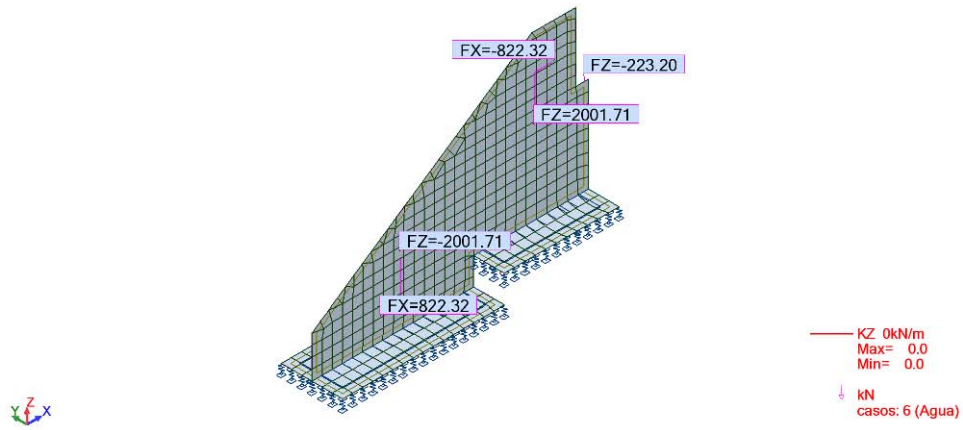
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2009
Autor :
Dirección :
Archivo :
Proyecto :

E1 - Modelo: Cargas - PPviga + Carga Permanente



E1 - Modelo: Cargas - Agua

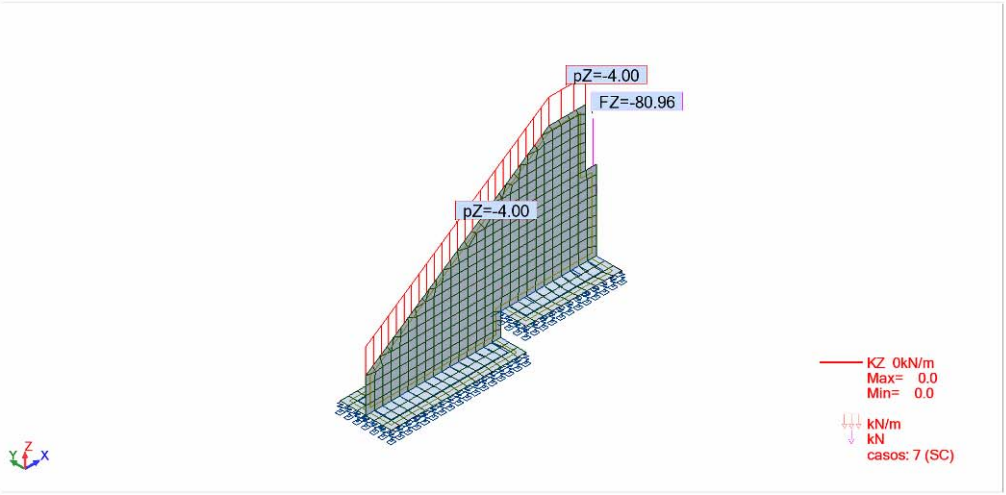


Fecha : 01/12/09
Página : **6**

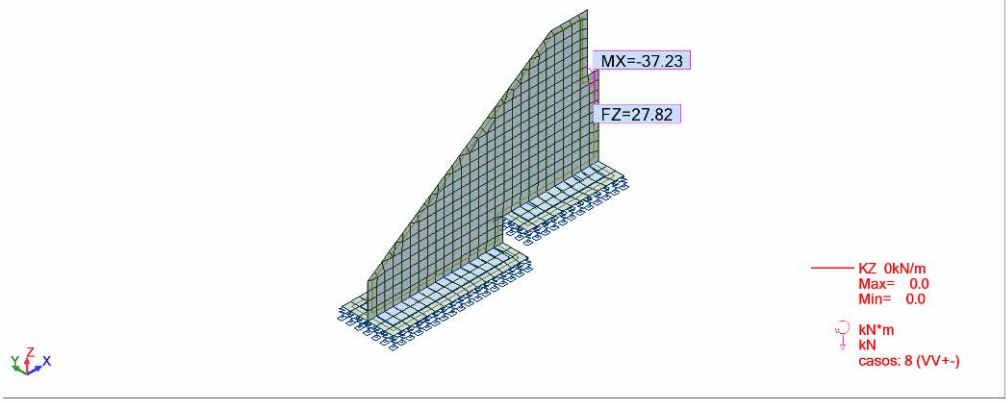
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2009
Autor :
Dirección :
Archivo :
Proyecto :

E1 - Modelo: Cargas - Sobrecarga



E1 - Modelo: Cargas - Viento Vertical

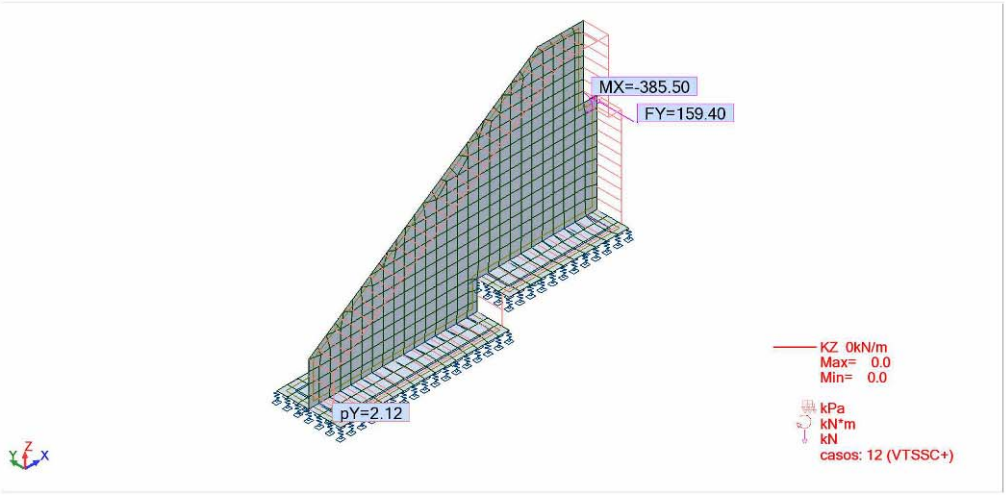


Fecha : 01/12/09
Página : **7**

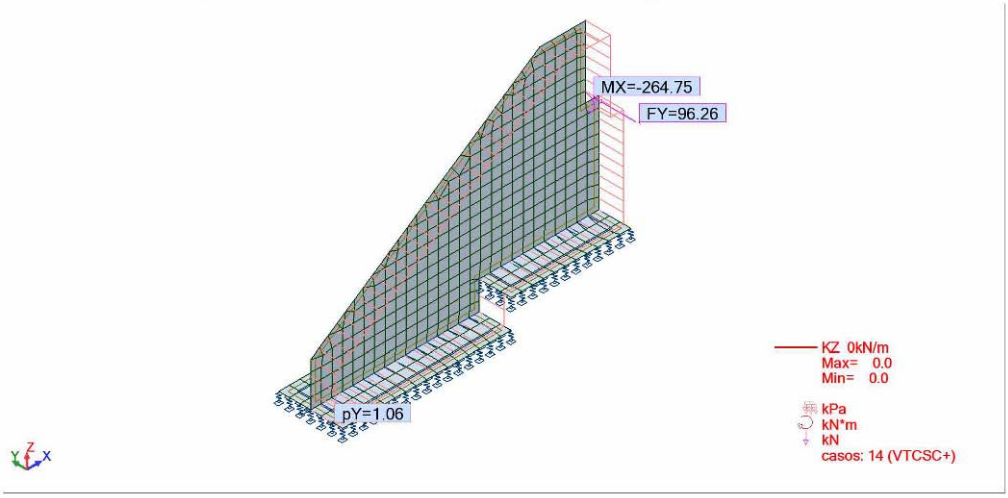
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2009
Autor :
Dirección :
Archivo :
Proyecto :

E1 - Modelo: Cargas - Viento Transversal sin Sobrecarga



E1 - Modelo: Cargas - Viento Transversal con Sobrecarga

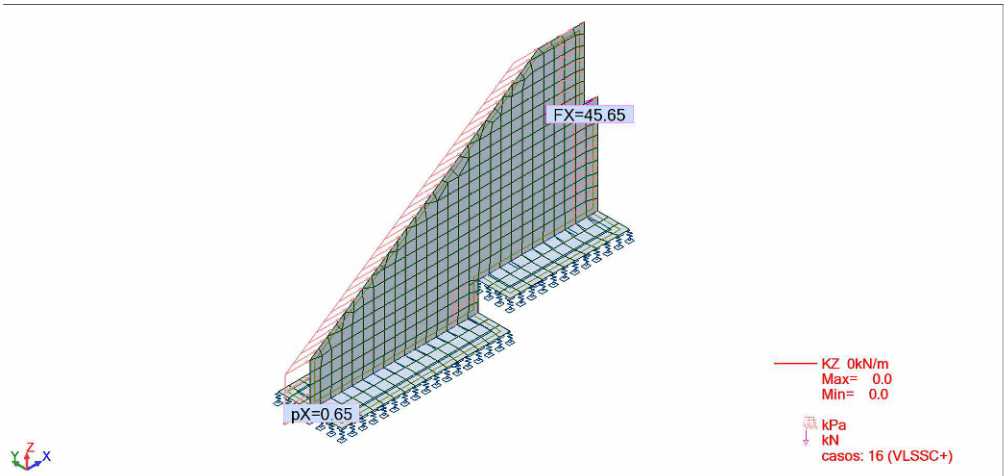


Fecha : 01/12/09
Página : **8**

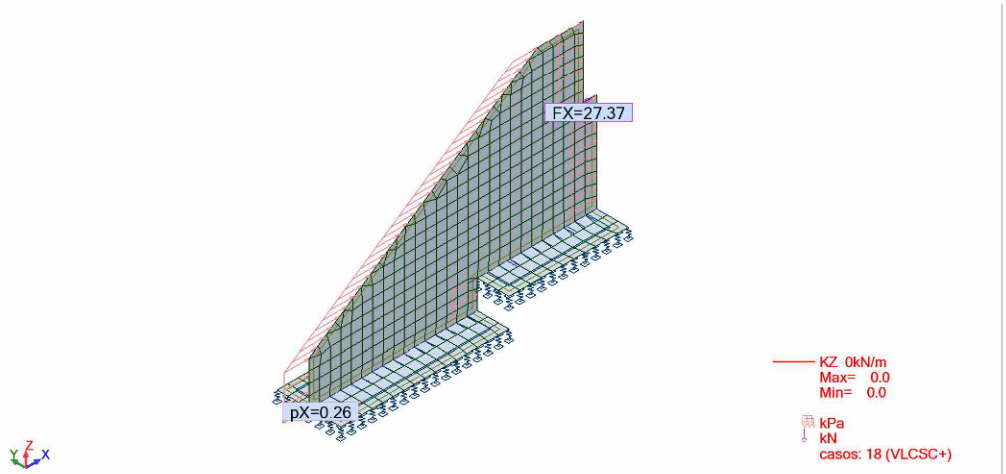
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2009
Autor : Archivo :
Dirección : Proyecto :

E1 - Modelo: Cargas - Viento Longitudinal sin Sobrecarga



E1 - Modelo: Cargas - Viento Longitudinal con Sobrecarga



Fecha : 01/12/09 Página : **9**

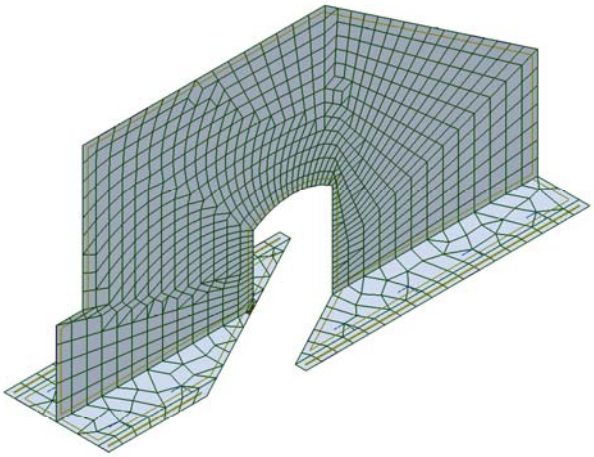
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 4.

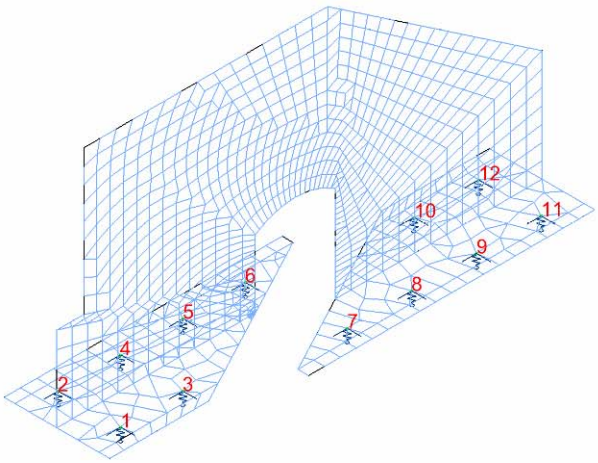
MODELO DE CÁLCULO.
ESTRIBO 2. (MODELO GENERAL)
AUTODESK ROBOT 2009

E2 - Modelo: Vista General



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Modelo: Apoyos Pilotes

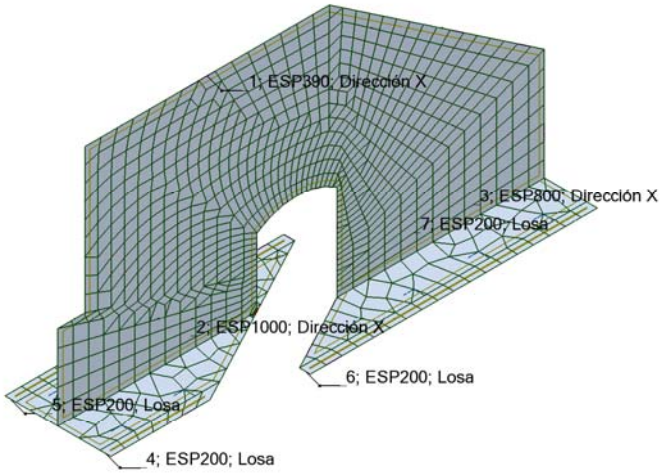


E2 - Modelo: Apoyos - Tabla

	Nombre del apoyo	Lista de nudos	Condiciones de apoyo
	Pilotes	1A12	KX=27382.25 (kN/m) KY=27382.25 (kN/m) KZ=103426.43 (kN/m)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Modelo: Paneles



E2 - Modelo: Paneles - Tabla

Panel	Espesor	Material	Tipo de malla	Tipo de armado	Espesor (cm)
1	ESP390	HA - 30	Coons	Dirección X	390.00
2	ESP1000	HA - 30	Coons	Dirección X	1000.00
3	ESP800	HA - 30	Coons	Dirección X	800.00
4	ESP200	HA - 30	Coons	Losa	200.00
5	ESP200	HA - 30	Coons	Losa	200.00
6	ESP200	HA - 30	Coons	Losa	200.00
7	ESP200	HA - 30	Coons	Losa	200.00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Modelo: Cargas - Tabla

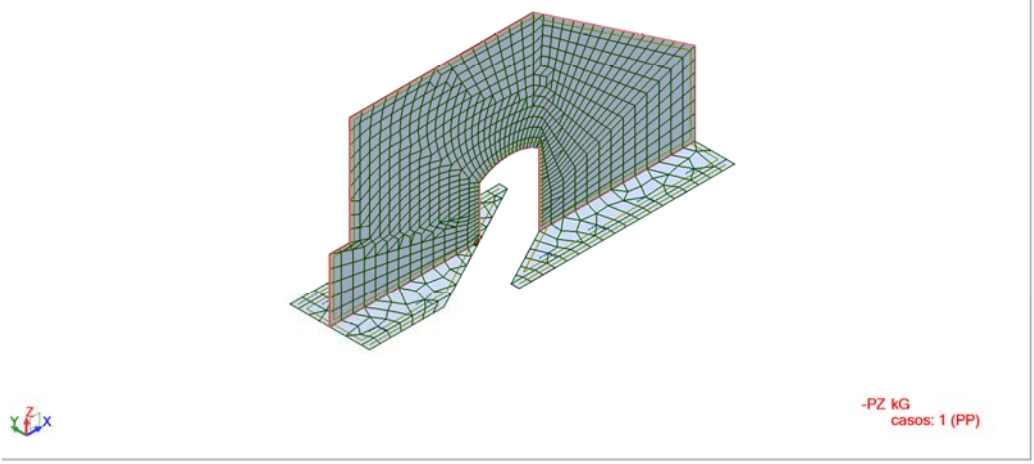
Caso	Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	PP	peso propio	1	PZ Menos Coef=1.00
2	Reologia	(EF) fuerza en el punto		FX=-94.37(kN) FZ=-301.02(kN) X=0.40(m) Z=3.92(m)
3	Temp-	(EF) fuerza en el punto		FX=-31.12(kN) FZ=73.51(kN) X=0.40(m) Z=3.92(m)
4	Temp+	(EF) fuerza en el punto		FX=31.12(kN) FZ=-73.51(kN) X=0.40(m) Z=3.92(m)
5	PPviga+CPerm	(EF) fuerza en el punto		FZ=-1066.24(kN) X=0.40(m) Z=3.92(m)
6	Agua	(EF) fuerza en el punto		FZ=-223.20(kN) X=0.40(m) Z=3.92(m)
6	Agua	(EF) fuerza en el punto		FX=822.32(kN) FZ=2001.71(kN) X=12.16(m) Z=6.83(m)
6	Agua	(EF) fuerza en el punto		FX=-822.32(kN) FZ=-2001.71(kN) X=18.94(m) Z=0.68(m)
7	SC	(EF) fuerza en el punto		FZ=-80.96(kN) X=0.40(m) Z=3.92(m)
7	SC	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-3.90(kN/m) FZ2=-3.90(kN/m) N1X=1.24(m) N1Y=0.0(m) N1Z=10.60(m) N2X=12.57(m) N2Y=0.0(m) N2Z=10.60(m)
7	SC	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-3.90(kN/m) FZ2=-3.90(kN/m) N1X=12.57(m) N1Y=0.0(m) N1Z=10.60(m) N2X=22.53(m) N2Y=0.0(m) N2Z=3.85(m)
8	VV+-	(EF) fuerza en el punto		FZ=27.79(kN) CX=-37.23(kNm) X=0.40(m) Z=3.92(m)
9	VV++	(EF) fuerza en el punto		FZ=27.79(kN) CX=37.23(kNm) X=0.40(m) Z=3.92(m)
10	VV--	(EF) fuerza en el punto		FZ=-27.79(kN) CX=-37.23(kNm) X=0.40(m) Z=3.92(m)
11	VV-+	(EF) fuerza en el punto		FZ=-27.79(kN) CX=37.23(kNm) X=0.40(m) Z=3.92(m)
12	VTSSC+	(EF) uniforme	1	PY=1.92(kN/m2)
12	VTSSC+	(EF) fuerza en el punto		FY=127.28(kN) CX=-323.54(kNm) X=0.40(m) Z=3.92(m)
13	VTSSC-	(EF) fuerza en el punto		FY=-127.28(kN) CX=323.54(kNm) X=0.40(m) Z=3.92(m)
13	VTSSC-	(EF) uniforme	1	PY=-1.92(kN/m2)
14	VTCSC+	(EF) uniforme	1	PY=0.96(kN/m2)
14	VTCSC+	(EF) fuerza en el punto		FY=76.65(kN) CX=-226.68(kNm) X=0.40(m) Z=3.92(m)
15	VTCSC-	(EF) fuerza en el punto		FY=-76.65(kN) CX=226.68(kNm) X=0.40(m) Z=3.92(m)
15	VTCSC-	(EF) uniforme	1	PY=-0.96(kN/m2)
16	VLSSC-	(EF) fuerza en el punto		FX=-32.56(kN) X=0.40(m) Z=3.92(m)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

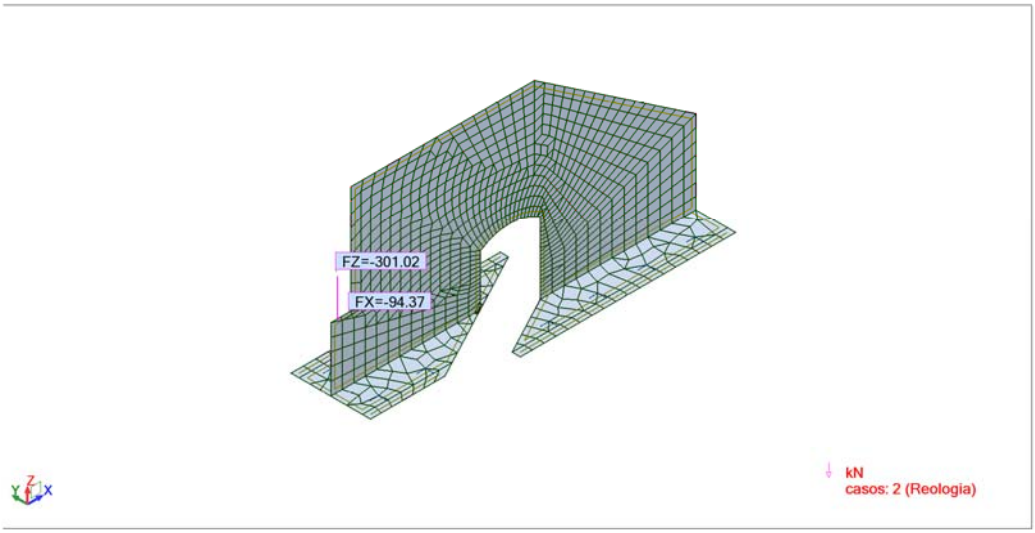
Caso		Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	16	VLSSC-	(EF) uniforme	1	PX=-0.54(kN/m2)
	17	VLSSC+	(EF) fuerza en el punto		FX=32.56(kN) X=0.40(m) Z=3.92(m)
	17	VLSSC+	(EF) uniforme	1	PX=0.54(kN/m2)
	18	VLCSC-	(EF) fuerza en el punto		FX=-19.53(kN) X=0.40(m) Z=3.92(m)
	18	VLCSC-	(EF) uniforme	1	PX=-0.27(kN/m2)
	19	VLCSC+	(EF) fuerza en el punto		FX=19.53(kN) X=0.40(m) Z=3.92(m)
	19	VLCSC+	(EF) uniforme	1	PX=0.27(kN/m2)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Modelo: Cargas - PesoPropio

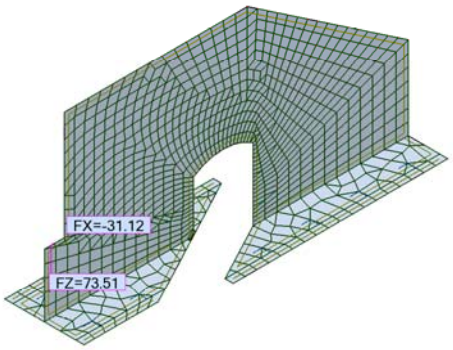


E2 - Modelo: Cargas - Reologia



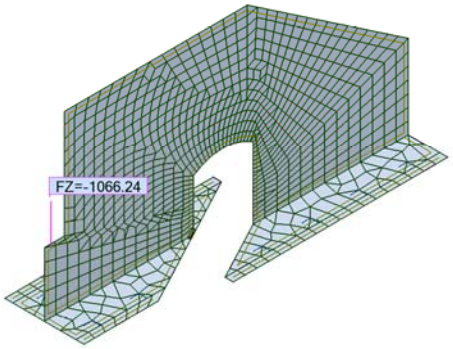
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Modelo: Cargas - Temperatura



kN
casos: 3 (Temp-)

E2 - Modelo: Cargas - PesoPropioViga + Carga Permanente

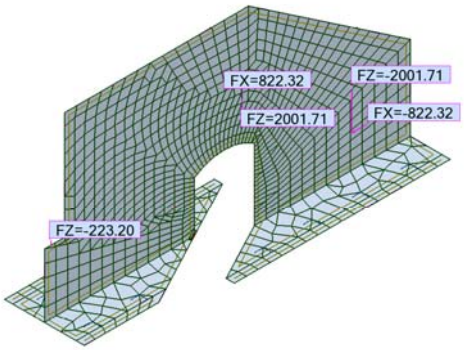


kN
casos: 5 (PPviga+CPerm)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

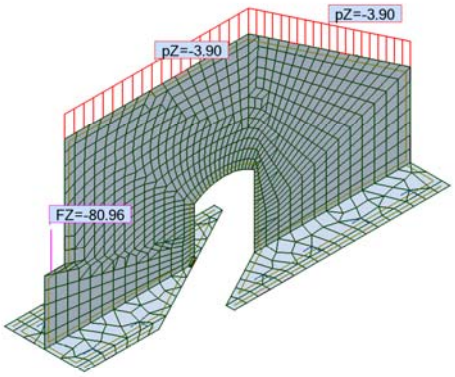
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2009
Autor :
Dirección :
Archivo :
Proyecto :

E2 - Modelo: Cargas - Accion del agua



kN
casos: 6 (Agua)

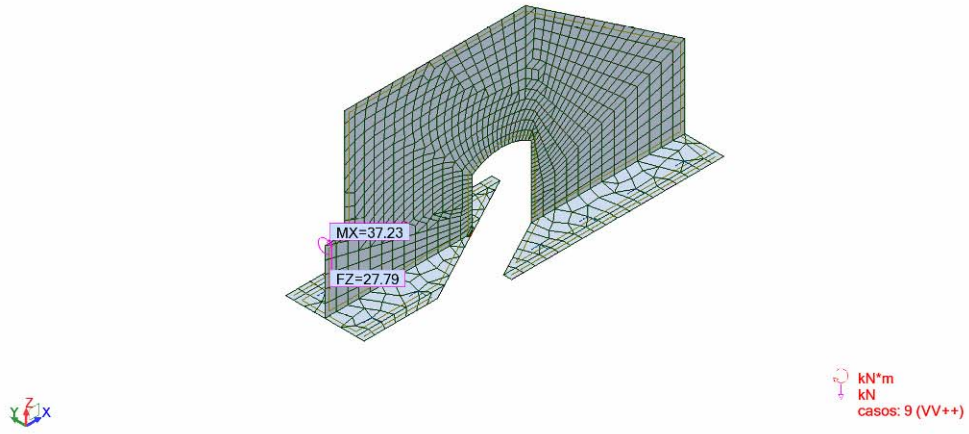
E2 - Modelo: Cargas - Sobrecarga



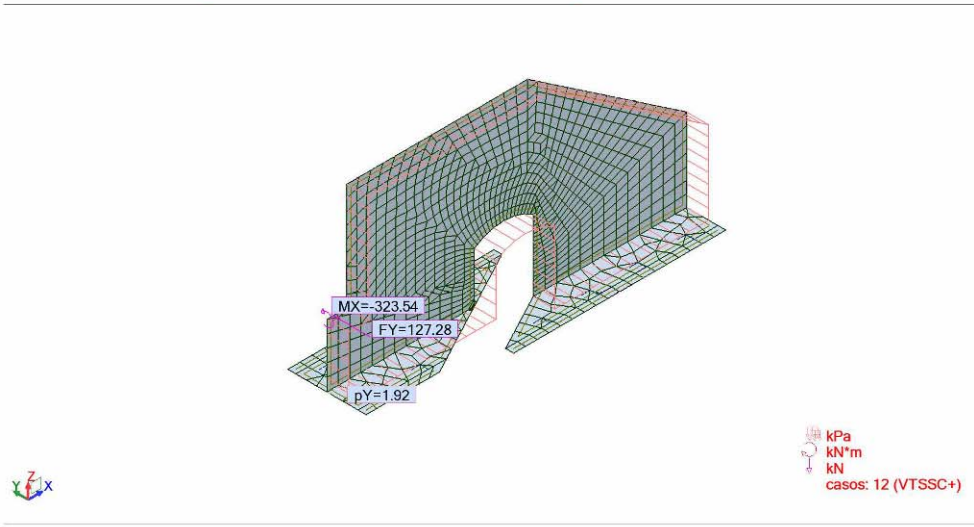
kN/m
kN
casos: 7 (SC)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Modelo: Cargas - VientoVertical

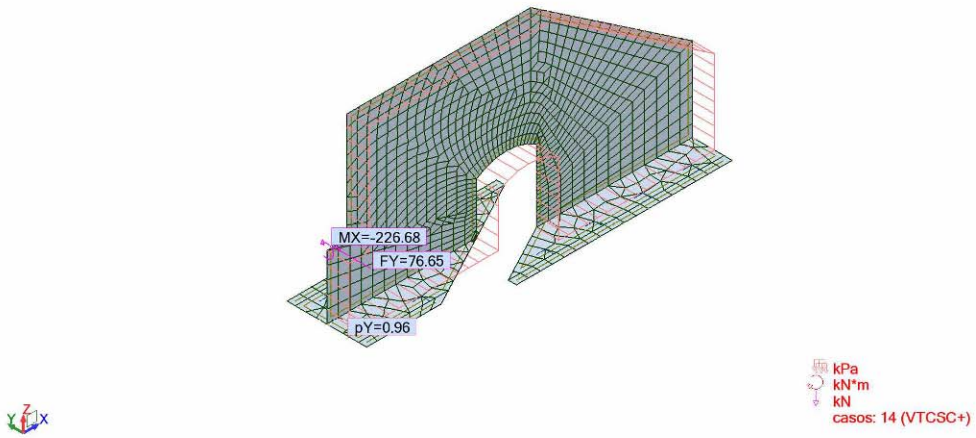


E2 - Modelo: Cargas - VientoTransvSinSobrecarga

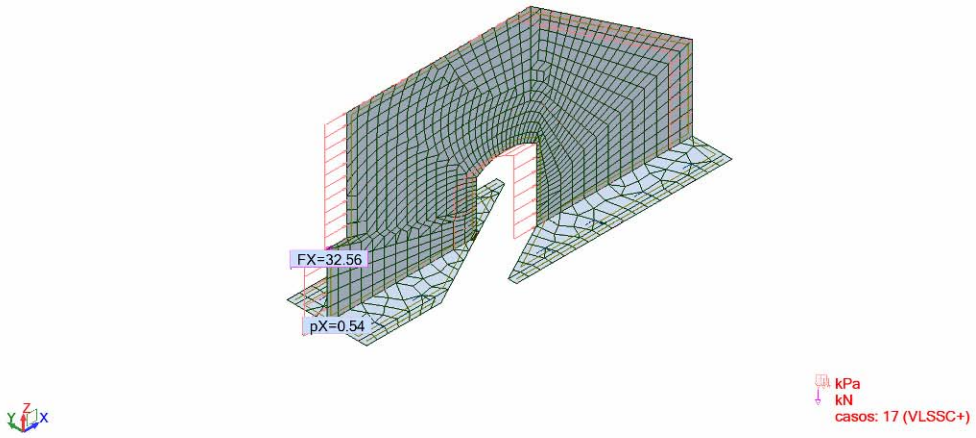


Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Modelo: Cargas - VientoTransvConSobrecarga

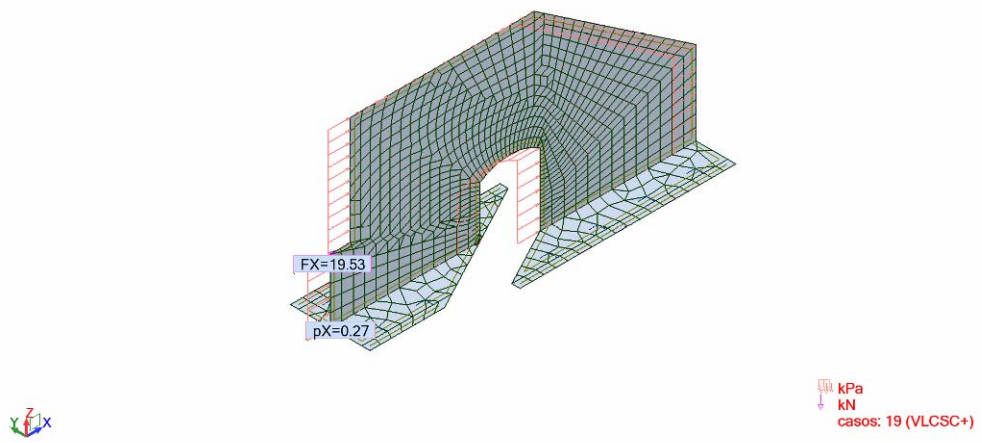


E2 - Modelo: Cargas - VientoLongSinSobrecarga



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

E2 - Modelo: Cargas - VientoLongConSobrecarga



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 5

COMPROBACIONES DE TUBERÍA EN PASO SOBRE EL RÍO JARAMA

MATERIALES

El acero empleado en la conducción general no es suficiente para el caso de la tubería a la intemperie. Se evalúa la temperatura mínima de los últimos 50 años en la zona resultando de valor de:

Madrid - Barajas / Aeropuerto

Altitud: 582 m - Latitud: 40º 27' 15'' N - Longitud: 03º 32' 39'' O

Intervalos de validez por variables:

Precipitación: 1951-2009 Temperatura: 1951-2009 Viento: 1961-2009

Variable	Anual
Tem. min. absoluta (ºC)	-14.8 (05 feb 1963)

Admitiendo la condición de servicio C2 (tensiones locales entre el 67 y el 200 % del límite elástico, además de realizarse un tratamiento térmico de relajación de tensiones) y la temperatura mínima de -20 ºC, resulta un espesor máximo para un acero S275 JR de valor 14 mm.

Será necesario entonces en la zona del paso sobre el río Jarama, subir la calidad del acero respecto a los tramos adyacentes por estar a la intemperie a la calidad S275 J0 pues el espesor necesario en el paso sobre el río Jarama es de 18 mm por cálculo, según se indica en los cálculos.

De este modo queda asegurada la resistencia a la rotura frágil de manera preventiva.

CÁLCULOS EN TUBERÍA

A continuación se exponen los resultados de esfuerzos en la tubería para las acciones exteriores así como las comprobaciones de las secciones pésimas mediante el criterio de comparación de Von-Misses:

Se realizan dos modelos:

- J-E: Junta – Empotrado en apoyo de pila
- E-E: Sección Genérica entre dos apoyos sin juntas.

En estos modelos se introducen las flechas diferidas de la viga que arrastra a la tubería mediante un coeficiente de fluencia de 1.5, medido desde la instalación de la tubería hasta tiempo infinito.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Suma sin Agua y sin SC		***Con agua y con SC***	
fo (mm)	***$\Delta f_{oo,tubería}$ (mm)***	***fo (mm)***	***$\Delta f_{oo,tubería}$ (mm)***
0.00	*0.00*	*0.00*	*0.00*
-2.97	*6.46*	*-5.79*	*-9.93*
-9.69	*6.42*	*-14.96*	*-23.83*
-16.31	*4.08*	*-23.37*	*-36.17*
-20.26	*2.21*	*-28.26*	*-43.26*
-20.26	*2.21*	*-28.26*	*-43.26*
-16.31	*4.08*	*-23.37*	*-36.17*
-9.69	*6.42*	*-14.96*	*-23.83*
-0.73	*4.36*	*-2.16*	*-4.05*
0.00	*0.00*	*0.00*	*0.00*

Donde:

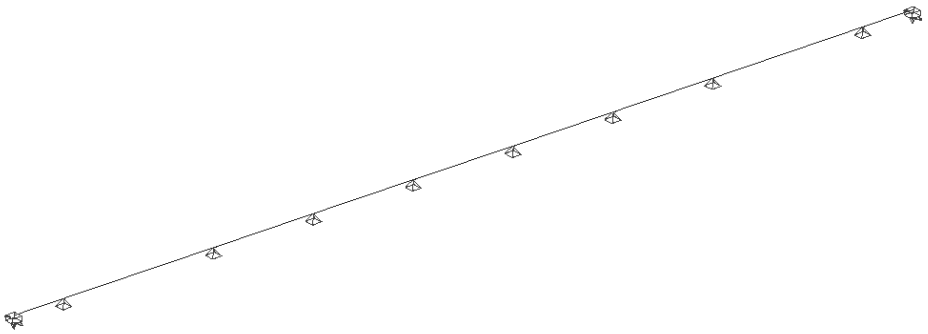
f_0: flecha total a tiempo inicial

$\Delta f_{oo,tubería}$: Variación de flecha a tiempo final desde la colocación y soldado de la tubería.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK	Página 13
Tuberia-Junta -Empotrado	01.12.09, 23:19
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Statik-5 - Version 2.01

Estructura



LISTA DE HIPOTESIS DE CARGA

ID	Tipo	Acción	Lista de hipótesis de carga
HC2	Hipótesis de c..	Peso propio	AGUA
HC3	Hipótesis de c..	Wind	Viento Transversal
HC4	Hipótesis de c..	Wind	Viento Vertical
HC5	Hipótesis de c..	Peso propio	FLUENCIA DE TABLERO-too (+)
HC6	Hipótesis de c..	Peso propio	FLUENCIA DE TABLERO-too (-)
PP	Hipótesis de c..	Peso propio	Peso propio

Hipótesis de carga 'HC2': AGUA

Cargas lineales: Fuerzas

Nombre	Tipo	Long [m]	p_1 [kN/m]	p_2 [kN/m]	X_{Suma} [kN]	Y_{Suma} [kN]	Z_{Suma} [kN]
L2	Z Global	4.40	-11.31		0	0	-49.76
L3	Z Global	4.40	-11.31		0	0	-49.76
L4	Z Global	4.40	-11.31		0	0	-49.76
L5	Z Global	4.40	-11.31		0	0	-49.76
L6	Z Global	4.40	-11.31		0	0	-49.76
L7	Z Global	4.40	-11.31		0	0	-49.76
L8	Z Global	4.40	-11.31		0	0	-49.76
L9	Z Global	4.40	-11.31		0	0	-49.76
L10	Z Global	4.40	-11.31		0	0	-49.76

Suma de cargas

	X_{Suma} [kN]	Y_{Suma} [kN]	Z_{Suma} [kN]
Suma de cargas HC HC2	0	0	-447.88

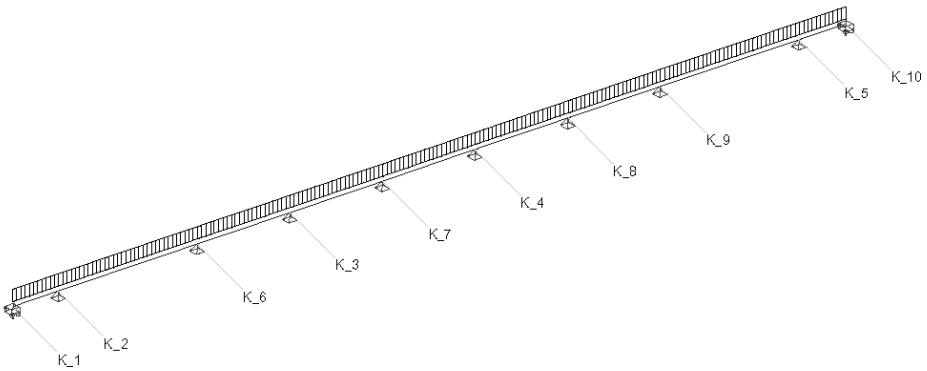
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK Tuberia-Junta -Empotrado		Página 14 01.12.09, 23:19
PAYMACOTAS, ESPAÑA	MGR	Statik-5 - Version 2.01

Hipótesis de carga HC2: AGUA



Hipótesis de carga 'HC3': Viento Transversal

Cargas lineales: Fuerzas

Nombre	Tipo	Long [m]	p_1 [kN/m]	p_2 [kN/m]	X_{Suma} [kN]	Y_{Suma} [kN]	Z_{Suma} [kN]
L2	Y Global	4.40	1.45		0	6.38	0
L3	Y Global	4.40	1.45		0	6.38	0
L4	Y Global	4.40	1.45		0	6.38	0
L5	Y Global	4.40	1.45		0	6.38	0
L6	Y Global	4.40	1.45		0	6.38	0
L7	Y Global	4.40	1.45		0	6.38	0
L8	Y Global	4.40	1.45		0	6.38	0
L9	Y Global	4.40	1.45		0	6.38	0
L10	Y Global	4.40	1.45		0	6.38	0

Suma de cargas

	X_{Suma} [kN]	Y_{Suma} [kN]	Z_{Suma} [kN]
Suma de cargas HC HC3	0	57.42	0

Hipótesis de carga 'HC4': Viento Vertical

Cargas lineales: Fuerzas

Nombre	Tipo	Long [m]	p_1 [kN/m]	p_2 [kN/m]	X_{Suma} [kN]	Y_{Suma} [kN]	Z_{Suma} [kN]
L2	Z Global	4.40	-0.56		0	0	-2.46
L3	Z Global	4.40	-0.56		0	0	-2.46
L4	Z Global	4.40	-0.56		0	0	-2.46
L5	Z Global	4.40	-0.56		0	0	-2.46
L6	Z Global	4.40	-0.56		0	0	-2.46
L7	Z Global	4.40	-0.56		0	0	-2.46
L8	Z Global	4.40	-0.56		0	0	-2.46
L9	Z Global	4.40	-0.56		0	0	-2.46
L10	Z Global	4.40	-0.56		0	0	-2.46

Suma de cargas

	X_{Suma} [kN]	Y_{Suma} [kN]	Z_{Suma} [kN]
Suma de cargas HC HC4	0	0	-22.18

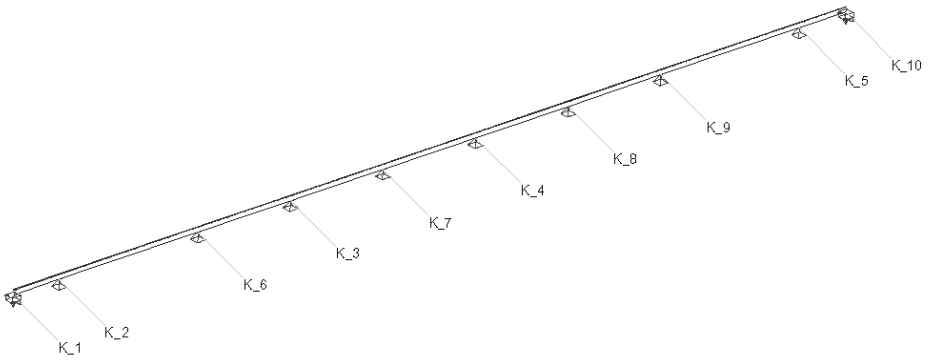
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK Tuberia-Junta -Empotrado		Página 15 01.12.09, 23:19
PAYMACOTAS, ESPAÑA	MGR	Statik-5 - Version 2.01

Hipótesis de carga HC4: Viento Vertical



Hipótesis de carga 'HC5': FLUENCIA DE TABLERO-too (+)

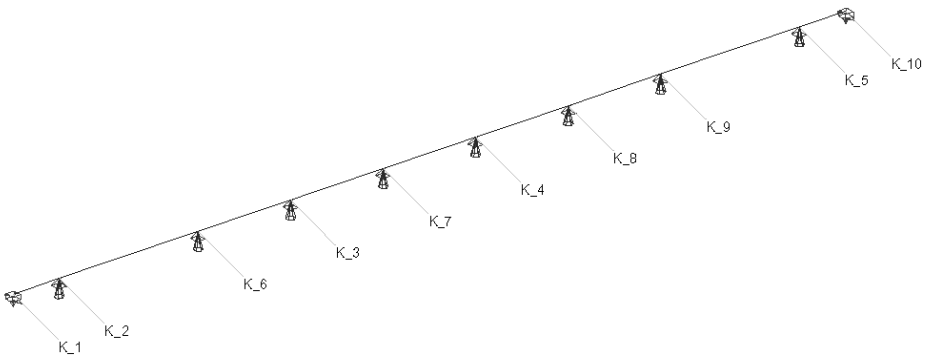
Cargas puntuales: Desplazamientos y rotaciones

Nombre	Tipo	δ [mm]	ϕ [°]
P1	Z Despl. de nudo	6.4	
P2	Z Despl. de nudo	4.4	
P3	Z Despl. de nudo	4.1	
P4	Z Despl. de nudo	2.2	
P5	Z Despl. de nudo	2.2	
P6	Z Despl. de nudo	4.4	
P7	Z Despl. de nudo	4.1	
P8	Z Despl. de nudo	6.4	

Suma de cargas

	X_{Suma} [kN]	Y_{Suma} [kN]	Z_{Suma} [kN]
Suma de cargas HC HC5	0	0	0

Hipótesis de carga HC5: FLUENCIA DE TABLERO-too (+)



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK Tuberia-Junta -Empotrado		Página 16 01.12.09, 23:19
PAYMACOTAS, ESPAÑA	MGR	Statik-5 - Version 2.01

Hipótesis de carga 'HC6': FLUENCIA DE TABLERO-too (-)

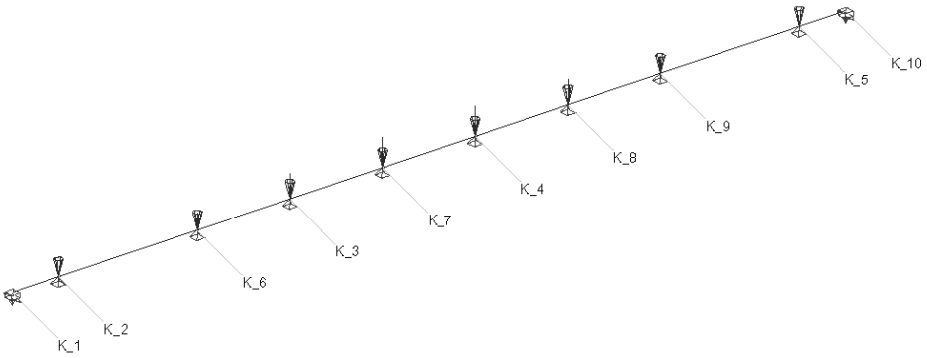
Cargas puntuales: Desplazamientos y rotaciones

Nombre	Tipo	δ [mm]	ϕ [°]
P1	Z Despl. de nudo	-4.0	
P2	Z Despl. de nudo	-4.0	
P3	Z Despl. de nudo	-23.8	
P4	Z Despl. de nudo	-23.8	
P5	Z Despl. de nudo	-36.2	
P6	Z Despl. de nudo	-36.2	
P7	Z Despl. de nudo	-43.3	
P8	Z Despl. de nudo	-43.3	

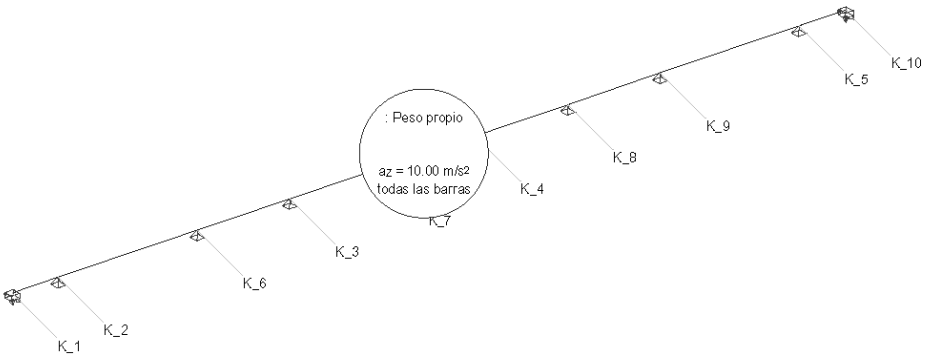
Suma de cargas

	X_{Suma} [kN]	Y_{Suma} [kN]	Z_{Suma} [kN]
Suma de cargas HC HC6	0	0	0

Hipótesis de carga HC6: FLUENCIA DE TABLERO-too (-)



Hipótesis de carga PP: Peso propio



	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK Tuberia-Junta -Empotrado	Página 17 01.12.09, 23:19
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Statik-5 - Version 2.01

Especificación de envolventes: ELU

Descripción
Situación de diseño estándar: Estado de límite último tipo 2 (1B)

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	Combinaciones de acción
1	Peso propio	1	1.35	
2	Wind	1	1.5	

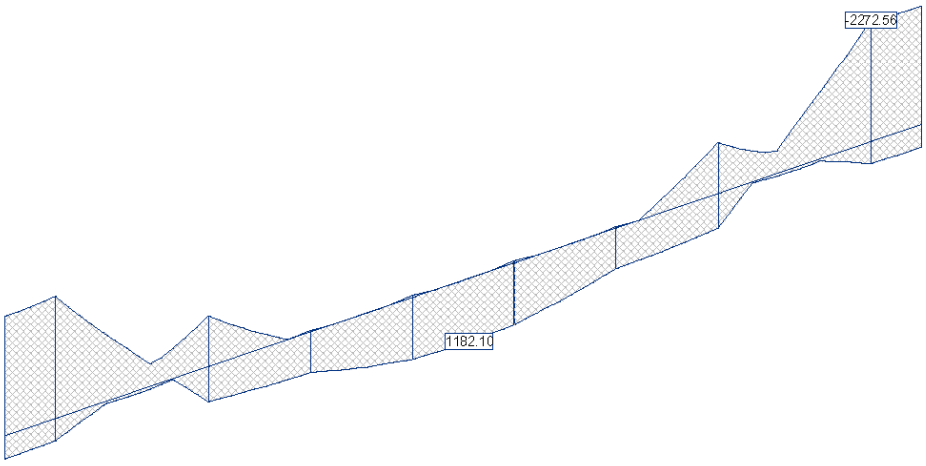
Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones
para el límite declaran la especificación ELU

Acción	Alt	aditivo	exclusivo	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		permanente		PP Peso propio	1.000	
		p&lus donde crí		HC2 AGUA	1.000	
		p&lus donde crí	tampoco	HC5 FLUENCIA DE TABLERO-too (+)	1.000	
			o	HC6 FLUENCIA DE TABLERO-too (-)	1.000	
Wind		si es crítico		HC3 Viento Transversal	1.000	
		p&lus donde crí		HC4 Viento Vertical	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: ELU



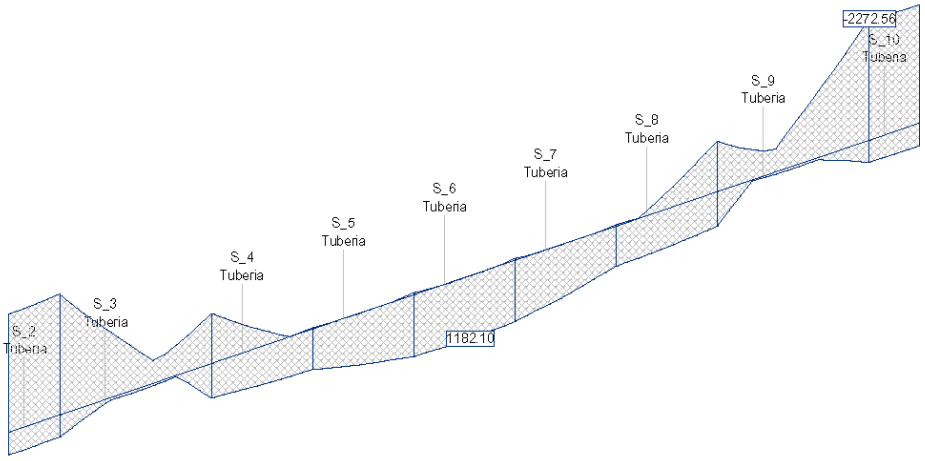
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK Tuberia-Junta -Empotrado		Página 18 01.12.09, 23:19
PAYMACOTAS, ESPAÑA	MGR	Statik-5 - Version 2.01

Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: ELU



VALORES DE ENVOLVENTES SOLICITACIONES Y MOMENTOS My

y

Especificación de envolventes: ELU

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My_{min} My_{max} [kNm]	Mz [kNm]
S_2	1	1	0.00	0	-0.00	-0.00	0.00	-2218.47	-0.00
		1		0	0.00	-0.00	-0.00	428.57	0.69
		1	0.55	0	-0.00	-12.26	0.00	-2221.85	-0.00
		1		0	1.20	-3.40	-0.00	427.64	1.02
		1	1.10	0	-0.00	-24.52	0.00	-2231.96	-0.00
		1		0	2.39	-6.80	-0.00	424.83	2.00
		1	1.65	0	-0.00	-36.78	0.00	-2248.82	-0.00
		1		0	3.59	-10.20	-0.00	420.16	3.65
		1	2.20	0	-0.00	-49.04	0.00	-2272.42	-0.00
		1		0	4.78	-13.60	-0.00	413.61	5.95
S_3	1	1	0.00	0	0.00	508.44	0.00	-2272.39	-0.00
		1		0	-7.03	-177.13	-0.00	413.60	5.95
		1	0.51	0	0.00	497.12	0.00	-2017.17	-0.00
		1		0	-5.93	-180.27	-0.00	322.89	2.66
		1	1.02	0	0.00	450.07	0.00	-1768.18	-0.00
		1		0	-4.82	-147.67	-0.00	231.09	-0.07
		1	1.52	0	-3.72	446.94	0.00	-1540.48	-2.24
		1		0	-0.00	-158.99	-0.00	153.25	-0.00
		1	2.03	0	-2.62	443.80	0.00	-1314.38	-3.85
		1		0	-0.00	-170.31	-0.00	69.66	-0.00
		1	2.20	0	-2.25	442.75	0.00	-1239.34	-4.26
		1		0	0.00	23.04	-0.00	43.65	0.00
		1	2.54	0	-1.51	440.66	0.00	-1089.87	-4.90
		1		0	0.00	15.50	-0.00	50.17	0.00
		1	3.05	0	-0.41	437.52	0.00	-866.96	-5.38
		1		0	0.00	4.18	-0.00	55.17	0.00
		1	3.55	0	0.70	434.38	0.00	-645.64	-5.31
		1		0	0.00	-7.14	-0.00	54.42	0.00
		1	4.06	0	1.80	431.24	0.00	-425.91	-4.68
		1		0	0.00	-18.45	-0.00	47.92	0.00
		1	4.57	0	2.90	-205.38	-0.00	-460.24	-3.48
		1		0	0.00	-29.77	-0.00	35.68	0.00
		1	5.08	0	4.01	-208.52	-0.00	-565.31	-1.73
		1		0	0.00	395.27	0.00	21.55	0.00
		1	5.58	0	5.11	-249.53	-0.00	-676.32	0.59
		1		0	0.00	421.82	0.00	223.71	0.00
		1	6.09	0	6.22	-260.84	-0.00	-805.88	3.46
		1		0	0.00	418.68	0.00	437.06	0.00

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK | Página 19

Tuberia-Junta -Empotrado | 01.12.09, 23:19

PAYMACOTAS, ESPAÑA | MGR | Statik-5 - Version 2.01

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My_{min} My_{max} [kNm]	Mz [kNm]
		1	6.60	0	7.32	-272.16	-0.00	-941.17	6.90
		1		0	0.00	415.54	0.00	648.82	0.00
S_4	1	1	0.00	0	-5.76	314.27	-0.00	-941.21	6.90
		1		0	-0.00	37.64	0.00	648.90	0.00
		1	0.49	0	-4.70	303.37	-0.00	-790.25	4.35
		1		0	-0.00	34.61	0.00	666.56	0.00
		1	0.98	0	0.00	292.47	-0.00	-644.61	0.00
		1		0	-3.63	31.59	0.00	682.74	2.31
		1	1.47	0	0.00	281.57	-0.00	-504.29	0.00
		1		0	-2.57	28.57	0.00	697.45	0.80
		1	1.96	0	0.00	259.52	-0.00	-370.79	0.00
		1		0	-1.51	36.70	0.00	712.16	-0.20
		1	2.44	0	0.00	256.50	-0.00	-244.65	0.00
		1		0	-0.44	25.80	0.00	727.44	-0.68
		1	2.93	0	0.00	253.47	-0.00	-120.00	0.00
		1		0	0.62	14.90	0.00	737.39	-0.63
		1	3.42	0	-0.00	-4.79	-0.00	0.20	-0.00
		1		0	1.68	4.01	0.00	742.01	-0.07
		1	3.91	0	-0.00	-28.16	-0.00	-10.38	-0.00
		1		0	2.75	13.45	0.00	748.81	1.01
		1	4.40	0	-0.00	-39.05	-0.00	-26.81	-0.00
		1		0	3.81	10.43	0.00	754.64	2.62
S_5	1	1	0.00	0	0.00	46.54	-0.00	-26.81	-0.00
		1		0	-4.54	104.83	0.00	754.65	2.62
		1	0.49	0	0.00	35.65	-0.00	-6.72	-0.00
		1		0	-3.48	101.81	0.00	805.16	0.66
		1	0.98	0	-2.41	6.87	-0.00	2.23	-0.78
		1		0	0.00	116.67	0.00	860.00	0.00
		1	1.47	0	-1.35	3.84	-0.00	4.85	-1.71
		1		0	0.00	105.77	0.00	914.38	0.00
		1	1.96	0	-0.29	0.82	-0.00	5.99	-2.11
		1		0	0.00	94.88	0.00	963.42	0.00
		1	2.44	0	0.78	-2.20	-0.00	5.65	-1.99
		1		0	0.00	83.98	0.00	1007.14	0.00
		1	2.93	0	1.84	-5.23	-0.00	3.83	-1.35
		1		0	0.00	73.08	0.00	1045.53	0.00
		1	3.42	0	2.90	-8.25	-0.00	0.54	-0.19
		1		0	0.00	62.18	0.00	1078.59	0.00
		1	3.91	0	3.97	-40.64	-0.00	-15.26	1.49
		1		0	0.00	80.65	0.00	1117.36	0.00
		1	4.40	0	5.03	-51.54	-0.00	-37.79	3.69
		1		0	0.00	77.63	0.00	1156.04	0.00
S_6	1	1	0.00	-0.00	-4.79	49.04	-0.00	-37.79	3.69
		1		-0.00	-0.00	13.63	0.00	1156.05	0.00
		1	0.49	-0.00	-3.72	38.15	-0.00	-16.48	1.61
		1		-0.00	-0.00	10.61	0.00	1161.98	0.00
		1	0.98	-0.00	-0.00	27.25	-0.00	-0.50	-0.00
		1		-0.00	-2.66	7.59	0.00	1166.43	0.05
		1	1.47	-0.00	-0.00	4.54	-0.00	2.82	-0.00
		1		-0.00	-1.60	16.38	0.00	1176.74	-0.99
		1	1.96	-0.00	-0.00	1.51	-0.00	4.30	-0.00
		1		-0.00	-0.53	5.48	0.00	1182.08	-1.51
		1	2.44	-0.00	-0.00	-1.51	-0.00	4.30	-0.00
		1		-0.00	0.53	-5.42	0.00	1182.10	-1.51
		1	2.93	-0.00	-0.00	-4.53	-0.00	2.82	-0.00
		1		-0.00	1.59	-16.32	0.00	1176.78	-0.99
		1	3.42	-0.00	-0.00	-27.24	-0.00	-0.49	-0.00
		1		-0.00	2.66	-7.53	0.00	1166.50	0.05
		1	3.91	-0.00	-0.00	-38.14	-0.00	-16.47	-0.00
		1		-0.00	3.72	-10.55	0.00	1162.08	1.61
		1	4.40	-0.00	-0.00	-49.04	-0.00	-37.78	-0.00
		1		-0.00	4.78	-13.57	0.00	1156.18	3.69
S_7	1	1	0.00	-0.00	0.00	51.53	-0.00	-37.79	-0.00
		1		-0.00	-5.03	-77.74	0.00	1156.18	3.69
		1	0.49	-0.00	0.00	40.63	-0.00	-15.26	-0.00
		1		-0.00	-3.96	-80.76	0.00	1117.44	1.49
		1	0.98	-0.00	-2.90	8.25	-0.00	0.54	-0.19
		1		-0.00	0.00	-62.30	0.00	1078.62	0.00
		1	1.47	-0.00	-1.84	5.23	-0.00	3.83	-1.35
		1		-0.00	0.00	-73.20	0.00	1045.50	0.00
		1	1.96	-0.00	-0.77	2.20	-0.00	5.65	-1.99

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK
Tuberia-Junta -Empotrado
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR

Página 20
01.12.09, 23:19
Statik-5 - Version 2.01

Barra	EI	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My_{min} My_{max} [kNm]	Mz [kNm]
		1		-0.00	0.00	-84.10	0.00	1007.05	0.00
		1	2.44	-0.00	0.29	-0.82	-0.00	5.99	-2.11
		1		-0.00	0.00	-94.99	0.00	963.27	0.00
		1	2.93	-0.00	1.35	-3.84	-0.00	4.85	-1.70
		1		-0.00	0.00	-105.89	0.00	914.17	0.00
		1	3.42	-0.00	2.42	-6.87	-0.00	2.23	-0.78
		1		-0.00	0.00	-116.79	0.00	859.73	0.00
		1	3.91	-0.00	3.48	-35.65	-0.00	-6.74	0.66
		1		-0.00	0.00	-101.93	0.00	804.84	0.00
		1	4.40	-0.00	4.54	-46.55	-0.00	-26.83	2.62
		1		-0.00	0.00	-104.95	0.00	754.27	0.00
S_8	1	1	0.00	-0.00	-3.81	39.08	-0.00	-26.83	2.62
		1		-0.00	-0.00	-10.02	0.00	754.26	0.00
		1	0.49	-0.00	-2.75	28.18	-0.00	-10.39	1.01
		1		-0.00	-0.00	-13.04	0.00	748.62	0.00
		1	0.98	-0.00	-0.00	4.80	-0.00	0.20	-0.00
		1		-0.00	-1.69	-3.58	0.00	742.03	-0.07
		1	1.47	0.00	0.00	-253.57	-0.00	-120.01	0.00
		1		-0.00	-0.62	-14.47	0.00	737.62	-0.64
		1	1.96	0.00	0.00	-256.59	-0.00	-244.71	0.00
		1		-0.00	0.44	-25.37	0.00	727.88	-0.68
		1	2.44	0.00	0.00	-259.61	-0.00	-370.89	0.00
		1		-0.00	1.50	-36.27	0.00	712.81	-0.20
		1	2.93	0.00	0.00	-281.64	-0.00	-504.40	0.00
		1		-0.00	2.57	-28.16	0.00	698.26	0.79
		1	3.42	0.00	0.00	-292.54	-0.00	-644.75	0.00
		1		-0.00	3.63	-31.18	0.00	683.76	2.30
		1	3.91	0.00	0.00	-303.44	-0.00	-790.43	0.00
		1		-0.00	4.69	-34.21	0.00	667.77	4.34
		1	4.40	0.00	0.00	-314.34	-0.00	-941.44	0.00
		1		-0.00	5.76	-37.23	0.00	650.31	6.89
S_9	1	1	0.00	0.00	-0.00	272.25	0.00	-941.46	0.00
		1		-0.00	-7.32	-416.04	-0.00	650.28	6.89
		1	0.51	0.00	-0.00	260.94	0.00	-806.21	0.00
		1		-0.00	-6.21	-419.18	-0.00	438.42	3.46
		1	1.01	0.00	-0.00	249.63	0.00	-676.68	0.00
		1		-0.00	-5.11	-422.32	-0.00	224.94	0.59
		1	1.52	0.00	-4.01	208.65	0.00	-565.66	-1.72
		1		-0.00	0.00	-395.78	-0.00	22.63	-0.00
		1	2.03	0.00	-2.90	205.51	0.00	-460.59	-3.48
		1		0.00	0.00	29.75	0.00	35.63	0.00
		1	2.54	-0.00	-1.80	-431.73	-0.00	-425.05	-4.67
		1		0.00	0.00	18.44	0.00	47.85	0.00
		1	3.04	-0.00	-0.70	-434.87	-0.00	-644.90	-5.30
		1		0.00	0.00	7.13	0.00	54.34	0.00
		1	3.55	-0.00	0.41	-438.00	-0.00	-866.34	-5.37
		1		-0.00	0.00	-4.18	0.00	55.08	0.00
		1	4.06	-0.00	1.51	-441.14	-0.00	-1089.37	-4.89
		1		-0.00	0.00	-15.50	0.00	50.09	0.00
		1	4.40	-0.00	2.25	-443.25	-0.00	-1240.13	-4.25
		1		-0.00	0.00	-23.10	0.00	43.51	0.00
		1	4.57	-0.00	2.62	-444.28	-0.00	-1314.00	-3.84
		1		0.00	-0.00	170.46	0.00	69.33	-0.00
		1	5.07	-0.00	3.72	-447.42	-0.00	-1540.21	-2.23
		1		0.00	-0.00	159.15	0.00	152.94	-0.00
		1	5.58	-0.00	4.82	-450.55	-0.00	-1768.02	-0.07
		1		0.00	-0.00	147.83	0.00	230.82	-0.00
		1	6.09	-0.00	5.93	-497.58	-0.00	-2017.13	2.66
		1		0.00	-0.00	180.41	0.00	322.67	-0.00
		1	6.60	-0.00	7.03	-508.89	-0.00	-2272.46	5.95
		1		0.00	-0.00	177.28	0.00	413.41	-0.00
S_10	1	1	0.00	0.00	-4.79	49.13	-0.00	-2272.56	5.95
		1		-0.00	0.00	13.63	0.00	413.45	-0.00
		1	0.55	0.00	-3.59	36.85	-0.00	-2248.88	3.64
		1		-0.00	0.00	10.22	0.00	420.02	-0.00
		1	1.10	0.00	-0.00	24.56	-0.00	-2231.96	-0.00
		1		-0.00	-2.40	6.81	0.00	424.71	1.99
		1	1.65	0.00	-0.00	12.28	-0.00	-2221.81	-0.00
		1		-0.00	-1.20	3.41	0.00	427.52	1.00
		1	2.20	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-2218.43	-0.00
		1		-0.00	-0.00	0.00	0.00	428.46	0.67

Nr.:

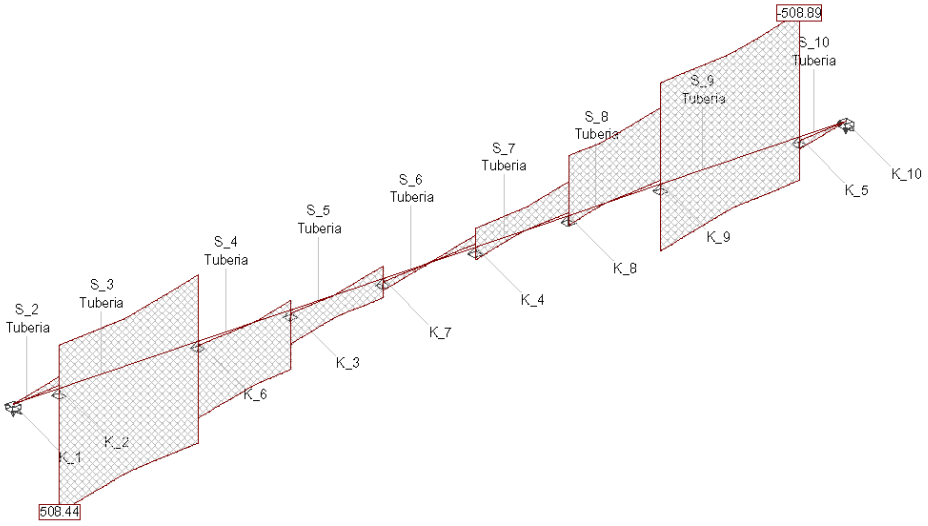
W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK Tuberia-Junta -Empotrado	Página 21 01.12.09, 23:19
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Statik-5 - Version 2.01

El : Elemento barra
EK : Combinación de acciones determinante

Envolventes de solicitaciones Vz [kN] para: ELU



VALORES DE ENVOLVENTES SOLICITACIONES Y MOMENTOS Vz

y
Especificación de envolventes: ELU

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz_{min} Vz_{max} [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S_2	1	1	0.00	0	-0.00	-0.00	0.00	-2218.47	-0.00
		1		0	0.00	-0.00	-0.00	428.57	0.69
		1	0.55	0	-0.00	-12.26	0.00	-2221.85	-0.00
		1		0	1.20	-3.40	-0.00	427.64	1.02
		1	1.10	0	-0.00	-24.52	0.00	-2231.96	-0.00
		1		0	2.39	-6.80	-0.00	424.83	2.00
		1	1.65	0	-0.00	-36.78	0.00	-2248.82	-0.00
		1		0	3.59	-10.20	-0.00	420.16	3.65
		1	2.20	0	-0.00	-49.04	0.00	-2272.42	-0.00
		1		0	4.78	-13.60	-0.00	413.61	5.95
S_3	1	1	0.00	0	-7.03	-177.13	-0.00	413.60	5.95
		1		0	0.00	508.44	0.00	-2272.39	-0.00
		1	0.51	0	-5.93	-180.27	-0.00	322.89	2.66
		1		0	0.00	497.12	0.00	-2017.17	-0.00
		1	1.02	0	-4.82	-183.40	-0.00	230.57	-0.07
		1		0	0.00	485.81	0.00	-1767.66	-0.00
		1	1.52	0	-3.72	-186.54	-0.00	136.67	-2.24
		1		0	0.00	474.49	0.00	-1523.90	0.00
		1	2.03	0	-2.62	-189.68	-0.00	41.17	-3.85
		1		0	0.00	463.17	0.00	-1285.89	0.00
		1	2.20	0	-2.25	-190.73	-0.00	8.97	-4.26
		1		0	0.00	459.40	0.00	-1207.80	0.00
		1	2.54	0	-1.51	-192.82	-0.00	-55.93	-4.90
		1		0	0.00	451.86	0.00	-1053.62	0.00
		1	3.05	0	-0.41	-195.96	-0.00	-154.62	-5.38
		1		0	0.00	440.54	0.00	-827.09	0.00
		1	3.55	0	0.70	-204.26	-0.00	-215.57	-5.31
		1		0	0.00	434.38	0.00	-645.64	0.00

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK
Tuberia-Junta -Empotrado
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR

Barra	EI	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz_{min} Vz_{max} [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		1	4.06	0	1.80	-215.57	-0.00	-322.14	-4.68
		1		0	0.00	431.24	0.00	-425.91	0.00
		1	4.57	0	2.90	-226.89	-0.00	-434.46	-3.48
		1		0	0.00	428.10	0.00	-207.78	0.00
		1	5.08	0	4.01	-238.21	-0.00	-552.52	-1.73
		1		0	0.00	424.96	0.00	8.76	0.00
		1	5.58	0	5.11	-249.53	-0.00	-676.32	0.59
		1		0	0.00	421.82	0.00	223.71	0.00
		1	6.09	0	6.22	-260.84	-0.00	-805.88	3.46
		1		0	0.00	418.68	0.00	437.06	0.00
		1	6.60	0	7.32	-272.16	-0.00	-941.17	6.90
		1		0	0.00	415.54	0.00	648.82	0.00
S_4	1	1	0.00	0	-0.00	16.37	-0.00	-19.62	0.00
		1		0	-5.76	314.27	-0.00	-941.21	6.90
		1	0.49	0	-0.00	13.35	-0.00	-12.36	0.00
		1		0	-4.70	303.37	-0.00	-790.25	4.35
		1	0.98	0	-0.00	10.33	-0.00	-6.57	-0.00
		1		0	-3.63	292.47	-0.00	-644.61	2.31
		1	1.47	0	-0.00	7.30	-0.00	-2.26	-0.00
		1		0	-2.57	281.57	-0.00	-504.29	0.80
		1	1.96	0	-0.00	4.28	-0.00	0.57	-0.00
		1		0	-1.51	270.67	-0.00	-369.30	-0.20
		1	2.44	0	-0.00	1.26	-0.00	1.93	-0.00
		1		0	-0.44	259.78	-0.00	-239.64	-0.68
		1	2.93	0	-0.00	-6.36	-0.00	6.50	-0.00
		1		0	0.62	253.47	-0.00	-120.00	-0.63
		1	3.42	0	-0.00	-17.26	-0.00	0.72	-0.00
		1		0	1.68	250.45	-0.00	3.18	-0.07
		1	3.91	0	-0.00	-28.16	-0.00	-10.38	-0.00
		1		0	2.75	247.43	-0.00	124.88	1.01
		1	4.40	0	-0.00	-39.05	-0.00	-26.81	-0.00
		1		0	3.81	244.40	-0.00	245.10	2.62
S_5	1	1	0.00	0	-4.54	12.91	-0.00	-7.44	2.62
		1		0	0.00	138.47	0.00	735.28	-0.00
		1	0.49	0	-3.48	9.89	-0.00	-1.86	0.66
		1		0	0.00	127.57	0.00	800.30	-0.00
		1	0.98	0	-2.41	6.87	-0.00	2.23	-0.78
		1		0	0.00	116.67	0.00	860.00	0.00
		1	1.47	0	-1.35	3.84	-0.00	4.85	-1.71
		1		0	0.00	105.77	0.00	914.38	0.00
		1	1.96	0	-0.29	0.82	-0.00	5.99	-2.11
		1		0	0.00	94.88	0.00	963.42	0.00
		1	2.44	0	0.78	-7.94	-0.00	20.37	-1.99
		1		0	0.00	89.72	0.00	992.42	0.00
		1	2.93	0	1.84	-18.84	-0.00	13.82	-1.35
		1		0	0.00	86.70	0.00	1035.54	0.00
		1	3.42	0	2.90	-29.74	-0.00	1.94	-0.19
		1		0	0.00	83.67	0.00	1077.19	0.00
		1	3.91	0	3.97	-40.64	-0.00	-15.26	1.49
		1		0	0.00	80.65	0.00	1117.36	0.00
		1	4.40	0	5.03	-51.54	-0.00	-37.79	3.69
		1		0	0.00	77.63	0.00	1156.04	0.00
S_6	1	1	0.00	0.00	0.00	13.60	-0.00	286.89	-0.00
		1		-0.00	-4.79	49.07	0.00	1128.74	3.69
		1	0.49	0.00	0.00	10.57	-0.00	292.80	-0.00
		1		-0.00	-3.72	38.18	0.00	1150.07	1.61
		1	0.98	0.00	0.00	7.55	-0.00	297.23	0.00
		1		-0.00	-2.66	27.28	0.00	1166.07	0.05
		1	1.47	0.00	0.00	4.53	-0.00	300.18	0.00
		1		-0.00	-1.60	16.38	0.00	1176.74	-0.99
		1	1.96	0.00	0.00	1.51	-0.00	301.66	0.00
		1		-0.00	-0.53	5.48	0.00	1182.08	-1.51
		1	2.44	0.00	0.00	-5.45	-0.00	312.85	0.00
		1		-0.00	0.53	-1.48	0.00	1170.90	-1.51
		1	2.93	0.00	0.00	-16.35	-0.00	307.52	0.00
		1		-0.00	1.59	-4.50	0.00	1169.44	-0.99
		1	3.42	0.00	0.00	-27.25	-0.00	296.86	0.00
		1		-0.00	2.66	-7.53	0.00	1166.50	0.05
		1	3.91	0.00	0.00	-38.15	-0.00	280.87	0.00
		1		-0.00	3.72	-10.55	0.00	1162.08	1.61
		1	4.40	0.00	0.00	-49.04	-0.00	259.56	0.00

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK
Tuberia-Junta -Empotrado

Página 23
01.12.09, 23:19
Statik-5 - Version 2.01

PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz_{min} Vz_{max} [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		1		-0.00	4.78	-13.57	0.00	1156.18	3.69
S_7	1	1	0.00	-0.00	-5.03	-77.74	0.00	1156.18	3.69
		1		-0.00	0.00	51.53	-0.00	-37.79	-0.00
		1	0.49	-0.00	-3.96	-80.76	0.00	1117.44	1.49
		1		-0.00	0.00	40.63	-0.00	-15.26	-0.00
		1	0.98	-0.00	-2.90	-83.79	0.00	1077.21	-0.19
		1		-0.00	0.00	29.74	-0.00	1.94	0.00
		1	1.47	-0.00	-1.84	-86.81	0.00	1035.51	-1.35
		1		-0.00	0.00	18.84	-0.00	13.81	0.00
		1	1.96	-0.00	-0.77	-89.83	0.00	992.33	-1.99
		1		-0.00	0.00	7.94	-0.00	20.36	0.00
		1	2.44	-0.00	0.29	-94.99	0.00	963.27	-2.11
		1		-0.00	0.00	-0.82	-0.00	5.99	0.00
		1	2.93	-0.00	1.35	-105.89	0.00	914.17	-1.70
		1		-0.00	0.00	-3.84	-0.00	4.85	0.00
		1	3.42	-0.00	2.42	-116.79	0.00	859.73	-0.78
		1		-0.00	0.00	-6.87	-0.00	2.23	0.00
		1	3.91	-0.00	3.48	-127.69	0.00	799.97	0.66
		1		-0.00	0.00	-9.89	-0.00	-1.87	0.00
		1	4.40	-0.00	4.54	-138.59	0.00	734.89	2.62
		1		-0.00	0.00	-12.91	-0.00	-7.44	0.00
S_8	1	1	0.00	0.00	0.00	-244.50	-0.00	245.21	-0.00
		1		-0.00	-3.81	39.08	-0.00	-26.83	2.62
		1	0.49	0.00	0.00	-247.52	-0.00	124.95	-0.00
		1		-0.00	-2.75	28.18	-0.00	-10.39	1.01
		1	0.98	0.00	0.00	-250.54	-0.00	3.21	0.00
		1		-0.00	-1.69	17.29	-0.00	0.72	-0.07
		1	1.47	0.00	0.00	-253.57	-0.00	-120.01	0.00
		1		-0.00	-0.62	6.39	-0.00	6.51	-0.64
		1	1.96	0.00	0.00	-259.85	-0.00	-239.68	0.00
		1		-0.00	0.44	-1.25	-0.00	1.93	-0.68
		1	2.44	0.00	0.00	-270.74	-0.00	-369.37	0.00
		1		-0.00	1.50	-4.27	-0.00	0.58	-0.20
		1	2.93	0.00	0.00	-281.64	-0.00	-504.40	0.00
		1		-0.00	2.57	-7.30	-0.00	-2.25	0.79
		1	3.42	0.00	0.00	-292.54	-0.00	-644.75	0.00
		1		-0.00	3.63	-10.32	-0.00	-6.55	2.30
		1	3.91	0.00	0.00	-303.44	-0.00	-790.43	0.00
		1		-0.00	4.69	-13.34	-0.00	-12.34	4.34
		1	4.40	0.00	0.00	-314.34	-0.00	-941.44	0.00
		1		-0.00	5.76	-16.37	-0.00	-19.60	6.89
S_9	1	1	0.00	-0.00	-7.32	-416.04	-0.00	650.28	6.89
		1		0.00	-0.00	272.25	0.00	-941.46	0.00
		1	0.51	-0.00	-6.21	-419.18	-0.00	438.42	3.46
		1		0.00	-0.00	260.94	0.00	-806.21	0.00
		1	1.01	-0.00	-5.11	-422.32	-0.00	224.94	0.59
		1		0.00	-0.00	249.63	0.00	-676.68	0.00
		1	1.52	-0.00	-4.01	-425.45	-0.00	9.87	-1.72
		1		0.00	-0.00	238.32	0.00	-552.89	0.00
		1	2.03	-0.00	-2.90	-428.59	-0.00	-206.80	-3.48
		1		0.00	-0.00	227.01	0.00	-434.84	0.00
		1	2.54	-0.00	-1.80	-431.73	-0.00	-425.05	-4.67
		1		0.00	-0.00	215.70	0.00	-322.53	-0.00
		1	3.04	-0.00	-0.70	-434.87	-0.00	-644.90	-5.30
		1		0.00	-0.00	204.39	0.00	-215.96	-0.00
		1	3.55	-0.00	0.41	-441.03	-0.00	-826.54	-5.37
		1		0.00	-0.00	196.10	0.00	-154.93	-0.00
		1	4.06	-0.00	1.51	-452.34	-0.00	-1053.18	-4.89
		1		0.00	-0.00	192.96	0.00	-56.22	-0.00
		1	4.40	-0.00	2.25	-459.94	-0.00	-1208.69	-4.25
		1		0.00	-0.00	190.86	0.00	9.20	-0.00
		1	4.57	-0.00	2.62	-463.65	-0.00	-1285.56	-3.84
		1		0.00	-0.00	189.83	0.00	40.89	-0.00
		1	5.07	-0.00	3.72	-474.96	-0.00	-1523.68	-2.23
		1		0.00	-0.00	186.69	0.00	136.41	-0.00
		1	5.58	-0.00	4.82	-486.27	-0.00	-1767.53	-0.07
		1		0.00	-0.00	183.55	0.00	230.33	-0.00
		1	6.09	-0.00	5.93	-497.58	-0.00	-2017.13	2.66
		1		0.00	-0.00	180.41	0.00	322.67	-0.00
		1	6.60	-0.00	7.03	-508.89	-0.00	-2272.46	5.95
		1		0.00	-0.00	177.28	0.00	413.41	-0.00

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK
Tuberia-Junta -Empotrado
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz_{min} Vz_{max} [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S_10	1	1	0.00	-0.00	0.00	13.63	0.00	413.45	-0.00
		1		0.00	-4.79	49.13	-0.00	-60.97	5.95
		1	0.55	-0.00	0.00	10.22	0.00	420.02	-0.00
		1		0.00	-3.59	36.85	-0.00	-37.29	3.64
		1	1.10	-0.00	0.00	6.81	0.00	424.71	0.00
		1		0.00	-2.40	24.56	-0.00	-20.37	1.99
		1	1.65	-0.00	0.00	3.41	0.00	427.52	0.00
		1		0.00	-1.20	12.28	-0.00	-10.22	1.00
		1	2.20	-0.00	0.00	0.00	0.00	428.46	0.00
		1		0.00	-0.00	0.00	-0.00	-6.84	0.67

El : Elemento barra
EK : Combinación de acciones determinante

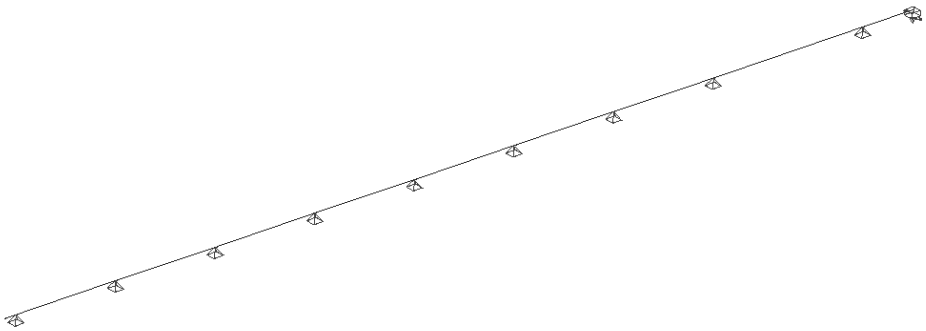
Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-E-E.S5P

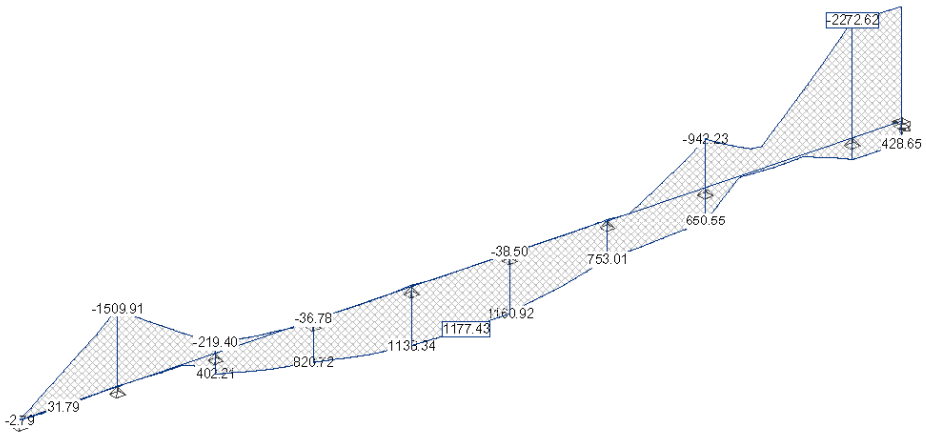
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK Tuberia-Junta -Empotrado	Página 1 01.12.09, 23:21
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Statik-5 - Version 2.01

Estructura



Envolventes de solicitaciones My [kNm] para: ELU



VALORES DE ENVOLVENTES SOLICITACIONES Y MOMENTOS My

y
Especificación de envolventes: ELU

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My_{min} My_{max} [kNm]	Mz [kNm]
S_1	1	1	0.00	0	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
		1		0	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
		1	0.50	0	1.09	-11.15	0.00	-2.79	0.27
		1		0	-0.00	-3.09	0.00	-0.77	-0.00
S_2	1	1	0.00	0	0.00	-293.49	-0.00	-2.80	0.00
		1		0	-3.85	10.95	-0.00	-0.77	0.27
		1	0.49	0	0.00	-325.04	-0.00	-158.94	0.00
		1		0	-2.79	28.58	-0.00	13.85	-1.35
		1	0.98	0	0.00	-328.06	-0.00	-318.58	0.00
		1		0	-1.73	17.68	-0.00	25.16	-2.45
		1	1.47	0	0.00	-331.09	-0.00	-479.70	0.00
		1		0	-0.66	6.78	-0.00	31.14	-3.04
		1	1.96	0	0.00	-334.11	-0.00	-642.30	0.00
		1		0	0.40	-4.11	-0.00	31.79	-3.10
		1	2.44	0	0.00	-337.13	-0.00	-806.37	0.00
		1		0	1.46	-15.01	-0.00	27.12	-2.65
		1	2.93	0	0.00	-340.15	-0.00	-971.93	0.00

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-J-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK
Tuberia-Junta -Empotrado
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR

Barra	EI	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My_{min} My_{max} [kNm]	Mz [kNm]
		1		0	2.53	-25.91	-0.00	17.12	-1.67
		1	3.42	0	0.00	-343.18	-0.00	-1138.96	0.00
		1		0	3.59	-36.81	-0.00	1.78	-0.17
		1	3.91	0	0.00	-380.67	-0.00	-1321.11	0.00
		1		0	4.65	-13.23	-0.00	-5.24	1.84
		1	4.40	0	0.00	-391.57	-0.00	-1509.87	0.00
		1		0	5.72	-16.26	-0.00	-12.44	4.38
S_3	1	1	0.00	0	-0.00	342.34	-0.00	-1509.91	0.00
		1		0	-5.04	14.32	-0.00	-12.44	4.38
		1	0.49	0	-0.00	331.45	-0.00	-1345.23	0.00
		1		0	-3.97	11.30	-0.00	-6.18	2.18
		1	0.98	0	-2.91	320.55	-0.00	-1185.85	0.49
		1		0	0.00	8.27	-0.00	-1.40	0.00
		1	1.47	0	-1.85	295.98	-0.00	-1036.77	-0.67
		1		0	0.00	18.92	-0.00	6.86	0.00
		1	1.96	0	-0.78	292.95	-0.00	-892.81	-1.31
		1		0	0.00	8.03	-0.00	13.45	0.00
		1	2.44	0	0.28	289.93	-0.00	-750.34	-1.44
		1		0	0.00	-2.87	-0.00	14.71	0.00
		1	2.93	0	1.34	286.91	-0.00	-609.34	-1.04
		1		0	0.00	-13.77	-0.00	10.64	0.00
		1	3.42	0	2.41	283.88	-0.00	-469.81	-0.12
		1		0	0.00	302.07	0.00	93.29	0.00
		1	3.91	0	3.47	255.16	-0.00	-341.51	1.31
		1		0	0.00	316.87	0.00	248.04	0.00
		1	4.40	0	4.53	244.26	-0.00	-219.43	3.27
		1		0	0.00	313.85	0.00	402.21	0.00
S_4	1	1	0.00	0	-4.71	106.26	-0.00	-219.40	3.27
		1		0	-0.00	108.71	0.00	402.25	0.00
		1	0.49	0	-3.65	95.36	-0.00	-170.12	1.23
		1		0	-0.00	105.69	0.00	454.66	0.00
		1	0.98	0	0.00	65.31	-0.00	-128.36	0.00
		1		0	-2.59	121.82	0.00	507.79	-0.30
		1	1.47	0	0.00	62.28	-0.00	-97.17	0.00
		1		0	-1.52	110.93	0.00	564.68	-1.30
		1	1.96	0	0.00	59.26	-0.00	-67.46	0.00
		1		0	-0.46	100.03	0.00	616.24	-1.79
		1	2.44	0	0.00	56.24	-0.00	-39.23	0.00
		1		0	0.60	89.13	0.00	662.48	-1.75
		1	2.93	0	0.00	53.21	-0.00	-12.47	0.00
		1		0	1.67	78.23	0.00	703.39	-1.20
		1	3.42	0	-0.00	-7.76	-0.00	0.34	-0.00
		1		0	2.73	67.33	0.00	738.97	-0.12
		1	3.91	0	-0.00	-38.88	-0.00	-15.10	-0.00
		1		0	3.79	84.53	0.00	780.14	1.47
		1	4.40	0	-0.00	-49.78	-0.00	-36.78	-0.00
		1		0	4.86	81.51	0.00	820.72	3.59
S_5	1	1	0.00	0	0.00	49.42	-0.00	-36.78	-0.00
		1		0	-4.82	85.79	0.00	820.74	3.59
		1	0.49	0	0.00	38.52	-0.00	-15.29	-0.00
		1		0	-3.76	82.77	0.00	861.93	1.49
		1	0.98	0	-2.70	7.66	-0.00	0.24	-0.09
		1		0	0.00	99.70	0.00	902.29	0.00
		1	1.47	0	-1.63	4.64	-0.00	3.25	-1.14
		1		0	0.00	88.81	0.00	948.37	0.00
		1	1.96	0	-0.57	1.62	-0.00	4.78	-1.68
		1		0	0.00	77.91	0.00	989.12	0.00
		1	2.44	0	0.49	-1.41	-0.00	4.83	-1.70
		1		0	0.00	67.01	0.00	1024.55	0.00
		1	2.93	0	1.56	-4.43	-0.00	3.41	-1.20
		1		0	0.00	56.11	0.00	1054.64	0.00
		1	3.42	0	2.62	-7.45	-0.00	0.50	-0.18
		1		0	0.00	45.21	0.00	1079.41	0.00
		1	3.91	0	3.68	-37.77	-0.00	-13.99	1.37
		1		0	0.00	61.60	0.00	1108.96	0.00
		1	4.40	0	4.75	-48.66	-0.00	-35.12	3.43
		1		0	0.00	58.58	0.00	1138.34	0.00
S_6	1	1	0.00	-0.00	-4.71	48.27	-0.00	-35.12	3.43
		1		-0.00	-0.00	18.73	0.00	1138.35	0.00
		1	0.49	-0.00	-3.65	37.38	-0.00	-14.19	1.38
		1		-0.00	-0.00	15.71	0.00	1146.77	0.00

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-J-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK | Página 3

Tuberia-Junta -Empotrado | 01.12.09, 23:21

PAYMACOTAS, ESPAÑA | MGR | Statik-5 - Version 2.01

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My_{min} My_{max} [kNm]	Mz [kNm]
		1	0.98	-0.00	-0.00	7.34	-0.00	0.39	-0.00
		1		-0.00	-2.58	31.82	0.00	1154.73	-0.14
		1	1.47	-0.00	-0.00	4.32	-0.00	3.25	-0.00
		1		-0.00	-1.52	20.92	0.00	1167.63	-1.14
		1	1.96	-0.00	-0.00	1.30	-0.00	4.62	-0.00
		1		-0.00	-0.46	10.03	0.00	1175.19	-1.62
		1	2.44	-0.00	-0.00	-1.72	-0.00	4.52	-0.00
		1		-0.00	0.61	-0.87	0.00	1177.43	-1.59
		1	2.93	-0.00	-0.00	-4.75	-0.00	2.93	-0.00
		1		-0.00	1.67	-11.77	0.00	1174.34	-1.03
		1	3.42	-0.00	-0.00	-28.01	-0.00	-0.45	-0.00
		1		-0.00	2.73	-2.43	0.00	1166.25	0.04
		1	3.91	-0.00	-0.00	-38.91	-0.00	-16.81	-0.00
		1		-0.00	3.80	-5.45	0.00	1164.33	1.64
		1	4.40	-0.00	-0.00	-49.81	-0.00	-38.50	-0.00
		1		-0.00	4.86	-8.47	0.00	1160.92	3.76
S_7	1	1	0.00	-0.00	0.00	51.74	-0.00	-38.50	-0.00
		1		-0.00	-5.05	-79.10	0.00	1160.92	3.76
		1	0.49	-0.00	0.00	40.84	-0.00	-15.87	-0.00
		1		-0.00	-3.98	-82.13	0.00	1121.51	1.55
		1	0.98	-0.00	-2.92	8.31	-0.00	0.40	-0.14
		1		-0.00	0.00	-63.51	0.00	1081.65	0.00
		1	1.47	-0.00	-1.86	5.28	-0.00	3.72	-1.31
		1		-0.00	0.00	-74.41	0.00	1047.94	0.00
		1	1.96	-0.00	-0.79	2.26	-0.00	5.56	-1.96
		1		-0.00	0.00	-85.31	0.00	1008.90	0.00
		1	2.44	-0.00	0.27	-0.76	-0.00	5.93	-2.08
		1		-0.00	0.00	-96.21	0.00	964.53	0.00
		1	2.93	-0.00	1.33	-3.79	-0.00	4.81	-1.69
		1		-0.00	0.00	-107.11	0.00	914.83	0.00
		1	3.42	-0.00	2.40	-6.81	-0.00	2.22	-0.78
		1		-0.00	0.00	-118.00	0.00	859.80	0.00
		1	3.91	-0.00	3.46	-35.45	-0.00	-6.65	0.65
		1		-0.00	0.00	-103.29	0.00	804.26	0.00
		1	4.40	-0.00	4.52	-46.34	-0.00	-26.64	2.60
		1		-0.00	0.00	-106.31	0.00	753.02	0.00
S_8	1	1	0.00	-0.00	-3.81	39.03	-0.00	-26.64	2.60
		1		-0.00	-0.00	-9.68	0.00	753.01	0.00
		1	0.49	-0.00	-2.74	28.13	-0.00	-10.23	1.00
		1		-0.00	-0.00	-12.70	0.00	747.54	0.00
		1	0.98	-0.00	-0.00	4.78	-0.00	0.24	-0.00
		1		-0.00	-1.68	-3.27	0.00	741.21	-0.08
		1	1.47	0.00	0.00	-254.54	-0.00	-117.92	0.00
		1		-0.00	-0.62	-14.17	0.00	736.95	-0.65
		1	1.96	0.00	0.00	-257.56	-0.00	-243.09	0.00
		1		-0.00	0.45	-25.06	0.00	727.36	-0.69
		1	2.44	0.00	0.00	-260.59	-0.00	-369.75	0.00
		1		-0.00	1.51	-35.96	0.00	712.45	-0.21
		1	2.93	0.00	0.00	-282.66	-0.00	-503.70	0.00
		1		-0.00	2.57	-27.81	0.00	698.03	0.79
		1	3.42	0.00	0.00	-293.55	-0.00	-644.55	0.00
		1		-0.00	3.63	-30.84	0.00	683.69	2.30
		1	3.91	0.00	0.00	-304.45	-0.00	-790.73	0.00
		1		-0.00	4.70	-33.86	0.00	667.88	4.34
		1	4.40	0.00	0.00	-315.35	-0.00	-942.23	0.00
		1		-0.00	5.76	-36.88	0.00	650.58	6.90
S_9	1	1	0.00	0.00	-0.00	272.40	0.00	-942.25	0.00
		1		-0.00	-7.32	-416.09	-0.00	650.55	6.90
		1	0.51	0.00	-0.00	261.09	0.00	-806.93	0.00
		1		-0.00	-6.21	-419.23	-0.00	438.66	3.47
		1	1.01	0.00	-5.11	249.78	0.00	-677.32	0.59
		1		-0.00	0.00	-422.37	-0.00	225.16	-0.00
		1	1.52	0.00	-4.01	208.80	0.00	-566.20	-1.72
		1		-0.00	0.00	-395.83	-0.00	22.80	-0.00
		1	2.03	0.00	-2.90	205.66	0.00	-461.06	-3.47
		1		0.00	0.00	29.76	0.00	35.60	0.00
		1	2.54	-0.00	-1.80	-431.78	-0.00	-424.91	-4.67
		1		0.00	0.00	18.44	0.00	47.83	0.00
		1	3.04	-0.00	-0.70	-434.92	-0.00	-644.79	-5.30
		1		0.00	0.00	7.13	0.00	54.32	0.00
		1	3.55	-0.00	0.41	-438.05	-0.00	-866.25	-5.37

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-J-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

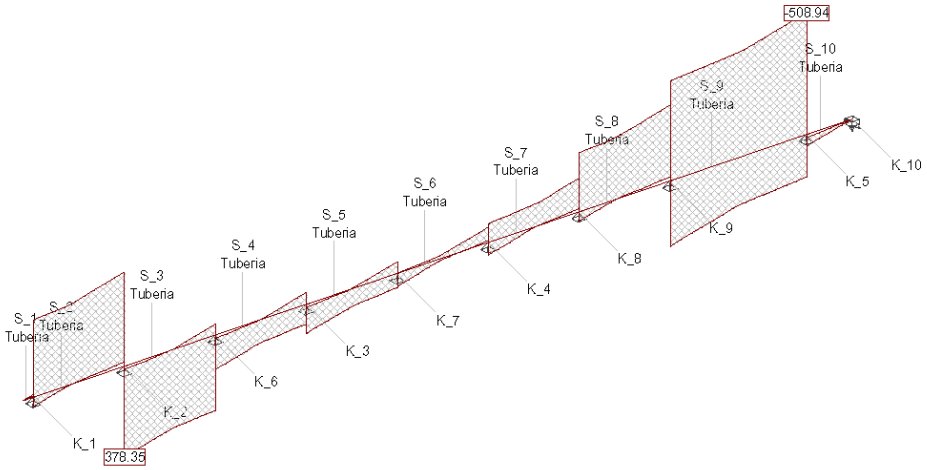
STATIK
Tuberia-Junta -Empotrado
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR

Página 4
01.12.09, 23:21
Statik-5 - Version 2.01

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My_{min} My_{max} [kNm]	Mz [kNm]
		1		-0.00	0.00	-4.18	0.00	55.07	0.00
		1	4.06	-0.00	1.51	-441.19	-0.00	-1089.31	-4.89
		1		-0.00	0.00	-15.49	0.00	50.08	0.00
		1	4.40	-0.00	2.25	-443.30	-0.00	-1240.08	-4.24
		1		-0.00	0.00	-23.09	0.00	43.50	0.00
		1	4.57	-0.00	2.61	-444.33	-0.00	-1313.96	-3.84
		1		0.00	-0.00	170.61	0.00	69.22	-0.00
		1	5.07	-0.00	3.72	-447.47	-0.00	-1540.20	-2.23
		1		0.00	-0.00	159.30	0.00	152.91	-0.00
		1	5.58	-0.00	4.82	-450.60	-0.00	-1768.04	-0.07
		1		0.00	-0.00	147.98	0.00	230.87	-0.00
		1	6.09	-0.00	5.93	-497.63	-0.00	-2017.16	2.66
		1		0.00	-0.00	180.56	0.00	322.79	-0.00
		1	6.60	-0.00	7.03	-508.94	-0.00	-2272.52	5.95
		1		0.00	-0.00	177.42	0.00	413.60	-0.00
S_10	1	1	0.00	0.00	-4.79	49.13	-0.00	-2272.62	5.95
		1		-0.00	0.00	13.63	0.00	413.64	-0.00
		1	0.55	0.00	-3.59	36.85	-0.00	-2248.94	3.64
		1		-0.00	0.00	10.22	0.00	420.21	-0.00
		1	1.10	0.00	-0.00	24.56	-0.00	-2232.02	-0.00
		1		-0.00	-2.40	6.81	0.00	424.90	1.99
		1	1.65	0.00	-0.00	12.28	-0.00	-2221.87	-0.00
		1		-0.00	-1.20	3.41	0.00	427.71	1.00
		1	2.20	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-2218.49	-0.00
		1		-0.00	-0.00	0.00	0.00	428.65	0.67

El : Elemento barra
EK : Combinación de acciones determinante

Envolventes de solicitaciones Vz [kN] para: ELU



VALORES DE ENVOLVENTES SOLICITACIONES Y MOMENTOS Vz

y
Especificación de envolventes: ELU

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz_{min} Vz_{max} [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S_1	1	1	0.00	0	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
		1		0	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
		1	0.50	0	1.09	-11.15	0.00	-2.79	0.27

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-J-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK | Página 5

Tuberia-Junta -Empotrado | 01.12.09, 23:21

PAYMACOTAS, ESPAÑA | MGR | Statik-5 - Version 2.01

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz_{min} Vz_{max} [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		1		0	-0.00	-3.09	0.00	-0.77	-0.00
S_2	1	1	0.00	0	0.00	-322.02	-0.00	-0.79	0.00
		1		0	-3.85	39.48	-0.00	-2.78	0.27
		1	0.49	0	0.00	-325.04	-0.00	-158.94	0.00
		1		0	-2.79	28.58	-0.00	13.85	-1.35
		1	0.98	0	0.00	-328.06	-0.00	-318.58	0.00
		1		0	-1.73	17.68	-0.00	25.16	-2.45
		1	1.47	0	0.00	-331.09	-0.00	-479.70	0.00
		1		0	-0.66	6.78	-0.00	31.14	-3.04
		1	1.96	0	0.00	-337.08	-0.00	-619.33	0.00
		1		0	0.40	-1.14	-0.00	8.82	-3.10
		1	2.44	0	0.00	-347.98	-0.00	-786.78	0.00
		1		0	1.46	-4.16	-0.00	7.52	-2.65
		1	2.93	0	0.00	-358.88	-0.00	-959.56	0.00
		1		0	2.53	-7.19	-0.00	4.75	-1.67
		1	3.42	0	0.00	-369.78	-0.00	-1137.67	0.00
		1		0	3.59	-10.21	-0.00	0.50	-0.17
		1	3.91	0	0.00	-380.67	-0.00	-1321.11	0.00
		1		0	4.65	-13.23	-0.00	-5.24	1.84
		1	4.40	0	0.00	-391.57	-0.00	-1509.87	0.00
		1		0	5.72	-16.26	-0.00	-12.44	4.38
S_3	1	1	0.00	0	-5.04	14.32	-0.00	-12.44	4.38
		1		0	0.00	378.35	0.00	-1070.93	-0.00
		1	0.49	0	-3.97	11.30	-0.00	-6.18	2.18
		1		0	0.00	367.45	0.00	-888.64	-0.00
		1	0.98	0	-2.91	8.27	-0.00	-1.40	0.49
		1		0	0.00	356.56	0.00	-711.67	0.00
		1	1.47	0	-1.85	5.25	-0.00	1.90	-0.67
		1		0	0.00	345.66	0.00	-540.02	0.00
		1	1.96	0	-0.78	2.23	-0.00	3.73	-1.31
		1		0	0.00	334.76	0.00	-373.70	0.00
		1	2.44	0	0.28	-2.87	-0.00	14.71	-1.44
		1		0	0.00	325.94	0.00	-223.34	0.00
		1	2.93	0	1.34	-13.77	-0.00	10.64	-1.04
		1		0	0.00	322.92	0.00	-64.74	0.00
		1	3.42	0	2.41	-24.67	-0.00	1.25	-0.12
		1		0	0.00	319.89	0.00	92.39	0.00
		1	3.91	0	3.47	-35.57	-0.00	-13.48	1.31
		1		0	0.00	316.87	0.00	248.04	0.00
		1	4.40	0	4.53	-46.46	-0.00	-33.53	3.27
		1		0	0.00	313.85	0.00	402.21	0.00
S_4	1	1	0.00	0	-0.00	13.40	-0.00	-9.30	0.00
		1		0	-4.71	143.62	0.00	378.02	3.27
		1	0.49	0	-0.00	10.38	-0.00	-3.49	0.00
		1		0	-3.65	132.72	0.00	445.57	1.23
		1	0.98	0	-0.00	7.35	-0.00	0.84	-0.00
		1		0	-2.59	121.82	0.00	507.79	-0.30
		1	1.47	0	-0.00	4.33	-0.00	3.70	-0.00
		1		0	-1.52	110.93	0.00	564.68	-1.30
		1	1.96	0	-0.00	1.31	-0.00	5.08	-0.00
		1		0	-0.46	100.03	0.00	616.24	-1.79
		1	2.44	0	-0.00	-6.19	-0.00	17.94	-0.00
		1		0	0.60	93.60	0.00	649.51	-1.75
		1	2.93	0	-0.00	-17.08	-0.00	12.25	-0.00
		1		0	1.67	90.58	0.00	694.53	-1.20
		1	3.42	0	-0.00	-27.98	-0.00	1.24	-0.00
		1		0	2.73	87.55	0.00	738.07	-0.12
		1	3.91	0	-0.00	-38.88	-0.00	-15.10	-0.00
		1		0	3.79	84.53	0.00	780.14	1.47
		1	4.40	0	-0.00	-49.78	-0.00	-36.78	-0.00
		1		0	4.86	81.51	0.00	820.72	3.59
S_5	1	1	0.00	0	-4.82	13.71	-0.00	-10.20	3.59
		1		0	0.00	121.50	0.00	794.16	-0.00
		1	0.49	0	-3.76	10.69	-0.00	-4.24	1.49
		1		0	0.00	110.60	0.00	850.89	-0.00
		1	0.98	0	-2.70	7.66	-0.00	0.24	-0.09
		1		0	0.00	99.70	0.00	902.29	0.00
		1	1.47	0	-1.63	4.64	-0.00	3.25	-1.14
		1		0	0.00	88.81	0.00	948.37	0.00
		1	1.96	0	-0.57	1.62	-0.00	4.78	-1.68
		1		0	0.00	77.91	0.00	989.12	0.00

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-J-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK
Tuberia-Junta -Empotrado
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR

Barra	EI	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz_{min} Vz_{max} [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		1	2.44	0	0.49	-5.07	-0.00	17.42	-1.70
		1		0	0.00	70.67	0.00	1011.96	0.00
		1	2.93	0	1.56	-15.97	-0.00	12.28	-1.20
		1		0	0.00	67.65	0.00	1045.77	0.00
		1	3.42	0	2.62	-26.87	-0.00	1.81	-0.18
		1		0	0.00	64.63	0.00	1078.10	0.00
		1	3.91	0	3.68	-37.77	-0.00	-13.99	1.37
		1		0	0.00	61.60	0.00	1108.96	0.00
		1	4.40	0	4.75	-48.66	-0.00	-35.12	3.43
		1		0	0.00	58.58	0.00	1138.34	0.00
S_6	1	1	0.00	0.00	0.00	-0.78	-0.00	336.78	-0.00
		1		-0.00	-4.71	53.62	0.00	1112.97	3.43
		1	0.49	0.00	0.00	-3.80	-0.00	335.66	-0.00
		1		-0.00	-3.65	42.72	0.00	1136.51	1.38
		1	0.98	0.00	0.00	-6.82	-0.00	333.07	0.00
		1		-0.00	-2.58	31.82	0.00	1154.73	-0.14
		1	1.47	0.00	0.00	-9.85	-0.00	328.99	0.00
		1		-0.00	-1.52	20.92	0.00	1167.63	-1.14
		1	1.96	0.00	0.00	-12.87	-0.00	323.44	0.00
		1		-0.00	-0.46	10.03	0.00	1175.19	-1.62
		1	2.44	0.00	0.00	-20.38	-0.00	328.17	0.00
		1		-0.00	0.61	3.62	0.00	1165.67	-1.59
		1	2.93	0.00	0.00	-31.28	-0.00	315.54	0.00
		1		-0.00	1.67	0.60	0.00	1166.70	-1.03
		1	3.42	0.00	0.00	-42.18	-0.00	297.59	0.00
		1		-0.00	2.73	-2.43	0.00	1166.25	0.04
		1	3.91	0.00	0.00	-53.08	-0.00	274.30	0.00
		1		-0.00	3.80	-5.45	0.00	1164.33	1.64
		1	4.40	0.00	0.00	-63.98	-0.00	245.69	0.00
		1		-0.00	4.86	-8.47	0.00	1160.92	3.76
S_7	1	1	0.00	-0.00	-5.05	-79.10	0.00	1160.92	3.76
		1		-0.00	0.00	51.74	-0.00	-38.50	-0.00
		1	0.49	-0.00	-3.98	-82.13	0.00	1121.51	1.55
		1		-0.00	0.00	40.84	-0.00	-15.87	-0.00
		1	0.98	-0.00	-2.92	-85.15	0.00	1080.62	-0.14
		1		-0.00	0.00	29.94	-0.00	1.43	0.00
		1	1.47	-0.00	-1.86	-88.17	0.00	1038.26	-1.31
		1		-0.00	0.00	19.04	-0.00	13.40	0.00
		1	1.96	-0.00	-0.79	-91.20	0.00	994.41	-1.96
		1		-0.00	0.00	8.15	-0.00	20.05	0.00
		1	2.44	-0.00	0.27	-96.21	0.00	964.53	-2.08
		1		-0.00	0.00	-0.76	-0.00	5.93	0.00
		1	2.93	-0.00	1.33	-107.11	0.00	914.83	-1.69
		1		-0.00	0.00	-3.79	-0.00	4.81	0.00
		1	3.42	-0.00	2.40	-118.00	0.00	859.80	-0.78
		1		-0.00	0.00	-6.81	-0.00	2.22	0.00
		1	3.91	-0.00	3.46	-128.90	0.00	799.45	0.65
		1		-0.00	0.00	-9.83	-0.00	-1.84	0.00
		1	4.40	-0.00	4.52	-139.80	0.00	733.77	2.60
		1		-0.00	0.00	-12.86	-0.00	-7.39	0.00
S_8	1	1	0.00	0.00	0.00	-245.47	-0.00	248.74	-0.00
		1		-0.00	-3.81	39.03	-0.00	-26.64	2.60
		1	0.49	0.00	0.00	-248.49	-0.00	128.01	-0.00
		1		-0.00	-2.74	28.13	-0.00	-10.23	1.00
		1	0.98	0.00	0.00	-251.52	-0.00	5.78	0.00
		1		-0.00	-1.68	17.23	-0.00	0.86	-0.08
		1	1.47	0.00	0.00	-254.54	-0.00	-117.92	0.00
		1		-0.00	-0.62	6.34	-0.00	6.62	-0.65
		1	1.96	0.00	0.00	-260.86	-0.00	-237.99	0.00
		1		-0.00	0.45	-1.27	-0.00	1.96	-0.69
		1	2.44	0.00	0.00	-271.76	-0.00	-368.19	0.00
		1		-0.00	1.51	-4.29	-0.00	0.60	-0.21
		1	2.93	0.00	0.00	-282.66	-0.00	-503.70	0.00
		1		-0.00	2.57	-7.31	-0.00	-2.24	0.79
		1	3.42	0.00	0.00	-293.55	-0.00	-644.55	0.00
		1		-0.00	3.63	-10.33	-0.00	-6.55	2.30
		1	3.91	0.00	0.00	-304.45	-0.00	-790.73	0.00
		1		-0.00	4.70	-13.36	-0.00	-12.34	4.34
		1	4.40	0.00	0.00	-315.35	-0.00	-942.23	0.00
		1		-0.00	5.76	-16.38	-0.00	-19.61	6.90
S_9	1	1	0.00	-0.00	-7.32	-416.09	-0.00	650.55	6.90

Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-J-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

STATIK Tuberia-Junta -Empotrado	Página 7 01.12.09, 23:21
PAYMACOTAS, ESPAÑA MGR	Statik-5 - Version 2.01

Barra	El	EK	Distancia [m]	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz_{min} Vz_{max} [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
		1		0.00	-0.00	272.40	0.00	-942.25	0.00
		1	0.51	-0.00	-6.21	-419.23	-0.00	438.66	3.47
		1		0.00	-0.00	261.09	0.00	-806.93	0.00
		1	1.01	-0.00	-5.11	-422.37	-0.00	225.16	0.59
		1		0.00	-0.00	249.78	0.00	-677.32	0.00
		1	1.52	-0.00	-4.01	-425.50	-0.00	10.06	-1.72
		1		0.00	-0.00	238.47	0.00	-553.46	0.00
		1	2.03	-0.00	-2.90	-428.64	-0.00	-206.63	-3.47
		1		0.00	-0.00	227.16	0.00	-435.33	0.00
		1	2.54	-0.00	-1.80	-431.78	-0.00	-424.91	-4.67
		1		0.00	-0.00	215.85	0.00	-322.94	-0.00
		1	3.04	-0.00	-0.70	-434.92	-0.00	-644.79	-5.30
		1		0.00	-0.00	204.54	0.00	-216.29	-0.00
		1	3.55	-0.00	0.41	-441.07	-0.00	-826.46	-5.37
		1		0.00	-0.00	196.25	0.00	-155.18	-0.00
		1	4.06	-0.00	1.51	-452.38	-0.00	-1053.12	-4.89
		1		0.00	-0.00	193.11	0.00	-56.40	-0.00
		1	4.40	-0.00	2.25	-459.98	-0.00	-1208.65	-4.24
		1		0.00	-0.00	191.00	0.00	9.08	-0.00
		1	4.57	-0.00	2.61	-463.69	-0.00	-1285.53	-3.84
		1		0.00	-0.00	189.97	0.00	40.78	-0.00
		1	5.07	-0.00	3.72	-475.00	-0.00	-1523.67	-2.23
		1		0.00	-0.00	186.83	0.00	136.38	-0.00
		1	5.58	-0.00	4.82	-486.32	-0.00	-1767.55	-0.07
		1		0.00	-0.00	183.70	0.00	230.38	-0.00
		1	6.09	-0.00	5.93	-497.63	-0.00	-2017.16	2.66
		1		0.00	-0.00	180.56	0.00	322.79	-0.00
		1	6.60	-0.00	7.03	-508.94	-0.00	-2272.52	5.95
		1		0.00	-0.00	177.42	0.00	413.60	-0.00
S_10	1	1	0.00	-0.00	0.00	13.63	0.00	413.64	-0.00
		1		0.00	-4.79	49.13	-0.00	-2272.62	5.95
		1	0.55	-0.00	0.00	10.22	0.00	420.21	-0.00
		1		0.00	-3.59	36.85	-0.00	-2248.94	3.64
		1	1.10	-0.00	0.00	6.81	0.00	424.90	0.00
		1		0.00	-2.40	24.56	-0.00	-2232.02	1.99
		1	1.65	-0.00	0.00	3.41	0.00	427.71	0.00
		1		0.00	-1.20	12.28	-0.00	-2221.87	1.00
		1	2.20	-0.00	0.00	0.00	0.00	428.65	0.00
		1		0.00	-0.00	0.00	-0.00	-2218.49	0.67

El : Elemento barra
EK : Combinación de acciones determinante

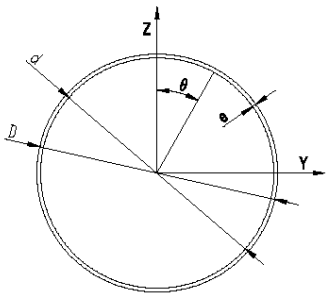
	Nr.:

W:\Abastecimiento-Barajas(PasoRioJarama)\5-CALCULOS\Tablero-2Vigas\STATIK\Tuberia-J-E.S5P

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Cálculo de tensiones en Tuberías

1. Geometría



e := 14.3 mm

D := 1.2 + 0.0143·2 m

D = 1.229 m

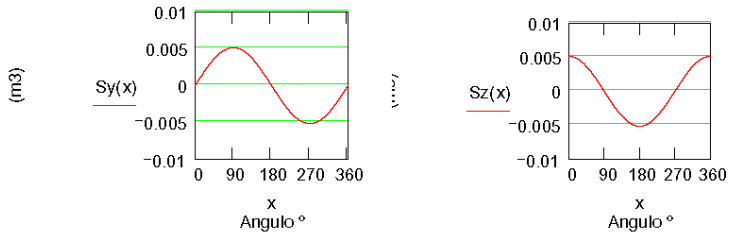
d := 1.2 m

2. Propiedades Mecánicas

Ley de Momento estático:

$$Sy(\theta) := \left(\sin\left(\theta\cdot\frac{\pi}{180}\right)\cdot\frac{e}{1000}\cdot\frac{d^2}{4}\right) \quad (m^3)$$

$$Sz(\theta) := \left(\cos\left(\theta\cdot\frac{\pi}{180}\right)\cdot\frac{e}{1000}\cdot\frac{d^2}{4}\right) \quad (m^3)$$



Inercia

$$Iy := \pi\cdot\left(\frac{d}{2}\right)^3\cdot\frac{e}{1000} \qquad Iy = 9.704\times10^{-3}\ m^4$$

$$Iz := Iy \qquad Iz = 9.704\times10^{-3}\ m^4$$

3. Cargas

N := 0 KN (+) compresion

My := 2273 KNm

Mz := 5.95 KNm

Vy := 7.03 KN

Vz := −508.89 KN

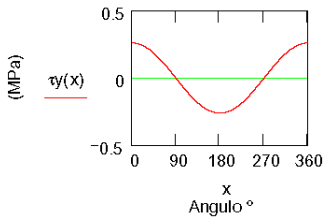
Po := 2.5 MPa *Presión Interior*

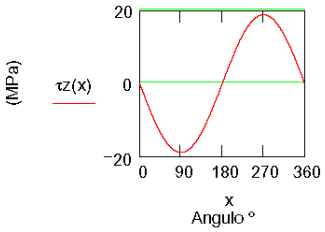
4. Resultados tensionales

4.1 Tensión de Cortante

$$\tau y(\theta) := \frac{Vy\cdot\left(\cos\left(\theta\cdot\frac{\pi}{180}\right)\right)}{\pi\cdot\frac{d\cdot e}{2}} \qquad \tau z(\theta) := \frac{Vz\cdot\sin\left(\theta\cdot\frac{\pi}{180}\right)}{\pi\cdot\frac{d\cdot e}{2}}$$

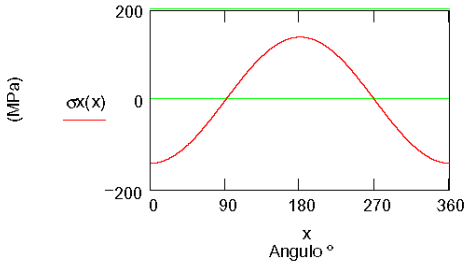
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid





4.2 Tensión de Flexión

$$\sigma x(\theta) := \left(\frac{N}{\pi \cdot d \cdot e}\right) - \left(\cos\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{\frac{My}{1000}}{Iy}\right) + \left(\frac{\frac{Mz}{1000}}{Iz} \cdot \sin\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot \frac{d}{2}\right)$$



4.3 Tensión por Presion Interior

Po = 2.5 MPa

$$\sigma p := -Po \cdot \frac{d \cdot 1000}{2 \cdot e} \qquad \sigma p = -104.895 \text{ MPa}$$

5. Tensiones Adicionales. Fricciones en juntas y apoyos

$$f1 := Po \cdot \frac{e}{25.4} \qquad f1 = 1.407 \text{ MPa}$$

$\mu := 0.15$ Coeficiente de rozamiento

$$f2 := -\mu \cdot 2 \cdot \frac{Vz \cdot 1000}{\pi \cdot (D \cdot 1000 + e) \cdot e} \qquad f2 = 2.734 \text{ MPa}$$

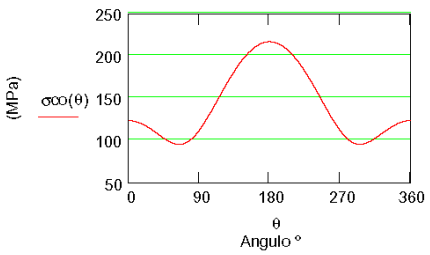
$$f3 := \frac{500}{142.2} \cdot \frac{D}{12 \cdot (D \cdot 1000 + e) \cdot \frac{e}{25.4}} \qquad f3 = 5.145 \times 10^{-4} \text{ MPa}$$

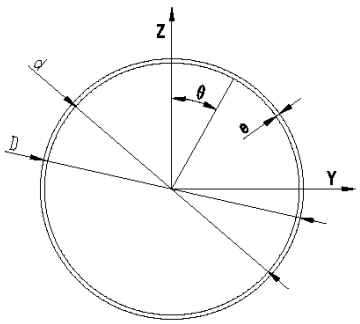
f1 Tension longitudinal debida a presion en junta de expansión.
f2 Tensión de fricción en soportes.
f3 Tensión de fricción en junta de expansión.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

6. Tensión de comparacion (Von Misses)

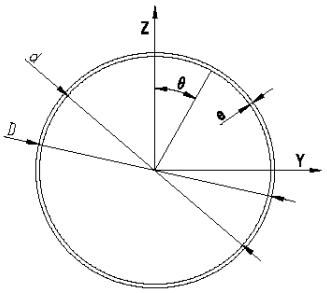
$$\sigma co(\theta) := \left[0.5\cdot\left[(\sigma x(\theta) + f1 + f2 + f3 - \sigma p)^2 + \left[(\sigma x(\theta) + f1 + f2 + f3)^2\right] + \sigma p^2 + 6\cdot(\tau y(\theta) + \tau z(\theta))^2\right]\right]^{0.5}$$





Cálculo de tensiones en Tuberías

1. Geometría



e := 14.3 mm

D := 1.2 + 0.0143·2 m

D = 1.229 m

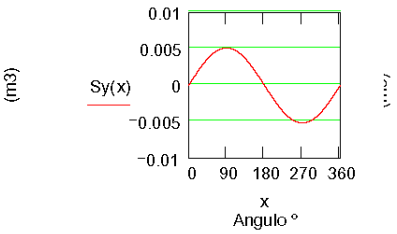
d := 1.2 m

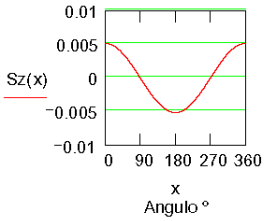
2. Propiedades Mecánicas

Ley de Momento estático:

$$Sy(\theta) := \left(\sin\left(\theta\cdot\frac{\pi}{180}\right)\cdot\frac{e}{1000}\cdot\frac{d^2}{4}\right) \quad (m^3)$$

$$Sz(\theta) := \left(\cos\left(\theta\cdot\frac{\pi}{180}\right)\cdot\frac{e}{1000}\cdot\frac{d^2}{4}\right) \quad (m^3)$$





Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Inercia

$$Iy := \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3 \cdot \frac{e}{1000} \qquad Iy = 9.704 \times 10^{-3} \quad m^4$$

$$Iz := Iy \qquad Iz = 9.704 \times 10^{-3} \quad m^4$$

3. Cargas

$N := 0$ KN (+) compresion

$My := 1156$ KNm

$Mz := 0$ KNm

$Vy := 0$ KN

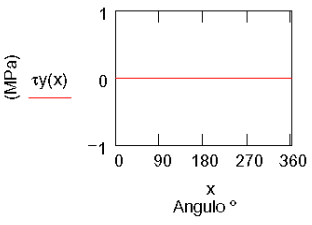
$Vz := 77.6$ KN

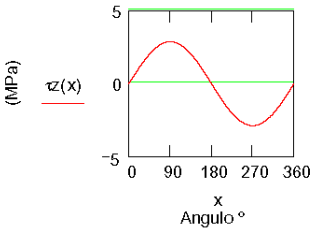
$Po := 2.5$ MPa *Presión Interior*

4. Resultados tensionales

4.1 Tensión de Cortante

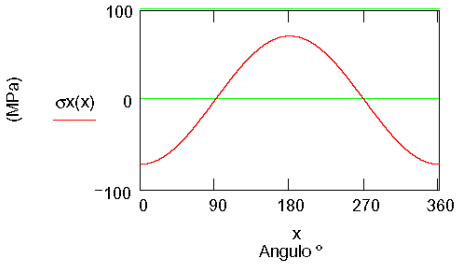
$$\tau y(\theta) := \frac{Vy \cdot \left(\cos\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right)\right)}{\pi \cdot \frac{d \cdot e}{2}} \qquad \tau z(\theta) := \frac{Vz \cdot \sin\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right)}{\pi \cdot \frac{d \cdot e}{2}}$$





4.2 Tensión de Flexión

$$\sigma x(\theta) := \left(\frac{N}{\pi \cdot d \cdot e}\right) - \left(\cos\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{\frac{My}{1000}}{Iy}\right) + \left(\frac{\frac{Mz}{1000}}{Iz} \cdot \sin\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot \frac{d}{2}\right)$$



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

4.3 Tensión por Presion Interior

Po = 2.5 MPa

$$\sigma p := -Po \cdot \frac{d \cdot 1000}{2 \cdot e} \qquad \sigma p = -104.895 \text{ MPa}$$

5. Tensiones Adicionales. Fricciones en juntas y apoyos

$$f1 := Po \cdot \frac{e}{25.4} \qquad f1 = 1.407 \text{ MPa}$$

$\mu := 0.15$ Coeficiente de rozamiento

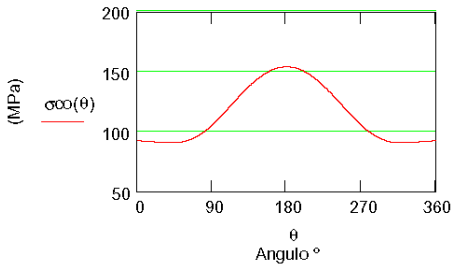
$$f2 := -\mu \cdot 2 \cdot \frac{Vz \cdot 1000}{\pi \cdot (D \cdot 1000 + e) \cdot e} \qquad f2 = -0.417 \text{ MPa}$$

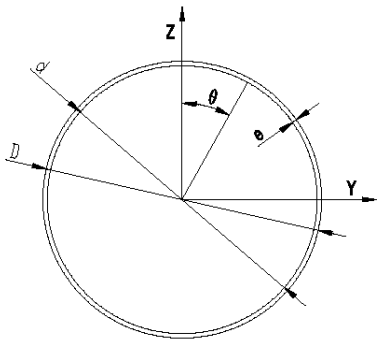
$$f3 := \frac{500}{142.2} \cdot \frac{D}{12 \cdot (D \cdot 1000 + e) \cdot \frac{e}{25.4}} \qquad f3 = 5.145 \times 10^{-4} \text{ MPa}$$

f1 Tension longitudinal debida a presion en junta de expansión.
f2 Tensión de fricción en soportes.
f3 Tensión de fricción en junta de expansión.

6. Tensión de comparacion (Von Misses)

$$\sigma co(\theta) := \left[0.5 \cdot \left[(\sigma x(\theta) + f1 + f2 + f3 - \sigma p)^2 + \left[(\sigma x(\theta) + f1 + f2 + f3)^2\right] + \sigma p^2 + 6 \cdot (\tau y(\theta) + \tau z(\theta))^2\right]\right]^{0.5}$$





Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Cálculo de tensiones en Tuberías

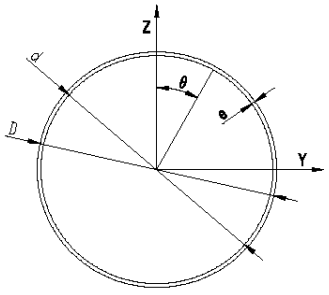
1. Geometría

e := 14.3 mm

D := 1.2 + 0.0143·2 m

D = 1.229 m

d := 1.2 m

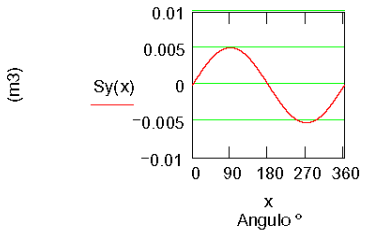


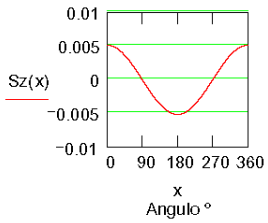
2. Propiedades Mecánicas

Ley de Momento estático:

$$Sy(\theta) := \left(\sin\left(\theta\cdot\frac{\pi}{180}\right)\cdot\frac{e}{1000}\cdot\frac{d^2}{4}\right) \quad (m^3)$$

$$Sz(\theta) := \left(\cos\left(\theta\cdot\frac{\pi}{180}\right)\cdot\frac{e}{1000}\cdot\frac{d^2}{4}\right) \quad (m^3)$$





Inercia

$$Iy := \pi\cdot\left(\frac{d}{2}\right)^3\cdot\frac{e}{1000} \qquad Iy = 9.704\times10^{-3}\ m^4$$

$$Iz := Iy \qquad Iz = 9.704\times10^{-3}\ m^4$$

3. Cargas

N := 0 KN (+) compresion

My := 2273 KNm

Mz := 5.95 KNm

Vy := −4.79 KN

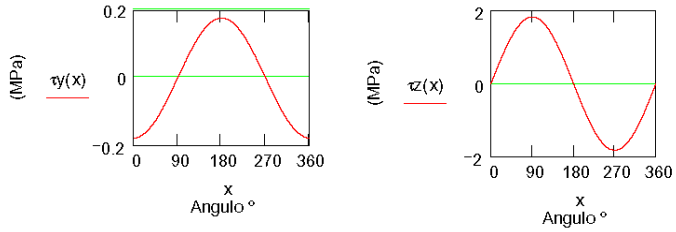
Vz := 49.14 KN

Po := 2.5 MPa *Presión Interior*

4. Resultados tensionales

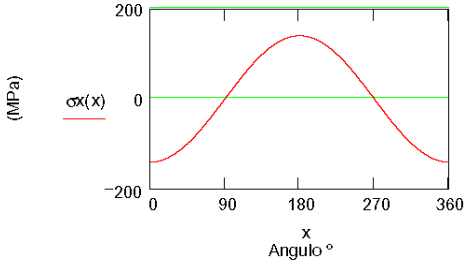
4.1 Tensión de Cortante

$$\tau y(\theta) := \frac{Vy\cdot\left(\cos\left(\theta\cdot\frac{\pi}{180}\right)\right)}{\pi\cdot\frac{d\cdot e}{2}} \qquad \tau z(\theta) := \frac{Vz\cdot\sin\left(\theta\cdot\frac{\pi}{180}\right)}{\pi\cdot\frac{d\cdot e}{2}}$$



4.2 Tensión de Flexión

$$\sigma x(\theta) := \left(\frac{N}{\pi \cdot d \cdot e}\right) - \left(\cos\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{\frac{My}{1000}}{Iy}\right) + \left(\frac{\frac{Mz}{1000}}{Iz} \cdot \sin\left(\theta \cdot \frac{\pi}{180}\right) \cdot \frac{d}{2}\right)$$



4.3 Tensión por Presion Interior

Po = 2.5 MPa

$$\sigma p := -Po \cdot \frac{d \cdot 1000}{2 \cdot e} \qquad \sigma p = -104.895 \text{ MPa}$$

5. Tensiones Adicionales. Fricciones en juntas y apoyos

$$f1 := Po \cdot \frac{e}{25.4} \qquad f1 = 1.407 \text{ MPa}$$

$\mu := 0.15$ Coeficiente de rozamiento

$$f2 := -\mu \cdot 2 \cdot \frac{Vz \cdot 1000}{\pi \cdot (D \cdot 1000 + e) \cdot e} \qquad f2 = -0.264 \text{ MPa}$$

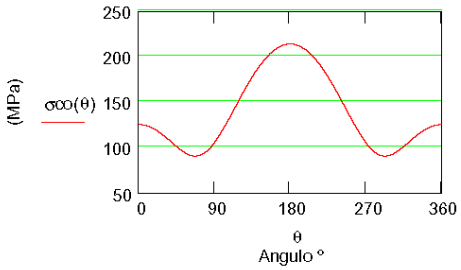
$$f3 := \frac{500}{142.2} \cdot \frac{D}{12 \cdot (D \cdot 1000 + e) \cdot \frac{e}{25.4}} \qquad f3 = 5.145 \times 10^{-4} \text{ MPa}$$

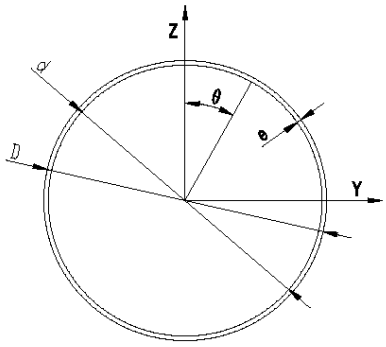
f1 Tension longitudinal debida a presion en junta de expansión.
f2 Tensión de fricción en soportes.
f3 Tensión de fricción en junta de expansión.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

6. Tensión de comparacion (Von Misses)

$$\sigma co(\theta) := \left[0.5\cdot\left[(\sigma x(\theta) + f1 + f2 + f3 - \sigma\rho)^2 + \left[(\sigma x(\theta) + f1 + f2 + f3)^2\right] + \sigma\rho^2 + 6\cdot(\tau y(\theta) + \tau z(\theta))^2\right]\right]^{0.5}$$





COMPROBACIÓN DE TUBERÍA EN APOYOS

La comprobación en apoyos obliga a disponer una tubería de espesor 18 mm en acero S275, como manera de evitar disponer anillos de rigidización.

La comprobación se ha realizado según lo expuesto en el manual AWWA M-11 como sigue:

$$S_{cs} = k \cdot \frac{P}{t} \cdot \ln\left(\frac{R}{t}\right)$$

Donde

S_{cs}:	Tensión local en el apoyo (psi)
k =0.02-0.0012·(A-90):	factor de ángulo de contacto de apoyo
A:	Ángulo de contacto de apoyo (Grado sexagesimal)
P:	Reacción total en apoyo (lb)
R:	Radio de la tubería (in)
t:	Espesor de la tubería (in)

A este valor es preciso sumar las tensiones longitudinales calculadas en la proximidad del apoyo (S_{ls}) componiéndose los valores y verificando:

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

$$S_e = \sqrt{S_{cs}{}^2 + S_{ls}^2 - S_{cs} \cdot S_{ls}} \leq f_y$$

f_y =	275	*MPa*	->	39435	*psi*	
D =	1.2	*m*	->	47.2	*in*	*Diámetro de tubería*
t=	18	*mm*	->	0.7	*in*	*Espesor*
P =	734	*KN*	->	161816.6	*lb*	*Reacción*
A =	120	°				*Angulo de apoyo*
K =	0.0164					
S_{cs} =	18529.8	*psi*				
S_{ls} =	140	*MPa*	->	20076	*psi*	
S_e =	33442.5	*psi*		< fy , CUMPLE		

COMPROBACIÓN DE DADOS DE HORMIGÓN DE APOYO DE TUBERÍA

La comprobación de los dados de apoyo de la tubería en el paso sobre el río Jarama se incluyen en el anejo de cálculo estructural.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

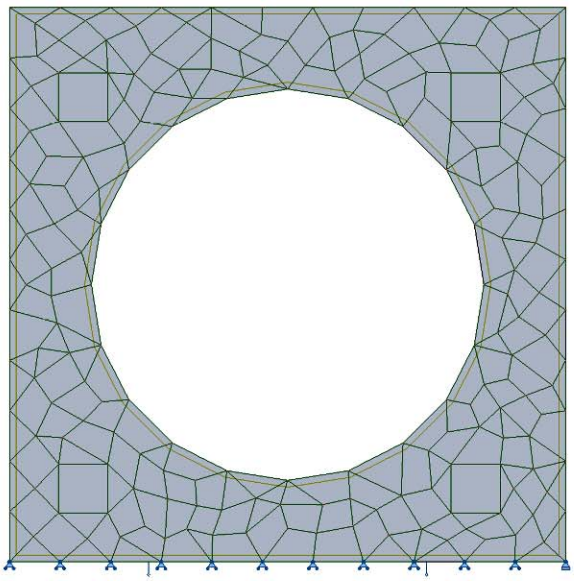
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 6

COMPROBACIÓN MECÁNICA DEL MACIZO

Se incluyen a continuación los resultados de esfuerzos obtenidos del programa de cálculo y que han servido para realizar el dimensionado del macizo.

Fase 2 - Modelo de cálculo



Fecha : 04/12/09 Página : **1**

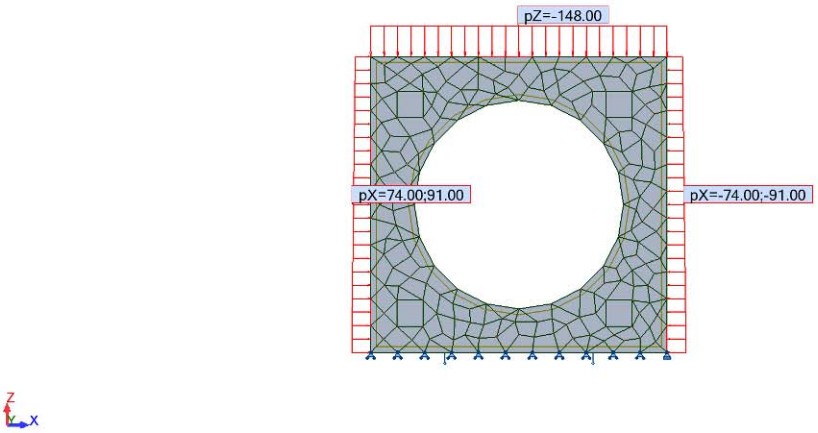
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Fase 2 - Hmax - Cargas: Tabla

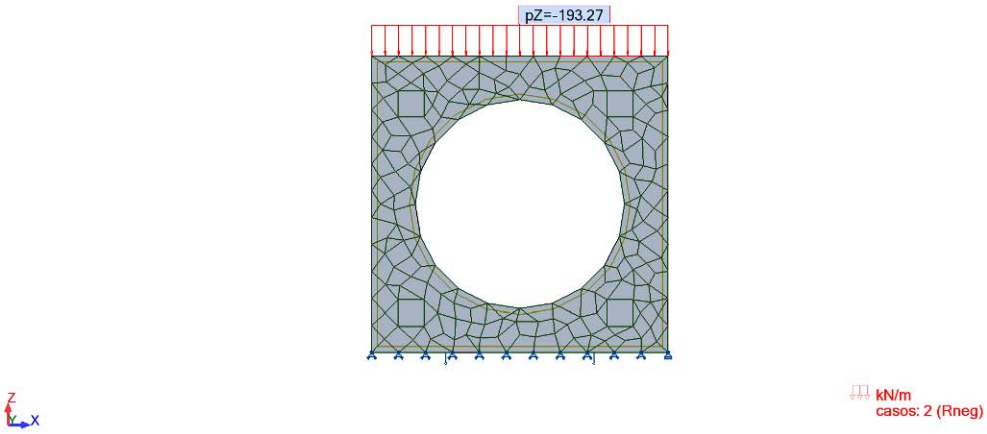
Caso		Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	1	Tierras	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-148.00(kN/m) FZ2=-148.00(kN/m) N1X=0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=-0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=0.85(m)
	1	Tierras	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=74.00(kN/m) FX2=91.00(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=-0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)
	1	Tierras	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=-74.00(kN/m) FX2=-91.00(kN/m) N1X=0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)
	2	Rneg	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-193.27(kN/m) FZ2=-193.27(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=0.85(m)
	3	SCunif	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-4.00(kN/m) FZ2=-4.00(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=0.85(m)
	3	SCunif	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=2.00(kN/m) FX2=2.00(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=-0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)
	3	SCunif	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=-2.00(kN/m) FX2=-2.00(kN/m) N1X=0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)
	4	Carro	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-6.97(kN/m) FZ2=-6.97(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=0.85(m)
	4	Carro	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=3.48(kN/m) FX2=3.48(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=-0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)
	4	Carro	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=-3.48(kN/m) FX2=-3.48(kN/m) N1X=0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Fase 2 - Hmax - Cargas: Relleno

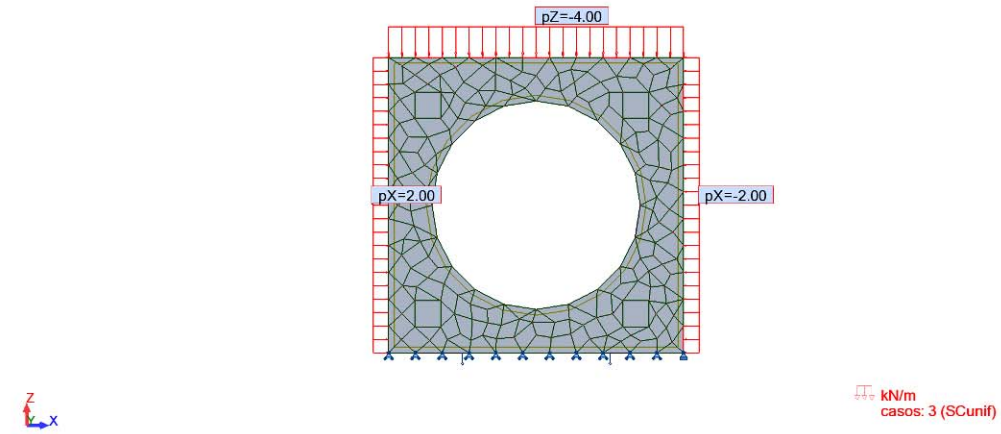


Fase 2 - Hmax - Cargas: Rozamiento negativo

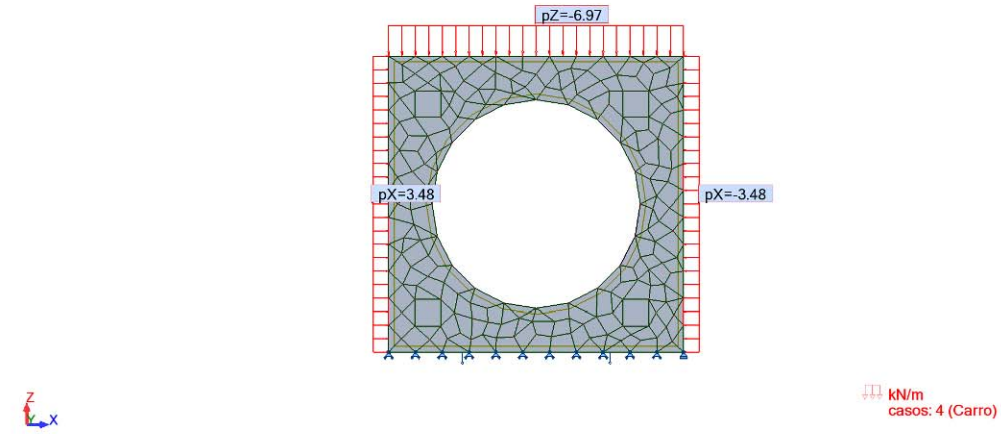


Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Fase 2 - Hmax - Cargas: Sobrecarga uniforme

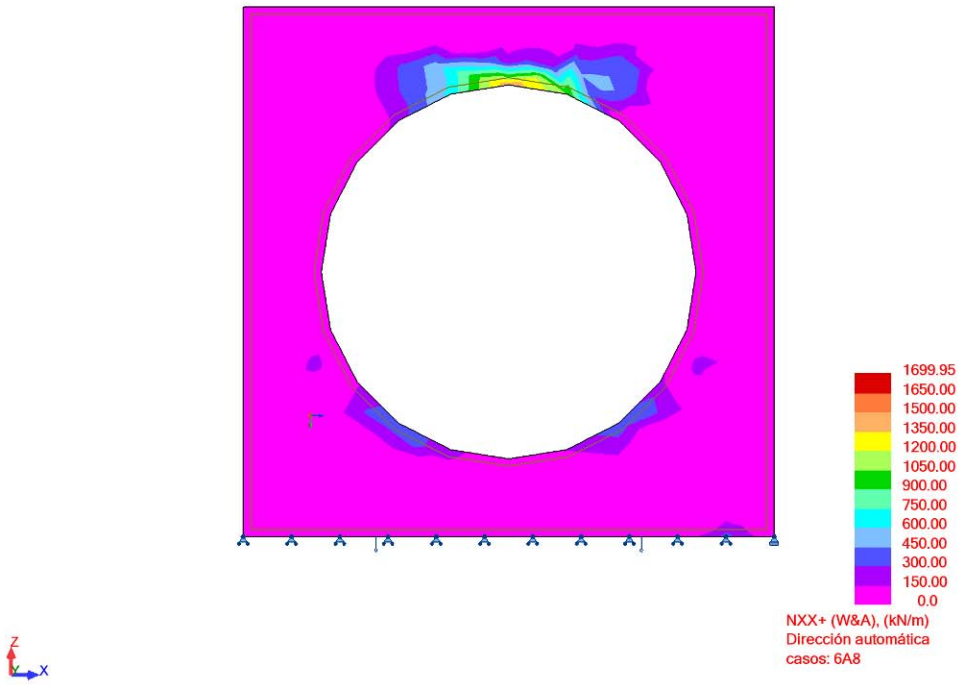


Fase 2 - Hmax - Cargas: vIAP



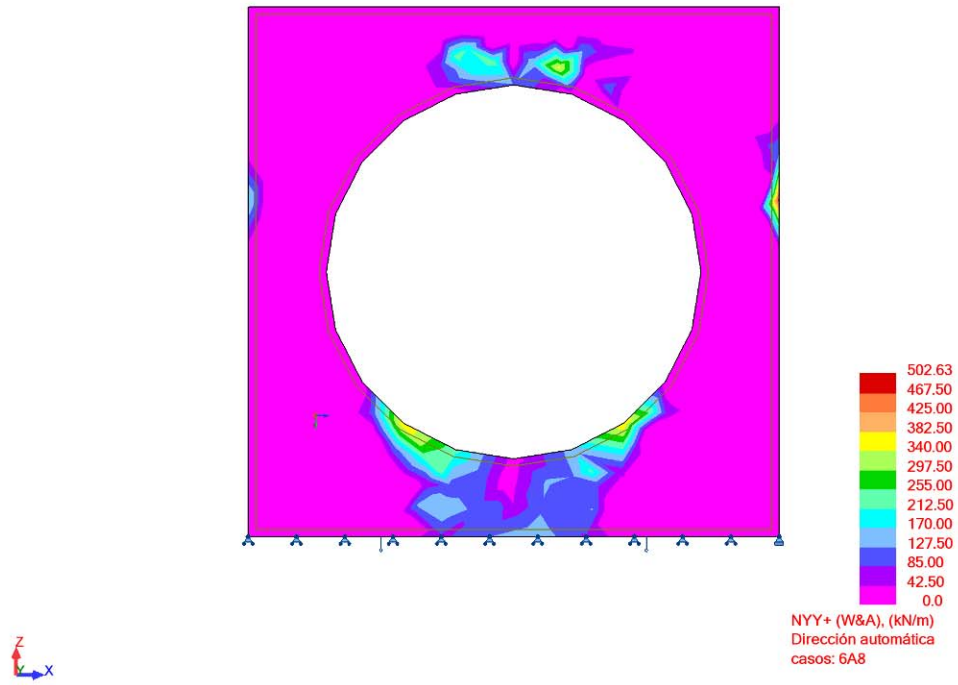
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

F2 - Hmax - Resultados: NXX (ELU) horizontal



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

F2 - Hmax - Resultados: NYY(ELU) horizontal



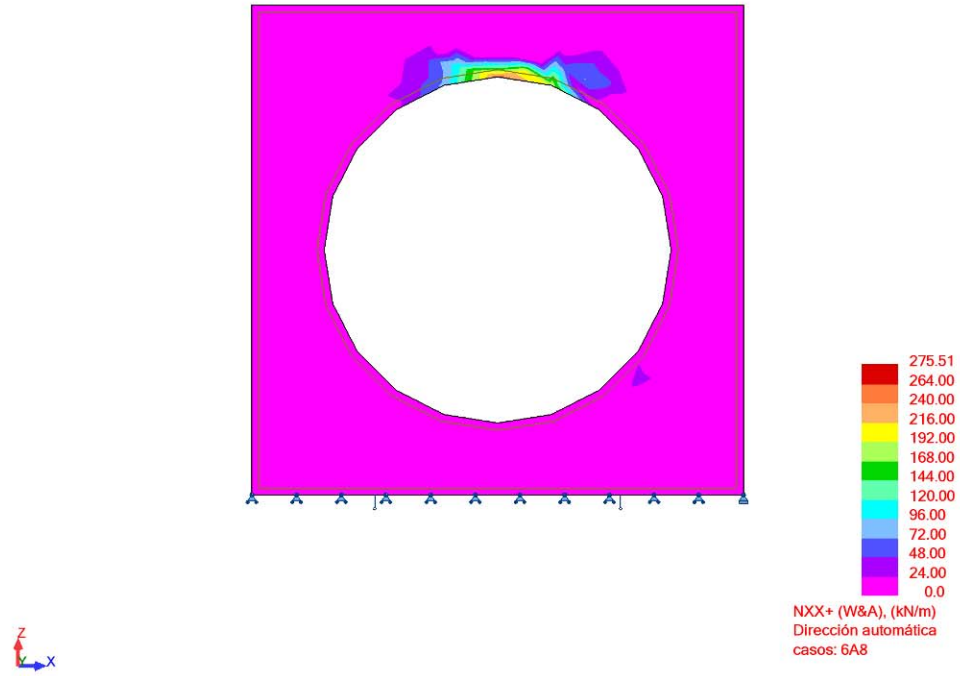
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Fase 2 - Hmin - Cargas: Tabla

Caso	Nombre del caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
1	Tierras	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-55.00(kN/m) FZ2=-55.00(kN/m) N1X=0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=-0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=0.85(m)
1	Tierras	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=27.50(kN/m) FX2=44.50(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=-0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)
1	Tierras	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=-27.50(kN/m) FX2=-44.50(kN/m) N1X=0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)
2	Rneg	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-26.70(kN/m) FZ2=-26.70(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=0.85(m)
3	SCunif	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-4.00(kN/m) FZ2=-4.00(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=0.85(m)
3	SCunif	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=2.00(kN/m) FX2=2.00(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=-0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)
3	SCunif	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=-2.00(kN/m) FX2=-2.00(kN/m) N1X=0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)
4	Carro	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-50.50(kN/m) FZ2=-50.50(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=0.85(m)
4	Carro	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=25.25(kN/m) FX2=25.25(kN/m) N1X=-0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=-0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)
4	Carro	(EF) lineal 2p (3D)		FX1=-25.25(kN/m) FX2=-25.25(kN/m) N1X=0.85(m) N1Y=0.0(m) N1Z=0.85(m) N2X=0.85(m) N2Y=0.0(m) N2Z=-0.85(m)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

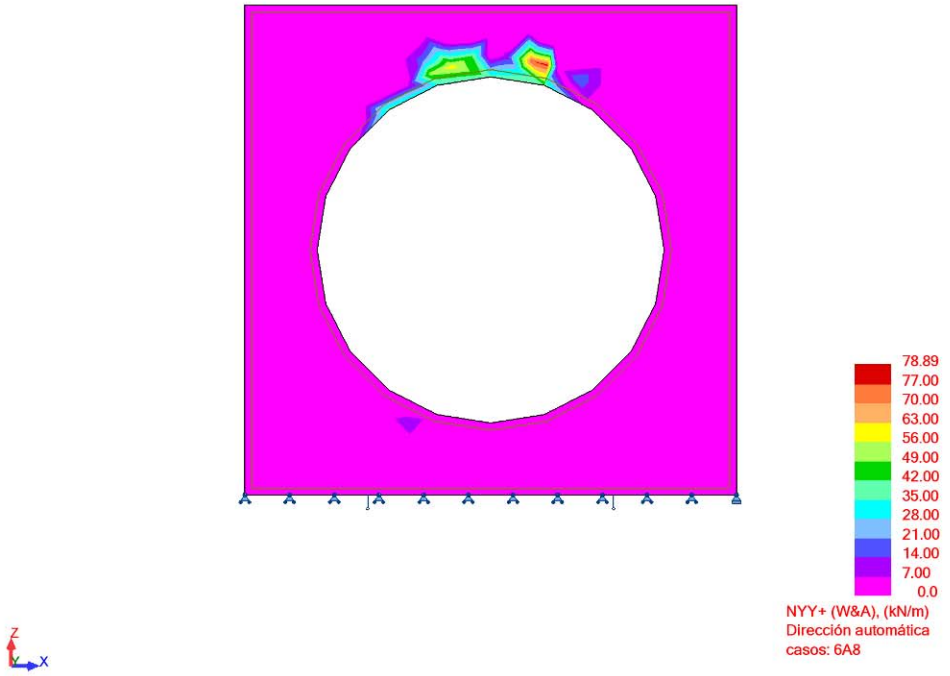
F2 - Hmin - Resultados: NXX (ELU) horizontal



Fecha : 04/12/09 Página : **2**

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

F2 - Hmin - Resultados: NYY (ELU) vertical



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 7

CÁLCULO DE ARQUETAS. LISTADOS

ARQUETA DE SECCIONAMIENTO

DATOS GENERALES

GEOMETRÍA

Altura arqueta (m)	4
Longitud mayor (m)	5
Longitud menor (m)	4,75
h/a	0,8
Espesor paredes	0,35

MATERIALES

Módulo elasticidad acero (kN/m2)	210000000
Módulo elasticidad hormigón (kN/m2)	30000000
Densidad hormigón (kN/m3)	25
Resistencia característica hormigón (fck) (Mpa)	30
Resistencia característica acero (fck)	500
Coeficiente seguridad hormigón	1,5
Coeficiente seguridad acero	1,15
Densidad relleno (kN/m3)	20
Densidad agua freático (kN/m3)	0
Densidad de agua depósito (kN/m3)	0
Ángulo rozamiento (º)	30
Ángulo rozamiento (rad)	0,524

ACCIONES

Altura nivel freático (m)	0
Altura de agua interior (m)	0
Sobrecarga tráfico (kN/m2)	10
Coef. Empuje al reposo	0,5
Máxima presión tierras (kN/m2)	40
Máxima presión freático (kN/m2)	0
Máxima presión sobrecarga	5
Máxima presión agua (kN/m2)	0,000

COEFICIENTES MAYORACIÓN ACCIONES ELU (S/IAP 2011)

	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Peso propio	1	1,35
Terreno	1	1,5
Hidrostático	0	1,5
Sobrecarga de uso	0	1,35
Nivel freático	0	0

HIPÓTESIS SIMPLE (Esfuerzos s/ Jiménez Montoya tablas 27.2 y 27.3)

	α m(ve)	α m(vv)	α m(he)	α m(hv)	α v
α para carga triangular	0,046	0,013	0,038	0,017	0,340
α para carga uniforme	0,087	0,018	0,132	0,065	

	Mve (kN.m)	Mvv (kN.m)	Mhe (kN.m)	Mhv (kN.m)	V (kN)
					54,40
Terreno	29,440	8,320	24,320	10,880	0
Hidrostático	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
					20,00
Sobrecarga de uso	6,960	1,440	10,560	5,200	0
Nivel freático	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

DIMENSIONAMIENTO DE LOS MUROS

COMBINACIONES DE CARGA ELU

HIPÓTESIS C1 CARGA DE TIERRAS + SOBRECARGA

	C1	C2
Momento vertical de empotramiento (KN.m)	53,556	
Momento vertical de vano (kN.m)	14,424	
Momento horizontal de empotramiento (kN.m)	50,736	
Momento horizontal de vano (kN.m)	23,340	
Cortante máximo (kN)	108,600	
Tracción fondo (kN)	0	
Tracción pared (kN)	0	

ARMADURAS TRACCIONADAS

	V ext.	V int.	H ext.	H int.
Mve (kN.m)	53,556			
Mvv (kN.m)		14,424		
Mhe (kN.m)			50,736	
				23,34
Mhv (kN.m)				0
N				

ARMADURAS ELU (Prontuario informático hormigón armado)

	V ext.	V int.	H ext.	H int.
Flex. Simple	16/20	12/20	16/20	12/20
Flex. Comp				

COMPROBACIÓN CORTANTE (EHE 44.2.3.1)

Diámetro armaduras (mm)	16
Recubrimiento mecánico (mm)	50
Canto útil (mm)	300
Cuantía ρ	0,002
v_{cu} (kN/m)	118,829
ξ	1,816
v_{cu} min (kN/m)	201,142
Cortante resistente (kN/m)	201,142
Válido	SI

COEFICIENTES MAYORACIÓN ACCIONES ELS (S/IAP 2011)

	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Peso propio	1	1
Terreno	1	1
Hidrostático	0	1
Sobrecarga de uso	0	1
Nivel freático	0	0

COMBINACIONES DE CARGA ELS

HIPÓTESIS C1 CARGA DE TIERRAS + SOBRECARGA
HIPÓTESIS C2 DEPÓSITO LLENO

	C1	C2
Momento vertical de empotramiento (KN.m)	36,4	
Momento vertical de vano (kN.m)	9,76	
Momento horizontal de empotramiento (kN.m)	34,88	
Momento horizontal de vano (kN.m)	16,08	
Tracción fondo (kN)		
Tracción pared (kN)		

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CÁLCULO APERTURA DE FISURA EHE (49.2.4)		
	APERTURA MÁXIMA	
	INTERIOR	EXTERIOR
Apertura máxima de fisura	0,3	0,3
β	1,7	1,7
c Recubrimiento armaduras traccionadas (mm)	50	50
Número de redondos	5	5
s Distancia entre barras longitudinales (mm)	200	200
ϕ (mm)	16	12
s >= 15ϕ	NO	SI
k1	0,125	0,125
$A_{c,eficaz\ (mm2)}$	87500	15750
$A_{s\ (mm2)}$	1005,31	565,487
s_m (mm)	**209,63**	**156,711**
σs (Mpa)	150,87	118,48
fct,m (kN/m2)	2,896	2,896
fct,m,fl (kN/m2)	3,62	3,62
	0,00357291	
Momento de inercia (m4)	7	0,003572917
Mfis (kN.m)	59,127	59,127
σsr (MPa)	245,06	435,66
k2	0,5	0,5
	0,00028737	
ε_{sm}	**1**	**0,000225676**
Ancho máximo de fisura (mm)	0,102	0,06
Válido	SI	SI

DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA INFERIOR	
Canto de la losa (m)	2
ELU	
Momento para armadura superior (kN.m)	
Tracción para armadura superior (kN)	
Momento para armadura inferior (kN.m)	53,556
ELS	
Momento para armadura superior (kN.m)	
Tracción para armadura superior (kN)	
Momento para armadura inferior (kN.m)	36,4

ARMADURAS ELU (Prontuario informático hormigón armado)			
		Superior	Inferior
Armadura superior	Flex. Comp	12/10	
Armadura inferior	Flex. Simple		12/10

CÁLCULO APERTURA DE FISURA EHE (49.2.4)		
	APERTURA MÁXIMA	
	SUPERIOR	INFERIOR
Apertura máxima de fisura (mm)		0,3
β		1,7
c Recubrimiento armaduras traccionadas (mm)		50
Número de redondos		10
s Distancia entre barras longitudinales (mm)		100
ϕ (mm)		12
s >= 15ϕ		NO
k1		0,125
$A_{c,eficaz\ (mm2)}$		500000
$A_{s\ (mm2)}$		1130,973
s_m (mm)		**385,258**
σs (Mpa)		20,63
fct,m (kN/m2)		2,896
fct,m,fl (kN/m2)		3,62

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Momento de inercia (m4)	0,666666667
Mfis (kN.m)	1930,67
σsr (MPa)	1094,29
k2	0,5
ε_{sm}	**3,92952E-05**
Ancho máximo de fisura (mm)	0,026
Válido	SI

MUROS

	FLEXIÓN	FLEX.COMP	FISURACIÓN	ADOPTADA
Armadura vertical interior	12/20			12/20
Armadura horizontal interior	12/20			12/20
Armadura vertical exterior	16/20			16/20
Armadura horizontal exterior	16/20			16/20
Armadura superior losa	12/10			12/10
Armadura inferior losa	12/10			12/10

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ARQUETA DE DERIVACIÓN

DATOS GENERALES

GEOMETRÍA	
Altura arqueta (m)	4
Longitud mayor (m)	6,4
Longitud menor (m)	4,75
h/a	0,625
Espesor paredes	0,35
MATERIALES	
Módulo elasticidad acero (kN/m2)	210000000
Módulo elasticidad hormigón (kN/m2)	30000000
Densidad hormigón (kN/m3)	25
Resistencia característica hormigón (fck) (Mpa)	30
Resistencia característica acero (fck)	500
Coeficiente seguridad hormigón	1,5
Coeficiente seguridad acero	1,15
Densidad relleno (kN/m3)	20
Densidad agua freático (kN/m3)	0
Densidad de agua depósito (kN/m3)	0
Ángulo rozamiento (º)	30
Ángulo rozamiento (rad)	0,524
ACCIONES	
Altura nivel freático (m)	0
Altura de agua interior (m)	0
Sobrecarga tráfico (kN/m2)	10
Coef. Empuje al reposo	0,5
Máxima presión tierras (kN/m2)	40
Máxima presión freático (kN/m2)	0
Máxima presión sobrecarga	5
Máxima presión agua (kN/m2)	0,000

COEFICIENTES MAYORACIÓN ACCIONES ELU (S/IAP 2011)

	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Peso propio	1	1,35
Terreno	1	1,5
Hidrostático	0	1,5
Sobrecarga de uso	0	1,35
Nivel freático	0	0

HIPÓTESIS SIMPLE (Esfuerzos s/ Jiménez Montoya tablas 27.2 y 27.3)

	α m(ve)	α m(vv)	α m(he)	α m(hv)	α v
α para carga triangular	0,069	0,012	0,045	0,022	0,405
α para carga uniforme	0,139	0,02	0,208	0,09	

	Mve (kN.m)	Mvv (kN.m)	Mhe (kN.m)	Mhv (kN.m)	V (kN)
Terreno	44,160	7,680	28,800	14,080	64,800
Hidrostático	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sobrecarga de uso	11,120	1,600	16,640	7,200	20,000
Nivel freático	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

DIMENSIONAMIENTO DE LOS MUROS

COMBINACIONES DE CARGA ELU

HIPÓTESIS C1 CARGA DE TIERRAS + SOBRECARGA

	C1	C2
Momento vertical de empotramiento (KN.m)	81,252	
Momento vertical de vano (kN.m)	13,68	
Momento horizontal de empotramiento (kN.m)	65,664	
Momento horizontal de vano (kN.m)	30,840	
Cortante máximo (kN)	124,200	
Tracción fondo (kN)	0	
Tracción pared (kN)	0	

ARMADURAS TRACCIONADAS

	V ext.	V int.	H ext.	H int.
Mve (kN.m)	81,252			
Mvv (kN.m)		13,68		
Mhe (kN.m)			65,664	
Mhv (kN.m)				30,840
N				

ARMADURAS ELU (Prontuario informático hormigón armado)

	V ext.	V int.	H ext.	H int.
Flex. Simple	16/20	12/20	16/20	12/20
Flex. Comp				

COMPROBACIÓN CORTANTE (EHE 44.2.3.1)

Diámetro armaduras (mm)	16
Recubrimiento mecánico (mm)	50
Canto útil (mm)	300
Cuantía ρ	0,002
v_{cu} (kN/m)	118,829
ξ	1,816
v_{cu} min (kN/m)	201,142
Cortante resistente (kN/m)	201,142
Válido	SI

COEFICIENTES MAYORACIÓN ACCIONES ELS (S/IAP 2011)

	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Peso propio	1	1
Terreno	1	1
Hidrostático	0	1
Sobrecarga de uso	0	1
Nivel freático	0	0

COMBINACIONES DE CARGA ELS

HIPÓTESIS C1 CARGA DE TIERRAS + SOBRECARGA
HIPÓTESIS C2 DEPÓSITO LLENO

	C1	C2
Momento vertical de empotramiento (KN.m)	55,28	
Momento vertical de vano (kN.m)	9,28	
Momento horizontal de empotramiento (kN.m)	45,44	
Momento horizontal de vano (kN.m)	21,28	
Tracción fondo (kN)		
Tracción pared (kN)		

CÁLCULO APERTURA DE FISURA EHE (49.2.4)

	APERTURA MÁXIMA INTERIOR	EXTERIOR
Apertura máxima de fisura	0,3	0,3
β	1,7	1,7
c Recubrimiento armaduras traccionadas (mm)	50	50

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Número de redondos	5	5
s Distancia entre barras longitudinales (mm)	200	200
ϕ (mm)	16	12
s >= 15ϕ	NO	SI
k1	0,125	0,125
$A_{c,eficaz\ (mm2)}$	87500	15750
$A_{s\ (mm2)}$	1005,31	565,487
s_m (mm)	**209,63**	**156,711**
σs (Mpa)	229,12	156,8
fct,m (kN/m2)	2,896	2,896
fct,m,fl (kN/m2)	3,62	3,62
Momento de inercia (m4)	0,003572917	0,003572917
Mfis (kN.m)	59,127	59,127
σsr (MPa)	245,06	435,66
k2	0,5	0,5
ε_{sm}	**0,000466979**	**0,000298667**
Ancho máximo de fisura (mm)	0,166	0,08
Válido	SI	SI

DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA INFERIOR

Canto de la losa (m)	2
ELU	
Momento para armadura superior (kN.m)	
Tracción para armadura superior (kN)	
Momento para armadura inferior (kN.m)	81,252
ELS	
Momento para armadura superior (kN.m)	
Tracción para armadura superior (kN)	
Momento para armadura inferior (kN.m)	55,28

ARMADURAS ELU (Prontuario informático hormigón armado)

		Superior	Inferior
Armadura superior	Flex. Comp	12/10	
Armadura inferior	Flex. Simple		12/10

CÁLCULO APERTURA DE FISURA EHE (49.2.4)

	APERTURA MÁXIMA SUPERIOR	INFERIOR
Apertura máxima de fisura (mm)		0,3
β		1,7
c Recubrimiento armaduras traccionadas (mm)		50
Número de redondos		10
s Distancia entre barras longitudinales (mm)		100
ϕ (mm)		12
s >= 15ϕ		NO
k1		0,125
$A_{c,eficaz\ (mm2)}$		500000
$A_{s\ (mm2)}$		1130,973
s_m (mm)		**385,258**
σs (Mpa)		31,33
fct,m (kN/m2)		2,896
fct,m,fl (kN/m2)		3,62
Momento de inercia (m4)		0,666666667
Mfis (kN.m)		1930,67
σsr (MPa)		1094,29
k2		0,5
ε_{sm}		**5,96762E-05**
Ancho máximo de fisura (mm)		0,039
Válido		SI

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

MUROS

	FLEXIÓN	FLEX.COMP	FISURACIÓN	ADOPTADA
Armadura vertical interior	12/20			12/20
Armadura horizontal interior	12/20			12/20
Armadura vertical exterior	16/20			16/20
Armadura horizontal exterior	16/20			16/20
Armadura superior losa	12/10			12/10
Armadura inferior losa	12/10			12/10

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ARMADO ARQUETAS DE DESAGÜE	
TABLAS STIGLAT/WIPPEL	
GEOMETRÍA	
Altura arqueta (m)	7
Longitud mayor (m)	4,75
Longitud menor (m)	4
h/a	1,474
Espesor paredes	0,4
MATERIALES	
Módulo elasticidad acero (kN/m2)	210000000
Módulo elasticidad hormigón (kN/m2)	30000000
Densidad hormigón (kN/m3)	25
Resistencia característica hormigón (fck) (Mpa)	30
Resistencia característica acero (fck)	500
Coeficiente seguridad hormigón	1,5
Coeficiente seguridad acero	1,15
Densidad relleno (kN/m3)	20
Densidad agua freático (kN/m3)	10
Densidad de agua depósito (kN/m3)	10
Ángulo rozamiento (º)	30
Ángulo rozamiento (rad)	0,524
ACCIONES	
Altura nivel freático (m)	4
Altura de agua interior (m)	0
Sobrecarga tráfico (kN/m2)	10
Coef. Empuje al reposo	0,5
Máxima presión tierras (kN/m2)	70
Máxima presión freático (kN/m2)	40
Máxima presión sobrecarga	10
Máxima presión agua (kN/m2)	0,000

COEFICIENTES MAYORACIÓN ACCIONES ELU (S/IAP 2011)		
	FAVORABLE	**DESFAVORABLE**
Peso propio	1	1,35
Terreno	1	1,5
Hidrostático	0	1,5
Sobrecarga de uso	0	1,35
Nivel freático	0	1,5

HIPÓTESIS SIMPLE (Esfuerzos s/ STIGLAT-WIPPEL)

		STIGLAT/WIPPEL				
	k		**my**	**mx**	**Mve (kN.m)**	**Mhe (kN.m)**
Terreno		1163,75	17,7	18,1	65,749	64,296
Hidrostático		665				
Sobrecarga de uso		332,5	14,2	9,27	23,415	35,868
Nivel freático		380	17,7	18,1	21,469	20,994
ELU					162,44	176,36
ELS					110,63	121,16
ARMADURA TRACCIÓN (FLEXIÓN) PRON. INFORM.					16/15	16/15
ARMADURA CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA					12/15	12/15
ARMADURA CUANTÍA MÍNIMA GEOMÉTRICA					12/20	12/20

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CÁLCULO APERTURA DE FISURA EHE (49.2.4)

	APERTURA MÁXIMA EXTERIOR
Apertura máxima de fisura	0,3
β	1,7
c Recubrimiento armaduras traccionadas (mm)	50
Número de redondos	6,66
s Distancia entre barras longitudinales (mm)	150
ϕ (mm)	20
s >= 15ϕ	NO
k1	0,125
$A_{c,eficaz\ (mm2)}$	100000
$A_{s\ (mm2)}$	2092,301
s_m (mm)	**177,794**
σs (Mpa)	188,84
fct,m (kN/m2)	2,896
fct,m,fl (kN/m2)	3,475
Momento de inercia (m4)	0,00533333
Mfis (kN.m)	77,227
σsr (MPa)	131,82
k2	0,5
ε_{sm}	**0,00068015**
Ancho máximo de fisura (mm)	0,206
Válido	SI
ARMADO DN20/15	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ARMADO ARQUETAS DE VENTOSA	
TABLAS STIGLAT/WIPPEL	
GEOMETRÍA	
Altura arqueta (m)	4
Longitud mayor (m)	3,3
Longitud menor (m)	2,3
h/a	1,212
Espesor paredes	0,3
MATERIALES	
Módulo elasticidad acero (kN/m2)	210000000
Módulo elasticidad hormigón (kN/m2)	30000000
Densidad hormigón (kN/m3)	25
Resistencia característica hormigón (fck) (Mpa)	30
Resistencia característica acero (fck)	500
Coeficiente seguridad hormigón	1,5
Coeficiente seguridad acero	1,15
Densidad relleno (kN/m3)	20
Densidad agua freático (kN/m3)	10
Densidad de agua depósito (kN/m3)	10
Ángulo rozamiento (º)	30
Ángulo rozamiento (rad)	0,524
ACCIONES	
Altura nivel freático (m)	0
Altura de agua interior (m)	0
Sobrecarga tráfico (kN/m2)	10
Coef. Empuje al reposo	0,5
Máxima presión tierras (kN/m2)	40
Máxima presión freático (kN/m2)	0
Máxima presión sobrecarga	10
Máxima presión agua (kN/m2)	0,000

COEFICIENTES MAYORACIÓN ACCIONES ELU (S/IAP 2011)

	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Peso propio	1	1,35
Terreno	1	1,5
Hidrostático	0	1,5
Sobrecarga de uso	0	1,35
Nivel freático	0	1,5

HIPÓTESIS SIMPLE (Esfuerzos s/ STIGLAT-WIPPEL)

		STIGLAT/WIPPEL				
	k	my	mx		Mve (kN.m)	Mhe (kN.m)
Terreno	264	15,6	17,1		16,923	15,439
Hidrostático	0					
Sobrecarga de uso	132	21,1	14,1		6,256	9,362
Nivel freático	0					
ELU					33,83	35,8
ELS					23,18	24,80
ARMADURA TRACCIÓN (FLEXIÓN) PRON. INFORM.					12/15	12/15
ARMADURA CUANTÍA MÍNIMA MECÁNICA					12/20	12/20
ARMADURA CUANTÍA MÍNIMA GEOMÉTRICA					12/20	12/20

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CÁLCULO APERTURA DE FISURA EHE (49.2.4)

	APERTURA MÁXIMA EXTERIOR
Apertura máxima de fisura	0,3
β	1,7
c Recubrimiento armaduras traccionadas (mm)	50
Número de redondos	6,66
s Distancia entre barras longitudinales (mm)	150
ϕ (mm)	12
s >= 15ϕ	NO
k1	0,125
$A_{c,eficaz\ (mm2)}$	75000
$A_{s\ (mm2)}$	753,228
s_m (mm)	189,743
σs (Mpa)	153,87
fct,m (kN/m2)	2,896
fct,m,fl (kN/m2)	3,765
Momento de inercia (m4)	0,00225
Mfis (kN.m)	43,44
σsr (MPa)	288,36
k2	0,5
ε_{sm}	0,00029309
Ancho máximo de fisura (mm)	0,095
Válido	SI

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ARQUETA DE CONEXIÓN

DATOS GENERALES

GEOMETRÍA

Altura arqueta (m)	2,74
Longitud mayor (m)	7,3
Longitud menor (m)	4,75
h/a	0,375
Espesor paredes	0,35

MATERIALES

Módulo elasticidad acero (kN/m2)	210000000
Módulo elasticidad hormigón (kN/m2)	30000000
Densidad hormigón (kN/m3)	25
Resistencia característica hormigón (fck) (Mpa)	30
Resistencia característica acero (fck)	500
Coeficiente seguridad hormigón	1,5
Coeficiente seguridad acero	1,15
Densidad relleno (kN/m3)	20
Densidad agua freático (kN/m3)	0
Densidad de agua depósito (kN/m3)	0
Ángulo rozamiento (º)	30
Ángulo rozamiento (rad)	0,524

ACCIONES

Altura nivel freático (m)	0
Altura de agua interior (m)	0
Sobrecarga tráfico (kN/m2)	10
Coef. Empuje al reposo	0,5
Máxima presión tierras (kN/m2)	27,4
Máxima presión freático (kN/m2)	0
Máxima presión sobrecarga	5
Máxima presión agua (kN/m2)	0,000

COEFICIENTES MAYORACIÓN ACCIONES ELU (S/IAP 2011)

	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Peso propio	1	1,35
Terreno	1	1,5
Hidrostático	0	1,5
Sobrecarga de uso	0	1,35
Nivel freático	0	0

HIPÓTESIS SIMPLE (Esfuerzos s/ Jiménez Montoya tablas 27.2 y 27.3)

	α m(ve)	α m(vv)	α m(he)	α m(hv)	α v
α para carga triangular	0,121	0	0,056	0,029	0,455
α para carga uniforme	0,2	0,014	0,285	0,107	

	Mve (kN.m)	Mvv (kN.m)	Mhe (kN.m)	Mhv (kN.m)	V (kN)
					34,16
Terreno	24,891	0,000	11,520	5,966	0
Hidrostático	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
					13,70
Sobrecarga de uso	7,508	0,526	10,698	4,017	0
Nivel freático	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

DIMENSIONAMIENTO DE LOS MUROS

COMBINACIONES DE CARGA ELU

HIPÓTESIS C1 CARGA DE TIERRAS + SOBRECARGA

	C1	C2
Momento vertical de empotramiento (KN.m)	47,472	
Momento vertical de vano (kN.m)	0,71	
Momento horizontal de empotramiento (kN.m)	31,722	
Momento horizontal de vano (kN.m)	14,372	
Cortante máximo (kN)	69,735	
Tracción fondo (kN)	0	
Tracción pared (kN)	0	

ARMADURAS TRACCIONADAS

	V ext.	V int.	H ext.	H int.
Mve (kN.m)	47,472			
Mvv (kN.m)		0,71		
Mhe (kN.m)			31,722	
Mhv (kN.m)				14,372
N				

ARMADURAS ELU (Prontuario informático hormigón armado)

	V ext.	V int.	H ext.	H int.
Flex. Simple	16/20	12/20	16/20	12/20
Flex. Comp				

COMPROBACIÓN CORTANTE (EHE 44.2.3.1)

Diámetro armaduras (mm)	16
Recubrimiento mecánico (mm)	50
Canto útil (mm)	300
Cuantía ρ	0,002
v_{cu} (kN/m)	118,829
ξ	1,816
v_{cu} min (kN/m)	201,142
Cortante resistente (kN/m)	201,142
Válido	SI

COEFICIENTES MAYORACIÓN ACCIONES ELS (S/IAP 2011)

	FAVORABLE	DESFAVORABLE
Peso propio	1	1
Terreno	1	1
Hidrostático	0	1
Sobrecarga de uso	0	1
Nivel freático	0	0

COMBINACIONES DE CARGA ELS

HIPÓTESIS C1 CARGA DE TIERRAS + SOBRECARGA
HIPÓTESIS C2 DEPÓSITO LLENO

	C1	C2
Momento vertical de empotramiento (KN.m)	32,399	
Momento vertical de vano (kN.m)	0,526	
Momento horizontal de empotramiento (kN.m)	22,218	
Momento horizontal de vano (kN.m)	9,983	
Tracción fondo (kN)		
Tracción pared (kN)		

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CÁLCULO APERTURA DE FISURA EHE (49.2.4)		
	APERTURA MÁXIMA INTERIOR	**EXTERIOR**
Apertura máxima de fisura	0,3	0,3
β	1,7	1,7
c Recubrimiento armaduras traccionadas (mm)	50	50
Número de redondos	5	5
s Distancia entre barras longitudinales (mm)	200	200
ϕ (mm)	16	12
s >= 15ϕ	NO	SI
k1	0,125	0,125
$A_{c,eficaz\ (mm2)}$	87500	15750
$A_{s\ (mm2)}$	1005,31	565,487
s_m (mm)	**209,63**	**156,711**
σs (Mpa)	134,28	73,56
fct,m (kN/m2)	2,896	2,896
fct,m,fl (kN/m2)	3,62	3,62
Momento de inercia (m4)	0,003572917	0,003572917
Mfis (kN.m)	59,127	59,127
σsr (MPa)	245,06	435,66
k2	0,5	0,5
ε_{sm}	**0,000255771**	**0,000140114**
Ancho máximo de fisura (mm)	0,091	0,037
Válido	SI	SI

DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA INFERIOR	
Canto de la losa (m)	2
ELU	
Momento para armadura superior (kN.m)	
Tracción para armadura superior (kN)	
Momento para armadura inferior (kN.m)	47,472
ELS	
Momento para armadura superior (kN.m)	
Tracción para armadura superior (kN)	
Momento para armadura inferior (kN.m)	32,399

ARMADURAS ELU (Prontuario informático hormigón armado)			
		Superior	**Inferior**
Armadura superior	Flex. Comp	12/10	
Armadura inferior	Flex. Simple		12/10

CÁLCULO APERTURA DE FISURA EHE (49.2.4)		
	APERTURA MÁXIMA SUPERIOR	**INFERIOR**
Apertura máxima de fisura (mm)		0,3
β		1,7
c Recubrimiento armaduras traccionadas (mm)		50
Número de redondos		10
s Distancia entre barras longitudinales (mm)		100
ϕ (mm)		12
s >= 15ϕ		NO
k1		0,125
$A_{c,eficaz\ (mm2)}$		500000
$A_{s\ (mm2)}$		1130,973
s_m (mm)		**385,258**
σs (Mpa)		18,36
fct,m (kN/m2)		2,896
fct,m,fl (kN/m2)		3,62
Momento de inercia (m4)		0,666666667
Mfis (kN.m)		1930,67

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

σsr (MPa)	1094,29
k2	0,5
ε_{sm}	**3,49714E-05**
Ancho máximo de fisura (mm)	0,023
Válido	SI

MUROS

	FLEXIÓN	FLEX.COMP	FISURACIÓN	ADOPTADA
Armadura vertical interior	12/20			12/20
Armadura horizontal interior	12/20			12/20
Armadura vertical exterior	16/20			16/20
Armadura horizontal exterior	16/20			16/20
Armadura superior losa	12/10			12/10
Armadura inferior losa	12/10			12/10

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 8

DIMENSIONAMIENTO DE LA CONDUCCIÓN DEL TRAMO AUTOPORTANTE

DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍA - VANO ISOSTÁTICO

Características de tubería

Diámetro exterior de tubería: $OD = 1219\,mm$

Límite elástico acero: $f_y = 60000\,psi = 413.7\,MPa$

Presión máxima: $p = 25\,atm = 2533\,kPa$

Módulo de elasticidad acero: $E = 200\,GPa$

Características del vano

Longitud del vano: $L = 25.0\,m$

Longitud del voladizo: $L' = 0.60\,m$ (El vuelo es idéntico en ambos extremos)

Definición de espesores de tubería

Número de tramos de tubería (hasta centro luz): $Nt = 5$

Espesores de tuberia: (se adopta espesor constante el ser un vano corto)

Tramo $i = 1$ $e_i = 20.0\,mm$

Tramo $i = 2$ $e_i = 20.0\,mm$

Tramo $i = 3$ $e_i = 20.0\,mm$

Tramo $i = 4$ $e_i = 20.0\,mm$

Tramo $i = 5$ $e_i = 20.0\,mm$

Acciones de peso propio

Peso específico del agua: $\gamma_W = 10\,kN\,m^{-3}$

Peso específico del acero: $\gamma_S = 78.5\,kN\,m^{-3}$

Espesor para peso: $t = \max(e) = 20.0\,mm$

Diámetro interior del tubo: $D = OD - 2\,t = 1179.0\,mm$

Peso de agua p.m.l.: $q_W = \frac{\pi\,D^2}{4}\,\gamma_W = 10.917\,\frac{kN}{m}$

Peso de conducción p.m.l.: $q_S = \pi\,(OD - t)\,t\,\gamma_S = 5.914\,\frac{kN}{m}$

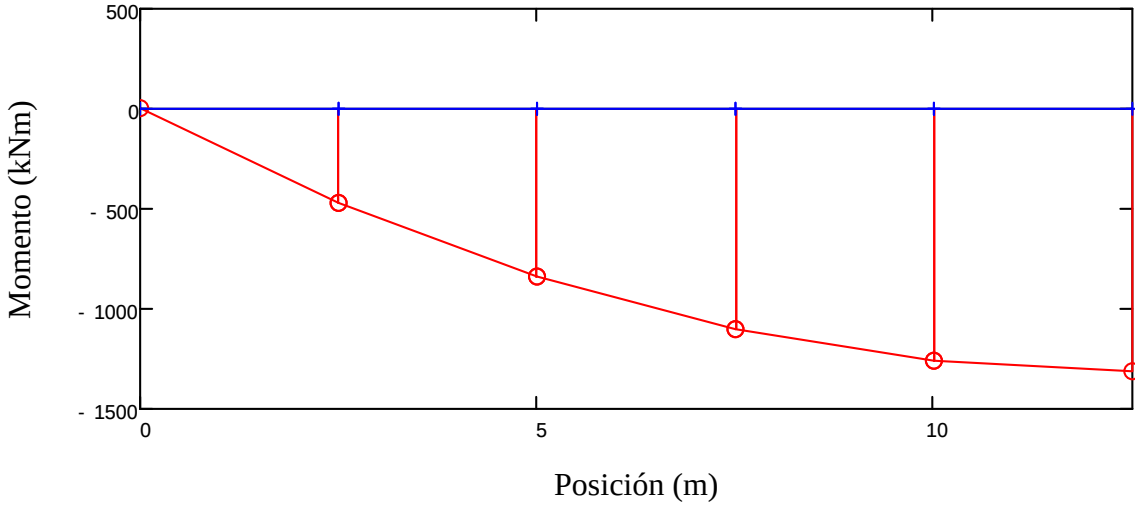
==========

Peso total p.m.l.: $q = q_W + q_S = 16.8\,\frac{kN}{m}$

Propiedades de secciones de cálculo de tubería

Secc.	Posición	Espesor	Diámetro	Área	Inercia	Flector
s =	y_s =	t_s =	D_s =	A_s =	I_s =	M_{x_s} =
1	0 mm	20.0 mm	1179.0 mm	753 cm^2	1354155 cm^4	-3.0 kN×m
2	2500	20.0	1179.0	753	1354155	470.3
3	2500	20.0	1179.0	753	1354155	470.3
4	5000	20.0	1179.0	753	1354155	838.5
5	5000	20.0	1179.0	753	1354155	838.5
6	7500	20.0	1179.0	753	1354155	1101.5
7	7500	20.0	1179.0	753	1354155	1101.5
8	10000	20.0	1179.0	753	1354155	1259.3
9	10000	20.0	1179.0	753	1354155	1259.3
10	12500	20.0	1179.0	753	1354155	1311.9

Salida Gráfica



Tensiones en tubería

Tensión circunferencial

Tensión circunferencial $S_{x_s} = \frac{p \cdot D_s}{2 \cdot t_s}$ (tracción)

Tensión longitudinal

a) Tensión longitudinal debida a la presión hidraúlica en la junta: $S_{y\_a_s} = -p$ (compresion)

b) Tensión longitudinal debido a esfuerzo en junta de expansión:

- Rozamiento en junta: $f' = 7.5 \cdot \frac{kN}{m}$
- Esfuerzo en junta: $f' \cdot \pi \cdot OD = 28.7 \cdot kN$
- Tensión por temperatura: $S_{y\_b_s} = \frac{f' \cdot \pi \cdot OD}{A_s}$ (tracción o compresión)

c) Tensión longitudinal debida a la temperatura:

- Coeficiente de rozamiento: $fs = 0.50$ rozamiento acero-acero
- Reacción vertical: $Q = q \cdot \left(\frac{L}{2} + L'\right) = 220.5 \cdot kN$
- Tensión por temperatura: $S_{y\_c_s} = fs \cdot \frac{Q}{A_s}$ (tracción o compresión)

d) Tensión longitudinal debido a flexión longitudinal: $S_{y\_d_s} = \frac{M_{x_s}}{I_s} \cdot \frac{OD}{2}$ (tracción o compresión)

La tensión pésima longitudinal, será la máxima de compresión, de acuerdo con el criterio de plastificación de Von Misses ya que la tensión en la dirección normal es de tracción:

	Fibra superior	Fibra inferior
· Tensión longitudinal total:	$S_{y_s} = S_{y\_a_s} - S_{y\_b_s} - S_{y\_c_s} - S_{y\_d_s}$	$S'_{y_s} = S_{y\_a_s} + S_{y\_b_s} + S_{y\_c_s} + S_{y\_d_s}$
· Tensión equivalente:	$S_{e_s} = \sqrt{\left(S_{x_s}\right)^2 - S_{y_s} \cdot S_{x_s} + \left(S_{y_s}\right)^2}$	$S'_{e_s} = \sqrt{\left(S_{x_s}\right)^2 - S'_{y_s} \cdot S_{x_s} + \left(S'_{y_s}\right)^2}$

Resumen de tensiones

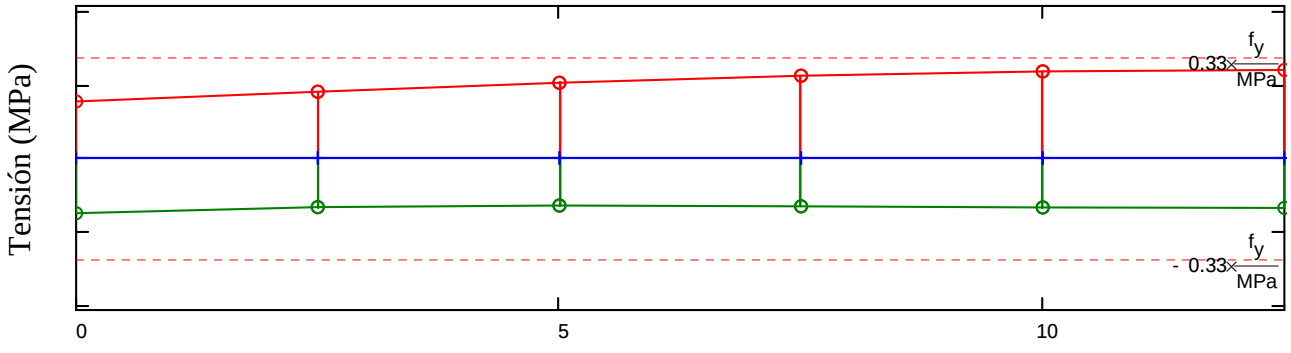
Secc.	Sx	Sy_a	Sy_b	Sy_c	Sy_d	Fibra Superior	Fibra Inferior
s =	S_{x_s} =	$S_{y\_a_s}$ =	$S_{y\_b_s}$ =	$S_{y\_c_s}$ =	$S_{y\_d_s}$ =	S_{y_s} =	S'_{y_s} =
1	74.7 MPa	-2.5 MPa	0.4 MPa	1.5 MPa	-0.1 MPa	-4.2 MPa	-0.8 MPa
2	74.7	-2.5	0.4	1.5	21.2	-25.5	20.5
3	74.7	-2.5	0.4	1.5	21.2	-25.5	20.5
4	74.7	-2.5	0.4	1.5	37.7	-42.1	37.1
5	74.7	-2.5	0.4	1.5	37.7	-42.1	37.1
6	74.7	-2.5	0.4	1.5	49.6	-54.0	48.9
7	74.7	-2.5	0.4	1.5	49.6	-54.0	48.9
8	74.7	-2.5	0.4	1.5	56.7	-61.1	56.0
9	74.7	-2.5	0.4	1.5	56.7	-61.1	56.0
10	74.7	-2.5	0.4	1.5	59.0	-63.4	58.4

Secc.	Fibra Superior	Fibra Inferior
s =	S_{e_s} =	S_{e_s} =
1	76.9 MPa	76.9 MPa
2	90.2	90.2
3	90.2	90.2
4	102.4	102.4
5	102.4	102.4
6	111.9	111.9
7	111.9	111.9
8	117.7	117.7
9	117.7	117.7
10	119.7	119.7

Tensión máxima:

$$\max\left(S_e, S'_e\right) = 119.7\,\text{MPa} \quad < \quad 0.33 f_y = 136.5\,\text{MPa}$$

Salida Gráfica

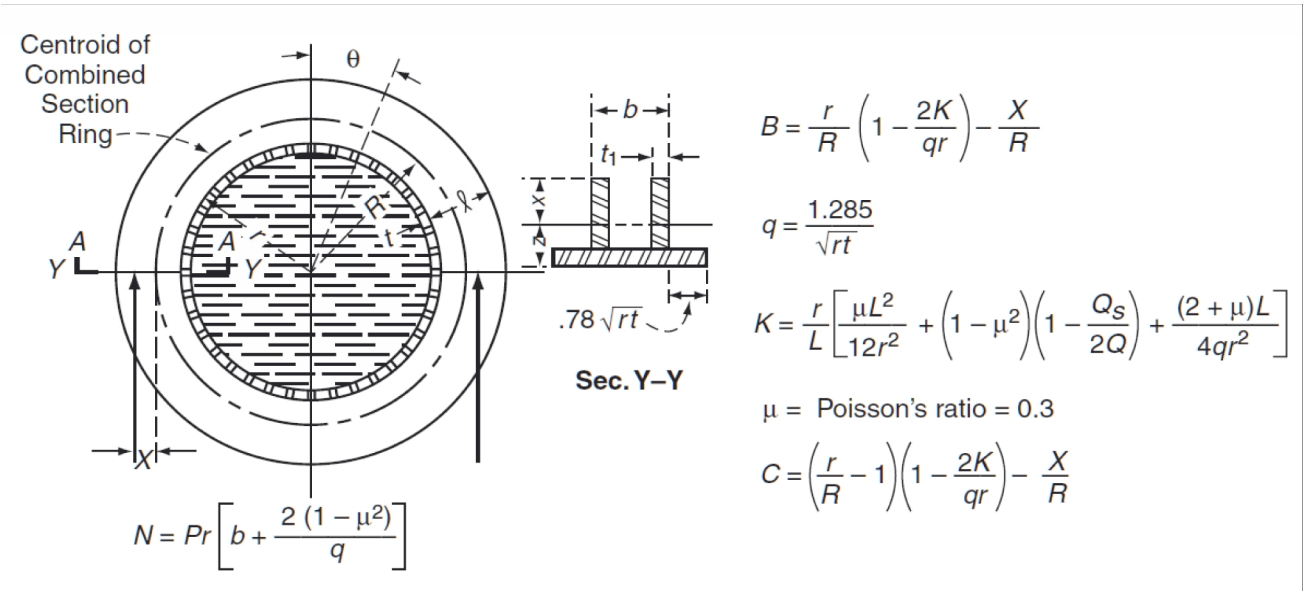


Comprobación de flecha en centro luz

Flecha en centro luz: $\delta = 31.5 \times mm$ **<** $\frac{L}{360} = 69.4 \times mm$

Flecha en voladizo: $\delta' = -2.4 \times mm$

DIMENSIONAMIENTO DE RIGIDIZADOR



Geometría de rigidizador

Espesor: $t_1 = 16 \cdot mm$

Canto: $l = 160 \cdot mm$

Ancho b: $b = 150 \cdot mm + 2 \cdot t_1 = 182.0 \cdot mm$

Geometría de tubería

Radio r: $r = \frac{OD}{2} - t_1 = 589.5 \cdot mm$

Espesor t: $t = t_1 = 20.0 \cdot mm$

Propiedades del rigidizador

Área del rigidizador: $A = 12147.8 \cdot mm^2$

Inercia del rigidizador: $I = 3514.9 \cdot cm^4$

Posición fibra interior: $x = 132.1 \cdot mm$

Posición fibra superior: $z = 47.9 \cdot mm$

Radio del c.d.g. del rigidizador: $R = r + z = 637.4 \cdot mm$

Excentricidad de la reacción: $X = \frac{l}{2} - z = \blacksquare \cdot mm$

Acciones de cálculo

Peso de agua: $Q_w = q_w \cdot \left(\frac{\pi \cdot D^2}{8} + L\right) = 143.0 \cdot kN$

Peso de acero: $Q_s = q_s \cdot \left(\frac{\pi \cdot D^2}{8} + L\right) = 77.5 \cdot kN$

==========

Peso total: $Q = Q_w + Q_s = 220.5 \cdot kN$

Esfuerzos en rigidizador

$q = \frac{1.285}{\sqrt{r \cdot t}} = 11.8 \frac{1}{m}$ $\mu = 0.30$

$K = \frac{r}{L} \cdot \left[\frac{\mu \cdot L^2}{12 \cdot r^2} + \left(1 - \mu^2\right) \cdot \left(1 - \frac{Q_s}{2 \cdot Q} \right) + \frac{(2 + \mu) \cdot L}{4 \cdot q \cdot r^2} \right] = 1.1603$ $B = \frac{r}{R} \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot K}{q \cdot r} \right) - \frac{X}{R} = 0.567$

Axil por presión interna: $N = p \cdot r \cdot \left[b + \frac{2 \cdot \left(1 - \mu^2\right)}{q} \right] = 501.4 \cdot kN$

Axil por reaccion en apoyo: $T = Q \cdot \left(K_1 + B \cdot K_2 \right)$

Momento por reaccion en apoyo: $M = Q \cdot \left(R \cdot K_3 + X \cdot K_4 \right)$

Tensión en fibra exterior: $S_{ext} = \frac{T}{A} - M \cdot \frac{x}{I} + \frac{N}{A}$

Tensión en fibra interior: $S_{int} = \frac{T}{A} + M \cdot \frac{x}{I} + \frac{N}{A}$

==========

Posición	Sx	Sy_a	Sy_b	Sy_c

==========

$\theta_i =$		$T_i =$		$M_i =$		$S_{ext_i} =$		$S_{int_i} =$	
0	°	-12.9	kN	1.1	kN·m	36.1	MPa	44.4	MPa
15		-14.8		0.8		37.0		43.1	
30		-20.3		0.0		39.4		39.8	
45		-28.6		-0.8		42.1		35.8	
60		-38.3		-1.3		43.0		33.3	
75		-47.7		-0.6		39.8		34.9	
90		-55.1		1.8		30.1		43.4	
90		55.1		-1.8		52.5		39.2	
105		47.7		0.6		42.8		47.6	
120		38.3		1.3		39.6		49.2	
135		28.6		0.8		40.5		46.8	
150		20.3		-0.0		43.1		42.8	
165		14.8		-0.8		45.5		39.5	
180		12.9		-1.1		46.5		38.2	

Tensión máxima: $\max\left(S_{ext}, S_{int}\right) = 52.5 \cdot MPa$ **<** $0.33 \cdot f_y = 136.5 \cdot MPa$

==========

DIMENSIONAMIENTO DE APOYOS

Reacciones en apoyos

Peso propio de acero: $Q_S = 77.5\,kN$

Peso propio de agua: $Q_W = 143.0\,kN$

Peso propio total: $Q = 220.5\,kN$

Reacción longitudinal en apoyos por temperatura

- Coeficiente de rozamiento: $fs = 0.50$ rozamiento acero-acero
- Reacción por temperatura: $H_L = fs \cdot Q = 110.2\,kN$ por eje de apoyo

Reacción longitudinal en apoyos por viento:

El emplamiento esta incluido en un **entorno Tipo II**, "Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia".

- Coeficientes del entorno: $k = 0.22$ $L = 0.3\,m$ $Z = 4.0\,m$
- Altura desde el terreno: $z = 13\,m$
- Factor F: $F = k \cdot \ln\left(\frac{\max(z, Z)}{L}\right) = 0.829$
- Coeficiente de exposición: $c_e = F \cdot (F + 7 \cdot k) = 1.96$
- Presión básica del viento: $q_b = 0.42\,kPa$ para Zona eólica A
- Coefiente de presión: $c_p = 1.20$
- Acción del viento: $q_v = c_p \cdot q_b \cdot OD = 0.614\,\frac{kN}{m}$
- Reacción por viento: $H_T = q_v \cdot \left(\frac{L}{2}\right) + L' = 8.0\,kN$ por eje de apoyo

Comprobación de vuelco

Altura de apoyos a generatriz inferior: $h = 20\,cm$

Momento de vuelco: $M_v = H_T \cdot (h + 0.6 \cdot OD) = 7.5\,kN \cdot m$

Momento de estabilizador: $M_e = Q_S \cdot \left(Z + X + \frac{OD}{2}\right) = 53.4\,kN \cdot m$ sólo con peso de acero

Seguridad al vuelco: $\frac{M_e}{M_v} = 7.1$ **> 2.0**

Comprobación de pernos

Se disponen dos pernos por cada punto de apoyo, para soportar los esfuerzos transversales de viento y evitar que los apoyos se salgan de su eje.

Diámetro del perno: $d = 24 \cdot mm$

Área resistente del perno: $As = 352.5 \cdot mm^2$

Tensión de rotura del acero: $f_{ub} = 500 \cdot MPa$ acero 5.6

Corte del perno: $F_{vRd} = 0.6 \cdot \frac{f_{ub}}{1.25} \cdot As = 84.6 \cdot kN$ > $1.50 \cdot \frac{1}{4} \cdot \sqrt{H_L^2 + H_T^2} = 41.5 \cdot kN$ por perno

Distancias mínimas:

- Diámetro de taladro: $d_0 = d + 4 \cdot mm = 28 \cdot mm$
- Distancia mínima al borde: $e_1 = 2 \cdot d_0 = 56.0 \cdot mm$
- Distancia entre tornillos: $p_1 = 3 \cdot d_0 = 84.0 \cdot mm$

Máximo recorrido de apoyo móvil

Variación de temperatura, desde el montaje: $\Delta T = 40 \quad ºC$

Coeficiente de dilatación del acero: $\alpha = 1.20 \cdot 10^{-5} \quad ºC^{-1}$

Recorrido del apoyo: $\Delta L = 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T \cdot L = 24.0 \cdot mm$

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 9

DIMENSIONAMIENTO DE ESTRIBOS DEL TRAMO AUTOPORTANTE

DIMENSIONAMIENTO DE ESTRIBO

Geometría

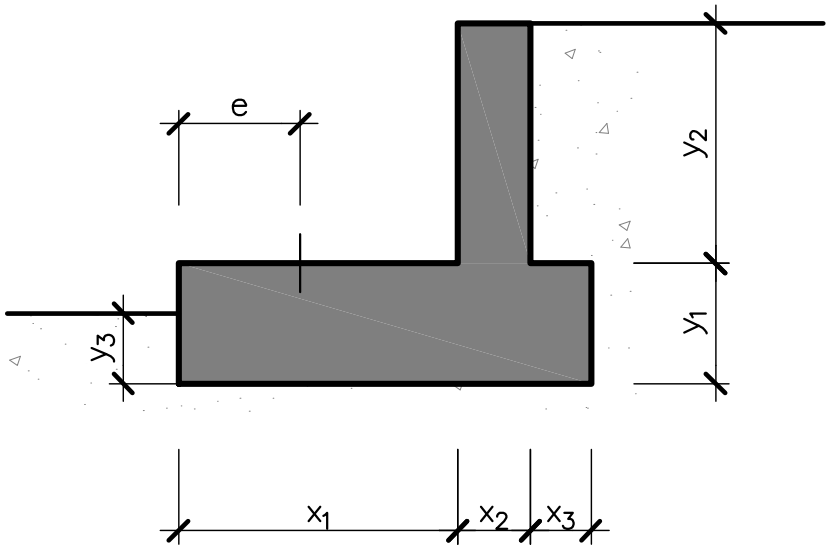
Dimensiones:

$x_1 = 2.50 \cdot m$ $y_1 = 1.00 \cdot m$ $e = 1.0 \cdot m$

$x_2 = 0.40 \cdot m$ $y_2 = 2.67 \cdot m$

$x_3 = 0.00 \cdot m$ $y_3 = 0.50 \cdot m$

Anchura: $b = 3.80 \cdot m$



Acciones exteriores

A) Reacciones de peso propio:

- Reacción vertical: $Rv_{pp} = 77.5 \cdot kN$ (+ descendente)
- Reacción vertical: $Rh_{pp} = 0.5 \cdot Rv_{pp} = 38.8 \cdot kN$ (+ izquierda)

B) Reacciones de sobrecarga:

- Reacción vertical: $Rv_{sc} = 143.0 \cdot kN$ (+ descendente)
- Reacción vertical: $Rh_{sc} = 0.5 \cdot Rv_{sc} = 71.5 \cdot kN$ (+ izquierda)

C) Sobrecarga sobre el trasdós: $q = 10 \cdot kN \cdot m^{-2}$

Mayoración de acciones ELU: $\gamma_f = 1.50$

Materiales

A) Hormigón y acero

Peso específico de hormigón: $\gamma_c = 25 \cdot kN \cdot m^{-3}$

Resistencia hormigón: $f_{ck} = 25 \cdot MPa$

Límite elástico del acero: $f_{yk} = 500 \cdot MPa$

Recubrimiento: $r = 50 \cdot mm$

B) Relleno de trasdós

Peso específico de relleno: $\gamma_t = 20 \cdot kN \cdot m^{-3}$

Ángulo de rozamiento interno: $\varphi = 35^o$

Rozamiento tierras-tierras: $\delta = 33.3\% \cdot \varphi$

Rozamiento zapata-terreno: $\phi = \varphi = 35.0^o$

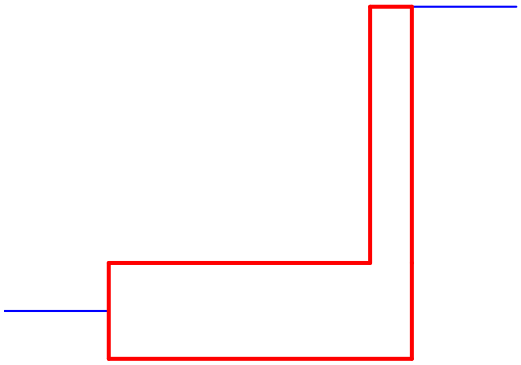
RESUMEN de ACCCIONES en BASE de CIMENTACIÓN

Acción	Acc. Horizontal	Acc. Vertical	Momento c.d.g.zapata	Momento puntera
Peso de estribo:	$Fx_1 = 0.0\,kN$	$Fy_1 = 377.0\,kN$	$Mz_1 = 126.8\,kN\cdot m$	$Mp_1 = -673.4\,kN\cdot m$
Tierras del trasdós:	$Fx_2 = 156.9\,kN$	$Fy_2 = 32.1\,kN$	$Mz_2 = 166.0\,kN\cdot m$	$Mp_2 = 119.5\,kN\cdot m$
Tierras del intradós:	$Fx_3 = -4.1\,kN$	$Fy_3 = 0.0\,kN$	$Mz_3 = 0.7\,kN\cdot m$	$Mp_3 = 0.7\,kN\cdot m$
Reac. Peso propio:	$Fx_4 = 38.8\,kN$	$Fy_4 = 77.5\,kN$	$Mz_4 = 73.6\,kN\cdot m$	$Mp_4 = -38.8\,kN\cdot m$
Reac. Sobrecarga:	$Fx_5 = 71.5\,kN$	$Fy_5 = 143.0\,kN$	$Mz_5 = 135.8\,kN\cdot m$	$Mp_5 = -71.5\,kN\cdot m$

Se han empleado los siguientes coeficientes de empuje:

- Trasdós: $\lambda = 0.25$
- Intradós: $\lambda p = 0.43$

(Momento positivo antihorario)



Estabilidad al deslizamiento

A) Sin sobrecarga $i = 1 .. 4$

Fuerza desestabilizadora: $Fd = \sum_i \left[|Fx_i| \cdot (Fx_i > 0) \right] = 195.7\,kN$

Fuerza estabilizadora: $Fe = \sum_i \left[|Fx_i| \cdot (Fx_i < 0) \right] + \sum_i (Fy_i) \cdot \tan(\phi) = 344.7\,kN$

Seguridad al deslizamiento: $\frac{Fe}{Fd} = 1.76$ **> 1.50**

B) Con sobrecarga $i = 1 .. 5$

Fuerza desestabilizadora: $Fd = \sum_i \left[|Fx_i| \cdot (Fx_i > 0) \right] = 267.2\,kN$

Fuerza estabilizadora: $Fe = \sum_i \left[|Fx_i| \cdot (Fx_i < 0) \right] + \sum_i (Fy_i) \cdot \tan(\phi) = 444.8\,kN$

Seguridad al deslizamiento: $\frac{Fe}{Fd} = 1.67$ **> 1.50**

Estabilidad al vuelco

A) Sin sobrecarga $i = 1 .. 4$

Momento volcador: $Mv = \sum_i \left[|Mp_i| \cdot (Mp_i > 0) \right] = 120.2 \cdot kN \cdot m$

Momento estabilizador: $Me = \sum_i \left[|Mp_i| \cdot (Mp_i < 0) \right] = 712.2 \cdot kN \cdot m$

Seguridad al vuelco: $\frac{Me}{Mv} = 5.93$ **> 2.00**

B) Con sobrecarga $i = 1 .. 5$

Momento volcador: $Mv = \sum_i \left[|Mp_i| \cdot (Mp_i > 0) \right] = 120.2 \cdot kN \cdot m$

Momento estabilizador: $Me = \sum_i \left[|Mp_i| \cdot (Mp_i < 0) \right] = 783.7 \cdot kN \cdot m$

Seguridad al vuelco: $\frac{Me}{Mv} = 6.52$ **> 2.00**

Tensiones en la cimentación

A) Sin sobrecarga $i = 1 .. 4$

Resultante en base de cimentación: $N = \sum_i Fy_i = 486.5 \cdot kN$

$M = \sum_i Mz_i = 367.1 \cdot kN \cdot m$ $\quad exc = \frac{M}{N} = 0.755\,m$

Tensión cobaricéntrica: $\sigma_{co} = \frac{N}{b \cdot (\Sigma x - 2 \cdot exc)} = 92.1 \cdot kPa$

B) Con sobrecarga $i = 1 .. 5$

Resultante en base de cimentación: $N = \sum_i Fy_i = 629.5 \cdot kN$

$M = \sum_i Mz_i = 503.0 \cdot kN \cdot m$ $\quad exc = \frac{M}{N} = 0.799\,m$

Tensión cobaricéntrica: $\sigma_{co} = \frac{N}{b \cdot (\Sigma x - 2 \cdot exc)} = 127.2 \cdot kPa$ Se requiere 1.5 kp/cm^2

ARMADURAS DE ALZADO

Momento de diseño: $M_d = \gamma_f \cdot \left(q \cdot y_2 \cdot \frac{y_2}{2} + \lambda \cdot \gamma_t \cdot y_2 \cdot \frac{y_2}{2} \cdot \frac{y_2}{3} \right) = 76.9 \frac{kN \cdot m}{m}$

Canto útil: $d = x_2 - r = 35.0 \cdot cm$

Armadura necesaria: $As = \frac{M_d}{0.9 \cdot d \cdot \frac{f_{yk}}{1.15}} = 5.6 \frac{cm^2}{m}$

Se dispone un armado: $n = 6.66$ redondos $\phi = 12 \cdot mm$ p.m.l. en el trasdós del muro

$\frac{\pi}{4} \cdot \phi^2 \cdot \frac{n}{m} = 7.5 \frac{cm^2}{m} > As = 5.6 \frac{cm^2}{m}$

Para el resto de armaduras se dispone la armadura mínima:

$Amin_h = \frac{1}{2} \cdot \frac{3.2}{1000} \cdot x_2 = 6.40 \frac{cm^2}{m}$ en cada cara, se dispone un ϕ12 cada 15 cm

ARMADURAS DE CARGADERO

Resultante en base de cimentación: $Nd = \gamma_f \cdot \sum Fy = 944.3 \cdot kN$

$Md = \gamma_f \cdot \sum Mz = 754.5 \cdot kN \cdot m$ $exc = \frac{Md}{Nd} = 0.799\,m$

Longitud de zapata comprimida: $x = 3 \cdot \left(\frac{x}{2} - exc \right) = 1.953\,m$

Tensión máxima: $\sigma d = \frac{2 \cdot Nd}{x \cdot b} = 254.5 \cdot kPa$

Momento flector en zapata: $M_d = \sigma d \cdot \frac{e^2}{2} = 127.2 \frac{kN \cdot m}{m}$

Canto útil: $d = y_1 - r = 95.0 \cdot cm$

Armadura necesaria: $As = \frac{M_d}{0.9 \cdot d \cdot \frac{f_{yk}}{1.15}} = 3.4 \frac{cm^2}{m}$

Se dispone un armado: $n = 6.66$ redondos $\phi = 12 \cdot mm$ p.m.l. en la zapata

$\frac{\pi}{4} \cdot \phi^2 \cdot \frac{n}{m} = 7.5 \frac{cm^2}{m} > As = 3.4 \frac{cm^2}{m}$

Se dispone la misma cuantía en el otro sentido.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ANEJO Nº 8

CÁLCULOS MECÁNICOS

ANEJO Nº 8

CÁLCULOS MECÁNICOS

ÍNDICE

1.- CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA TUBERÍA 1
2.- NECESIDAD DE REFUERZOS EN LAS TES 5
3.- CÁLCULOS DE ESTABILIDAD.....10
3.1.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y DE LOS MATERIALES 10
3.2.- ARQUETAS DE SECCIONAMIENTO 10
3.3.- ARQUETAS DE DESAGÜE 15
3.4.- ARQUETA DE CONEXIÓN CON ARTERIA ESTE 18
3.5.- MACIZOS DE ANCLAJE 19

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

1.- CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA TUBERÍA

En el caso presente la conducción se va a dimensionar a presión interna únicamente puesto que está totalmente revestida de un dado de hormigón armado.

Debe comprobarse que dicha presión (para un determinado valor de DN y espesor e del tubo) produce un estado tensional inferior al admisible, supuesto el coeficiente de seguridad que se indica a continuación. Dicha comprobación puede hacerse mediante la siguiente expresión (manual AWWA M11):

$$MDP \leq \frac{2e}{OD}\sigma_{adm}$$

MPD Presión máxima de diseño, en N/mm^2

e Espesor del acero de la pared del tubo reducido en 2 mm

OD Diámetro exterior del tubo, en mm

σ_{adm} Tensión a tracción admisible del acero en N/mm^2. En general se adoptará como tensión a tracción admisible del acero el 50% de su límite elástico mínimo (1/2 $L_{e,min}$,), si bien otro posible criterio sería adoptar como valor de dicha tensión a tracción admisible el menor de los siguientes: 1/3 de la resistencia mínima a la tracción (1/3 R_m) ó 2/3 del límite elástico mínimo (2/3 $L_{e,min}$). Se considera acero S-275.

Por otra parte la normativa de Canal Gestión especifica un espesor mínimo para las tuberías de acero de 0,008 (8 por mil) del espesor.

Por tanto, para las conducciones empleadas en proyecto, se obtienen los espesores que figuran en la tabla siguiente:

MATERIAL/ LÍMITE ELÁSTICO	DIÁMETRO EXTERIOR	PRESIÓN (mca)	E CALC. (mm)	E MIN (0.008) (mm)	E CALC + 2 mm	E ADOPT. (mm)
S275/275 N/mm^2	1220	250	11,09	9,76	13,09	14,20
	914	250	8,31	7.31	10,31	11,00
	813	250	7,39	6,50	9,39	10,00
	610	250	5,55	4,88	7,55	8,00
	406,4	250	3,69	3,25	5,69	6,30
	273	250	2,48	2,18	4,48	5,00

En el presente proyecto toda la conducción en zanja va protegida mediante un dado de hormigón de 1,70 x 1,70 m, por lo que la conducción no soporta el peso de tierras. De forma adicional se va a calcular la altura máxima de tierras que aguantaría el tubo colocado en zanja si no estuviera protegido por el dado.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Cuando actúen únicamente las acciones exteriores al tubo (terreno, sobrecargas móviles o fijas y otras si existen), debe comprobarse que la deformación máxima debida a la flexión transversal no supera la admisible, que con carácter general se fija en el 5% del diámetro exterior.

La deformación máxima debida a la flexión transversal se suele calcular mediante la formulación de Spangler (1941), la cual, en su forma más general, adopta la expresión siguiente (AWWA M11):

$$d = D_l \frac{K_a (W_e + W_t) r_m^3}{E \cdot I + 0{,}061 \cdot E' \cdot r_m^3}$$

Siendo:

d	Deformación horizontal producida en el tubo (m).
D_l	Coeficiente empírico de deformación diferida, que considera la reducción de volumen que a lo largo del tiempo va a tener el terreno de los laterales, tomándose como valor medio 1,2.
K_a	Constante de apoyo (0,1).
W_e y W_t	Cargas debidas al peso de las tierras y al tráfico respectivamente (kN/m).
r_m	Radio medio de la tubería (m).
E	Módulo de elasticidad del acero. Habitualmente, E = 2,1108 kN/m2.
I	Momento de inercia de la pared del tubo (m3), (I=e3/12).
e	Espesor de la pared del tubo (m).
E'	Modulo de reacción del suelo (kN/m^2), según la tabla siguiente:

Tipo de compactación del terreno	*E' (kN/m^2)*
Sin compactar	*0*
Mala	*1.000*
Media	*2.000*
Buena	*5.000*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Respecto a las cargas debidas al peso de las tierras y al tráfico (W_e y W_t respectivamente), pueden seguirse las siguientes indicaciones:

a) Cargas debidas al peso de las tierras, W_e:

$$W_e = \gamma \cdot H \cdot OD$$

Siendo:

W_e Cargas debidas al peso de las tierras (kN/m).

γ Peso específico del relleno. Por defecto, puede tomarse 20 kN/m3.

H Altura de tierras sobre la clave del tubo (m).

OD Diámetro exterior del tubo (m).

b) Cargas debidas al tráfico, W_t:

El cálculo de las sobrecargas puntuales debidas al tráfico se realizará mediante la formulación genérica de Boussinesq.

En la *Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado (IET)* se incluye una simplificación de dicha formulación, suponiendo que los vehículos que transitan sobre una superficie producen una acción dinámica que se transmite a la tubería en forma de tronco de pirámide cuyas caras laterales forman un ángulo de 45° con la vertical.

A modo de resumen de dicha formulación simplificada, para tubos menores de dos metros de diámetro, altura de tierras sobre la clave del tubo superior a 1 m y una carga de triple eje con 60 t, el valor de las cargas puntuales debidas al tráfico, en t/m, son las siguientes:

$OD > s$ $\qquad W_t = 30 \cdot (OD + s)/(t \cdot l_e')$

$OD < s$ $\qquad W_t = 60 \cdot OD/(t \cdot l_e')$

Siendo:

$l_e = 0{,}20 + 1{,}4 \cdot H + 1{,}05 \cdot OD$

$t = 1{,}4 \cdot H + 0{,}60$

$s = 1{,}40\ (H - 1{,}00)$

$l_e' = l_e + 3{,}0$

H Altura de tierras sobre la clave del tubo (m).

OD Diámetro exterior del tubo (m).

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

En todo el cálculo anterior tiene gran importancia el grado de compactación del relleno. Se ha realizado el relleno para un grado de compactación deficiente, normal y cuidado (valores contenidos en la tabla anterior). En función de ello se han obtenido las siguientes alturas máximas de relleno, considerando en todos los casos sobrecarga de tráfico con eje triple de 60 t.

E' (kN/m^2)	*ALT. MÁXIMA TIERRAS (m)*
1000	*6,40*
2000	*7,80*
5000	*12,20*

La altura máxima de tierras sobre clave prevista en el siguiente proyecto es de 5,5 m, por lo que la tubería podría soportar la carga de tierras incluso en el caso de compactación deficiente.

PIEZAS ESPECIALES

En las tes se adoptará el espesor de cálculo de la tubería mayor para ambos ramales.

Para los codos de acero de 900 y 1.000 mm de diámetro se seguirá la expresión del manual M11 de AWWA:

$$e = \frac{PD}{2\sigma_{adm}}\left[1 + \frac{OD}{3R - 1{,}5\,OD}\right]$$

Siendo:

e = espesor del codo (mm)

P = presión de diseño (N/mm^2)

OD = Diámetro exterior del codo (mm)

σ_{adm} = tensión admisible del acero para la presión de diseño (N/mm^2 = L.elást./2)

R = radio del codo (mm)

Por ejemplo para un codo de 1220 mm de diámetro y presión de diseño 25 kg/cm^2 se adopta un radio de 2,5 x D = 3,05 m según las recomendaciones AWWA. En este caso resulta un espesor de 9,5 mm. Como en el caso de las conducciones se adopta un valor de 14,2 mm se fija para los codos e mismo espesor que para las conducciones.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.- NECESIDAD DE REFUERZOS EN LAS TES

Los criterios para diseñar los refuerzos en las tes para conducciones de acero son recogidos en el manual M11 "Steel pipe- a guide for design and installation" de la American Water Works Association (AWWA).

La naturaleza de estos refuerzos depende de la presión a la que está sometida la conducción y de la relación existente entre los diámetros que constituyen la te.

El manual define el parámetro Presión-Diámetro (PDV) de la siguiente forma:

$$PDV = \left(\frac{Pd^2}{D \sin^2 \Delta} \right)$$

Con el siguiente significado:

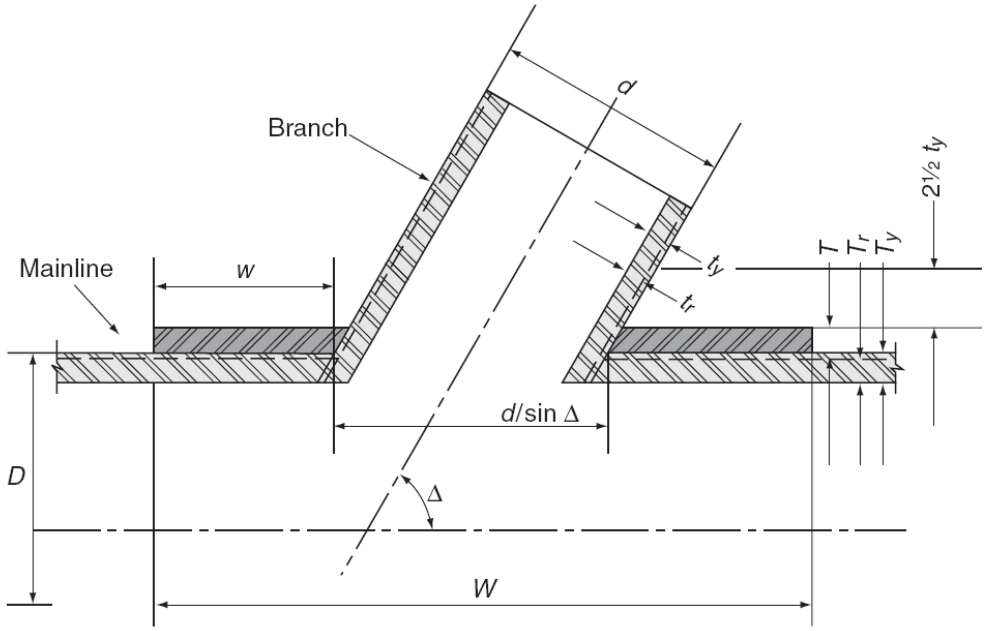
P = Presión de diseño en psi

d = Diámetro del ramal secundario de la te (en pulgadas)

D = Diámetro del ramal principal de la te (en pulgadas)

Δ = Ángulo que forman las dos ramas de la te

La siguiente figura resume estas magnitudes:



D = mainline pipe outside diameter (in.)
T_y = mainline cylinder thickness (in.)
T_r = required mainline cylinder thickness (in.)
d = branch pipe outside diameter (in.)
t_y = branch cylinder thickness (in.)
t_r = required branch cylinder thickness (in.)
Δ = branch deflection angle (degrees)
T = wrapper thickness (in.)
W = overall wrapper width (in.)
w = wrapper edge width (in.)

Figura 1.- Refuerzo de tes en conducciones de acero soldadas

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Y en función de esos valores se define la siguiente tabla de refuerzos:

PDV	d/D	*M* Factor	Reinforcement Type
>6,000	all	—	Crotch Plate
4,000–6,000	>0.7	0.00025 PDV	Wrapper
<4,000	>0.7	1.0	Wrapper
4,000–6,000	≤0.7	0.00025 PDV	Collar
<4,000	≤0.7	1.0	Collar

* These reinforcements are for resistance to internal pressure. They should be checked for their ability to resist external loads.

Tabla 1.- Tabla de refuerzos recomendados*

El menor de los refuerzos considerado es el collarín, que se suelda a la tubería principal y por su borde a la secundaria.

Un refuerzo superior es la abrazadera (Wrapper) que además rodea a toda la conducción principal.

Finalmente el máximo refuerzo considerado es el ala de monja (Crotch plate).

Espesor teórico de los ramales

$$Tr = \left(\frac{PD}{2f_S} \right)$$

Para el ramal secundario:

$$t_r = \left(\frac{Pd}{2f_S} \right)$$

Área teórica de refuerzo

Viene dado por la siguiente expresión:

$$A_r = M \left[T_r \left(\frac{d - 2t_y}{sin\ \Delta} \right) \right]$$

Área disponible en exceso

$$A_a = \frac{(d - 2t_y)}{\sin \Delta} \ (T_y - T_r) + 5t_y \ (t_y - t_r)$$

Cuando el área disponible en exceso es superior a la requerida para el refuerzo, no es necesario disponer ninguna protección.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Área necesaria

$$A_w = A_r - A_a$$

Espesor mínimo del refuerzo

$$w = \frac{(d)}{2 \sin \Delta}$$

$$T = \frac{A_w}{2w}$$

En cualquier caso no se recomiendan espesores inferiores a 2,67 mm. Si este fuera el caso se recalcularía w

$$w = \frac{A_w}{2T_{min}}$$

Y en cualquier caso el mínimo valor admisible para w sería:

$$w_{min} = \frac{d}{3 \sin \Delta}$$

Anchura del refuerzo

Viene dado por la expresión

$$W = 2w + \frac{d}{\sin \Delta}$$

Conclusión

Se han particularizado las expresiones anteriores a los valores del presente proyecto. Las dos derivaciones más desfavorables se tienen desde la conducción de 1220 mm a las bocas de hombre de 813 mm y en la unión con la arteria este (1220 a 914 mm). En todas las tes se supone el espesor de la conducción principal (14,2 mm). En cualquier caso no resulta necesario disponer refuerzos.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

TE 1220/813

PRESIÓN (atm)	25
PRESIÓN (psi)	367.40
DN (mm)	**1220**
DN (pulg)	48.03
d (mm)	**813**
d (pulg)	32.01
alfa (º)	90
seno alfa	1
PDV	**7836.57**
d/D	**0.67**
M	1.000
Ty = espesor disponible del ramal principal (mm)	14.2
ty = espesor disponible necesario del ramal secundario (mm)	14.2

PARÁMETROS NECESARIOS PARA LA DEFINICIÓN DE UN COLLAR

Límite elástico (N/mm2)	275	
Límite elástico (PSI)	39885.45	**mm**
Tr = espesor estricto necesario del ramal principal (")	0.221	5.613
Ty = espesor disponible del ramal principal (")	0.559	14.200
tr = espesor estricto necesario del ramal secundario (")	0.147	3.734
ty = espesor disponible necesario del ramal secundario (")	0.559	14.200
Ar = área teórica necesaria del collarín ("^{2})	6.827	4404.265
Aa = área disponible en exceso ("^{2})	11.594	7480.133
Aw = Area necesaria ("^{2})	-4.768	-3075.868
w1 = anchura del refuerzo (")	NO NECESARIO	
T = espesor del refuerzo (")		
w2 = anchura refuerzo definitiva (")		
w_{min} (")		
w definitiva (")		
W = Anchura total del collarín (")		

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

TE 1220/914

PRESIÓN (atm)	25
PRESIÓN (psi)	367.40
DN (mm)	**1220**
DN (pulg)	48.03
d (mm)	**914**
d (pulg)	35.98
alfa (º)	65.8
seno alfa	0.912
PDV	**10858.87**
d/D	**0.75**
M	1.000
Ty = espesor disponible del ramal principal (mm)	14.2
ty = espesor disponible necesario del ramal secundario (mm)	14.2

PARÁMETROS NECESARIOS PARA LA DEFINICIÓN DE UN COLLAR

Límite elástico (N/mm2)	275	
Límite elástico (PSI)	39885.45	**mm**
Tr = espesor estricto necesario del ramal principal (")	0.221	5.613
Ty = espesor disponible del ramal principal (")	0.559	14.200
tr = espesor estricto necesario del ramal secundario (")	0.166	4.216
ty = espesor disponible necesario del ramal secundario (")	0.559	14.200
Ar = área teórica necesaria del collarín ("^{2})	8.448	5450.171
Aa = área disponible en exceso ("^{2})	14.021	9045.751
Aw = Area necesaria ("^{2})	-5.573	-3595.580
w1 = anchura del refuerzo (")	NO NECESARIO	
T = espesor del refuerzo (")		
w2 = anchura refuerzo definitiva (")		
w_{min} (")		
w definitiva (")		
W = Anchura total del collarín (")		

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.- CÁLCULOS DE ESTABILIDAD

3.1.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y DE LOS MATERIALES

Los valores siguientes proceden de adoptar valores medios de acuerdo a lo indicado en el anejo de geología y geotecnia.

Peso específico (γ_t)	20 kN/m^3
Ángulo de rozamiento	30º
Coeficiente de rozamiento (μ = tg Ø)	0,58
Coeficiente de empuje activo K_a (1-seno Ø)/(1+seno Ø)	0,33
Coeficiente de empuje pasivo K_p (1+seno Ø)/(1-seno Ø)	3
Cohesión (kN/m^2)	0
Tensión admisible (kN/m^2)	150

Las características de los materiales son las siguientes:

Hormigón	HA-30
Acero	B-500S
Peso específico hormigón armado (γ_h)	25 kN/m^3

3.2.- ARQUETAS DE SECCIONAMIENTO

Se dimensiona el macizo inferior de la arqueta para resistir al vuelco y al deslizamiento. El empuje calculado se refiere a sobrepresión máxima con golpe de ariete por lo que se trata de una situación accidental. De acuerdo a ello los coeficientes de seguridad al deslizamiento y al vuelco adoptados son los siguientes:

K_h = 1,5

K_v = 1,8

Las acciones a considerar son las siguientes:

FUERZAS DESESTABILIZANTES:

- Empuje hidráulico

$$E_h = 10 \times P \times S \text{ (kN)}$$

Donde la presión adoptada P es 250 T/m^2

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

S es la superficie interior del tubo (m^2)

- Empuje activo del terreno

$$E_a = ½ \times Ka \times \gamma_t \times H^2 \times A$$

Siendo:

H la altura del terreno sobre la cota inferior de la solera

A Ancho de la arqueta sobre el que actúa el empuje

- Subpresión

$$S_w = h_w \times A_a$$

Siendo:

h_w altura del nivel freático sobre la base de la arqueta

A_a Superficie de arqueta sobre la que actúa la subpresión

FUERZAS ESTABILIZANTES

- Peso de la arqueta P
- Empuje pasivo del terreno

$$E_p = ½ \times Kp \times \gamma_t \times H^2 \times A$$

Se limita la magnitud del empuje pasivo a valores cuyos desplazamientos correspondientes sean compatibles con la funcionalidad de la conducción. Así, 1/3 del empuje pasivo máximo se consigue sin apenas desplazamiento, por lo que constituye una fuerza estabilizadora segura en todos los casos

Con todos los valores se determina la resistencia al deslizamiento mediante la siguiente expresión:

$$\frac{(P - S_w) \cdot \mu + E_p}{E_h + E_a} \geq K_h$$

Y análogamente para cada una de estas fuerzas tomando momentos respecto el punto teórico de vuelco de la arqueta, habiendo de ser $M_e/M_d >= K_v$.

La forma de proceder es fijar las dimensiones interiores de la arqueta para dar cabida a su equipamiento y tantear las dimensiones de los macizos necesarios, mediante hoja de cálculo, para que se cumplan las dos condiciones anteriores.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

La tensión máxima en la base viene dada por la expresión:

$$\sigma = \frac{N}{\Omega} + \frac{M \cdot Y}{I}$$

Siendo:

N = Suma de las fuerzas verticales

Ω = Superficie de la base de apoyo

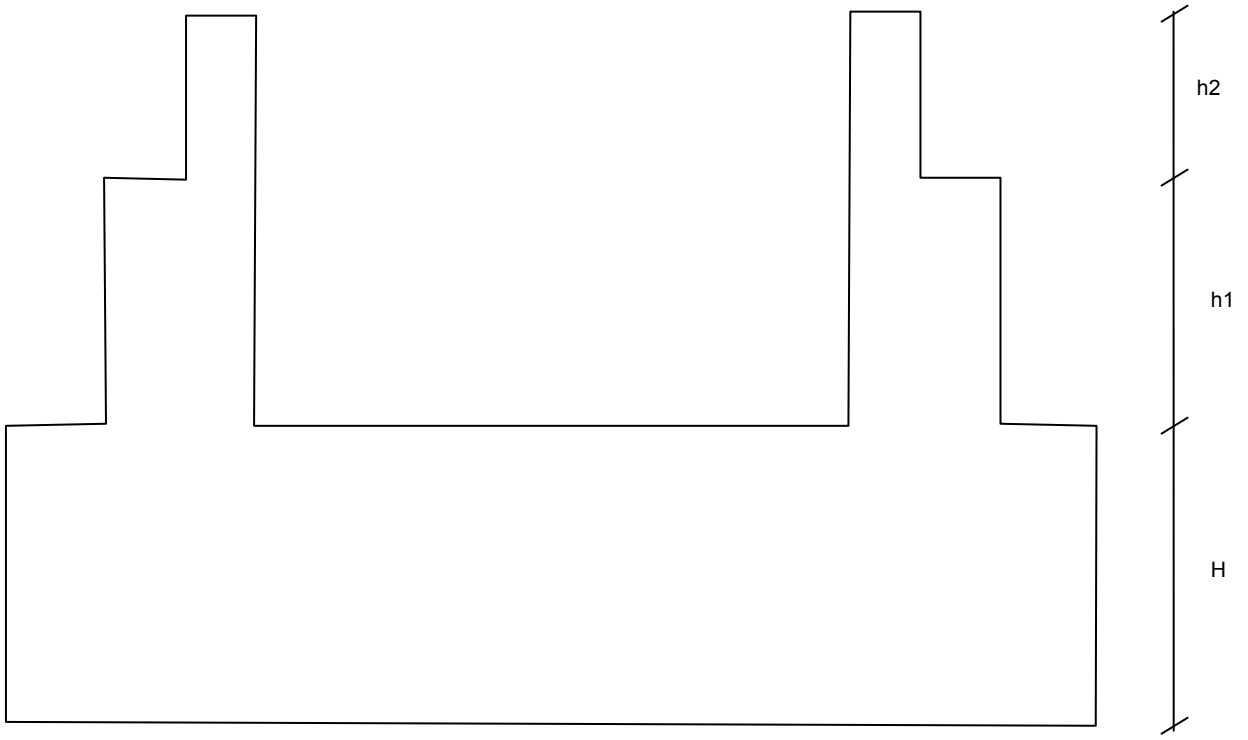
M = Momento de las fuerzas aplicadas respecto a la horizontal

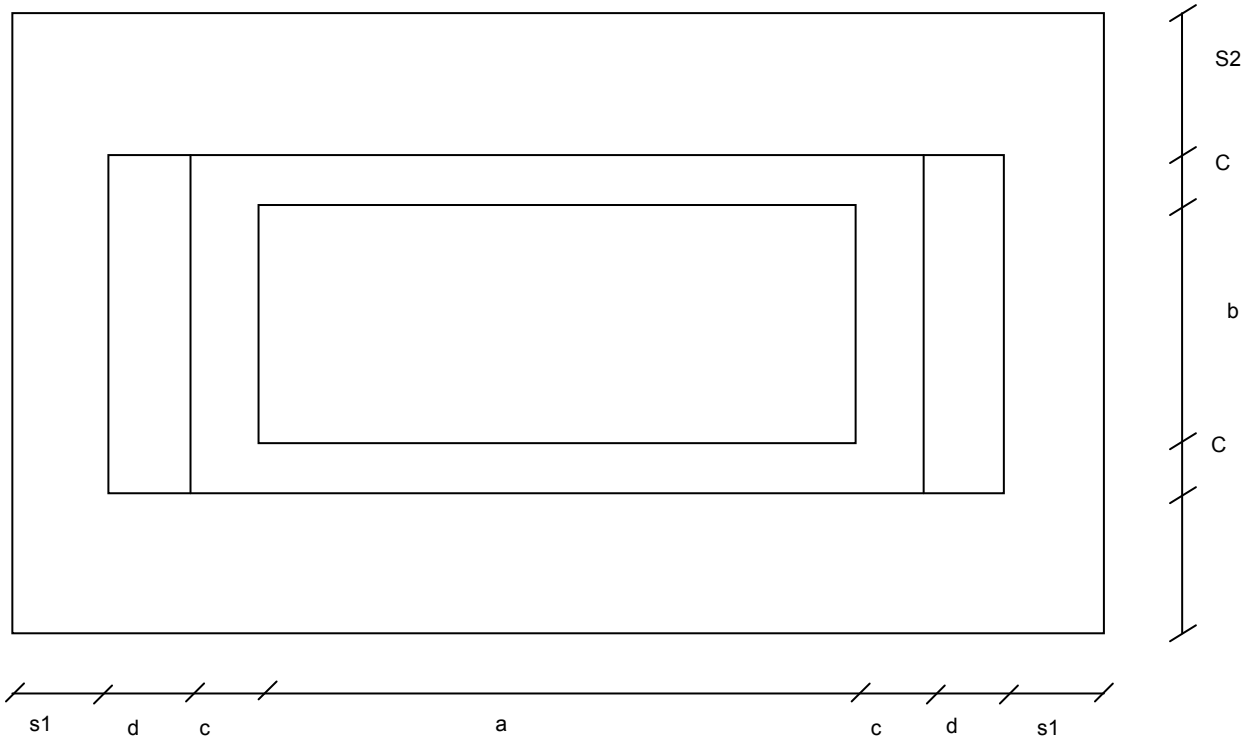
Y = b/2 siendo b = el lado de apoyo paralelo a la dirección del empuje.

I = Momento de inercia = 1/12 a b^3 siendo a = el lado de apoyo perpendicular al empuje

Las dimensiones tipo de las arquetas de seccionamiento vienen dadas por la siguiente figura:

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid





Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

En el presente caso la arqueta más desfavorable es aquella con menor enterramiento en el terreno por su menor peso y menor efecto favorable del empuje pasivo. El menor enterramiento posible viene dado por el recubrimiento mínimo de terreno sobre la clave de la conducción que se ha fijado en 1,2 m.

Por otra parte, según figura en los distintos sondeos y catas del anejo de geotecnia, sólo se ha detectado nivel freático en las cercanías del Jarama y de los arroyos, donde no se van a disponer arquetas por lo que no se considera subpresión.

Las dimensiones se han fijado según figura en la siguiente hoja de cálculo.

CÁLCULO DE ESTABILIDAD ARQUETA SECCIONAMIENTO

DIÁMETRO (m)	1,2
EMPUJE (kN)	2787,05
EMPUJE MAYORADO (kN)	2787,05
ÁNGULO DE ROZAMIENTO	30
COEFICIENTE ROZAMIENTO	0,58
COEFICIENTE EMPUJE ACTIVO	0,333
COEFICIENTE EMPUJE PASIVO	3
COEFICIENTE SEG. DESLIZAMIENTO	1,5
COEFICIENTE SEG. VUELCO	1,8
TENSIÓN ADMISIBLE (kN/m2)	150
PESO ESPECÍFICO TERRENO (kN/m3)	20
ALTURA NIVEL FREÁTICO SOBRE SOLERA (m)	0
ALTURA TUBERÍA SOBRE SOLERA (m)	0,45
RECUBRIMIENTO MÍNIMO TERRENO SOBRE TUBERÍA	1,2
ALTURA TERRENO SOBRE INTERIOR SOLERA	2,85
ALTURA COBIJAS SOBRE TERRENO	1

DIMENSIONES DE LA ARQUETA

a (m)	5
b (m)	4,75
c(m)	0,3
d (m)	1,7
s1 (m)	1
s2(m)	1
h1 (m)	2,15
h2 (m)	1,7
H (m)	2,5
Volumen (m3)	248,14
Peso (kN)	6203,50
Subpresión (kN)	0,00

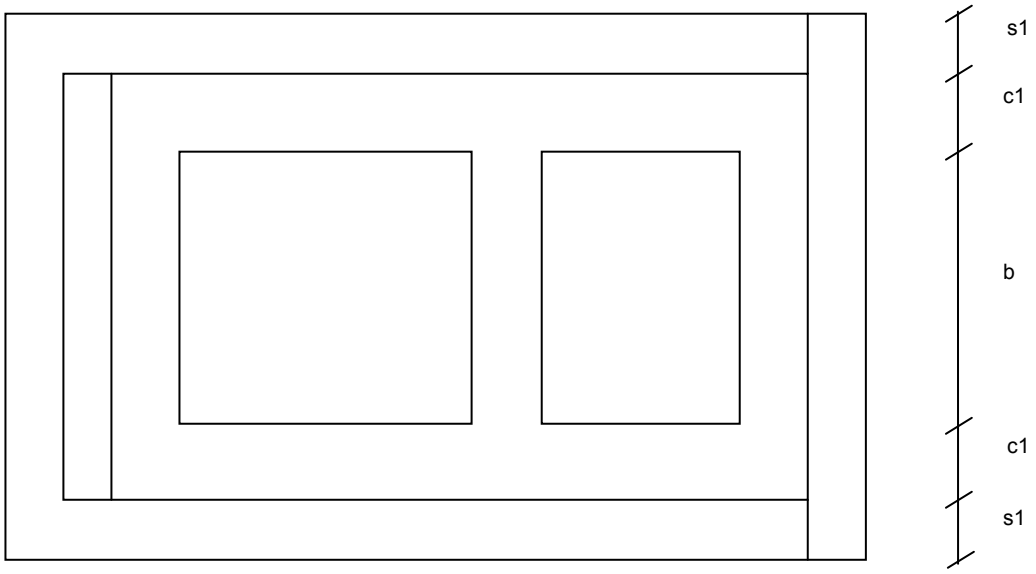
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

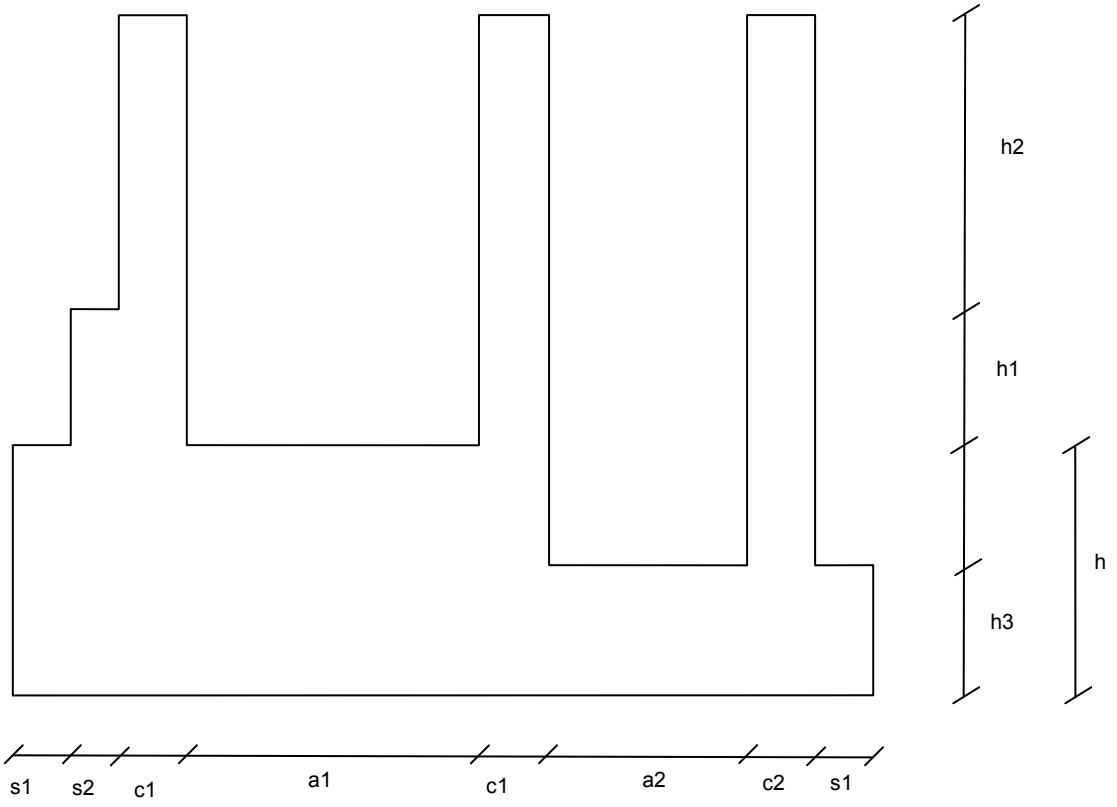
DIMENSIONES DE LA ARQUETA	
Ancho medio aplicación empuje (m)	6,28
Empuje activo (kN)	667,58
Empuje pasivo (kN)	2002,74
A (m)	11
B (m)	7,35
Coeficiente seg. Deslizamiento	1,62
Momentos estabilizantes	35829,75
Momentos desestabilizantes	10945,19
Coef seg vuelco	3,27
Tensión en puntera (kN/m2)	124,41

3.3.- ARQUETAS DE DESAGÜE

En el caso de las arquetas de desagüe se trata de comprobar la flotación debido a la subpresión por lo que las únicas fuerzas actuantes son la propia subpresión (desestabilizante) y el peso de la arqueta (estabilizante). Se ha supuesto un nivel freático 3 m por encima de la superficie de apoyo de la arqueta. Con este valor el coeficiente de seguridad es de 2,82 por lo que el nivel freático podría situarse aún bastante más arriba y la arqueta sería estable.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid





Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CÁLCULO DE ESTABILIDAD ARQUETA DESAGÜE

DIÁMETRO (m)	1,2
EMPUJE (kN)	0
EMPUJE MAYORADO (kN)	0
ÁNGULO DE ROZAMIENTO	30
COEFICIENTE ROZAMIENTO	0,58
COEFICIENTE EMPUJE ACTIVO	0,333
COEFICIENTE EMPUJE PASIVO	3
COEFICIENTE SEG. DESLIZAMIENTO	1,5
COEFICIENTE SEG. VUELCO	1,8
TENSIÓN ADMISIBLE (kN/m2)	150
PESO ESPECÍFICO TERRENO (kN/m3)	20
ALTURA NIVEL FREÁTICO SOBRE SOLERA (m)	3
ALTURA TUBERÍA SOBRE SOLERA (m)	0,45
RECUBRIMIENTO MÍNIMO TERRENO SOBRE TUBERÍA	1,2
ALTURA TERRENO SOBRE INTERIOR SOLERA	7
ALTURA COBIJAS SOBRE TERRENO	0,7

DIMENSIONES DE LA ARQUETA

a1 (m)	2
a2(m)	0,8
b (m)	2
c1 (m)	0,4
c2 (m)	0,4
s1 (m)	0,15
s2(m)	0,15
h1 (m)	1
h2 (m)	6,7
h (m)	1
h3(m)	0,5
A (m)	4,45
B(m)	3,1
Volumen (m3)	46,68
Peso (kN)	1167,00
Subpresión (kN)	413,85
Coeficiente seg. Flotación	2,82
Tensión en puntera (kN/m2)	84,60

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.4.- ARQUETA DE CONEXIÓN CON ARTERIA ESTE

Se sigue el mismo esquema que se ha expuesto para la arqueta de seccionamiento resultando lo siguiente:

CÁLCULO DE ESTABILIDAD ARQUETA DE CONEXIÓN ARTERIA ESTE

DIÁMETRO 1 (m)	1.2
DIÁMETRO 2 (m)	0.9
ANGULO	65.8
EMPUJE 1 (kN) (DN-1200)	3099.85
EMPUJE 2 (kN) (DN 900)	1590.43
EMPUJE MAYORADO (kN)	3484.04
ÁNGULO DE ROZAMIENTO	30
COEFICIENTE ROZAMIENTO	0.58
COEFICIENTE EMPUJE ACTIVO	0.333
COEFICIENTE EMPUJE PASIVO	3
COEFICIENTE SEG. DESLIZAMIENTO	1.5
COEFICIENTE SEG. VUELCO	1.8
TENSIÓN ADMISIBLE (kN/m2)	150
PESO ESPECÍFICO TERRENO (kN/m3)	20
ALTURA NIVEL FREÁTICO SOBRE SOLERA (m)	0
ALTURA TUBERÍA SOBRE SOLERA (m)	0.45
RECUBRIMIENTO MÍNIMO TERRENO SOBRE TUBERÍA	1.2
ALTURA TERRENO SOBRE INTERIOR SOLERA	2.55
ALTURA COBIJAS SOBRE TERRENO	1

DIMENSIONES DE LA ARQUETA

a (m)	7.3
b (m)	7.5
c(m)	0.3
d (m)	1.3
s1 (m)	1
s2(m)	2
h1 (m)	2.15
h2 (m)	1.59
H (m)	1.5
Volumen (m3)	296.108
Peso (kN)	7402.70
Subpresión (kN)	0.00
Ancho medio aplicación empuje (m)	9.58
Empuje activo (kN)	657.54
Empuje pasivo (kN)	1972.62

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

A (m)	12.5
B (m)	12.1
Coeficiente seg. Deslizamiento	1.51
Momentos estabilizantes	46709.10
Momentos desestabilizantes	9075.17
Coef seg vuelco	5.15
Tensión en puntera (kN/m2)	68.19

3.5.- MACIZOS DE ANCLAJE

El dimensionamiento de los macizos de ancla je en cambio de alineación sigue las pautas indicadas para la comprobación de estabilidad de las arquetas. Comprobando la resistencia al vuelco y al deslizamiento con los mismos coeficientes que se han aplicado anteriormente.

Las acciones consideradas son las siguientes:

DESESTABILIZADORAS

- Empuje hidráulico

El empuje en codos viene dado por la siguiente expresión

$$E = 2 \cdot P \cdot A \cdot sen\left(\theta/2\right)$$

Siendo θ el ángulo del cambio de alineación, A el área de la sección transversal de la galería y P la presión. El empuje está dirigido en la dirección de la bisectriz del ángulo de cambio de alineación.

- Empuje activo E_a

$$E_a = ½ \times K_a \times \gamma_t \times H^2 \times A$$

Siendo:

H la altura del terreno sobre la cota inferior del macizo

A Ancho del anclaje

- Empuje freático

$$S_w = h_w \times A_a$$

Siendo:

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

h_w altura del nivel freático sobre la base del macizo

A_a Superficie de macizo sobre la que actúa la subpresión

ESTABILIZADORAS

- Peso del macizo P_h

Es el peso del hormigón que constituye el macizo

- Peso de tierras P_t

El peso de las tierras que gravitan sobre el macizo

- Empuje pasivo E_p

El empuje de las tierra s contra el macizo en la cara sobr e la que se ejerce el e mpuje. La expresión de cálculo es

$$E_p = ½ \times K_p \times \gamma_t \times H^2 \times A$$

Como criterio de seguridad se considera que sólo se moviliza un tercio del empuje activo.

De acuerdo a lo anterior el coeficiente de seguridad al deslizamiento se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{(Pt + Ph - S_w) \cdot \mu + E_p / 3}{E_h + E_a} \geq K_h$$

Y el coeficiente de seguridad al vuelco se determina como el co ciente entre los momentos estabilizantes y desestabilizantes con respecto al punto teórico de vuel co en el extremo de l macizo.

En el caso particular del presente proyecto la totalidad de la conducción se encuentra confinada dentro de un macizo de hormigón. En función de esto y como criterio de proyecto no se dispondrán macizos de anclaje para ángulos inferiores a 20º. En consecuencia no se disponen anclajes en los codos verticales, cuyo ángulo es siempre inferior a este valor.

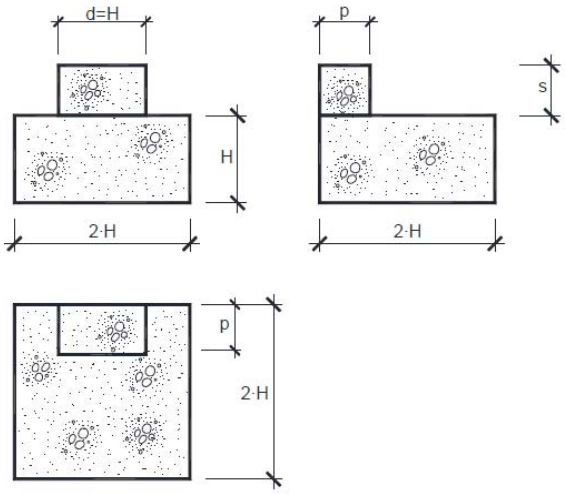
Las dimensiones de los macizos de anclaje de acuerdo a las NORMAS PARA REDES DE ABASTECIMIENTO del CYII (Versión 2012) son las siguientes:

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

$$s \geq 0{,}30 + DN + 0{,}15$$

$$p \geq \text{máx}[(DN + 0{,}10);(0{,}40)]$$

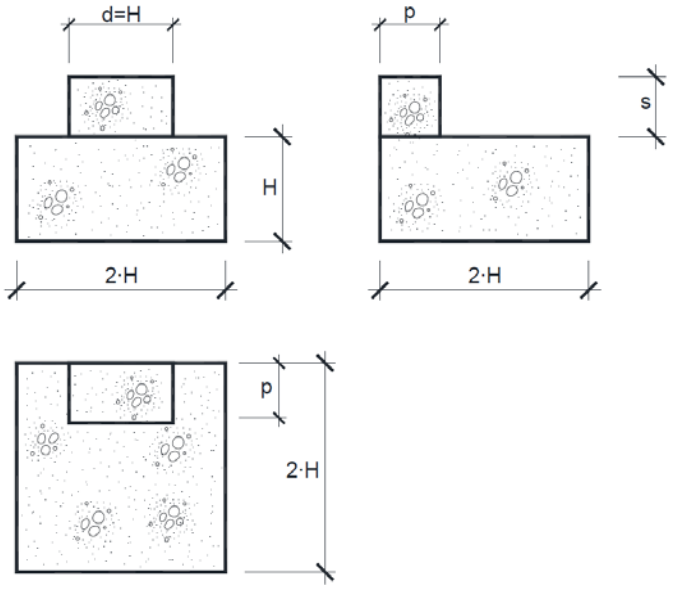
$$d \geq \frac{L}{2} = H$$



En función de todo lo expuesto anteriormente se ha elaborado la siguiente tabla de dimensionamiento.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CÁLCULO DE ESTABILIDAD MACIZOS DE ANCLAJE	
DIÁMETRO (m)	1,2
PRESIÓN (kN/m2)	2500
ÁNGULO DE ROZAMIENTO	30
COEFICIENTE ROZAMIENTO	0,58
COEFICIENTE EMPUJE ACTIVO	0,333
COEFICIENTE EMPUJE PASIVO	3
COEFICIENTE SEG. DESLIZAMIENTO	1,5
COEFICIENTE SEG. VUELCO	1,8
TENSIÓN ADMISIBLE (kN/m2)	200
PESO ESPECÍFICO TERRENO (kN/m3)	20
PESO ESPECÍFICO HORMIGÓN (kN/m3)	25
ALTURA NIVEL FREÁTICO SOBRE SOLERA (m)	1
RECUBRIMIENTO MÍNIMO TERRENO SOBRE TUBERÍA	1,2



DIMENSIONES DEL MACIZO																	
ÁNGULO	EMPUJE (kN)	p_{min} (m)	s_{min} (m)	p (m)	s (m)	H (m)	d (m)	PESO HORM (kN)	PESO TIERRAS (kN)	EMP.ACTIVO (kN)	EMP. PASIVO (kN)	E. FREÁTICO (kN)	Kd	Mest (kN.m)	Mdeses (kN.m)t	Kv	Tensión (kN/m^2)
30	1414	1,3	1,65	1,3	1,7	2,8	2,8	2195,20	1505,28	396,83	2571,52	313,6	2,5	11824,81	6173,01	1,92	122,47
40	1817	1,3	1,65	1,3	1,7	3,1	3,1	2979,10	1845,12	505,62	3267,40	384,4	2,52	17000,73	8595,74	1,98	130,08
50	2166	1,3	1,65	1,3	1,7	3,35	3,35	3759,54	2154,72	609,15	3927,88	448,9	2,56	22456,97	10940,04	2,05	136,35
60	2449	1,3	1,65	1,3	1,7	3,55	3,55	4473,89	2419,68	700,84	4511,70	504,1	2,61	27678,45	13020,6	2,13	141,32
70	2657	1,3	1,65	1,3	1,7	3,7	3,7	5065,30	2628,48	774,99	4983,16	547,6	2,66	32147,77	14676,92	2,19	145,02
80	2784	1,3	1,65	1,3	1,7	3,85	3,85	5706,66	2845,92	853,91	5484,33	592,9	2,78	37131,35	16071,37	2,31	148,58
90	2827	1,3	1,65	1,3	1,7	3,9	3,9	5931,90	2920,32	881,30	5658,12	608,4	2,82	38913,26	16556	2,35	149,77

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ANEJO Nº 9

CÁLCULOS ELÉCTRICOS E ILUMINACIÓN

ANEJO Nº 9

CÁLCULOS ELÉCTRICOS E ILUMINACIÓN

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN. 1
2.- SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL. 1
3.- DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO. 2
3.1.- CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA. 2
3.2.- CARGAS. 3
3.3.- DIMENSIONAMIENTO. 3

APÉNDICES

Apéndice 1.- Salida del programa PVGIS

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

1.- INTRODUCCIÓN.

Este anejo tiene por objeto el dimensionamiento de la alimentación eléctrica para los caudalímetros y transductores de presión situados en los PK 0+110 y 6+020.

En el primer caso (PK 0+110) la alimentación se realiza desde la RTU1 del tramo 2 del Segundo Anillo de Distribución.

En el segundo caso (PK 6+020) se propone una nueva RTU (RTU2) conectada a la RTU1 mediante fibra óptica y alimentación mediante un sistema fotovoltaico aislado para alimentación eléctrica en CC a 24V del caudalímetro y transductor de presión y periferia distribuida.

2.- SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL.

Este sistema de medición en la RTU1 constará de un caudalímetro electromagnético DN1200mm con detección del sentido del flujo y transductor de presión. En el caso de la RTU2 el sistema de medición está compuesto por los mismos elementos. Las lecturas de instrumentación se incorporan al PLC de la RTU1 a través de la nueva fibra óptica.

El caudalímetro y transductor estarán instalados en una arqueta a ejecutar sobre la conducción en los pk 0+110 y 6+020.

En el segundo caso el sistema de transmisión se instalará en una caseta prefabricada que se ubicará anexa a la arqueta del caudalímetro.

Como iluminación de la caseta prefabricada se ha incluido un tubo fluorescente de 18w funcionando a 24Vc.

Es objeto de este anejo el dimensionamiento del sistema fotovoltaico aislado a 24Vc para el suministro de potencia de estos equipos anteriormente enumerados.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.- DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.

3.1.- CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.

El sistema fotovoltaico aislado a 24V constará de los siguientes elementos:

- Campo fotovoltaico compuesto por módulos policristalinos que suministren energía procedente de la radiación solar. Este campo fotovoltaico irá montado en una estructura de acero inoxidable sobre el suelo. La caseta tiene una superficie útil en cubierta de 3,60x1,80 m.
- Regulador de carga solar de manera que regule el suministro eléctrico a las cargas conectadas, tomando energía bien del campo fotovoltaico cuando existe radiación, de las baterías en caso contrario o bien de ambas en caso que exista radiación pero ésta sea insuficiente.
- 2 baterías de gel estacionarias monobloque y sin mantenimiento a 12V conectadas en serie.
- Toma de tierra.

A continuación adjuntamos una imagen esquemática de la instalación.

Este sistema se dimensiona en la hipótesis de consumo las 24 horas del día, para captación y transmisión continua de datos.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.2.- CARGAS.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto a continuación enumeramos las cargas, potencia demandada y horas de funcionamiento al día.

ELEMENTO	POT (W)	HORAS FUNC/d	ENERGÍA (Wh/d)	VOLTAJE (V)	INTENSIDAD (A)
Caudalímetro	*10*	*24*	*240.00*	*24*	*0.417*
Transductor	*5*	*24*	*120.00*	*24*	*0.208*
Iluminación	*20*	*3*	*60.00*	*24*	*0.833*
Módulo interface	*4.8*	*24*	*115.20*	*24*	*0.2*
Módulo 8 SD	*0.84*	*24*	*20.16*	*24*	*0.035*
Módulo 4 EA	*0.888*	*24*	*21.31*	*24*	*0.037*
TOTAL	*41.528*		*576.672*		*1.730*
Δ 25%			*144.17*		
SUMA			*720.84*		

Tal y como se ha explicado anteriormente el sistema estará diseñado para funcionar las 24 horas del día. La iluminación se diseña para funcionar 3 horas al día.

Por último hemos supuesto un incremento de energía del 25% para mantenernos del lado de la seguridad.

De todo ello resulta un consumo diario estimado de unos 721 Wh/día.

3.3.- DIMENSIONAMIENTO.

El dimensionamiento se ha realizado por medio del programa PVGIS realizado por la Comunidad Económica Europea (http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/). Este programa permite señalar el punto en donde se ubicará la instalación. Conocida la coordenada geográfica puede determinar la radiación media en esta ubicación de manera que conociendo la carga diaria, potencia pico del campo fotovoltaico, orientación y capacidad de las baterías determina para cada mes del año el porcentaje de días en los que la batería se carga completamente y porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente.

Así optando por:

- Potencia nominal del sistema FV: 800 W
- Inclinación de los módulos: 0 grados
- Tamaño de la batería: 24 V, 230 Ah

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

- Límite de descarga (%) 40 %
- Consumo diurno: 721 Wh

Resulta que la batería ningún día del año se descargará por debajo del 40%, por lo que consideramos el sistema como válido. De esta forma el sistema fotovoltaico es el siguiente:

- Módulos fotovoltaicos. Se disponen 4 módulos policristalinos de 200Wp en paralelo, que nos dan una potencia nominal del sistema de 800 Wp. Estos paneles fotovoltaicos tienen cada una dimensión de 1618x814x35.
- Baterías. Dispondremos 2 baterías en serie de gel monobloque sin mantenimiento a 12v y 230Ah a C100.
- Regulador de carga de 35A bitensional de 12/24V.
- Toma de tierra.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICES

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 1

SALIDA DEL PROGRAMA PVGIS

Rendimiento de un sistema solar autónomo

Lugar: 40°30'51" Norte, 3°35'26" Oeste,Elevación: 636 m.s.n.m,

Potencia nominal del sistema FV: 800 W
Inclinación de los módulos: 35 grados
Tamaño de la batería: 24 V, 230 Ah
Límite de descarga (%) 40 %
Consumo diurno: 721 Wh

Número de días utilizados para el cálculo: 1827
Porcentaje de días con la batería cargada completamente 93.1%
Energía media no capturada debido a batería llena: 2615.79Wh
Porcentaje de días en los que la batería se descarga por completo: 0%
Energía media perdida: 0Wh

Mes	Ed	Ff	Fe
Ene	715.0	74	0
Feb	720.0	88	0
Mar	721.0	95	0
Abr	721.0	100	0
Mayo	721.0	99	0
Jun	721.0	100	0
Jul	720.0	100	0
Ago	720.0	100	0
Sep	717.0	99	0
Oct	719.0	93	0
Nov	718.0	85	0
Dic	725.0	81	0

Ed: Producción de energía media al día (Wh/día)

Ff: Porcentaje de días en los que la batería se carga completamente (%)

Fe: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente (%)

Cs	Cb
40-46	0
46-52	0
52-58	0
58-64	0
64-70	0
70-76	0
76-82	0
82-88	1
88-94	34
94-100	62

Cs: Estado de carga al final de cada hora (%)

Cb: Porcentaje de horas con este nivel de carga (%)

PVGIS (c) European Communities, 2001-2012
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged.
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/

Disclaimer:

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. However the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.
This information is:

- of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity;
- not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date;
- not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ANEJO Nº 10

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

ANEJO Nº 10

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN 1
2.- RESUMEN DE LA INSTALACIÓN. 1
3.- INSTRUMENTACIÓN 2
3.1.- INTRODUCCIÓN. 2
3.2.- CAUDALÍMETROS 3
3.3.- TRANSDUCTORES DE PRESIÓN 5
4.- CONTROL. 7
5.- SISTEMA DE TELECOMUNICACIÓN. 8
5.1.- RED DE FIBRA ÓPTICA 8
5.2.- METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA 8
5.2.1.- Trabajos previos a la instalación 8
5.2.2.- Tendido de la fibra 9
5.2.3.- Empalmes y terminación de fibra óptica 10
5.2.4.- Verificación de la instalación 11

APÉNDICES

Apéndice 1.- Especificaciones sobre la instalación y recepcion de tendidos de fibra óptica

Apéndice 2.- Norma técnica para la instalación de tritubo de polietileno en conducciones enterradas de comunicaciones

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

1.- INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente Anejo es determinar la instrumentación necesaria para la explotación de la nueva tubería “Arteria Norte para el Suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas “

Los elementos a instalar serán:

- Caudalímetro ultrasónico y transductor previo al principio y final de la conducción (PK 0+110 y 6+020). Señales de Caudal, sentido del flujo y Presión.
- Instalación de fibra óptica de 64 fibras monomodo y tritubo a lo largo de toda la traza.

2.- RESUMEN DE LA INSTALACIÓN.

La red de telecontrol, compuesta de estaciones remotas de E/S, se apoya en una red de telecomunicaciones existente. La solución óptima es la implantación de una red de fibra óptica a lo largo de la nueva conducción, de modo que se permita el acceso a la red de telecomunicaciones en cualquiera de las estaciones existentes a lo largo del trazado.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.- INSTRUMENTACIÓN.

3.1.- Introducción.

Estos elementos están destinados a proporcionar al sistema la información hidráulica básica que será procesada en distintos grados de complejidad en los puestos de Control principal y secundario y en las estaciones remotas.

Los criterios generales a tener en cuenta para seleccionar las características de estos elementos captadores o sensores son los siguientes:

- Normalización, para facilitar tanto la instalación como el posterior mantenimiento y gestión de repuestos.
- Facilidad de instalación, de forma que para el montaje no se necesite de grandes obras auxiliares y, así, interferir lo menos posible el desarrollo de las obras en curso o de las obras existentes.
- Normalización de señales medidas y alimentación, las señales transmitidas por los elementos de captación serán de los siguientes tipos:
  - Medidas analógicas, efectuadas en 4 – 20 mA. Detectan posibles cortes y averías al aparecer el “cero” con un valor real diferente de cero.
  - Valores digitales (todo / nada) para indicación de estados y alarmas. Estas señales se transmitirán mediante contactos libres de tensión.
- Robustez y fiabilidad.
- Precisión adecuada al objetivo que se pretende con la medición.

La instrumentación y elementos de control dispuestos en el sistema son los siguientes:

- Caudal circulante con detección del sentido del flujo.
- Presión de trabajo. Transductores de presión.
- Contador ultrasónico.

La descripción de los elementos de control correspondientes es la siguiente:

- La medida de caudal, en las arquetas de caudalímetro de 0+110 y 6+020, se realizará mediante caudalímetro ultrasónico. Este caudalímetro emite dos señales independientes una de caudal y la otra de sentido de flujo.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

- La medida de presión se realizará mediante un transductor de presión de membrana, que se acoplará mediante un sistema de tubuladuras a una toma dispuesta en el carrete correspondiente. Se dispondrá en las arquetas de caudalímetro.

Con estas variables se pretende establecer el control de la conducción, tanto en lo que respecta a los caudales circulantes como a las presiones de trabajo, así como a la detección de posibles fugas, o incidencias, en las conducciones, por la realización de balances periódicos.

3.2.- CAUDALÍMETROS

Se dispondrán caudalímetros por ultrasonidos para medida de velocidad, caudal y volumen en la conducción de agua con sección circular de DN 1.200 mm completamente llena y flujo tanto positivo como negativo. Los caudalímetros serán suministrados por el Área de Automatización de Canal de Isabel II.

El caudal se medirá por diferencia de velocidades del sonido al propagarse este en el sentido del flujo del fluido y en el sentido contrario. Las sondas trabajan por parejas, alternativamente como emisor y receptor de un impulso ultrasónico.

El convertidor determina los tiempos de propagación del sonido en sentido y contrasentido del flujo y calcula su velocidad de circulación a partir de ambos tiempos.

Los sensores se montan en las paredes de la conducción diametralmente opuestos y alineados por parejas formando distintos haces de medida.

Deberá emplear el principio de medida por tiempo de tránsito de muy alta resolución de tiempo, con procesamiento digital de señal de máxima fiabilidad y estabilidad (DSP) por procedimiento tecnológicamente avanzado cross-correlation, por lo que ofrece, junto con el control automático de ganancia en la señal, una óptima precisión en la medición, inclusive en presencia de partículas en suspensión.

Las sondas van alojadas en portasondas de acero inoxidable insertos en un carrete.

Sus características técnicas fundamentales son:

- Cantidad de haces de medida: 2 haces, IE82P
- Rango de velocidad: hasta 20 m/s
- Electrónica: montaje mural.
- Tubería de proceso: cualquier material y tamaño.
- Longitud Máxima entre primario y electrónica: 100 m.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

- Alimentación: 24 Vcc.
- Salidas: 0-20 mA ó 4-20 mA.
- Técnica: 4 hilos.
- Indicación: con indicación local de lectura de flujo.
- Clasificación de área: área no clasificada.
- Grado de protección: IP-55 ó IP-67 s/casos.
- Precisión: ± 1 % de la lectura entre el 10 y 100 % del rango de medida.
- Linealidad: 0,1 %
- Repetibilidad: 0,1 %
- Consumo máximo: 25 va.
- Temperatura ambiente: -10ºC - +50ºC.

Juego de sensores:

El juego consta de 4 sensores (dos parejas) para la conducción de DN 1.200 mm que serán alternativamente emisores o receptores de los pulsos ultrasónicos.

La disposición e instalación de estos sensores, una vez montados en la conducción o carrete, deberá ser conforme al Manual de montaje debiendo quedar alineados entre ellos con una precisión mejor que ±1º. Una vez instalados deber rellenarse la ficha correspondiente que incluye dicho manual, y que recoge las principales dimensiones de ubicación de sensores, diámetros exactos la conducción, datos de alineación, etc., inclusive número de carrete, si procede.

Las principales características de los sensores son las siguientes:

- Juego constando de 2/4 sensores para montaje sobre 2/4 aros roscados, inclusive estos.
- Protección IP68.
- Para espesor de pared de máximo 30 mm.
- Material acero inoxidable.
- Temperatura de servicio -30 ºC...+70 ºC.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

- Compatibilidad electromagnética y climática conforme a normas 001, 002, 003, IEC 255-5, IEC 68-2-38.

- Incorpora modelo de cálculo hidráulico, presentación de la información del proceso, parametrización del equipo y elaboración de señales de salida. En caso de que algún sensor falle se apoyará en los restantes para el cálculo, emitiendo una señal de prealarma. Si el nivel de aguas estuviera por debajo del haz de velocidad situado más bajo, realizará un cálculo de caudal con arreglo a Manning.

Para un correcto funcionamiento de estos caudalímetros deberán instalarse de tal manera que se respeten los tramos de tranquilización que a continuación se presentan:

"REQUISITOS DE TRAMOS DE TRANQUILIZACIÓN"		
TIPO DE PERTURBACIÓN	***AGUAS ARRIBA DEL CAUDALIMETRO***	***AGUAS ABAJO DEL CAUDALIMETRO***
**Reducción de la sección* **Válvula de mariposa totalmente abierta*	*10 x D*	*5 x D*
**Codo de 90º* **Conexión en T*	*20 x D*	*5 x D*
**Dos codos en el mismo plano* **Pieza en T para derivación de caudal*	*25 x D*	*5 x D*
**2 codos a 90º en planos diferentes* **Válvula de retención*	*40 x D*	*5 x D*
**Válvula de mariposa parcialmente abierta* **Compuerta parcialmente abierta*	*50 x D*	*5 x D*
**Bombas*	*50 x D*	*5 x D*

3.3.- TRANSDUCTORES DE PRESIÓN

La medida de presión en la tubería se realizará mediante un sensor de nivel piezorresistivo instalado en un picaje a realizar en la tubería y se deberá disponer de una válvula de corte para ser posible su desmontaje con la tubería en carga. Se efectuará la instalación completa de conexión al proceso mediante tubing de ½" de acero inoxidable, con los correspondientes racores del mismo material y válvula de corte de desagüe, diseñados para la máxima presión del punto de la conducción donde se instalan.

El transmisor de presión es un instrumento basado en el equilibrio de fuerzas y que convierte una presión de entrada en una señal proporcional a aquella. La presión de entrada puede ser relativa, absoluta o diferencial.

La conversión directa de la presión interna en señal eléctrica es ejercida por una mínima deflexión del sensor, los cambios en la presión causan el correspondiente cambio en la salida del traductor y son proporcionales a las variaciones de presión.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CARACTERISTICAS TECNICAS:

- Electrónica: montaje mural.
- Alimentación: 24 Vcc.
- Salida: 4-20 mA.
- Técnica: 2 Ó 4 hilos.
- Clasificación de área: área no clasificada.
- Material de la membrana: acero inoxidable.
- Partes en contacto: acero inoxidable.
- Grado de protección: IP-67
- Precisión: ± 0,2 % del SPAN.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

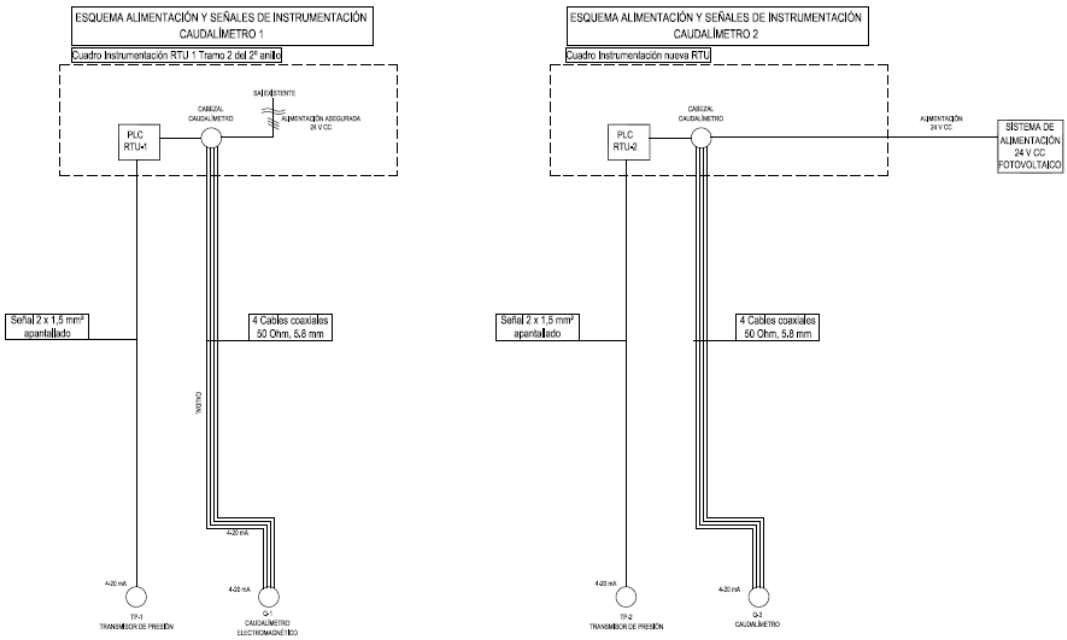
4.- CONTROL.

Este sistema de medición constará de dos caudalímetros ultrasónicos DN 1200mm y sendos transductores de presión a situar en los PK 0+110 y 6+020. El caudalímetro y transductor estarán instalados en una arqueta a ejecutar sobre la conducción en los PK señalados. En la siguiente tabla detallamos las señales que emitirán los equipos.

SEÑALES DE CAMPO QUE EMITIRÁN LOS EQUIPOS	
EQUIPO	***VARIABLE***
EA Transductor	*Presión*
EA Caudalímetro	*Caudal*
ED Caudalímetro	*Sentido del flujo.*

La RTU que recibe los datos del caudalímetro del PK 0+110 (RTU1) es existente y se emplaza en la arqueta de derivación del 2º Anillo de Distribución, en donde comienza el trazado de la conducción del presente proyecto. La RTU que recibirá la señal del caudalímetro 2 (6+020) se instalará en una caseta prefabricada que se colocará anexa a la arqueta del caudalímetro (RTU2). El cabezal del Caudalímetro, ubicado en la RTU2, recibirá las señales del Caudalímetro y transmitirá a la periferia distribuida tanto las lecturas de caudal como el sentido del flujo del agua. Dicha periferia recibirá también la señal del transductor de presión. Esta periferia se comunicará con el PLC de la RTU1 a través de la nueva fibra óptica tendida a lo largo de la nueva conducción.

Las conexiones de los equipos de medición con la RTU se indican en la figura siguiente:



El caudalímetro nº1 (PK 0+110) se alimentará desde la línea de suministro del 2º Anillo de Distribución. El caudalímetro nº2 (PK 6+020) se alimentará por un sistema fotovoltaico aislado de 24Vc el cual se dimensiona en el anejo nº 9: Cálculos eléctricos e iluminación.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.- SISTEMA DE TELECOMUNICACIÓN.

Además de lo indicado en este apartado, se cumplirán las Especificaciones de Canal de Isabel II Gestión, S.A. que se adjuntan en el **Anexo I.- ESPECIFICACIONES SOBRE LA INSTALACIÓN Y RECEPCION DE TENDIDOS DE FIBRA ÓPTICA** y que también desarrollan los requisitos técnicos de cableados para fibra óptica y la metodología de instalación del tritubo recogida en el **Anexo II NORMA TECNICA PARA LA INSTALACION DE TRITUBO DE POLIETILENO EN CONDUCCIONES ENTERRADAS DE COMUNICACIONES** , prevaleciendo estas especificaciones en caso de contradicción.

5.1.- RED DE FIBRA ÓPTICA

Se implantará una manguera de 64 fibras ópticas monomodo para operación a lo largo de toda la conducción, con las derivaciones necesarias para llegar a todas las estaciones remotas existentes.

Cada una de las estaciones de control dispondrá de una caja de empalmes cuyos objetivos serán:

- Empalmar las fibras ópticas que continuarán hasta la siguiente estación.
- Segregar las fibras necesarias en la estación donde se encuentra.

5.2.- METODOLOGÍA DE INSTALACIÓN DE LA FIBRA ÓPTICA

El tendido de la fibra óptica se llevará a cabo por las instalaciones a construir. A lo largo de la conducción se ejecutará una canalización tritubo con arquetas cada 50 ó 100 metros registrables.

5.2.1.- TRABAJOS PREVIOS A LA INSTALACIÓN

Antes de proceder a la instalación de la fibra, se precisa la ejecución de algunas labores previas que aseguren la correcta ejecución del trabajo.

Una vez recibidas las bobinas de fibra se deberán efectuar una serie de comprobaciones para comprobar que no trae defectos de fábrica.

Se comprobará la longitud de la bobina, y se tomará el extremo de la fibra y se realizarán medidas con OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo) para registrar las trazas de cada fibra.

Una vez realizadas estas comprobaciones se procederá al sellado de la manguera para evitar la entrada de polvo y humedad.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Antes de comenzar a operar en arquetas, se deberán hacer pruebas de gases peligrosos.

Las arquetas se inspeccionarán antes de tender el cable. En caso de que alguna arqueta esté inundada, se procederá al achique del agua. Además habrá que comprobar que las tuberías no estén rotas ni obstruidas.

5.2.2.- TENDIDO DE LA FIBRA

Para el tendido de los cables de fibra óptica se deberán observar las siguientes normas:

- Respetar en todo momento el radio mínimo de curvatura del cable indicado por el fabricante.
- No sobrepasar los límites de tracción especificados por el fabricante, por lo que no se aconseja la utilización de medios mecánicos tractores.
- Para facilitar el tendido se colocará un hilo guía
- En las canalizaciones existentes se deberán limpiar los conductos para un adecuado tendido de los cables de fibra.
- En todas las arquetas se deberá colocar una etiqueta identificativa del cable, que pueda leerse claramente. Donde haya reserva de cable se pondrá en la reserva. Esta etiqueta será facilitada por Canal de Isabel II.
- En las arquetas se dejará reservas de cables siguiendo los siguientes criterios
  - Se dejará como mínimo de media una reserva de 10 metros cada 300 metros de conducción
  - 15 metros a cada lado en los empalmes
  - 15 metros en repartidor
  - Cuando el cable pase por cámaras de registro (ventosa, válvulas, seccionamientos, caudalímetros,…) se dejará reserva suficiente para que saga el cable por la boca de hombre dejando fuera 12 metros (6 en cada sentido), teniendo así, cable suficiente para hacer un sangrado del cable en caso de ser necesario
  - En cruces de carretera se dejará al menos 10 metros en las arquetas contiguas
- En caso de existir galerías de servicio los cables irán convenientemente entubados o canalizados, realizándose dicho tendido de acuerdo a la normativa adjunta en el anexo I
- En caso de utilizar tendido por el exterior, los cables irán por tubo de acero inoxidable grapado.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.2.3.- EMPALMES Y TERMINACIÓN DE FIBRA ÓPTICA

5.2.3.1.- Empalmes

Una vez realizado el tendido de la fibra por todo el recorrido, se procederá a la unión de los distintos tramos mediante empalmes.

Los empalmes se realizarán por fusión, por lo que se deberá realizar en un ambiente limpio, bien iluminado y completamente estático, tratando de evitar la exposición solar directa. Normalmente se emplea el interior de un vehículo preparado para tal fin.

Los empalmes por fusión se realizarán siguiendo el siguiente procedimiento:

- Identificar las fibras en ambos extremos a fusionar.
- Pelar aproximadamente 2 metros de cubierta exterior de la manguera de fibra y a continuación aproximadamente un metro de los tubos holgados, dejando expuestas las fibras individuales. Se pondrá especial cuidado de no dañar las fibras. Una vez peladas se limpiará el gel de relleno con un limpiador adecuado.
- Una vez identificadas las fibras se pasará el rascador por cada uno de los extremos a fusionar y se limpiarán con papel suave embebido en alcohol isopropílico.
- Las fibras se introducirán en la fusionadora tal y como indica el fabricante. El empalme quedará protegido con termorretráctil protegido con nervio metálico.

Tras finalizar el proceso de fusionado se realizará una medición con OTDR para verificar que el empalme se ha realizado correctamente.

En caso de que la atenuación del empalme realizado sea superior a 0,2 dB, deberá repetirse la operación. Será responsabilidad de la empresa instaladora disponer de todo el material adecuado para realizar estas tareas y de proporcionar técnicos cualificados.

5.2.3.2.- Cajas de empalme

Para proteger los empalmes ante humedad y suciedad, se introducirán en cajas de empalme estancas para montaje en arquetas.

En el interior de las cajas de empalme se encuentran bandejas clasificadoras de fibras, que permiten enrollar la fibra sobrante y quedar fijos y expuestos los empalmes para evitar su movimiento involuntario y para que permanezcan localizables.

Las entradas de las mangueras deberán sellarse para evitar la entrada de agua o suciedad, mediante material termorretráctil.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Las cajas de empalme se situarán en el lugar más alto posible de la arqueta para evitar inundaciones.

Las cajas de empalme se identificarán con un distintivo consensuado con la D.O.

5.2.3.3.- Paneles de conexión y empalme

Se utilizarán paneles de conexión de fibra en las estaciones donde exista un switch. En estos paneles, se fusionan pigtails con conector LC en el extremo para conectarlos al switch a través de latiguillos bifibra.

Cada fibra se empalmará siguiendo las instrucciones descritas en el epígrafe anterior.

La organización de las fibras en estos paneles y cajas de empalme es muy importante para evitar el enmarañamiento de todas las fibras a la hora de detectar averías o realizar reparaciones.

5.2.4.- VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una vez concluida la instalación, empalmes y realización de conectores (fusionado de pigtails), se deberá verificar que la atenuación total de los enlaces de fibra cumplen con las recomendaciones ITU en cada fibra.

Haciendo uso de un OTDR, se realizarán mediciones en la 2ª y 3ª ventana de trabajo.

Se calculará teóricamente la pérdida de cada enlace:

$$A < aL + n(E)a(E) + n(C)a(C)$$

Donde:

- A: Atenuación total del tramo
- a: Atenuación nominal de la fibra a la longitud de onda especificada (0,36 dB/Km en 2ª ventana y 0,25 dB/Km en 3ª ventana)
- L: Longitud total del tramo
- n(E): número total de empalmes
- a(E): atenuación del empalme (aprox. 0,15 dB)
- n(C): Número de conectores
- a(C): atenuación media máxima por conector (aprox. 0,3 dB)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Por tanto, obteniendo la pérdida total con el OTDR, se comparará con el valor teórico (según recomendaciones ITU, valores indicados anteriormente), y se verificará si se cumple. Si no se cumple, se detectará el fallo y se pondrán los medios necesarios para su reparación. Además, se analizará minuciosamente la traza del OTDR para localizar dobleces u otras deformaciones en la fibra, ya que durante el tendido se pueden ocasionar este tipo de defectos.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICES

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 1

ESPECIFICACIONES SOBRE LA INSTALACIÓN Y RECEPCION DE TENDIDOS DE FIBRA ÓPTICA

ÁREA DE TELECOMUNICACIONES

ESPECIFICACIONES SOBRE LA INSTALACIÓN Y RECEPCION DE TENDIDOS DE FIBRA ÓPTICA PARA CANAL DE ISABEL II GESTION S.A.

DICIEMBRE 2014

Elaborado por : Telesystem Business SLU

Revisado por : Área de Telecomunicaciones

Aprobado por : Área de Telecomunicaciones

INDICE

0.INTRODUCCIÓN

1.- CABLE DE FIBRA ÓPTICA
- 1.1.- CARACTERÍSTICAS
- 1.2.- MATERIAL DE RELLENO DE TUBOS
- 1.3.- ELEMENTOS DE REFUERZO
- 1.4.- CUBIERTA DE LOS CABLES
- 1.5.- CODIFICACIÓN DE TUBOS Y FIBRAS

2.- MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN
- 2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES
- 2.2.- TENDIDO DE CABLES DE F.O.
- 2.3.- TERMINACIÓN DE LOS CABLES
  - MONOMODO (SM)
  - MULTIMODO (MM)
- 2.4.- CAJAS DE EMPALME
- 2.5-. EMPALMES
- 2.6.- REPARTIDORES

3.- OBRA CIVIL
- 3.1.- ESPECIFICACIONES GENERALES
- 3.2.- CANALIZACIÓN Y ARQUETAS
  - 3.2.1.- ESPECIFICACIONES DE LA CONDUCCIÓN DE TRITUBO
  - 3.2.2.- CRUCES Y PASOS SINGULARES
  - 3.2.3.- ARQUETAS
  - 3.2.4.- BALIZAS SITUACIÓN ARQUETAS
  - 3.2.5.- EMPALMES DE TUBO
  - 3.2.6.- GUIAS Y SELLADO
- 3.3.- TRITUBO PEAD
  - 3.3.1.- DIMENSIONES
  - 3.3.2.- MATERIAL
  - 3.3.3.- IDENTIFICACIÓN
  - 3.3.4.- GARANTIA
  - 3.3.5.- MANGUITO
  - 3.3.6.- TAPONES DE OBTURACIÓN

4.- DOCUMENTACIÓN
- 4.1.- PLANOS
- 4.2.- CABLEADO
- 4.3.- REPARTIDOR
- 4.5.- INTERCONEXIÓN DE CENTROS
- 4.6.- CANALIZACIÓNES
- 4.7.- FOTOGRAFÍAS
- 4.8.- CERTIFICACION CABLES

0.- INTRODUCCIÓN

Estas especificaciones técnicas serán de aplicación para los nuevos tendidos de Cable de fibra óptica a instalar en infraestructura de Canal de Isabel II Gestión, sea cuál sea el Área promotora de la obra.

Con ellas se pretenden homogeneizar las instalaciones y definir calidad de materiales y criterios de aceptación de las instalaciones.

Consideraciones generales:

A continuación se describen las características exigidas de los diferentes materiales necesarios para la realización de los proyectos de fibra óptica.

Los materiales y su montaje que no se mencionen en los planos y especificaciones, pero que vayan lógicamente implícitos y sean necesarios para la ejecución de la instalación, se consideran incluidos en el proyecto y correrán por cuenta del instalador.

Todos los equipos y materiales tendrán las capacidades y características mínimas exigidas en este documento. Además de tener en cuenta todas las normas de este documento, también se tendrán en cuenta las recomendaciones de cada fabricante.

Todo el material empleado en una instalación debe ser idéntico. Además, se exige que todos los materiales empleados en una conexión de extremo a extremo sean del mismo fabricante; y que la empresa que ejecute los trabajos esté homologada por el fabricante para la realización de los mismos.

El instalador deberá cuidar los equipos y materiales (tanto los existentes actualmente como los de nueva instalación), protegiéndolos contra el polvo y golpes durante la ejecución de la instalación.

Será responsabilidad del instalador la limpieza de todos los materiales y su mantenimiento en buena presencia hasta la terminación y entrega de la instalación.

1.- CABLE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO

1.1.- CARACTERÍSTICAS

Los cables a instalar estarán constituidos básicamente por los siguientes elementos:

1. Fibras ópticas
2. Segunda protección. Tubos holgados de alojamiento de las fibras.
3. Elemento de refuerzo central.
4. Cubierta interna.
5. Elemento de refuerzo.
6. Cubierta externa.

Las características de la fibra cumpliará con la con la Recomendación G-652D de IUT-T y la norma EN-50173-1:2007. Las especificaciones técnicas aplicables se detallan en los siguientes apartados:

Properties of cable with standard Enhanced SM fibre

ESMF, low water peak single mode fibre G652D, OS2, Telecom applications

General and application

The optical fibres are made of a high grade doped silica core surrounded by a silica cladding;
They are coated with a dual layer, UV cured acrylate based coating.
This enhanced Single mode fibre provides improved performance across the entire 1260 nm to 1625 nm wavelength spectrum due to its low attenuation in 1383 nm, the water-peak region.

Standards and Norms

IEC / EN 60793-2-50 Category B.1.3	EN 50 173-1:2007, cat. OS2 and OS1
ITU-T Recommendation G.652.D and C, B, A	ISO / IEC 11801:2002, cat. OS2 and OS1
IEEE 802.3 – 2002 incl. 802.3ae	ISO / IEC 24702: 2006, cat. OS2 and OS1

Optical properties

Attribute	Measurement method	Units	Limits
Mode field diameter at 1310 nm	IEC/EN 60793-1-45	µm	9.0 ± 0.4
Mode field diameter at 1550 nm		µm	10.1 ± 0.5
Chromatic dispersion coefficient:	IEC/EN 60793-1-42		
In the interval 1285 nm – 1330 nm		ps/km • nm	≤ |3|
At 1550 nm		ps/km • nm	≤ 18.0
At 1625 nm		ps/km • nm	≤ 22.0
Zero dispersion wavelength, λ_0		nm	1300 - 1322
Zero dispersion slope		ps/(nm^2 • km)	≤ 0.090
Cut-off wavelength	IEC/EN 60793-1-44	λ_{cc} nm	≤ 1260 *
Polarisation mode dispersion (PMD) coefficient	IEC/EN 60793-1-48	ps/√km	≤ 0.1
PMD_Q Link Design Value (computed with Q=0.01%, N=20)	IEC/EN 60794-3	ps/√km	≤ 0.06

** guaranteed value according to the ITU-T (ATM G650) method*

Attenuation

Attribute	Measurement method	Units	Limits
Maximum attenuation value of cable at 1310 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB/km	≤ 0.36
Maximum attenuation value of cable at 1383 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB/km	≤ 0.36
Maximum attenuation value of cable at 1460 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB/km	≤ 0.26
Maximum attenuation value of cable at 1550 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB/km	≤ 0.23
Maximum attenuation value of cable at 1625 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB/km	≤ 0.25
Max. attenuation change in the interval 1285 - 1330 nm (ref. 1310 nm)		dB/km	≤ 0.03
Max. attenuation change in the interval 1525 - 1575 nm (ref. 1550 nm)		dB/km	≤ 0.02
Local discontinuity at 1310 and 1550 nm	IEC/EN 60793-1-40	dB	≤ ± 0.05

Attenuation variation vs Bending

Attribute	Measurement method	Units	Limits
100 turns on a R=25 mm mandrel at 1310 & 1550 nm	IEC/EN 60793-1-47	dB	≤ 0.05
100 turns on a R=30 mm mandrel at 1625 nm	IEC/EN 60793-1-47	dB	≤ 0.05

Group index of refraction

Attribute	Measurement method	Units	Values
1310 nm	IEC/EN 60793-1-22	-	1.467
1550 nm	IEC/EN 60793-1-22	-	1.468
1625 nm	IEC/EN 60793-1-22	-	1.468

Geometrical properties

Attribute	Measurement method	Units	Limits
Cladding diameter	IEC/EN 60793-1-20	µm	125.0 ± 0.7
Cladding non-circularity	IEC/EN 60793-1-20	%	≤ 0.7
Core (MDF) -cladding concentricity error	IEC/EN 60793-1-20	µm	≤ 0.5
Primary coating diameter – ColorLock®^{XS} and natural	IEC/EN 60793-1-21	µm	242 ± 7
Primary coating non-circularity	IEC/EN 60793-1-21	%	≤ 5
Primary coating-cladding concentricity error	IEC/EN 60793-1-21	µm	≤ 12

Mechanical properties

Attribute	Measurement method	Units	Limits
Proof stress level	IEC/EN 60793-1-30	GPa	≥ 0.7 (≈ 1 %)
Strip force (peak)	IEC/EN 60793-1-32	N	$1.2 \leq F_{peak.strip} \leq 8.9$
Dynamic fatigue resistance aged and unaged	IEC / EN 60793-1-33	(N_d)	≥ 20
Static fatigue, aged	IEC / EN 60793-1-33	(N_s)	≥ 23

1.2.- MATERIAL DE RELLENO DE TUBOS

Los tubos holgados estarán rellenos de un material hidrófugo y deberán cumplir los requisitos de estanqueidad del cable.

En la reunión del núcleo se dispondrán materiales secos bloqueantes de agua, cintas e hilos hinchables para evitar la propagación longitudinal de ésta.

Estos materiales bloqueantes del agua deberán disponerse de forma continua en toda la longitud del cable.

1.3.- ELEMENTOS DE REFUERZO

El cable deberá diseñarse con suficientes elementos de refuerzo de tracción para garantizar los requisitos de instalación.

Los elementos de refuerzo estarán dimensionados para cumplir con las especificaciones de tracción de cada tipo de cable. Las hilaturas se distribuirán de forma homogénea alrededor de la cubierta interior del cable.

El refuerzo de tracción estará constituido por hiladuras de fibras de aramida, en una o varias capas que se dispondrán en hélice entre las dos cubiertas del cable.

1.4.- CUBIERTA DE LOS CABLES

Se utilizará **cubierta PKP** en tendidos en interiores de tritubo o instalaciones en el que el cable no está en intemperie y el grado de humedad es bajo. La cubierta interna de polietileno, doble capa de hiladuras de fibra de aramida trenzada a ambas manos y cubierta externa de polietileno de alta densidad.

OPTICAL FIBER CABLES FOR DUCT INSTALLATION

- Figure : 128 OF cable -

- Dielectric central strength member (CSM): Fiberglass reinforced plastic (upjacketed with polyethylene when needed)
- Loose Tubes containing optical fibers and full of filling compound
- Dummy elements as fillers when needed
- Water-swellable elements (dry core)
- Black polyethylene inner sheath
- Dielectric reinforcement : aramid yarns
- Black polyethylene outer sheath

CABLE DIMENSIONS and MAIN CHARACTERISTICS

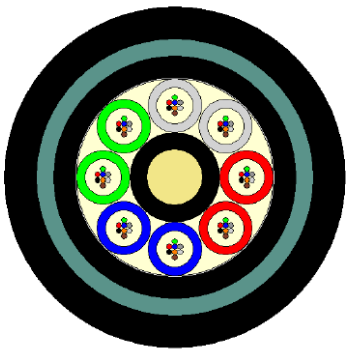
No. of fibers		**8**	**16**	**32**	**64**	**72**	**96**	**128**	**144**
No. of fibers per tube		4	4	8	8	8	8	8	8
No. of tubes (layer 1/layer 2)		2 / --	4 / --	4 / --	8 / --	9 / --	12 / --	4 / 12	6 / 12
No. of fillers (layer 1/layer 2)		4 / --	2 / --	2 / --	-- / --	-- / --	-- / --	2 / --	-- / --
Loose tube outer diameter	mm	2.5							
Filler outer diameter	mm	2.5							
CSM diameter	mm	2.6	2.6	2.6	2.6	3.0	3.0	2.6	2.6
CSM upjacketing diameter	mm	--	--	--	4.5	5.0	7.6	--	--
Inner/outer sheath thickness	mm	0.8 / 1.4							
Cable diameter	mm	12.3	12.3	12.3	14.2	14.7	17.3	17.3	17.3
Cable weight	Kg/km	110	110	115	150	165	225	225	225

MAIN MECHANICAL AND ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

Test	Standard	Value	Acceptance Criteria
Tensile Strength	EN 187000, Met 501	3,000 N	Fiber elong.[0.05% Δα [0.05 dB / 100 m
Crush resistance	EN 187000, Met 504	120 N/cm	Δα [0.05 dB
Impact resistance	EN 187000, Met 505	5 N.m (weight rad. = 10 mm)	Δα [0.05 dB
Torsion resistance	EN 187000, Met 508	5 cycles / ± 360º	Δα [0.05 dB
Bending radius	EN 187000, Met 5131	15*&cable (mm) (r ≥250mm) 5 cycles	Δα [0.05 dB
Temperature range	EN 187000, Met 601	-30 ... + 70 ºC	Δα [0.05 dB/Km
Water penetration	EN 187000, Met 605B	1 m / 14 days (under 1st jacket)	No water leakage

Se utilizará **cubierta PESP** (Polietileno Estanca Acero y Polietileno) en caso de intemperie para protección mecánica del cable y como protección antiroedores.

CABLES DE FIBRA ÓPTICA CON PROTECCIÓN ANTIROEDORES METÁLICA



- Figura : cable de 64 fibras ópticas -

- Elemento Resistente Central (ERC) : Plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) y aislado con polietileno
- Tubos holgados conteniendo fibras ópticas y rellenos de compuesto antihumedad
- Los tubos holgados son cableados en SZ alrededor del ERC para conformar el núcleo óptico
- El núcleo óptico se rellena con un compuesto antihumedad para garantizar la estanqueidad
- Cubierta interior de polietileno. Bajo la cubierta se coloca un cordón de rasgado
- Armadura de acero recubierto de copolímero por ambas caras, solapado y pegado. Bajo la armadura se coloca un cordón de rasgado
- Cubierta exterior de polietileno

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

Nº de fibras en el cable		**64**
Nº de fibras por tubo		8
Nº de tubos holgados		8
Diámetro exterior de tubo holgado	mm	2,5
Diámetro del ERC / aislado a	mm	2,6 / 4,2
Espesor radial de cubierta interior / exterior	mm	1,0 / 1,5
Diámetro del cable	mm	16,0
Peso del cable	kg/km	265

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y MEDIOAMBIENTALES

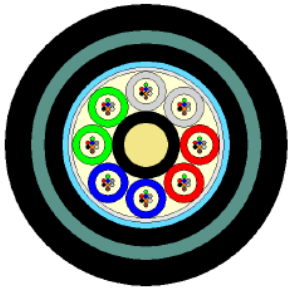
Ensayo	Método	Valor especificado	Criterio de aceptación
Resistencia a la tracción	EN 187000-501	2.600 N	$\Delta\varepsilon_f \leq 0{,}33$ % $\Delta\alpha$ reversible
Aplastamiento	EN 187000-504	3.000 N / 100 mm	$\Delta\alpha \leq 0{,}05$ dB
Impacto	EN 187000-505	5 J, 3 impactos, 12,5 mm	$\Delta\alpha \leq 0{,}05$ dB
Radio de curvatura	EN 187000-513	$20 \cdot \varnothing_{cable}$ (mm), 5 giros, 3 ciclos	$\Delta\alpha \leq 0{,}05$ dB
Ciclos térmicos	EN 187000-601	-20 ºC … +70 ºC	$\Delta\alpha \leq 0{,}05$ dB/km
Estanqueidad	EN 187000-605	3 m cable, 1 m agua, 24 h	Sin paso de agua bajo primera cubierta

Para instalaciones en el que el cable quede sumergido dentro de una tubería o canal se utilizará la siguiente estructura de **cable submarino CDS-2207**

Optical fibre cables for underwater installation

Cable Design

Acc. to IEC 60794-3-10



64 fibers - not to scale -

- **Central Strength Member (CSM):** glass fibre reinforced plastic rod (FRP), with plastic oversheathing when needed.
- **Loose Tube:** thermoplastic material, containing optical fibres and filled with a suitable water tightness compound.
- **Filler Elements:** thermoplastic rods, where needed.
- **Stranding:** loose tubes (and fillers), SZ stranded around the CSM.
- **Longitudinal Water Tightness:** filled core with filling compound.
- **Strength reinforcement**: glass yarns if needed
- **Moisture Barrier:** bonded both sides copolymer coated aluminium tape. Aluminium thickness : 0.15 mm. 1 ripcord is laid beneath.
- **Inner Sheath:** PE
- **Armour:** both sides copolymer coated corrugated steel tape with overlap. Steel thickness: 0.15 mm. 1 ripcord beneath the tape.
- **Outer Sheath:** PE

Technical data

No. of Fibres		12	16	32	64	72	96	144	288
Design		3 x 4	2 x 8	4 x 8	8 x 8	6 x 12	8 x 12	12 x 12	(9+15)x12
Loose Tube / Filler - Ø	mm	2.3	2.3	2.3	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5
CSM – Ø	mm	2.4	2.4	2.4	2.6	2.6	3.0	3.5	3.5
CSM-Oversheathing - Ø	mm	-	-	-	3.9	-	4.2	7.5	5.0
Inner Sheath Thickness	mm	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Outer Sheath Thickness	mm	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Cable Diameter	Mm	15.0	15.0	15.0	16.3	15.7	17.3	20.6	23.2
Cable Weight	kg/km	225	225	225	265	245	290	395	500

Minimum Bending Radius	mm	Without Tension 15 x Cable-Ø		Under Maximum Tension 20 x Cable-Ø
Temperature Range	°C	Installation - 30 to + 60	Transport & Storage - 40 to + 70	Operation - 30 to + 70

Please refer to our General Installation, Safety & Handling recommendations before handling.

Main characteristics

Test	Test Standard	Specified Value	Acceptance Criteria
Max. Installation Tension	IEC 60794-1-2-E1	2700 N	Δα reversible, fibre strain ≤ 0.33%
Max. Operation Tension	IEC 60794-1-2-E1	900 N	no fibre strain, Δα ≤ 0.05 dB
Crush	IEC 60794-1-2-E3	4000 N / 100 mm, max. 15 min	Δα ≤ 0.05 dB, no damage
Impact	IEC 60794-1-2-E4	10 Nm, 3 impacts, R= 300 mm	Δα ≤ 0.05 dB after the test
Cable Bend	IEC 60794-1-2-E11	R=20x D, 4 turns, 3 cycles	Δα ≤ 0.05 dB, no damage
Temperature Cycling	IEC 60794-1-2-F1	-30°C to +70°C	Δα ≤ 0.05 dB/km
Water Penetration	IEC 60794-1-2-F5B	sample=3m, water column=1m	no water leakage in 24h

All optical measurements at 1550 nm.

Todos los cables instalados en interior de galerías o túneles llevarán cubierta tipo **TKT ignífuga**.

En caso de cables para instalaciones aéreas se utilizará cable PKP cosido a cable de acero o **cable ADSS**

CUBIERTA DE CABLE	CONDICIONES DE USO
PKP	Canalización, tubo de acero, aéreo cosiéndolo a cable de acero
PESP-R	Grapeado intemperie, problemas con roedores, puntos con humedad extrema pero no sumergido
TKT	Galería de servicio
Cable PESP SUBMARINO	Cable sumergido en tubería o canal
ADSS	Aéreo autosoportado

1.5.- CODIFICACIÓN DE TUBOS Y FIBRAS

CODIFICACIÓN DE FIBRAS

Optical Fibers color code (fully customizable upon customer request):

No.	Color	No.	Color	No.	Color	No.	Color
1	Green	3	Blue	5	Grey	7	Brown
2	Red	4	Yellow	6	Violet	8	Orange

CODIFICACIÓN DE TUBOS

Loose Tubes color code (fully customizable upon customer request):

8 O.F. cable	
Tube No.	Color
1	White
2	Red
3 - 6	Fillers

16 & 32 O.F. cable			
Tube No.	Color	Tube No.	Color
1	White	4	Blue
2	Red	5	Green
3	Filler	6	Filler

64 O.F. cable	
Tube No.	Color
1-2	White
3-4	Red
5-6	Blue
7-8	Green

72 O.F. cable	
Tube No.	Color
1-3	White
4-6	Red
7-9	Blue

96 O.F. cable	
Tube No.	Color
1-3	White
4-6	Red
7-9	Blue
10-12	Green

128 O.F. cable			
1st layer		2nd layer	
Tube No.	Color	Tube No.	Color
1	White	7-9	White
2	Red	10-12	Red
3	Blue	13-15	Blue
4	Green	16-18	Green
5-6	Fillers		

144 O.F. cable			
1st layer		2nd layer	
Tube No.	Color	Tube No.	Color
1-2	White	7-9	White
3-4	Red	10-12	Red
5-6	Blue	13-15	Blue
		16-18	Green

Fillers colour: BLACK

1A.- CABLES DE FIBRA MULTIMODO

La fibra ha utilizar se **OM2** con nuclero **50/125** similar a la ficha técnica siguiente:

C23: General purpose multi mode 50 µm fibre

Properties for cabled OM2 fibre for use at 850 nm and at 1300 nm

General and application

This fibre is a graded-index multimode fibre suitable for transmission speeds of up to 10 Gb/s (82m 10GBASE-SX). It has a 50 µm core diameter and a 125 µm cladding diameter. The fibre is designed for use at 850 and/or 1300 nm.
This fibre fulfils all requirements for an OM2 fibre

Standards and Norms

IEC 60793-2-10 Category A1a;	EN 50173-1:2007 category OM2
EN 60793-2-10: type A1a	ISO/IEC 11801:2002 category OM2.
TIA/EIA-492 AAAB	IEEE 802.3 - 2002. with amendment 802.3ae - 2002.
	ANSI/TIA/EIA-568.B.3 - 2000

Cable attenuation — IEC 60793-1-40

850 nm	≤ 2.7 dB/km
1300 nm	≤ 0.8 dB/km
Inhomogeneity of OTDR trace for any two 1000 metre fibre lengths	Max. 0.2 dB/km

Bandwidth — IEC 60793-1-41

850 nm	500 MHz • km
1300 nm	500 MHz • km

Group index of refraction — IEC 60793-1-22

Group index of refraction at 850 nm	1.482
Group index of refraction at 1300 nm	1.477

Other properties — IEC 60793-1-xx

Attribute	Measurement method	Units	Limits
Core diameter	IEC/EN 60793-1-20	µm	50 ± 2.5
Cladding diameter	IEC/EN 60793-1-20	µm	125.0 ± 1
Cladding non-circularity	IEC/EN 60793-1-20	%	≤ 1.0
Core non-circularity	IEC/EN 60793-1-20	%	≤ 5
Core-cladding concentricity error	IEC/EN 60793-1-20	µm	≤ 1.5
Primary coating diameter - uncoloured	IEC/EN 60793-1-21	µm	242 ± 0.7
Primary coating non-circularity	IEC/EN 60793-1-21	%	≤ 5
Primary coating-cladding concentricity error	IEC/EN 60793-1-21	µm	≤ 10
Proof stress level	IEC/EN 60793-1-30	GPa	≥ 0.7 (≈ 1 %)
Typical average stripforce	IEC/EN 60793-1-32	N	1.7
Strip force (peak)	IEC/EN 60793-1-32	N	$1.2 \leq F_{peak.strip} \leq 8.9$
Numerical aperture	IEC/EN 60793-1-43		0.200 ± 0.015

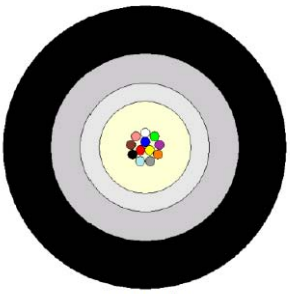
La cubierta de los cables mutimodo debe ser diléctrcia y libre de halógenos, ya que su instalación puede ser tanato en canalización como en edificios.

Preferentemente estará dotada de una cubierta interior de hiladura de fibra de vidrio que actua como antirroedor.

MidiCT A/I-DQ(ZN)BH MM Fibres

Cable Design

Acc. to IEC 60794



- not to scale -

- **Central Loose Tube:** thermoplastic material, containing up to 24 fibres and filled with a suitable water tightness compound.
- **Longitudinal Water Tightness:** dry core with water swellable elements.
- **Peripheral Strength Elements / Non Metallic Armour:** glass yarns.
- **2 Ripcords**
- **Outer Sheath:** HFFR

Technical data

No. of Fibres		From 2 to 16 fo		From 17 to 24 fo
Loose Tube - Ø	mm	3.5		4.5
Outer Sheath Thickness	mm	1.3		
Cable Diameter	mm	8		8.5
Cable Weight	kg / km	70		80
Minimum Bending Radius	mm	Without Tension 15 x Cable-Ø	Under Maximum Tension 20 x Cable-Ø	
Temperature Range	°C	Installation - 30 to + 60	Transport & Storage - 40 to + 70	Operation - 30 to + 70

Please refer to our General Installation, Safety & Handling recommendations before handling.

Main characteristics

Test	Test Standard	Specified Value	Acceptance Criteria
Max. Installation Tension	IEC 60794-1-2-E1	1.5 * W [N], min. 1500 N	$\Delta\alpha$ reversible, fibre strain $\leq$ 0.33%
Max. Operation Tension	IEC 60794-1-2-E1	200 N	no fibre strain, $\Delta\alpha \leq$ 0.2 dB
Crush	IEC 60794-1-2-E3	2000 N / 100 mm, max. 15 min	$\Delta\alpha$ reversible, no damage
Impact	IEC 60794-1-2-E4	12 Nm, 3 impacts, R= 300 mm	$\Delta\alpha$ reversible
Torsion	IEC 60794-1-2-E7	1m, 100N, +/- 180°, 5 cycles	$\Delta\alpha$ reversible, no damage
Repeated Bending	IEC 60794-1-2-E6	R=20x D, 100N, 35 cycles	no damage
Cable Bend	IEC 60794-1-2-E11	R=20x D, 4 turns, 3 cycles	$\Delta\alpha$ reversible, no damage
Temperature Cycling	IEC 60794-1-2-F1	-30°C to +70°C	$\Delta\alpha \leq$ 0.5 dB/km
Water Penetration	IEC 60794-1-2-F5B	sample=3m, water column=1m	no water leakage in 24h

All optical measurements at 1300 nm.

Fire Performance

Test	Test Standard	Specified Value	Acceptance Criteria
Single Cable Test	IEC 60332-1	unburnt cable length	> 50 mm
Smoke Density	IEC 61034	light transmission	> 60 %
Halogen Content	IEC 60754-1	halogen content	< 0.5 %
Corrosivity of Smoke Gases	IEC 60754-2	pH-value	≥ 4.3
Conductivity of Smoke Gases	IEC 60754-2	conductivity	≤ 10 µS

Identification

Fibre Colours (acc. to EN187105)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Colour	blue	yellow	red	white	green	violet	orange	grey	aqua	black	brown	pink

No.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Colour	blue[1]	yellow[1]	red[1]	white[1]	green[1]	orange[1]	aqua[1]	pink[1]	natural[1]	blue[2]	yellow[2]	red[2]

<colour>[1] with black ring marks in 50mm intervals

<colour>[2] with black ring marks in 25mm intervals

Buffer Tube Colour:
The central loose tube is uncoloured (natural).

Sheath Colour:
The outer sheath colour is black.

Sheath Marking:
The outer sheath is marked in 1 meter intervals as follows:

<Manufacturer> <year of manufacture> <no. and type of fibre> <length marking in meter>

2.- MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN

2.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

A continuación se describen las características exigidas de los diferentes materiales necesarios para la realización de los proyectos de fibra óptica.

Los materiales y su montaje que no se mencionen en los planos y especificaciones, pero que vayan lógicamente implícitos y sean necesarios para la ejecución de la instalación, se consideran incluidos en el proyecto y correrán por cuenta del instalador.

Todos los equipos y materiales tendrán las capacidades y características mínimas exigidas en este documento. Además de tener en cuenta todas las normas de este documento, también se tendrán en cuenta las recomendaciones de cada fabricante.

Todo el material empleado en una instalación debe ser idéntico. Además, se exige que todos los materiales empleados en una conexión de extremo a extremo sean del mismo fabricante; y que la empresa que ejecute los trabajos esté homologada por el fabricante para la realización de los mismos.

El instalador deberá cuidar los equipos y materiales (tanto los existentes actualmente como los de nueva instalación), protegiéndolos contra el polvo y golpes durante la ejecución de la instalación.

Será responsabilidad del instalador la limpieza de todos los materiales y su mantenimiento en buena presencia hasta la terminación y entrega de la instalación.

2.2.- TENDIDO DE CABLES DE F.O.

Para el tendido de los cables de fibra óptica se deberán observar las siguientes normas:

- Respetar en todo momento el radio mínimo de curvatura del cable indicado por el fabricante.
- No sobrepasar los límites de tracción especificados por el fabricante, por lo que no se aconseja la utilización de medios mecánicos tractores.
- Para facilitar el tendido se colocará un hilo guía
- En las canalizaciones existentes se deberán limpiar los conductos para un adecuado tendido de los cables de fibra.
- En todas las arquetas se deberá colocar una etiqueta identificativa del cable, que pueda leerse claramente. Donde haya reserva de cable se pondrá en la reserva. Esta etiqueta será facilitada por CYII.
- En las arquetas se dejará reservas de cables siguiendo los siguientes criterios

  1. Se dejará como mínimo de media una reserva de 10 metros cada 300 metros de conducción

  2. 15 metros a cada lado en los empalmes

  3. 15 metros en repartidor

  4. Cuando el cable pase por cámaras de registro (ventosa, válvulas, seccionamientos,caudalímetros,…) se dejará reserva suficiente para que saga el cable por la boca de hombre dejando fuera 12 metros (6 en cada sentido), teniendo así, cable suficiente para hacer un sangrado del cable en caso de ser necesario

  5. En cruces de carretera se dejará al menos 10 metros en las arquetas contiguas

- En caso de existir galerías de servicio los cables irán convenientemente entubados o canalizados, realizándose dicho tendido de acuerdo a la normativa adjunta en el anexo I
- En caso de utilizar tendido por el exterior, los cables irán por tubo de acero inoxidable grapado.

2.3.- TERMINACIÓN DE LOS CABLES

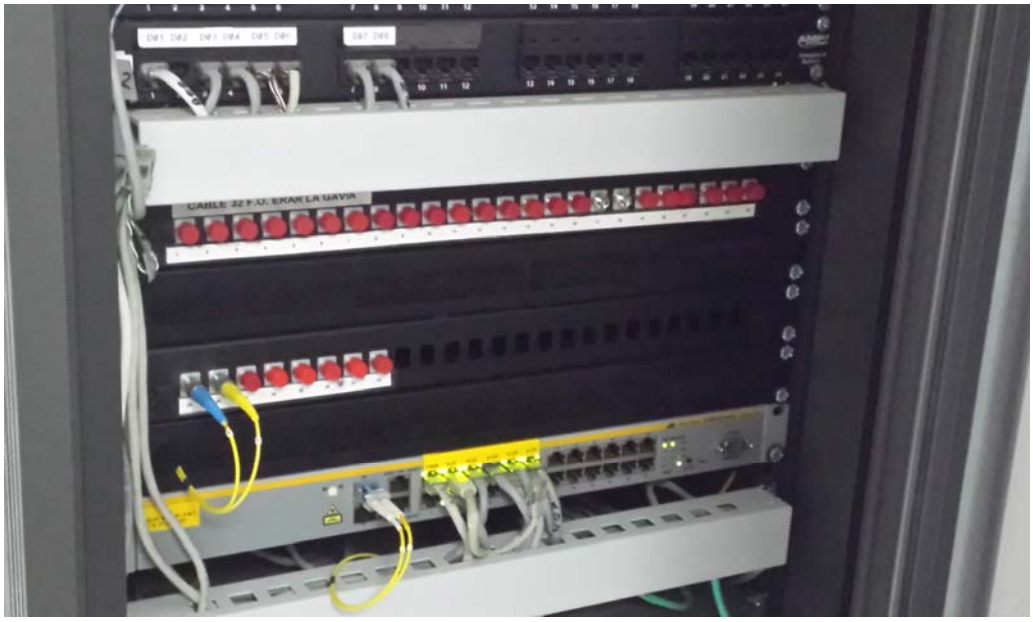
Todas las fibras ópticas deberán quedar conectadas a los repartidores de fibra óptica que suministrará la empresa instaladora o fusionadas en recto según carta de conexionado aportada por la Dirección de obra.

Los repartidores de fibra óptica serán de tipo mural en lugares con espacio limitado o en rack de 19” con bandejas extraibles en lugares donde el espacio lo permita y las necesidades de servico lo aconsejen , con capacidad suficiente para el cable instalado y su correspondiente conectorización. Se instalarán pasahilos de cepillo debajo de cada bandejas de conectores

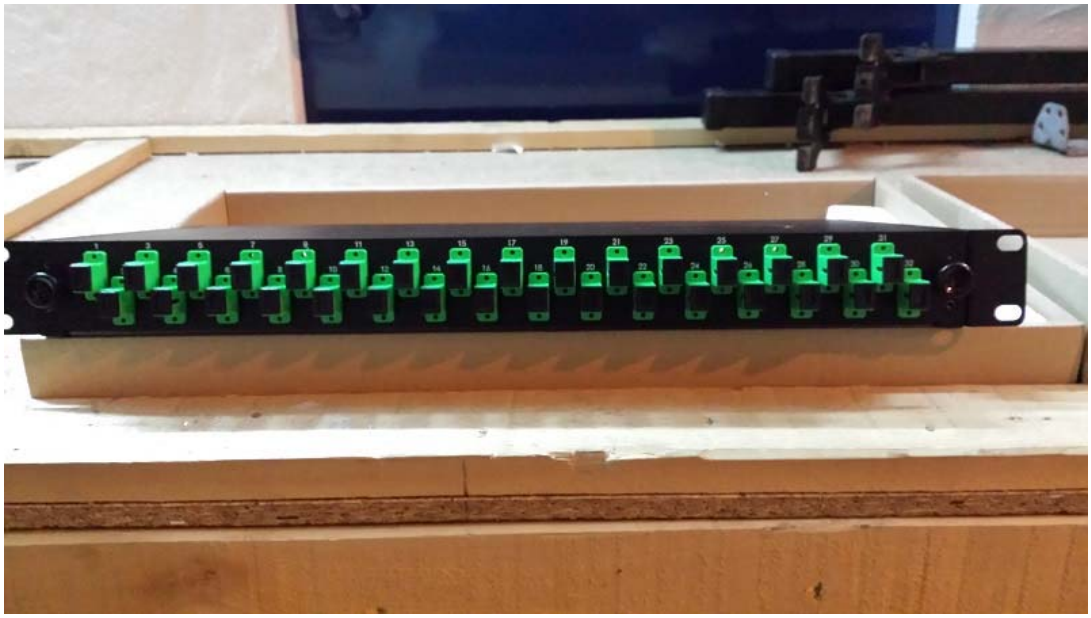
Deben estar dotados de cassette de empalme que permitan el correcto alojamiento de los tubos de proteccción de fusión y la reseva de fibra (fibra y pigtail)

En caso de rack de 19” , el cable se amarrrará al bastidor trasero en segunda cubierta y los tubos del cable entraran las bandejas hasta el cassete de empalme protegidos con tubo de transporte grueso. La transición entre cable y tubo de transporte se protejerá mediante manifold o similar

Para conectores FC/PC las bandejas serán para 24 conectores en linea



Para **conectores SC/APC** las bandejas serán para 24 conectores en para acablar cables menores de 32 fo y de 32 fo con disposición al tresbolillo para cables de 32 y de 64 fo



En puntos donde la humedad lo acenseje se instalarán repartidores mural de poliester con IP65 similar a la CTO-32 de 3Dnet con capacidad para conectorizar hasta 32 fo

En punto de periferias, para cable de 16 fo se podrán instalar cajas murales de poliester con IP65

- **TERMINACIÓN CABLES SM (9/125):**

La conectorización se realizará por fusión a pig-tail terminado en conector FC/PC o en SC/APC cuando lo autorice la Dirección de Obra.

El empalme de los pig-tails con cada una de las fibras, deberá realizarse mediante termofusión, garantizándose una pérdida máxima de 0,75 dB por conector .

Se protegerá mecánicamente la soldadura mediante la cánula termorretráctil y a continuación se identificará cada uno de ellos según el número de fibra en el repartidor. Además las fibras se colocarán en los repartidores de fibra óptica siguiendo un código de colores suministrado por CYIIG, de tal forma que cada fibra corresponda a un número determinado en el repartidor de fibra óptica.

Todos los conectores deben ser fácilmente accesibles desde el frontal del repartidor.

El repartidor deberá llevar en el frontal la identificación con la cantidad y destino de las fibras ópticas que contiene.

- **TERMINACIONES CABLES MM (62.5/125 o 50/125):**

La conectorización se realizará mediante un empalme termofusón a pigtails terminando en conector SC/PC o en ST/PC , en caso de servicio de Instrumentación o por solicitud de D.O. Además las fibras se colocarán en los repartidores de fibra óptica

siguiendo un código de colores suministrado por CYIIG, de tal forma que cada fibra corresponda a un número determinado en el repartidor de fibra óptica.

Todos los conectores deben ser fácilmente accesibles desde el frontal del repartidor.

El repartidor deberá llevar en el frontal la identificación con la cantidad y destino de las fibras ópticas que contiene.

2.4.- CAJAS DE EMPALME

Las cajas de empalme se colocarán en las arquetas de la canalización. Tendrán las siguientes características:

- Contará con un sistema (igual o equivalente) de cassettes extraíbles porta empalme. Cada cassette tendrá una capacidad máxima de 24 empalmes, y un total mínimo de 96 empalmes posibles.
- Dispondrá de un mecanismo de sellado de los cables para que no entre ni agua ni gas en la caja de empalme, Se valorará la existencia de una válvula de presurización.
- Todos los componentes de la caja serán resistentes a la corrosión y a las condiciones ambientales de exterior.
- Las cajas irán provistas con materiales de identificación, precintos, terminales, y tubos para su protección.
- Las cajas irán provistas de al menos 3 puertos de entrada, pudiéndo sangrar un cable, mediante puerto oval o por ser caja abierta

Las cajas de empalme serán de tipo torpedo, los requerimientos mínimos exigibles son cajas TE Connectivity FOSC400A o similar para empalmes hasta 32 fo y TE Connectivity FOSC400B para cables de 64 con un total de 96 empalmes posibles.

Para empalmes rectos en ruta, y siempre y cuando se usan estas cajas en todo el tendido, se podrán colocar cajas tipo Mondragón **FOPT-64** para cables de 32 y 64 fo.

2.5-. EMPALMES

Como norma se dejarán empalmadas todas las fibra en recto

2.6.- REPARTIDORES

- Colocación de tubo de transporte desde el punto donde se pela y amarra el cable hasta la bandeja de empalme.
- Para cables que no se acaban a pigtail todas sus fibras, se ha de diferenciar entre bandejas de empalme y bandejas de conectores
- En empalmes y repartidores, numeración de los tubos, así como identificación de la dirección de los cables.
- Las transiciones desde la entrada a edificios hasta los repartidores se harán con tubo corrugado gris o canaleta de plástico.
- Se utiliarán pigtails de 900 micras, siempre y cuando los pigtails se encuentren en partes del repartidor independientes, que no sean accesible para otros trabajos como parcheos. Si es así se utilizarán pigtails de 3 mm con recubrimiento.

1. Trabajos de Obra civil en la Red de Fibra Óptica

3.- OBRA CIVIL

3.1.- ESPECIFICACIONES GENERALES

El tendido de cable a se realizará sobre los siguientes tipos de infraestructura:

- Zanja con conducto enterrado (tritubo).
- Galerías o túneles propiedad del CYII.
- Tubo metálico para intemperie.

La infraestructura de obra civil será realizada en base a zanjas con conductos enterrados sobre terreno firme o, en caso de tener que salvar obstáculos del que requieran tendido exterior, en tubo metálico.

3.2.- CANALIZACIÓN Y ARQUETAS

La sección tipo de canalización será de 1 tritubo de 3x50mm en una zanja de 30 cm. de ancho y 80 de profundidad. Esta canalización se aumentará en el caso de cruces de caminos, carreteras y líneas ferroviarias de acuerdo a lo especificado en los siguientes apartados.

3.2.1.- ESPECIFICACIONES DE LA CONDUCCIÓN DE TRITUBO

En el caso de que el trazado de la canalización del tritubo siga el mismo trazado que el de una línea de tubería de agua existente, el recorrido será paralelo al de la tubería, con una separación en la vertical de 25 cm.

El tritubo deberá situarse a una profundidad de 80 cm. Excepcionalmente, en terreno rocoso, la profundidad se podrá reducir a 55 cm.

El tritubo se tenderá paralelo a la rasante del terreno, evitando en lo posible ondulaciones en la zanja.

Las curvas de la zanja tendrán el mayor radio de curvatura posible que permita el trazado, aconsejándose que no sea inferior a 25 m y teniendo en cuenta que, en caso necesario, puede llegar hasta 10 m.

El tritubo se podrá tender situándolo al borde de la zanja para, posteriormente, bajarlo al fondo de la misma o mediante zanjadora, que lo va colocando mientras realiza la excavación.

Cuando el tamaño de los áridos del terreno pueda dañar al tritubo, este irá protegido por dos capas de arena o tierra fina: una de asiento de 10 cm. Depositada previamente a la colocación del tritubo, y otra de cubierta del mismo espesor. El conjunto será compactado antes de seguir tapando la zanja.

Donde el terreno sea rocoso, antes de rellenar la zanja, se deberá cubrir el tritubo con una capa de hormigón pobre de 100 mm. de alto por 300 mm. de ancho.

El relleno de la zanja se hará por tongadas de 20 cm. de material, y compactado. El compactado se realizará en las dos primeras tongas de forma manual pasando un rodillo pesado. En las siguientes se deberán utilizar medios mecánicos de compactado.

Si entre el material de relleno de la zanja se encuentran grandes rocas, se tendrá especial cuidado al introducirlo para que el impacto no dañe el tritubo.

Para evitar las grandes ondulaciones que se producen al dilatarse por efectos térmicos el tritubo en la zanja, se recomienda realizar simultáneamente la instalación del tritubo y el recubrimiento de tierra.

A 25 cm. sobre el tritubo y a lo largo de toda la instalación, se colocará una cinta de plástico que avise de la proximidad de cables de comunicaciones enterrados bajo la misma.

3.2.2.- CRUCES Y PASOS SINGULARES

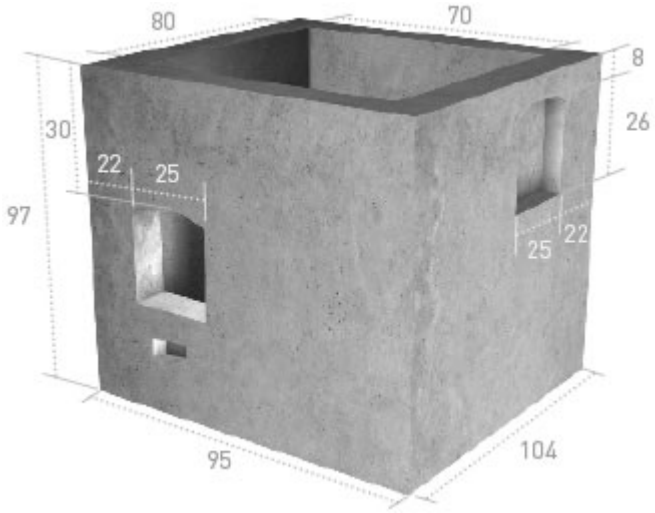
En cruces de caminos y tramos próximos a carreteras, se mantendrá la misma profundidad de la zanja, rellenando la zanja con hormigón HM 20 salvo los últimos 20 cm. en los que se realizará un relleno natural del terreno y compactado correspondiente. En los cruces de camino se duplicará la canalización, pasando la sección a ser de 2 tritubos de 3x50 mm.

En cruces con carreteras, ferrocarriles y zonas con dificultad para obtener permisos de obra, en el caso de no existir galería de paso se instalarán 3 conducciones hormigonadas de PVC de 160 mm. de diámetro con una arqueta a cada extremo.

Para la realización de este tipo de canalizaciones se utilizarán técnicas de perforación tipo “topo”.

3.2.3.- ARQUETAS

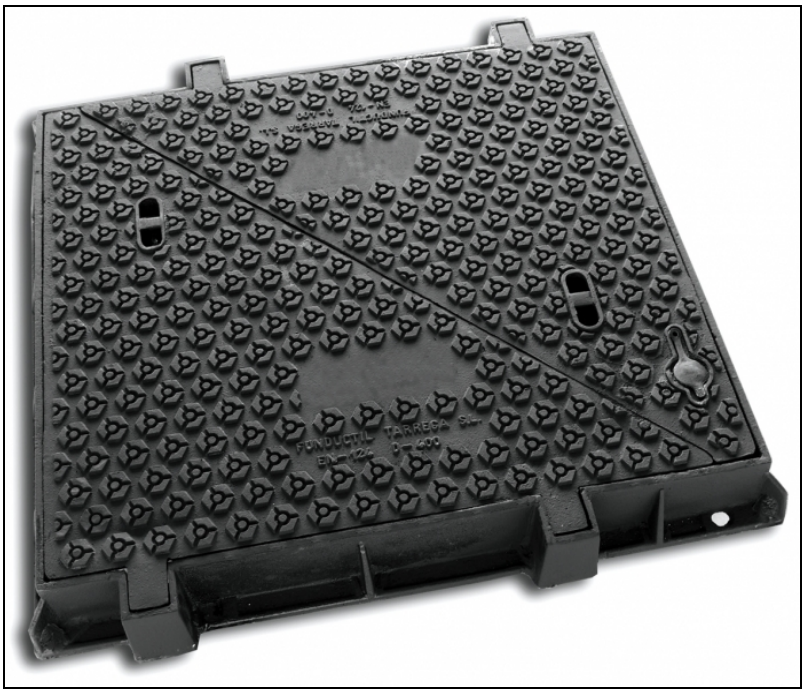
Como norma se instalará una arqueta de 80x70 cm. de hormigón con tapa de hormigón y cerco y precerco metálico y cierre de seguridad, cada 100 metros o cambio de dirección o pendiente que no permita respetar el radio de curvatura. El fondo será de hormigón y dispondrá de desagüe.



Las tapas de las arquetas llevarán impreso el logo del Canal de Isabel II Gestón SA

Las tapas de arquetas serán prefabricadas de 8 cm. de espesor, capaces de soportar 12.5 Tn. de peso en zona de acera y campo y 40 Tn de tránsito de vehículos.

En zona de transito de vehículos también se prodán utilizar tapas de fundición D-400 con 2 “gajos” triangulares.



Cuando la arqueta se sitúe en tierra quedará por al menos 10 cm por encima del suelo para que ne se entierre

El tubo se sellará con una capa fina de mortero o similar que impida la filtración de agua.

El tritubo se recibirá en la arqueta a través de las bocas, que hacen la función de pasamuros, y se cortará en aquellas arquetas que sean de empalme. En las arquetas de paso el tritubo entrará por una boca y saldrá por la opuesta dando continuidad a la canalización.

Como norma general se dispondrá de una arqueta con caja de empalme cada 2.000 metros (dependiendo de la longitud de la bobina) dejando en las intermedias el tubo de paso. Se dejará una coca de 10 metros cada 300 metros, con su balona correspondiente.

Las arquetas de empalme dispondrán de algún tipo de sujeción para que las cajas de empalme queden sujetas a la pared de la arqueta en su parte superior que permita el buen mantenimiento y acceso a la misma.

3.2.4.- BALIZAS SITUACIÓN ARQUETAS

Las arquetas dispondrán de un sistema de marcadores radioeléctricos que permitirán detectar su situación en campo, aún en el caso de estar enterradas. Los marcadores serán totalmente pasivos y deberán poder ser detectadas por un sistema electrónico portátil de radiofrecuencia que tendrá una autonomía de trabajo de al menos 16 horas de trabajo.

Los marcadores deberán tener por lo menos 5 frecuencias de operación para poder distinguir distintos tipos de servicios o líneas. El modelo empleado en nuestra infraestructura es el 1428-XR/ID color púrpura. Se incluirá una baliza por cada arqueta del trazado, respetando la distancia máxima desde la superficie a la baliza de 1,2m.

Estas balizas pueden ser programadas para incluir información de la red, por lo que se
definirán 3 plantillas de grabado:

CYII FO EMPALME: en las balizas ubicadas en arquetas con empalme o bifurcación de fibra.
CYII FO COCA: en las balizas ubicadas en arquetas con coca de fibra.
CYII FO PASO: en las balizas ubicadas en arquetas de paso de fibra.

3.2.5.- EMPALMES DE TUBO

Cuando sea necesario realizar empalmes (por ejemplo al unir dos bobinas de tritubo), se cortarán los conductos de los dos extremos de manera que los empalmes queden al tresbolillo y separados un metro entre sí.

Las uniones se realizarán con manguitos roscados de polipropileno, para lo cual se separarán los tubos en un tramo de 50 cm., eliminando la membrana de unión entre ellos.

3.2.6.- GUIAS Y SELLADO

En cada conducto del tritubo y entre cada dos arquetas consecutivas se dejará, después de tapar la zanja, una guía de cuerda de nylon en el conducto central que servirá para el posterior mandrilado y comprobación de la ausencia de aplastamientos en el tubo. El mandril a utilizar en las pruebas de comprobación de la canalización será de un mínimo de 35 mm. de diámetro.

Una vez colocados los tubos y el hilo guía se procederá a sellar con tapones los respectivos conductos.

3.3.- TRITUBO PEAD

El tritubo usado para la instalación de cables de comunicaciones estará formado por tres tubos idénticos unidos entre sí por medio de una membrana y dispuestos en un mismo plano.

3.3.1.- DIMENSIONES

El diámetro exterior de cada tubo será de 50 mm. Con un espesor mínimo de 3 mm y estriado.

3.3.2.- MATERIAL

Todo el conjunto estará fabricado de polietileno extruído de alta densidad en color negro y presentará las siguientes características:

CARACTERÍSTICA	VALOR
Densidad	≥0,947gr/cm3s /ASTM D 792
Resistencia a la tracción	≥200Kg/cm2 S/UNE 53.133 82
Alargamiento a la rotura mínimo 350%	
Resistencia a la tracción después envejecimiento (48h/100°C)	80 % s/original, Mn
Alargamiento a la rotura después envejecimiento (48h/100°C)	80 % s/original, Mn.
Índice de fluidez	0,16 a 0,17gr/10'S/ASTM D 1236 condición E
Cracking	s/f a 48 h. mínimo S/ASTM D 1693
Temp. VICAT (1 Kg)	110 °C S/ASTM D 1525
Contenido en negro de humo	2% +0,5 S/ASTM D 1603
Retracción	3% máx. S/UNE 53 133 82
Diámetro interior	44 0+0,5 mm.
Anchura	155 + 1 mm.
Espesor	3 0+0,5 mm.
Peso	1,45 Kg/m.
Longitud	350 m.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Radio de curvatura horizontal	4 m.
Radio de curvatura vertical	1 m.
Estanqueidad	3,6 Kg/cm2, según UNE 53 133 durante 1 minuto.

La deformación por compresión según el eje menor del tritubo no superará el 5% al aplicar una fuerza de 65 Kgf/dm sobre una probeta de 10 cm (velocidad de aplastamiento 0,5 mm/min).

3.3.3.- IDENTIFICACIÓN

Se hará en uno de los tubos laterales del tritubo, por mediación de pintura indeleble durante el proceso de fabricación, estampando lo siguiente:

- Nombre o marca del fabricante.
- Siglas del tipo de material, y designación del tubo de acuerdo con el apartado 2.1.2.: HDPE 3 (50 x 3).
- Mes y año de fabricación (dos últimas cifras del año).

Todas las marcas anteriores serán perfectamente legibles. Cada conjunto formado por las marcas a, b, c y d se repetirá cada 1,5 m a lo largo de todo el rollo.

3.3.4.- GARANTIA

El material debe estar garantizado contra todo defecto de fabricación durante 25 años.

Si en dicho plazo de tiempo se apreciaran deterioros por tal motivo, el material defectuoso será sustituido por otro con cargo al fabricante.

3.3.5.- MANGUITO PARA EMPALME

En polietileno roscado, se utilizará en caso de finalización de la bobina, o de reparación del tritubo por roturas o deformaciones del mismo.

3.3.6.- TAPONES DE OBTURACIÓN

Se utilizará para obturar los conductos en tanto permanecen vacíos. Dispondrá de un sistema de fijación hermético por presión en la pared interna del conducto.

Incorporará una anilla que servirá para atar al mismo una guía. Este sistema se puede sustituir por espuma de poliuretano

El tubo con cable se sellará siempre con espuma de poliuretano

4.- DOCUMENTACIÓN

4.1.- PLANOS

En todos los planos entregados se detallarán dos aspectos del trazado de fibras: 1) Las infraestructuras de canalización: tritubo enterrado, tubo metálico, galería, colector, arquetas, pozos etc. 2) El trazado del cable de fibra con sus empalmes y repartidores.

Las coordenadas de situación de las arquetas se medirán con gps diferencial, garantizando la precisión de dichas coordenadas.

Planos en Autocad y fichas para GIS del Canal Gestión

La digitalización del trazado de fibra en AutoCAD se realizará de manera que puedan ser importados al Sistema de Información Geográfica del Canal Gestión (GIS). Para ello se pide que se sigan el siguiente procedimiento:

- El Director de obra del Canal Gestión entregará al contratista un plano en autocad con el fondo urbano (dicho plano está referenciado al GIS del Canal Gestión y tiene un DATUM ED50)
- El contratista dibujará sobre dicho plano los siguientes elementos:
  - Arquetas
  - Cocas
  - IFO (infraestructura de fibra óptica): tritubo en zanja, tubos en galerías, colectores, fibra grapada por tubería etc.
  - Nudos: Estos pueden ser empalmes o bifurcación
  - Pozos
  - Repartidores
  - TFO (Tramos de fibra óptica): La propia fibra en si
- Cada elemento estará asociado a una capa distinta, el nombre de dicha capa coincidirá con el de una ficha en excel que contendrá las características del elemento.
- Por ejemplo: Si en un trazado hay 50 arquetas, 25 de 50x50cm y otras 25 de 80x80, el contratista creará dos capas de nombre Arqueta-50x50 y Arqueta-80x80 y asociará 25 arquetas a una capa y otras 25 a otra. Después creará dos fichas en Excel cuyos nombres coincidan con los de las capas y en dicha ficha especificará las características de cada arqueta. A continuación se indica un ejemplo de ficha.

ARQUETA

OBJETID	
IDENTIFICADOR	
FECHA DE INSTALACIÓN	
DIMENSIONES	

LOCALIZADOR	
TIPO DE TAPA	
TIPO ARQUETA	
ANGULO SIMBOLO	
SHAPE	
ENABLED	

- De esta manera se crearán tantas fichas como elementos distintos haya, por tanto si solo se usa un cable de 64 fibras en un trazado de 70 kilómetos solamente se creará una ficha tipo TFO y todo el cable dibujado en Autocad será de la misma capa.

Planos en formato .kml (Google Earth)

El contratista también entregará el trazado de fibra en formato .kml donde se identifiquen los elementos del trazado: el cable de fibra óptica, cocas, empalmes, repartidores, infraestructuras (tritubo en zanja, galería, colector…), arquetas, pozos etc.

El contratista usará los símbolos de Google Earth que el Canal Gestión ha creado para cada elemento.

4.2.- CABLEADO

La información sobre el cableado se dará por medio de esquemas que indiquen la interconexión entre equipos. Se diferenciará el tipo de cable por el grosor, tipo de línea, color de la representación, o mediante una etiqueta en cada cable.

Se pondrá especial atención en el trazado y distinción de las canalizaciones principales (bandejas, tubos,...), así como en los puntos por los que se accede de una planta a otra (bajadas, calos, etc.)

Se incluirán planos de verticales con la nomenclatura de los enlaces y cualquier otro detalle necesario para el mantenimiento y explotación correcta de la instalación.

En los casos en que el cableado abarque varios edificios, se suministrará un esquema en el que se detalle las canalizaciones y cables que interconectan los distintos edificios.

Se detallarán:

- Fabricante y modelo del cable.
- Número de fibras.
- Protección externa (cubierta)

4.3.- REPARTIDOR

Se especificarán tipo y las dimensiones de los repartidores de cada centro. Se darán las dimensiones útiles.

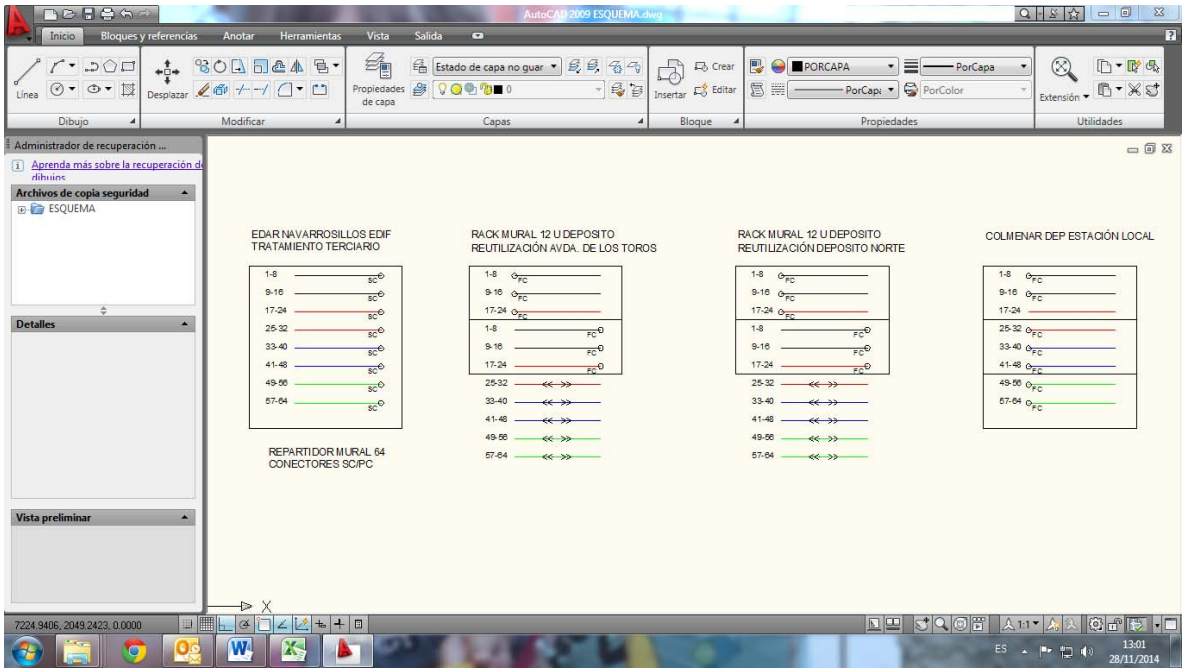
Se realizará para cada armario un esquema en el que se pueda ver la distribución dentro del rack a escala. De este esquema se ha de poder deducir las fibras en uso, de donde vienen, hacia donde van y las que quedan libres.

Se especificará el etiquetado de cada uno de ellos, de modo que se pueda saber que fibras están conectadas a cada uno de los repartidores. Esta información se puede suministrar mediante las correspondientes etiquetas o referencias sobre el esquema de equipamiento del rack.

4.5.- INTERCONEXIÓN DE CENTROS

Se suministrarán esquemas en AUTOCAD que detallen la unión entre centros de cableado indicando cada uno de los cables de enlace.

Se suministrará un esquema detallado de las conexiones de fibra. Se dibujarán los repartidores de fibra y se dibujarán las fibras que los unen.



4.6.- CANALIZACIÓNES

Se describirán las canalizaciones indicando:

- Tipo de canalización (zanja, bandeja, moldura, banco de tubos, galería accesible, galería visitable, etc.) con la sección de tubos correspondiente.
- Material de la canalización (PE, PVC, metálico, forroplast, etc.)
- Mediciones en metros de cada tramo de canalización, que deberán presentarse en el mapa en formato autocad de la canalización.

- Coordenadas GPS para cada arqueta. Para la canalización se tomará una medida GPS cada 50 metros de canalización, en cada punto singular de cambio de sentido o pendiente y sobre cada arqueta instalada.

Esta información podrá darse por medio de una descripción y sobre los planos de planta de los edificios. Se diferenciará el material o tipo de canalización por el grosor, tipo de línea, color de la representación de la canalización, o mediante una etiqueta en cada tramo de canalización.

4.7.- FOTOGRAFÍAS

Se incluirán fotografías en soporte electrónico de los puntos más relevantes de la instalación.

- Repartidores . Se debe apreciar conectorización, etiquetado y en caso, posición dentro del rack
- Empalmes
- Etiquetado de la ruta
- Punto de dificil acceso

4.8.- CERTIFICACION DE CABLES

Para el 100% de los enlaces de cable, se aportarán datos de su etiquetado y localización. Deberán incluirse las mediciones que certifiquen el cumplimiento de las normas que sean de aplicación, así como su desviación de la norma.

En general esto se entregará en una base de datos (tabla) en formato *xls, junto con los comprobantes de los datos medidos y los archivos de medidas realizadas con OTDR con extensión ***.sor**

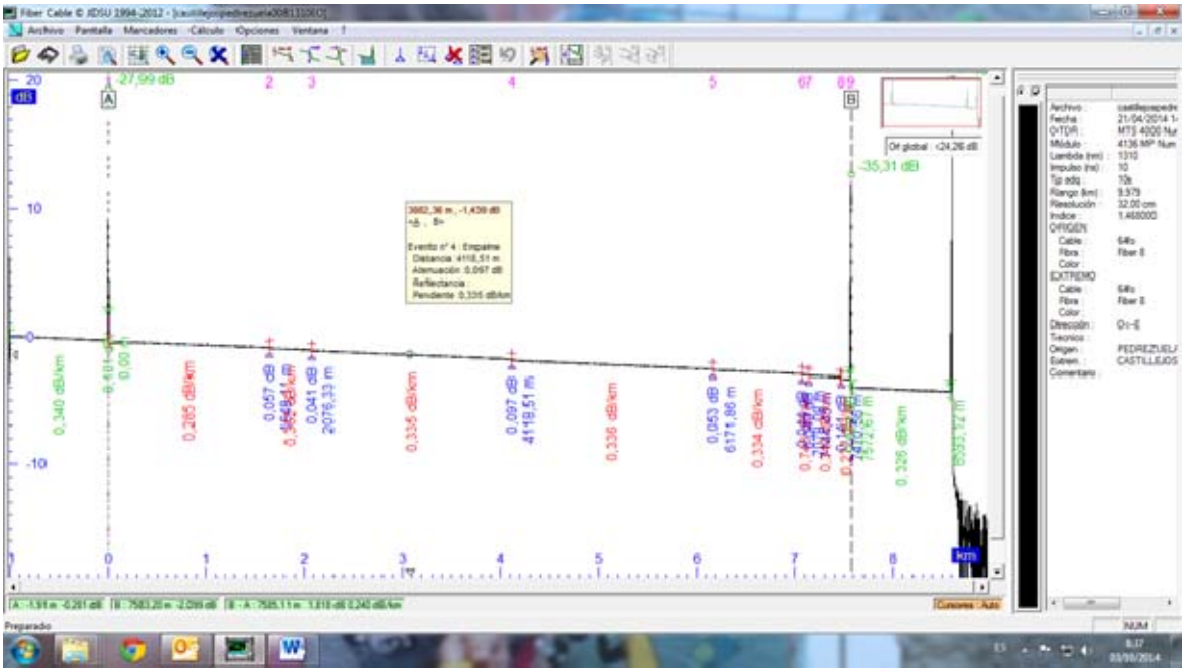


TABLA DE CONECTORES Y EMPALMES (dB)

		CIERRO						VALDEBERNARDO			
		OE	EO	Promedio				OE	EO	Promedio	Posición Repartidor
	Distancia (m)	0	3563		910	2653		3563	0		
		0,94	0,23	0,59				0,32	0,24	0,28	
		0,68	0,30	0,49				0,25	0,20	0,23	
		0,32	0,66	0,49				0,84	-0,04	0,40	
		0,30	-0,08	0,11				0,49	0,55	0,52	
		0,59	0,63	0,61				0,52	0,42	0,47	
		0,46	0,42	0,44				0,17	0,35	0,26	
		0,75	0,24	0,50				0,78	0,34	0,56	
		0,63	0,16	0,40				0,63	0,40	0,52	
		0,36	0,28	0,32				0,47	0,12	0,30	
		0,28	0,14	0,21				0,46	0,13	0,29	
		0,25	-0,01	0,12				0,53	0,88	0,61	
		0,24	-0,09	0,08				0,29	0,69	0,49	
		0,81	1,10	0,95				0,85	0,96	0,90	
		0,71	0,84	0,77				0,59	0,77	0,68	
		0,42	0,24	0,33				0,41	0,43	0,42	
		0,36	0,45	0,41				0,34	0,50	0,42	

Para verificar la calidad del cable óptico y de su instalación se realizarán las siguientes medidas que posteriormente deberán reflejarse el documento que se entregará el Canal, según se ha indicado en el párrafo anterior. Estas medidas son:

Cables monomodo:

- Medidas de reflectometría mediante equipo OTDR de cada una de las fibras en **ambos sentidos**, en 2ª y 3ª ventana (1310 nm y 1550 nm), **con bobina de lanzamiento de al menos 1 km en origen y final.**
- Los archivos de medidas seguirán la siguiente nomenclatura

Origen_Id – Fin_Id – Nº Fibra – Longitud de Onda – Sentido de medida

LÍMITES DE RECEPCION DEL ENLACE

Los limites de aceptación de las medidas reflectométricas para fibra **monomodo** serán los siguientes:

1. Media de perdida de conector **FC/PC – 0.75 dB** , **SC/APC – 0.7 dB**

2. Reflectancia conector en 1550 **< -30 db** para conector FC/PC y **<-50 dB** en conector SC/APC

3. Pérdida media máxima para empalme **0.20 dB** en ambas ventanas

4. Pérdida máxima por empalme en un sentido **0.35 dB**. (Las perdidas < 0.35 db son válidas siempre y cuando la media en ambos sentidos sea < 0.20 dB))

5. Pérdida media de empalme de una ruta **0.15 dB** (aplicable a rutas con más de 3 empalmes)

5. Pendiente máxima de tramo en 1310 nm **0.36 db/km** y en 1550 nm **0.25 dB/km** (aplicable a distancia entre empalmes > a 500 m)

Los limites de aceptación de las medidas reflectométricas para fibra **multimododo OM2** serán los siguientes:

1. Media de perdida de conector SC o ST– **0.8 dB**

2. Reflectancia conector en **1300 < -50 db**

3. Pendiente máxima en 850 nm **3.5 db/km** y en 1300 nm **1.5 dB/km** medida desde enfrentador a enfrentador.

No se permite la realización de empalmes intermedios en el cable multimodo. Si por necesidad de la instalaciión hubiese que realizarlo siempre se respetarán lo limeites de pendientes

1 28/11/2014 15:35:47 Fiber Cable v4.90 © JDSU

Archivo

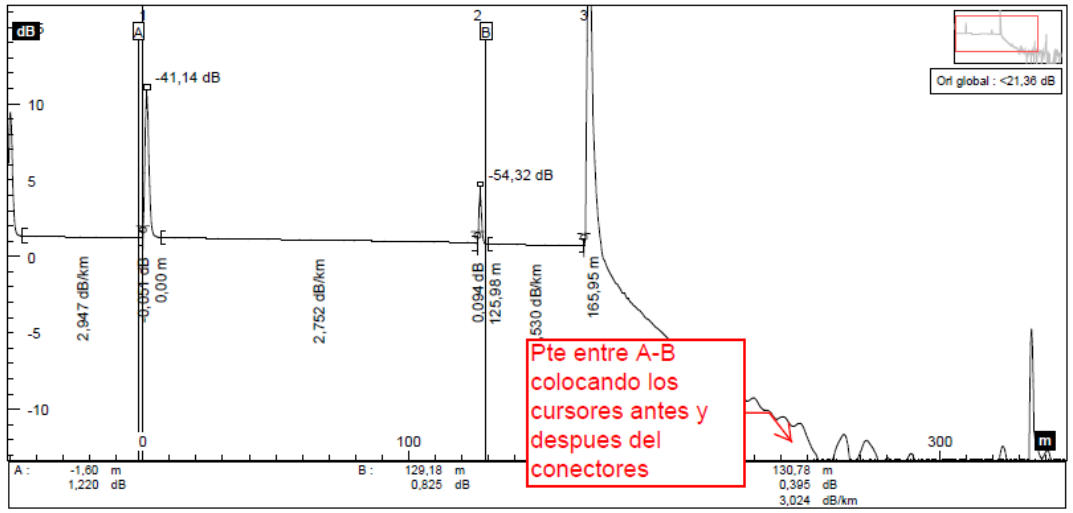
Archivo :	fiber001_850_eo.sor	OTDR :	MTS 4000 Num. 10989
Fecha :	16/06/2014 11:39:36	Módulo :	4123 MM Num. 15914

Configuración

Tecnico :		Origen :	ARCHIVO	Coef. retrodispersion :	-70,00 dB
ORIGEN		Extrem. :	TALLER	Umbral de detección averias	
Cable :		Lambda (nm) :	850	Empalmes :	Todo
Fibra :	Fiber 1	Indice :	1,465000	Pendientes :	0,000 dB/k
EXTREMO		Impulso (ns) :	3	Reflectancias :	Todo
Cable :		Rango (km) :	0,512	Splitter :	Ninguno
Fibra :	Fiber 1	Tp adq :	10s	Fin de fibra :	Auto
Dirección :	O<--E	Resolución :	32,00 cm		

Nombre del archivo	Longitud de onda (nm)	Pérdidas (OTDR) (dB)	Link ORL (dB)	Longitud total (m)	Empalme máximo (dB)	Conectore máximo (dB)	Reflectancia máximo (dB)	Número de eventos
Fiber001_850_EO.sor	850	0,347	<21,36	125,98		0,094	-41,14	3

Traza



Sumario

	Evento (3)	Distancia (m)	Atenuación (dB)	Reflectancia (dB)	Pendiente (dB/km)	Dist.rel. (m)	Section loss (dB)	Pérdidas (OTDR) (dB)
1		0,00	-0,051	-41,14	2,947	50,52	0,148	
2		125,98	0,094	-54,32	2,752	125,98	0,347	0,347
3		165,95		-19,83	2,530	39,97	0,100	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 2

NORMA TECNICA PARA LA INSTALACION DE TRITUBO DE POLIETILENO EN CONDUCCIONES ENTERRADAS DE COMUNICACIONES

NORMA TECNICA PARA LA INSTALACION DE TRITUBO DE POLIETILENO EN CONDUCCIONES ENTERRADAS DE COMUNICACIONES

INDICE

1. OBJETIVO
2. ELEMENTOS EMPLEADOS EN LAS CONDUCCIONES
   2.1. TRITUBO DE POLIETILENO
      Descripción
      Dimensiones
      Material
      Características
      Fabricación
      Grabación de la identificación del tritubo
      Pruebas
      Forma de entrega
      Garantía
   2.2. MANGUITO PARA EMPALME
   2.3 TAPONES DE OBTURACIÓN
3. NORMA PARA EL TENDIDO DE TRITUBO
   3.1. RECORRIDO
   3.2. ZANJAS
   3.3. TENDIDO DE TRITUBO
   3.4. PROTECCIÓN CONTRA AGRESIONES DEL TERRENO
   3.5. ENTERRAMIENTO
   3.6. SEÑALIZACIÓN
   3.7. CRUCES Y PASOS SINGULARES
      Cruces de caminos y tramos próximos a carreteras
      Cruces con carreteras, ferrocarriles y zonas con dificultad para obtener permisos de obra
      Calles sin acometida
   3.8. ARQUETAS
      Arquetas de empalme
      Arquetas con conducción hidráulica
   3.9. EMPALMES
   3.10. GUIAS
   3.11. SELLADO
4. RECEPCIÓN DE LA CONDUCCIÓN

NORMA TECNICA PARA LA INSTALACION DE TRITUBO DE POLIETILENO EN CONDUCCIONES ENTERRADAS DE COMUNICACIONES.

---

1 OBJETIVO

La presente norma tiene como objeto definir las características, la ejecución y la recepción de la obra civil de conducciones enterradas para cables de comunicaciones.

2. ELEMENTOS EMPLEADOS EN LAS CONDUCCIONES

2.1. TRITUBO DE POLIETILENO

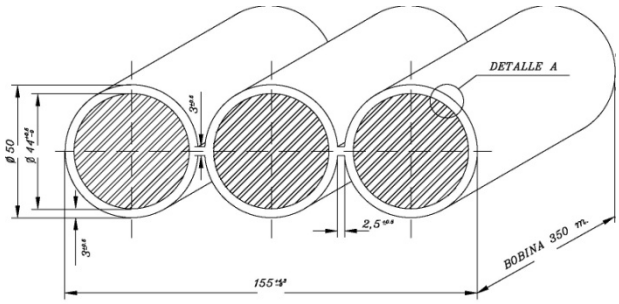
Descripción

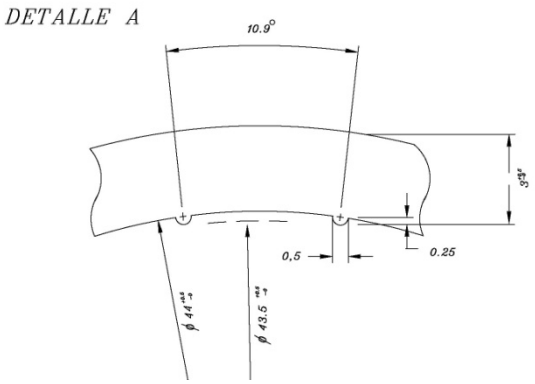
Estará formado por tres tubos de iguales dimensiones unidos entre sí por medio de una membrana.

Los tres tubos se presentarán dispuestos paralelamente en un mismo plano.

Dimensiones

El diámetro exterior de cada tubo será de 50 mm. Con un espesor mínimo de 3 mm y estriado según se muestra a continuación.





Material

Todo el conjunto estará fabricado de polietileno extruido de alta densidad en color negro y presentará las siguientes propiedades:

Densidad	≥0,947gr/cm3s /ASTM D 792
Resistencia a la tracción	≥200Kg/cm2 S/UNE 53.133 82
Alargamiento a la rotura mínimo	350%
Resistencia a la tracción después envejecimiento (48h/100°C)	80 % s/original, Mn**.**
Alargamiento a la rotura después envejecimiento (48h/100°C)	80 % s/original, Mn.
Índice de fluidez	0,16 a 0,17gr/10'S/ASTM D 1236 condición E
Cracking	s/f a 48 h. mínimo S/ASTM D 1693
Temp. VICAT (1 Kg)	110 °C S/ASTM D 1525
Contenido en negro de humo	2% +0,5 S/ASTM D 160**3**
Retracción	3% máx. S/UNE 53 133 82

Características

Diámetro interior: 44 $_{0}^{+0,5}$ mm.

Anchura: 155 + 1 mm.

Espesor: 3 $_{0}^{+0,5}$ mm.

Peso: 1,45 Kg/m.

Longitud: 350 m.

Radio de curvatura horizontal: 4 m.

Radio de curvatura vertical: 1 m.

Estanqueidad: 3,6 Kg/cm^2, según UNE 53 133 durante 1 minuto.

La deformación por compresión según el eje menor del tritubo no superará el 5% al aplicar una fuerza de 65 Kgf/dm sobre una probeta de 10 cm (velocidad de aplastamiento 0,5 mm/min).

Fabricación

Será por extrusión de polietileno de alta densidad, con negro de humo, y en la fabricación del tritubo quedarán formados, a la vez, los tres tubos dispuestos paralelamente en un plano y unidos mediante una membrana, no admitiéndose manipulaciones posteriores para conformar el tritubo.

El tritubo estará exento de grietas y burbujas, presentando la superficie exterior y, fundamentalmente, la interior de los tres tubos un aspecto liso libre de ondulaciones u otros defectos eventuales.

No se admitirá en el tritubo poros, inclusiones, manchas, falta de uniformidad en el color o cualquier otro defecto o irregularidad que pudieran perjudicar su correcta utilización.

Los extremos del tritubo se cortarán según una sección perfectamente perpendicular al eje del tubo y tendrán sus bordes limpios, sin rebabas y sin muescas.

Grabación de la identificación del tritubo

Se hará en uno de los tubos laterales del tritubo, por mediación de pintura indeleble durante el proceso de fabricación, estampando lo siguiente:

a) Nombre o marca del fabricante.
b) Siglas del tipo de material, y designación del tubo de acuerdo con el apartado 2.1.2.: HDPE 3 (50 x 3).
c) Mes y año de fabricación (dos últimas cifras del año).
d) El nombre CANAL DE ISABEL II.

Todas las marcas anteriores serán perfectamente legibles. Cada conjunto formado por las marcas a, b, c y d se repetirá cada 1,5 m a lo largo de todo el rollo.

Los tubos marcados con "CANAL DE ISABEL II" no podrán ser suministrados a ningún otro posible consumidor.

Pruebas

Material del tritubo

Se realizarán todos los ensayos y análisis para comprobar que el material cumple las características señaladas en el punto 2.1.3.

Se podrán realizar estos ensayos siguiendo las normas UNE que sean equivalentes a las ASTM indicadas.

Características del tritubo

La verificación de las características se efectuará cuidadosamente comprobando que se ajustan a lo señalado en el punto 2.1.4, realizando varias medidas en cada tubo del tritubo para obtener un valor que será la media aritmética de los valores obtenidos.

Se comprobará que la ovalación en cada tubo no supera el valor de 2,4 mm en ninguna sección del mismo.

Grabación de la identificación del tritubo

Se comprobará visualmente la correcta estampación de la grabación de la identificación, conforme lo indicado en el apartado 2.1.6.

Forma de entrega

A petición de CYII el tritubo se podrá entregar en rollos o en carretes.

Suministro en rollos

Cuando el suministro sea en rollos, estos serán de 350 m de longitud de tritubo, con un diámetro de 2,50 m y ancho de 1 m.

Los dos extremos del tritubo deberán ir firmemente asegurados, de modo que no se produzca movimiento alguno ni corrimiento de espiras durante el transporte y la manipulación. Será preciso que los rollos tengan suficientes ataduras, así como un control en el bobinado para impedir que se produzcan irregularidades en los diámetros interiores de los tubos del tritubo, por aplastamiento o giro del mismo.

Suministro en carretes

Cuando el suministro sea en carretes, se sujetarán convenientemente las puntas del tritubo al principio y al final, siendo las dimensiones del carrete y la longitud a determinar con el fabricante

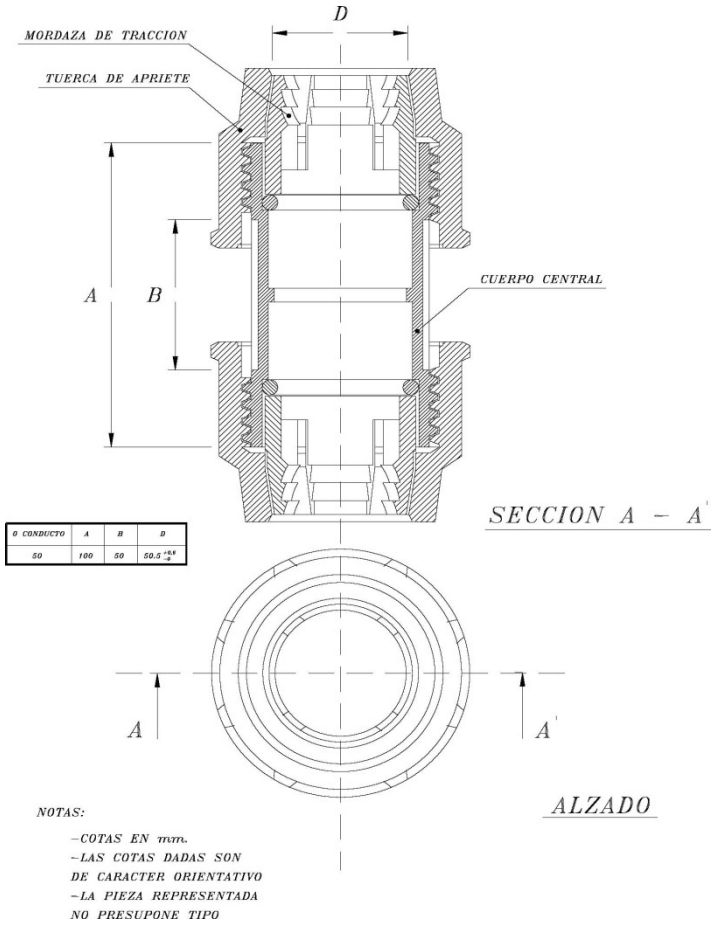
Garantía

El material debe estar garantizado contra todo defecto de fabricación durante 5 años.
Si en dicho plazo de tiempo se apreciaran deterioros por tal motivo, el material defectuoso será sustituido por otro.

2.2. MANGUITO PARA EMPALME

En polietileno roscado, se utilizará en caso de finalización de la bobina, o de reparación del tritubo por roturas o deformaciones del mismo.

La forma de empleo se detalla en el apartado 3.11.

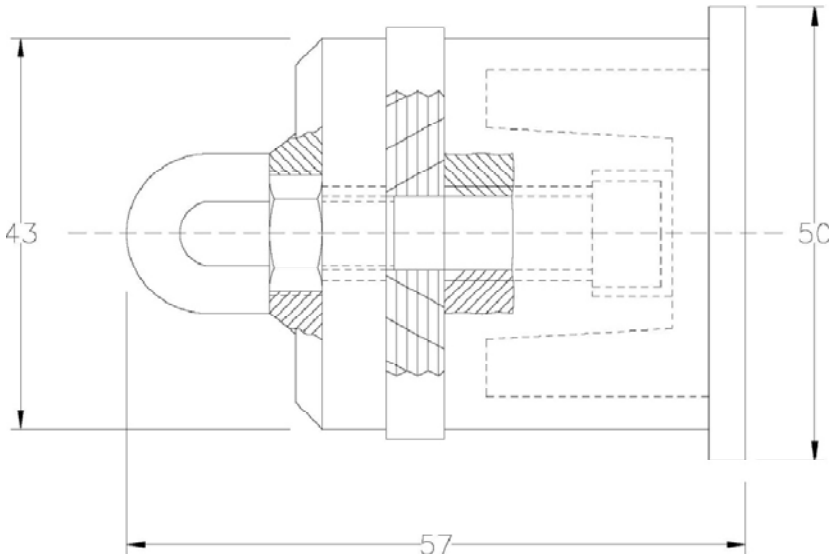


Ø CONDUCTO	A	B	D
50	100	50	50,5 +0,5 +0,2

2.3. TAPONES DE OBTURACIÓN

Se utilizará para obturar los conductos en tanto permanecen vacíos. Dispondrá de un sistema de fijación hermético por presión en la pared interna del conducto.

Incorporará una anilla que servirá para atar al mismo una guía.



3. NORMA PARA EL TENDIDO DE TRITUBO

3.1. RECORRIDO

Mientras no se indique lo contrario el recorrido será paralelo al de la tubería, con una separación en la vertical de 25 cm. Irá instalado en las conducciones y sus ramales hasta los pozos.

3.2. ZANJAS

El tritubo deberá situarse a una profundidad mínima de 80 cm. sin rebasar los 150 cm. Excepcionalmente, en terreno rocoso, la profundidad se podrá reducir a 55 cm.

Para el tendido del tritubo, no deberá aprovecharse la zanja de la conducción de agua salvo cuando las características de la obra civil de la conducción lo requieran Se recomienda hacer expresamente una zanja como mínimo de 25 cm de ancho para la instalación del tritubo. Esta zanja deberá ser realizada cuando finalicen las obras relativas a la conducción de agua.

3.3. TENDIDO DE TRITUBO

El tritubo se tenderá paralelo a la rasante del terreno, evitando en lo posible ondulaciones en la zanja.

Las curvas de la zanja tendrán el mayor radio de curvatura posible que permita el trazado, aconsejándose que no sea inferior a 25 m y teniendo en cuenta que, en caso necesario, puede llegar hasta 10 m.

El tritubo se podrá tender situándolo al borde de la zanja para, posteriormente, bajarlo al fondo de la misma o mediante zanjadora, que lo va colocando mientras realiza la excavación.

3.4. PROTECCIÓN CONTRA AGRESIONES DEL TERRENO

Cuando el tamaño de los áridos del terreno pueda dañar al tritubo, este irá protegido por dos capas de arena o tierra fina: una de asiento de 10 cm. Depositada previamente a la colocación del tritubo, y otra de cubierta del mismo espesor. El conjunto será compactado antes de seguir tapando la zanja.

Donde el terreno sea rocoso, antes de rellenar la zanja, se recomienda cubrir el tritubo con una capa de hormigón pobre de 100 mm de alto por 300 mm de ancho.

3.5. ENTERRAMIENTO

El relleno de la zanja se hará por tongadas de 20 cm. de material, y compactado.

Si entre el material de relleno de la zanja se encuentran grandes rocas, se tendrá especial cuidado al introducirlo para que el impacto no dañe el tritubo.

Para evitar las grandes ondulaciones que se producen al dilatarse por efectos térmicos el tritubo en la zanja, se recomienda realizar simultáneamente la instalación del tritubo y el recubrimiento de tierra.

3.6. SEÑALIZACIÓN

A 25 cm sobre el tritubo y a lo largo de toda la instalación, se colocará una cinta de plástico que avise de la proximidad de cables eléctricos enterrados bajo la misma.

3.7. CRUCES Y PASOS SINGULARES

Cruces de caminos y tramos próximos a carreteras

El tritubo irá en una zanja de la misma profundidad que antes del cruce protegiéndolo con hormigón (la capa que en el tramo precedente era de arena) según se indica en el apartado 3.4.

Si un tramo de este tipo tuviera más de 150 m de longitud, se dividirá en partes iguales con zonas de 3 m sin hormigonar. Estas zonas se señalizarán en los planos con un hito.

Cruces con carreteras, ferrocarriles y zonas con dificultad para obtener permisos de obra

En el caso de no existir galería de paso se instalarán 3 conducciones hormigonadas de PVC de 160 mm de diámetro con una arqueta a cada extremo.

Calles sin acometida

El tritubo irá instalado a la profundidad máxima permitida en el apartado de la norma 3.2, e irá protegido por una conducción de PVC de 160 mm de diámetro hormigonada o bien por un tubo de hormigón de Ø200.

Se construirán las arquetas que sean necesarias, con una distancia máxima entre dos consecutivas de 350 m teniendo presente que siempre se debe cumplir el apartado de la norma correspondiente, 3.8.

3.8. ARQUETAS

El tritubo entrará 15 cm en la arqueta medidos desde el paramento interior de la misma. Dicho tritubo irá dentro de un pasamuros de Ø≥160 mm. para evitar la cizalladura entre la arqueta y el terreno. El pasamuros tendrá una longitud suficiente para apoyarse en terreno firme y nunca inferior a tres metros con el fin de minimizar los efectos del posible asiento de este.

El tubo se sellará con una capa fina de mortero o similar que impida la filtración de agua. El contratista deberá elegir el material y la calidad del pasamuros para que se evite la cizalladura del tritubo por el terreno, o en su defecto, sustituirlo por un elemento de calidad superior.

Arquetas de empalme

Se hará una arqueta de 1000 x 1000 mm donde el cambio de dirección no permita respetar el radio de curvatura. El suelo de la arqueta estará como mínimo 25 cm más profunda que el tritubo y dispondrá de desagüe.

Se actuará de forma similar cada 70 m donde acabe la bobina de tritubo, independiente de lo que requiera la instalación hidráulica.

Arquetas con conducción hidráulica

La entrada del tritubo en las arquetas se hará perpendicularmente a una pared de la misma y sin cambiar de profundidad, procurando que no coincida con elementos que dificulten el tendido del cable ni entorpezcan las actuaciones de explotación hidráulica.

3.9. EMPALMES

Cuando sea necesario realizar empalmes (por ejemplo al unir dos bobinas de tritubo), se cortarán los conductos de los dos extremos de manera que los empalmes queden al tresbolillo y separados un metro entre sí.

Las uniones se realizarán con manguitos roscados de polipropileno, para lo cual se separarán los tubos en un tramo de 500 mm, eliminando la membrana de unión entre ellos (Ver apartado 2.2).

La instalación de los manguitos se efectuará mediante las siguientes operaciones:

- Corte de los dos tubos a empalmar, perpendicularmente a su generatriz.
- Lijado de rebabas y biselado de los extremos de los tubos por su parte interior.
- Introducción, en tubo, de la tuerca de apriete de tal forma que la parte roscada quede hacia el extremo del tubo.
- Introducción, en este tubo, de la mordaza de tracción, de manera que su parte no dentada quede hacia el extremo del tubo.
- Introducción, en este tubo, de la junta tórica, previamente extraída de su alojamiento en el cuerpo central. El eje de esta junta debe quedar a 1 cm. del borde del tubo.
- Introducción del tubo dentro del cuerpo central empujando uno contra otro hasta que el tubo haga tope en el resalte interior del cuerpo central.
- Desplazamiento de la mordaza de tracción hasta hacer contacto con la junta tórica.
- Roscado a fondo de la tuerca de apriete.
- Repetición de estas operaciones en el otro tubo.

- El empalme de los tubos descrito, podrá efectuarse en uno de estos dos momentos:
  a) Inmediatamente antes de bajar el tritubo a la zanja.
  b) Dejando transcurrir un mínimo de 24 horas desde el relleno de la zanja.
- En cualquiera de los dos casos, el relleno de la zanja se irá efectuando de manera continuada, inmediatamente después de bajar el tritubo y de tal forma que, en ningún momento, quede al descubierto tritubo en una longitud mayor de 15 m. de zanja.

3.10. GUÍAS

En cada conducto del tritubo y entre cada dos arquetas consecutivas se dejará, después de tapar la zanja, una guía de cuerda de nylón que sirva para el tendido posterior de cables.

3.11. SELLADO

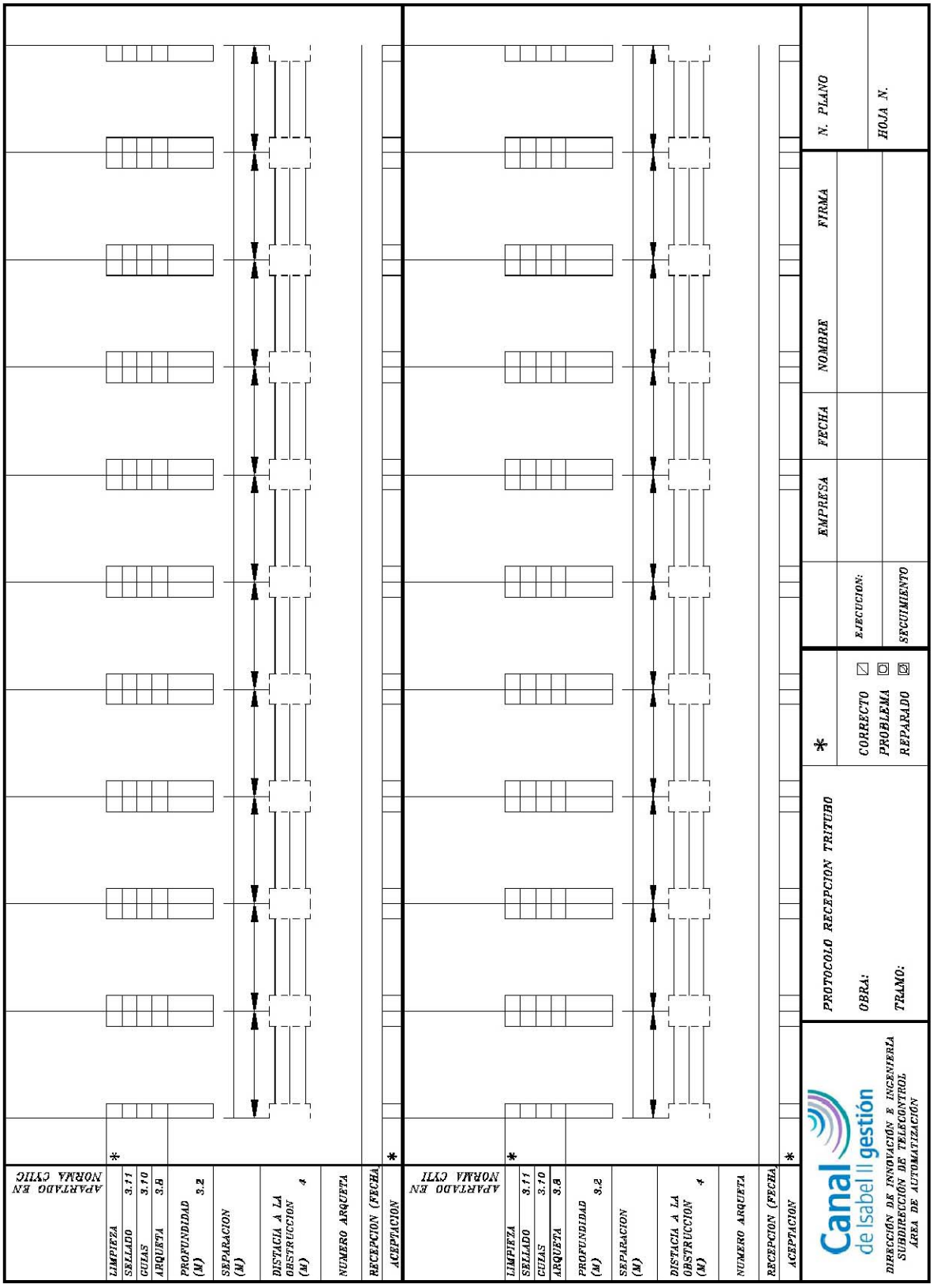
Inmediatamente después de la colocación de las guías se atarán a tapones según apartado 2.3 y se procederá a sellar con dichos tapones sus respectivos conductos.

4. RECEPCIÓN DE LA CONDUCCIÓN

Una vez concluida la obra civil, y antes de realizar el tendido de cable, se procederá a comprobar el correcto estado de la misma y el cumplimiento de la presente norma.

Para detectar posibles aplastamientos en el tritubo, se hará pasar por cada conducto una bola de teflón de Ø35 mm. tirada por la guía existente. Simultáneamente se introducirá otra guía que ocupará el lugar de la empleada para la tracción de la bola. Si apareciera una obstrucción se anotará en la hoja de recepción la cantidad de metros de guía que entró hasta encontrar la obstrucción. Seguidamente se procederá de forma análoga introduciendo la bola por el otro extremo. En caso de que se encontrase otra obstrucción distinta a las antes mencionadas, se procederá a rechazar el tramo de tritubo recepcionado.

Todo ello se reflejará en las hojas de recepción tipo según modelo.


APARTADO EN NORMA CYII
LIMPIEZA
SELLADO 3.11
GUIAS 3.10
ARQUETA 3.8
PROFUNDIDAD (M) 3.2
SEPARACION (M)
DISTACIA A LA OBSTRUCCION 4 (M)
NUMERO ARQUETA
RECEPCION (FECHA)
ACEPTACION
PROTOCOLO RECEPCION TRITUBO
OBRA:
TRAMO:
CORRECTO
PROBLEMA
REPARADO
EJECUCION:
SEGUIMIENTO
EMPRESA
FECHA
NOMBRE
FIRMA
N. PLANO
HOJA N.
DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN E INGENIERÍA
SUBDIRECCIÓN DE TELECONTROL
ÁREA DE AUTOMATIZACIÓN

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ANEJO Nº 11

PROTECCIÓN CATÓDICA

ANEJO Nº 11

PROTECCIÓN CATÓDICA

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN 1
2.- OBJETO DEL ESTUDIO 1
2.1.- CORROSIÓN DE TUBERÍAS ENTERRADAS 1
3.- NORMATIVA APLICABLE 3
4.- TRAZADO DE LA TUBERÍA 4
4.1.- TUBERÍA 4
4.2.- REVESTIMIENTO EXTERIOR 4
5.- TRABAJOS DE CAMPO 5
5.1.- MEDIDA DE RESISTIVIDADES 5
5.2.- INFLUENCIAS CON OTRAS INSTALACIONES 6
5.2.1.- Líneas Eléctricas Aéreas 6
5.3.- EMPLAZAMIENTO DE EQUIPOS 7
5.3.1.- Estación de Protección Catódica 7
5.3.2.- Cajas de Toma de Potencial 7
5.3.3.- Juntas Aislantes 7
6.- CÁLCULOS 9
6.1.- LÍMITE DE PROTECCIÓN 9
6.1.1.- Medida del Potencial de Polarización mediante Probetas 9
6.2.- RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO 10
6.3.- ATENUACIÓN DE POTENCIALES 11
6.4.- CORRIENTE NECESARIA 11
6.5.- LECHO ANÓDICO HORIZONTAL CONTINUO 11
6.6.- POTENCIA DE RECTIFICADORES 12
6.7.- INFLUENCIA DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN 12
6.7.1.- Influencia por Conducción 12
6.8.- PROTECCIÓN CATÓDICA POR ÁNODOS DE MAGNESIO 12
6.9.- CARACTERÍSTICAS DE LA EPC 13
7.- ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y MATERIALES 14
7.1.- CAJAS Y COFRETES 14
7.2.- JUNTAS AISLANTES 14
7.3.- CABLES, CONEXIONES Y EMPALMES 14
7.4.- TRANSFORRECTIFICADORES 15
7.5.- LECHO ANÓDICO HORIZONTAL CONTINUO 16
7.6.- ELECTRODO PERMANENTE 16

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7.7.- ELECTRODO PROBETA AG/AGCL 17
7.8.- AISLAMIENTO DE SOLDADURAS 17
7.9.- ÁNODOS DE SACRIFICIO 17
8.- NORMAS DE INSTALACIÓN 18
8.1.- CONEXIÓN DE LOS CABLES A LA TUBERÍA 18
8.2.- INSTALACIÓN DE CAJAS 18
8.3.- INSTALACIÓN DE ÁNODOS DE MAGNESIO 18
8.4.- INSTALACIÓN DE PROBETAS Y ELECTRODOS 19
8.5.- INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN CATÓDICA 19
8.5.1.- Transforrectificadores 19
8.5.2.- Ánodos 19
8.5.3.- Tendido de Cables Enterrados 20
8.5.4.- Acometida de Corriente 20
9.- PUESTA EN MARCHA Y REGULACIÓN 21

APÉNDICES

Apéndice 1.- Tablas

Apéndice 2.- Mediciones de materiales

Apéndice 3.- Dibujos tipo

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

1.- INTRODUCCIÓN

A continuación se incluye el *"Estudio de detalle para la Protección Catódica de la arteria norte para el suministro de agua potable al sistema general aeroportuario Madrid-Barajas"* realizado por la empresa ARGO S.A.

2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El presente documento tiene por objeto establecer los criterios de protección catódica en fase de estudio de detalle, para las tuberías enterradas que constituyen la arteria norte para el suministro de agua potable al sistema general aeroportuario Madrid / Barajas. La protección catódica es necesaria por estar la conducción proyectada en acero al carbono.

2.1.- CORROSIÓN DE TUBERÍAS ENTERRADAS

La tierra es un electrolito de mayor o menor contenido en agua y sales, con resistencia específica que varía en función de estos contenidos, de tal manera que será tanto más agresiva cuanto mayor contenido salino y más humedad tenga.

El origen de la corrosión, de un metal que está en contacto con un electrolito, es la formación de pilas galvánicas sobre su superficie, parte de la cual actuará como ánodo, frente a otra parte que actuará como cátodo. Una vez establecidas estas pilas, las zonas anódicas cederán electrones a las catódicas, quedando el metal de las primeras en estado iónico, apto para reaccionar con el medio acuoso que le rodea y formar el producto de corrosión correspondiente.

La formación de las pilas de corrosión, puede establecerse entre pequeñas zonas de superficie metálica, muy próximas entre sí (micropilas de corrosión) o entre grandes zonas distantes (macropilas). Todas ellas contribuyen a la corrosión del metal.

Para evitarla, empleamos dos métodos complementarios: Trataremos de eliminar, en todo lo posible, el contacto del metal con el electrolito tierra, recubriendo la superficie de la tubería con un material aislante, en este caso, con una formulación a base de 3 mm de polietileno extruido sobre la tubería.

Por muy buenas características que tenga un revestimiento, no es posible conseguir con él, un aislamiento total del metal con el electrolito, quedando al descubierto pequeñas zonas del metal por porosidad, grietas e impactos sobre el revestimiento. Estas pequeñas zonas de metal descubierto, actuarán como ánodos, frente al resto del metal cubierto, produciéndose en ellas un proceso de corrosión, que dará como resultado la aparición de taladros en la pared de la tubería.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Si logramos que toda la superficie metálica se convierta en cátodo de una determinada pila, el metal no tendrá emigración de electrones y por lo tanto, permanecerá inmune a la corrosión. Este concepto nos da idea de en qué consiste el segundo método de combatir la corrosión, que es la PROTECCIÓN CATÓDICA.

Al unir eléctricamente dos metales de distinto potencial electroquímico, estando estos sumergidos en un electrolito, se establecerá una pila galvánica en la que el metal más electronegativo (ánodo), cederá electrones al más electropositivo (cátodo), aumentando el potencial de aquél (haciéndose menos electronegativo) y disminuyendo el potencial de éste (haciéndose más electronegativo). Los electrones (cargas negativas) del ánodo, emigran hacia el cátodo, disminuyendo las cargas negativas del ánodo y aumentando en el cátodo.

En el caso de una tubería enterrada, este proceso se realiza de tramo en tramo conectándola a piezas de magnesio o cinc enterradas a poca distancia de la tubería, cuyas piezas se denominarán ánodos de sacrificio, ya que se irán disolviendo a expensas de suministrar al acero, la corriente de electrones necesaria para mantenerlo inmune.

Este suministro constante de electrones al acero, puede hacerse desde una fuente de corriente continua externa, la cual tendrá su polo negativo conectado a la tubería que se pretende proteger y el polo positivo a un conductor eléctrico, enterrado a distancia conveniente de la tubería. Con esta disposición, la corriente continua pasa desde el conductor (ánodo) a la tubería a través del electrolito tierra, produciendo semejante concentración de electrones sobre la superficie de acero, que la obtenida con los ánodos de sacrificio. A este último procedimiento se le denomina "Corriente impresa".

En el estudio que nos ocupa, el sistema de protección catódica definitivo a emplear es el de corriente impresa, si bien, la tubería también dispondrá de un sistema de protección provisional mediante ánodos de sacrificio, que mantendrá al mismo protegido, desde el comienzo de su construcción hasta la instalación y puesta en marcha de la EPC.

A lo largo del presente estudio, se establecerán los criterios de protección, cantidad de corriente para conseguirlo y definición de los elementos que componen el sistema.

A tal efecto se han realizado las medidas de campo necesarias para obtener los datos suficientes que permitan establecer la situación y dimensionado del equipo y accesorios del sistema de protección catódica, prever interferencias con otras estructuras y disponibilidades de corriente.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.- NORMATIVA APLICABLE

Para la confección del presente estudio se ha utilizado la siguiente normativa específica:

- UNE EN 12696 – Protección catódica del acero en el hormigón.
- UNE EN 12954 – Protección catódica de estructuras metálicas enterradas o sumergidas.
- UNE EN 13509 – Técnicas de medida en protección catódica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión REBT-2002.
- Normas AFK.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

4.- TRAZADO DE LA TUBERÍA

La presente conducción tiene su origen en la conexión con el segundo anillo distribuidor de Madrid, propiedad del Canal de Isabel II, en el término municipal de Paracuellos del Jarama. La tubería transcurrirá en su mayor parte por el interior del vallado del sistema aeroportuario. La tubería realizará cruces en hinca de las carreteras M-111 y M-110, así como de la autovía M-50 y la galería de alta tensión de Barajas. Además realizará un cruce aéreo sobre el río Jarama y el arroyo de La Vega. La tubería finaliza en la conexión secundaria con la arteria cintura este, propiedad del Canal de Isabel II. El trazado de la tubería discurre por los términos municipales de Paracuellos del Jarama, San Sebastián de los Reyes y Alcobendas.

4.1.- TUBERÍA

La tubería que nos ocupa tiene las siguientes características:

Diámetro (“/mm)	*Longitud (m)*	*Espesor (mm.)*	*Superficie (m^2)*
48 / 1.220	*6.200*	*14,2*	*23.852,56*

El espesor de la tubería es de 14,2 mm en la mayor parte del trazado, y sólo, en ciertos puntos, como posiciones y cruces especiales, este será mayor. La tubería será de acero al carbono, construida según la norma UNE-EN 10.025:1994, en calidad S-275 JR. El revestimiento interior será de 400 micras de pintura epoxi alimentaria, mientras que la exterior será de 3 mm de polietileno extruido. La profundidad de enterramiento es de aproximadamente 3 m.

4.2.- REVESTIMIENTO EXTERIOR

La tubería irá revestida exteriormente, con el sistema tricapa de polietileno de alta calidad, aplicado en taller por extrusión lateral, sobre el cual se habrán efectuado los ensayos adecuados de adherencias, respuesta catódica y despegado por evolución de hidrógeno. El espesor del revestimiento será el especificado en cada caso.

Los tubos en longitudes de 12 o 6 m, saldrán del taller con sus extremos libres de revestimiento en 15 cm, para la posterior soldadura.

Una vez soldados los tramos, la junta de soldadura se deberá de proteger con material termorretráctil o varias capas de cintas de polietileno autoadhesivas.

Se tendrá especial cuidado a la entrada y salida de las ERM’s y entrada y salida de tubería en arquetas, poniendo los medios adecuados (pasamuros no metálicos, refuerzo del recubrimiento) para evitar cualquier contacto accidental entre las armaduras o cualquier otro elemento metálico y la tubería. Asimismo, en las arquetas, la calderería asociada deberá llevar un recubrimiento adecuado que sobrepase holgadamente la parte enterrada para, así, evitar que, por ejemplo, las bridas queden a un nivel en que cualquier entrada de agua o barro las ponga en contacto con el terreno.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.- TRABAJOS DE CAMPO

El trabajo de campo, preliminar al de oficina, está encaminado a obtener los datos numéricos necesarios para la confección del estudio. Estos datos son:

- Resistividades cada 1.000 a 2.000 m (aprox.) a lo largo de la traza, a las profundidades de 1 y 2 m.
- Resistividad en lugares de ubicación de lechos anódicos, así como disponibilidades de corriente.
- Resistividades medidas a pie de poste de líneas de alta tensión.
- Determinación de posibles interferencias con otras estructuras y emplazamientos de equipos (cajas de toma de potencial, juntas aislantes con sus correspondientes cajas de toma de potencial especial).

5.1.- MEDIDA DE RESISTIVIDADES

La medida de resistividades del terreno tiene tres funciones: ver la agresividad del terreno, buscar el emplazamiento idóneo de los lechos anódicos y calcular la influencia que las líneas eléctricas aéreas puedan tener sobre la tubería.

Para la primera se han ido midiendo resistividades, en los puntos que se indican en la tabla nº I adjunta, a 1 y 2 m de profundidad. Estas medidas, juntamente con la inspección visual del terreno, nos da idea de la naturaleza del terreno ocupado por el trazado.

El sistema de medida, fue realizado con resistivímetro de cuatro picas, llamado método Wenner-Schlumberger, con el cual obtenemos una lectura de resistencia R. Si la distancia entre las picas centrales es "a" cm y entre éstas y las extremas “b” cm, la resistividad del terreno vendrá dada por la fórmula:

$$\rho = \pi \cdot a \cdot R \cdot \left(\frac{b}{a} + \frac{b^2}{a^2} \right) \qquad en \ \ \Omega \ \times cm$$

Según criterios universalmente adoptados, la agresividad de corrosión de un suelo, depende de la resistividad del mismo, habiéndose establecido la siguiente relación:

Resistividad del suelo en $\Omega \times cm$	***Agresividad del suelo***
Hasta 500	*Fuertemente agresivo*
De 500 a 2.000	*Muy agresivo*
De 2.000 a 10.000	*Normalmente agresivo*
Superior a 10.000	*Moderadamente agresiva*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Esta relación entre la resistividad de un suelo y la corrosividad del mismo, se debe entender, para zonas de terreno uniformes, en las que van a estar enterradas determinadas estructuras (tanque o su fondo, red de tuberías en una factoría, etc.). Pero al tratarse de una tubería larga que va a atravesar terrenos de diversas resistividades, es más interesante considerar el conjunto para entender las numerosas pilas que podrían formarse por concentración diferencial y aireación diferencial principalmente.

A lo largo del recorrido las resistividades superficiales son muy variables, estando comprendidas entre los 1.400 y los 4.500 x Ω cm. Los valores de la tabla I, se han pasado a una gráfica general de todo el trazado, en la que se puede ver de una forma rápida las variaciones de resistividades. La resistividad media es de 3.100 x Ω cm, excluyendo valores extremos.

La tubería necesitará un eficiente sistema de Protección Catódica definitivo y en algunas zonas provisionales, para protegerla durante el periodo de construcción.

5.2.- INFLUENCIAS CON OTRAS INSTALACIONES

La tubería que nos ocupa podría estar influida por cruces y paralelismos con líneas eléctricas aéreas de alta tensión. En los trabajos de campo no se han detectado cruces con líneas de FF.CC., tren de alta velocidad, ni con estructuras protegidas catódicamente.

5.2.1.- LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

A lo largo del trazado, la conducción tiene cruces y paralelismos con líneas eléctricas aéreas de alta tensión. Las influencias de tipo conductivo, causadas por la proximidad de los postes a la tubería, pueden llegar a ser importantes debido a las altas resistividades del terreno en algunas zonas, que no permiten la dispersión de la corriente en el terreno en caso de descarga a tierra.

Los fenómenos inductivos por paralelismo con líneas de alta tensión aéreas, tendrán que ser considerados según las normas alemanas Afk, las cuales estudian líneas de 110 kV y superiores, y paralelismos mayores de dos kilómetros.

Los postes de líneas eléctricas aéreas que van próximos a la tubería, son los indicados en la tabla IV, en la que se detallan resistividades y distancias desde el pie de poste a la tubería. Con la misma nomenclatura, se señala la posición de los postes en la colección de planos.

El paralelismo existente con la línea de alta tensión de 220 kV no será considerado ya que la distancia de paralelismo es inferior a 2 km, que es la distancia mínima que indican las normas Afk para considerar las influencias por inducción.

En los puntos 6.7 y en el Apéndice 1. Cálculos, se hace el cálculo de la influencia que por fenómenos conductivos e inductivos, las L.E.A.T. podrían ejercer sobre la tubería.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

5.3.- EMPLAZAMIENTO DE EQUIPOS

En los trabajos de campo, están incluidos el de elección del lugar idóneo para ubicación de la EPC, disponibilidades de corriente y medida de resistividades para el cálculo y colocación del lecho anódico. Así mismo, se vieron accesibilidades para la colocación de cajas de toma de potencial e instalación de juntas aislantes con sus cajas de toma de potencial especiales.

5.3.1.- ESTACIÓN DE PROTECCIÓN CATÓDICA

Tal y como se detalla más adelante, la conducción que nos ocupa será protegida por una EPC, situada en el p.k. 1+670, junto al centro de transformación, en cuyo lugar las resistividades son adecuadas y hay facilidad de suministro de corriente.

5.3.2.- CAJAS DE TOMA DE POTENCIAL

Irán colocadas en puntos accesibles a distancia aproximada entre 1.000 y 2.000 m, haciéndolas coincidir, en lo posible, con cruces de carreteras, caminos, ríos y puntos especiales.

En la colección de planos las cajas de tomas de potencial aparecerán marcadas con TP.

Cada 5 km aproximadamente, la caja correspondiente deberá llevar conectado un electrodo probeta, según STPC-LIN-23, para la medida del potencial de polarización.

La situación de las cajas de potencial se indica en la tabla II, apareciendo con asterisco las que llevan electrodo probeta. En esta tabla se indican las distancias de cada Toma de Potencial al origen y a la toma anterior. Estas distancias han sido medidas sobre plano, y no serán válidas a efectos constructivos, donde, en este caso, predominarán los criterios de ubicación, localización y accesibilidad para cada caja, y se buscarán siempre la proximidad a caminos, carreteras, etc. antes que las distancias exactas.

5.3.3.- JUNTAS AISLANTES

Se instalarán juntas aislantes monoblock en los siguientes puntos:

- A la salida de la conexión principal con el segundo anillo de distribución de Madrid, al inicio de la arteria.
- Antes y después de los estribos para el paso aéreo de la tubería sobre el río Jarama.
- Antes y después del tramo autoportante del arroyo de la Vega
- A la entrada a la arqueta de conexión secundaria con la arteria cintura este, al final de la arteria.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Cada una de estas juntas aislantes irá controlada a través de cofretes con protectores de junta aislante P.E.C. (Potential Equalization Clamp), señalados en la colección de planos con TPE. Estos protectores consisten en descargadores de gas para la protección contra sobretensiones de la junta, por lo que no necesitan puesta a tierra.

Entre las dos tomas de potencial especial de las juntas aislantes del cruce aéreo del río Jarama se deberá tender un cable de puenteo, de cobre revestido de 1 x 25 mm^2 de sección, de forma que se de continuidad a toda la tubería enterrada.

En la tabla III se da la situación de juntas aislantes y cajas de toma de potencial especiales.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

6.- CÁLCULOS

Los cálculos que se dan a continuación, están basados en las siguientes premisas:

- El revestimiento de las tuberías es de polietileno extruido, según se ha mencionado en 3.2.
- La inspección del recubrimiento antes y durante el montaje, será muy estricta, reparando defectos de manejo y transporte, debiendo de suponerse que la eficiencia del mismo será superior al 99,9%.
- El sistema definitivo de protección catódica a emplear es el de corriente impresa.

6.1.- LÍMITE DE PROTECCIÓN

El criterio de protección, será el establecido en la Norma UNE-EN 12954 en el que se define como criterio de protección alcanzar un potencial de –850 mV o más electronegativo con respecto a un electrodo de referencia de Cu/SO_4Cu.

En efecto: Entre el tapón poroso del electrodo de referencia y la capa límite del acero, existe una resistencia óhmica, que dependerá de la resistividad del suelo, la profundidad de enterramiento, la resistividad del aislamiento y su espesor. Esta resistencia, por grande que sea, es despreciable frente a la resistencia interna de los modernos aparatos de medida (mínimos de 10 MΩ) por lo que el potencial natural de la tubería, sin circulación de corriente externa, es válido. No ocurre así, desde el momento en que, por esa resistencia, circula una corriente de valor I, ya que al paso por la resistencia descrita, de valor R, produce una diferencia de potencial V=IR, que es medida por nuestro milivoltímetro, incrementando el valor de potencial real o potencial de polarización de la tubería.

Este voltaje se hará cero cuando lo sea uno de sus factores y, el que podemos hacer cero es la intensidad, desenergizando la EPC correspondiente, en el momento de la medida.

En previsión de que en algunas zonas del terreno pueda haber presencia de bacterias sulfatoreductoras, se establece el criterio de aumentar la electronegatividad hasta –950 mV respecto al electrodo de Cu/SO_4Cu.

6.1.1.- MEDIDA DEL POTENCIAL DE POLARIZACIÓN MEDIANTE PROBETAS

Según se ha dicho en el párrafo anterior, el potencial real de protección (potencial de polarización) se mide en el momento de la interrupción de la corriente de protección, mediante un interruptor estable, instalado en el rectificador (medidas ON-OFF).

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Si la tubería recibe aportes de corriente que no procedan de la EPC, no es posible realizar esta medida interrumpiendo la corriente, ya que en ese instante, habrá un aporte o salida de corriente externa.

Por tanto, a través de una caja de toma de potencial conectamos a la tubería una pequeña superficie de acero desnudo (a ser posible de la misma calidad del acero de la tubería), esto equivaldrá a un defecto del revestimiento de la tubería, que estaría protegiéndose catódicamente y que quedaría sin recibir ningún tipo de corriente cuando la desconectáramos de la tubería.

El croquis STPC-LIN-23 que se adjunta, nos da idea del proceso de la medida. Juntamente con la probeta, se instala un electrodo de referencia permanente. La probeta tiene un cable de dos conductores. En la caja de toma de potencial habrá tres bornas, en las que se conectarán a una de ellas el cable procedente de la tubería y uno de los procedentes de la probeta, a otra el segundo cable de la probeta, y a la otra el cable procedente del electrodo de referencia permanente. Conectando el aparato de medida a la borna del electrodo y a la de la probeta, se medirá el potencial ON de la tubería. En el momento de la desconexión del segundo cable de la probeta, se medirá el potencial OFF o potencial de polarización. Este potencial se medirá justo en el momento de la desconexión mediante un medidor datalog, que al menos pueda almacenar 8 a 10 medidas por segundo.

Se instalará 1 electrodo probeta en la TP señalada con asterisco (*) en la tabla II. En la colección de planos se especifica con su nombre, haciendo referencia al plano de montaje.

6.2.- RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO

La resistencia del revestimiento exterior de una tubería enterrada, difiere bastante de la resistencia del material empleado, medida en laboratorio.

En efecto: El revestimiento de la tubería ha soportado las operaciones de almacenamiento, transporte, montaje y enterramiento, en las que ha estado expuesto a la acción solar, golpes, torsiones e impactos de piedras.

Una vez enterrada la tubería, se encuentra rodeada de un electrolito húmedo, de una determinada composición química, así como sometida a los efectos de la Protección Catódica.

Todas estas circunstancias, contribuyen a que el valor inicial de la resistencia específica del revestimiento, una vez enterrada la tubería, sea menor que el valor obtenido en laboratorio y además, este valor va disminuyendo con el tiempo.

Un polietileno de 3 mm de espesor, puede tener en terrenos de resistividades medias, una resistencia muy elevada, sin embargo, por motivos de seguridad y dado que los estudios se

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

realizan antes de instalar la tubería, se tomará como base de cálculo una resistencia inicial de 50.000 $\Omega \times m^2$, que irá disminuyendo hasta 15.000 $\Omega \times m^2$, con la cual se realizará el cálculo más desfavorable, tanto de la atenuación del potencial, como de la intensidad de corriente de protección.

6.3.- ATENUACIÓN DE POTENCIALES

En el apéndice 1, se da la hoja de cálculo de la atenuación del potencial a lo largo del trazado de la tubería, para cuando el revestimiento de la tubería haya envejecido y su resistencia sea de 15.000 $\Omega \times m^2$, y para revestimiento nuevo con resistencia de 50.000 $\Omega \times m^2$.

Se ve que para mantener un potencial de –1 V en el punto final de la arteria que nos ocupa, en la conexión con la arteria cintura este (punto más desfavorable), la EPC deberá estar a un potencial de –1,004 V cuando el revestimiento esté avejentado, al paso de los años. Con revestimiento nuevo, el potencial mínimo sería de –1,001 V.

6.4.- CORRIENTE NECESARIA

En las mismas hojas de cálculo anteriores, se calcula las densidades de corriente e intensidad de la corriente de protección que es preciso suministrar a la tubería desde el punto de inyección, para mantenerla a un potencial máximo de –1 V. A efectos del cálculo de los rectificadores se tomará un valor de densidad de corriente superior al indicado en las hojas de cálculo, a efectos de ser más conservadores, de 100 $\mu A / m^2$, y se aplicará a la superficie total del ramal, según se calcula en el Apéndice 1.

6.5.- LECHO ANÓDICO HORIZONTAL CONTINUO

Para el cálculo del lecho anódico se ha considerado una resistividad del suelo de 5.000 $\Omega \times$ cm.

El lecho anódico será horizontal continuo, de 0,3 $\times$ 0,3 m de sección. En el Apéndice 1 se da el cálculo de su longitud, respecto a su resistividad y tensión de salida de la fuente de corriente continua, siendo su longitud de 10 m y su resistencia a tierra de 3,92 Ω. La resistencia total del circuito externo, será de 4,61 Ω.

El lecho anódico llevará en el centro del relleno de coque 4 ánodos de Ti-MMO.

La vida del lecho anódico será de 25 años como mínimo.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

6.6.- POTENCIA DE RECTIFICADORES

Según los cálculos del Apéndice 1, el rectificador de corriente alterna deberá de tener una salida de corriente rectificada de 10 A a 50 V.

6.7.- INFLUENCIA DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN

6.7.1.- INFLUENCIA POR CONDUCCIÓN

En la campaña de campo, para el cálculo de las posibles influencias que las líneas de alta y media tensión pudieran ejercer sobre la conducción, se midieron resistividades a pie de poste.

Para la resistencia a tierra de cada poste y su intensidad de defecto, se han considerado valores medios (tabla V). Tomaremos un valor de 20 Ω para la resistencia a tierra de los postes y la correspondiente intensidad de cortocircuito.

Con estos datos, se ha procedido al cálculo de la influencia por conducción de los postes próximos a la tubería, pertenecientes a las líneas de AT que cruzan y mantienen paralelismo con la tubería.

La tensión que llegaría a la tubería, en situación de descarga a tierra de cada poste, aparecerá en la columna 10 de la tabla IV.

En el Apéndice 1, se da el procedimiento de cálculo.

6.8.- PROTECCIÓN CATÓDICA POR ÁNODOS DE MAGNESIO

Para la protección provisional de la tubería durante el periodo de construcción de la misma, o hasta la instalación del sistema de protección catódica definitivo, se ha calculado en el Apéndice 1 un sistema de protección provisional mediante ánodos de sacrificio.

Los ánodos se colocarán conectados a la tubería a través de cajas de toma de potencial, normalmente en las zonas del trazado con resistividades más favorables para su adecuado funcionamiento.

En la tabla II, se da la posición de estos ánodos en la caja de toma de potencial correspondiente.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

6.9.- CARACTERÍSTICAS DE LA EPC

La EPC tendrá las siguientes características:

Situación	ρ de cálculo en Ω × cm	Lecho anódico				Transforrectificador		
		Clase	Longitud (m)	Ánodos	Nº	V	A	Colocación
Centro transformación	*5.000*	*Horizontal*	*10*	*Ti-MMO*	*4*	*50*	*10*	*Corral*

A efectos de cálculo se ha tomado una resistividad de 5.000 Ω × m que es un valor suficientemente conservador.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7.- ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y MATERIALES

La calidad, detalle de montaje, disposición, etc., de los materiales y equipos que constituyen la Protección Catódica de la tubería, figuran en las Especificaciones Generales de Diseño y Dibujos Tipo que a continuación se relacionan, así como en las descripciones que siguen:

7.1.- CAJAS Y COFRETES

Las cajas de toma de potencial serían de 100 × 100 × 65 mm, o similar.

Las cajas especiales serán de 320 × 320 × 140 mm o similar, e irán equipadas con descargadores de sobretensión P.E.C. (Potential Equialization Clamp).

Para la medida correcta del potencial de polarización, las cajas sencillas de toma de potencial deberán de llevar tres bornas iguales M-6 para la conexión a tubería, a probeta y a electrodo de referencia fijo.

Cuando la caja lleve ánodos de magnesio, el cable de éstos deberán de ir conectados a la borna de la tubería, para la correcta transmisión de la corriente de protección. En la colección de planos las cajas irán señaladas con Mg, indicándose también el número de ánodos con un subíndice. A su vez, en las tablas, se indica también el número de ánodos a instalarse en cada caja.

En todos los casos, las cajas llevarán un tubo soporte de acero galvanizado, de 1 ½” para las sencillas y de 2” para las especiales, según se indica en el croquis STPC-LIN-12.

En las tablas II y III, aparecen listadas las TP y TPE (toma de potencial sencillas y especiales) indicándose las distancias entre caja y caja, y entre caja y origen. Estas distancias, a efectos constructivos, serán solo orientativas y predominará siempre el criterio de ubicación y accesibilidad a las cajas, es decir, se buscará su proximidad a carreteras, caminos, etc.

7.2.- JUNTAS AISLANTES

Deberán de ser del tipo manguito monoblock.

7.3.- CABLES, CONEXIONES Y EMPALMES

Todos los cables serán de cobre, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de PVC, apto para ser enterrado, tipo RV 0,6/1 kV con tensión de prueba de 4.000 V.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Las secciones mínimas de los cables deberán de ser las siguientes:

- Cables para tomas de potenciales ..... 6 mm^2
- Cajas de toma de potencial especial..... 10 mm^2
- Cables anódicos y catódicos de potencia ..... 25 mm^2
- Cables negativo y positivo de referencia..... 6 mm^2
- Cable electrodo referencia ..... 6 mm^2
- Cables de puenteo de tramo aéreo ..... 25 mm^2
- Cable de probeta..... $3 \times 2{,}5$ mm^2

Las uniones de cables a tuberías se efectuarán preferentemente mediante soldadura aluminotérmica. Los empalmes entre cables podrán hacerse mediante este mismo tipo de soldadura o manguitos de presión. La conexión pica de tierra-cable se hará mediante soldadura aluminotérmica o grapa de presión especial para tal operación.

En cualquier caso, una vez efectuadas las conexiones o empalmes, deberá de aislarse convenientemente, de tal forma que no quede el cobre desnudo en contacto con la atmósfera o enterrado. Este aislamiento, deberá de ser como mínimo el siguiente:

- Soldaduras aluminotérmicas, tubería-cable: Encapsulación con Handy Cap.
- Empalmes de cables dentro de cajas o intemperie: Aplicación de dos capas de cinta aislante de goma autovulcanizable, más dos capas de cinta plástica autoadhesiva.
- Empalmes de cables de ánodos de magnesio: El mismo que el anterior.
- Cables anódicos y catódicos enterrados: Además de la aplicación anterior, el empalme se encapsulará con epoxi, mediante accesorios prefabricados tipo scotchcast o similar.

7.4.- TRANSFORRECTIFICADORES

Deberá estar alimentado por corriente alterna monofásica 220 V 50 Hz y darán la salida de corriente rectificada, cumpliendo como mínimo, con las siguientes condiciones:

- Transformador con el primario y secundario aislados galvánicamente.
- Sistema de regulación continuo electrónico, con posición automático y manual, el cual gobernará el rectificador, constituido por cuatro tiristores en conexión puente monofásico, para regulación integral de la corriente de salida.
- Sistema de medida de la corriente de salida, intensidad y tensión y del potencial referencia. Podrá estar constituido por tres instrumentos analógicos clase 1,5 o bien por

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

un solo instrumento digital con conmutador de funciones. En cualquier caso, la lectura se hará con pulsador o interruptor de desconexión.

- Sistema de seguridad con interruptor general magnetotérmico, fusibles, redes R-C y descargadores de sobretensión.
- Bornes de conexión, desviador amperimétrico e indicador luminoso de funcionamiento.

Todo ello en armario de poliéster con panel frontal tras puerta, tejado y apoyos para ser instalado sobre plinton de hormigón.

7.5.- LECHO ANÓDICO HORIZONTAL CONTINUO

El lecho anódico de la E.P.C. situada, como ya se ha indicado, en el p.k. 1.670, junto al centro de transformación eléctrico, estará constituido por 4 ánodos de titanio activado con una mezcla de óxidos de metales, de 20 × 3 × 1.500 mm de longitud, que irán situados en el centro de un relleno continuo de coque de petróleo calcinado de 0,3 × 0,3 m de sección, y 10 m de longitud, según se indica en el Apéndice 1.

El lecho horizontal irá enterrado a 1,6 m de profundidad.

Los ánodos llevarán 3 m de cable de cobre de 1 × 10 mm^2 RV 0,6/1kV, conectados en cabeza y encapsulados con compuesto epoxi.

7.6.- ELECTRODO PERMANENTE

Los electrodos de referencia Cu/SO_4Cu permanentes, serán de cuerpo cerámico dentro del cual el electrodo de cobre está rodeado de sulfato de cobre en estado sólido. Este electrodo proporciona una lectura fiable y precisa, ya que el contacto con el electrolito, se realiza a través de una superficie mucho mayor (1.500 cm^2) que los electrodos portátiles convencionales (10 cm^2). Se emplean para la regulación automática de las EPC's.

Sus características serán las siguientes:

- Diámetro exterior 150 mm.
- Longitud 300 mm.
- Superficie de contacto con tierra 1.500 cm^2.
- Cable 5 m de 1 × 6mm^2.
- Estabilidad ± 5 mV, con una intensidad de 3 μA.
- Temperatura de trabajo 0º a 60º C.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

7.7.- ELECTRODO PROBETA AG/AGCL

Para la medida de potenciales de polarización se utilizarán electrodos de referencia de plata-cloruro de plata, que llevan integrados en su interior una probeta de acero circular, de 35,6 mm de diámetro, 10 cm^2 de superficie. De esta forma, no hará falta interrumpir la corriente de protección para realizar medidas de potenciales ON-OFF.

La diferencia de potencial respecto al electrodo de $Cu/CuSO_4$ es de –100 mV.

El cable será de 3 × 2,5 mm tipo RV 0,6/1kV, con 10 m de longitud.

7.8.- AISLAMIENTO DE SOLDADURAS

Para el aislamiento de las conexiones de los cables a la tubería, se emplearán Handy Cap, de los que se adjunta información técnica.

7.9.- ÁNODOS DE SACRIFICIO

Los ánodos de magnesio para la protección provisional de la tubería, serán tipo 9D2 high potencial, de la siguiente composición porcentual:

Al	0,01 % máximo
Mn	0,5 ÷1,3 %
Cu	0,02 % máximo
Fe	0,03 % máximo
Ni	0,001 % máximo
Mg	Resto
Rendimiento	50 %
Potencial	1,70 V respecto al Cu/SO_4Cu
Capacidad	1.230 Axh/kg <> 7,3 kg/A.h.

Los ánodos serán de 4,1 kg de sección en D 70 × 71 × 550 mm, e irán equipados con cable de conexión de cobre, 1 × 6 mm^2 flexible con revestimiento exterior de PVC y aislamiento de polietileno reticulazo, preempaquetados con el relleno en saco de algodón.

El relleno estará compuesto de 75 % de sulfato cálcico hidratado, 20 % de bentonita y 5 % de sulfato sódico.

La conexión se efectuará a través de las cajas de toma de potencial.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

8.- NORMAS DE INSTALACIÓN

En el apartado de planos, aparece una serie de ellos que, con el título general de "Normas de Montaje", muestran la colocación típica de los distintos elementos constituyentes del sistema de Protección Catódica.

8.1.- CONEXIÓN DE LOS CABLES A LA TUBERÍA

Según se indica en el croquis STPC-LIN-11, se efectuará mediante soldadura aluminotérmica. Se hará a través de teja de chapa de acero conformada al diámetro de la tubería y soldada a la misma. Esto último solo si fuese requerido por la Dirección de obra.

Los cartuchos de soldadura no podrán ser mayores de 45 gramos para cables comprendidos entre 25 y 50 mm^2. Para cables de 1×10 y 1×6 mm^2, los cartuchos serán de 30 gramos como máximo.

En cualquier caso, una vez efectuada la soldadura, se encapsulará con Handy Cap, siendo hecha esta encapsulación de tal forma, que no quede descubierta parte de cobre ni acero.

8.2.- INSTALACIÓN DE CAJAS

A lo largo de la tubería, se instalarán una serie de cajas de tomas de potencial, en los puntos que se señalan en la colección de planos y en la tabla nº II, en los que aparece la posición marcada con TP las cajas de toma de potencial sencillas y con TPE para las cajas de toma de potencial especial.

Estas cajas irán soportadas por tubo de 1 ½” las tomas de potencial sencillas y de 2” las especiales, según se muestra en el croquis STPC-LIN-12.

Tanto la instalación de cajas de toma de potencial sencillas, como la de las especiales para control de juntas aislantes, serán efectuadas por el contratista constructor de la conducción.

8.3.- INSTALACIÓN DE ÁNODOS DE MAGNESIO

Los ánodos de magnesio se instalarán horizontalmente en zanjas realizadas en paralelo al trazado de la tubería, con una separación de 1,5 m aproximadamente, según se indica en los croquis STPC-LIN-24 y STPC-LIN-25.

La conexión de los ánodos con la tubería se realizará a través de las cajas de toma de potencial, uniendo en la misma borna los terminales de los cables procedentes de la tubería y de los ánodos. Debido a la profundidad de la tubería, en algunos casos de hasta 3 m, el

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

cable de los ánodos (de 3 m de longitud) deberá empalmarse a un cable general para poder llegar hasta la toma de potencial correspondiente.

8.4.- INSTALACIÓN DE PROBETAS Y ELECTRODOS

Para efectuar la instalación de estos elementos, ver croquis STPC-LIN-23 para la instalación de los electrodos probeta de Ag/AgCl.

8.5.- INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN CATÓDICA

Para la instalación del transforrectificador automático, y la de drenajes, si los hubiera, se deberán seguir las mismas directrices indicadas a continuación.

8.5.1.- TRANSFORRECTIFICADORES

El aparato, irá soportado sobre un plinton de hormigón o ladrillo enlucido, de las dimensiones y formas indicadas en el croquis STPC-EPC-07, el cual llevará los tubos de paso de cables de acometida, anódico y catódico. Así como, se preverán cuatro espárragos de 6 mm^2 Ø para fijación del aparato. En el caso de acometida eléctrica aérea, que debería de evitarse en lo posible, se suprimirá el tubo correspondiente.

El transforrectificador se situará fuera de áreas clasificadas. Si existiera un cuarto eléctrico, el rectificador podría ir dentro del mismo, anclado a la pared.

Fuera de recintos, se aconseja la construcción de uno propio similar al indicado en el croquis STPC-EPC-06.

8.5.2.- ÁNODOS

Para la instalación de los lechos anódicos, se seguirán los siguientes procedimientos:

8.5.2.1.- Lecho anódico horizontal continuo

Con máquina retroexcavadora con cuchara de 30 cm de anchura, se practicará una zanja de 1,5 m de profundidad y la longitud necesaria. Con la misma cuchara, se dejará bien plano el fondo de la zanja. La zanja se realizará junto al camino, entre la línea eléctrica aérea de 20 kV y la enterrada de 400 kV.

Sobre la zanja se verterá una capa de coque de petróleo de granulometría fina (0 a 3 mm) de 15 cm de espesor, igualándola con rastrillo desde arriba.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Los ánodos, que ya estarán empalmados al cable general anódico, se depositarán sobre esta primera capa de coque, dejando el cable general anódico fuera de la zanja.

Se verterá una segunda capa de coque del mismo espesor (15 cm), cubriendo con ella los ánodos, que así habrán quedado en el centro del relleno de 30 × 30 cm.

A continuación, se tapará el coque con una somera capa de terreno natural (10 cm) manualmente, para sobre ella, depositar el cable general anódico y terminar de rellenar la zanja con la máquina. En el caso de que el terreno natural fuera pedregoso, se protegería el cable anódico con una capa de arena de 10 cm de espesor.

8.5.3.- TENDIDO DE CABLES ENTERRADOS

Los cables anódicos y catódicos irán en zanja de 1 metro de profundidad, por el ancho de la pala de la retroexcavadora disponible (preferentemente 30 cm). En el fondo de la zanja, se rellenará con 10 cm de arena fina, sobre la cual irá depositado el cable y cubierto con otro tanto del mismo material. Seguidamente, se colocará un elemento identificador, ladrillos, red de plástico o cinta plástica de identificación. A continuación podrá rellenarse la zanja con la tierra extraída de la misma.

8.5.4.- ACOMETIDA DE CORRIENTE

Las instalaciones de alimentación de corriente serán realizadas por otro.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

9.- PUESTA EN MARCHA Y REGULACIÓN

Una vez instalados todos los elementos constituyentes de los equipos de protección catódica, se procederá a la puesta en marcha y regulación simultánea de los mismos, cuya regulación consistirá en lograr que, todos y cada uno de los puntos de la tubería tengan potenciales comprendidos entre –0,850 y –1,5 V respecto al electrodo Cu/SO_4Cu, medidos en el momento de la interrupción de corriente de protección. Estos potenciales se han de ir estableciendo de mayor a menor, es decir, subiendo, en valor absoluto, los valores hasta conseguir –0,850 V en los puntos más desfavorables y no al revés, para evitar polarización inicial excesiva que enmascare la regulación de los transforrectificadores.

En caso de potenciales oscilantes en una o varias zonas de las tuberías, se procederá a sacar gráficas de 24 h en los puntos en que las oscilaciones tengan mayor amplitud. De estas medidas, se deberá deducir la necesidad, o no, de suplementar el equipo con drenajes unidireccionales, rectificadores automáticos y puenteos entre estructuras, realizando los ensayos necesarios para el dimensionado de estos elementos adicionales.

Con todo ello, se confeccionará un informe de puesta en marcha y regulación completo, en el que deberá de incluirse como mínimo la siguiente documentación:

Potenciales naturales

Se medirán de visu los potenciales tubería suelo, antes de conectar el sistema de protección, instalándose registradores en los puntos en donde existan variaciones de potencial.

Potenciales de protección

Una vez medidos los anteriores, se conectarán y regularán las fuentes de corriente continua, repitiendo las medidas en los mismos puntos, así como las gráficas.

Las dos series de valores anteriores se presentarán sobre una tabla junto con los potenciales de corriente alterna y de polarización obtenidos

Regulación de aparatos

Expresando la salida de corriente de protección en V y A y punto de regulación en el que se deja el aparato.

Manual de mantenimiento

Recomendando las medidas e inspecciones que se han de realizar, periodicidad de las mismas e ideas de formatos en los que se deben de anotar.

Lista de fallos, causas que los producen y remedios que se deberán de aplicar.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Repuestos recomendados

El licitante al contrato de protección catódica deberá de adjuntar en el presupuesto, una lista valorada de los repuestos para dos años de funcionamiento que crea necesario para la buena marcha de su sistema.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICES

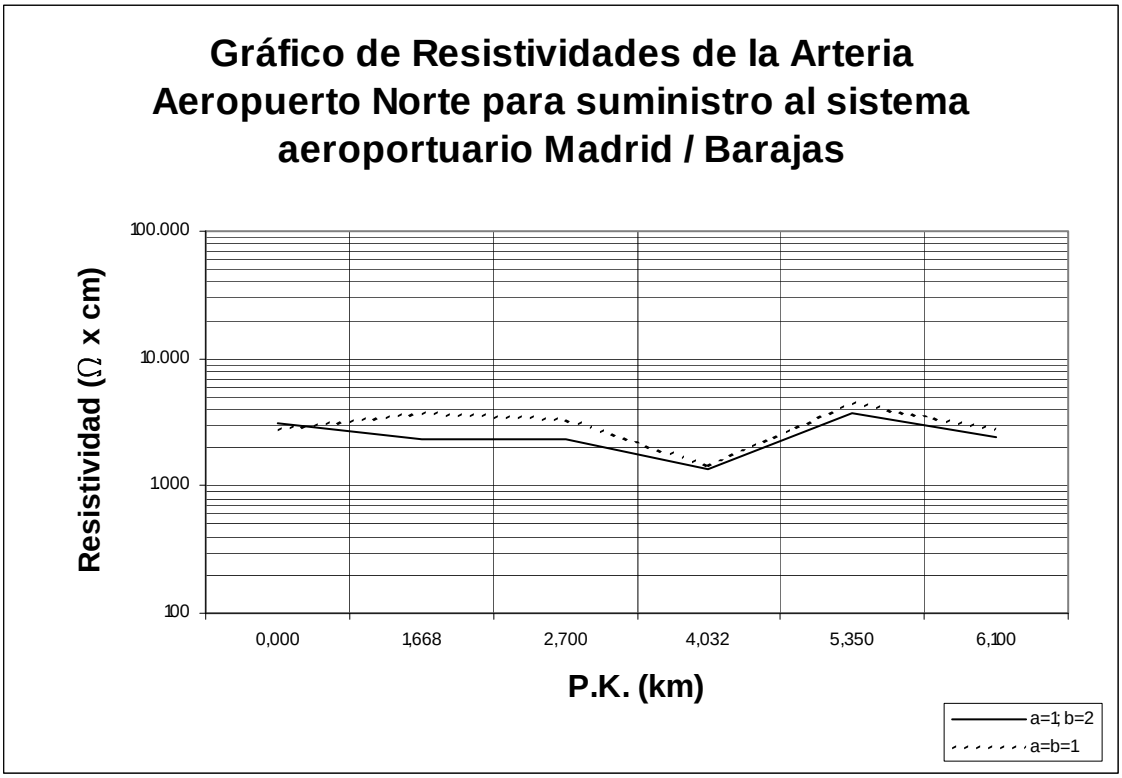
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 1

TABLAS

TABLA I
ARTERIA SUMINISTRO SISTEMA AEROPORTUARIO MADRID / BARAJAS
MEDIDA DE RESISTIVIDADES

Medida	Distancias en km		Resistividad en W x cm		Observaciones
	Al origen	Entre puntos	a=b=1	a=1; b=2	
1	0,000	-	2.796	3.054	Inicio
2	1,668	1,668	3.770	2.356	
3	2,700	1,032	3.336	2.337	
4	4,032	1,332	1.439	1.357	
5	5,350	1,318	4.524	3.695	
6	6,100	0,750	2.790	2.450	Cruce carretera M-110



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

TABLA II
ARTERIA SUMINISTRO SISTEMA AEROPORTUARIO MADRID / BARAJAS
SITUACIÓN DE TOMAS DE POTENCIAL Y ACCESORIOS

TP Nº	Distancias en km		Nº - Tipo de Caja	Electrodo Probeta	Ánodos de Mg	Accesorios	Observaciones
	Al origen	Entre tomas					
1	0,312	-	100 x 100	*		Electrodo probeta Ag/AgCl	Cruce carretera M-111
2	0,775	0,463	100 x 100		2		Cruce Autovía M-50
3	2,826	2,051	100 x 100		2		CM 11 S-V-V
4	5,454	2,628	100 x 100		2		Cruce arroyo de las Zorreras

TABLA III
ARTERIA SUMINISTRO SISTEMA AEROPORTUARIO MADRID / BARAJAS
SITUACIÓN DE TOMAS DE POTENCIAL ESPECIALES Y JUNTAS AISLANTES

TP Nº	Distancias en km		Nº - Tipo de Caja	Electrodo Probeta	Ánodos de Mg	Accesorios	Observaciones
	Al origen	Entre tomas					
1	0,000	-	320 x 320			JA Ø48" PN 40 bar	Salida cámara DR03
2	0,881	0,881	320 x 320		2	JA Ø48" PN 40 bar	Inicio tramo aéreo río Jarama
3	1,219	0,338	320 x 320			JA Ø48" PN 40 bar	Fin tramo aéreo río Jarama
4	6,228	5,009	320 x 320		2	JA Ø48" PN 40 bar	Entrada CM 23 S-V-V

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

TABLA IV
ARTERIA SUMINISTRO SISTEMA AEROPORTUARIO MADRID / BARAJAS
INFLUENCIAS POR CONDUCCIÓN DEL L.E.A.T.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Poste AT Plano Nº	Tensión nominal (kV)	Nº circ.	Cable guarda	Alim desde 2 ext.	Dist. (d) al tubo (m)	Coef. K	Res. (r) (W x m)	I_{cc} poste (kA)	Tensión V_x que llega al tubo (kV)	Longitud de tubería con revestimiento reforzado	Sup. Tubo (m^2/m)	Res. Transversal "g" de 50 m de tubo (W x m)	Res. de una Pica de Zn de 35x35x1500 (W)	Nº de picas de Zn
1	20	3	no	no	15,0	1	28	0,43	0,13		3,830	78	14	
2	220	3	si	no	8,9	0,7	28	5,70	2,00		3,830	78	14	
3	20	3	no	no	18,0	1	38	0,43	0,14		3,830	78	19	
4	20	3	no	no	37,0	1	34	0,43	0,06		3,830	78	17	
5	220	3	si	no	72,9	0,7	15	5,70	0,13		3,830	78	7,5	
6	220	3	no	no	122,2	1	46	5,70	0,34		3,830	78	23	
7	220	3	no	no	143,0	1	46	5,70	0,29		3,830	78	23	
8	220	3	si	no	210,0	0,7	46	5,70	0,14		3,830	78	23	
9	220	3	si	no	39,4	0,7	46	5,70	0,74		3,830	78	23	
10	220	3	si	no	59,6	0,7	28	5,70	0,30		3,830	78	14	
11	20	3	si	no	7,5	0,7	28	0,43	0,18		3,830	78	14	
12	20	3	si	no	13,2	0,7	28	0,43	0,10		3,830	78	14	

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

TABLA V
INFLUENCIAS POR CONDUCCIÓN

Tensión Nominal (kV)	*Resistencia del apoyo R_p (Ω) (1)*	*Tensión máxima de defecto en el apoyo V_p (kV) (2)*	*Intensidad de cortocircuito I_{cc} (kA) (3)*	*Intensidad de defecto en el apoyo I (kA) (4)*
380	*30*	*230*	*40*	*7,67*
	20	*208*		*10,40*
	10	*188*		*18,80*
	3	*100*		*33,34*
220	*30*	*125*	*30*	*4,16*
	20	*113*		*5,70*
	10	*103*		*10,30*
	3	*55*		*18,34*
132	*30*	*75*	*25*	*2,50*
	20	*62*		*3,50*
	10	*54*		*6,40*
	3	*43*		*14,35*
70	*30*	*40*	*20*	*1,35*
	20	*37*		*1,87*
	10	*35*		*3,50*
	3	*26*		*8,67*
45	*30*	*26*	*15*	*0,87*
	20	*23,9*		*1,19*
	10	*22*		*2,20*
	3	*15*		*5,00*
30	*30*	*18*	*10*	*0,60*
	20	*13,4*		*0,67*
	10	*10*		*1,00*
	3	*6*		*2,00*
20 / 15	*30*	*11*	*8*	*0,37*
	20	*8,77*		*0,43*
	10	*7*		*0,70*
	3	*4*		*1,34*

(1) Se han tipificado las resistencias del apoyo para mayor uniformidad de los datos. Para otros valores de R_p, se admite la interpolación.

(2) Tensiones en apoyos próximos a la instalación o central, como caso más desfavorable.

(3) Intensidades de cortocircuito nominales en barras de subestación o central.

(4) Aportación al apoyo de la intensidad de cortocircuito.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

TABLA VI
TENSIONES MÁXIMAS ADMISIBLES PARA TUBERÍAS CON REVESTIMIENTO DE POLIETILENO EXTRUIDO

Diámetro (")	*Denominación Revestimiento*	*Espesor (mm)*	*Tensión máxima (kV)*
< 4"	*Normal*	*1,8*	*3,0*
	Reforzado	*2,5*	*3,5*
	Doble	*3,6*	*4,0*
4" a 8"	*Normal*	*2*	*4,0*
	Reforzado	*3*	*5,0*
	Doble	*4*	*6,0*
10" a 30"	*Normal*	*2,5*	*4,5*
	Reforzado	*3,5*	*5,5*
	Doble	*5*	*7,0*
> 30"	*Normal*	*3*	*6,0*
	Reforzado	*4*	*7,0*
	Doble	*6*	*9,0*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 2

MEDICIONES DE MATERIALES

ARTERIA SUMINISTRO SISTEMA AEROPORTUARIO MADRID / BARAJAS
LISTA DE MATERIALES DE EPC

Item	*Material*	*Ud.*	*Cantidad*
1	*Transforrectificador monofásico 220 V. 50 Hz con salida rectificada a 10 A / 50 V, y regulación electrónica-manual.*	*Ud.*	*1*
2	*Ánodo de pletina de Ti-MMO de 20 x 3 x 1.500 mm, con 3 m de cable de Cu de 1 x 10 mm^2.*	*Ud.*	*4*
3	*Coque de petróleo calcinado granular.*	*kg.*	*900*
4	*Teja de acero curvada con 50 m de cable de Cu de 1 x 25 mm^2 RV 0,6 / 1 kV.*	*Ud.*	*1*
5	*Teja de acero curvada con 50 m de cable de Cu de 2 x 6 mm^2 RV 0,6 / 1 kV y electrodo de referencia cerámico permanente.*	*Ud.*	*1*
6	*Cable de Cu de 1 x 25 mm^2 RV 0,6 / 1 kV.*	*m.*	*100*
7	*Empalme epoxi en Y.*	*Ud.*	*3*
8	*Empalme epoxi recto.*	*Ud.*	*1*
9	*Grapa de conexión.*	*Ud.*	*4*
10	*Imprimación en Spray.*	*Ud.*	*1*
11	*Encapsulación Handy-Cap.*	*Ud.*	*2*

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ARTERIA SUMINISTRO SISTEMA AEROPORTUARIO MADRID / BARAJAS
LISTA DE MATERIALES DE LINEA

Item	Material	Ud.	Cantidad
1	Caja de toma de potencial especial con descargado PEC y tubo soporte.	Ud.	4
2	Caja de toma de potencial normal y tubo soporte.	Ud.	4
3	Teja con cable Cu RV 0,6/1 kV de 1x 10 mm^2.	Ud.	8
4	Teja con cable Cu RV 0,6/1 kV de 1x 6 mm^2.	Ud.	4
5	Encapsulaciones Handy-Cap.	Ud.	12
6	Cable Cu de 1 x 25 mm^2 RV 0,6/1 KV.	Ud.	350
7	Ánodo de magnesio 9D2.	Ud.	10
8	Cable Cu de 1 x 6 mm^2 RV 0,6/1 KV.	m.	20
9	Electrodo de referencia permanente de Ag/AgCl, con probeta.	Ud.	1

ARTERIA SUMINISTRO SISTEMA AEROPORTUARIO MADRID / BARAJAS
LISTA DE MATERIALES DE JUNTAS AISLANTES

Item	Material	Ud.	Cantidad
1	Junta Aislante Monoblock Ø 48" PN 40 bar	Ud.	4

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

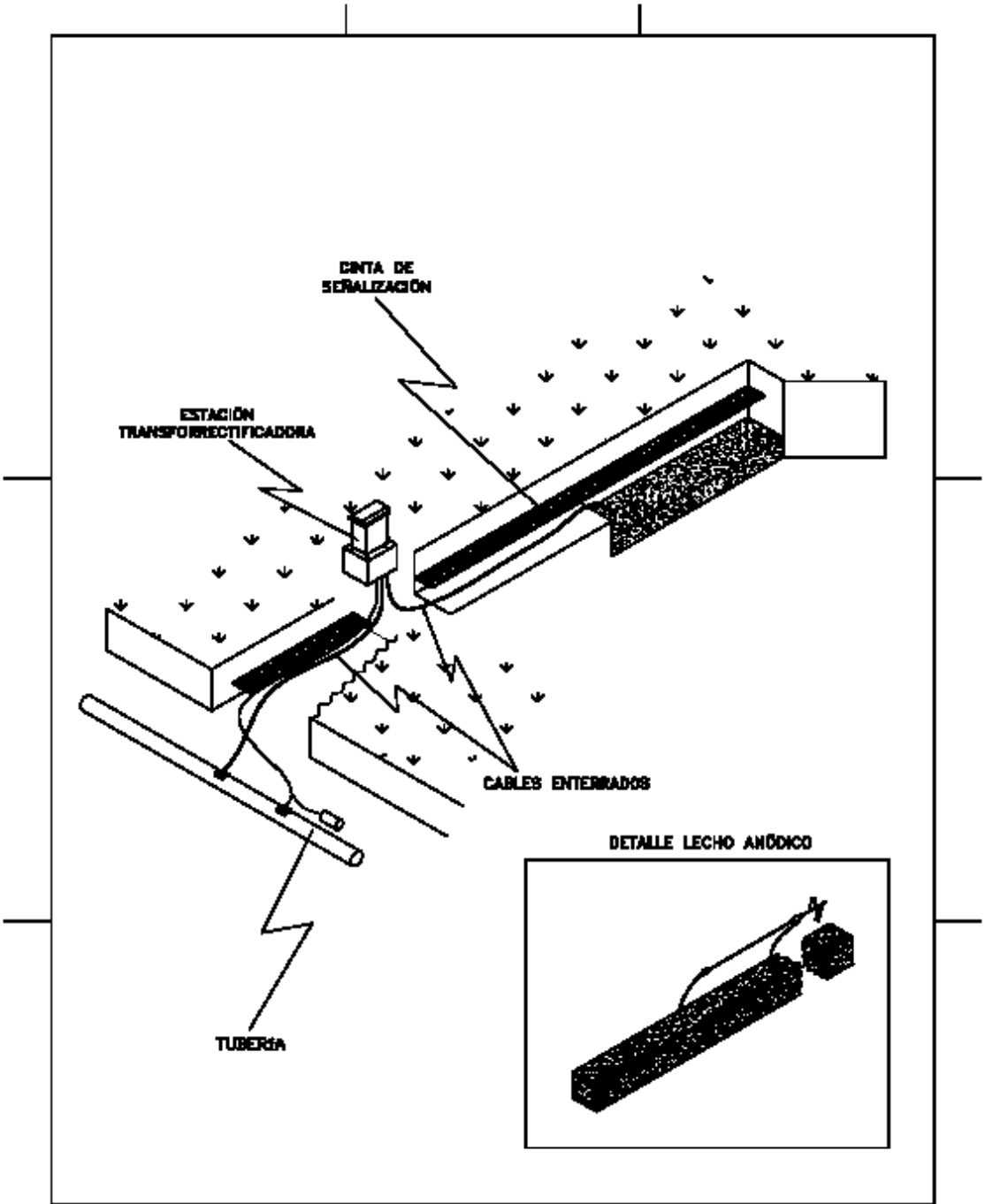
APÉNDICE 3

DIBUJOS TIPO

ÍNDICE DIBUJOS TIPO

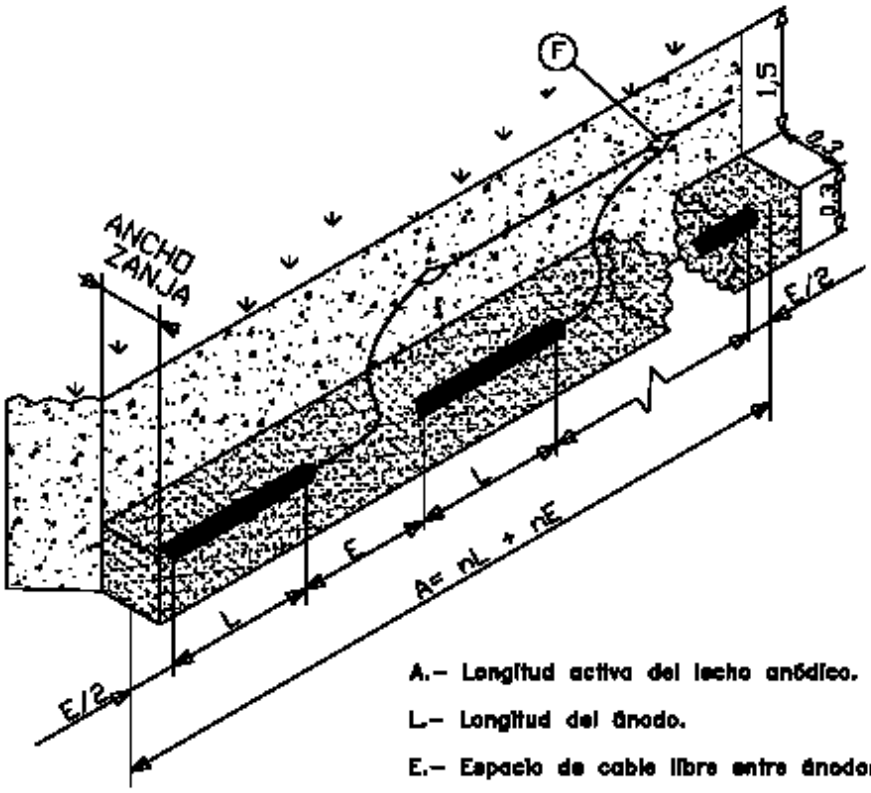
STPC-EPC-01	Disposición general por corriente impresa con lecho horizontal.
STPC-EPC-04	Disposición de ánodos horizontales.
STPC-EPC-06	Recinto para transforrectificador en campo.
STPC-EPC-07	Basamento para el transforrectificador.
STPC-LIN-11	Conexión cable – tubería.
STPC-LIN-12	Caja de toma de potencial. Dimensiones generales.
STPC-LIN-23	Electrodo de referencia Ag/AgCl permanente con probeta
STPC-LIN-24	Instalación de Ánodos de Sacrificio
STPC-LIN-25	Instalación de Ánodos de Sacrificio en serie
Handy Cap	Información técnica
P.E.C.	Información técnica
Juntas Monoblock	Información técnica

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



ARGO S.A.	STANDARD TÉCNICO DE PROTECCIÓN CATÓDICA PROTECCIÓN CATÓDICA. DISPOSICIÓN GRAL. CORRIENTE IMPRESA. LECHO HORIZONTAL.					
CLIENTE GENERICO	CODIGO STPC-EPC-01		REV.	REVISADO	APROBADO	FECHA
PROYECTO GENERICO	ESCALA SIN ESCALA	HOJA 1 DE 1	0	A. MARTÍN	PEREZ-SIERRA	12/11/2004

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



A.– Longitud activa del lecho anódico.

L.– Longitud del ánodo.

E.– Espacio de cable libre entre ánodos.

F.– Caja de empalme scotchcast o similar.

MONTAJE:

– En el fondo de una zanja de 1,5 m de profundidad y ancho variable, se practicará un cajeado de 0,3 x 0,3 m de sección.

– Verter el backfill a lo largo del cajeado, hasta una altura de 15 cm.

– Extender los ánodos, guardando la distancia especificada.

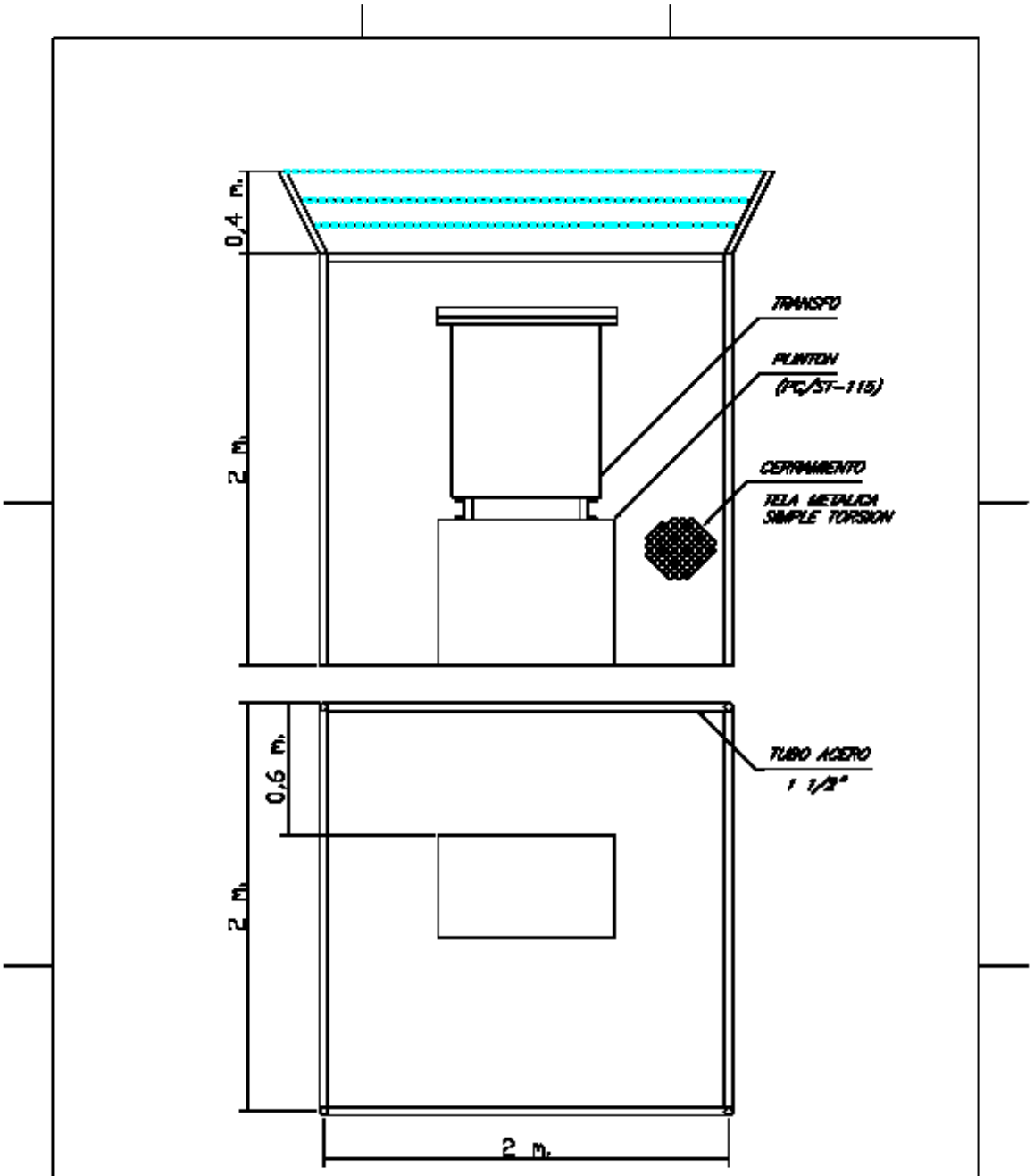
– Terminar de verter el backfill hasta llenado total del cajeado.

– Los cables anódicos se empalmarán al cable general anódico.

– Antes de tapar la zanja, verter con cuidado una primera tongada de tierra compactándola encima de la parte activa.

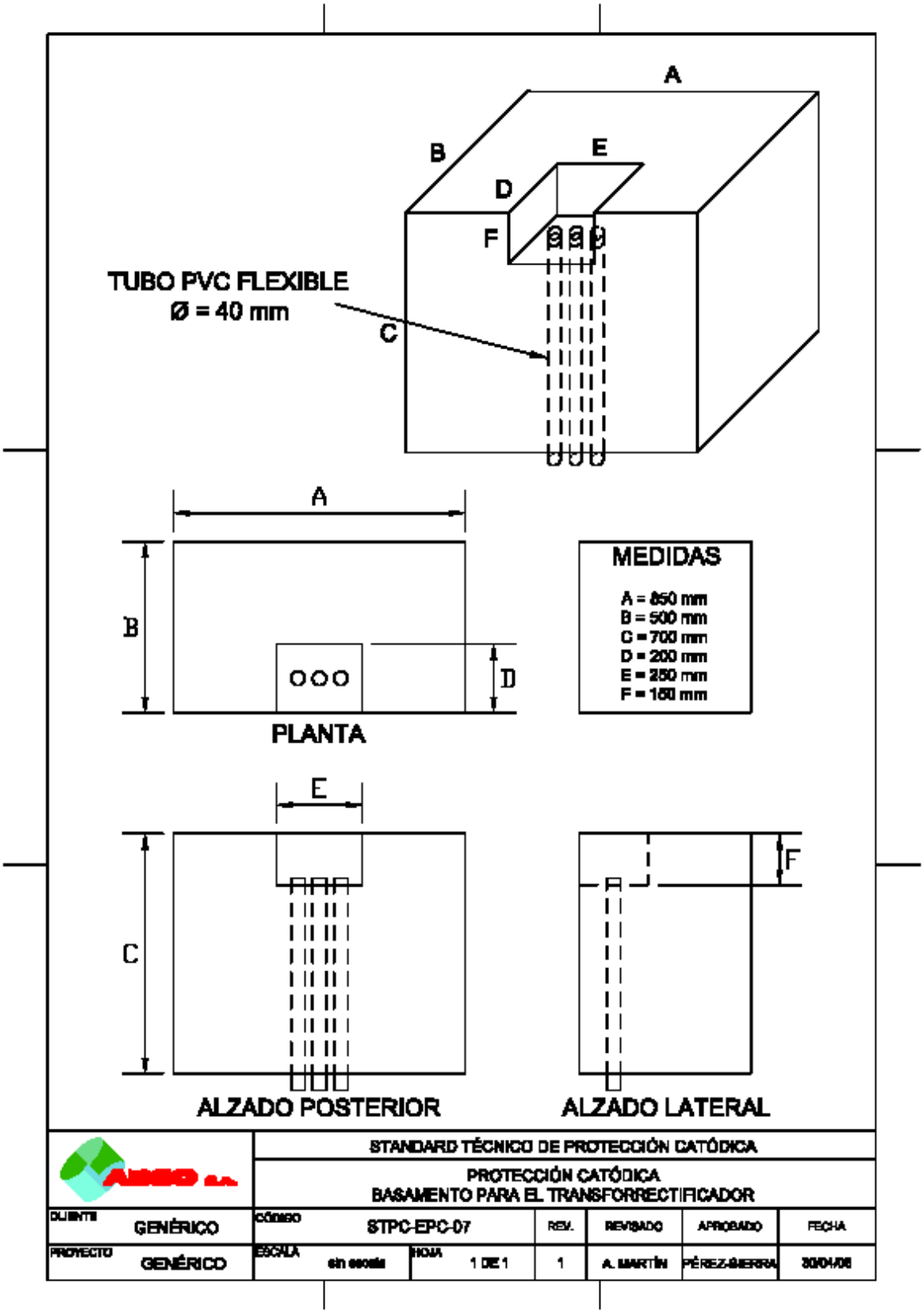
ARCO S.L.	STANDARD TÉCNICO DE PROTECCIÓN CATÓDICA PROTECCIÓN CATÓDICA. DISPOSICIÓN DE ÁNODOS HORIZONTALES					
CLIENTE: GENERICO	CÓDIGO: STPC–EPC–04		REV.	REVISADO	APROBADO	FECHA
PROYECTO: GENERICO	ESCALA: SIN ESCALA	HOJA: 1 DE 1	0	A. MARTÍN	PEREZ–SIERRA	12/11/04

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

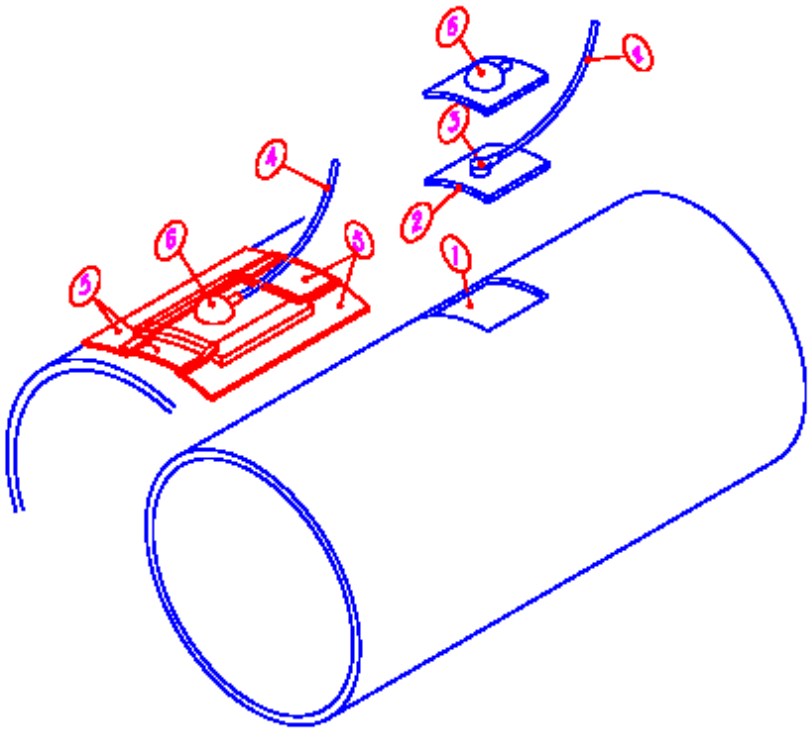


ARCO S.A.	STANDARD TÉCNICO DE PROTECCIÓN CATÓDICA PROTECCIÓN CATÓDICA. RECINTO PARA TRANSFORRECTIFICADOR EN CAMPO					
CLIENTE GENERICO	CODIGO STPC-EPC-06		REV.	REVISADO	APROBADO	FECHA
PROYECTO GENERICO	ESCALA 1:25	HOJA 1 DE 1	0	A. MARTIN	PEREZ-SIERRA	12/11/04

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

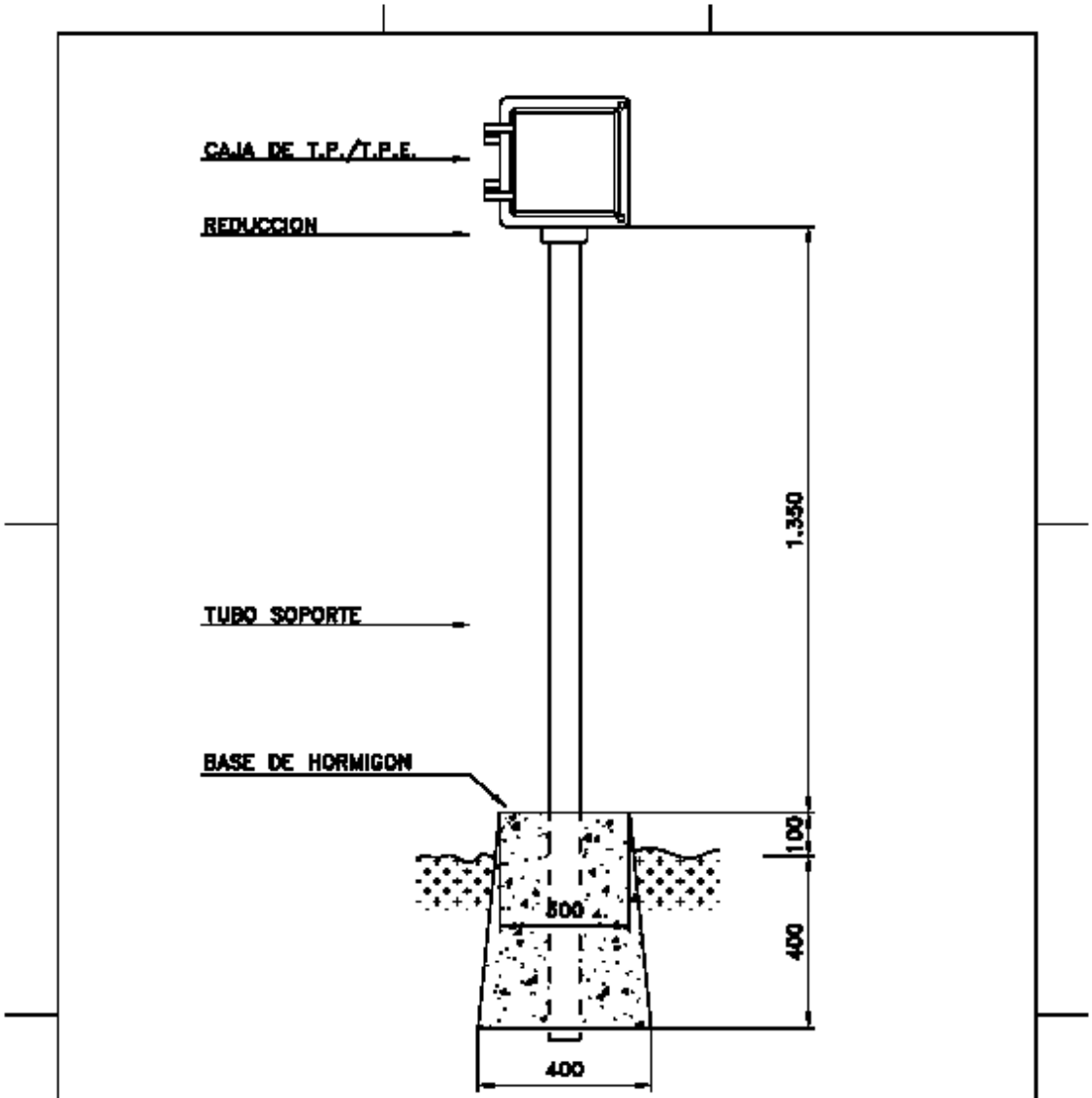


N O T A S:

1.– ELIMINAR EL REVESTIMIENTO Y LIMPIAR LA TUBERIA.
2.– SOLDAR LA TEJA ② AL TUBO CON EL CABLE ④ ASOCIADO.
3.– SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA
4.– CABLE REVESTIDO
5.– CINTA DE SELLADO.
6.– ENCAPSULACION HANDY CAP.

	STANDARD TÉCNICO DE PROTECCIÓN CATÓDICA					
	PROTECCIÓN CATÓDICA DE TUBERÍAS ENTERRADAS. SOLDADURA DE TEJA, AISLAMIENTO Y SELLADO.					
CLIENTE GENERICO	CODIGO STPC–LIN–11		REV.	REVISADO	APROBADO	FECHA
PROYECTO GENERICO	ESCALA SIN ESCALA	HOJA 1 DE 1	D	A. MARTIN	PEREZ–SIERRA	12/11/94

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



REFERENCIA	TUBO SOPORTE	DIMENSIONES INT. CAJA	REDUCCIÓN HEMBRA – MACHO
TP	Ø 1 ½"	100 x 100 x 55	De 1 ½" a 1"
TP	Ø 2"	200 x 200 x 85	De 2" a 1 ½"
TPE	Ø 2"	320 x 320 x 145	De 2" a 1 ½"

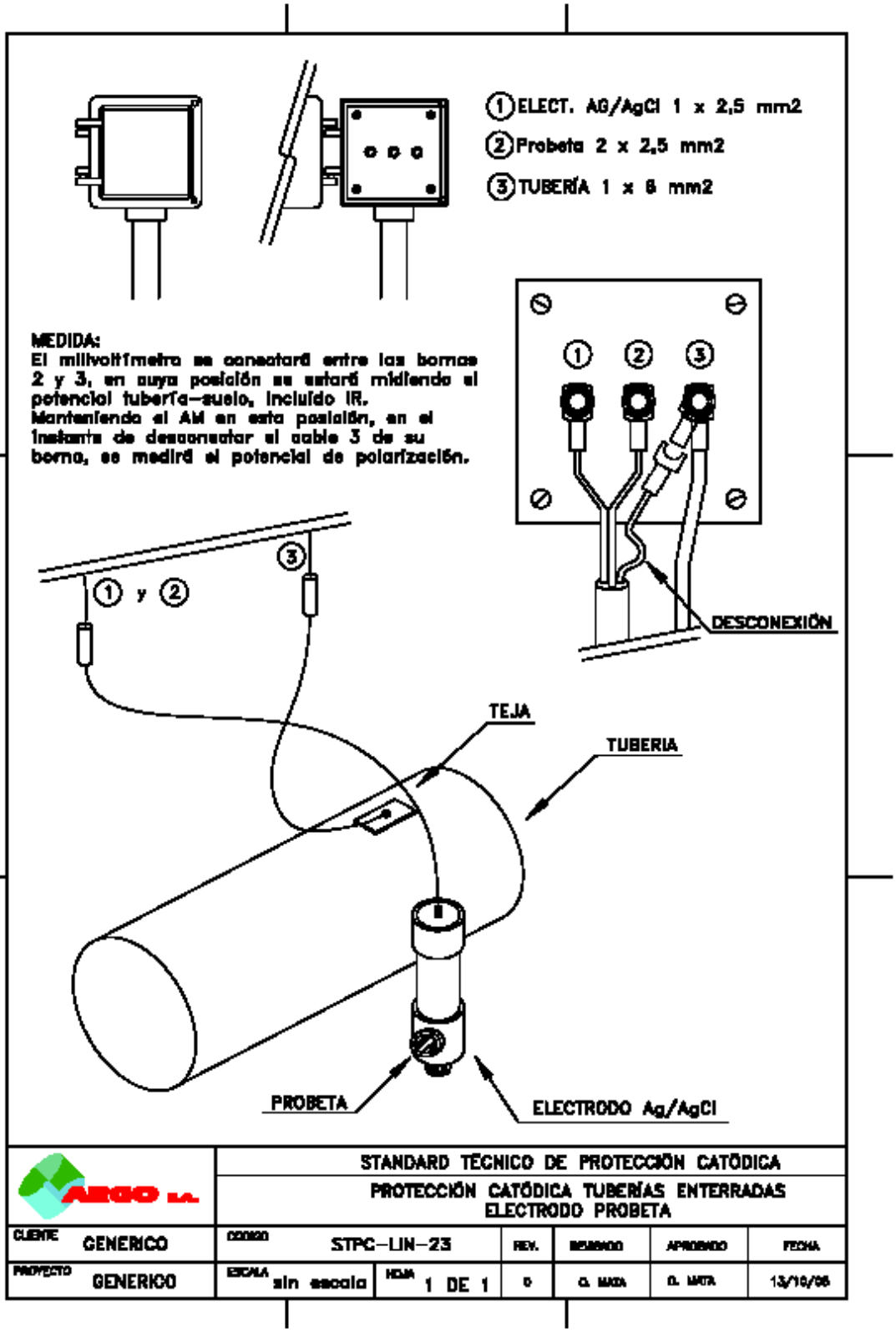
ARCO S.A.

STANDARD TÉCNICO DE PROTECCIÓN CATÓDICA

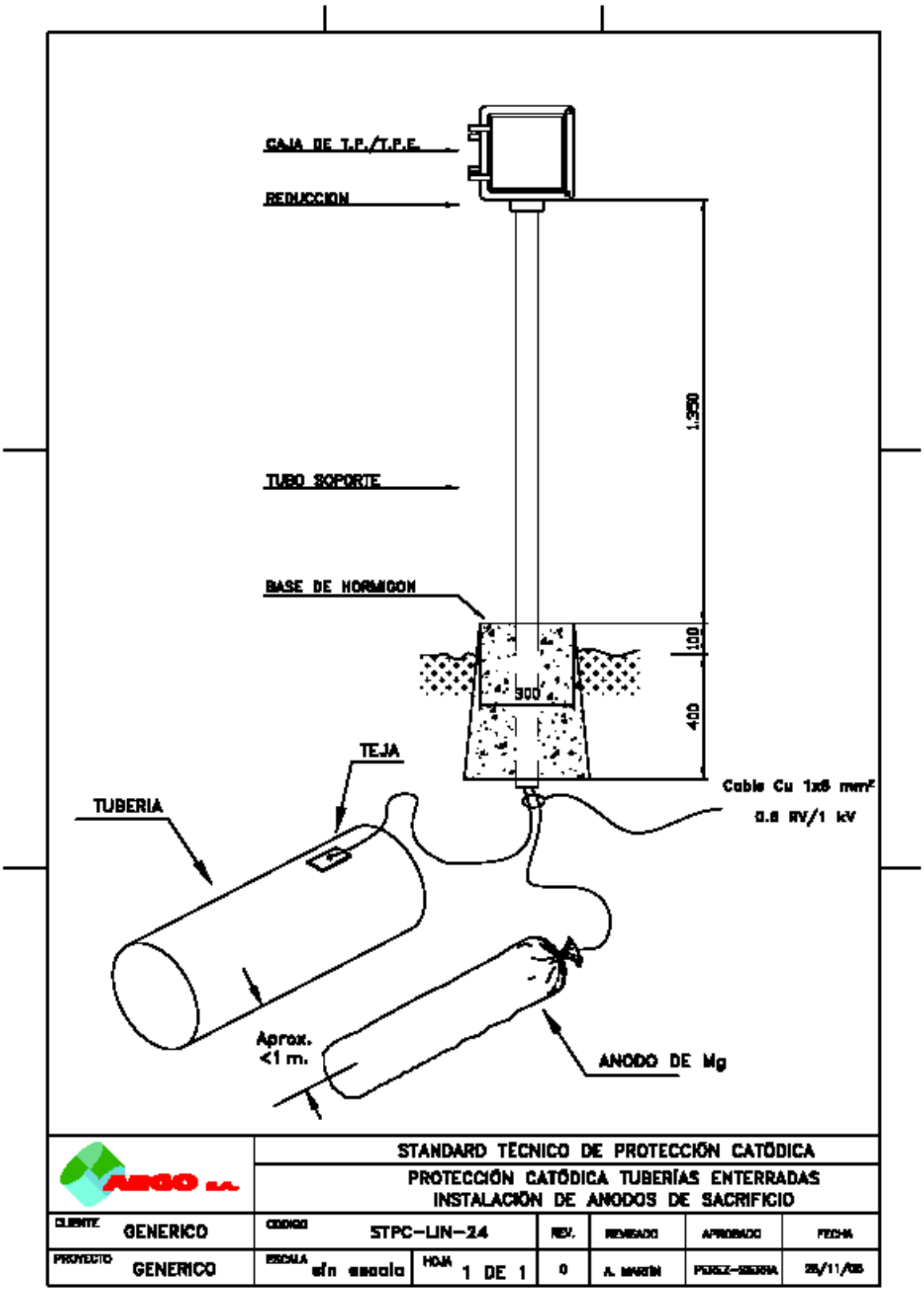
PROTECCIÓN CATÓDICA TUBERÍAS ENTERRADAS
CAJAS DE TOMA DE POTENCIAL

CLIENTE	CÓDIGO		REV.	REVISADO	APROBADO	FECHA
GENERICO	STPC-LIN-12					
PROYECTO: GENERICO	ESCALA: sin escala	HOJA: 1 DE 1	1	A. MARTÍN	PÉREZ-SIERRA	31/08/05

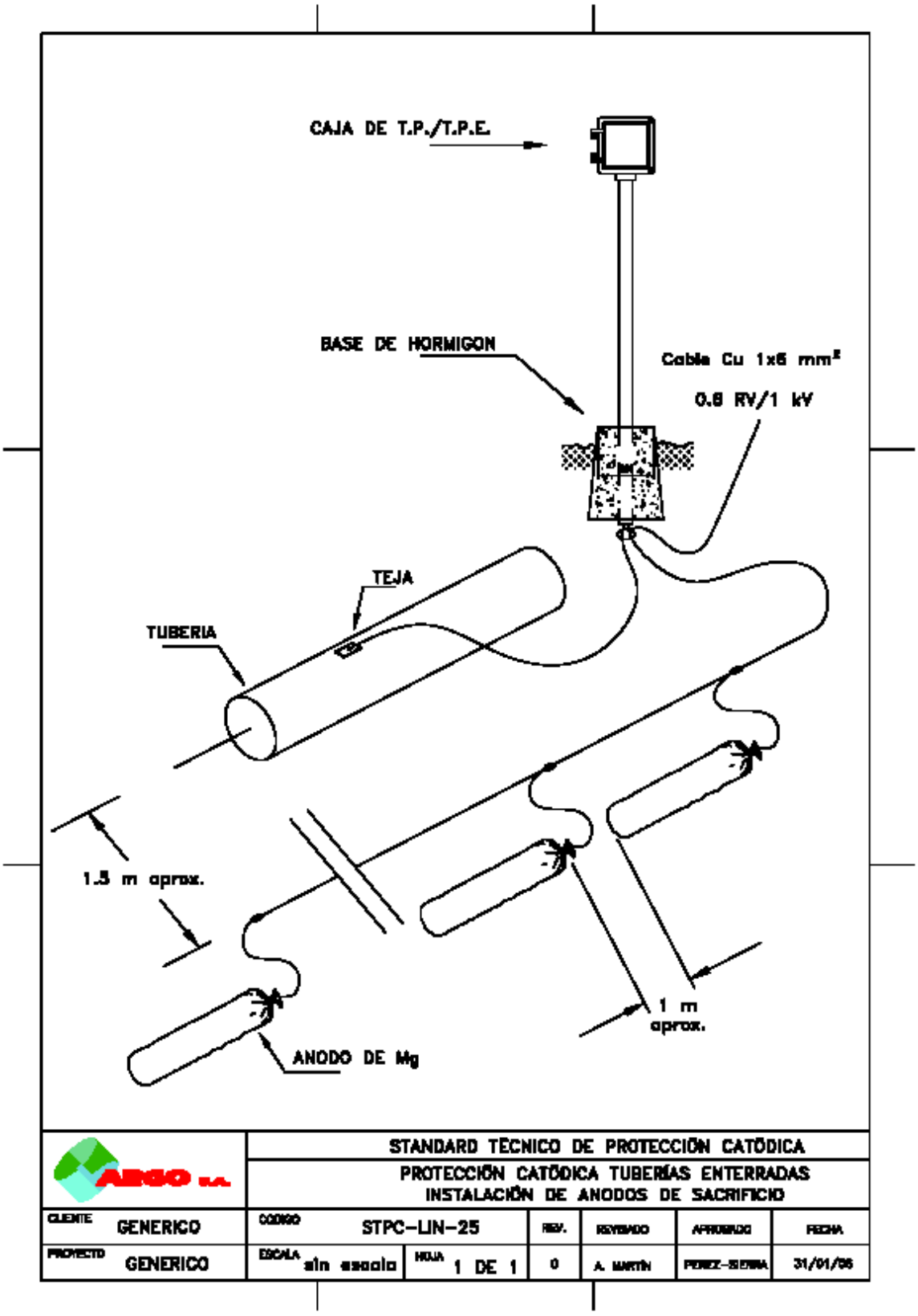
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



ABGO S.A.	STANDARD TÉCNICO DE PROTECCIÓN CATÓDICA PROTECCIÓN CATÓDICA TUBERÍAS ENTERRADAS INSTALACIÓN DE ANODOS DE SACRIFICIO					
CLIENTE GENERICO	CODIGO STPC-LIN-25		REV.	REVISADO	APROBADO	FECHA
PROYECTO GENERICO	ESCALA sin escala	HOJA 1 DE 1	0	A. MARTÍN	PEREZ-SIERRA	31/01/06

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Conjunto de Teja y Handy Cap

TEJA CON SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA

Sistema desarrollado para evitar soldaduras aluminotérmicas directamente sobre las tuberías de acero, para la conexión de cables de cobre, de tomas de potencial.

Si fuese necesario, este sistema permite la unión de cables a tuberías en carga, mediante soldadura en frío AC-2.

Conjunto compuesto por:

- Chapa de acero al carbono de dimensiones 80x80x4mm curvada al diámetro de la tubería.
- Cable de cobre de tipo y longitud según necesidades de obra.
- Soldadura realizada en taller aluminotérmica.

CONTROLES DE CALIDAD

Cada lote de tejas realizadas por ARGO S.A., va acompañado de un certificado de conductividad, realizado en nuestras instalaciones, en el cual se indican los valores obtenidos, instrumento con el que se realizan las medidas y certificado de calibración del mismo

Ensayos realizados

- Resistencia del conjunto Chapa-Soldadura-Cable.

Valores obtenidos mediante aparato:

- 5 ½ Digits Multimeter HEWLETT-PACKARD (Calibración anual).

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ENCAPSULACIÓN HANDY-CAP

Como complemento a las tejas, para revestirlas una vez soldadas a la tubería se empleará la encapsulación HANDY-CAP.

De aplicación en frío, para aplicar inmediatamente después de la unión de la teja a la tubería.

Su unión se realiza con imprimación ALTENE P-16

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1.- Limpiar el área de soldadura y aplicar la imprimación. Nota: cuando la aplicación se realiza sobre una tubería revestida de fábrica, habrá que limpiar la superficie previamente con una lima, o cepillo de acero.

2.- Retirar el papel de parafina que hay sobre el adhesivo. Cuando se aplica sobre las tuberías de diámetro pequeño, la banda plástica se doblará hacia dentro por las marcas laterales.

3.- Colocar la "bóveda" sobre la soldadura y presionar. Colocar el cable para que quede bajo el "túnel" que sale de la bóveda. Separar hacia arriba el cable y presionar el material para que quede alrededor del mismo. Apoyar el cable sobre la tubería y presionar el Handy Cap hasta conseguir buen contacto en toda la superficie.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Protección de Juntas Aislantes

Potential Equalization Clamp (P.E.C.)

Aplicación

Muchas tuberías enterradas están protegidas contra la corrosión mediante sistemas de Protección Catódica. La tubería es mantenida en un potencial negativo con respecto al terreno de tal forma que la acción electrolítica corrosiva no afecta a la superficie de la tubería mediante la oxidación.

Para un correcto funcionamiento del sistema de protección catódica la tubería se aisla mediante manguitos dieléctricos, consiguiendo así una pérdida mínima de corriente.

En grandes longitudes de tubería aislada, la corriente inducida debido a líneas eléctricas o descargas atmosféricas, rayos, puede llegar a ser de miles de voltios, con la consiguiente perforación del material aislante de la junta o manguito.

Para proteger de estas averías a las juntas aislantes, existe el PEC, que se conecta a ambos lados de éstas. En su estado inactivo tiene el circuito abierto (10^{10} ohms). El voltaje entre ambos lados de la junta aislante, deberá superar el prefijado en el PEC para que éste deje paso a la corriente. Después de la descarga, el PEC vuelve automáticamente a su estado inactivo. El PEC consiste en un descargador de gas, muy robusto, dentro de una carcasa de bronce Ex. La carcasa de bronce lleva un revestimiento plástico resistente a radiaciones UV y el conjunto es apto para ser instalado en áreas clasificadas.

Instalación

El PEC debería instalarse con la menor longitud de cable posible, desde ambos lados de la junta aislante. En condiciones extremas, la inductancia en grandes longitudes de cable, puede generar potenciales muy elevados.

El PEC se puede instalar en cualquier posición y está diseñado para ser enterrado directamente, si se desea.

Especificaciones

Tara tensión disruptiva DC:	
Modelo PEC 350	350 V
Tolerancia Tensión disruptiva:	±15%
Sobretensión: 1kV/µs	<1000V
Diferencia de potencial: (circuito cerrado)	<20V
Resistencia: (circuito abierto)	10^{10} ohms
Capacidad:	<10pF
Corriente de rayo (8/20µs):	100kA
Vida media:	>10000 descargas
Dimensiones:	L=138 mm Dis.=25 mm
Longitud de cable:	2×250 mm de 16 mm^2

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª. NIF A86488087. Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Juntas Aislantes Monoblock

TEORIA

La corrosión destruye aproximadamente el 20% de la producción anual de acero en el mundo.

Las tuberías enterradas, para transporte y distribución de agua, gas y otros hidrocarburos, están especialmente expuestas a la corrosión, con graves consecuencias, tales como:

- Derrames del producto transportado, acompañado, a veces, de explosiones y fuegos, cuando están involucrados gases u otros hidrocarburos.
- Contaminación del agua que se transporta.
- Contaminación del terreno, arroyos, vías fluviales y aguas subterráneas.
- Interrupción del suministro, con el consiguiente elevado coste de reparación.
- Reducción de la presión de la tubería.

Estas costosas reparaciones y averías podrán evitarse si la tubería está equipada con un sistema de Protección Catódica. Hay que tener en cuenta que un sistema de Protección Catódica es efectivo en tuberías en las que:

- Tienen un revestimiento aislante de alta calidad.
- No están en contacto con otras estructuras metálicas no protegidas.
- Están eléctricamente aisladas de aquellos elementos que supongan una baja resistencia a tierra, así como de aquellos tramos o equipos que no necesitan ser protegidos catódicamente.

El aislamiento eléctrico en las tuberías se consigue mediante acoplamientos especiales a los que se denomina JUNTAS AISLANTES.

La compañía PROJOINT se ha especializado en la investigación y desarrollo de juntas aislantes. Desde el principio de sus actividades en el campo de la protección contra la corrosión, hace más de 35 años, su principal inquietud ha sido ofrecer juntas aislantes libres de cualquier inconsistencia mecánica o eléctrica, asociadas a las tradicionales bridas aislantes.

Las juntas aislantes PROJOINT de cualquier tipo y para cualquier presión, ofrecen la mayor confianza debido a que:

- Son Monoblock, esto es, no pueden ser desmontadas sin ser destruidas.
- Están prefabricadas y montadas en fábrica, garantizando la totalidad de sus características técnicas.
- Los elementos metálicos que la componen están dimensionados según los métodos de cálculo más avanzados.
- Se montan con material aislante de la mayor resistencia mecánica, eléctrica y térmica.
- Se suministran con un revestimiento epoxi, aplicado a la totalidad de las superficies metálicas, cuyo espesor y longitud son tales que dan una excelente resistencia eléctrica a las juntas, incluso en presencia de agua.
- Son comprobadas en planta, lo que da la mejor garantía al cliente.
- Evaluadas con éxito por ingenierías y constructoras en el mundo entero, debido a sus excelentes prestaciones, tanto en los ensayos como, durante largos periodos de tiempo, en servicio.

Debido a sus propiedades intrínsecas, los diferentes tipos de juntas aislantes PROJOINT no necesitan, ni mantenimiento, ni sustitución durante toda su vida de trabajo. Esto añade un valor económico ya que reduce los costes de funcionamiento.

De hecho, mientras que una junta de bridas debe ser instala en superficie o en una arqueta sin humedad, las juntas aislantes monoblock pueden ser enterradas. En este caso, se debe aplicar el revestimiento adecuado con una combinación de cintas.

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087. Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Las juntas aislantes PROJOINT se dividen en dos categorías: juntas de servicio y juntas de tubería principal.

Juntas de servicio (Acometidas)

La mayoría de las viviendas e industrias son abastecidas de agua y gas desde una red de distribución local. Dentro de estos edificios, las tuberías se conectan con las instalaciones del consumidor y frecuentemente pueden entrar en contacto, o conectarse deliberadamente con estructuras o refuerzos metálicos del edificio.

Para evitar esta situación, en la cual se anulan todos los intentos de proteger las mencionadas redes contra la corrosión, se acoplará una junta aislante monoblock, con la que se conseguirá aislar la tubería de puestas a tierra indeseadas.

Juntas de tubería principal o Transporte

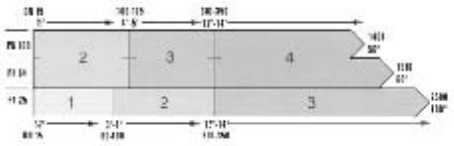
Como se ha mencionado, cualquier tubería metálica sometida a un sistema de Protección Catódica, debe ser aislada eléctricamente de todas las demás estructuras. Este aislamiento se consigue, con el máximo nivel de seguridad, por medio de las juntas aislantes PROJOINT.

Gracias a la fiabilidad de las juntas aislantes, cuando intervienen en el sistema de protección anticorrosiva de una tubería, se consigue el método más seguro y económico de funcionamiento de tuberías y redes de distribución de agua, gas e hidrocarburos.

PROJOINT mantiene el liderazgo en la producción de juntas aislantes gracias a:

- La gran fiabilidad de sus productos.
- La precisión en su fabricación.
- Los estrictos y continuos controles de calidad durante el proceso de fabricación.
- Los diseños innovadores como se ven en las figuras 1 y 3.

Las juntas **TIPO-S** (fig. 1) se construyen para presiones y diámetros según la tabla A y las secciones 1, 2, 3 y 4 (fig. 2) siguiendo el diagrama A.



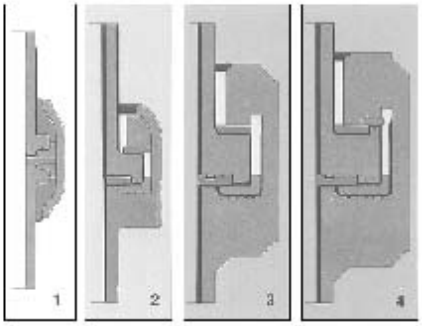


Fig.2

Fig. 1

NOTA: En la tabla que se adjunta se dan las dimensiones de las juntas con PN hasta 100, DN hasta 1400 y temperatura de trabajo hasta 70ºC

Para juntas con presiones, diámetros y temperaturas superiores a los valores mencionados, se suministrarán los datos previa solicitud.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Límites de diámetros y presiones de la producción estándar de juntas. T 70ºC

DN mm (pulgadas)	Clase		Presión (bar)	
	Proioint	ANSI	TRABAJO	PRUEBA
De 15 (½) hasta 2500 (100)	PN 25	150	25	38
De 15 (½) hasta 1500 (60)	PN 64 –100	300 - 600	64 – 100	96 – 150
De 15 (½) hasta 1400 (56)	PN 150 – 250 y superior	900 – 1500 2500	150 – 2500 y superior	225 – 375 y superior

MATERIALES

- Secciones de tubería:
  - Tuberías de acero al carbono según normas API 5L y 5LX. ASTM. DIN y BS.
  - Chapas cilindradas, según las anteriores normas, soldadas con arco longitudinalmente (SAW).
- Cuerpo de la Junta:
  - Montaje por soldadura de anillos de chapa de gran espesor cilindrada, o anillos forjados según ASTM, DIN y MSS-SP44.
- Material Aislante:
  - Fibra de vidrio epoxi laminada o prefabricada según normas ASTM D-709 y CEI (EV10).
  - Policarbonatos.
  - Resinas epoxi curadas en frío.
- Juntas Revestimiento:
  - Elastómeros de Nitrilo, floruro y silicona según norma ASTM D-2000.
- Revestimiento:
  - Superficies internas: resinas epoxi (FBE).
  - Superficies externas: Imprimaciones y pinturas epoxi o revestimientos especiales.

SOLDADURA Y ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

- Las piezas de metal que componen las llamadas juntas estándar se unen por medio de soldadura con chaflán (fillet-weld). Si se solicita, las costuras se pueden inspeccionar mediante métodos no destructivos, líquido penetrante e inspecciones magnetoscópicas.
- También se montan con soldadura a tope (ENAGAS). Ene este caso se pueden realizar inspecciones con rayos X y ultrasonidos.
- Todos los procedimientos de soldadura con según la norma ASME VIII y IX y tienen la pertinente calificación de autoridades internacionales independientes.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ENSAYOS

- En las juntas se realizan controles por muestreo o individuales, para garantizar los siguientes valores mínimos:

- Ensayo de presión hidráulica: 1.5 veces PN.
- Ensayos dieléctricos (al aire y con juntas mojadas).
  - Resistencia eléctrica: 5 megohms mínimo: tensión 1 kV DC
  - Resistencia a la tensión aplicada (sin descarga): 3 kV / 50 Hz durante 1 minuto.

- Si se solicita, se pueden suministrar juntas con los siguientes ensayos complementarios:

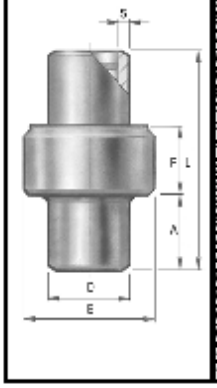
- Resistencia eléctrica con la junta llena de agua:

$$R = \rho \frac{L}{S} \qquad \text{donde} \begin{cases} \rho = \text{resistividad (ohmxcm) del agua} \\ L = \text{Longitud de pared interna revestida} \\ S = \text{sección del flujo (cm}^2\text{)} \end{cases}$$

- Ensayo hidráulico cíclico.
- Ensayo hidrostático con cierre en los extremos.
- Ensayo de estanquiedad.
- Ensayos dieléctricos después de una inmersión en una solución con un 3% de NaCl

- Se pueden realizar ensayos adicionales de acuerdo con las especificaciones del cliente.

ESPECIFICACIONES



DN (pulgadas)	D	Hasta PN-25-ANSI 150				Hasta PN-64-ANSI				Hasta PN-100-ANSI 600			
		S	L	E	B	S	L	E	B	S	L	E	B
16 1/2"	21,3	3,6	229	49	34	3,2	250	60	59	3,7	250	60	59
20 3/4"	26,7	3,9	245	51	35	3,2	250	65	60	3,9	250	65	60
25 1"	33,4	3,9	250	65	48	3,4	250	75	60	3,9	250	75	60
32 1 1/4"	42,4	3,9	300	76	50	3,6	300	83	68	3,9	300	83	68
40 1 1/2"	48,3	3,9	300	83	55	3,7	300	95	86	3,9	300	95	86
50 2"	60,3	3,9	350	88	60	3,9	350	97	90	3,9	350	114	104
65 2 1/2"	76,1	4,8	350	113	65	5,5	350	120	110	5,5	350	132	117
80 3"	88,9	4,8	400	125	65	5,5	500	140	115	5,5	500	155	123
100 4"	114,3	4,8	400	150	75	6	500	170	120	6	500	190	128
125 5"	141,3	4,8	500	191	92	6,5	600	200	130	6,5	600	217	148
150 6"	168,3	5,6	500	215	97	7,1	600	230	145	7,1	600	248	161
200 8"	219,1	6,4	500	273	106	8,2	600	270	160	8,2	600	297	183
250 10"	273,0	6,4	700	323	116	9,3	800	350	180	9,3	800	368	211
300 12"	323,8	6,4	700	382	154	9,5	800	410	210	9,5	800	440	232
350 14"	355,6	7,1	900	426	180	12,7	1000	450	210	12,7	1000	455	231
400 16"	406,4	7,1	900	470	175	12,7	1000	510	250	12,7	1000	540	280
450 18"	457,2	7,1	900	518	200	14,3	1000	560	260	14,3	1000	600	290
500 20"	508,0	7,1	1000	605	220	15,9	1200	640	280	15,9	1200	684	306
550 22"	558,8	8	1000	660	232	17,5	1200	690	300	17,5	1200	730	342
600 24"	609,6	8,8	1000	726	250	19	1200	760	330	19	1200	810	405
650 26"	660,4	8,8	1000	766	255	19	1200	800	360	19	1200	845	388
700 28"	711,2	8,8	1200	830	275	19	1300	850	375	19	1300	890	400
750 30"	762,0	8,8	1200	870	275	19	1300	900	380	19	1300	970	421

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ANEJO Nº 12

TRAMITACIÓN AMBIENTAL Y ARQUEOLÓGICA

ANEJO Nº 12

TRAMITACIÓN AMBIENTAL Y ARQUEOLÓGICA

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES 1

APÉNDICES

Apéndice 1.- Documento Ambiental para la Evaluación Ambiental Estratégica y para la Evaluación Ambiental de Proyecto

Apéndice 2.- Carta a la DG de Patrimonio Cultural

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

1.- ANTECEDENTES

Se ha enviado documento para la Evaluación Ambiental del proyecto en febrero de 2017, en aplicación de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, así como el régimen transitorio en materia de evaluación ambiental contemplado en la Disposición transitoria primera de la Ley 4/2014, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas de la Comunidad de Madrid,

Dicho documento se adjunta en el Apéndice 1 Documento Ambiental para la evaluación Ambiental Estratégica y para la Evaluación Ambiental de Proyecto.

Igualmente, en febrero de 2017 se ha remitido carta a la Dirección General de Patrimonio Cultural solicitando identificación de las afecciones al Patrimonio Histórico, así como la correspondiente Hoja Informativa, encontrándonos a la espera de respuesta. Dicha carta se adjunta en el Apéndice 2.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICES

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 1

DOCUMENTO AMBIENTAL PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA Y PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS

DOCUMENTO AMBIENTAL PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA Y PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Área: Proyectos de Abastecimiento

Fecha: Enero 2017

CANAL DE ISABEL II GESTIÓN, S.A. INSCRITA EN EL REGISTRO MERCANTIL DE MADRID AL TOMO 29.733, FOLIO 86, SECCIÓN 8, HOJA M-534929, INSCRIPCIÓN 1ª. NIF A86889087. DOMICILIO SOCIAL: C/ SANTA ENGRACIA, 125. 28003 MADRID

CONTENIDO DEL DOCUMENTO

A] INTRODUCCIÓN 5

A] 1. INTRODUCCIÓN 5

A] 2. ANTECEDENTES 5

A] 3. MOTIVACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA SIMPLIFICADA DEL PLAN ESPECIAL Y DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA DEL PROYECTO 5

A] 4. OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO AMBIENTAL 6

A] 5. CONTENIDO DEL PRESENTE DOCUMENTO 7

A] 6. NORMATIVA DE APLICACIÓN 9

A] 7. RECURSOS TÉCNICOS Y HUMANOS 16

B] DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SUS ACCIONES 17

B] 1. ÁREA DE ESTUDIO 17

B] 2. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 17

B] 3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 20

B] 4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES DEL PROYECTO 35

B] 5. RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES 37

C] INVENTARIO AMBIENTAL 41

C] 1. CLIMATOLOGÍA 41

C] 2. ATMÓSFERA: CALIDAD DEL AIRE Y AMBIENTE SONORO 45

C] 3. GEOLOGÍA 51

C] 4. EDAFOLOGÍA 54

C] 5. GEOMORFOLOGÍA 60

C] 6. HIDROLOGÍA 63

C] 7. HIDROGEOLOGÍA 71

C] 8. VEGETACIÓN 81

C] 9. FAUNA 109

C] 10. PAISAJE 125

C] 11. FIGURAS DE PROTECCIÓN 137

C] 12. MEDIO SOCIOECONÓMICO 142

C] 13. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO 146

C] 14. PATRIMONIO HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO Y CULTURAL 147

D] IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS 152

D] 1. IMPACTOS EN LA FASE DE OBRA 152

D] 2. IMPACTOS EN LA FASE DE EXPLOTACIÓN 195

D] 3. IMPACTOS EN LA FASE DE CESE DE EXPLOTACIÓN 198

E] MEDIDAS PROPUESTAS 199

F] VALORACIÓN AMBIENTAL GLOBAL 215

G] PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 217

H] HOJA DE FIRMAS 221

ANEXOS 223

ANEXO I REPORTAJE FOTOGRÁFICO 225

ANEXO II. AFECCIÓN A RED NATURA 2000 239

ANEXO III. CARTOGRAFÍA 271

A] INTRODUCCIÓN

A] 1. Introducción

La Ley 17/1984 Reguladora del abastecimiento y saneamiento de la Comunidad de Madrid, en su artículo 2, establece que los servicios de aducción son de interés de la Comunidad de Madrid, a la que corresponde la planificación general con formulación de esquemas de infraestructuras y definición de criterios, con orden a dotar a todos sus ciudadanos de un abastecimiento con garantía de cantidad y calidad.

En este sentido, motivado por los nuevos desarrollos contemplados por el Plan Especial del Sistema Aeroportuario Madrid-Barajas, aprobado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Comunidad de Madrid en septiembre de 2005, y por la importancia de dicha infraestructura debido a su tráfico de pasajeros y volúmen de operaciones diario, se considera necesaria la conexión del Segundo Anillo de Distribución a Madrid con la Arteria Cintura Este para garantizar el suministro de agua potable a la totalidad del aeropuerto.

Por este motivo, se promueve el proyecto de "CONSTRUCCIÓN ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS", cuyo objeto es definir las obras e instalaciones necesarias para la ejecución de la Arteria Norte de abastecimiento de agua potable que permita conectar la red de aducción del Canal de Isabel II con el Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas, asegurando así el suministro de agua potable a los nuevos desarrollos previstos dentro del recinto aeroportuario. Las obras serán ejecutadas por Canal de Isabel II S.A.

Asimismo, y conjuntamente al proyecto constructivo, se redacta el Plan Especial del mismo, de acuerdo con los artículos 50 y siguientes de la Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid, en los que, entre otras cosas, se determina la función de los planes especiales en cuanto a la definición, ampliación o protección de cualesquiera elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios, así como la complementación de sus condiciones de ordenación con carácter previo para legitimar su ejecución.

A] 2. Antecedentes

El Plan Especial del Sistema Aeroportuario Madrid-Barajas, aprobado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Comunidad de Madrid en septiembre de 2005, define las necesidades de abastecimiento de agua potable del Aeropuerto Madrid – Barajas para dar servicio a futuras áreas del Subsistema de Actividades Aeroportuarias.

En septiembre de 2010 la empresa PAYMACOTAS redactó, por encargo de AENA, el proyecto "ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ARTERIAS PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS" Expediente: DIA 1120/08.

Se definían en el citado proyecto las obras necesarias para la ejecución de las arterias Norte y Sur de abastecimiento de agua al sistema aeroportuario Madrid-Barajas.

El tiempo transcurrido desde la redacción del proyecto existente y la necesidad de adecuarlo a la normativa de Canal de Isabel II Gestión es el fundamento para la redacción del nuevo proyecto, el cual se refiere exclusivamente a las obras correspondientes a la Arteria Norte de abastecimiento.

A] 3. Motivación de la aplicación de la evaluación ambiental estratégica simplificada del Plan Especial y de la evaluación de impacto ambiental simplificada del proyecto

El proyecto de "Construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas" tiene una longitud de 6,2 km y une el Segundo Anillo de Distribución

a Madrid y la Arteria Cintura Este. Se define una conducción de acero helicosoldado de 1.200 mm de diámetro nominal.

Asimismo, y como se ha indicado anteriormente, junto con el proyecto constructivo, se redacta el Plan Especial del citado proyecto.

Actualmente, en la Comunidad de Madrid, resulta de aplicación la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*, así como el régimen transitorio en materia de evaluación ambiental contemplado en la Disposición transitoria primera de la *Ley 4/2014, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas*.

El proyecto que se evalúa en el presente documento se encuentra contemplado dentro del ámbito de aplicación del artículo 7, apartado 2 de la *Ley 21/2013 de evaluación ambiental:*

> *"Artículo 7. Ámbito de aplicación de la evaluación ambiental.*
>
> *[...]*
>
> *2.* ***Serán objeto de una evaluación ambiental simplificada****:*
>
> *[...]*
>
> *b) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000."*

Dado que la tubería proyectada cruza el LIC/ZEC ES3110001 "Cuencas de los ríos Jarama y Henares", el proyecto se encuentra sometido a procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada.

Asimismo, el Plan Especial se encuentra incluido dentro de los supuestos contemplados en el artículo 6, apartado 2 de la *Ley 21/2013 de evaluación ambiental:*

> *"Artículo 6. Ámbito de aplicación de la evaluación ambiental estratégica.*
>
> *[...]*
>
> *2. Serán objeto de una* ***evaluación ambiental estratégica simplificada****:*
>
> *[...]*
>
> *c) Los planes y programas que, estableciendo un marco para la autorización en el futuro de proyectos, no cumplan los demás requisitos mencionados en el apartado anterior."*

El Plan Especial define y ordena el referido proyecto, siendo el instrumento que legitima y permite su ejecución. Por ello, el citado Plan se encuentra sometido a procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica Simplificada.

En consecuencia, el presente Documento Ambiental se redacta de manera que el órgano ambiental, en este caso la Dirección General de Medio Ambientel de la Comunidad de Madrid, decida si el proyecto de "Construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas" y su Plan Especial deben o no someterse a las tramitaciones previstas en:

- Título II, Capítulo I, sección 2ª de la *Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental* (procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica Simplificada).
- Título II, Capítulo II, sección 2ª de la *Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental* (procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada).

A] 4. Objeto del presente documento ambiental

La Evaluación Ambiental constituye una herramienta fundamental para la detección de aquellas acciones de las actuaciones propuestas que puedan interferir en el medio ambiente, de forma que se prevea e informe sobre las consecuencias potenciales que el desarrollo de la actuación evaluada pudiera ocasionar sobre los medios físico, biológico y socioeconómico, así como sobre el paisaje.

De este modo, el procedimiento de Evaluación Ambiental permite, una vez valorados los efectos generados por dicha actuación, establecer las medidas protectoras y correctoras necesarias para evitar en unos casos, y minimizar en otros, las alteraciones derivadas de la actuación.

Desde el punto de vista legal, el objeto del presente Documento Ambiental es iniciar los procedimientos de evaluación ambiental estratégica simplificada del Plan Especial u evaluación de impacto ambiental simplificada del proyecto, regulados en la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental*.

Desde el punto de vista técnico, el objeto de este Documento es definir y valorar el entorno de la actuación del proyecto, entendiendo como tal el espacio físico, biológico y humano en el que se insertan las actuaciones previstas y que es susceptible de ser alterado.

La finalidad es prever la *magnitud y naturaleza de los efectos* originados por su construcción y puesta en operación, establecer las *medidas correctoras* técnicamente factibles y económicamente viables que permitan minimizar los impactos ambientales negativos producidos.

Las alteraciones que puedan surgir serán función de las características de la actividad y de las del lugar en el que se proyecta. Por tanto, en este documento se describirá el proyecto/plan especial y las acciones susceptibles de producir impactos, así como el medio sobre el que éstas van a influir y el espacio y tiempo que pueden verse afectados.

Para lograr los objetivos perseguidos se procederá a:

- Identificar los valores ambientales existentes en los terrenos sobre los que se desarrolla el proyecto objeto de análisis.
- Evaluar exhaustivamente los efectos producidos por la ejecución del citado proyecto, identificando su naturaleza y magnitud.
- Analizar la legislación de carácter sectorial de aplicación, recogiendo toda aquella que sea de obligado cumplimiento.
- Incorporar al proyecto las medidas cautelares y correctoras de índole ambiental que, en base al análisis realizado, deban ser tenidas en cuenta en la ejecución del mismo.
- Establecer los mecanismos de supervisión y vigilancia de las medidas ambientales recogidas en el presente documento.

A] 5. Contenido del presente Documento

Se presenta a continuación la relación entre el contenido del documento y las exigencias por parte de la normativa vigente, describiendo el alcance y contenido de cada apartado:

Contenido del Documento Ambiental		**Ley 21/2013**	
		EIAs (Art. 45)	**EAEs (Art. 29)**
A] 3. Motivación de la aplicación de la evaluación ambiental estratégica simplificada del Plan Especial y de la evaluación de impacto ambiental simplificada del proyecto	Se incluye la argumentación que determina, a partir de los antecedentes del proyecto, la necesidad de someter el plan especial al procedimiento de evaluación ambiental estratégica simplificada y el proyecto al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.	La motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada	La motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación ambiental estratégica simplificada
B. Descripción del proyecto y sus acciones	Se incluye la descripción de las principales características del proyecto, así como de las acciones derivadas del mismo, así como aquellos aspectos relacionados con el consumo de recursos y emisiones.	La definición, características y ubicación del proyecto.	Objetivos de la planificación El alcance y contenido del plan propuesto y de sus alternativas razonables, técnica y ambientalmente viables El desarrollo previsible del plan o programa

Contenido del Documento Ambiental		Ley 21/2013	
		EIAs (Art. 45)	EAEs (Art. 29)
B.2] Análisis de alternativas	Se incluye el análisis de alternativas empleado en la definición del proyecto	Una exposición de las principales alternativas estudiadas y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.	Un resumen de los motivos de la selección de las alternativas contempladas
C.] Inventario Ambiental	En primer lugar, se define el área de estudio afectada, sobre la cual se recopila toda la información relevante para el proyecto. En el ámbito de estudio se tiene en cuenta tanto el área directamente influenciada como la que sufra repercusiones de modo indirecto. Las áreas de estudio variarán dependiendo del elemento del medio que se estudie. Se describe el ámbito territorial donde se ubica el proyecto y los factores ambientales: clima, geología, hidrología, medio biótico, paisaje, estructura territorial, planeamiento urbanístico, áreas protegidas y zonas sensibles y patrimonio cultural atendiendo a la información disponible		Una caracterización de la situación del medio ambiente antes del desarrollo del plan o programa en el ámbito territorial afectado
D] Identificación y valoración de impactos	Basándose en los elementos que conforman el área de estudio y que son susceptibles de verse afectados por la ejecución del proyecto, se llevará a cabo la identificación y valoración de impactos durante las fases de construcción y explotación (no se contempla fase de abandono).	Una evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y en su caso durante la demolición o abandono del proyecto.	Los efectos ambientales previsibles y, si procede, su cuantificación Los efectos previsibles sobre los planes sectoriales y territoriales concurrentes
ANEXO II: Afección a Red Natura 2000	Se analizan las afecciones generadas por el proyecto sobre el LIC/ZEC ES3110001 “Cuencas de los ríos Jarama y Henares”	Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000 se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.	

Contenido del Documento Ambiental		Ley 21/2013	
		EIAs (Art. 45)	EAEs (Art. 29)
E]. Medidas propuestas	Se enumeran y definen para cada impacto significativo que pueda tener corrección, las medidas necesarias para prevenir, corregir o compensar los efectos ambientales negativos significativos previstos y así conseguir la integración ambiental del proyecto.	Las medidas que permitan prevenir, reducir y compensar y, en la medida de lo posible, corregir, cualquier efecto negativo relevante en el medio ambiente de la ejecución del proyecto.	Las medidas previstas para prevenir, reducir y, en la medida de lo posible, corregir cualquier efecto negativo relevante en el medio ambiente de la aplicación del plan o programa, tomando en consideración el cambio climático
F]. Programa de vigilancia ambiental	Se desarrolla el programa de actuaciones que garantiza el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras contenidas y vigila los impactos residuales que se ocasionan.	La forma de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras recogidas en el documento ambiental.	Una descripción de las medidas previstas para el seguimiento ambiental del plan

Tabla 1 Contenido del presente Documento Ambiental

A] 6. Normativa de aplicación

Para la ejecución del proyecto se atenderá a la normativa vigente, cumpliendo con las condiciones mínimas impuestas en la misma. En el siguiente cuadro se establecen las principales normas a tener en cuenta:

AMBITO	NORMA
Disposiciones relacionadas con la prevención y control integrados de la contaminación y la Evaluación de Impacto Ambiental	
Ámbito europeo	▪ Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. ▪ Directiva 2011/92/UE de 13 de diciembre de evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. ▪ Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de enero de 2008 relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.
Ámbito estatal	▪ Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero. ▪ Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. ▪ Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental. ▪ Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (modificada por Ley 5/2013). ▪ Real Decreto 509/2007, de 20 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (BOE 96 de 21 de abril de 2007).
Ámbito Autonómico	▪ Ley 4/2014, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas.

Legislación sobre Residuos y Suelos	
Ámbito Estatal	▪ Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados (modificada por Ley 5/2013). ▪ Real Decreto 943/2010, de 23 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos. (BOE n. 189, de 5 de agosto de 2010). ▪ Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (BOE n.185 de 1 de agosto de 2009). ▪ Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. ▪ Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados. ▪ Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. ▪ Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. ▪ Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. Modificado por el Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio. ▪ Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la ley 20/1986 de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobada mediante Real Decreto 833/1988 de 20 de julio.
Ámbito autonómico	▪ Resolución de 27 de diciembre de 2012, de la Secretaría General Técnica de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se hace público el Acuerdo del Consejo de Gobierno, de 27 de diciembre de 2012, por el que se adapta el Plan Regional de Residuos Urbanos incluido en la Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid (2006-2016) (B.O.C.M. Núm. 311, de 31 de diciembre de 2012). ▪ Resolución de 25 de abril de 2012, de la Directora General de Evaluación Ambiental, por la que se publica el modelo telemático correspondiente a "Informe de situación del suelo". (BOCM n. 112, de 11 de mayo de 2012). ▪ Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid (BOCM nº 186 de 7 de agosto de 2009). ▪ Plan Regional de Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid (2006-2016). ▪ Orden 2690/2006, de 28 de julio, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid (BOCM nº 192, de 14 de agosto de 2006). ▪ Orden 2770/2006, de 11 de agosto, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se procede al establecimiento de niveles genéricos de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos contaminados de la Comunidad de Madrid. ▪ Ley 5/2003, de 20 de mayo, de Residuos de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 76 de 31 de marzo de 2003). ▪ Acuerdo de 21 de febrero de 2002, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Plan de Gestión Integrada de los Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid 2002-2011 (B.O.C.M. Núm. 82, de 8 de abril de 2002).

	▪ Decreto 4/1991, de 10 de enero de 1991, por el que se crea el registro de pequeños productores de residuos tóxicos y peligrosos (B.O.C.M. Núm. 29, de 4 de febrero de 1991).
Ámbito local	▪ Ordenanza para la protección y conservación del medio ambiente, la naturaleza y el entorno urbano de Paracuellos del Jarama (BOCM nº 164 de 12 de julio de 2003). ▪ Ordenanza Municipal reguladora residuos construcción y demolición de Alcobendas (BOCM nº4 de 6 de enero de 2011)
Legislación relacionada con la atmósfera y ruido	
Ámbito Europeo	▪ Directiva 2010/75/UE, de 24/11/2010, Sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación). ▪ Directiva 50/2008, de 21 de mayo, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. ▪ Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental. ▪ Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre.
Ámbito estatal	▪ Real Decreto 678/2014, de 1 de agosto, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire ▪ Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación. ▪ Decreto 55/2012, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid (BOCM nº 70, de 22 de marzo de 2012). ▪ Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. ▪ Real Decreto 100/2011 actualización del catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera CAPCA-2010. ▪ Real Decreto 1675/2008, de 17 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 1371/2007, de 17 de octubre por el que se aprueba el documento básico “DB-HR protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación, y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba. ▪ Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la ley 37/2003, de 17 de noviembre de, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. ▪ Ley 34/2007, de 11 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la atmósfera. ▪ Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. ▪ Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. ▪ Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. ▪ Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera. ▪ Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.

	▪ Real Decreto 212/2002 de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. ▪ Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxido de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono. ▪ Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. ▪ Decreto 833/1975, de 6 de febrero que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico. (Derogado parcialmente).
Ámbito Autonómico	▪ Orden 1433/2007, de 7 de junio, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se aprueba la Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático de la Comunidad de Madrid 2006-20012. Plan Azul (BOCM nº 154, de 30 de junio de 2007). ▪ Decreto 55/2012, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid (BOCM nº 70, de 22 de marzo de 2012).
Ámbito local	▪ Ordenanza para la protección y conservación del medio ambiente, la naturaleza y el entorno urbano de Paracuellos del Jarama (BOCM nº 164 de 12 de julio de 2003). ▪ Ordenanza municipal contra la contaminación acústica y térmica de Alcobendas (BOCM nº 282 de 27 de noviembre de 2014)
Legislación de aguas	
Ámbito Europeo	▪ Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. ▪ Directiva 91/271/CEE sobre tratamiento de aguas residuales urbanas
Ámbito estatal	▪ Plan Nacional de Calidad de las Aguas (2007-2015) ▪ Resolución de 30 de junio de 2011, de la Secretaría de Estado de Medio Rural y Agua, por la que se declaran las zonas sensibles en las cuencas intercomunitarias. (BOE n. 180, de 28 de julio de 2011). ▪ Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas. ▪ Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro. ▪ Real Decreto 9/2008, de 11 de octubre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. ▪ Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. ▪ Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica. ▪ Real Decreto-Ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio. ▪ Orden MAM/1873/2004, de 2 de junio, por la que se aprueban los modelos oficiales para la declaración de vertido y se desarrollan determinados aspectos relativos a la autorización de vertido y liquidación del canon de control de vertidos regulados en el Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, de reforma del Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. ▪ Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio

	Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. ▪ Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. ▪ Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Modificada 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (BOE núm. 313, miércoles 31 de diciembre 2003: capítulo V art. 122, y art. 129). ▪ Orden/1999, de 13/08/1999, Se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de Cuenca del Tajo, aprobado por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio. ▪ Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales. ▪ Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. ▪ Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. ▪ Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. ▪ Real Decreto 1315/1992, de 30 de octubre, por el que se modifica parcialmente el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. ▪ Decreto 1164/1991, de 22 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminares I, IV, V, VI y VII, de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, y sus posteriores modificaciones. ▪ Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, y su modificación por el R.D 367/2010 de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente.
Ámbito autonómico	▪ Ley 17/1984, de 20 de diciembre, reguladora del abastecimiento y saneamiento de agua en la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 311, de 31 de diciembre de 1984). Parcialmente modificada por el art. 17 de la Ley 3/2008, de 29 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas (BOCM nº 310, de 30 de diciembre de 2008) ▪ Decreto 170/1998, de 1 de octubre, sobre gestión de las infraestructuras de Saneamiento de aguas residuales de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 252, de 23/10/1998). Rectificado según el Acuerdo /1999, de 4 de febrero (BOCM nº 40, de 17/02/1999) ▪ Resolución de 4 de febrero de 1999, donde se publica el Código de Buenas Prácticas Agrarias para la Comunidad de Madrid. ▪ Ley 10/1993, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento en la Comunidad de Madrid y posteriores modificaciones.
Espacios protegidos	
Ámbito estatal	▪ Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. ▪ Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. ▪ Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas

	para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres. ▪ Real Decreto 1193/1998, de 12 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
Ámbito autonómico	▪ Decreto 265/2001, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Plan de Actuación sobre Humedales Catalogados de la Comunidad de Madrid (B.O.C.M. Núm. 302, de 29 de noviembre de 2001). ▪ Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 127, de 30 de mayo de 1995). ▪ Acuerdo de 2 de septiembre de 2004, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la revisión del Catálogo de Embalses y Humedales de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 220, de 15 de septiembre de 2004). ▪ Acuerdo de 10 de octubre de 1991, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Catalogo de Embalses y Humedales de la Comunidad de Madrid (B.O.C.M de 29 de octubre de 1991). ▪ Ley 7/1990, de 28 de junio, de protección de Embalses y Zonas Húmedas de la Comunidad Autónoma de Madrid (B.O.C.M de 11 de julio de 1990). ▪ Acuerdo de 2 de septiembre de 1999 del Consejo de Gobierno por el que se aprueba la propuesta revisada de Lista Regional de Lugares de Importancia Comunitaria de la Comunidad de Madrid, para su inclusión en la Red Natura 2000. ▪ Decreto 172/2011, de 3 de noviembre, del Consejo de Gobierno, por el que se declara Zona Especial de Conservación el lugar de importancia comunitaria “Cuencas de los ríos Jarama y Henares” y se aprueba el Plan de Gestión de los Espacios Protegidos Red Natura 2000 de la Zona de Especial Protección para las Aves denominada “Estepas cerealistas de los ríos Jarama y Henares” y de la Zona Especial de Conservación denominada “Cuencas de los ríos Jarama y Henares”. ▪ Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 312, de 31 de diciembre de 2005).
Flora y fauna	
Ámbito estatal	▪ Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. ▪ Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. ▪ Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. ▪ Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. ▪ Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres. ▪ Real Decreto 1193/1998, de 12 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. ▪ Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la Biodiversidad mediante la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestre.

	▪ Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.
Ámbito autonómico	▪ Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 312, de 31 de diciembre de 2012). ▪ Orden 1638/2004, de 12 de julio, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se modifica el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres de la Comunidad de Madrid, en su categoría de "Árboles Singulares". (BOCM nº 168, 16 de julio de 2004). ▪ Decreto 131/1997, de 16 de octubre, por el que se fijan los requisitos que se han de cumplir las actuaciones urbanísticas en relación con las infraestructuras eléctricas. ▪ Orden de 10 de diciembre de 1993, por el que se actualiza el Catálogo de ejemplares de flora incluidos en la categoría de árboles singulares (BOCM nº 298 de 16 de diciembre de 1993). Modificada por la Orden 1638/2004, de 12 de julio. (BOCM nº 168, de 16 julio de 2004). ▪ Decreto 18/1992, de 26 de marzo, por el que se aprueba el Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres y se crea la categoría de árboles singulares. (BOCM nº 85, de 9 de abril de 1992). ▪ Ley 2/1991, de 14 de febrero, para la protección y regulación de la fauna y flora silvestres de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 54, de 5 de marzo de 1991). Modificada parcialmente por la Ley 24/1999 (BOCM nº 309, de 30 de diciembre de 1999).
Ámbito local	▪ Ordenanza para la protección y conservación del medio ambiente, la naturaleza y el entorno urbano de Paracuellos del Jarama (BOCM nº 164 de 12 de julio de 2003).
Montes	
Ámbito estatal	▪ Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Modificada por la Ley 10/2006, de 28 de abril (BOE nº 102, de 29 de abril de 2006) y por la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. (BOE nº 308, de 23 de diciembre de 2009).
Ámbito autonómico	▪ Decreto 50/1999, de 8 de abril, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Plan Forestal de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 93 de 21 de abril de 1999). ▪ Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 127, de 30 de mayo de 1995).
Vías Pecuarias	
Ámbito estatal	▪ Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
Ámbito autonómico	▪ Ley 8/1998, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 147, de 23 de junio de 1998).
Patrimonio Histórico	
Ámbito estatal	▪ Ley 16/1985, del Patrimonio Histórico Español.
Ámbito autonómico	▪ Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 144, de 19 de junio de 2013). ▪ Decreto 52/2003, de 10 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Organización y Funcionamiento del Registro de Bienes de Interés Cultural de la Comunidad de Madrid. (BOCM nº 108, de 8 de mayo de 2003).

Ordenación del territorio y urbanismo	
Ámbito estatal	▪ Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de suelo.
Ámbito autonómico	▪ Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid (BOE nº 245 de 12 de octubre de 2001). Modificada por la Ley Autonómica 14/2001 (BOCM nº 308, de 28/12/2001), Ley Autonómica 2/2004 (BOCM nº 129, de 01/06/2004), Ley Autonómica 2/2005 (BOCM nº 87, de 13/04/2005), Ley Autonómica 4/2006 (BOCM nº 309, de 29/12/2006), Ley Autonómica 7/2007 (BOCM nº 309, de 28/12/2007) y Ley Autonómica 3/2008, (BOCM nº 310, de 30/12/2008).
Ámbito local	▪ Plan General de Ordenación Urbana de San Sebastián de los Reyes (BOCM 16 de enero de 2002) ▪ Plan General de Ordenación Urbana de Alcobendas (BOCM de 23 de julio de 2009) ▪ Plan General de Ordenación Urbana de Paracuellos del Jarama (BOCM de 17 de 08 de 2001)

Tabla 2 Reglamentaciones y disposiciones oficiales

A] 7. Recursos técnicos y humanos

El Presente Documento Ambiental ha sido redactado por un equipo multidisciplinar formado por diferentes técnicos (ver apartado H] HOJA DE FIRMAS) pertenecientes a la UTE Ambinor Consultoría y Proyectos S.L.-Alauda.

Atendiendo a la *Ley 21/2013, de Evaluación Ambiental*, se incluye en dicho apartado la referencia a los diferentes técnicos que han participado en el presente documento, indicando su nombre, titulación y firma.

B] DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SUS ACCIONES

B] 1. Área de estudio

El proyecto de construcción de la arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas se encuentra ubicado en la provincia de Madrid, afectando a los términos municipales de San Sebastián de los Reyes, Alcobendas y Paracuellos de Jarama.

B] 2. Análisis de Alternativas

Los artículos 29 y 45 de la *Ley 21/2013* recogen que tanto los Documentos Ambientales Estratégicos como los Documentos Ambientales de Proyecto deben incluir en su contenido una exposición de las principales alternativas estudiadas y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.

Es por ello, que el análisis de alternativas se ha planteado bajo el siguiente enfoque:

- Análisis de la alternativa 0
- Análisis de posibles soluciones de trazado
- Análisis de alternativas técnicamente viables para el cruce del río Jarama y los arroyos de La Vega y Las Zorreras

B] 2.1. Alternativa 0

La alternativa 0, o "de no actuación", supondría la no ejecución de la arteria norte. Este hecho, considerando los nuevos desarrollos previstos por el Plan Especial del Sistema Aeroportuario Madrid-Barajas, y las previsiones de crecimiento de operaciones y tráfico de pasajeros no garantizaría el suministro de agua potable a la totalidad del sistema aeroportuario.

B] 2.2. Análisis de posibles soluciones de trazado

El planteamiento de soluciones constructivas admite, en teoría, diversos trazados de la arteria norte. No obstante, la localización de las propias arquetas de conexión con el Segundo Anillo de distribución de Madrid y Arteria Cintura Este, el trazado de importantes vías de comunicación, como son la R-2, M-50 -y el nudo de conexión entre ambas-, M-110 y M-111, así como las propias operaciones desarrolladas en el Sistema General Aeroportuario, limitan, condicionan e incluso impiden el planteamiento de otras alternativas de trazado de la arteria que se consideren viables. Por este motivo, no se han planteado trazados diferentes al propuesto.

B] 2.3. Análisis de alternativas técnicamente viables para los cruces del río Jarama y arroyo de La Vega

Se han planteado diferentes alternativas para el cruce de los tres cursos fluviales presentes en el ámbito de actuación del proyecto:

- Río Jarama: cruce del cauce mediante hinca o acueducto
- Arroyo de La Vega: cruce por su parte inferior, marco sobre arroyo o tubería autoportante

a) Río Jarama

El trazado de la arteria norte cruza perpendicularmente, de este a oeste, el cauce del río Jarama, aguas abajo del cruce de dicho cauce por la R-2/M-50. Como alternativas de cruce de este cauce se plantean la realización de una hinca o un acueducto. Dado el valor ambiental del río Jarama, se ha desestimado el cruce del mismo mediante zanja entibada.

- En la **alternativa de cruce mediante hinca**, se realizaría por el procedimiento de escudo cerrado mediante tubería de hormigón armado especial para hinca de 1.500 mm de diámetro

interior. En el interior de la misma se ubica el conducto apoyado mediante collarines con patines de deslizamiento en la camisa de protección. El espacio entre el conducto de abastecimiento y la camisa de protección es aprovechado para introducir un tritubo de PE100 DN50 para comunicaciones.

Los inconvenientes de esta solución son las siguientes:

- Necesidad de ejecutar una arqueta de desagüe que, al situarse en su zona inferior por debajo del nivel freático, presenta la posibilidad de inundación permanente.
- En caso de avería o rotura en la fase de operación, la necesidad de reparación o restitución obligaría al desbroce y eliminación total de la vegetación situada sobre el trazado del acueducto, así como desplazamientos de maquinaria pesada e importantes movimientos de tierra para descubrir la conducción. Este hecho afectaría gravemente a la vegetación circundante. Esta actuación debería acometerse con carácter de urgencia.

Como ventajas de esta solución figuran las siguientes:

- No altera en absoluto el régimen hidráulico actual del arroyo.
- Es la solución que menor afección generaría sobre la vegetación riparia ligada al río Jarama.

- En la **alternativa de cruce mediante acueducto**, el paso se resuelve con una estructura isostática de 7 vanos de 39,47m de longitud entre ejes de pilas, con una longitud total de 276,29m. El tablero se resuelve con una losa hormigonada “in situ” de 0,20 de canto, sobre dos vigas en doble T pretensadas y prefabricadas de 1,85 m de canto. El ancho del tablero es de 3,90m, con la tubería centrada y un pasillo a cada lado para inspección y mantenimiento, con una barandilla metálica en los bordes del tablero.

  Los inconvenientes de esta solución son las siguientes:

  - La ejecución de pilas y estribos, así como la instalación de la tubería, implica la necesidad de eliminar parcialmente la vegetación arbóreo-arbustiva de la formación asociada al cauce.

  Como ventajas de esta solución figuran las siguientes:

  - La luz de los vanos coincide con la del viaducto de la R-2/M-50, situado a unos 20 metros aguas arriba del paso de la arteria norte, de manera que se reduce al mínimo la afección al cauce debida a las pilas de la nueva estructura, al estar éstas alineadas con las del viaducto existente.
  - La escasa anchura del tablero permitiría la restauración de la vegetación bajo la estructura del acueducto, por lo que el daño puede considerarse temporal y a corto/medio plazo.
  - En caso de avería o rotura en la fase de operación, la reparación se efectuaría en el propio acueducto, por lo que se reducirían de manera muy notable los daños generados sobre la vegetación riparia.

Por estos motivos, se ha optado por considerar como alternativa más adecuada el cruce del cauce del río Jarama mediante la realización de un acueducto.

b) Arroyo de La Vega

El arroyo de la Vega intercepta la traza a la altura del PK 3+360. Se trata de un cauce que discurre en dirección sureste, cuya sección es sensiblemente trapecial en la zona de cruce, con un ancho de unos 11 m en la base, taludes aproximados 1H/0,7V y altura de 6,2 m.

Los cálculos del régimen hidráulico realizados para el proyecto muestran un calado en el punto de cruce de la arteria norte de 2 metros, a cota 599,03. Para cruzar este arroyo se han estudiado tres posibilidades: cruzando en zanja por su parte inferior, disponiendo una estructura tipo marco y cruzando con la conducción el arroyo por la zona superior del mismo y apoyando en él la conducción, y mediante un tramo autoportante.

- En la **alternativa de cruce del arroyo por su parte inferior**, éste se realizaría en zanja con una profundidad máxima aproximada de 9 metros.

  Los inconvenientes de esta solución son las siguientes:

  - Es la solución que requiere mayor movimiento de tierras
  - Necesidad de utilización de entibación con tablestacas, ya que buena parte de la excavación se realiza bajo el nivel freático
  - Necesidad de ejecutar una arqueta de desagüe que resulta de una profundidad superior a 10 m y que, al situarse en su zona inferior por debajo del nivel freático, presenta la posibilidad de inundación permanente.

  Como ventajas de esta solución figuran las siguientes:

  - Una vez ejecutada la obra la construcción de la conducción no altera en absoluto el régimen hidráulico actual del arroyo.

- En la **alternativa de disposición de un marco sobre el arroyo**, se dispondría un marco de 12 metros de ancho y 4 m de altura sobre el que se puede situar la conducción sobre el arroyo. En este caso es necesario comprobar la influencia que la construcción del marco tiene en el régimen hidráulico del arroyo. Se ha realizado el pertinente análisis para los períodos de retorno de 100 y 500 años. La altura de la estructura se ha fijado de tal forma que se cumpla lo especificado en la instrucción 5.2-IC Drenaje superficial del Ministerio de Fomento:

  - Gálibo libre para Q100 = 1,50 m
  - Gálibo libre para Q500 = 1,00 m

  La cota alcanzada para Q100 es 599,25 y para Q500 es 600,07, por lo que se ha dispuesto la parte inferior del dintel a la cota 601,10, resultando una altura de 4 metros sobre la solera.

  Por lo que respecta a la influencia que la construcción del marco tiene en el régimen del arroyo, de la comparación de los dos perfiles hidráulicos (antes y después de la construcción del marco) se observa que el resalto que sucede en la situación actual se produce más aguas arriba debido a la presencia del propio marco.

  Los principales problemas que presenta esta solución son las siguientes:

  - La elevada sobreelevación de la lámina de agua, que provoca que la cota alcanzada por la misma aguas arriba del marco sea la 600,07, próxima a la del camino que se extiende bajo la estructura de la R-2 y en paralelo a su terraplén, que queda de esta manera en peligro de inundación para Q500.
  - Para poder pasar la tubería sobre el marco hay que disponer la misma bastante superficial, de tal manera que a la entrada y salida del arroyo el recubrimiento de tierras sobre la clave es sólo de 45 cm frente al mínimo de 1,20 que se ha fijado como criterio de diseño.

  Las ventajas de esta solución son:

  - Menor excavación de la que sería necesaria para pasar la tubería por debajo del cauce
  - Se puede eliminar el punto bajo que aparecía en la solución bajo el cauce, y por tanto no es necesario desagüe y en su lugar hay que disponer una ventosa mucho más superficial.

- En el caso de la **alternativa de la tubería autoportante**, se trata de pasar la tubería sobre el arroyo mediante un tramo autoportante apoyado en dos estribos situados en los márgenes. Con esta disposición no hay influencia alguna en el régimen hidráulico del arroyo.

  La máxima cota alcanzada por el agua para Q500, según se indicó anteriormente, es la 599,03 por lo que para mantener el resguardo mínimo de 1 metro la cota inferior del tramo autoportante ha de ser la cota 600,03. Con las condiciones descritas el tramo autoportante tiene una longitud de unos 26 metros.

  Las ventajas de esta solución son las siguientes:

- No afecta al régimen hidráulico actual del arroyo.
- No es necesario realizar excavaciones por debajo del cauce ya que las cotas mínimas se dan en la cimentación de los estribos, que se encuentran por encima de la cota de avenida máxima de 500 años de período de retorno.
- Es la solución que conlleva menor volumen de obra civil, ya que esta se reduce a la excavación y construcción de los estribos.

Como inconvenientes de esta solución se pueden citar los siguientes:

- Es la única solución en que la conducción se sitúa a cielo abierto, por lo que es necesario estudiar el revestimiento.

A los anteriores criterios técnicos, cabe añadir los siguientes criterios ambientales:

- La ausencia de vegetación arboreo-arbustiva o de formaciones vegetales de interés, por lo que desde este punto de vista no existen diferencias entre las diferentes técnicas de cruce planteadas.
- La alta degradación y alteración del arroyo en este tramo, con ausencia de formaciones riparias ligadas al medio fluvial, lo que limita de manera muy importante su función como corredor ecológico.
- La proximidad del nivel freático en el cruce del arroyo.
- La presencia en su entorno más próximos de infraestructuras como son la R-2 o los viales interiores del Sistema General Aeroporturario.

Teniendo en cuenta estas circunstancias, se ha considerado como alternativa más adecuada el cruce del arroyo de La Vega mediante tubería autoportante por los siguientes motivos.

- La solución no afecta al régimen hidráulico actual del arroyo.
- Es, de las tres alternativas propuestas, la que menos excavaciones y obra cicil requiere, lo que supondrá una menor alternación en superficie y una menor generación de residuos.
- Al no ejecutarse zanjas o movimientos de tierra por debajo del nivel freático (los estribos se encuentran por encima de la cota de avenida máxima de 500 años de período de retorno), se minimizan los riesgos de contaminación de las aguas subterráneas como consecuencia de derrames o vertidos accidentales.
- La tubería será visible en un tramo de 26 metros, en un entorno completamente alterado, de escaso valor paisajístico y muy baja fragilidad, dada la presencia de infraestructuras en su entorno.

B] 3. Principales Características del Proyecto

B] 3.1. Situación actual

Como ya se ha indicado anteriormente, los nuevos desarrollos contemplados por el Plan Especial del Sistema Aeroportuario Madrid-Barajas, aprobado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Comunidad de Madrid en septiembre de 2005, y la importancia de dicha infraestructura debido a su tráfico de pasajeros y volúmen de operaciones diario, motivan la conexión del Segundo Anillo de Distribución a Madrid con la Arteria Cintura Este para garantizar el suministro de agua potable a la totalidad del aeropuerto.

B] 3.2. Trazado

La tubería proyectada tiene una longitud de 6,2 km y une el Segundo Anillo de Distribución a Madrid y la Arteria Cintura Este. Se define una conducción de acero helicosoldado de 1.200 mm de diámetro nominal.

La conexión principal de la nueva conducción con el Segundo Anillo tiene lugar en la cámara de abastecimiento existente al noreste de la intersección de las carreteras M-111 y R-2/M-50.

Una vez conectada la conducción, el trazado se dirige hacia al Sur hasta la proximidad del camino de servicio de la R-2/M-50 donde la traza se desvía hacia el Oeste hasta alcanzar la carretera M-111, la cual atraviesa en hinca. Una vez superada la M-111, la traza gira hacia el suroeste para atravesar con una nueva hinca la R-2/M-50 y continuar el trazado paralelo a dicha carretera hasta alcanzar el río Jarama, que será cruzado mediante un acueducto paralelo 20 m aguas debajo al puente de la R-2/M-50 sobre el río, disponiendo las pilas de apoyo con la misma distribución que las de esta estructura.

Una vez en la margen derecha del río, el trazado gira con dirección suroeste hasta superar el vallado y camino de servicio perimetral norte del Aeropuerto Madrid-Barajas, continuando paralelo a dicho camino, hasta atravesar en hinca la galería Barajas, que aloja una línea eléctrica de 400 kV.

El trazado continúa paralelo al camino de servicio hasta llegar al arroyo de la Vega, que será cruzado mediante una tubería autoportante.

Una vez cruzado el arroyo, la conducción continua con dirección suroeste manteniéndose aproximadamente paralela a la carretera radial R-2 y siempre por el interior del vallado del aeropuerto, hasta alcanzar el Cerro de Perales donde la conducción toma dirección sur y paralela al vallado del aeropuerto a pie de talud del Cerro de la Paz, hasta llegar al arroyo de las Zorreras, que será cruzado a cielo abierto mediante zanja protegida con escollera.

Una vez cruzado el arroyo, la conducción continua hacia el sur aproximadamente 600 m, donde la traza gira hacia el oeste para cruzar mediante hinca la M-110 y alcanza el punto de conexión con la Arteria Cintura Este en las inmediaciones con la cámara de abastecimiento ubicada junto a la carretera M-110.

A lo largo del trazado se disponen de tres derivaciones para tomas de abastecimiento al Aeropuerto Madrid – Barajas, así como los preceptivos elementos de seccionamiento y aireación según las Normas para Redes de Abastecimiento (Versión 2012).

Por último, indicar que la conducción de abastecimiento al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas discurre fundamentalmente por terrenos de titularidad de AENA y otros de titularidad pública. Sin embargo, el principio de la traza atraviesa terrenos de propiedad privada. En estos casos será necesario realizar los trámites de expropiación para infraestructuras de interés general.

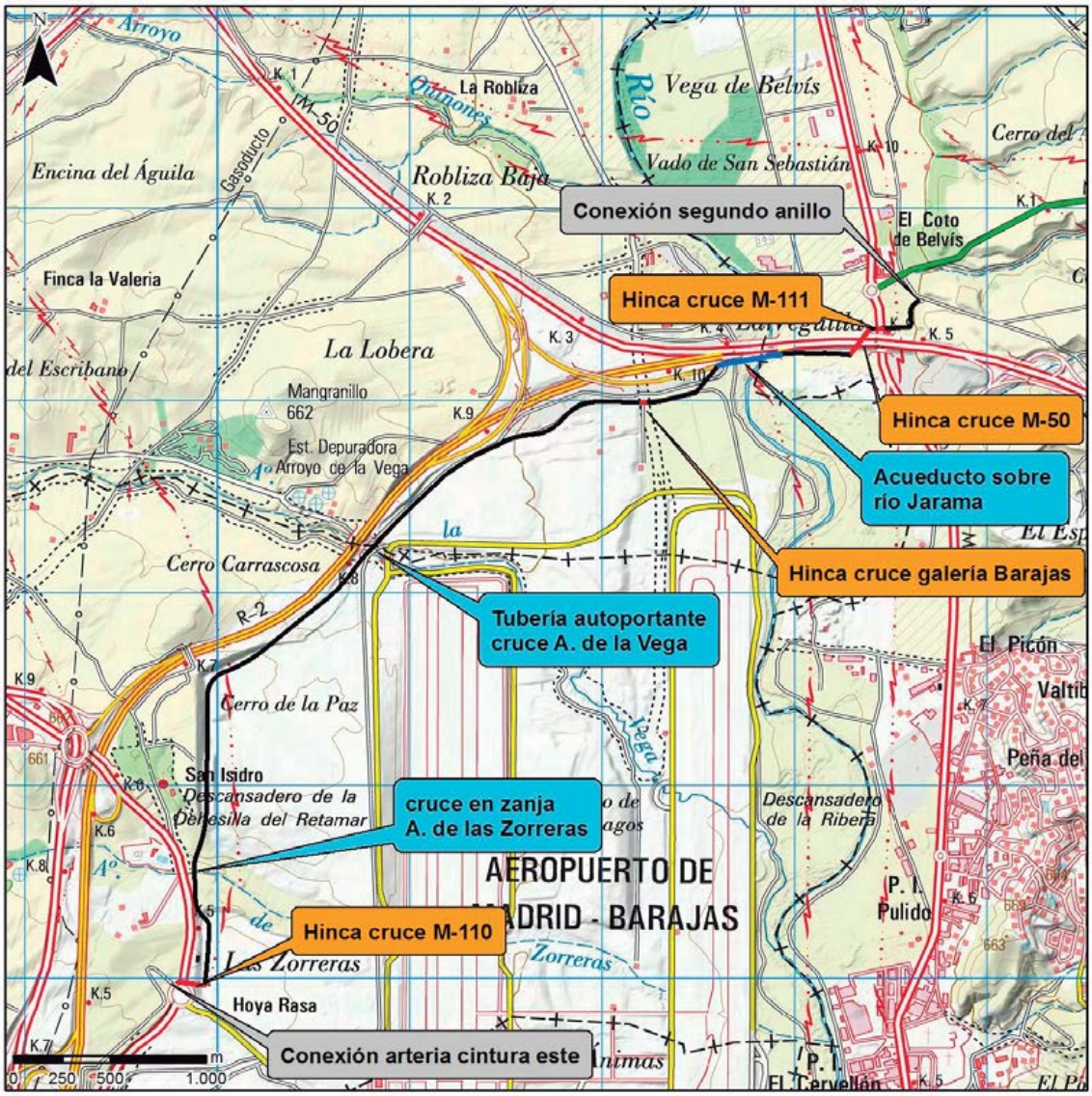


Imagen 1: Trazado sobre cartografía 1:50.000

B] 3.3. Secciones tipo

La tubería contemplada será de diámetro 1.200 mm y 6.200 m de longitud. Se plantean los siguientes tipos de secciones a lo largo del desarrollo de la conducción, siguiendo las especificaciones de las Normas Técnicas del Canal de Isabel II Gestión S.A. (Versión 2012):

a) Sección tipo en zanja

A lo largo de todo el recorrido la tubería irá alojada en un dado de hormigón de sección rectangular 1,7 x 1,7 m, salvo en los puntos donde se cruzan infraestructuras viarias que se realizarán mediante hincas de tubos de hormigón armado y en el cruce del río Jarama y del arroyo de La Vega.

El ancho de fondo de zanja no será inferior a 2,8 m y se excavará las zanjas con un talud estable de forma natural siguiendo las recomendaciones de los estudios geotécnicos. La coronación de la zanja será ataluzada.

El recubrimiento mínimo adoptado es de 1 m sobre la generatriz superior de la conducción de manera que sobre la cara superior del dado de hormigón haya al menos 60 cm.

El fondo de la excavación va cubierto con una capa de 10 cm de hormigón de limpieza que permitirá un correcto apoyo y formación de pendientes. El relleno del resto de zanja se realizará con materiales

adecuados con tamaño máximo 15 cm compactado al 100% del PN en tongadas de 25 cm. La parte superior de la zanja se rellenará con la tierra vegetal.

En caso de superar los 5 m de altura de excavación se ejecutarán bermas intermedias de 1 m de ancho.

b) Sección tipo paso de arroyo de Las Zorreras

Para la protección contra la socavación en el cruce del arroyo de Las Zorreras, se adopta la sección tipo en zanja, pero disponiendo de una cubrición mínima del dado de hormigón de 1,5 m y en los 1,2 m superiores de una protección a base de escollera para evitar la erosión del relleno de la conducción.

El resto de características de la sección, como dimensiones del dado de hormigón, cubrición mínima y rellenos de zanja, serán las mismas que las secciones anteriores según proceda, ya que cualesquiera de las secciones pueden requerir entibación por motivos geotécnicos o elevación del nivel freático para sostener los taludes de zanja, y así garantizar la seguridad de los trabajadores en zanja.

c) Sección tipo en paso de caminos

La sección tipo de reposición de caminos es idéntica a la sección tipo 1 en zanja, salvo la modificación de la parte superior donde se repone el camino bien con 25 cm de zahorra artificial, bien con 25 cm de paquete de firme bituminoso, según las características del camino a reponer.

d) Sección tipo en cruce de vías de comunicación y galería Barajas

El cruce se resuelve mediante hinca de diámetro interior 1.500 mm que deja un diámetro interior libre que permite alojar la tubería de 1.200 mm.

e) Sección tipo entibada

La sección tipo se compone de dos tablestacas paralelas con una separación entre caras internas de 2,8 m y enterradas por debajo del fondo de la zanja 2,4 m. y con el acodalamiento en la parte superior por encima del terreno a 0,40 m del borde de las tablestacas.

f) Taludes de zanja

Teniendo en cuenta que la excavación en zanja de las conducciones tiene una cota entre 1,5 m y 7,5 m y, aunque las catas realizadas han demostrado su alta estabilidad (talud vertical), se recomiendan los siguientes taludes según las unidades geotécnicas atravesadas:

P.K.	P.K.	Longitud tramo (m)	hmin (m)	hmáx (m)	UNIDAD	RECOMENDACIONES TALUDES	
						SECO	Con N.F.
0+000	0+600	600	2,75	6,38	Coluvial	1H:1V	Entibación+bombas
0+600	0+900	300	3,3	4,12	Aluvial	1H:3V	Entibación+bombas
0+900	1+200	300	ACUEDUCTO				
1+200	1+850	650	2,76	7,15	Terrazas	1H:1V	Entibación+bombas
1+850	2+020	170	3,01	4,55	Terciario	1H:3V	Entibación+bombas
2+020	2+640	620	3,08	4,30	Terrazas	1H:1V	Entibación+bombas
2+640	3+350	710	2,75	3,69	Terciario	1H:3V	Entibación+bombas
3+350	3+380	30	AUTOPORTANTE				
3+380	3+570	190	2,75	4,48	Terciario	1H:3V	Entibación+bombas
3+570	3+860	290	2,95	5,83	Relleno	2,5H:1V	Entibación+bombas
3+860	5+445	1585	2,67	7,49	Terciario	1H:3V	Entibación+bombas

P.K.	P.K.	Longitud tramo (m)	hmin (m)	hmáx (m)	UNIDAD	RECOMENDACIONES TALUDES	
						SECO	Con N.F.
5+445	5+465	20	3,54	5,57	Aluvial	1H:1V	Entibación+bombas
5+465	6+212	747	2,80	6,31	Terciario	1H:3V	Entibación+bombas

Tabla 3: Talud de zanjas

B] 3.4. Obras especiales

a) Acueducto sobre el río Jarama

El cruce aéreo de la tubería sobre el cauce del río Jarama se resuelve con una estructura isostática de 7 vanos de 39,47 m de longitud entre ejes de pilas, con una longitud total de 276,29 m. Se ha optado por esta luz, porque es la que posee el viaducto de la R-2/M-50 que se encuentra aguas arriba, de manera que se reduzca al mínimo la afección al cauce debida a las pilas de la nueva estructura al estar alineadas con las del viaducto existente.

El tablero se resuelve con una losa hormigonada "in situ" de 0,20 de canto, sobre dos vigas en doble T pretensadas y prefabricadas de 1,85 m de canto. El ancho del tablero es de 3,90m, con la tubería centrada y un pasillo a cada lado para inspección y mantenimiento, con una barandilla metálica en los bordes del tablero.

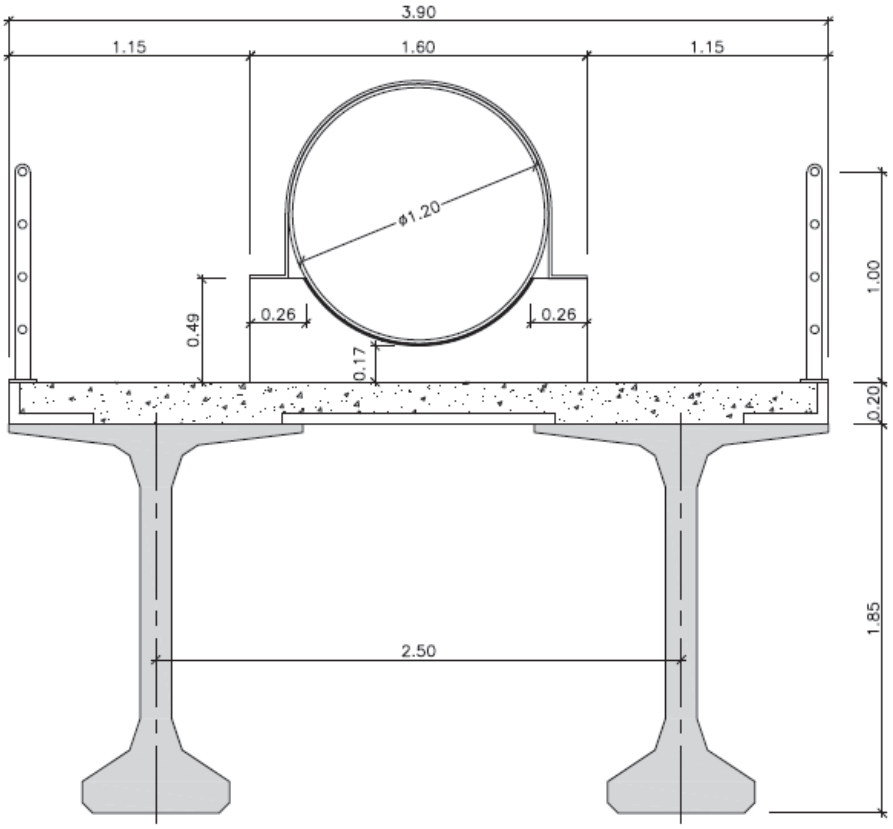


Imagen 2: Sección tipo 3 del acueducto de río Jarama

La vinculación entre pilas/estribos y tablero se realiza a través de apoyos de neopreno zunchado rectangulares.

Las pilas son de fuste único de sección circular de 1,40 m de diámetro, rematadas con un capitel. La cimentación se resuelve mediante pilotes de 1,00 m de diámetro y 20,00 m de longitud.

Los estribos se han planteado macizos de hormigón, donde la tubería queda embebida en ellos. El estribo izquierdo (Estribo 1, margen izquierda) se cimienta de forma directa, en tanto que el estribo

derecho (Estribo 2) se dispondrá pilotado. En este último se debe dejar un hueco para posibilitar el paso de una obra de drenaje existente de la R-2/M-50.

b) Hincas

Los cruces de las carreteras autonómicas y estatales interceptadas por el trazado de la arteria proyectada, así como el cruce de la galería Barajas, no permiten su ejecución a cielo abierto por la importancia de las mismas, de modo que se recurre a la técnica de cruce mediante hinca. Se proyecta asimismo hinca bajo la galería de Barajas, en que se aloja una línea eléctrica de 400 kV.

Las hincas se realizará por el procedimiento de escudo cerrado mediante tubería de hormigón armado especial para hinca de 1.500 mm de diámetro interior. En el interior de la misma se ubica el conducto apoyado mediante collarines con patines de deslizamiento en la camisa de protección. El espacio entre el conducto de abastecimiento y la camisa de protección es aprovechado para introducir un tritubo de PE100 DN50 para comunicaciones.

A continuación, se resumen las principales características de las hincas proyectadas para ambas arterias:

HINCA	ELEMENTO	PK INICIAL	PK FINAL	PENDIENTE (%)
1	M-111	0+312,00	0+354,00	-1,01
2	R-2	0+774,66	0+881,40	-0,50
3	GALERÍA BARAJAS	1+695		
4	M-110	6+069,54	6+211,58	6,11

Tabla 4: Relación de hincas

c) Tubería autoportante

El cruce de la tubería del arroyo de La Vega se realiza mediante un tramo autoportante de 26 metros de longitud, apoyado en dos estribos situados en los márgenes. Con esta disposición no hay influencia alguna en el régimen hidráulico del arroyo.

La máxima cota alcanzada por el agua para Q500 es la 599,03, por lo que para mantener un resguardo mínimo de 1 metro, la cota inferior del tramo autoportante se situa en la cota 600,03.

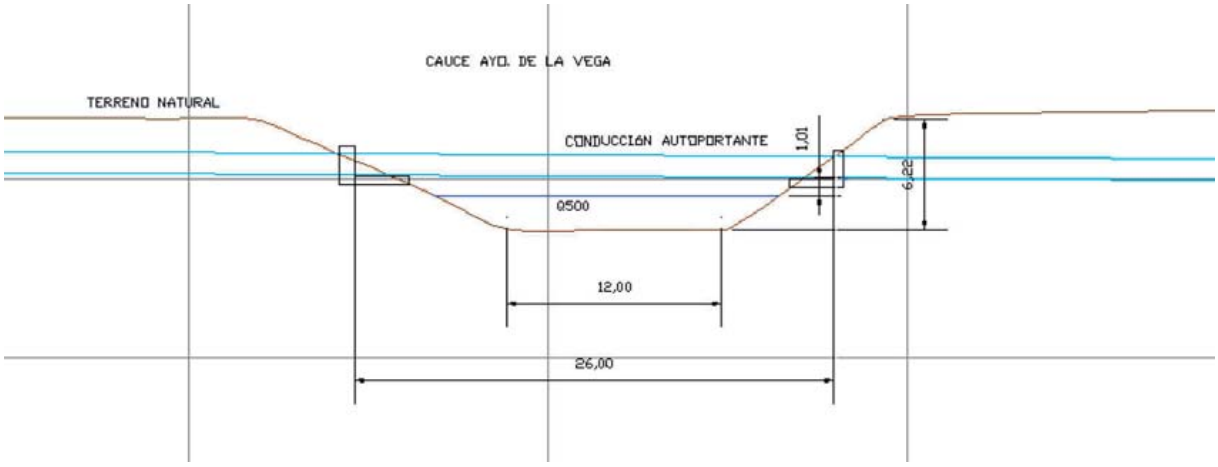


Imagen 3: Sección tipo tubería autoportante

d) Elementos de control y maniobra

A lo largo del trazado, la conducción contará con una serie de elementos de maniobra y control ubicados en puntos con cambios de pendiente de la conducción en alzado, derivación de caudales hacia ramales o arterias existentes, medición de parámetros de presión y caudal, singularidades del trazado en correspondencia con las estructuras de paso inferior o superior, y en puntos donde sea necesario por condiciones de operación o por condicionantes hidráulicos de funcionamiento.

Todos estos dispositivos se proyectan alojados en cámaras o arquetas tipo según las Normas para el abastecimiento de agua de Canal de Isabel II Gestión S.A:

- Válvulas de seccionamiento (S), eventualmente con derivación (S-Deriv)
- Válvulas de aeración de tipo ventosa trifuncional (V)
- Desagües (D)

La relación de arquetas dispuestas es la siguiente:

CÁMARA	TIPO	PK	COTA TERRENO (m)	COTA RASANTE TUBO (m)	COTA SOLERA CÁMARA (m)
CM01	SVD	292,18	587,31	583,92	583,62
CM02	SVD	317,63	585,73	583,05	582,75
CM03	SVD	769,84	583,40	579,43	579,13
CM04	SVD	890,00	581,56	578,83	578,53
CM05	SVD	1.227,56	587,81	583,71	583,41
CM06	D	1.410,40	586,70	581,50	581,20
CM07	V	1.721,08	590,33	587,62	587,32
CM08	SVD-DERIV.	2.500,00	602,25	598,99	598,69
CM09	V	2.878,07	605,14	602,73	602,43
CM10	SDD-DERIV.	3.459,85	602,27	599,83	599,53
CM11	SVV	4.070,62	622,87	620,11	619,81
CM12	D	4.108,96	615,80	613,37	613,07
CM13	V	4.591,37	626,67	623,25	622,95
CM14	V	4.855,06	636,12	633,32	633,02
CM15	SVV-DERIV.	5.187,66	637,45	634,98	634,68
CM16	D	5.472,23	619,90	613,94	613,64
CM17	V	5.647,35	623,39	620,66	620,36
CM18	D	5.710,03	611,25	608,13	607,83
CM19	SVD	6.031,66	616,68	612,86	612,56
CM20	SVV-DERIV.	6.211,58	626,51	622,66	622,36

Tabla 5. Relación de arquetas

En las arquetas de seccionamiento la leyenda indica lo siguiente:

- SVV Seccionamiento con dos ventosas (puntos altos)

- SDD Seccionamiento con dos desagües (puntos bajos)
- SVD Seccionamiento con una ventosa y un desagüe (en pendiente)

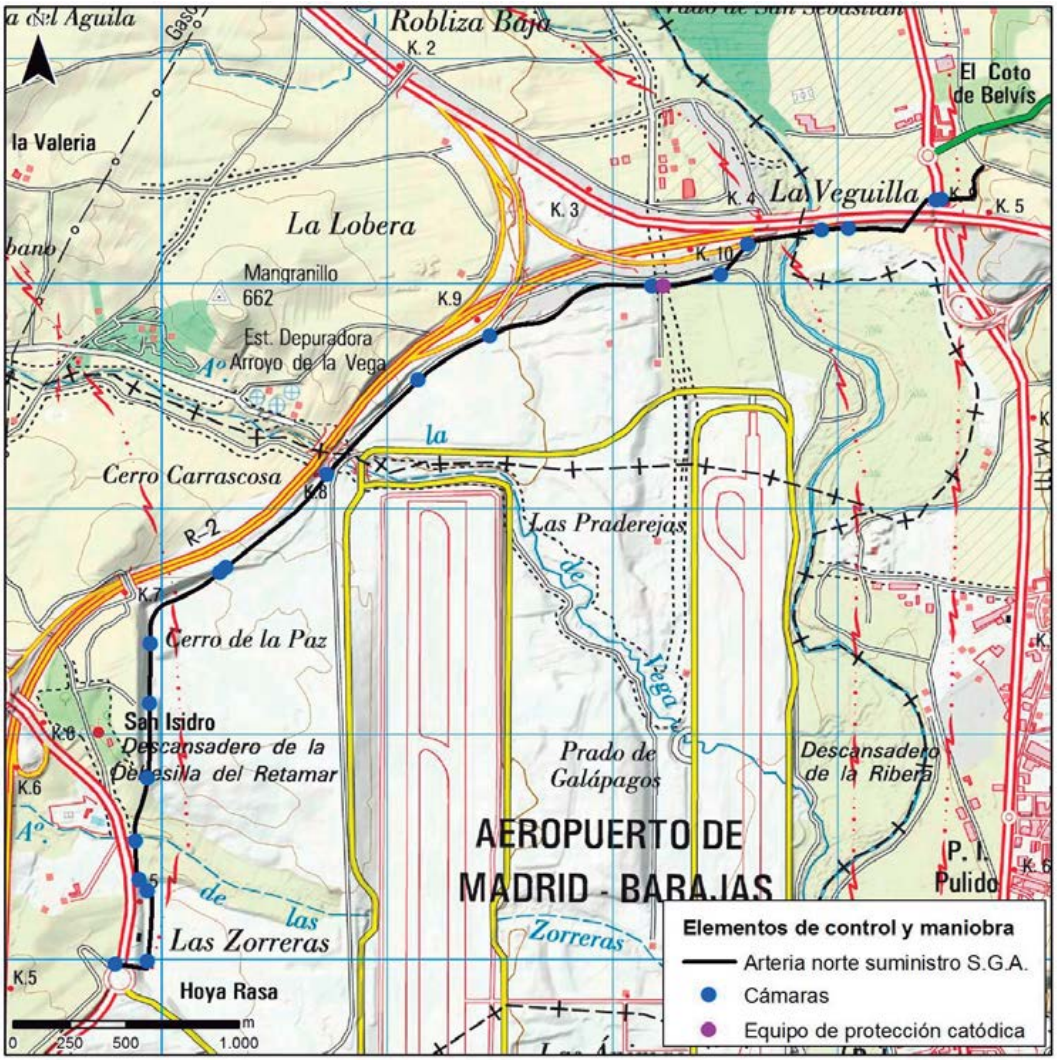


Imagen 4: Situación de las cámaras y equipo de protección catódica

B] 3.5. Protección catódica

Dado que la conducción es de acero se dispondrá protección catódica activa y pasiva, de modo que se eviten las corrosiones del material metálico por formación de pares galvánicos.

El revestimiento de la conducción será polietileno tricapa. Los extremos libres se suministran a obra sin el revestimiento para poder soldar, pero tras la soldadura la junta se debe proteger con una cinta de material termorretráctil.

La protección catódica de materializará con un sistema de corriente impresa. La EPC (Estación de Protección Catódica) se dispondrá en el p.k. 1+670, junto al centro de transformación, en cuyo lugar las resistividades son adecuadas y hay facilidad de suministro de corriente.

Se instalarán juntas aislantes monoblock en los siguientes puntos:

- A la salida de la conexión principal con el Segundo Anillo de distribución de Madrid, al inicio de la arteria.
- Antes y después de los estribos para el paso aéreo de la tubería sobre el río Jarama.
- A la entrada a la arqueta de conexión secundaria con la Arteria Cintura Este, al final de la arteria.

B] 3.6. Necesidad de conexiones eléctricas

Las conexiones al suministro eléctrico necesarias para dar servicio a las Unidades Remotas de Telecontrol (RTU) situadas a lo largo del trazado, que a su vez suministran a las distintas arquetas se plantean en el inicio, en la propia arqueta de conexión con el Segundo Anillo de distribución de Madrid, y a partir de un transformador existente de AENA, situado a la altura del pk 1-660, junto al trazado de la arteria norte.

Por tanto, no serán necesarias nuevas líneas de conexión adicionales a las ya existentes.

B] 3.7. Accesos

Cabe indicar que para la ejecución de las obras se cuenta con la existencia de una profusa red viaria y de caminos, tanto externos como interiores del Sistema General Aeroportuario, si bien, puede ser necesario el acondicionamiento puntual de alguna zona (compactado, aporte de zahorra, ampliación de su anchura) para el paso de cierto tipo de vehículos o transporte de equipos.

Además, en las zonas de más difícil acceso será necesario ejecutar nuevos caminos para el paso de maquinaria y camiones. Así, se prevé la ejecución de cuatro nuevos caminos:

- Camino nº 1, de 520 m. Este camino se utilizará para acceder al tramo de arteria que se proyecta al sur de la R-2/M-50, desde la M-111 hasta el cauce del río Jarama. Este camino quedará posteriormente como camino definitivo.
- Camino nº 2, de 2.040 m. Este camino se utilizará para acceder al tramo de arteria comprendido entre el arroyo de La Vega hasta el arroyo de Las Zorreras. Este camino quedará igualmente como definitivo.
- Camino nº 3, de 980 m. Este camino se utilizará para acceder al tramo de arteria que se proyecta al sur del arroyo de Las Zorreras. Como los dos anteriores, este camino quedará como definitivo a la finalización de las obras.
- Camino nº 4, de 985 m. Este camino, al igual que el nº 2, se utilizará para acceder al tramo de arteria comprendido entre el arroyo de La Vega hasta el arroyo de Las Zorreras, si bien este será únicamente provisional.

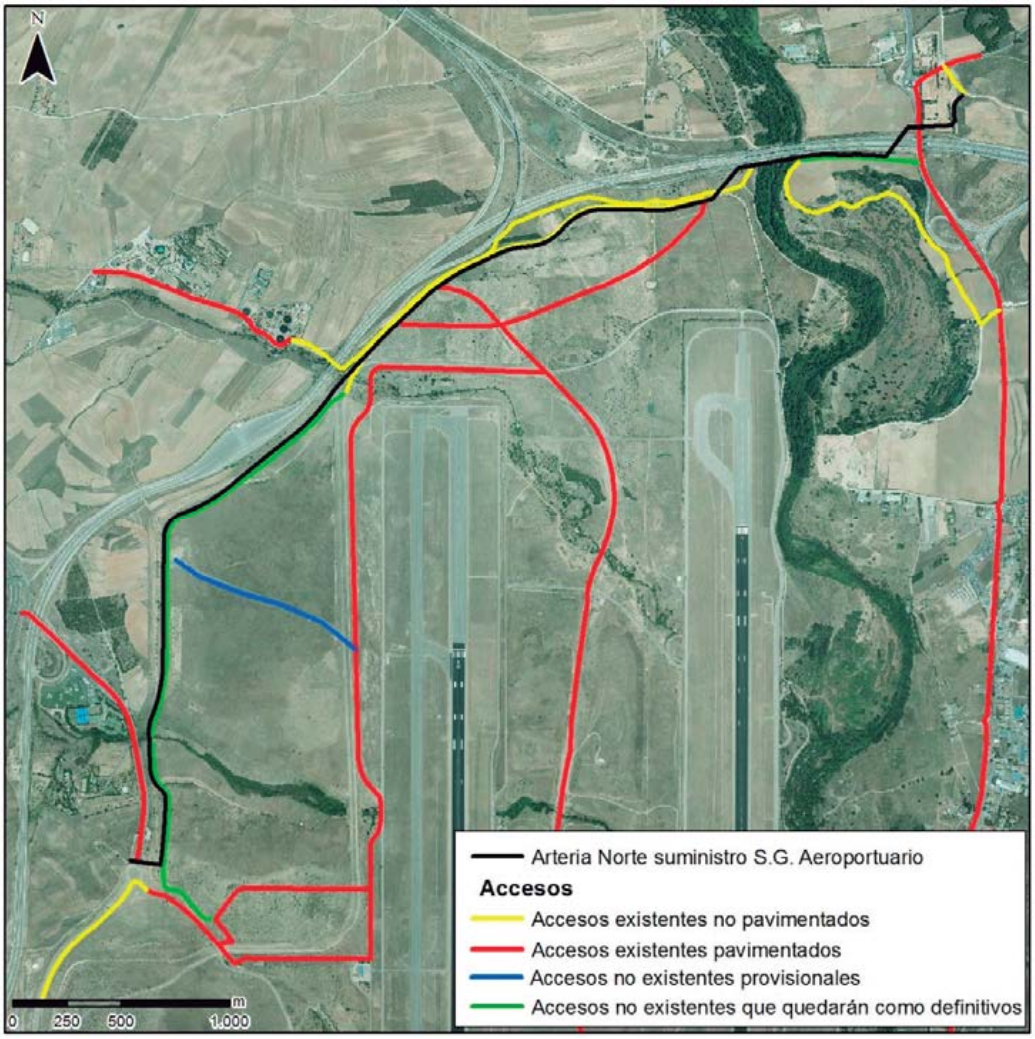


Imagen 5: Accesos pavimentados y no pavimentados existentes que pueden ser utilizados para las obras

B] 3.8. Servicios afectados

Los servicios afectados por el proyecto son los siguientes:

a) Red viaria estatal (Ministerio de Fomento)

La red viaria estatal se ve afectada en los siguientes puntos:

CARRETERA	P.K. CONDUCCIÓN	AFECCIÓN
R-2/M-50	0+174,00 – 0+309,65	Paralelismo
R-2/M-50	0+351,25 – 0+774,66	Paralelismo
R-2/M-50	0+774,66 – 0+881,40	Cruce en hinca

Tabla 6. Afección a la red de carreteras

b) Red viaria autonómica, caminos rurales y vías agropecuarias (Comunidad de Madrid)

La red viaria autonómica se ve afectada en los cruces con las carreteras duplicada M-110 y M-111 que se solucionan mediante sendas hincas:

CARRETERA	P.K. CONDUCCIÓN	AFECCIÓN
M-111	0+312,00 – 0+354,00	Cruce en hinca
M-110	6+069,54 – 6+211,58	Cruce en hinca

Tabla 7. Afección a la red de carreteras

También se ven afectadas las siguientes vías pecuarias:

VÍA PECUARIA	P.K. CONDUCCIÓN	AFECCIÓN
Vereda Barajas – San Sebastián de los Reyes	1+120 – 1+200	Cruce en zanja
Colada Arroyo de la Vega	1+327 – 1+362	Cruce en zanja
Colada del Camino de Barajas a Torrelaguna	1+678 - 1+688	Cruce en zanja
Camino de servicio Aerop. Madrid-Barajas	1+362 – 1+379	Cruce en zanja
Camino de servicio Aerop. Madrid-Barajas	3+260 – 3+458	Cruce en zanja

Tabla 8. Afección a vías pecuarias

c) Red Hidrográfica

CAUCE	P.K. CONDUCCIÓN	AFECCIÓN
Río Jarama	0+894,30 – 1+219,43	Cruce en acueducto de cauce natural
Arroyo de la Vega	3+370,00	Cruce inferior en zanja protegida de cauce natural
Arroyo de las Zorreras	5+460,00	Cruce superior mediante tubería autoportante

Tabla 9. Afección a cauces

d) Conducciones de abastecimiento de agua potable (Canal de Isabel II)

La red de aducción de agua potable se ve afectada en los siguientes puntos:

ARTERIA ADUCCIÓN	P.K. CONDUCCIÓN	AFECCIÓN
Segundo Anillo de Abastecimiento	0+000,00	Conexión principal
Arteria Cintura Este	6+211,58	Conexión secundaria

Tabla 10. Afección a red de agua potable

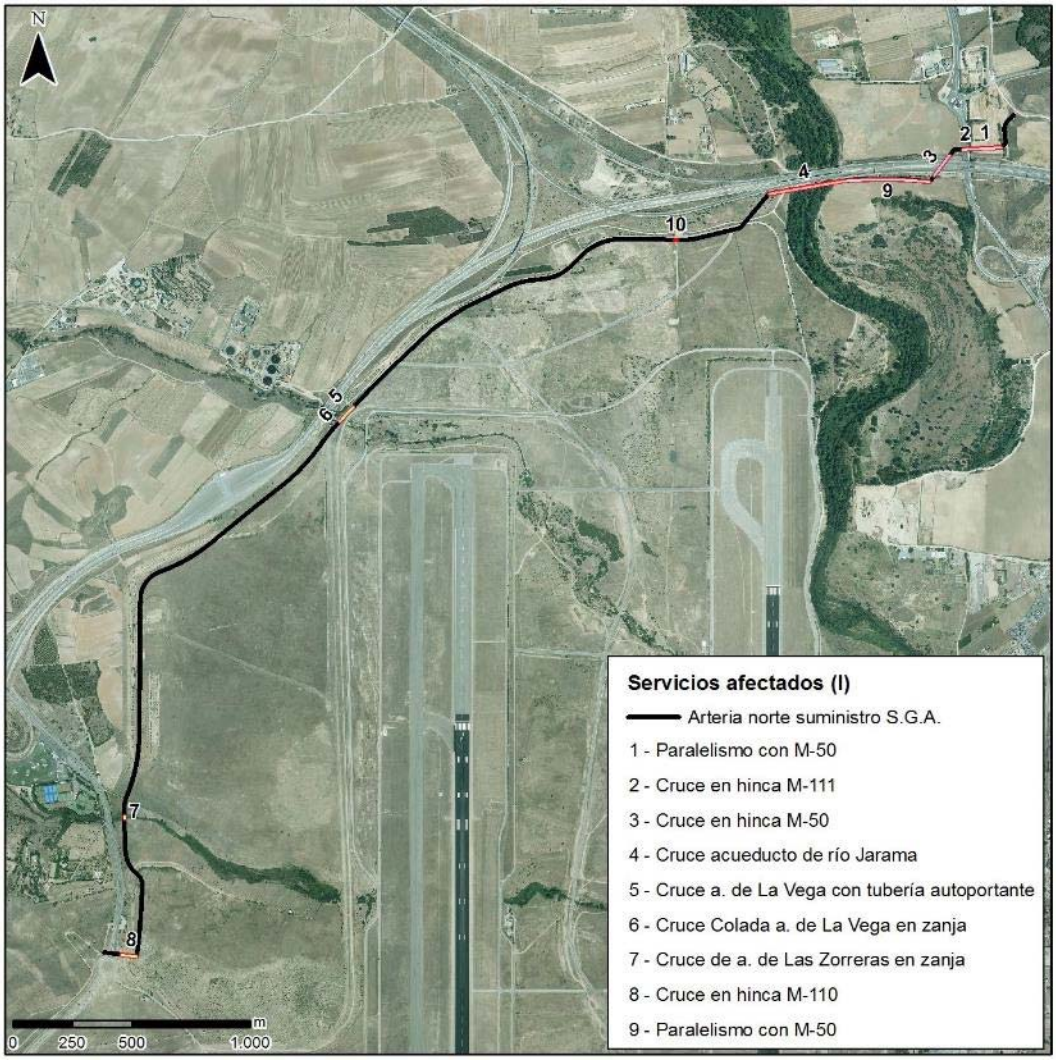


Imagen 6: Servicios afectados (I)

e) Líneas eléctricas (Red Eléctrica de España, Unión Fenosa)

La red de eléctrica se verá afectada en los siguientes puntos:

INST. ELÉCTRICA	P.K. CONDUCCIÓN	AFECCIÓN
Línea Aérea 20 kV	0+048,20	Apoyo a distancia ≥ 10m
Línea Aérea 220 kV Ardoz San Sebastián de los Reyes	0+213,61	Apoyo a distancia < 20m
Línea Subterránea 440 kV D/C Loeches – San Sebastián de los Reyes // Morata – San Sebastián de los Reyes (Galería Barajas)	1+692,50	Cruce a distinto nivel
Centro de Transformación. Línea Aérea 20 kV	1+663,50	Paralelismo a distancia ≥ 10 m. Apoyo a distancia ≥ 10m
Línea Aérea 132 kV	2+697,58	Apoyo a distancia < 20m
Línea Aérea 220 kV Aena – San Sebastián de los Reyes 2	4+348,74	Apoyo a distancia ≥ 20m
Línea Aérea 220 kV Aena – San Sebastián de los Reyes 2	4+521,02 – 6+069,54	Paralelismo a distancia ≥ 20m

Línea Aérea 220 kV Aena – San Sebastián de los Reyes 2	6+069,54	Apoyo a distancia ≥ 20m
Línea Aérea 20 kV	6+137,85	Apoyo a distancia ≥ 10m

Tabla 11. Afección a líneas eléctricas

f) Líneas de comunicaciones (Telefónica)

Las líneas de comunicaciones afectadas por la arteria son:

LÍNEA DE COMUNICACIÓN	P.K. CONDUCCIÓN	AFECCIÓN
Línea Telefónica subterránea	0+348,18	Cruce a distinto nivel

Tabla 12. Afección a líneas telefónicas

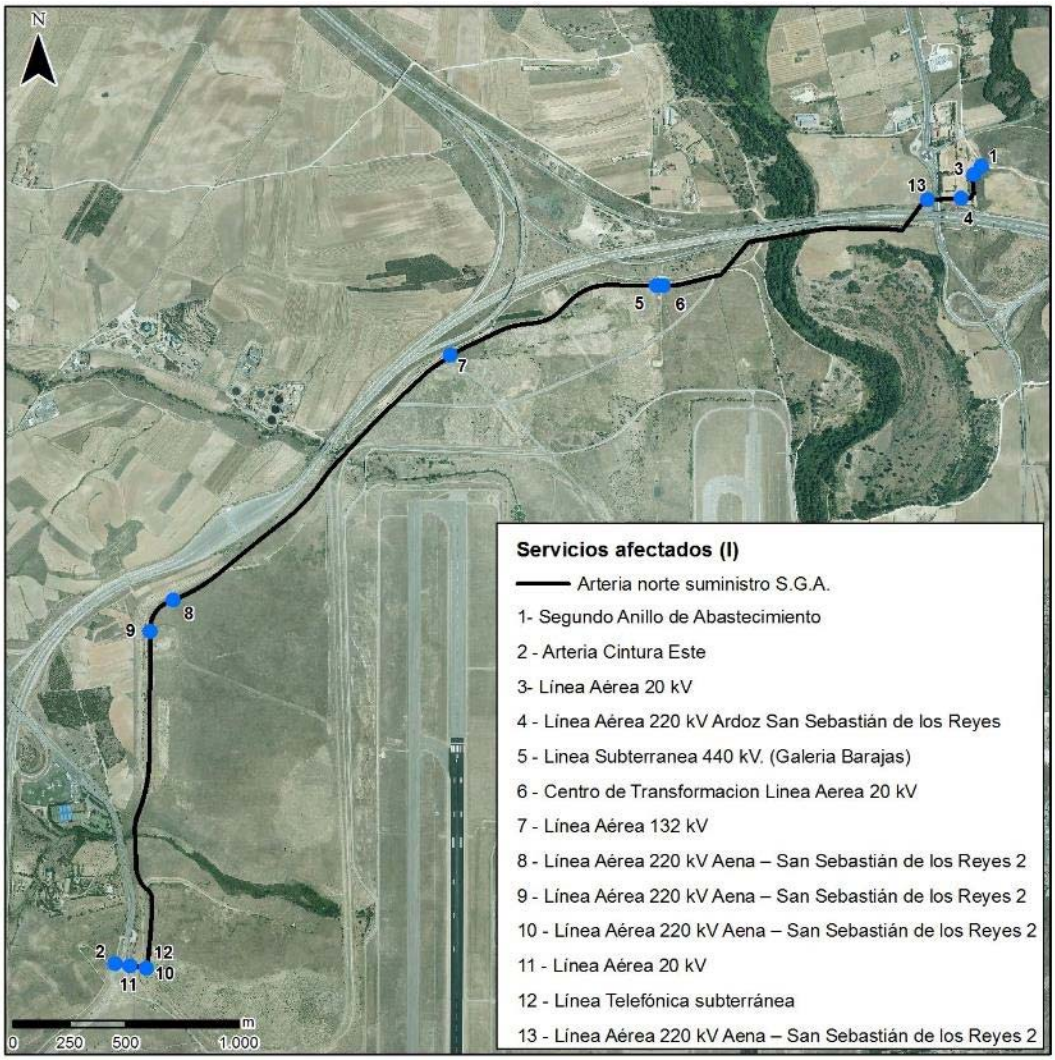


Imagen 7: Servicios afectados (II)

B] 3.9. Zona de afección

Fuera de zonas de suelo público, los terrenos afectados por las obras estarán sometidos a dos tipos de afecciones:

- Ocupación permanente:

Se tomará una banda de 6 m de ancho a lo largo de toda la traza de la conducción salvo en los puntos donde se ubiquen arquetas, en los cuales se ampliará la franja de ocupación al ancho necesario para su construcción. La dimensión de la mayor parte de las arquetas será inferior a la franja de expropiación de 6 m, no obstante, podrían existir algunas (arquetas de seccionamiento y derivación) de dimensiones mayores, sin exceder los 10 m.

Por otra parte, en las zonas de dificil acceso se dejará como definitivo el camino de 5 m de ancho realizado para la ejecución de las obras generando en esas zonas una expropiación mayor a los 6 m.

Cuando la traza de las conducciones sea paralela a un camino, en la medida de lo posible, se expropiará desde el límite del mismo, minimizando así la afección a las parcelas ocupadas, sin ser necesario además la realización de uno nuevo en estos casos.

- Ocupación temporal, necesaria durante la ejecución de las obras:

  Esta banda se tomará de 20 m de ancho. Se dividirá en dos franjas de 10 m cada una, que se situarán a ambos lados de la banda de ocupación permanente de la conducción, pudiendo ubicarse la totalidad de la banda a un lado de la misma, incrementarse en casos excepcionales y tramos concretos, debido a complicadas orografías, o llegar a reducirse al mínimo imprescindible, a fin de preservar elementos singulares o de alto valor ambiental, evitar zonas inundables o de nivel freático alto, zonas rocosas u otras circunstancias relevantes.

En el caso de paralelismo con un camino, la banda de ocupación temporal se ubicará a uno u otro lado del mismo en función de la posibilidad del mantenimiento de su uso durante la ejecución de las obras.

Se han dejado previstas, como ocupación temporal, varias áreas auxiliares anexas a la zona afectada por el proyecto, con el fin de albergar temporalmente las instalaciones necesarias para el buen desarrollo de las obras, tales como casetas para el personal, aparcamiento de maquinaria y espacio para el acopio de materiales.

Imagen 8: Posición de las zonas auxiliares previstas para la ejecución de las obras

En estas áreas auxiliares no se permitirá el cambio de aceite ni el mantenimiento de la maquinaria en la obra, y en el caso de disponer de grupo electrógeno, éste se colocará sobre una superficie impermeabilizada para evitar derrames accidentales sobre el suelo.

La ocupación estimada de las obras es:

- Paracuellos de Jarama:
  - Ocupación permanente: 5.970 m^2
  - Ocupación temporal: 12.400 m^2
- Alcobendas:
  - Ocupación permanente: 17.226 m^2
  - Ocupación temporal: 58.429 m^2
- San Sebastián de los Reyes
  - Ocupación permanente: 14.034 m^2
  - Ocupación temporal: 47.780 m^2

B] 3.10. Labores de restauración

Se llevará a cabo la restauración de las zonas afectadas por la ejecución de las obras de la arteria norte, restituyéndose la cubierta vegetal en todos los lugares donde se haya eliminado la vegetación, siempre que sea compatible con la zona de servidumbre permanente de la conducción. Se emplearán especies pertenecientes a la serie de vegetación que existe en cada zona.

Asimismo, se contempla el acondicionamiento de los puntos de cruce del río Jarama, arroyo de Las Zorreras y arroyo de La Vega.

B] 3.11. Plazo de ejecución y presupuesto

El plazo de ejecución de las obras se estima en DIECIOCHO (18) MESES, contados a partir de la firma del Acta de Comprobación de Replanteo, hasta la recepción y puesta en servicio de las instalaciones.

El Presupuesto de Ejecución Material, de las obras comprendidas en el proyecto asciende a la cantidad de 17.300.000,00 €.

B] 4. Descripción de las acciones del proyecto

Para la ejecución del proyecto se realizarán una serie de actuaciones ligadas a la *fase de obras* y a la *fase de explotación*, ya que, dado el tipo de actuación, no se considera *fase de cese de la explotación*. Las dos fases del proyecto y sus acciones se pasan a describir a continuación:

B] 4.1. Fase de construcción

a) Instalaciones auxiliares

Se ha dejado prevista, como ocupación temporal, áreas auxiliares anexas a la zona afectada por el proyecto, con el fin de albergar temporalmente las instalaciones necesarias para el buen desarrollo de las obras, tales como casetas para el personal, aparcamiento de maquinaria y espacio para el acopio de materiales. En general, se ha previsto aprovechar como zonas de ocupación temporal para el acopio de materiales zonas de eriales o desprovistas de vegetación.

Una vez finalizadas las obras, se procederá al desmantelamiento de las mismas, retirando los elementos extraños, y procediendo a la restauración de la zona afectada.

La maquinaría será ubicada al final de la jornada de trabajo en las parcelas habilitadas como zonas auxiliares. No se permitirá el cambio de aceite ni el mantenimiento de la maquinaria en la obra, y en el caso de disponer de grupo electrógeno, éste se colocará sobre una superficie impermeabilizada para evitar derrames accidentales sobre el suelo.

b) Despeje y desbroce

Es la acción de retirar la cubierta vegetal antes de proceder a la excavación necesaria para crear una zanja e introducir la conducción de agua y equipamientos auxiliares de la arteria norte.

El desbroce incide directamente sobre el medio edáfico y la vegetación, e indirectamente en la fauna por la pérdida del biotopo necesario para la existencia de microfauna edáfica. También afecta al paisaje, por el cambio de cromatismo al quedar descubierto el suelo, y en menor grado a la hidrología al acelerar los procesos de erosión y sedimentación.

Destacan especialmente las operaciones de desbroce que resulta necesario ejecutar para el cruce en acueducto del río Jarama.

c) Excavación y movimientos de tierras

Esta fase consiste en la acción de profundizar en el horizonte del suelo para introducir la tubería de abastecimiento y los elementos asociados, así como los movimientos de tierras necesarios para la adecuación de las áreas auxiliares. Esta acción afectará de forma directa al medio edáfico, procesos

de erosión y sedimentación y al posible patrimonio arqueológico. El movimiento de tierras modificará el perfil del terreno, pero solo de forma temporal.

Se incluyen en esta actuación la apertura de zanjas tanto en terreno sin pavimentar como en terreno pavimentado, con lo que se puede afectar temporalmente a infraestructuras existentes y servicios.

Está previsto que la mayor parte de los materiales de excavación sean utilizados para las labores posteriores de restauración del terreno afectado por las obras, si bien en el proyecto constructivo se podrá valorar con mayor precisión dicho volumen a partir del estudio geotécnico de detalle.

Se prevé que habrá excedentes del volumen de tierra extraído para la instalación del dado de hormigón que protege la tubería, y que serán llevados a vertedero. No obstante, la posibilidad de reutilización total o parcial de los materiales extraídos en obra dependerá de la idoneidad de los mismos para dicha reutilización.

Además, en los casos favorables, se retirarán los 20 primeros centímetros de tierra vegetal, acopiándolos de forma adecuada, para posteriormente utilizarla en las labores de revegetación.

d) Ejecución del acueducto de cruce del río Jarama

El cruce aéreo de la tubería sobre el cauce del río Jarama se resuelve con una estructura isostática de 7 vanos de 39,47 m de longitud entre ejes de pilas, con una longitud total de 276,29 m.

De estas operaciones se generarán fundamentalmente materiales procedentes de las excavaciones necesarias para las cimentaciones, así como restos del hormigón empleado en tablero, pilas y estribos.

e) Ejecución de la conducción autoportante de cruce del arroyo de La Vegas

El cruce de la tubería del arroyo de La Vega se realiza mediante un tramo autoportante de 26 metros de longitud, apoyado en dos estribos situados en los márgenes.

Esta obra, al igual que en el caso del acueducto, generará excedentes de excavación y restos de hormigonado, si bien en mucha menor cantidad.

f) Transporte de materiales, circulación y funcionamiento de maquinaria de obra

El tránsito de maquinaria y transporte por los caminos existentes puede afectar por ruidos y emisión de gases, que se traduce en un incremento de los niveles de inmisión en el entorno inmediato de la obra. De igual manera, el tránsito de maquinaria puede producir la compactación del terreno por el que se circula, en el caso de los caminos sin asfaltar.

En cualquier caso, se tomarán medidas para reducir o evitar la emisión de partículas y polvo producidas durante el movimiento de tierras y la circulación de vehículos, tales como el regado de caminos y zonas de excavación, tapado de las bañeras de los camiones cuando estos transporten materiales finos, y la limpieza de los lechos de polvo que se generen en la obra.

g) Préstamos y material sobrante

Se considera que hasta que no se redacte el proyecto constructivo y se realice el estudio geotécnico y replanteo en campo del proyecto, no puede detallarse si será necesario el aporte de tierras procedentes de zonas de préstamo y el volumen preciso de excedentes de excavación que no puedan ser reutilizados en obra. En cualquier caso, los excedentes generados serán transportados en su totalidad a vertedero autorizado, de acuerdo con la *Ley 5/2003 de Residuos de la Comunidad de Madrid* y por la *Orden 2726, de 16 de julio de 2009, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid*, tal y como se ha señalado anteriormente.

En caso de ser necesario el aporte externo de tierras (déficit), los préstamos procederán de canteras legalmente establecidas con planes de restauración aprobados, o bien de desmontes o vaciados de obras próximas.

Los materiales inertes sobrantes de la obra se gestionarán de acuerdo con el Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición de la Obra, que se elaborará según lo establecido en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid* y la *Orden 2726, de 16 de julio de 2009, por la que se regula la gestión de los residuos de los RCDs de la Comunidad de Madrid*.

h) Construcción y montaje de equipos

Bajo esta denominación se engloban todas las acciones relativas a la cimentación y ensamblaje de piezas prefabricadas, tanto para la instalación de las conducciones como para las instalaciones asociadas tales como válvulas de seccionamiento, ventosas, caudalímetros, etc. Irán alojados en cámaras o arquetas-tipo según las Normas para el abastecimiento de agua de Canal de Isabel II. También será preciso instalar el equipo de protección catódica en el p.k. 1+670, junto al centro de transformación, que irá soterrado, y las conexiones eléctricas en las dos arquetas de conexión con el Segundo Anillo de distribución de Madrid y Arteria Cintura Este, respectivamente. Todo ello dará lugar a la ocupación temporal y permanente de terreno.

i) Producción, almacenamiento y gestión de residuos en obra

Se incluye aquí la generación de residuos de construcción y demolición, asimilables a urbanos, peligrosos y no peligrosos derivados de la ejecución de la obra. Todos los residuos serán gestionados de acuerdo a lo establecido en la legislación estatal, autonómica y local de referencia. Por ello se priorizará la prevención en su generación y la segregación de cada uno de los tipos de residuos generados. Todos los residuos serán entregados a gestores autorizados priorizando aquellos cuya gestión posterior sea la valorización de los residuos sobre la eliminación de los mismos.

Para su almacenamiento se contará con un punto limpio en los que se colocarán contendedores adecuados e identificados para cada tipo de residuos. Se dispondrá también de una balsa para el lavado de canaletas de hormigón.

B] 4.2. Fase de explotación

a) Presencia de la conducción

La presencia de la conducción supondrá la presencia de una banda de ocupación permanente a lo largo de toda la traza, en la que los usos del suelo se verán condicionados por la presencia subterránea de la conducción.

Asimismo, la conducción será visible en los dos puntos en los que se proyecta sobre la rasante del terreno: el acueducto de cruce del río Jarama y el tramo autoportante del cruce del arroyo de La Vega.

b) Explotación de la arteria norte

La ejecución de la arteria norte permitirá conectar la red de aducción del Canal de Isabel II con el Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas, asegurando así el suministro de agua potable a los nuevos desarrollos previstos dentro del recinto aeroportuario.

B] 5. Residuos, vertidos y emisiones

La ejecución del proyecto objeto de estudio va a generar una serie de residuos, vertidos y emisiones tanto en la fase de construcción, como en la fase de funcionamiento.

El objeto del presente apartado es presentar y resumir la previsión de los residuos, vertidos y emisiones generados en las distintas fases. Las medidas a adoptar para su gestión y tratamiento se recogen ya en los capítulos referentes a Medidas protectoras y correctoras y plan de Vigilancia.

B] 5.1. Fase de construcción

a) Residuos

Todos los residuos serán gestionados de acuerdo a lo establecido en la legislación estatal, autonómica y local de referencia. Por ello se priorizará la prevención en su generación y la segregación de cada uno de los tipos de residuos generados. Todos los residuos serán entregados a gestores autorizados priorizando aquellos cuya gestión posterior sea la valorización de los residuos sobre la eliminación de los mismos.

Para su almacenamiento se contará con un punto limpio en los que se colocarán contendedores adecuados e identificados para cada tipo de residuos. Se dispondrá también de una balsa para el lavado de canaletas de hormigón.

Los residuos que se generarán durante la ejecución de los trabajos son los siguientes:

a.1) Residuos de procedentes de la construcción y la demolición (RCD)

En este grupo se engloban todos los residuos que se generan en las tareas de construcción que se llevarán a cabo en las obras (residuos procedentes de la construcción y la demolición), y que según el vigente Plan Regional de Residuos de Construcción y Demolición (2006-2016) y la Orden 2726, de 16 de julio de 2009, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid, se clasifican en dos grupos:

- RCD de Nivel I: son los excedentes de la excavación y los movimientos de tierras de las obras cuando están constituidos por tierras y materiales pétreos no contaminados. Estos no se consideran residuos en el sentido estricto y por lo tanto pueden y deben ser preferentemente reutilizados como material de relleno, en la restauración de áreas degradadas como consecuencia de antiguas extracciones mineras, o en el sellado de vertederos.
- RCD de Nivel II: son RCD no incluidos en el nivel anterior y son generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios (abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros).

Los principales residuos que se generarán como consecuencia de la ejecución del proyecto serán los derivados del movimiento de tierras:

- Despeje y desbroce
- Excavación
- Hincas
- Restos de hormigón y encofrados procedentes de la ejecución del acueducto en el río Jarama y tramo de tubería autoportante en el arroyo de Las Zorreras
- Relleno con materiales procedentes de la excavación

No se considera necesario el aporte de tierras, y en caso de que hubiera excedentes que no puedan ser reutilizados en la obra, serán transportadas en su totalidad a vertedero autorizado. En este sentido, hay que señalar que, en el proyecto constructivo, y una vez realizado el estudio geotécnico de detalle, se podrá precisar el volumen de tierras provenientes de la excavación que es posible reutilizar, que estará en función de la naturaleza y calidad de los materiales extraídos.

La tierra vegetal extraída, que procederá mayoritariamente de la zona de ocupación permanente de las conducciones, se almacenará separada del resto de materiales estériles extraídos en montículos o cordones, sin sobrepasar la altura máxima de 2 m, con el fin de evitar la pérdida de sus propiedades orgánicas y bióticas. Posteriormente, será aplicada en la recuperación e integración ambiental de las áreas afectada por las obras de la nueva conducción.

El proyecto constructivo incluirá un Plan de Gestión de Residuos, en el que se definirá en detalle el sistema de separación en origen de los residuos y su destino final, dando prioridad a la reutilización, reciclado o valorización frente al vertido.

En principio, está previsto utilizar en las obras todo el material sobrante que sea adecuado para las mismas; por tanto, la cantidad de material sobrante a retirar a vertedero dependerá de la idoneidad del material procedente de excavación como relleno.

Los materiales inertes sobrantes de la obra constituyen Residuos de Construcción y Demolición (RCDs) de Nivel I: tierras y materiales pétreos no contaminados resultantes de excedentes de excavación. El volumen de excedente de tierra que no pueda utilizarse en la obra será gestionado de acuerdo con lo establecido en el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición de la obra, que se elaborará según lo establecido en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid* y la *Orden 2726, de 16 de julio de 2009, por la que se regula la gestión de los residuos de los RCDs de la Comunidad de Madrid*.

a.2) Residuos sólidos asimilables a urbanos

Son aquellos residuos que por su naturaleza son semejantes a las basuras domésticas y, por lo tanto, se pueden gestionar conjuntamente con ellas. Se incluyen en este grupo los procedentes de restos de productos perecederos, embalajes, etc. y están compuestos por materia orgánica, papel y cartón, plásticos, vidrio, metales, etc.

Estos residuos se gestionarán mediante gestor autorizado o se llegará a un acuerdo con los ayuntamientos para que se efectúe la correspondiente recogida de los mismos.

a.3) Residuos peligrosos (RP)

También se producirán otro tipo de residuos derivados de actividades ligadas a la obra, como son la generación de aceites y grasas, absorbentes de posibles derrames, envases de plástico y metálicos con sustancias peligrosas y residuos de servicios médicos. Estos serán recogidos y almacenados en lugar adecuado para su posterior retirada a través de un gestor autorizado de RP de la Comunidad de Madrid.

El contratista se dará de alta como productor de residuos peligrosos y firmará un contrato con un transportista y un gestor autorizados de residuos peligrosos de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Se realizará una correcta gestión y una adecuada retirada de los mismos, mediante por un transportista autorizado, y se tendrá en cuenta lo establecido en la *Ley 22/2011 de 28 de julio de residuos y suelos contaminados*, el *Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988 de 20 de julio*, y la *Ley 5/2003 de 20 de mayo, de Residuos de la Comunidad de Madrid*, para no ocasionar ningún tipo de deterioro ambiental.

b) Vertidos

La única generación de aguas residuales durante el desarrollo de los trabajos, son las generadas por el aseo de los trabajadores. Para ello, se dispondrá de un inodoro químico durante todas las fases de construcción, prohibiendo la instalación de fosas sépticas y el vertido al terreno.

c) Ruidos y emisiones atmosféricas

Las principales emisiones que se prevén en fase de obras corresponden con los ruidos y gases emitidos por la maquinaria y equipos empleados en las obras.

La maquinaria deberá funcionar correctamente y contar con los mantenimientos correspondientes al día. Además, deberá disponer del correspondiente marcado CE según la *Directiva 2000/14 de Ruido ambiental*, que garantice que los ruidos emitidos están dentro de los admitidos por la legislación.

B] 5.2. Fase de funcionamiento

a) Residuos

Los residuos generados durante la fase de funcionamiento de la arteria norte serán los propios derivados de las labores de mantenimiento. En cualquier caso, la cantidad de estos residuos será poco significativa.

b) Vertidos

No se contemplan vertidos derivados de la explotación de la arteria norte.

c) Emisiones

No se producirán emisiones en esta fase.

C] INVENTARIO AMBIENTAL

En este apartado se analizan en detalle los distintos recursos del medio, así como sus aprovechamientos, de forma que con posterioridad sea posible identificar y valorar de forma adecuada los efectos que la construcción de la arteria norte y su explotación tendrán sobre el entorno.

C] 1. Climatología

La estructura del relieve en la Provincia de Madrid, sobre un gradiente de altitud en continuo descenso de noroeste a sudeste, es la principal responsable de las variaciones climáticas, siempre dentro de un modelo climático netamente continental, derivado de su emplazamiento en la zona central de la península y alejado de las costas.

El clima continental se manifiesta en fuertes oscilaciones térmicas tanto diarias como estacionales, así como en condiciones térmicas extremas, con inviernos fríos y veranos cálidos, en general acompañados de largos períodos de sequía.

Junto a estos elementos propios de la dinámica climatológica, hay que situar los efectos producidos por la presencia de grandes masas vegetales y de aguas embalsadas, así como las grandes agrupaciones urbanas, que producen variaciones locales de tipo climático general.

La información obtenida a través de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para la estación "Madrid Aeropuerto" se considera la más representativa debido a que es la estación más próxima a la zona de estudio. El resumen de los datos generales de la estación termopluviométrico son los siguientes:

NOMBRE	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD	AÑO INICIO	AÑO FIN
MADRID AEROPUERTO	609	40º 28' 0" N	3º 45´20" O	1981	2010

Tabla 13: Datos generales de la estación meteorológica Madrid Aeropuerto. Fuente: AEMET

A continuación, se muestra la tabla resumen de los datos climatológicos de la Agencia Estatal de Meteorología, obtenidos en la estación Madrid Aeropuerto, durante el periodo 1981-2010:

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	5.5	10.7	0.2	29	74	5.2	0.7	0.0	4.1	16.2	7.9	144
Febrero	7.1	13.0	1.2	32	67	4.7	0.9	0.2	2.0	11.5	6.5	168
Marzo	10.2	17.0	3.5	22	58	3.5	0.3	0.4	0.6	4.7	7.8	224
Abril	12.2	18.7	5.7	38	56	6.4	0.1	1.2	0.3	0.9	5.0	226
Mayo	16.2	23.1	9.3	44	52	6.8	0.0	2.9	0.3	0.1	5.2	258
Junio	21.7	29.5	13.9	22	42	3.6	0.0	2.7	0.1	0.0	8.9	310
Julio	25.2	33.5	16.8	9	35	1.5	0.0	2.2	0.0	0.0	16.8	354
Agosto	24.7	32.8	16.5	10	37	1.5	0.0	1.5	0.0	0.0	13.5	329
Septiembre	20.5	27.9	13.1	24	48	2.9	0.0	1.7	0.4	0.0	8.0	258
Octubre	14.8	21.0	8.7	51	63	6.6	0.0	0.9	1.0	0.2	6.1	199
Noviembre	9.4	14.8	4.1	49	72	6.2	0.0	0.2	2.3	5.4	6.8	151

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Diciembre	6.2	10.9	1.4	42	76	6.3	0.6	0.1	5.6	12.8	6.4	128
Año	14.5	21.1	7.9	372	57	55.1	2.6	14.0	16.8	51.8	98.3	-

Tabla 14: Datos climatológicos de la estación meteorológica Madrid Aeropuerto. Fuente: AEMET

Leyenda	
T	Temperatura media mensual/anual (°C)
TM	Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
Tm	Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
R	Precipitación mensual/anual media (mm)
H	Humedad relativa media (%)
DR	Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
DN	Número medio mensual/anual de días de nieve
DT	Número medio mensual/anual de días de tormenta
DF	Número medio mensual/anual de días de niebla
DH	Número medio mensual/anual de días de helada
DD	Número medio mensual/anual de días despejados
I	Número medio mensual/anual de horas de sol

Tabla 15: Leyenda de los datos climatológicos de la estación meteorológica Madrid Aeropuerto. Fuente: AEMET

C] 1.1. Termometría

Según datos de la estación meteorológica Madrid Aeropuerto, la temperatura media anual de la zona se sitúa en 14,5 ºC. La temperatura media anual de las máximas es de 21,1 ºC, siendo julio el mes más cálido con una media de las máximas de 33.5 ºC. La media anual de las mínimas es de 7,9 ºC y la media de las mínimas del mes más frío (enero) presenta un valor de 0,2 ºC.

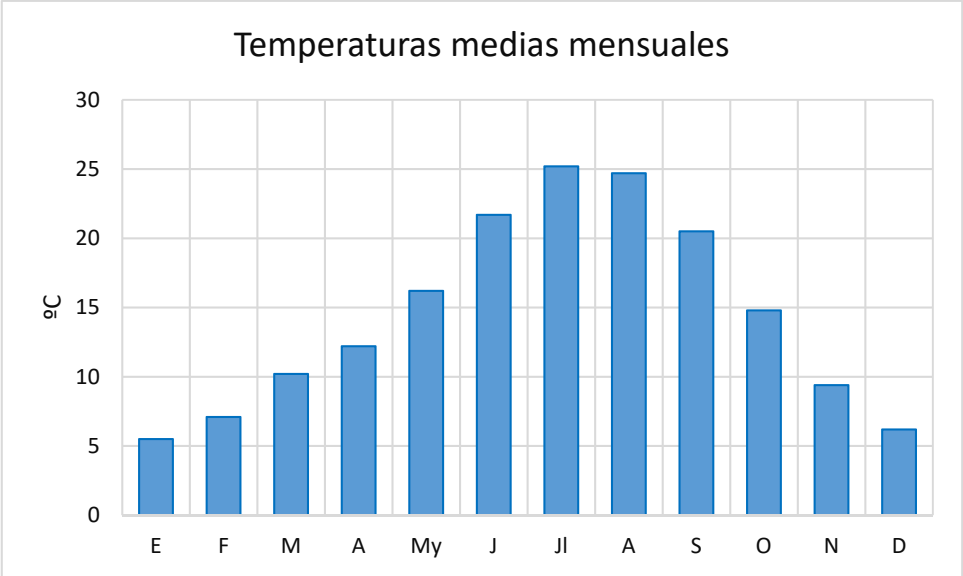


Imagen 9: Temperaturas medias mensuales. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, elaboración propia

C] 1.2. Pluviometría

El ombrotipo de la zona es de tipo seco, con una precipitación media de 372 mm anuales. La media de la precipitación máxima mensual es de 51 mm, teniendo lugar en octubre, mientras que la precipitación mínima mensual es de 9 mm, en julio.

En la siguiente imagen se muestra la distribución de la precipitación, en porcentajes, por estaciones:

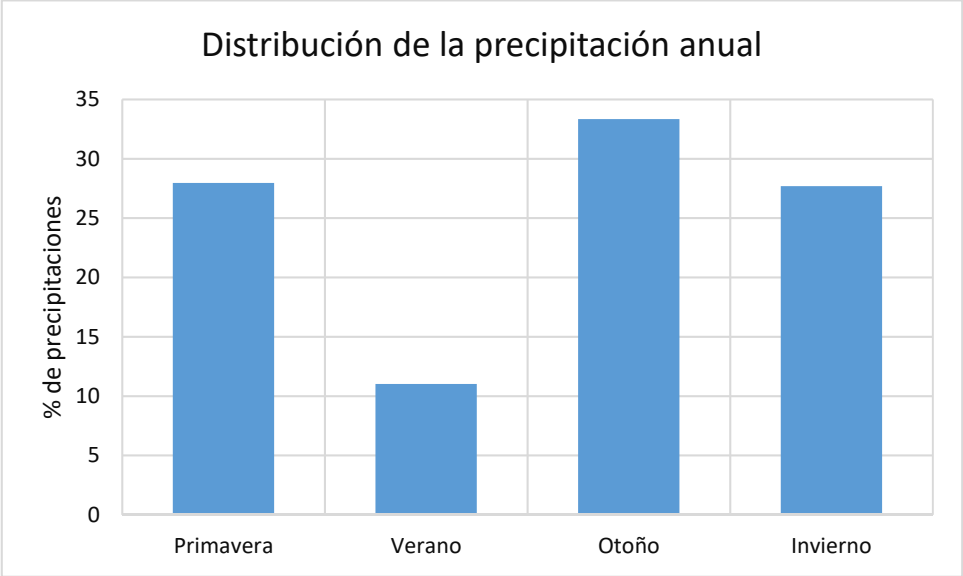


Imagen 10: Porcentaje de distribución de la precipitación por estaciones. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, elaboración propia.

El número medio de días con precipitación al año es de 55, siendo el mes de mayo el que mayor número de días con precipitación presentan con 7 días.

La humedad relativa anual se sitúa en el 57%, produciéndose su valor medio mensual mínimo en el mes de julio, con un 35%, y el máximo en el mes de diciembre, con un 76%.

La distribución de las tormentas a lo largo del año se concentra dentro de los meses de primavera y verano, existiendo una media de 14 días de tormenta al año.

En cuanto al número de días con precipitación en forma de nieve, la zona presenta una media de 3 días al año, principalmente en los meses de invierno.

El número medio de días de niebla al año es de 17, siendo los meses de invierno donde se concentra el mayor número de días de niebla.

C] 1.3. Índice y clasificaciones climáticas

Estas clasificaciones tienen por objeto definir tipos climáticos, que permitan su definición y comparación de regiones con clima homogéneo. En este estudio se han tenido en cuenta los siguientes:

- Índice termopluviométrico de DANTIN-REVENGA

  Se calcula en función de la temperatura media anual y la precipitación anual. Para la zona de estudio su valor es I = 3,9 que corresponde a un clima semiárido.

- Índice de continentalidad de GOREZYNSKI

  Se determina en función del intervalo anual de temperatura en grados centígrados y de la latitud en grados.

  Icg = 1.7*(Mi - mi) / sen (Lat) – 20,4

  Mi=Temp media del mes más cálido (25,2)

  mi= Temperatura media del mes más frío (5,5)

  Lat=40

  El índice de Gorezynski resulta 31,7, por lo que se trata de un clima oceánico.

- Índice de aridez de MARTONNE

  Ia=P/(T+10)

  P= Precipitación anual (mm) (372)
  T= Temperatura media anual (ºC) (14,5)

  El resultado del índice es de 15,2, correspondiéndose con un clima semiárido (mediterráneo).

- Clasificación climática de KÖPPEN

  Según la descripción realizado por Kóppen para cada clima, atendiendo a los datos climáticos de la estación del ámbito de estudio, ésta presenta las características de un clima mediterráneo-Templado con verano seco.

- Período vegetativo

  Se considera que un mes permite el desarrollo vegetal cuando su temperatura media supera los 6 °C y la precipitación es al menos el doble que la temperatura media del mes. La zona de estudio presenta siete meses de período vegetativo

C] 1.4. Diagramas climáticos

Los diagramas climáticos son la representación gráfica de uno o varios factores climáticos de una región. En el presente estudio se ha considerado el diagrama ombrotérmico de GAUSSEN.

En este diagrama se representan los datos de temperaturas en el eje de la izquierda, y las precipitaciones en el opuesto, siguiendo una escala doble que la de temperaturas, correspondiendo las ordenadas a los meses del año. Muestra de forma clara y directa, las características del clima local.

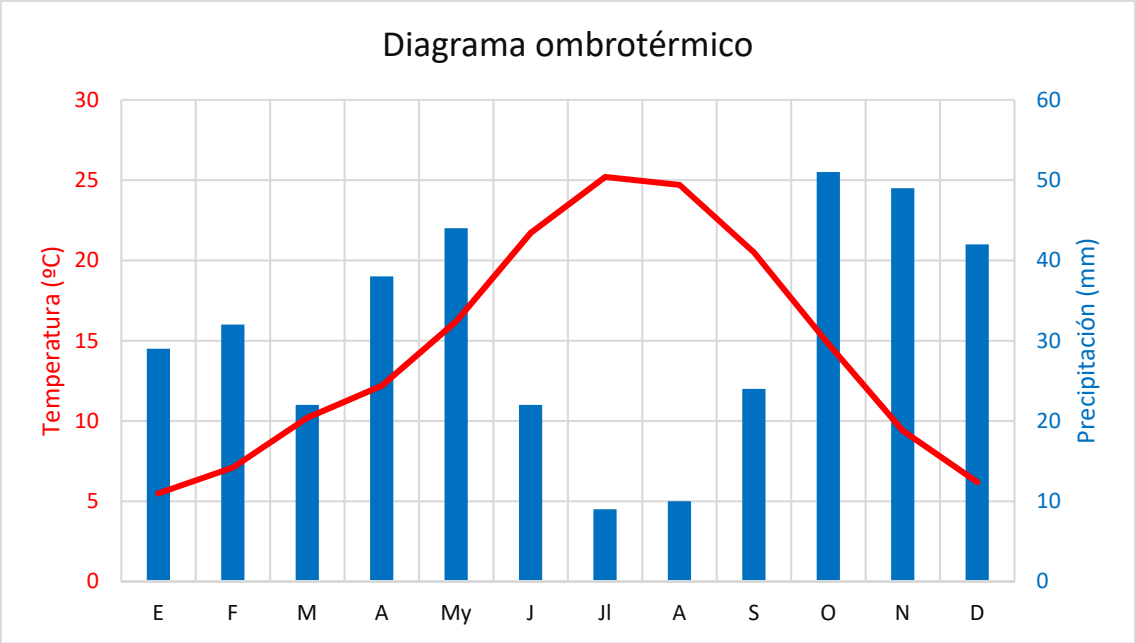


Imagen 11: Diagrama ombrotérmico. Fuente: Agencia Estatal de Meteorología, elaboración propia.

C] 2. Atmósfera: calidad del aire y ambiente sonoro

C] 2.1. Calidad del aire

La calidad del aire, y por tanto los problemas de contaminación atmosférica, dependen de la interacción entre una serie de factores humanos, como la densidad de población, el desarrollo industrial o los transportes.

La contaminación atmosférica viene definida por dos parámetros fundamentales: las fuentes emisoras (estacionarias y móviles) y las condiciones climatológicas y orográficas del territorio, que afectan directamente a la difusión y dispersión de los contaminantes, determinando los valores de inmisión.

a) Focos emisores de la zona de estudio

Los focos de contaminantes pueden ser de tres tipos:

- Focos fijos o estacionarios: Corresponden a las instalaciones industriales (procesos industriales, instalaciones fijas de combustión) y domésticas (calefacción y agua caliente).
- Focos móviles: Corresponden fundamentalmente a los vehículos a motor.
- Focos compuestos: Corresponden a las zonas industriales y a las áreas urbanas.

En este caso concreto, una de las principales fuentes o focos emisores de contaminación en la zona de estudio serán los vehículos a motor, que circulen por las distintas vías de comunicación presentes en el área analizada. En este sentido, cabe reseñar que existe un gran número de infraestructuras viarias en la zona, con una importante densidad de tráfico, de entre las cuales, destacan las siguientes:

- Autovía M-50
- Autovía M-12
- Autopista R-2
- Carretera autonómica M-110
- Carretera autonómica M-111

Además de los vehículos que circulan por dichas vías, cabe destacar las aeronaves que utilizan las instalaciones del Sistema General Aeroportuario para sus operaciones de aterrizaje y despegue.

Los vehículos automóviles originan dos tipos de emisiones de partículas: sólidas y gaseosas.

- Partículas sólidas provenientes de la combustión, o provenientes del resto del vehículo.
- Emisiones gaseosas. Las más importantes son:
    - Monóxido de carbono (CO)
    - Óxidos de nitrógeno (NOx)
    - Hidrocarburos inquemados (HC)

Asimismo, al igual que los coches, camiones y demás vehículos que circular por las carreteras, los aviones también son importantes focos de emisores de contaminantes. La emisión de contaminantes provocada por los aviones varía en función del número de pasajeros, tamaño de la aeronave, altitud y distancia del vuelo. Como el resto de vehículos a motor, las aeronaves emiten a la atmósfera diferentes contaminantes como CO, CO_2, CH_4, NO_x y partículas en suspensión.

Por otro lado, en la zona de estudio existe una elevada densidad de áreas de carácter industrial. No obstante, en su mayor parte se trata de actividades de almacenaje y distribución (logística) ligadas al Sistema General Aeroportuario, que no supondrán emisiones directas a la atmósfera, si bien incrementarán el tráfico de vehículos pesados en las carreteras de la zona.

En relación con las instalaciones industriales próximas, en su mayor parte se trata de actividades de almacenaje y distribución, que no supondrán emisiones directas a la atmósfera, si bien incrementarán el tráfico de vehículos pesados en las carreteras de la zona.

Otros focos emisores de contaminantes a la atmósfera son las calefacciones domésticas, las cuales son una de las principales fuentes de contaminación de las grandes ciudades, pudiendo contribuir en un 20 o un 30% a las emisiones totales a la atmósfera en áreas urbanas.

Los focos contaminantes de este tipo se sitúan en las poblaciones de mayor entidad, como son San Sebastián de los Reyes o Alcobendas, si bien debe indicarse que progresivamente se está tendiendo al abandono de sistemas de calefacción contaminantes por otros considerados más limpios, como el gas natural.

Por último, en lo que respecta a otros tipos de focos emisores de contaminantes, cabe citar la producida por las actividades de construcción, aunque son de carácter puntual y de duración temporal.

b) Valores de inmisión registrados

En lo referente a los valores de inmisión, son dos los factores principales que influyen en la dispersión de los contaminantes emitidos: el clima y el relieve. La comarca estudiada no presenta, en ningún caso, relieves escarpados que puedan contribuir a la concentración de la contaminación en una determinada zona.

Tanto el Ayuntamiento de Madrid como la Comunidad de Madrid cuentan con una red de estaciones para mediar la calidad del aire. Dentro de la red de calidad de ambos organismos se ha seleccionado la estación perteneciente a la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid situada en el municipio de Alcobendas debido a que de las que se encuentran más próximas a la zona de estudio, es la más completa al medir un mayor número de contaminantes.

A continuación, se muestran los datos generales de la estación y su ubicación:

NOMBRE	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD	DIRECCIÓN
ALCOBENDAS	688	40º 32′ 22″ N	3º 38′47″ O	C/ Pintor Murillo, Parque de Andalucía

Tabla 16: Datos generales de la estación de Alcobendas. Fuente: Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid

Imagen 12: Ubicación de la estación de la Red de Calidad del Aire existente en Alcobendas. Fuente: Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid.

A continuación, se muestran los datos obtenidos de la Red de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid y la memoria de calidad del aire del año 2015 elaborada por la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid para dar cumplimiento al Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de calidad del aire.

Estación	Resumen de Superaciones de Valores Límite y Valores Objetivo 2015						Resumen Superaciones de Umbrales de Información y Alerta 2015		
	PM10		NO_2		O_3		NO_2	O_3	
	Media anual ($\mu g/m^3$)	Sup. Diarias	Media anual ($\mu g/m^3$)	Sup. Horarias	Media anual ($\mu g/m^3$)	Sup. Valor objetivo	Sup. Umbral alerta	Sup. Umbral Inform.	Sup. Umbral alerta
Alcobendas	17	7	29	9	81	34	0	24	0

Tabla 17: Datos de calidad del aire de la estación de Alcobendas. Fuente: Informe anual sobre la calidad del aire en la Comunidad de Madrid 2015.

A continuación, se detallan las características y resultados obtenidos para cada uno de ellos.

- Dióxido de nitrógeno (NO_2). Es un gas tóxico, irritante y precursor del ozono troposférico O_3, que también interviene en la formación de gases acidificantes y eutrofizantes. La fuente principal de este contaminante son los vehículos a motor.

  Para el dióxido de nitrógeno, la legislación establece un umbral de alerta de 400 $\mu g/m^3$ durante tres horas consecutivas, que no ha sido superado durante el año 2015. Del mismo modo, tampoco se ha superado el valor límite horario (200 $\mu g/m^3$) en más de 18 ocasiones. Así mismo, tampoco se ha superado el valor límite anual para la protección de la salud humana (40 $\mu g/m^3$).

- Ozono troposférico (O_3). Es un contaminante secundario que se genera por la presencia de otros contaminantes en la atmósfera, que reaccionan entre sí por la acción de la radiación solar y en condiciones de temperatura elevada. Se puede manifestar en momentos y lugares distintos de aquéllos en los que se emiten los gases precursores, pudiendo causar graves problemas de salud y alteraciones en los ecosistemas.

Para el O_3, la normativa establece valores objetivo y límites por encima de los cuales debe informar o alertar a la población, debido al riesgo que puede suponer para la protección de la salud humana. El umbral de alerta es de 240 µg/m^3 y el umbral de información es de 180 µg/m^3. Asimismo, el valor objetivo para la protección de la salud humana (120 µg/m^3, máximo de las medias móviles octohorarias) no debe ser superado en más de 25 ocasiones por año como promedio de 3 años. En la estación de Alcobendas, se ha superado dicho límite un total de 34 veces.

- Partículas en suspensión (PM10). Las partículas en suspensión (PM10) son aquellas de tamaño menor a 10 µm, y pueden estar constituidas por diversos contaminantes, dependiendo el proceso que las haya originado. Debido a su pequeño tamaño y peso, permanecen de forma estable en el aire durante largos períodos de tiempo sin caer al suelo y pueden ser trasladadas por el viento a grandes distancias. El principal foco emisor es el transporte y también los procesos de combustión industrial y residencial y las actividades agrícolas y ganaderas. Penetran en el organismo a través de las vías respiratorias, produciendo irritación de las mismas y otros efectos dependiendo de su composición.

  El valor límite diario de PM10 para la protección de la salud humana es de 50 µg/m^3, que no podrán superarse en más de 35 días al año. En el año 2015, se ha superado durante 7 días el límite diario en la estación de Alcobendas, mientras que el valor límite anual (40 µg/m^3) no se ha superado.

En conclusión, en la zona de estudio se superan los valores objetivo de PM10 y de O_3, en diversas ocasiones debido fundamentalmente a la contaminación producida por el tráfico rodado, a la densidad de población de la zona en los núcleos urbanos y a su proximidad a la ciudad de Madrid y su área metropolitana. No obstante, no se superan en ningún caso los valores umbral de estos compuestos.

C] 2.2. Niveles de ruido

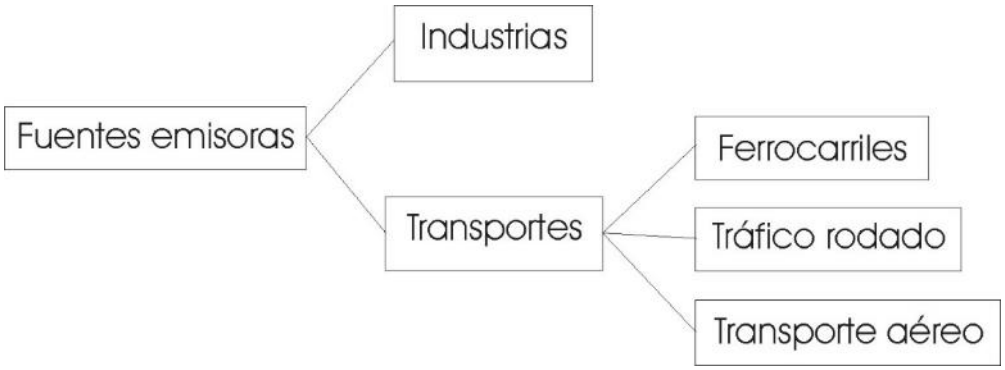
El ruido es un factor importante de alteración del medio, dando lugar a la denominada contaminación acústica. Aunque existen fuentes emisoras de ruido naturales, son las ligadas a actividades humanas las que dan lugar a una mayor elevación de los niveles sonoros y, con ello, a unas mayores perturbaciones.

Los elementos con mayor incidencia ambiental por contaminación acústica se asocian al transporte por carretera, al tráfico ferroviario, al tráfico aéreo, a la industria, a obras de construcción y civiles, a actividades recreativas y equipos de exterior. Todas estas actividades pueden producir niveles de ruido elevados que pueden provocar efectos nocivos en la salud de las personas.

En los siguientes apartados se analizan las principales fuentes emisoras de ruido y los niveles sonoros generados por estas.

a) Fuentes emisoras en la zona de estudio

Las fuentes emisoras de ruidos pueden ser de diversos tipos:



En la zona de estudio, las principales fuentes emisoras de ruidos son:

- El tráfico rodado en la autopista R-2, autovías M-50 y M-12, y carreteras autonómicas M-110 y M-111, que discurren próximas al trazado de la arteria norte.

- Las operaciones de aterrizaje y despegue en el Sistema General Aeroportuario Adolfo Suárez-Madrid Barajas, dentro de cuyas instalaciones se proyecta buena parte del trazado de la futura arteria.

b) Niveles sonoros existentes

Para analizar los niveles sonoros existentes de las diferentes fuentes emisoras, se ha consultado la información del Sistema de Información sobre Contaminación Acústica (SICA) del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, así como el mapa estratégico de ruido del municipio de Alcobendas.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de nivel sonoro L_{den} (nivel sonoro día-tarde-noche) para la M-50, M-111 y M-12 a partir de la información del SICA (estudio del año 2012):

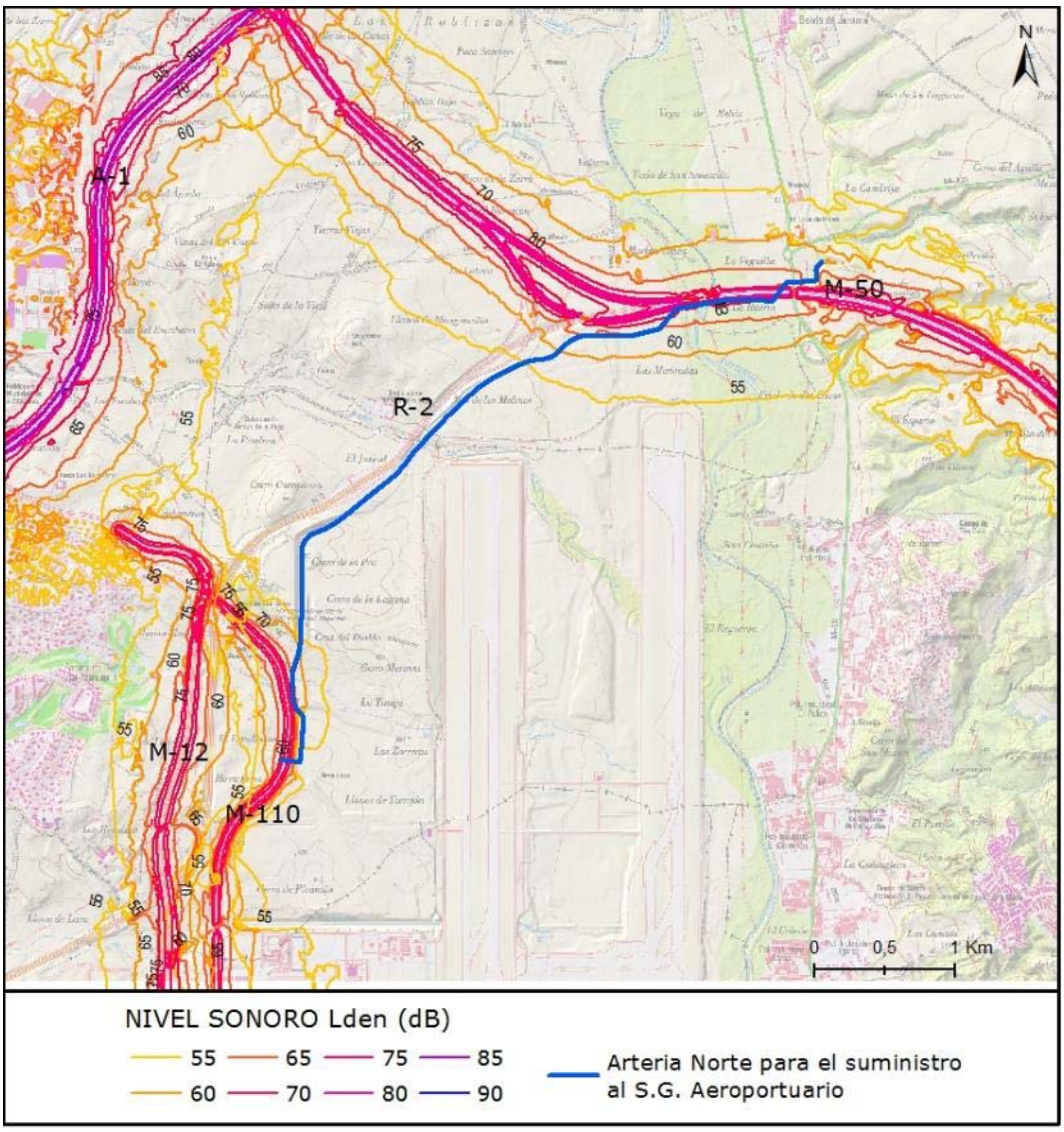


Imagen 13: Mapa del nivel sonoro (Lden) de M-50, M-12 y M-110 en la zona de estudio. Fuente: Sistema de Información sobre Contaminación Acústica (SICA)

Lden es un indicador del nivel de ruido global durante el día, la tarde y la noche, que muestra el nivel conjunto de molestia por ruido, expresado en dB.

Como se puede observar en la imagen anterior, la práctica totalidad del trazado de la arteria norte se proyecta en la zona perimetral del Sistema General Aeroportuario, en las proximidades de vías de comunicación con importantes intensidades de tráfico, y en consecuencia con elevados niveles de ruido generados por la circulación de vehículos.

Así, el primer tramo del proyecto se ve afectado por lo niveles acústicos generados por la M-50, donde se superan los 60 dB. Posteriormente, el trazado discurre paralelo a la autopista R-2 (de la que el SICA no muestra datos del nivel sonoro). Finalmente, el último tramo de la arteria norte se proyecta en las proximidades de la M-110 y M-12, existiendo por tanto niveles sonoros elevados, si bien en este caso, la configuración geomorfológica actual -derivada de los desmontes de los cerros de Los Perales y Mesones, en el entorno de la ermita de San Isidro - protege parcialmente el trazado de los niveles sonoros generados por estas infraestructuras.

Respecto a los niveles sonoros generados por las operaciones desarrolladas en el aeropuerto Adolfo Suárez - Madrid Barajas, se ha consultado la información disponible en el SICA:

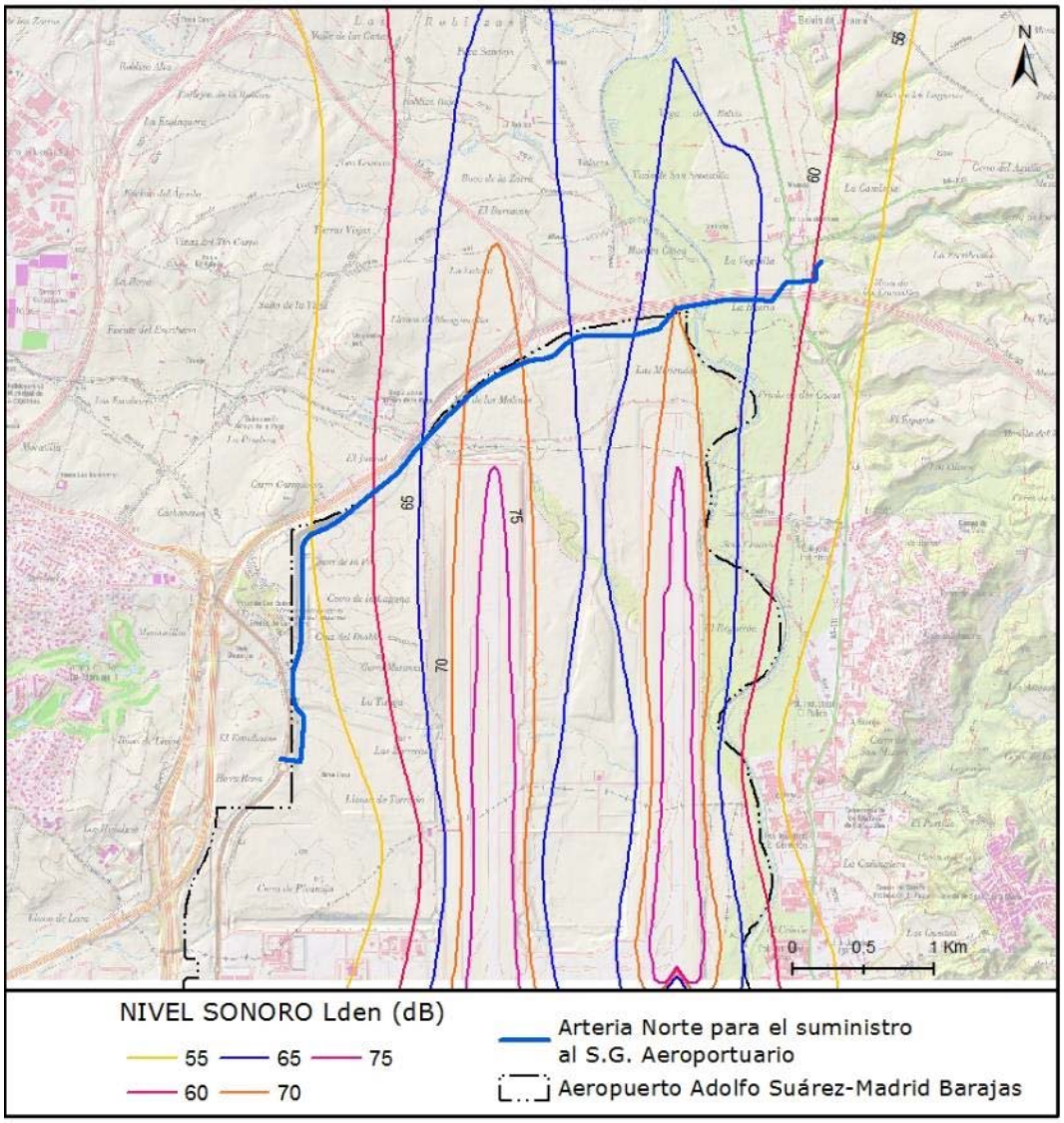


Imagen 14: Mapa del nivel sonoro (Lden) del Aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas en la zona de estudio. Fuente: Sistema de Información sobre Contaminación Acústica (SICA)

Como se puede observar en la imagen anterior, los niveles sonoros generados por las aeronaves en las operaciones de aterrizaje y -fundamentalmente- despegue del aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas afecta de forma directa al trazado de la arteria norte, donde en algunos tramos se superan los 70 dB.

Por último, para analizar los niveles sonoros generados por el tráfico circulante por la autopista R-2, se ha consultado el mapa estratégico de ruido del municipio de Alcobendas. Como se puede apreciar en la siguiente imagen, parte del trazado de la conducción proyectada se ve afectado por el ruido generado por la R-2, con niveles sonoros que alcanzan los 60 dB, e incluso en algunos puntos del trazado superan los 70 dB. El mapa estratégico de ruido de Alcobendas muestra, al igual que el ya

analizado del SICA, el apantallamiento generado por los desmontes de los cerros de Los Perales y Mesones, y que permite -dado el trazado de la arteria norte al pie de dichos desmontes- que en algunos puntos no se superen los 45 dB.

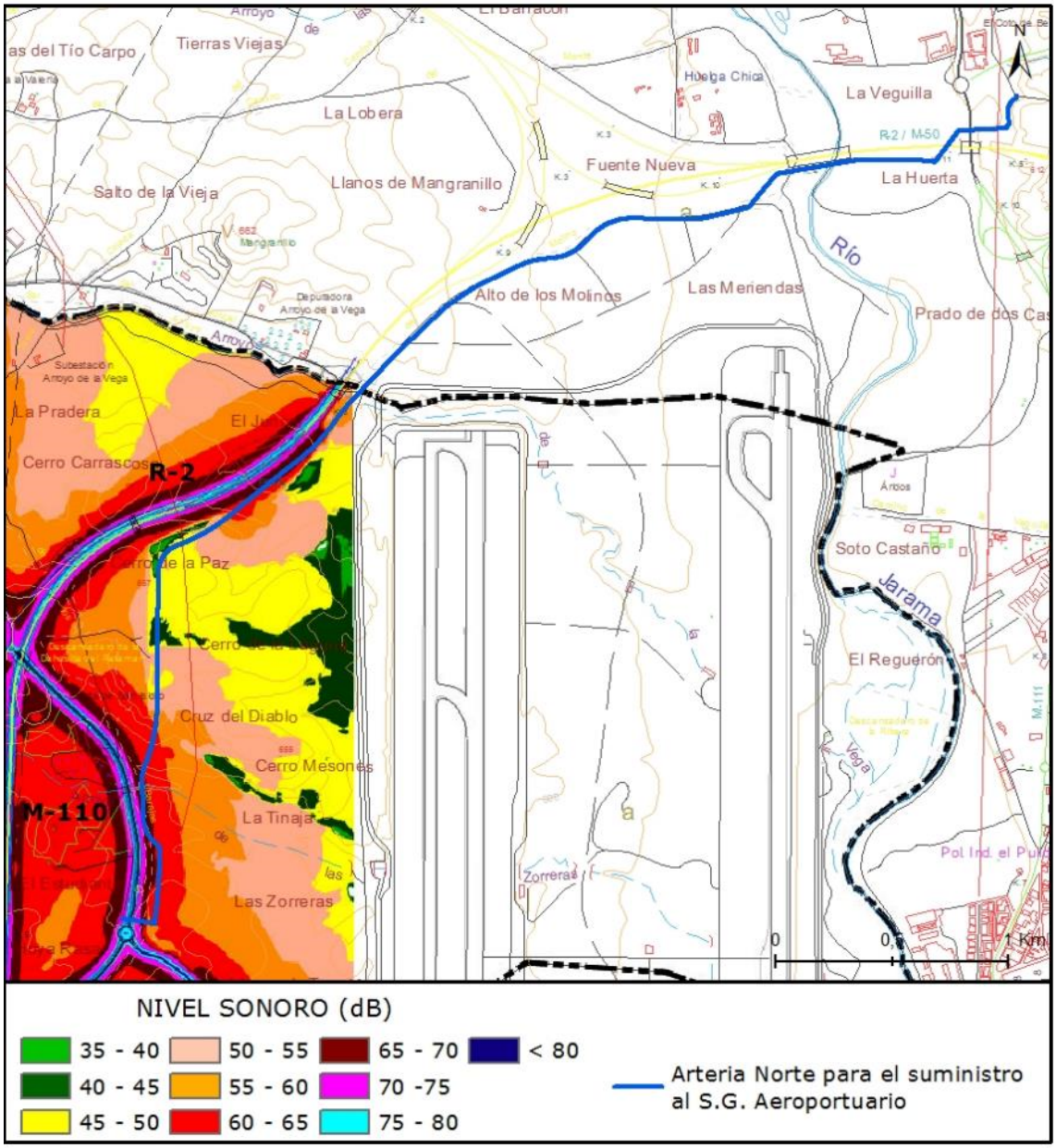


Imagen 15: Mapa de ruido del día completo de Alcobendas. Fuente: Elaboración propia a partir del mapa de ruido del Ayuntamiento de Alcobendas.

A la vista de los resultados analizados, puede concluirse que la zona por la que se proyecta la arteria norte presenta unos niveles acústicos elevados.

C] 3. Geología

La geología define el modelado del relieve, la tipología de la red de drenaje superficial y subterránea, los procesos erosivos y condiciona la vegetación que se asienta sobre un determinado terreno. Además, existen áreas que por sus características especiales se constituyen como singularidades ambientales, desde la perspectiva geológica.

C] 3.1. Caracterización geológica comarcal

Desde el punto de vista geológico, la zona se encuentra en la Cuenca Terciaria del Tajo, en su sector central o Cuenca de Madrid.

Los materiales existentes en la zona de estudio, atendiendo a su edad geológica, son los siguientes (ver plano nº 3):

Materiales del Cuaternario:

Estos materiales, sobre los que se ubica la práctica totalidad del trazado de la arteria norte, están asociados a las terrazas del cauce del río Jarama, así como -en menor medida- a ambientes de origen aluvial o coluvial, recubriendo materiales terciarios.

Las unidades geológicas son las siguientes:

- **"Gravas y arenas con cantos. Terrazas altas, medias y bajas. (21 y 22)"**. Se encuentran asociados al cauce del río Jarama. Este cauce presenta diferentes niveles de terrazas: altas, medias y bajas. Litológicamente, están constituidas por gravas y arenas que incluyen cantos y, a veces, bloques de naturaleza diversa: cuarcitas, pizarras, granitos, neises, cuarzo, etc. En cuanto a la edad, la práctica totalidad de las terrazas corresponden al Pleistoceno, a excepción de los niveles más bajos pertenecientes al Holoceno.
- **"Arenas y limos con cantos. Conos aluviales (25)".** Aparecen en relación con los depósitos aluviales más recientes. Se trata de depósitos arenosos con un contenido en arcilla y limo variable, así como niveles de cantos dispuestos de forma discontinua. Pueden presentar dos tipos de geometría: alargada, adosada a las laderas que conforman los valles (coluviones), y en planta semicircular, asociados a los arroyos secundarios, relieves en cárcavas, etc., (conos aluviales); dadas las características de erosionabilidad y grado de cohesión del sustrato sobre el que se apoyan, estos últimos dan lugar a aparatos coalescentes de gran continuidad lateral. En cuanto a la edad, pertenecen al Holoceno.
- **"Gravas, cantos y arenas. Barras aluviales (28)".** El río Jarama que discurre en sentido N-S, tiene una importante llanura de inundación, de 1km de anchura, sobre la que está excavando el actual cauce del río. Este cauce presenta una zona activa constituida por barras de cantos longitudinales, con cicatrices de acreción lateral.

Materiales del Terciario:

La totalidad de los materiales detríticos terciarios que afloran en el área de estudio corresponden al Neógeno, concretamente al Mioceno, formados principalmente por las denominadas facies Madrid. La facies Madrid, denominada geológicamente Arcosas de Madrid, está constituida principalmente por arcosas provenientes de la destrucción de los relieves graníticos y metamórficos del Guadarrama, y contiene las siguientes unidades geológicas:

- **"Arenas con lutitas pardas y verdosas, ocasionalmente niveles discontinuos de carbonatos (11)".** Se incluyen los conjuntos litológicos de naturaleza arcósica predominante, aunque algo heterogénea, representado fundamentalmente en ambos márgenes del río Jarama. Son los sedimentos terciarios más antiguos aflorantes de la zona. En general, la calidad de los afloramientos puede considerarse mala. Litológicamente, se caracteriza por las variaciones laterales existentes entre arenas de grano medio a fino y lutitas de color pardo o verdoso, según las zonas. Ocasionalmente aparecen niveles carbonatados discontinuos intercalados.

  Las arenas son de naturaleza arcósica y poseen colores pardos, verdosos y a veces blancos, con un contenido variable de arcilla, organizándose en secuencias granodecrecientes; ocasionalmente contienen niveles de cantos de naturaleza metamórfica y, en menor proporción, cuarzo. Las arcosas se organizan en bancos métricos en cuya base se observan cicatrices muy tendidas, siendo frecuentemente la estratificación cruzada a gran escala; en menor medida se aprecian escapes de fluidos y niveles de cantos blandos, así como cantos o bloques. En cuanto a la litología de los escasos niveles de carbonatos intercalados, corresponden a dolomías de base y techo irregulares, de tono gris blanquecino y estructura interna nodular o poliédrica, siendo frecuentes las huellas de desecación y bioturbación por raíces.
- **"Arenas arcósicas con cantos, alternando con limos y arcillas ocres (15)".** Desde el punto de vista litológico consiste en un conjunto homogéneo de arenas arcósicas de colores

ocres y pardos, de tamaño grueso a medio, con intercalaciones de niveles conglomeráticos de cantos de rocas metamórficas y graníticas. Denominado tradicionalmente como "tosco" por presentar un contenido en finos mayor al 60%.

Estos materiales ocupan una amplia extensión en el área de actuación. Representan la sedimentación de origen mecánico en el borde del Sistema Central.

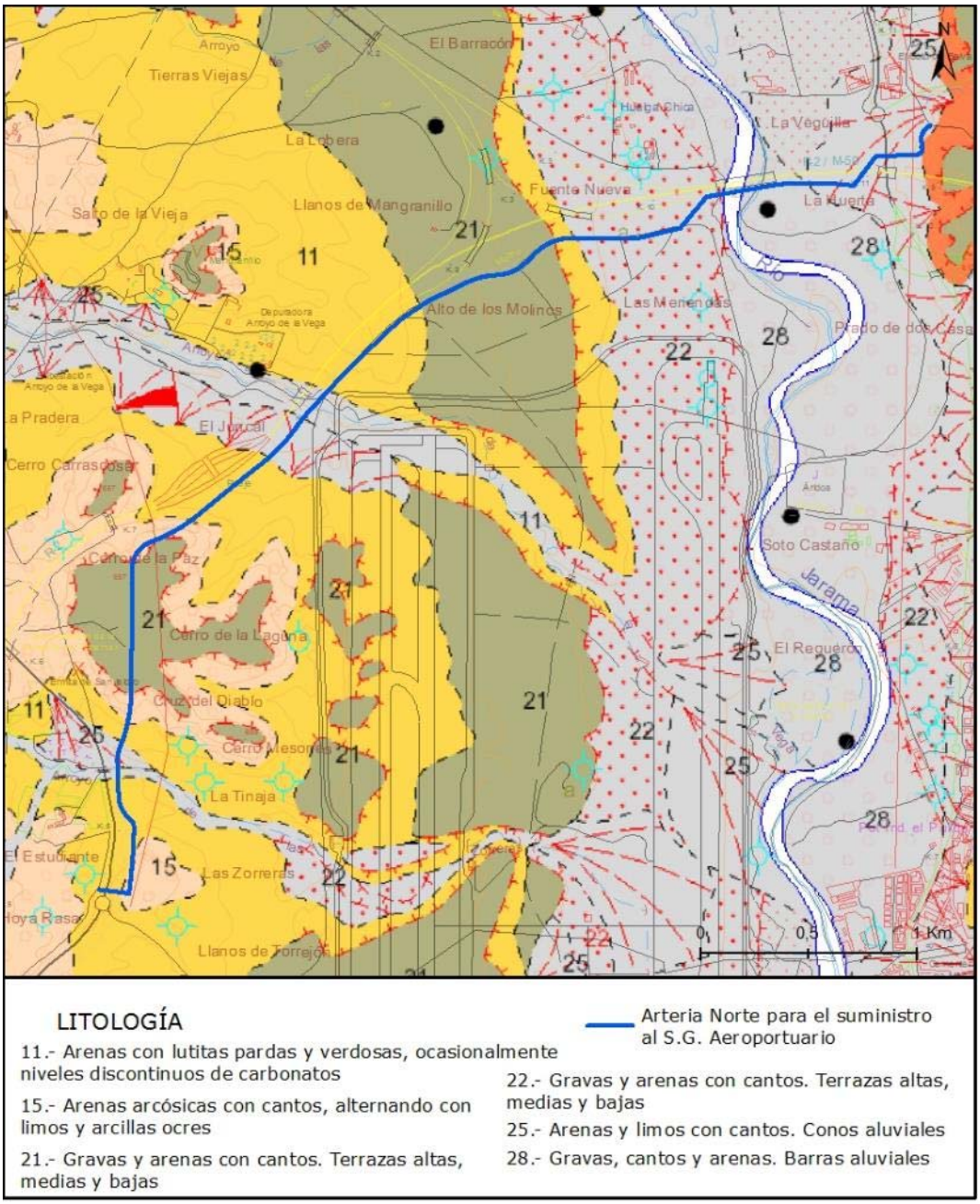


Imagen 16: Marco geológico en la zona de estudio. Fuente: IGME. Mapa Geológico de España. 1:50.00.

C] 3.2. Singularidades geológicas

Los Lugares de Interés Geológico (LIG) se definen como zonas de interés científico, didáctico o turístico que, por su carácter único y/o representativo, son necesarias para el estudio e interpretación del origen y evolución de los grandes dominios geológicos españoles, incluyendo los procesos que los han modelado, los climas del pasado y su evolución paleobiológica.

Son, por tanto, los elementos inmuebles integrantes del patrimonio geológico, que ha sido definido por la propia *Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*, como el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas, que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida.

Según el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico del Catálogo de Información Geocientífica llevado a cabo por el Instituto Geológico Minero Español en las proximidades de la zona de estudio se localiza el Yacimiento Paleontológico de Paracuellos del Jarama, cuya localización exacta se considera confidencial por este organismo, si bien en ningún caso se ve afectado por el trazado de la arteria norte.

Éste se caracteriza por ser un yacimiento de vertebrados de gran interés, cuyo principal interés es de carácter paleontológico y los intereses secundarios que posee son de carácter estratigráfico, geomorfológico y sedimentológico. Atendiendo al anexo VII de la *Ley 42/2007* se corresponde a la unidad geológica de estructuras y formaciones geológicas de las cuencas cenozoicas y continentales marinas.

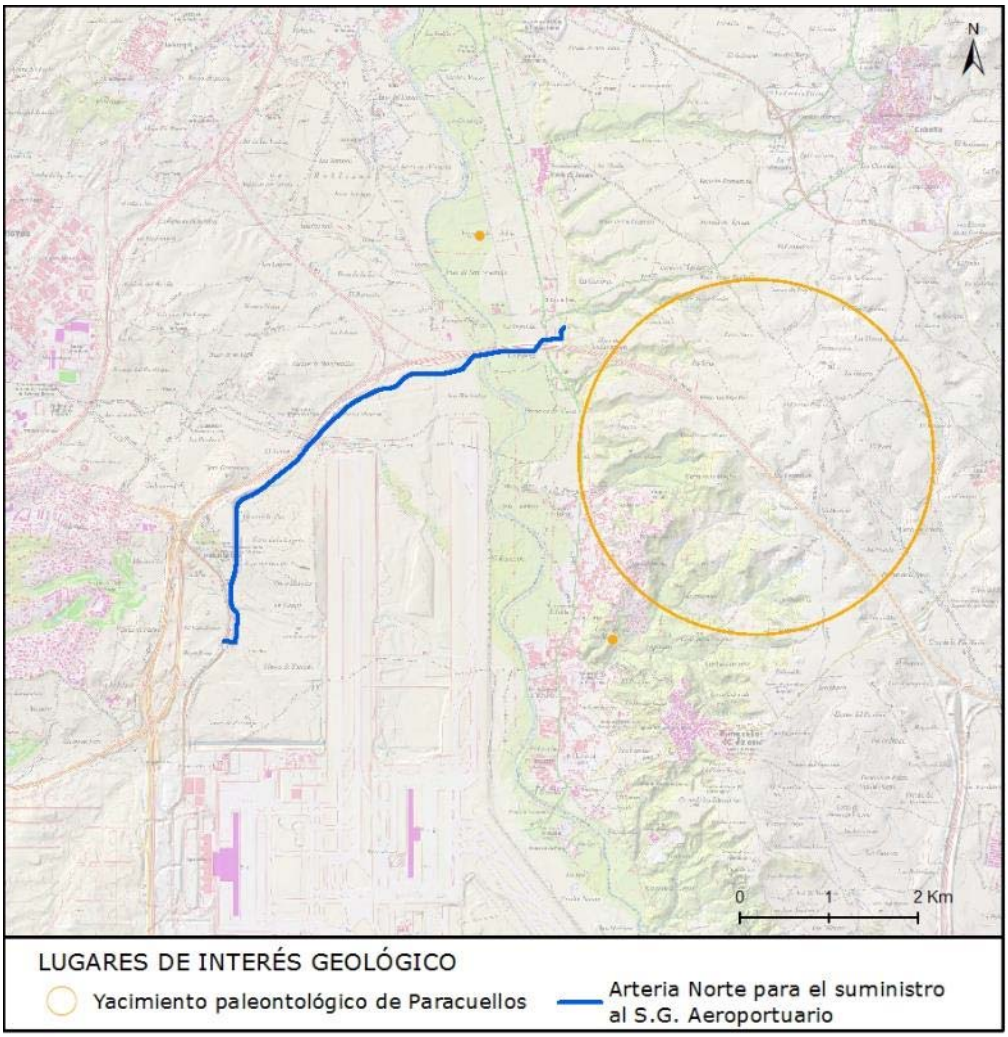


Imagen 17: Presencia de LIG en el entorno del proyecto.

C] 4. Edafología

El análisis de las características de los suelos de una zona y su clasificación puede llevarse a cabo de muy diversas maneras, dependiendo de los objetivos que se pretendan en un determinado estudio.

A efectos del presente documento, parece conveniente su análisis desde el punto de vista de la fragilidad del sustrato, de modo que un suelo será tanto más frágil cuanto más evolucionado esté. Por ello, conviene saber qué tipo de suelos se presentan en el ámbito estudiado clasificados según su nivel evolutivo.

Estos estudios se centran en características puramente edafológicas: edafogénesis, complejidad y evolución de los perfiles. Otras clasificaciones de suelos comúnmente utilizadas son las basadas en la determinación de la capacidad agrológica, definida como la aptitud que presentan los suelos para determinados usos específico, por ejemplo, los agrarios.

Esta clasificación está mucho más relacionada con los usos del suelo, desde un punto de vista de la productividad agrícola, por lo que aporta poca información a efectos puramente edafológicos desde la óptica de la evolución del suelo.

La caracterización de los suelos de la zona se ha realizado siguiendo la clasificación de la FAO, basada en sus características intrínsecas, agrupando los suelos según su morfología, génesis y otras particularidades inherentes a cada uno de ellos. En la descripción de suelos se ha consultado asimismo el *Atlas del Medio Ambiente en la Comunidad de Madrid*, así como el *Mapa de Asociaciones de Suelos de la Comunidad de Madrid*.

Todo este análisis tiene, como último fin, detectar cuáles son los suelos más evolucionados o más singulares que pudieran suponer algún condicionante para la infraestructura que se plantea.

C] 4.1. Tipología de suelos

Los suelos de la zona de estudio pertenecen al orden Calcisol, Fluvisol y Luvisol.

Calcisoles (CL)

Son aquellos suelos que dentro de su morfología presentan un horizonte cálcico o un horizonte petrocálcico o simplemente concentraciones de caliza pulverulenta blanda dentro de una profundidad de 125 cm. a partir de la superficie. No poseen otro horizonte de diagnóstico que no sea un horizonte A ócrico o un horizonte B cámbico o argílico, siempre que éste esté impregnado en carbonato cálcico.

En la zona de estudio el Calcisol corresponde al subtipo háplico (CLh), el cual, puede tener cualquier propiedad que caracterizan a los calcisoles, excepto la de poseer un horizonte B argílico petro cálcico.

Fluvisol (FL)

Son suelo poco evolucionados edáficamente, ya que se desarrollan sobre depósitos aluviales recientes sin tiempo para alcanzar una mayor diferenciación genética y, por tanto, imposible distinguir en cortes, calicatas o perfiles de estos suelos otras capas u horizontes que no sea uno superficial más oscuro por un mayor contenido en materia orgánica y mejor estructurado.

En la zona de estudio el Fluvisol corresponde al subtipo eútrico (FLe). Éstos presentan una saturación de bases (determinada por NH_4Oac) del 50 por ciento o más, al menos entre los 20 y los 50 cm. superiores, pero que no son calcáreos a la misma profundidad; carecen de horizontes sulfúricos y de material sulfídico en los 125 cm. superiores.

Luvisoles (LV)

Se caracterizan por presentar un horizonte B con un claro enriquecimiento en arcilla que en parte es aluvial, es decir, que como consecuencia de un lavado, existe un arrastre de arcilla procedente del horizonte superior y posteriormente acumulación en el horizonte B. Es decir, en la formación del horizonte B actúan dos conjuntamente dos procesos, uno de argilización (acumulación de arcillas) y otro de argiluviación (acumulación de la arcilla por un proceso de lavado).

En el área de estudio se encuentran dos subtipos de luvisoles, los cálcicos (LVk) y háplicos (LVh). El primero de ellos presenta dentro de su morfología un horizonte cálcico o concentraciones de caliza blanda pulverulenta o ambas cosas conjuntamente dentro de una profundidad de 125 cm. a partir de la superficie. Por otro lado, los háplicos son aquellos que como el resto de luvisoles presentan un horizonte árgico o argílico no presentan coloraciones tendentes al rojo, ni en su morfología muestran un horizonte cálcico ni concentraciones de caliza pulverulenta de cualquier otro tipo, dentro de los primeros 125 cm., ni poseen propiedades hidromórficas en una profundidad de 100 cm. a partir de la superficie.

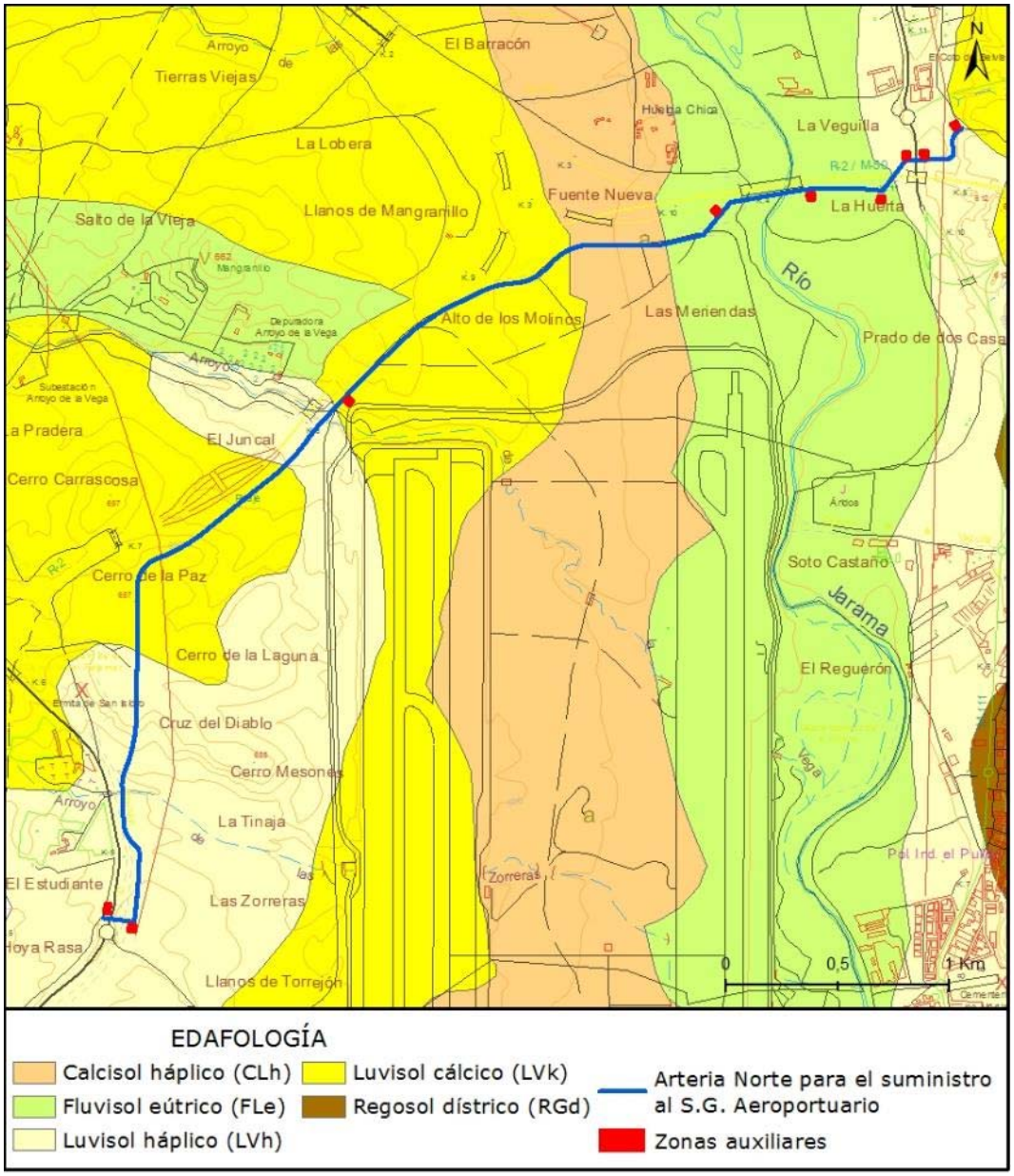


Imagen 18: Tipología de suelos en la zona de estudio. Fuente: Atlas digital de comarcas de suelos.

C] 4.2. Erosionabilidad

Según el Inventario Nacional de Erosión del Suelos, la zona de estudio presenta tasas de erosión variables, comprendidas entre 0-5 y las 50 toneladas/hectárea.año, superando esas tasas de erosión de forma puntual en algunos lugares, tal como refleja la siguiente imagen:

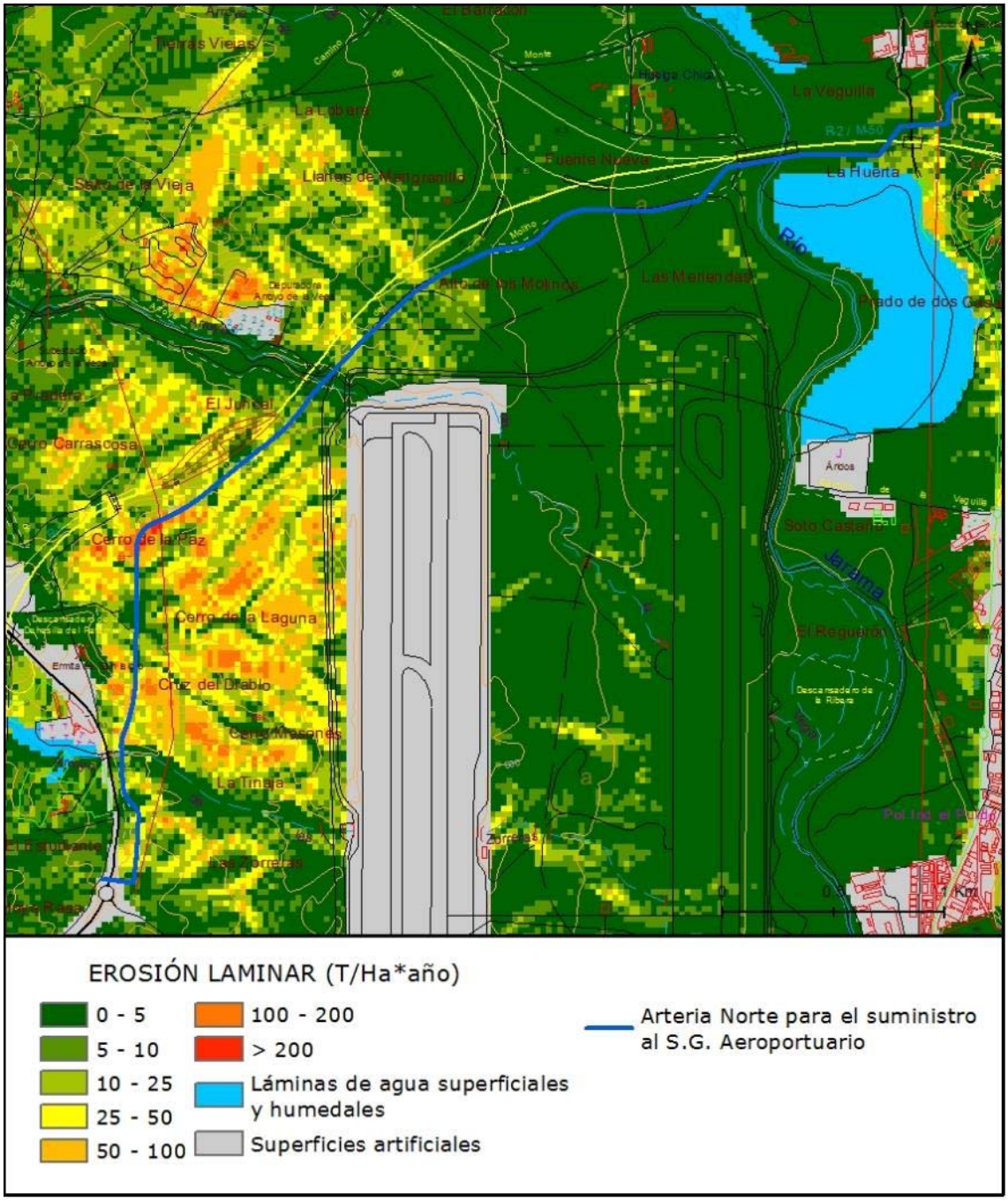


Imagen 19: Riesgo de erosión laminar en la zona de estudio. Fuente: Inventario Nacional de Erosión de Suelos, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Considerando las clases de erosión anteriormente mostradas, se establece la siguiente clasificación:

< 5	T/Ha/año	Erosión muy ligera
5 - 10	T/Ha/año	Erosión ligera
10 - 25	T/Ha/año	Erosión moderada
25- 50	T/Ha/año	Erosión algo severa
> 50	T/Ha/año	Erosión severa

En base a los datos expuestos, los resultados de pérdidas de suelo en la zona, por grandes áreas y su valoración son:

- Superficies artificiales: No son susceptibles de erosión. Se corresponden fundamentalmente con las pistas de despegue del Sistema General Aeroportuario y las grandes vías de comunicación existentes en la zona de estudio, y en menor medida con otras infraestructuras y zonas urbanizadas.
- Áreas con erosión muy ligera: Se incluye en esta categoría la mayor parte del territorio (excluyendo las superficies artificiales) de la zona estudiada.
- Áreas con erosión ligera y moderada: Se corresponden estas áreas con las laderas de los cerros Mangranillo y de la Paz.
- Áreas con erosión algo severa: Se localizan igualmente sobre las laderas de los cerros Mangranillo y de la Paz, en aquellas zonas de mayor pendiente.
- Áreas con erosión severa: Están presentes en áreas muy localizadas de los cerros Mangranillo y de la Paz en donde las elevadas pendientes y la ausencia de vegetación acentúan las pérdidas de suelo por erosión.

C] 4.3. Capacidad agrológica

El valor agrícola de un suelo reside en las cualidades que posee para sostener la vida vegetal o, lo que es lo mismo, en su capacidad productiva. Dicha capacidad es directamente proporcional al rendimiento de los cultivos, y está relacionada con un conjunto de características de tipo climático, fisiográfico y edáfico. Pero, además, conviene tener en cuenta que un uso continuado del suelo entraña unos riesgos de pérdida de la capacidad productiva, por ejemplo, por degradación química y erosión del suelo, entre otros factores.

Se suele definir la capacidad agrológica como un sistema consistente en recoger todos los datos importantes que conduzcan a una valoración de la capacidad productiva de los suelos, teniendo en cuenta que el uso agrícola intensivo del suelo sea compatible con el mantenimiento de la capacidad productiva.

La clasificación de los suelos según su capacidad agrológica permite valorar el grado de explotación agrícola, ganadera y forestal a que puede someterse un terreno sin dañar su capacidad productiva.

Son los inventarios detallados, en los que se utilizan tipos de suelos subdivididos por litologías y con fases de pedregosidad, rocosidad, textura, etc., los que tienen mayor utilidad y los que incluyen todos los datos necesarios para facilitar las predicciones sobre el comportamiento de los suelos.

En los suelos existentes en el ámbito de estudio, el proceso de evaluación se ha realizado mediante la utilización de la Clasificación de la Capacidad Agrológica de los Suelos (USDA, 1961), que está basada en varios sistemas de explotación en orden decreciente de intensidad. Estos sistemas son los siguientes:

- Laboreo continuado.
- Laboreo ocasional.
- Pastos.
- Bosque.
- Vida silvestre (no aprovechables agrícola ni forestalmente).

El hecho de aplicar un sistema u otro depende de los valores que tomen en él una serie de características del suelo que determinan su capacidad productiva, así como aquellos que regulan el riesgo de pérdida de esta capacidad.

Para valorar la capacidad productiva es necesario conocer una serie de propiedades edafológicas fácilmente diagnosticables en el campo o bien mediante simples análisis de laboratorio. Las propiedades más importantes son las siguientes:

- Clima (precipitación y temperatura).
- Pendiente.
- Profundidad del suelo.
- Textura.

- Pedregosidad y rocosidad.
- Grado y riesgo de erosión.
- Necesidad de medidas de conservación.
- Drenaje (presencia de una capa freática o propiedades hidromórficas).
- Fertilidad.
- Salinidad.
- Facilidad o dificultad en el laboreo agrícola.

Unas propiedades son extrínsecas al suelo, como por ejemplo el clima y la pendiente, y otras son intrínsecas, como la textura y la pedregosidad.

A lo largo del recorrido se atraviesan distintas clases de suelos los cuales presentan las siguientes características:

- **3c.** Tierras con severas limitaciones que reducen la gama de cultivos y/o requieren especiales técnicas de manejo. Presentan limitaciones climáticas.
- **3sc.** Tierras con severas limitaciones que reducen la gama de cultivos y/o requieren especiales técnicas de manejo. Presentan limitaciones climáticas y limitaciones en la zona radicular.
- **3es.** Tierras con severas limitaciones que reducen la gama de cultivos y/o requieren especiales técnicas de manejo. Presentan limitaciones en la zona radicular y sufren erosión y correntía.
- **5w.** Tierras con poco o ningún riesgo de erosión, pero con otras limitaciones difícilmente superables que restringen su uso principalmente a prados, pastizales, bosques o áreas naturales. Presentan exceso de agua.
- **6e.** Tierras con severas limitaciones que las hacen normalmente inadecuadas para el cultivo y que restringen su uso a prados, pastizales, bosques o áreas naturales. Son zonas que sufren erosión y correntía.

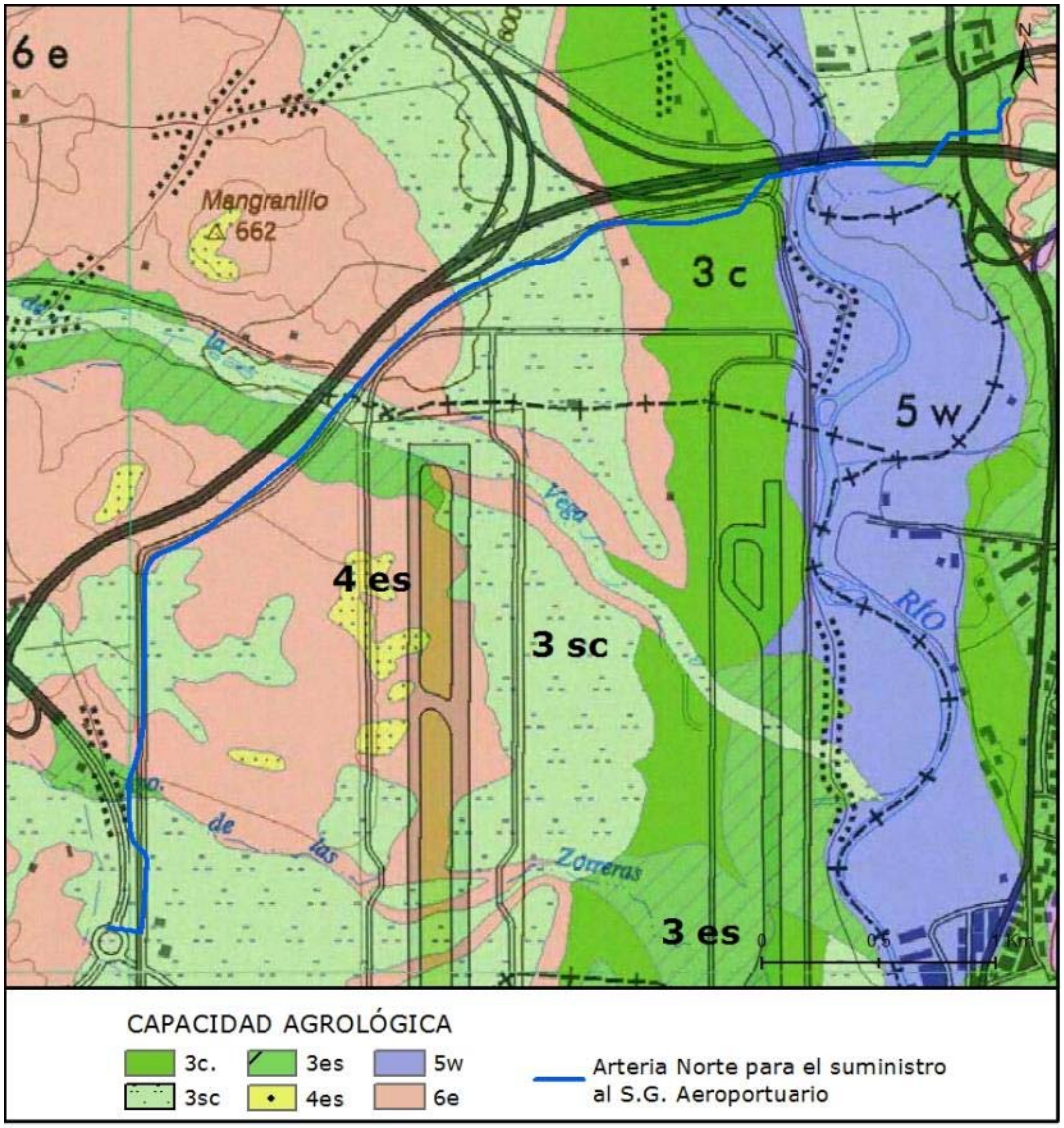


Imagen 20: Capacidad agrológica en la zona de estudio. Fuente: Mapa agrológico de la Comunidad de Madrid

C] 5. Geomorfología

C] 5.1. Unidades fisiográficas

El área de proyecto se sitúa en el área geomorfológica correspondiente al valle del Jarama. Dicho cauce, con una marcada dirección N-S en la zona de estudio posee un curso entre meandriforme y sinuosos, con una amplia llanura de inundación. Su valle presenta una morfología disimétrica, con un desigual desarrollo de las terrazas de norte a sur y de la margen derecha a la izquierda. Se trata, a grandes rasgos, de un ancho valle con una serie de amplias plataformas escalonadas que representan diferentes niveles de terrazas.

El ámbito de proyecto se caracteriza por presentar una serie de relieves suaves, que se articulan con las terrazas colgadas de campiña del Jarama a través de conos de deyección de antiguos cursos fluviales.

La acción antrópica ha desmantelado los suaves relieves de los conos mediante el arado y la acumulación de escombros, así como con la construcción de nuevas vías de comunicación, como la autovía M-12.

Como vestigio de la existencia de antiguos cursos fluviales quedan los arroyos de los Quiñones, de la Vega y de las Zorreras, cuyo curso es puramente estacional.

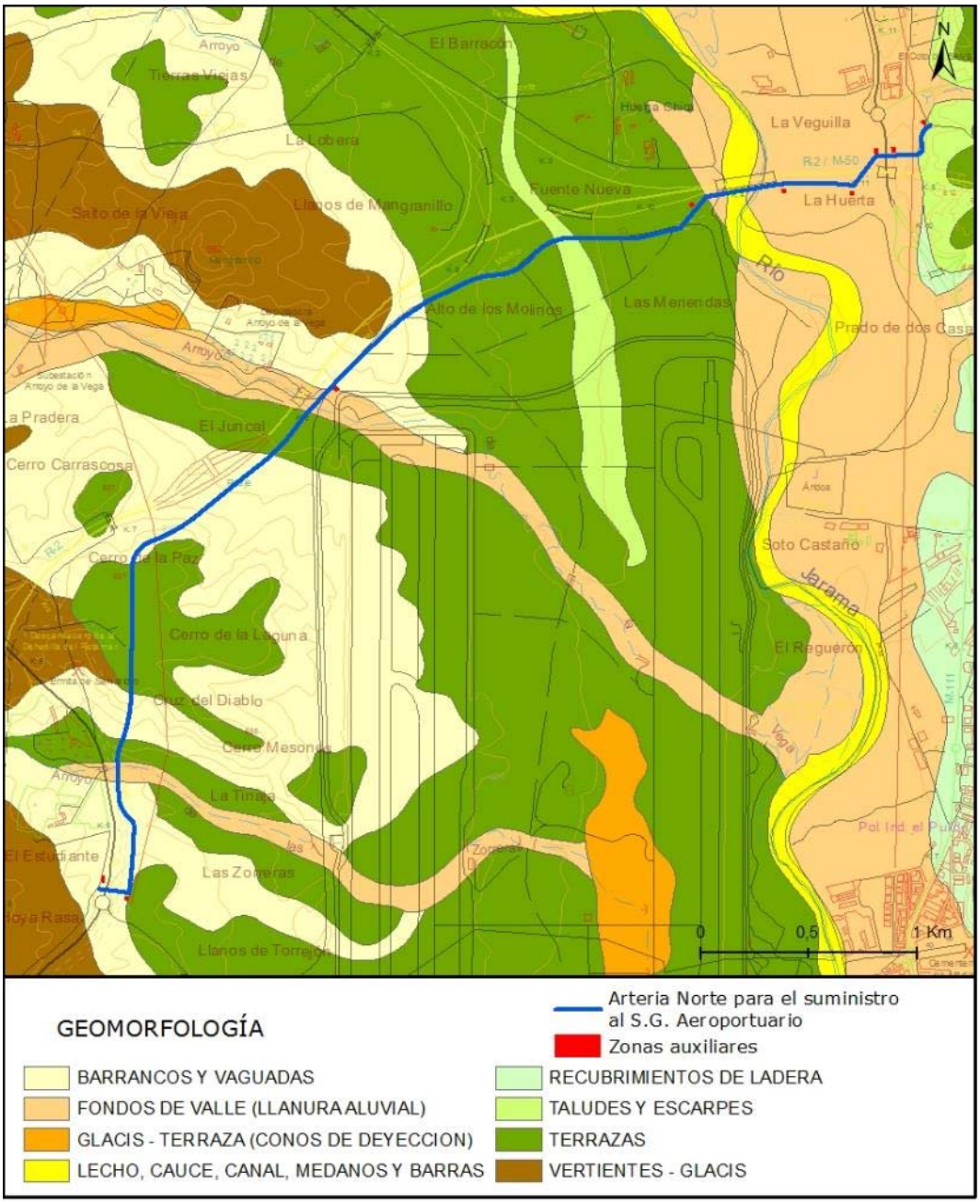


Imagen 21: Geomorfología de la zona de estudio

C] 5.2. Pendientes

El trazado de la arteria norte se enmarca en una zona con pendientes muy suaves, normalmente inferiores al 5%. Como zonas con presencia de pendientes superiores cabe citar:

- Las pendientes de los taludes asociados a las infraestructuras lineales de transporte existentes (autovías M-50 y M-12 y autopista R-2).
- Los vaciados de tierras acometidos en los años 2000-2001 en el interior de los terrenos del Sistema General Aeroportuario (entorno del cerro de La Paz) para la construcción de las infraestructuras viarias de la zona, generándose taludes con pendientes superiores al 60 %.

- Los encauzamientos y riberas del arroyo de las Zorreras, de La Vega y el río Jarama, presentan en algunos puntos pendientes que superan el 20%. Estos puntos se corresponden fundamentalmente con taludes de cauces encajados o rectificados.

A continuación, se muestra el mapa de pendientes de la zona de estudio.

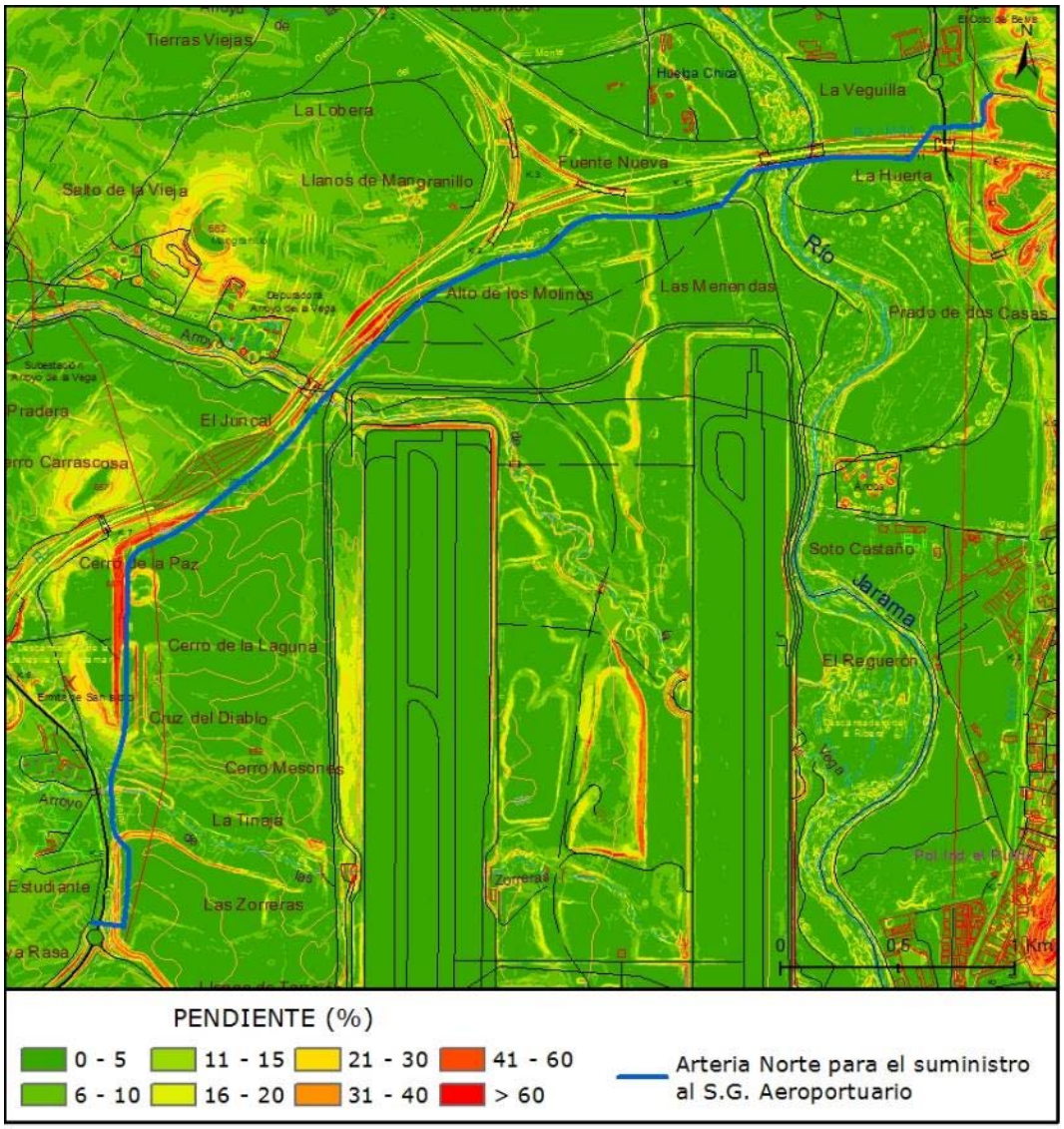


Imagen 22: Mapa de pendientes en la zona de estudio. Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Imagen 23: Vaciados en el entorno del cerro de La Paz, al sur del peaje de la R-2. El trazado de la arteria norte discurre al pie del talud

C] 5.3. Singularidades geomorfológicas

En el ámbito analizado no existen singularidades geomorfológicas.

C] 6. Hidrología

C] 6.1. Descripción general

El ámbito de estudio se encuentra ubicado en la subcuenca del río Jarama. Este río es uno de los afluentes más importantes del Tajo.

Actualmente el Jarama y su entorno constituye el único corredor biológico que atraviesa de Norte a Sur la región de Madrid, jugando un papel fundamental en su delicado equilibrio ecológico, tan afectado por su importantísima actividad urbana e industrial, lo que ha motivado su inclusión como espacio de la Red Natura 2000.

C] 6.2. Cauces presentes en el ámbito de estudio

A partir de la información geográfica de la Confederación Hidrográfica del Tajo se ha identificado los siguientes cauces presentes en el área de estudio:

- El río Jarama, cuyo eje de dirección norte-sur se atraviesa en el primer tramo del trazado de la arteria norte.
- El arroyo de La Vega, tributario del río Jarama en su margen derecha, y que se cruza por la arteria norte aproximadamente en su pk 3+380.
- El arroyo de Las Zorreras, igualmente tributario del río Jarama por su margen derecha, que es atravesado en el tramo final del trazado, en el pk 5+450.

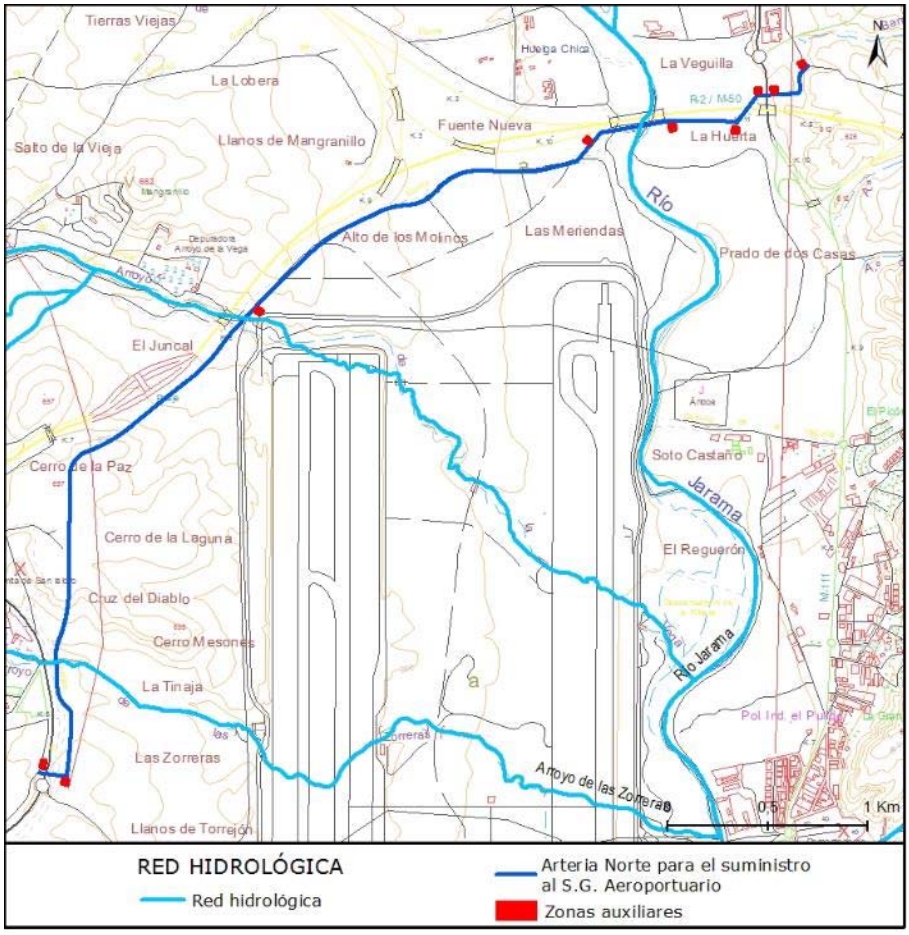


Imagen 24: Hidrografía en la zona de estudio. Fuente: Información geográfica de la C.H.T.

Imagen 25: Margen izquierda del río Jarama en el punto de cruce

Imagen 26: Margen derecha del río Jarama en la zona de cruce de la arteria norte

Imagen 27: Arroyo de la Vega en el entorno del punto de cruce con la arteria norte

Imagen 28: Arroyo de las Zorreras en la zona de cruce con el trazado de la conducción

C] 6.3. Calidad de las aguas superficiales

En la zona de estudio no se localiza ninguna estación de control de la Red de Control de la calidad de las aguas superficiales de la Confederación Hidrográfica del Tajo, ni de la red COCA ni de la red SAICA, quedando las estaciones más próximas situadas en el río Jarama.

La Confederación Hidrográfica del Tajo, realizó en 2009 una caracterización de las masas de agua de la cuenca, analizando la "Calidad Biológica en Ríos de la cuenca del Tajo, el río Jarama y sus afluentes". De este modo se catalogaron al río Jarama y sus afluentes como "Ejes mediterráneo - continentales poco mineralizados" (Código 115).

El muestreo más próximo correspondiente al estado ecológico que se ha encontrado en la zona de estudio, según los resultados obtenidos para la Calidad Biológica en Ríos en la campaña de primavera de 2014, corresponde al río Jarama a su paso por el municipio de San Sebastián de los Reyes. La calidad del agua, según el índice IBMWP e IPS, era "Dudosa. Aguas contaminadas" y el estado ecológico de las aguas era moderado.

Respecto a la calidad de las aguas de los arroyos de La Vega y Las Zorreras, a pesar de la ausencia de datos analíticos, puede considerarse como deficiente, debido a los vertidos de aguas sin depurar, o insuficientemente tratados, realizados, sobre todo, en el arroyo de La Vega. El color, espuma y características organolépticas del agua de este último delatan su excesiva carga contaminante y la dificultad para albergar vida piscícola.

A continuación, se incluye la ficha del punto de muestreo con los resultados obtenidos, detallados.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE — CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

Servicios para el control del estado ecológico de las aguas superficiales categoría río en la cuenca del Tajo — **Campaña 2. Primavera 2014**

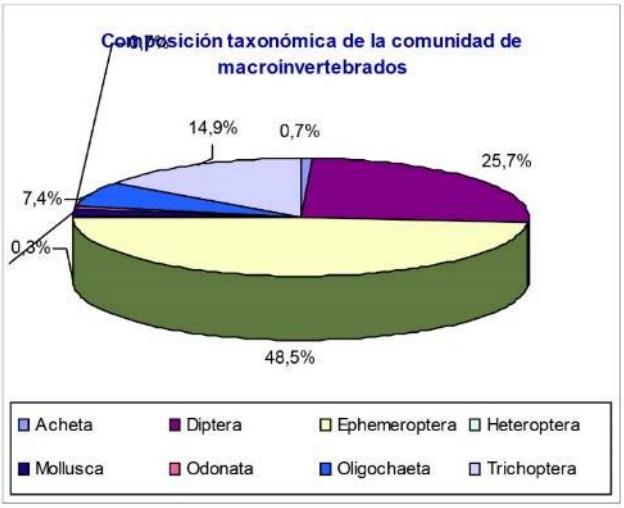
CÓDIGO MUESTRA: MI_0421021_20140520_CT300

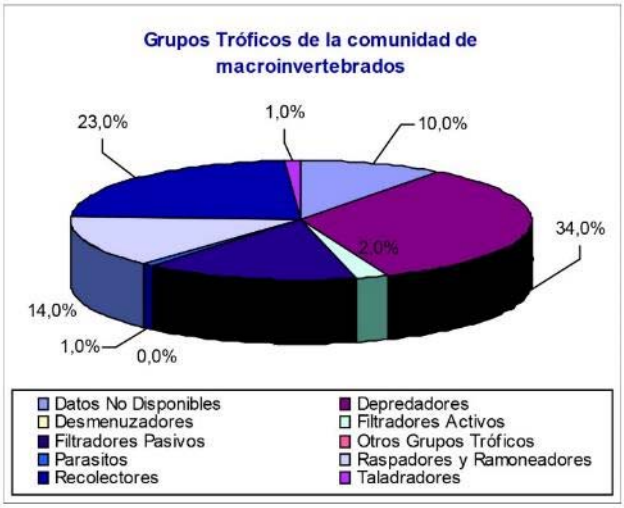
CAUCE: RIO JARAMA
MUNICIPIO: SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

CODIGO ESTACIÓN: TA53405B03
CÓDIGO MASA: 0421021
FECHA MUESTREO: 20 - 05 - 2014

DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS

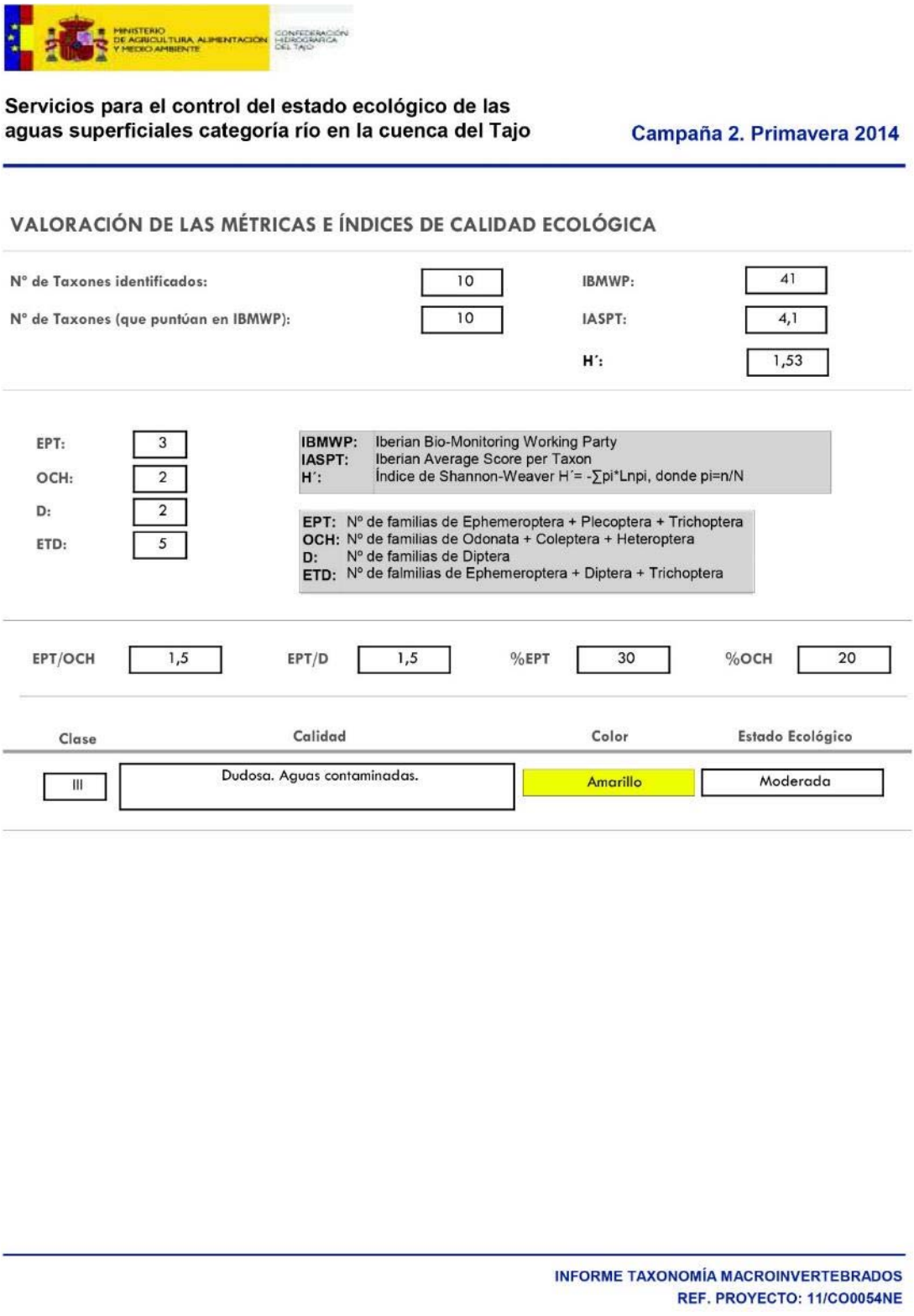
GRUPO	TAXON	(%)
Acheta	Erpobdellidae	0,7
Diptera	Chironomidae	21,37
Diptera	Simuliidae	4,38
Ephemeroptera	Baetidae	46,76
Ephemeroptera	Ephemerellidae	1,75
Heteroptera	Gerridae	0,35
Mollusca	Physidae	1,75
Odonata	Calopterygidae	0,7
Oligochaeta	Oligochaeta	7,36
Trichoptera	Hydropsychidae	14,89





INFORME TAXONOMÍA MACROINVERTEBRADOS
REF. PROYECTO: 11/CO0054NE

Imagen 29: Ficha 1 de 2, de los análisis de la Red de Control de Calidad de las Aguas superficiales. Fuente: Confederación Hidrográfica del Tajo



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

Servicios para el control del estado ecológico de las aguas superficiales categoría río en la cuenca del Tajo — **Campaña 2. Primavera 2014**

VALORACIÓN DE LAS MÉTRICAS E ÍNDICES DE CALIDAD ECOLÓGICA

Nº de Taxones identificados:	10	IBMWP:	41
Nº de Taxones (que puntúan en IBMWP):	10	IASPT:	4,1
		H´:	1,53

EPT:	3
OCH:	2
D:	2
ETD:	5

IBMWP: Iberian Bio-Monitoring Working Party
IASPT: Iberian Average Score per Taxon
H´: Índice de Shannon-Weaver H´= -∑pi*Lnpi, donde pi=n/N

EPT: Nº de familias de Ephemeroptera + Plecoptera + Trichoptera
OCH: Nº de familias de Odonata + Coleptera + Heteroptera
D: Nº de familias de Diptera
ETD: Nº de falmilias de Ephemeroptera + Diptera + Trichoptera

EPT/OCH	EPT/D	%EPT	%OCH
1,5	1,5	30	20

Clase	Calidad	Color	Estado Ecológico
III	Dudosa. Aguas contaminadas.	Amarillo	Moderada

INFORME TAXONOMÍA MACROINVERTEBRADOS
REF. PROYECTO: 11/CO0054NE

Imagen 30: Ficha 2 de 2, de los análisis de la Red de Control de Calidad de las Aguas superficiales. Fuente: Confederación Hidrográfica del Tajo

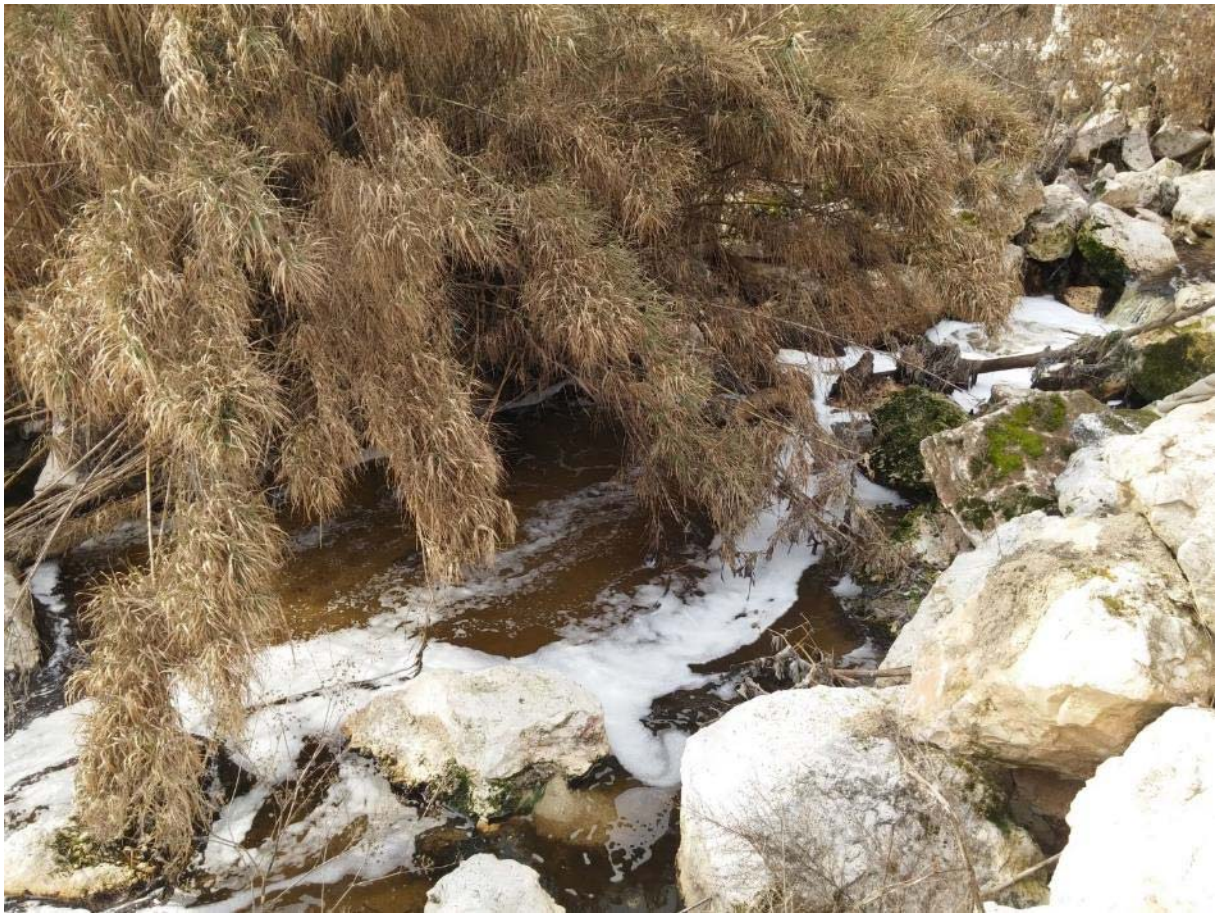


Imagen 31: Aspecto del caudal circulante por el arroyo de La Vega en las proximidades del cruce con el trazado de la arteria norte

El principal motivo de que la calidad del agua del Jarama y sus afluentes no sea buena, es que el cauce de estos ríos discurre por zonas urbanas, industriales y agrícolas, que aportan vertidos directos e indirectos de sustancias contaminantes a los cursos de agua.

C] 6.4. Vertidos

Tal y como establece el art. 254 del *RD 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el RD 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico*, los Organismos de Cuenca llevarán un Censo de los vertidos autorizados.

Asimismo, el Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Dirección General del Agua, elabora y mantiene el Censo nacional de vertidos, en el que figuran los datos correspondientes a los vertidos cuya autorización corresponde a los Organismos de Cuenca, los correspondientes a las administraciones hidráulicas autonómicas y los vertidos efectuados desde tierra al mar, según los datos facilitados por las Comunidades Autonómicas.

Para conocer la presencia de vertidos en el ámbito de estudio se ha consultado el Censo de Vertidos Autorizados de la Confederación Hidrográfica del Tajo, actualizada a 31 de diciembre de 2016.

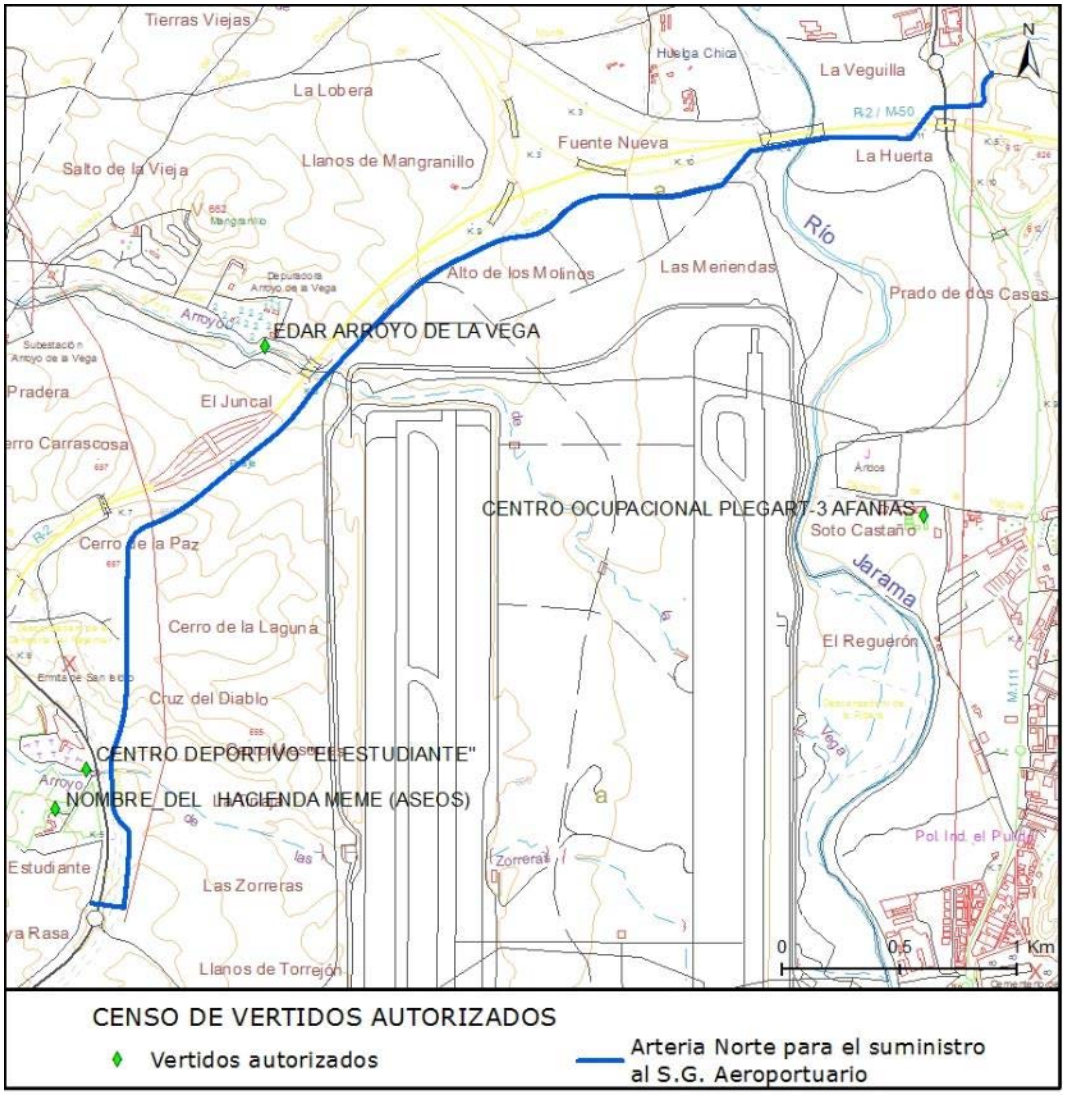


Imagen 32: Censo de vertidos autorizados. Fuente: Confederación Hidrográfica del Tajo.

En las proximidades del trazado de la arteria norte se localizan cuatro puntos de vertidos autorizados, los cuales, presentan las siguientes características:

Nombre	Titular	Naturaleza	Características del vertido	Volumen
Hacienda Meme (Aseo)	Trevola, S.L.	Urbano o asimilable	<2000 hab. Eq.	730
Centro deportivo “El Estudiante”	Hermanos López Baena, C.B.	Urbano o asimilable	<2000 hab. Eq.	3650
EDAR Arroyo de la Vega	Canal de Isabel II	Urbano o asimilable	>10000 hab. Eq.	14486748
Centro ocupacional Plegart-3 Afanias	Afanias, Asoc. Pro-personas con discapacidad intelectual	Urbano o asimilable	<2000 hab. Eq.	528

Tabla 18: Datos de los vertidos autorizados. Fuente: Confederación Hidrográfica del Tajo.

C] 7. Hidrogeología

C] 7.1. Encuadre hidrogeológico general

Según la información geográfica de la Confederación hidrográfica del Tajo, el área de estudio queda encuadrada sobre las masas de agua subterráneas 030.006 Guadalajara, 030.010 Madrid: Manzanares-Jarama y 030.024 Aluvial del Jarama: Madrid-Guadalajara dentro de la unidad hidrogeológica 03.05 Madrid-Talavera. Están integradas por materiales detríticos terciarios y depósitos cuaternarios pertenecientes a la Cuenca de Madrid.

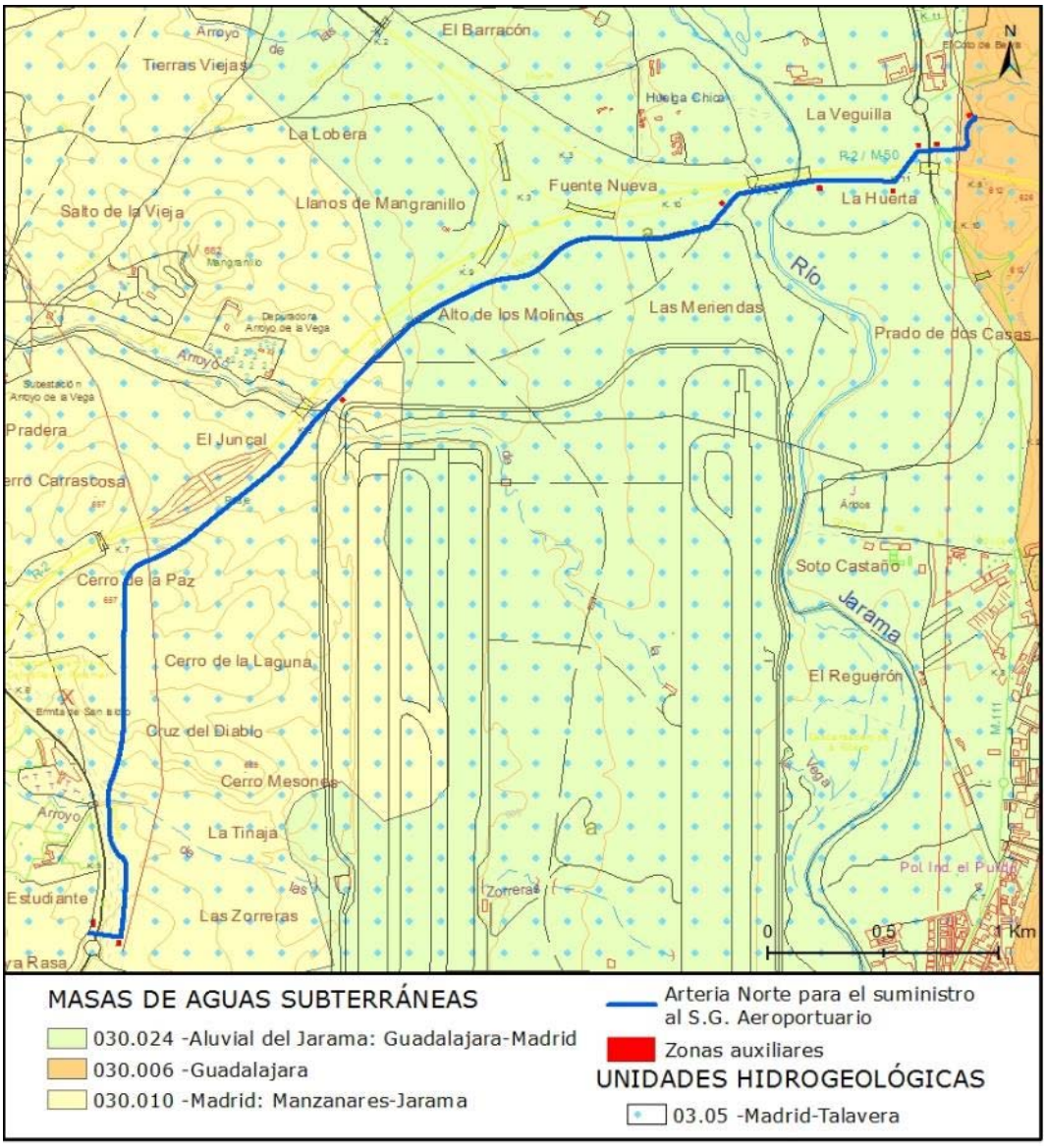


Imagen 33: Mapa de unidades hidrogeológicas y masas de aguas subterráneas de la zona de estudio. Fuente: Confederación Hidrográfica del Tajo

Los materiales del terciario están integrados por arenas finas y arcillas que afloran en las zonas más deprimidas topográficamente, al oeste del río Jarama. Las arenas son de naturaleza arcósica; las arcillas son verdosas, y afloran junto con niveles arenosos de grano medio, alternantes también con niveles de arcillas y limos rojizos. También se encuentran arenas arcósicas, las cuales, conforman la mayor parte de los afloramientos terciarios.

Los materiales del cuaternario están ligados a los ríos Jarama y Manzanares, así como a sus tributarios. En el ámbito del trazado se encuentran gravas, arenas y arcillas, las cuales, corresponden a depósitos de origen variado (terrazas, glacis, coluviones, conos aluviales, …).

A lo largo del trazado se atraviesan tres masas de agua subterráneas, aunque la longitud de la arteria que transcurre sobre la masa de agua subterránea de Guadalajara (030.006) es mínima. Las otras dos masas de agua que se atraviesan son la Aluvial del Jarama: Guadalajara-Madrid (030.024) y Madrid: Manzanares-Jarama (030.010), cuyas características hidrogeológicas son las siguientes:

- La disposición del acuífero aluvial cuaternario de la masa de agua subterránea 030.024 "Aluvial del Jarama: Madrid-Guadalajara" sobre los sedimentos detríticos terciarios de las dos masas de agua subyacentes, 030.006 "Guadalajara" y 030.010 "Madrid: Manzanares-Jarama", hace que exista una buena interrelación hidrodinámica entre estas masas de agua subterránea. El acuífero aluvial recibe buena parte de los flujos subterráneos más someros del acuífero terciario, y puede también, por el contrario, que se produzca una alimentación desde el aluvial a las masas subyacentes debido a que las extracciones en algunos sectores del acuífero detrítico terciario han provocado descensos del nivel piezométrico.

  La recarga de agua del Aluvial del Jarama se debe a la infiltración directa de la precipitación, al retorno del agua de riego y a las descargas subterráneas laterales, someras y profundas, producidas desde las masas de Guadalajara y Madrid: Manzanares-Jarama y puede que, en algunos sectores, en profundidad, hacia las masas detríticas subyacentes de Guadalajara y Madrid: Manzanares-Jarama.

  El incremento de las extracciones de agua en las masas de Guadalajara y Madrid: Manzanares-Jarama, subyacentes al Aluvial del Jarama, con la consiguiente depresión de los niveles piezométricos en algunas zonas de estas dos masas de agua, puede determinar la modificación natural de las relaciones acuífero río.

- Los límites hidrogeológicos de la masa de agua 030.010 "Madrid: Manzanares-Jarama"son: al Norte limita con los materiales carbonatados, permeables, de la masa de Torrelaguna (030.004); al Noroeste el límite lo define el contacto entre los detríticos terciarios y los materiales graníticos, de muy baja permeabilidad, de la Sierra de Guadarrama; al Sur limita con materiales terciarios, de baja permeabilidad, de facies margosas y evaporíticas; al Este limita en su tramo más somero, con la masa del Aluvial del Jarama (030.024) y, en profundidad, con la masa, también terciaria detrítica, de Guadalajara (030.006); el límite Oeste lo constituye la masa detrítica terciaria de Madrid: Guadarrama-Manzanares.

  Salvo los límites sur y la parte del límite norte que están formados por los afloramientos graníticos de la Sierra de Guadarrama, son permeables, por lo que la masa de Madrid: Manzanares-Jarama está conectada hidrodinámicamente con las masas de agua limítrofes reseñadas anteriormente.

  La recarga de esta masa, al igual que la aluvial, se produce a partir de la infiltración directa del agua de la lluvia que se registra sobre sus propios afloramientos y, subterráneamente, por los flujos subterráneos laterales que puedan provenir desde las masas de Torrelaguna, por el Norte, y de la de Guadalajara por el Este.

  La descarga natural se establece hacia los cursos de aguas superficiales, que longitudinalmente recorren la masa, en especial hacia los ríos Jarama y Manzanares, que la limitan y, lateralmente, por los flujos subterráneos laterales y profundos, que se organizan desde esta masa de agua hacia la masa de Madrid: Guadarrama-Manzanares (030.011), situada al Oeste de ella y aguas abajo en la dirección de los flujos subterráneos regionales profundos del conjunto acuífero que constituye el Terciario Detrítico de la Cuenca del Tajo.

C] 7.2. Caracterización hidrogeológica de los materiales

En las masas de agua subterráneas que se localizan en la zona de estudio se encuentran materiales detríticos y cuaternarias de permeabilidad media y permeabilidad alta o muy alta formados por arcosas, a veces con cantos, con lutitas, margas de sílex y yeso, Gravas, arenas, limos y arcillas que son depósitos de terrazas medias y Gravas, arenas y limos que forman depósitos aluviales en el fondo de los valles y terrazas bajas entorno al río Jarama.

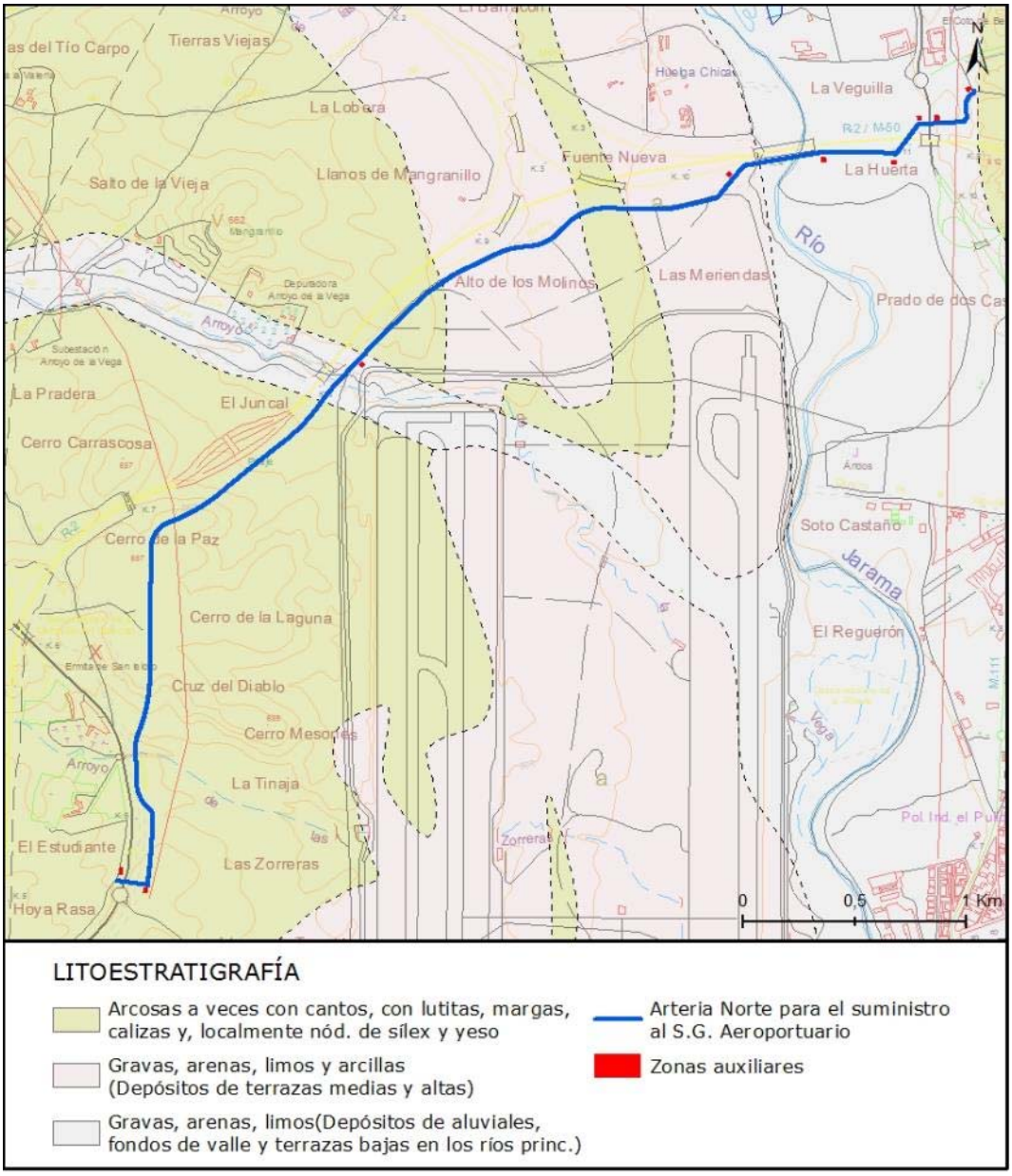


Imagen 34: Mapa de la litoestratigrafía de la zona de estudio. Fuente: IGME

C] 7.3. Piezometría de las aguas subterráneas

Para conocer la piezometría de las aguas subterráneas se ha consultado la base de puntos de agua del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y piezómetros de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

La totalidad del trazado del proyecto se ubica sobre la unidad hidrogeológica Madrid-Talavera (03-05), no obstante, también se encuentra próxima a la unidad hidrogeológica de Guadalajara (03.04) por tanto, a la hora de tener en cuenta la piezometría, sólo se ha tenido estudiado la correspondiente a la unidad hidrogeológica Madrid-Talavera debido a que es sobre la que se sitúa el trazado. Se ha descartado la unidad hidrogeológica de Guadalajara por presentar ésta características hidrogeológicas distintas a las existentes en la zona de estudio.

A continuación, se muestran los piezómetros, tanto de la Confederación Hidrográfica del Tajo como del Instituto Geológico y Minero que se han analizado:

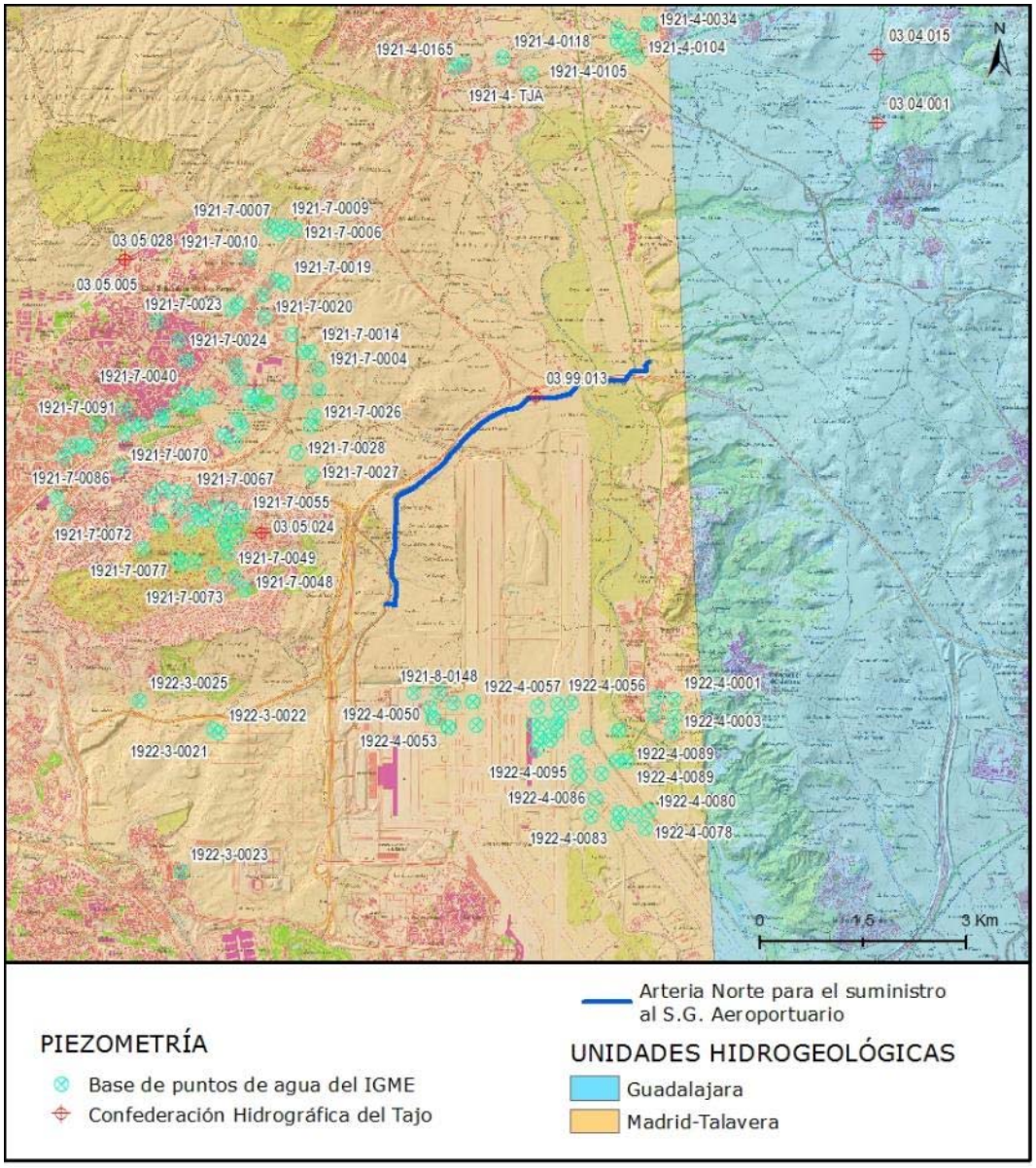


Imagen 35: Piezómetros analizados. Fuente: Confederación Hidrográfica del Tajo e IGME.

A continuación, se muestran los datos de los piezómetros analizados correspondientes a la base de puntos de agua del IGME:

ID	Fecha	Profundidad del agua	Nivel Piezométrico	Uso	Naturaleza
1921-7-0025	07/07/1972	7,44	620,56	Agricultura	Pozo
1921-7-0026				No se utiliza	Sondeo
1921-7-0027	07/07/1972	2,27	634,73	Agricultura	Pozo
1921-7-0028	07/07/1972	12,00	626,00	Agricultura	Sondeo
1921-7-0029	20/04/1982	66,88	595,12	Industria	Sondeo
1921-7-0030	07/07/1972	13,42	628,58	Agricultura	Pozo
1921-7-0031	07/07/1972	11,25	628,75	Agricultura	Pozo
1921-7-0032	07/07/1972	20,00	623,00	Abastecimiento y agricultura	Sondeo
1921-7-0032	07/07/1972	20,00	623,00	Abastecimiento y agricultura	Sondeo

ID	Fecha	Profundidad del agua	Nivel Piezométrico	Uso	Naturaleza
1921-7-0033	08/07/1972	4,60	634,40	Agricultura	Pozo
1921-7-0034	08/07/1972	4,62	634,38	Agricultura	Pozo
1921-7-0035	08/07/1972	6,02	632,98	Agricultura	Pozo
1921-7-0036	08/07/1972	8,11	629,89	Agricultura	Pozo
1921-7-0037	08/07/1972	6,65	631,35	Agricultura	Pozo
1921-7-0038	20/04/1982	51,02	586,98	Industria	Sondeo
1921-7-0039	08/07/1971	7,26	632,74	Agricultura	Pozo
1921-7-0040	08/07/1972	11,76	627,24	Agricultura	Pozo
1921-7-0041	08/07/1972	5,48	632,52	Industria	Pozo
1921-7-0042	08/07/1972	4,32	645,68	Agricultura	Pozo
1921-7-0043	08/07/1972	16,01	635,99	Agricultura	Pozo
1921-7-0044	08/07/1972	8,42	631,58	Agricultura	Sondeo
1921-7-0045	08/07/1972	6,58	633,42	Industria	Pozo
1921-7-0046	08/07/1972	8,15	633,85	Agricultura	Pozo
1921-7-0047	07/07/1972	11,25	628,75	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	Manantial
1921-7-0048	10/07/1972	8,20	647,80	Industria	Sondeo
1921-7-0049	10/07/1972	8,08	656,92	Agricultura	Pozo
1921-7-0050	10/07/1972	17,67	658,33	Agricultura	Pozo
1921-7-0051	10/07/1972	12,48	659,52	Agricultura	Pozo
1921-7-0052	10/07/1972	29,56	642,44	Agricultura	Pozo
1921-7-0053	10/07/1972	29,00	652,00	Agricultura	Sondeo
1921-7-0054	10/07/1972	30,12	639,88	Agricultura	Pozo
1921-7-0055	10/07/1972	26,30	651,70	Agricultura	Sondeo
1921-7-0056	10/07/1972	25,32	640,68	Agricultura	Pozo
1921-7-0057	10/07/1972	34,41	650,59	Agricultura	Pozo
1921-7-0058	11/07/1972	30,62	651,38	Agricultura	Pozo
1921-7-0059	11/07/1972	36,45	645,55	Agricultura	Pozo
1921-7-0060	11/07/1972	37,42	650,58	Agricultura	Pozo
1921-7-0061	11/07/1972	36,42	636,58	Agricultura	Sondeo
1921-7-0062	11/07/1972	81,90	608,10	Agricultura	Sondeo
1921-7-0063	11/07/1972	31,90	650,10	Agricultura	Pozo
1921-7-0064	11/07/1972	29,41	642,59	Agricultura	Pozo
1921-7-0065	11/07/1972	37,69	632,31	Agricultura	Pozo
1921-7-0066	11/07/1972	32,95	642,05	Agricultura	Pozo
1921-7-0067	11/07/1972	26,72	651,28	Agricultura	Pozo
1921-7-0068	11/07/1972	78,90	606,10	Agricultura	Sondeo
1921-7-0070	11/07/1972	18,00	641,00	Agricultura	Pozo
1921-7-0072	12/07/1972	16,64	678,36	Agricultura	Pozo
1921-7-0073	12/07/1972	33,75	638,25	Agricultura	Pozo
1921-7-0074	12/07/1972	30,40	657,60	Desconocido	Pozo
1921-7-0075	12/07/1972	23,75	658,25	Agricultura	Pozo
1921-7-0076	12/07/1972	20,00	659,00	Agricultura	Pozo

ID	Fecha	Profundidad del agua	Nivel Piezométrico	Uso	Naturaleza
1921-7-0077	12/07/1972	36,75	665,25	No se utiliza	Pozo
1921-7-0079	12/07/1972	27,17	660,83	Agricultura	Pozo
1921-7-0086	13/07/1972	37,52	623,48	Industria	Sondeo
1921-7-0087	13/07/1972	37,03	624,97	Industria	Pozo
1921-7-0088	13/07/1972	29,50	634,50	Industria	Pozo
1921-7-0089	13/07/1972	40,50	613,50	Industria	Sondeo
1921-7-0090	23/04/2001	30,91	623,09	Industria	Sondeo
1921-7-0091	13/07/1972	14,00	640,00	Industria	Pozo
1921-4-0034	17/05/1972	4,40	614,60	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1921-4-0034	17/05/1972	4,40	614,60	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1921-4-0035	17/05/1972	2,70	612,30	Agricultura	Pozo
1921-4-0036	17/05/1972	3,03	613,97	Agricultura e industria	Pozo
1921-4-0036	17/05/1972	3,03	613,97	Agricultura e industria	Pozo
1921-4-0037	17/05/1972	3,40	614,60	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	Pozo
1921-4- TJA	13/07/1972	14,00	640,00	Desconocido	Cauce superficial
1921-4-0104	26/06/1972	11,99	609,01	Agricultura	Pozo
1921-4-0105	26/06/1972	15,82	594,18	Industria	Sondeo
1921-4-0118	11/07/1972	31,90	650,10	Industria	Sondeo
1921-4-0143	03/04/1978	42,50	558,50	Industria	Sondeo
1921-4-0165	16/06/1995	37,30	560,70	Industria	Sondeo
1921-7-0001	21/06/1972	8,00	631,00	Agricultura	Pozo
1921-7-0002	21/06/1972	5,00	628,00	Agricultura y ganadería	Pozo
1921-7-0002	21/06/1972	5,00	628,00	Agricultura y ganadería	Pozo
1921-7-0003	21/06/1972	5,20	614,80	Agricultura	Pozo
1921-7-0004	17/05/1972	3,03	613,97	Desconocido	Manantial
1921-7-0005	22/06/1972	12,20	649,80	Agricultura	Pozo
1921-7-0006	03/07/1972	10,74	628,26	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1921-7-0006	03/07/1972	10,74	628,26	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1921-7-0007	03/07/1972	9,65	630,35	Industria	Pozo
1921-7-0008	03/07/1972	40,00	600,00	Industria	Sondeo
1921-7-0009	03/07/1972	10,00	630,00	Desconocido	Sondeo
1921-7-0010	03/07/1972	7,08	642,92	Industria	Pozo
1921-7-0011	08/07/1972	6,58	633,42	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	Manantial
1921-7-0012	04/07/1972	40,00	618,00	Abastecimiento y agricultura	Sondeo
1921-7-0012	04/07/1972	40,00	618,00	Abastecimiento y agricultura	Sondeo
1921-7-0013	04/07/1972	15,05	648,95	Industria	Pozo
1921-7-0014	04/07/1972	14,85	649,15	Industria	Pozo
1921-7-0015	04/07/1972	35,00	626,00	Industria	Pozo

ID	Fecha	Profundidad del agua	Nivel Piezométrico	Uso	Naturaleza
1921-7-0016	04/07/1972	9,34	658,66	Industria	Pozo
1921-7-0017	04/07/1972	26,03	632,97	Industria	Pozo
1921-7-0018	04/07/1972	16,20	643,80	Industria	Pozo
1921-7-0019	04/07/1972	10,02	657,98	Industria	Pozo
1921-7-0020	04/07/1972	20,00	644,00	Industria	Sondeo
1921-7-0023	04/07/1972	6,67	676,33	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	Pozo
1921-7-0024	03/07/1972	10,00	630,00	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	Manantial
1921-8-0148				No se utiliza	Manantial
1921-8-0150				No se utiliza	Pozo
1922-3-0021				No se utiliza	Pozo
1922-3-0022	01/05/1983	3,00	643,00	No se utiliza	Pozo
1922-3-0023	01/05/1982	1,00	642,00	No se utiliza	Pozo
1922-3-0025	01/12/1983	16,00	683,00	Agricultura	Pozo
1922-4-0049	01/05/1982	2,00	643,00	No se utiliza	Pozo
1922-4-0050	10/11/1972	1,50	595,50	No se utiliza	Manantial
1922-4-0051				Agricultura	Pozo
1922-4-0052	10/11/1972	6,20	598,80	Abastecimiento, agricultura e industria	Pozo
1922-4-0052	10/11/1972	9,90	598,10	Abastecimiento, agricultura e industria	Pozo
1922-4-0052	10/11/1972	9,90	598,10	Abastecimiento, agricultura e industria	Pozo
1922-4-0053	10/11/1972	9,90	598,10	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0053	10/11/1972	10,10	601,90	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0054	10/11/1972	10,10	601,90	Abastecimiento y agricultura	Sondeo
1922-4-0054	10/11/1972	1,20	595,20	Abastecimiento y agricultura	Sondeo
1922-4-0055	10/11/1972	1,20	595,20	Agricultura	Pozo
1922-4-0056	10/11/1972	4,50	578,50	Agricultura	Pozo
1922-4-0057	11/11/1972	3,80	576,20	Agricultura	Pozo
1922-4-0058	11/11/1972	4,00	576,00	Agricultura	Sondeo
1922-4-0059				Agricultura	Pozo
1922-4-0060	11/11/1972	5,70	578,30	Agricultura	Pozo
1922-4-0061	11/11/1972	5,80	579,20	Agricultura	Pozo
1922-4-0062	11/11/1972	5,70	577,30	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0062	11/11/1972	4,00	580,00	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0078	11/11/1972	4,00	580,00	Agricultura	Pozo
1922-4-0079	14/11/1972	0,60	572,40	Agricultura	Pozo
1922-4-0080	14/11/1972	3,00	573,00	Agricultura	Pozo

ID	Fecha	Profundidad del agua	Nivel Piezométrico	Uso	Naturaleza
1922-4-0081	12/11/1972	2,80	572,20	Agricultura	Pozo con galería o taladro horizontal
1922-4-0082	14/11/1972	3,50	573,50	Abastecimiento y agricultura	Pozo con galería o taladro horizontal
1922-4-0082	14/11/1972	1,80	574,20	Abastecimiento y agricultura	Pozo con galería o taladro horizontal
1922-4-0083	14/11/1972	1,80	574,20	Agricultura	Pozo
1922-4-0084	14/11/1972	4,50	574,50	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0084	12/11/1972	4,90	574,10	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0086	12/11/1972	4,90	574,10	Agricultura	Pozo
1922-4-0087	14/11/1972	4,30	575,70	Agricultura	Pozo
1922-4-0088	14/11/1972	2,50	573,50	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0088	14/11/1972	2,00	573,00	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0089	14/11/1972	2,00	573,00	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0089	14/11/1972	3,00	572,00	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0090	14/11/1972	3,00	572,00	Abastecimiento y ganadería	Pozo
1922-4-0090	14/11/1972	1,00	572,00	Abastecimiento y ganadería	Pozo
1922-4-0091	14/11/1972	1,00	572,00	Agricultura	Pozo
1922-4-0092	15/11/1972	2,50	574,50	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0092	15/11/1972	5,60	576,40	Abastecimiento y agricultura	Pozo
1922-4-0093	15/11/1972	5,60	576,40	Abastecimiento (que no sea núcleo urbano)	Sondeo
1922-4-0094	15/11/1972	0,14	582,14	Agricultura	Pozo
1922-4-0095	15/11/1972	5,80	576,20	Agricultura	Pozo
1921-8-0142	15/11/1972	3,50	584,50	Agricultura	Pozo
1922-4-0001	05/07/1972	2,50	577,50	Agricultura	Pozo
1922-4-0003	05/07/1972	4,50	580,50	Agricultura	Pozo
1922-4-0004	05/07/1972	9,00	577,00	Agricultura	Pozo
1922-4-0005	06/07/1972	6,00	577,00	Abastecimiento a núcleos urbanos	Pozo

Tabla 19: Base de puntos de agua del IGME analizados. Fuente: IGME

Demarcación Hidrográfica	Cod. Piezómetro	Nombre	Profundidad obra (m)	Masa de Agua	Unidad Hidrogeológica
TAJO	03.99.013	Belvis de Jarama.Campo de fútbol municipal	15	ALUVIAL DEL JARAMA: GUADALAJARA-MADRID	Acuíferos Aislados de Interés Local
TAJO	03.05.024	La Moraleja	302	MADRID: MANZANARES-JARAMA	Madrid-Talavera

TAJO	03.05.005	S.Sebastián de los Reyes	232	MADRID: MANZANARES-JARAMA	Madrid-Talavera

Tabla 20: Piezómetros de la Confederación Hidrográfica del Tajo analizados. Fuente: CHT

C] 7.4. Vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos

a) Permeabilidad

El término vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es usado para representar las características intrínsecas que determinan su susceptibilidad a ser adversamente afectado por una carga contaminante que cause cambios químicos, físicos o biológicos que estén por encima de las normas de utilización del agua.

La vulnerabilidad es primeramente una función de:

- La inaccesibilidad de la zona saturada, en sentido hidráulico, a la penetración de contaminantes.
- La capacidad de atenuación de los estratos encima de la zona saturada del acuífero, como resultado de su retención física y reacción química con los contaminantes.

Las áreas de mayor vulnerabilidad corresponden a aquellas en las que afloran formaciones con permeabilidad alta, ya sean de tipo detrítico (cuaternarios aluviales) o de tipo kárstico (calizas del Páramo y calizas y dolomías cretácicas). En cualquiera de estas áreas el impacto contaminante puede ser muy elevado y de difícil solución si llega a degradar la calidad de las aguas subterráneas.

La zona de estudio se ubica sobre materiales detríticos, con permeabilidad media y muy alta.

El primer tramo del proyecto se localiza sobre materiales detríticos del cuaternario con permeabilidad muy alta, la cual, coincide con la ribera del río Jarama y más adelante, cuando se atraviesa el arroyo de la Vega.

La segunda parte del proyecto se ubica, también sobre materiales detríticos del cuaternario pero cuya permeabilidad es media.

El último tramo del proyecto se localiza sobre materiales detríticos cuya permeabilidad también es media.

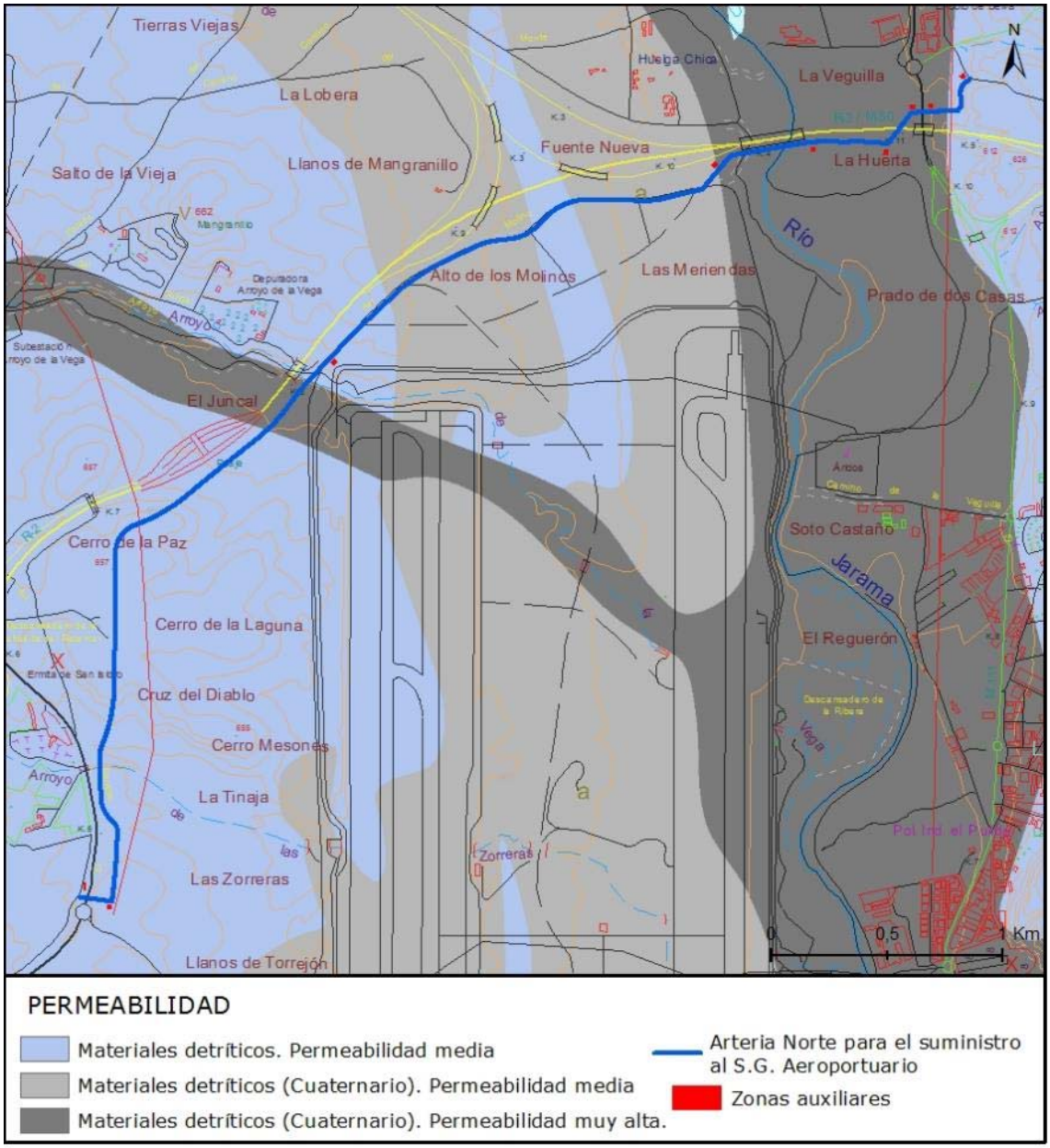


Imagen 36: Vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos. Fuente: Mapa de Permeabilidades de España, E 1:200.000, IGME

b) *Contaminación por nitratos*

La *Directiva 91/676/CEE, del Consejo, de 12 de diciembre, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura* y el *Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero*, de transposición de la Directiva, establecen la obligación de designar como **zonas vulnerables** todas aquellas superficies del territorio cuya escorrentía contribuya a la referida contaminación y esta obligación corresponde a las Comunidades Autónomas en sus respectivos ámbitos de competencia.

La Comunidad de Madrid, mediante la *Orden 2331/2009, de 22 de junio*, designa tres zonas vulnerables a la contaminación de nitratos de origen agrario en su ámbito territorial:

- Zona 1. Masa de Agua Subterránea 030.008: "La Alcarria".
- Zona 2. Sectores Sur de las masas de agua subterránea Madrid: Guadarrama-Manzanares y Madrid: Guadarrama-Aldea del Fresno.

- Zona 3. Sur de Loranca, localizada sobre la Masa de agua 030.011: Madrid: "Guadarrama-Manzanares".

El ámbito de estudio no se incluye dentro de ninguna de estas tres zonas. La zona vulnerable más cercana se encuentra a unos 16 km al noreste.

C] 8. Vegetación

Para el estudio de la vegetación presente en el área se parte de la vegetación potencial correspondiente a la región biogeográfica, para realizar después una descripción de la vegetación actual de una zona amplia alrededor de la zona de estudio, basada principalmente en la fotointerpretación de fotografía aérea y la información existente en diversas bases de datos de biodiversidad.

Posteriormente se expone la información existente en las bases de datos con la del Proyecto *Anthos*, con las reservas que ello supone, ya que los listados de especies florísticas se refieren a cuadrículas de 10x10 km que pueden contener hábitats diferentes a los de la zona de afección.

A continuación, se realiza la descripción de la vegetación actual probablemente afectada por el proyecto. Se analiza de forma específica la vegetación más relevante, que en la zona son los árboles y arbustos presentes, realizando un inventario de los ejemplares posiblemente afectados.

Por último, se incluye la información sobre la zona recogida en el Inventario de Hábitats de Interés Comunitario realizado por el Ministerio de Medio Ambiente.

C] 8.1. Vegetación potencial

Según Salvador Rivas-Martínez (1987) toda la zona central y sur de la Península Ibérica pertenece a la región biogeográfica Mediterránea. Dentro de ésta, la zona de estudio debido al carácter lineal del proyecto se encuadra en dos sectores. La zona sur en el Sector Guadarrámico (subsector Guadarramense) dentro de la Provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa, el resto de las actuaciones se encuentra en el Distrito Manchego-Sagrense dentro de la Provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega, ambos a su vez pertenecen a la Subregión Mediterránea occidental.

Atendiendo a la cartografía de series de vegetación de España de Rivas Martínez [RIVAS MARTÍNEZ, S. (1987). Series de vegetación de España. Madrid], existen en la zona de estudio tres series de vegetación: dos climatófilas y una riparia (edafófila). Se entiende por climatófilas aquellas que se inician y ubican en los suelos que sólo reciben el agua de lluvia, y están condicionadas principalmente por la climatología de la zona.

Las edafófilas, por el contrario, son aquellas que se desarrollan en suelos azonales, los determinados por una topografía distinta del paisaje, combinada con una peculiar distribución del agua. Los casos más generales de las series edafófilas de vegetación son las series riparias asentadas sobre riberas, o suelos con una hidromorfía temporal o permanente que modifica las características del sustrato para acoger vegetación.

Serie edafófila

La vegetación que puede encontrarse potencialmente en las vegas de ríos y arroyos de la zona corresponde a la Serie de vegetación riparia sobre suelos arcillosos ricos en bases (*Aro-Ulmetun: Rubio-Populetum albae: Salicetum triandro-fragilis*), denominada Geomegaseries riparias mediterráneas y regadíos, codificada como I.

Las series edafófilas del olmo (*Ulmus minor*), álamo blanco (*Populus alba*) y sauce frágil (*Salix fragilis*), junto con los cañaverales y otras comunidades acuáticas permanentes constituyen la cadena riparia basófila de los ríos mesomediterráneos de la España continental.

La hidroserie o cadena riparia potencial del sector manchego puede resumirse del modo siguiente, yendo de lo acuático a lo terrestre:

- Cañaverales (*Scirpo lacustris - Phragmitetum mediterraneum*).
- Juncales de glicerias (*Glycerio plicatae - Sparganietum neglecti, Holosciadietum nudiflori*).
- Serie del sauce frágil (*Salicetum triandro-fragilis*).

- Serie del álamo blanco (*Rubio tinctoriae - Populetum albae*).
- Serie del olmo (*Aro italici - Ulmetum minoris*).

A toda la zona de la vega del Jarama le corresponde este tipo de vegetación potencial.

La etapa madura de la serie del olmo corresponde a un bosque caducifolio sombrío asentado sobre suelos del tipo de vegas ricas en materia orgánica. En su límite con el encinar climácico abundan las retamas locas (*Osyris alba*) y las zarzas (*Rubus ulmifolius*). La regeneración del olmo es bastante activa cuando se destruye el bosque, pero, con frecuencia, está sustituido por los zarzales y juncales churreros. El pastoreo favorece en los suelos húmedos la extensión del gramal.

La serie del álamo blanco ocupa en la catena higrófila un nivel inferior a la del olmo, por lo que cada año con las crecidas se producen inundaciones. Como consecuencia de ellas los suelos sufren frecuentes erosiones y colmataciones que perturban la edafogénesis. Los horizontes rara vez alcanzan gran diferenciación y a cierta profundidad el hidromorfismo es constante.

De toda la vegetación riparia, la única serie que tiene valor agrícola es la del olmo, que puede ser fácilmente transformada, y de hecho lo ha sido, en tierras de cultivo.

La catena completa solo se puede observar en puntos concretos, faltando normalmente la vegetación de las zonas más alejadas del río, la serie del olmo, cuyo valor agrícola ha propiciado su transformación en tierras de cultivo.

Series climatófilas

La serie climatófila de vegetación potencial asociada a la zona de estudio, en las áreas central y oriental, es la **Serie mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de la encina** (*Quercus rotundifolia*) (*Bupleuro-Quercetum rotundifoliae S.*), codificada como 22b. Se da en las áreas de vegetación climatófila de menor cota altitudinal de la zona de estudio.

La etapa madura o clímax de esta serie corresponde a un bosque denso de encinas que en ocasiones puede albergar otros árboles, y con un sotobosque arbustivo no muy denso. La escasez de precipitaciones en la zona de estudio, con medias anuales sólo ligeramente superiores a 400 mm, hace suponer que no llegarán a formarse estos bosques climácicos sobre toda la superficie. Sobre las áreas más desfavorecidas crecerían matorrales con, ocasionalmente, árboles de talla media.

El encinar, pobre en arbustos y lianas constituye el representante de la vegetación clímax en esta serie. Los arbustos más característicos del sotobosque son *Asparagus acutifolius, Bupleurum rigidum, Daphne gnidium, Jasminus fruticans, Juniperus oxycedrus, Lonicera implexa, Osyris alba, Quercus coccifera, Rhamus alaternus, R. lycioides, Rubia peregrina*, etc.

Si esta comunidad vegetal se degrada, la siguiente etapa en la serie la constituye el matorral formado por algunos arbustos del anterior sotobosque que aumentan su biomasa, (*Q. coccifera*) y otros que se hacen más escasos. Esta etapa es una garriga o un coscojar. Aparecen además otras especies leñosas, como *Clematis flammula, Ephedra fragilis, Ephedra maior, Euphorbia characias y Pistacia terebinthus*.

En etapas más avanzadas de degradación, el matorral se aclara, se reduce la talla y densidad de los arbustos. Son comunes a toda la serie en Madrid las siguiente asociaciones: espartales de atocha (*Arrhenathero albi - Stipetum tenacissimae*), los sisallares (*Pegano harmalae - Salsoletum verniculatae*), los pastizales anuales subnitrófilos de egílopes (*Medicago rigidae - Egilopetum geniculatae*), las comunidades mesegueras (*Roemerio hybridae - Hypecoetum penduli*), las comunidades de cardos borriqueros (*Carthamo lananti - Onopordetum nervosi*), los herbazales subnitrófilos de los suelos removidos (*Papaveri rhoeas - Diplotaxietum virgatae*), etc.

La segunda serie climatófila de vegetación potencial la encontramos en la parte occidental de la zona de estudio: **Serie supra-mesomediterránea guadarrámica, ibérico-soriana, celtibérico-alcarreña y leonesa silicícola de la encina** (*Junipero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum*), codificada como 24a, y dentro de ésta, a la faciación mesomediterránea con *Retama spherocarpa* (24ab).

Las series supra-mesomediterráneas silicícolas de la encina corresponden en su estado maduro a bosques densos de encinas, en los que pueden hallarse en ciertos casos enebros (*Juniperus oxycedrus*) o quejigos (*Quercus faginea*), y en ocasiones alcornoques (*Quercus suber*) o robles melojos (*Quercus pyrenaica*).

Las etapas de sustitución de las etapas clímax son retamares (*Retamion sphaerocarpae*) con *Retama sphaerocarpa, Cytisus scoparius, Genista cinerascens* y *Adenocarpus aureus*.

Si la degradación avanza, el matorral se aclara, y aparecen arbustos de talla más reducida, como la jara pringosa (*Cistus ladanifer*), en ocasiones con *Cistus laurifolius* y sobre todo con *Lavandula pedunculata*. La etapa de herbazal se corresponde con un pastizal con *Stipa gigantea* y *Stipa lagascae*.

Las etapas de degradación de la serie 24ab se recogen a continuación:

I- BOSQUE	*Quercus rotundifolia* *Juniperus oxycedrus* *Lonicera etrusca* *Paeonia broteroi*
II.- MATORRAL DENSO	*Cytisus scoparius* *Retama sphaerocarpa* *Genista cinerascens* *Adenocarpus aureus*
III.- MATORRAL DEGRADADO	*Cistus ladanifer* *Lavandula pedunculata* *Rosmarinus officinalis* *Helichrysum serotinum*
IV.- PASTIZAL	*Stipa gigantea* *Agrostis castellana* *Poa bulbosa*

C] 8.2. Catálogo florístico. Proyecto Anthos

A continuación, se incluye una relación del inventario florístico de las plantas vasculares con cita en las cuadrículas UTM de 10 x 10 km 30TVK48 Y 30TVK58 que incluyen todo el ámbito de estudio. Esta información se ha obtenido a partir de los datos publicados en el Proyecto Anthos (MARM y CSIC, http://www.anthos.es/).

En las tablas incluidas a continuación se detallan todas las especies de flora que podrían encontrarse en la zona de estudio, indicando su categoría de amenaza o protección según la normativa vigente:

- Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA), desarrollados por el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero. El catálogo clasifica las especies en las Categorías de amenaza incluidas a continuación junto a las abreviaturas utilizadas:
  - En Peligro de Extinción: especie cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando. (PE)
  - Vulnerable: especie que corre el riesgo de pasar a la categoría anterior en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ella no son corregidos. (VU)
  - Especies incluidas en el Listado: (I). Especies merecedoras de atención o protección que no se incluyen en las categorías anteriores.
- Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres de la Comunidad de Madrid, creado por el Decreto 18/1992, de 26 de marzo. El catálogo se organiza en cuatro categorías, según lo dispuesto en el artículo 29 d la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre:
  - Especies en peligro de extinción (PE)
  - Especies sensibles a la alteración de su hábitat (SAH)
  - Especies vulnerables (VU)
  - Especies de interés especial (IE)
- Anexos de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Traspone la Directivas Europeas Hábitats (92/43/CEE).

- Anexo II: Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación. (II).
- Anexo VI: Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión. (VI).

ESPECIE	30TVK48	30TVK58	LESRPE	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Achillea filipendulina	*Si*				
Aegilops geniculata		*Si*			
Aegilops triuncialis	*Si*	*Si*			
Agrostemma githago	*Si*				
Agrostis castellana	*Si*				
Agrostis stolonifera	*Si*				
Airopsis tenella	*Si*				
Alcea rosea	*Si*				
Allium paniculatum	*Si*				
Alopecurus arundinaceus	*Si*				
Alyssum granatense	*Si*				
Alyssum simplex	*Si*				
Anacyclus clavatus	*Si*	*Si*			
Anchusa azurea	*Si*				
Anchusa undulata	*Si*				
Andryala arenaria	*Si*				
Andryala integrifolia	*Si*				
Anthemis arvensis	*Si*				
Anthoxanthum odoratum	*Si*				
Anthoxanthum ovatum	*Si*				
Aphanes cornucopioides	*Si*				
Aphanes microcarpa	*Si*				
Arabidopsis thaliana	*Si*				
Arabis auriculata	*Si*				
Arrhenatherum elatius subsp. bulbosum	*Si*				
Asperula arvensis	*Si*				
Asphodelus serotinus	*Si*				
Asterolinon linum-stellatum	*Si*				
Astragalus cymbaecarpos	*Si*				
Astragalus hamosus		*Si*			
Astragalus pelecinus		*Si*			
Avena barbata subsp. lusitanica	*Si*				
Avena sterilis	*Si*	*Si*			
Avena sterilis subsp. sterilis	*Si*				
Avenula bromoides	*Si*				
Avenula bromoides subsp. bromoides	*Si*				
Avenula bromoides subsp. pauneroi	*Si*				
Bartsia trixago	*Si*				
Brachypodium distachyon		*Si*			
Brassica barrelieri	*Si*				
Bromus hordeaceus	*Si*	*Si*			
Bromus madritensis	*Si*				
Bromus rubens	*Si*	*Si*			
Bromus tectorum	*Si*				
Buglossoides arvensis	*Si*				
Calendula arvensis	*Si*	*Si*			
Calepina irregularis	*Si*				
Camelina microcarpa	*Si*				
Campanula matritensis	*Si*				
Capsella bursa-pastoris	*Si*	*Si*			
Cardamine hirsuta	*Si*				
Carduus tenuiflorus		*Si*			
Carthamus lanatus	*Si*	*Si*			
Centaurea alba	*Si*				

ESPECIE	30TVK48	30TVK58	LESRPE	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Centaurea alba subsp. alba	Si				
Centaurea aristata	Si				
Centaurea benedicta	Si				
Cerastium dichotomum	Si				
Cerastium glomeratum	Si				
Cerastium pumilum	Si				
Chaetonychia cymosa	Si				
Chondrilla juncea	Si				
Cistus ladanifer	Si				
Cladanthus mixtus	Si				
Cleonia lusitanica	Si				
Coincya monensis subsp. orophila	Si				
Convolvulus arvensis	Si	Si			
Coronilla repanda subsp. dura	Si				
Coronilla scorpioides	Si	Si			
Corynephorus canescens	Si				
Corynephorus fasciculatus	Si				
Crassula tillaea	Si				
Crepis bursifolia	Si				
Crepis capillaris		Si			
Crepis foetida	Si	Si			
Crucianella angustifolia	Si				
Cuscuta australis	Si				
Cynodon dactylon	Si				
Cyperus longus	Si				
Cytisus scoparius	Si				
Cytisus scoparius subsp. scoparius	Si				
Dactylis glomerata subsp. hispanica	Si	Si			
Daucus crinitus	Si				
Diplotaxis catholica	Si				
Dorycnium pentaphyllum	Si				
Draba muralis	Si				
Ecballium elaterium subsp. dioicum		Si			
Echinaria capitata	Si				
Echium asperrimum		Si			
Echium plantagineum	Si	Si			
Erodium cicutarium	Si				
Erophila verna	Si				
Eryngium campestre		Si			
Eryngium galioides	Si				
Eryngium tenue	Si				
Erysimum repandum	Si				
Fallopia convolvulus	Si				
Festuca ovina	Si				
Filago asterisciflora	Si				
Filago gallica	Si				
Filago minima	Si				
Filago pyramidata	Si	Si			
Fumaria densiflora	Si				
Fumaria officinalis	Si				
Gagea foliosa subsp. nevadensis	Si				
Gaillardia pulchella	Si				
Galium aparine subsp. spurium	Si				
Galium parisiense subsp. divaricatum	Si	Si			
Gaudinia fragilis	Si				
Genista cinerascens	Si				
Geranium molle	Si				
Geranium pusillum	Si				
Glyceria declinata	Si				
Helianthemum aegyptiacum	Si				
Helianthemum apenninum subsp. cavanillesianum	Si				
Helianthemum sanguineum	Si				

ESPECIE	30TVK48	30TVK58	LESRPE	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Helianthemum villosum	Si				
Herniaria scabrida	Si				
Hirschfeldia incana	Si				
Holosteum umbellatum	Si				
Hordeum murinum subsp. leporinum	Si	Si			
Hymenocarpos cornicina	Si				
Hymenocarpos lotoides	Si				
Hypecoum imberbe	Si				
Jasione montana	Si		I		II
Jasione sessiliflora	Si				
Lamium amplexicaule	Si	Si			
Lathyrus angulatus	Si				
Lavandula pedunculata	Si				
Leontodon saxatilis subsp. rothii	Si	Si			
Linaria bipunctata subsp. bipunctata	Si				
Linaria spartea	Si				
Linum catharticum	Si				
Lolium rigidum	Si	Si			
Lomelosia simplex subsp. simplex	Si				
Lomelosia stellata	Si				
Lupinus angustifolius	Si				
Lupinus hispanicus	Si				
Lupinus luteus	Si				
Luzula campestris		Si			
Luzula sylvatica subsp. sylvatica	Si				
Malcolmia triloba	Si				
Malva hispanica	Si				
Malva parviflora	Si	Si			
Malva sylvestris		Si			
Malva tournefortiana	Si				
Malva trifida	Si				
Margotia gummifera	Si				
Medicago minima		Si			
Medicago rigidula		Si			
Medicago sativa		Si			
Mibora minima	Si				
Minuartia dichotoma	Si				
Minuartia montana	Si				
Myosotis discolor	Si				
Myosotis ramosissima subsp. gracillima	Si				
Myosotis stricta	Si				
Neatostema apulum		Si			
Nothoscordum gracile	Si				
Odontitella virgata	Si				
Odontites viscosus	Si				
Oenothera rosea	Si				
Ononis spinosa	Si				
Ornithopus compressus	Si				
Papaver argemone	Si				
Papaver rhoeas	Si				
Parentucellia latifolia	Si				
Periballia involucrata	Si				
Phalaris paradoxa	Si				
Pimpinella peregrina	Si				
Pimpinella villosa	Si				
Piptatherum miliaceum	Si				
Pistorinia hispanica	Si				
Plantago arenaria	Si				
Plantago bellardii	Si				
Plantago coronopus		Si			
Plantago lagopus	Si				
Poa trivialis	Si				
Pteridium aquilinum	Si				

ESPECIE	30TVK48	30TVK58	LESRPE	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Pterocephalidium diandrum	Si				
Pyrus bourgaeana	Si			SAH	
Quercus faginea subsp. faginea	Si				
Quercus ilex subsp. ballota	Si				
Radiola linoides	Si				
Ranunculus arvensis	Si				
Ranunculus parviflorus	Si				
Ranunculus penicillatus		Si			
Raphanus raphanistrum	Si				
Reseda luteola	Si				
Reseda virgata	Si				
Retama sphaerocarpa	Si				
Roemeria hybrida	Si				
Rosa corymbifera	Si				
Rosa tomentosa	Si				
Rostraria cristata		Si			
Rumex pulcher		Si			
Ruta montana	Si				
Sagina apetala	Si				
Santolina rosmarinifolia	Si				
Scandix australis subsp. microcarpa	Si				
Scandix pecten-veneris	Si				
Scleranthus annuus	Si				
Scleranthus delortii	Si				
Scorzonera hispanica	Si				
Scrophularia peregrina	Si				
Sedum amplexicaule	Si				
Senecio adonidifolius		Si			
Senecio gallicus	Si				
Senecio vulgaris	Si	Si			
Sesamoides purpurascens	Si				
Silene bellidifolia	Si				
Silene colorata	Si				
Silene gallica	Si	Si			
Silene micropetala	Si				
Silene scabriflora subsp. scabriflora	Si				
Silene vulgaris		Si			
Sisymbrium austriacum subsp. contortum	Si				
Sisymbrium irio		Si			
Sisymbrium orientale	Si	Si			
Sonchus asper		Si			
Spergula pentandra	Si				
Spergularia segetalis	Si				
Stellaria media	Si				
Symphyotrichum novi-belgii	Si				
Taeniatherum caput-medusae	Si	Si			
Tanacetum microphyllum	Si				
Teesdalia coronopifolia	Si				
Teucrium capitatum	Si				
Thapsia villosa	Si				
Thlaspi perfoliatum	Si				
Thymus mastichina subsp. mastichina	Si				
Thymus zygis	Si				
Thymus zygis subsp. zygis	Si				
Tolpis barbata	Si	Si			
Torilis nodosa		Si			
Trifolium angustifolium	Si	Si			
Trifolium arvense	Si				
Trifolium campestre	Si				
Trifolium cherleri	Si	Si			
Trifolium gemellum	Si	Si			
Trifolium glomeratum	Si				

ESPECIE	30TVK48	30TVK58	LESRPE	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Trifolium hirtum	Si	Si			
Trifolium micranthum	Si				
Trifolium scabrum		Si			
Trifolium striatum	Si	Si			
Trifolium tomentosum	Si				
Trigonella gladiata	Si				
Trigonella polyceratia		Si			
Tripleurospermum inodorum	Si				
Trisetum ovatum	Si				
Ulmus minor	Si				
Urtica urens	Si	Si			
Vaccaria hispanica	Si				
Valerianella locusta	Si				
Velezia rigida	Si				
Verbascum barnadesii	Si				
Verbascum erosum	Si				
Verbascum thapsus	Si				
Verbascum virgatum	Si				
Veronica arvensis	Si				
Veronica triphyllos	Si				
Veronica verna	Si				
Vicia cracca	Si				
Vicia lutea	Si				
Vicia monantha subsp. calcarata	Si				
Vicia villosa	Si	Si			
Viola arvensis	Si				
Vulpia bromoides	Si	Si			
Vulpia ciliata					
Vulpia muralis	Si				
Vulpia myuros	Si				

Tabla 21: Inventario florístico. Fuente: proyecto Anthos

C] 8.3. Vegetación actual y usos del suelo

a) Descripción general de la vegetación de la zona de estudio

La zona de estudio está atravesada por grandes vías de comunicación como son la autopista R-2, y la autovía M-50, así como el aeropuerto Adolfo Suárez – Madrid Barajas. Como consecuencia de la proximidad de estas infraestructuras y de sus accesos, se produce un aumento en el paso de vehículos y personas, se han ocupado zonas como caminos, o se han depositado tierras. Todo ello implica que el suelo se haya compactado y la vegetación se haya simplificado o incluso haya desaparecido en algunas zonas.

El resultado son áreas con una cubierta vegetal herbácea poco densa en la mayor parte de la superficie, mezclada con pequeñas manchas arbustivas, e incluso pequeños ejemplares arbóreos. Este herbazal degradado tiene un valor ambiental bajo, si bien en las zonas con arbolado disperso, mejora su calidad y aporta una mayor heterogeneidad al territorio.

No obstante, la presencia del río Jarama que cruza de norte a sur la zona de estudio, aporta un corredor de vegetación de ribera, de gran valor ambiental para el territorio.

En la parte norte de la zona de estudio, predominan los cultivos herbáceos de secano, en parcelas de pequeña superficie.

Las modificaciones producidas por el uso humano de la zona han ido sustituyendo los bosques constituían la vegetación natural de la zona, creando nuevas comunidades vegetales, normalmente más simples y con menor diversidad, si bien existen algunas pequeñas manchas de pinares de repoblación aisladas.

Se han cartografiado los tipos de vegetación existente en la zona de estudio. Las unidades de vegetación que se han cartografiado son las siguientes:

- Cultivos herbáceos de secano
- Vegetación de ribera
- Herbazales con arbolado disperso
- Herbazales
- Retamares
- Pinares de repoblación
- Áreas sin vegetación natural

A continuación, se describen estas unidades.

a.1) Cultivos herbáceos de secano

Aunque en la zona de estudio el uso predominante tras el de infraestructuras es el agrícola de secano, el trazado solo discurre a través de zonas de cultivo en su primer tramo. La primera parcela atravesada se sitúa en las cercanías de Casas de Belvis, al inicio del tramo, y es una parcela de secano (trigo o cebada), que tiene una forma muy irregular, con el fin de adaptarse a la topografía de la zona, y deja amplias zonas de lindero que coinciden con taludes que salvan los escalones del terreno.

Las parcelas atravesadas tras el cruce de la carretera M-111 son de gran tamaño y de topografía totalmente plana. Se encuentran en la vega del río Jarama, con alta humedad edáfica, aunque no se observan estructuras de riego. Durante la visita de campo (enero 2017) se comprobó que estaba plantada con crucíferas de huerta, peor su cultivo se alterna con gramíneas.

Estos cultivos limitan siempre con zonas con vegetación espontánea formada por la ribera del río al oeste, y por retamares y vegetación arbolada en el resto.

En la zona de estudio existen otras zonas de cultivo herbáceo, sobre todo al noroeste de la carretera R-2/M-50, y alrededor del pinar de San Isidro. Estas áreas no son afectadas por el proyecto.

Se muestran algunas imágenes de las parcelas atravesadas.

Imagen 37: Vista aérea de la parcela de cultivo al comienzo de la actuación. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 38: Vista aérea de la parcela de cultivo situada entre el cruce de la M50 y al cruce del río Jarama. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 39: Parcela de cultivo herbáceo en secano atravesada en el inicio del tramo. Imagen tomada hacia el final del tramo.

Imagen 40: Parcela de cultivo herbáceo de secano atravesada en el inicio del tramo. Imagen tomada hacia el inicio del tramo.

Imagen 41: Parcela de cultivo herbáceo atravesadas tras el cruce de la carretera R-2/M-50.

a.1) Vegetación de ribera

Vegetación del río Jarama

La ribera del río Jarama incluye, con diferencia, la vegetación de mayor valor ecológico de toda la zona de estudio. Se trata de una banda de bosque ripario de casi 200 m de anchura, formada por un estrato arbóreo alto y denso, acompañado de un estrato arbustivo formado por zarzas y áreas de carrizal en las zonas encharcadas.

Este bosque de ribera está cartografiado como hábitat de interés comunitario (recinto 137387), con el código 92A0, "bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*, saucedas salvifolias y alamedas occidentales". Además, todo el cauce y la vegetación ribereña están incluidos dentro de la Red Natura 2000, tal como se describe más adelante.

La especie dominante en la zona es el álamo blanco (*Populus alba*), aunque también se pueden encontrar álamo negro (*Populus nigra*), algunos ejemplares de aliso (*Alnus glutinosa*), e incluso algunos ejemplares del chopo híbrido (*Populus x canadiense*). Los sauces (*Salix sp.*) se sitúan en la banda más cercana al centro del cauce. El estrato bajo se forma en la banda exterior con tarays (*Tamarix sp.*), y en el interior con masas espesas de zarzas (*Rubus sp.*), carrizos (*Phragmites australis*) en las zonas encharcadizas, y juncos (*Juncus sp.*) en las zonas húmedas en las que puede penetrar el sol. El bosque climácico está bien representado, con la excepción de la banda exterior

que correspondería a la olmeda, que por lo general está transformada en terreno de cultivo. Los límites exteriores del bosque de galería suelen ser abruptos, delimitados artificialmente por caminos que separan la zona de los campos de cultivo adyacentes.

La conducción objeto de estudio cruza el río Jarama junto al viaducto de la autovía R-2/M-50. Tanto las pilas del viaducto de la carretera, como los límites del cauce en la zona están protegidos por muro de escollera de roca caliza. Debido a la presencia de las pilas y estas protecciones, el cauce del río en esta zona está dividido, de forma que con los caudales más bajos el agua discurre solo por el cauce central, quedando los cauces laterales encharcados, aunque sin agua corriente. Por esta razón la vegetación en la zona de cruce, al menos en su margen oeste, tiene menor densidad arbórea.

A continuación, se muestran algunas imágenes de la zona de cruce del río Jarama.

Imagen 42: Vista aérea de la zona de cruce del río Jarama. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 43: Vista de las pilas del viaducto, desde el este.

Imagen 44: Vista de la vegetación riparia, desde el este. La mayor parte de los ejemplares de la zona son álamos blancos.

Imagen 45: Vista de la vegetación riparia, desde el oeste. Se observa como en esta zona la vegetación arbórea no es tan densa, y se presentan a cambio manchas de junco y carrizo, además de masas de zarzas.

Vegetación del arroyo de La Vega

El arroyo de la Vega, que recoge el efluente de la planta depuradora cercana, es un pequeño cauce permanente que soporta una estrecha banda de vegetación riparia, en su mayor parte arbustiva, con arbolado disperso.

Según el Inventario Nacional de Hábitats, en la zona tendrían que aparecer hasta tres tipos de hábitats de interés comunitario: Código 91B0: Fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia*, código 92A0 Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba* Saucedas salvifolias y alamedas occidentales y código 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion- Holoschoenion*.

Aunque se pueden observar retazos de este tipo de vegetación aguas arriba del punto de cruce, este punto no presenta vegetación, probablemente debido a los movimientos de tierras realizados durante las obras de la terminal 4 del Aeropuerto de Barajas. Además, el cauce en este punto presenta orillas con pendiente muy fuerte, que denotan que se ha actuado sobre él en épocas recientes.

La conducción cruza el arroyo de la Vega en las cercanías de la autopista R-2, en el interior del recinto aeroportuario. A continuación, se muestran algunas imágenes de la zona de cruce.

Imagen 46: Vista aérea de la zona de cruce del arroyo de La Vega. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 47: Vista del arroyo de La Vega desde el noroeste. La zona de cruce está inmediatamente detrás de la alineación de árboles, en la zona que no presenta vegetación.

Vegetación del arroyo de Las Zorreras

Situado al sur de la zona de estudio, el arroyo de las Zorreras presenta una estrecha y continua banda de vegetación riparia consistente en arbustos (en su mayor parte zarzas -*Rubus sp.*-) y pequeños ejemplares de fresno (*Fraxinus angustifolia*), y álamos negros (*Populus nigra*). Ligeramente al sur de la zona de cruce, el Inventario Nacional de Hábitats señala una tesela de hábitats de interés con códigos 91B0 Fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia*, 92A0 Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba* y 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion- Holoschoenion.*

La conducción cruza el arroyo cerca del final del tramo, de norte a sur, y dentro del recinto aeroportuario. La zona de cruce se sitúa junto a dos ejemplares de fresno de pequeño tamaño que se verán afectados con bastante probabilidad.

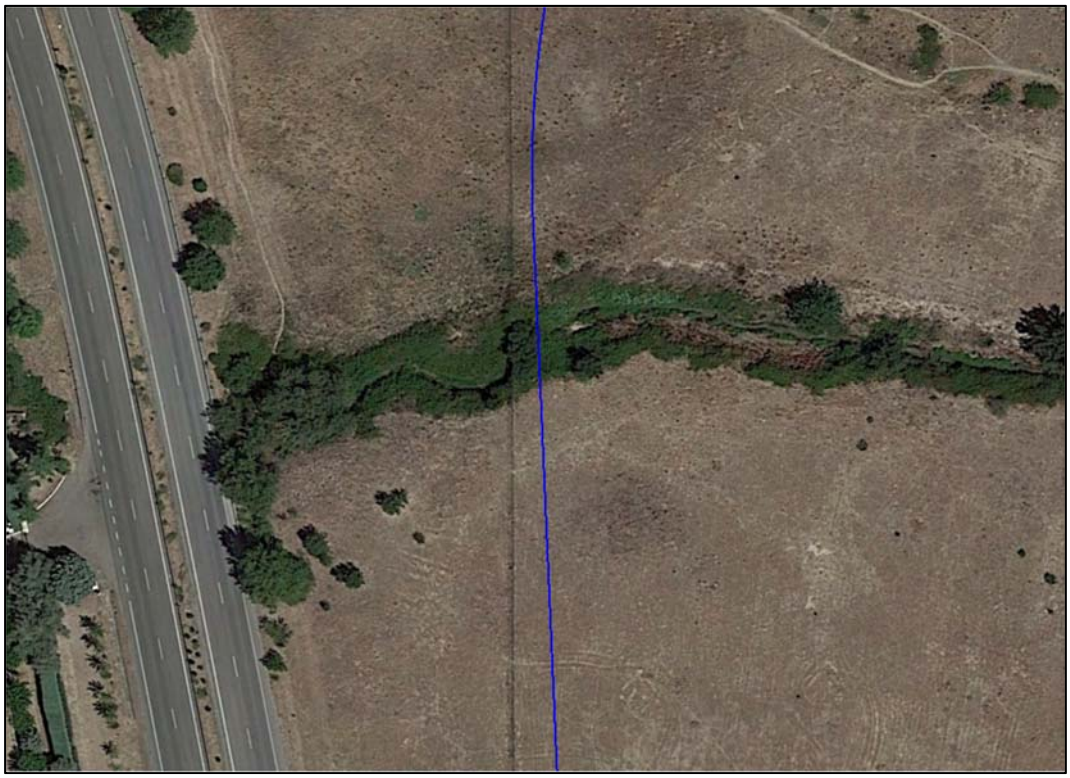


Imagen 48: Vista aérea de la zona de cruce del arroyo de Las Zorreras. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 49: Vista general de la vegetación del arroyo de Las Zorreras.

Imagen 50: Detalle de los ejemplares de fresno situados junto al cruce de la conducción.

a.1) Áreas de herbazal – matorral

El matorral predominante en la zona, fuera de las bandas de vegetación de ribera es el retamar de retama de bolas (*Retama sphaerocarpa*), una de las especies indicadoras del tipo de vegetación climatófila según lo mencionado en la descripción de la vegetación potencial. Este matorral se presenta siempre muy degradado, con ejemplares que nunca superan alturas de 1,5 m, y con una densidad tan escasa que se ha preferido denominar a la unidad herbazal-matorral.

Las retamas van acompañadas por herbáceas anuales: gramíneas como la avena (*Avena sativa*), el dactilo (*Dactylis glomerata*), pequeñas matas leñosas como el marrubio (*Marrubium vulgare*), que aparece de forma muy dispersa, y herbáceas perennes, entre las que destaca por su profusión en toda la zona la olivarda (*Dittrichia viscosa*). Esta última especie es indicadora de alteración de suelos e invade fácilmente terrenos yermos, secos y expuestos. En las zonas que acumulan cierta humedad edáfica destaca también la presencia de comunidades de cardos como el cardo mariano (*Silybum marianum*) y el cardo corredor (*Eryngium campestre*), además de hinojo (*Foenicus vulgare*). En ocasiones aparecen algunos ejemplares dispersos de olmo de Siberia (*Ulmus pumila*), álamo negro (*Populus nigra*), pino carrasco (*Pinus halepensis*) o pino piñonero (*Pinus pinea*), normalmente procedentes de plantaciones.

Esta unidad se presenta en áreas marginales, especialmente sobre taludes, incluidos los de carreteras, isletas de carreteras o linderos entre zonas de diferentes usos.

Aunque se trata de una unidad muy bien representada en la zona, la conducción solo la afecta al inicio del tramo.

Imagen 51: Vista aérea del inicio del tramo, sobre una zona de herbazal-matorral. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 52: Retamar sobre un talud que separa zonas de cultivo, cerca del inicio del tramo.

Imagen 53: Detalle: Retama de bolas.

Imagen 54: Detalle: Ditricchia viscosa, que coloniza gran parte de los herbazales de la zona de estudio.

a.1) Herbazales con arbolado disperso

Se trata de una unidad semejante a la anterior, con las mismas especies arbustivas y herbáceas, pero que presenta una densidad mayor de arbolado, llegando en ocasiones a densidades de más del 50% de cabida cubierta.

En muchas ocasiones se cartografían unidades de formas alargadas, coincidiendo normalmente con las bases de los taludes de carreteras en las que se dan condiciones para que se desarrollen de forma espontánea ejemplares arbóreos. También se incluye en esta unidad los restos de arbolado de lindes de caminos, así como algunas zonas del recinto aeroportuarios en los que se han plantado ejemplares de pinos como medidas de corrección ambiental.

Además de los citados pinos, las especies de árboles de esta unidad son olmo de Siberia (*Ulmus pumila*), álamo negro (*Populus nigra*), chopo canadiense (*Populus x canadensis*), y, en la zona oeste, fresno (*Fraxinus angustifolia*). Muchos de los álamos y olmos procedentes de antiguas plantaciones se encuentran en deficientes condiciones fitosanitarias, al haberse abandonado completamente su mantenimiento hace años.

El proyecto puede afectar estas zonas, pues discurre en las cercanías o las cruza a lo largo de su recorrido. Cabe destacar una parcela situada al este del cruce del trazado de la arteria con el río Jarama. Se trata de un grupo de árboles mezclados con grandes ejemplares de matorral de taray, de composición muy similar a la vegetación de la ribera del río. Esta parcela no se ve afectada.

A continuación, se muestran imágenes de la unidad.

Imagen 55: Vista aérea de una zona de herbazal con arbolado disperso formando alineaciones irregulares. En esta zona el trazado se incluye dentro del recinto aeroportuario. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 56: Retamar con olmos de Siberia en un lindero, en una zona cruzada por el trazado.

Imagen 57: Herbazal con fuerte densidad de arbolado, cercano al Jarama: Álamo blanco, álamo negro y tarays.

Imagen 58: Herbazal sobre el talud de la carretera M50, que cuenta en su base con arbolado disperso.

a.2) Herbazales

Se trata de un herbazal-erial, la unidad más pobre en individuos y especies, y se sitúa sobre grandes áreas dentro de la zona de estudio. Contiene las especies citadas para el herbazal-matorral, pero los ejemplares de matorral o de arbolado son anecdóticos: herbáceas anuales: gramíneas como la avena (*Avena sativa*), el dactilo (*Dactylis glomerata*), pequeñas matas leñosas como el marrubio (*Marrubium vulgare*), que aparece de forma muy dispersa, y herbáceas perennes, como la olivarda (*Dittrichia viscosa*). En las zonas que acumulan cierta humedad edáfica destaca también la presencia de comunidades de cardos como el cardo mariano (*Silybum marianum*) y el cardo corredor (*Eryngium campestre*), además de hinojo (*Foenicus vulgare*).

La unidad crece sobre las áreas más degradadas, que en ocasiones se mantienen de forma artificial, realizando desbroces periódicos, como en muchas zonas del interior del recinto aeroportuario.

Se han incluido aquí las zonas de pasto y paseo de un picadero situado cerca del final del tramo.

Imagen 59: Vista aérea de una zona de herbazal atravesada por el conducto, dentro del recinto aeroportuario. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 60: Grandes herbazales-eriales en el interior del recinto aeroportuario.

a.3) Pinares de repoblación

Existen en la zona de estudio varias manchas de pinar de repoblación de pequeño tamaño. Las dos más próximas al trazado de la arteria norte son el pinar de San Isidro, que rodea la ermita con el mismo nombre, y una estrecha franja, vallada, con una plantación reciente de pino piñonero (*Pinus pinea*). El pinar de San Isidro se trata de una repoblación sobre ladera, con pinos carrascos (*Pinus halepensis*), ya adultos.

Ninguno de ellos es afectado por el trazado.

Imagen 61: Vista aérea del pinar de San Isidro. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 62: Vista aérea del pinar de repoblación de pino piñonero. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 63: Pinar de San Isidro.

Imagen 64: Franja de pinar de pino piñonero.

a.4) Zonas con vegetación ornamental

Al este de La Moraleja se sitúa un campo de golf, una zona de equipamiento deportivo, una explotación de hípica y otras fincas particulares, que presentan vegetación ornamental de jardines, alineación de caminos y cierre perimetral. Se incluye como vegetación ornamental igualmente todo el campo de golf.

Estas unidades no se ven afectadas por el proyecto.

a.5) Infraestructuras y áreas urbanizadas

Las áreas sin vegetación en la zona de estudio son principalmente las numerosas infraestructuras de transporte de la zona: M-50, R-2, A1, M-12 y M-111, otras infraestructuras como la EDAR del arroyo de La Vega o las propias del Sistema General Aeroportuario, pequeños núcleos de población como Casas de Belvis, los caminos bien definidos, y algunas explotaciones agropecuarias existentes.

C] 8.4. Hábitats de Interés Comunitario

En el Anexo I de la *Directiva 92/43/CEE*, así como en el Anexo I de la *Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad*, se recogen los hábitats naturales para los que es necesario designar zonas especiales de conservación, destacando aquellos de mayor singularidad como hábitats prioritarios.

Se definen como hábitats naturales aquellas zonas terrestres o acuáticas diferenciadas por sus características geográficas, abióticas y bióticas, tanto si son enteramente naturales como seminaturales. Los hábitats naturales prioritarios son aquellos que están amenazados de desaparición y que son relevantes por la proporción de su área de distribución natural dentro del territorio de la Unión Europea.

Se ha consultado el Inventario Nacional de Hábitats y Taxones del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, dando como resultado que en el área de estudio aparecen cartografiados varios recintos que contienen hábitats de interés comunitario. En cada uno de los recintos existen una serie de hábitats, en diferente porcentaje.

A la hora de valorar estas áreas, se debe tener en cuenta que los límites de los recintos marcados en el Inventario no están totalmente ajustados a la realidad que se muestra en la fotografía aérea, debido a la escala de elaboración del inventario, así como al tratamiento de datos. Esto implica que los recintos correspondientes a la vegetación de comunidades lineales como la vegetación de ribera solamente se ajustan parcialmente a la misma.

En la siguiente fotografía aérea se sitúan las teselas del Inventario presentes en el área de estudio.

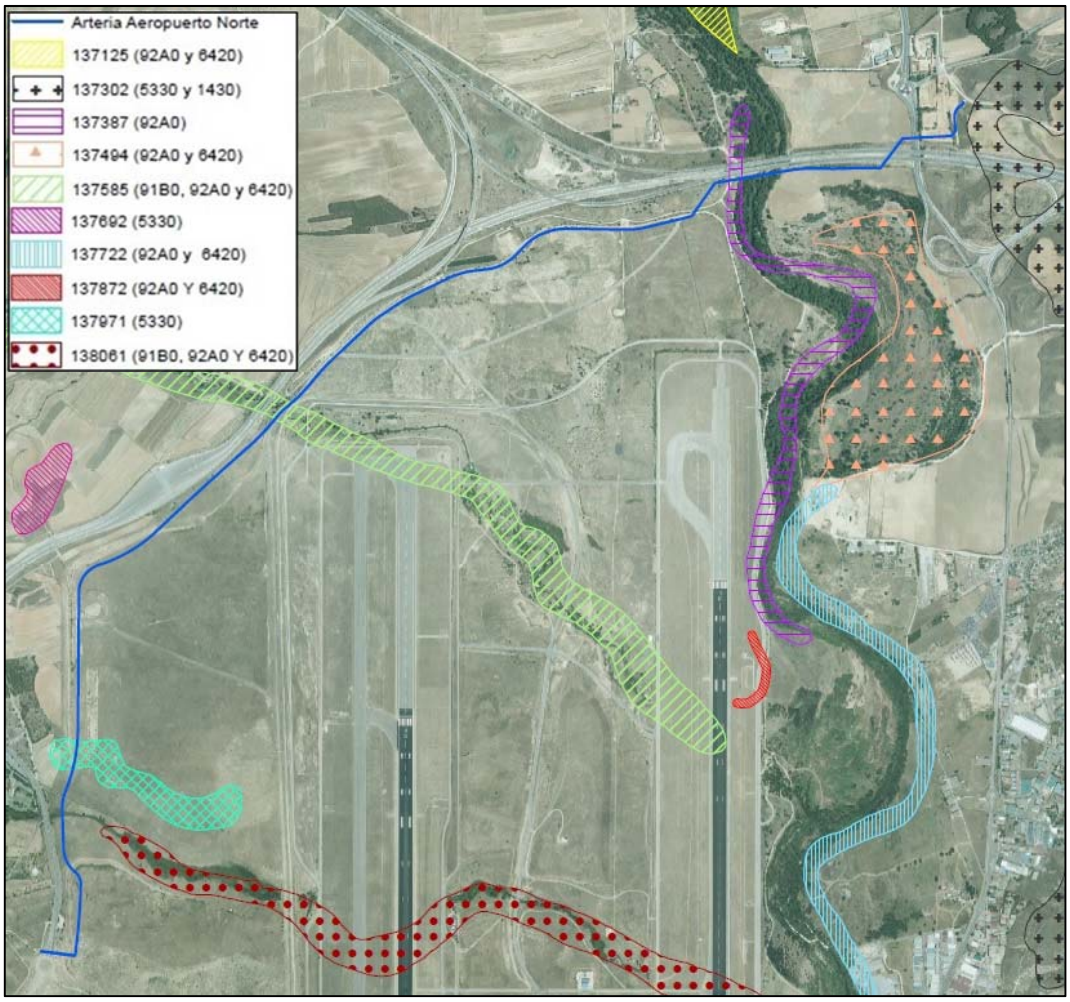


Imagen 65: Recintos del Atlas de los hábitats naturales y seminaturales de España, en la zona de estudio. La leyenda indica con los códigos de recinto y, entre paréntesis, los códigos de los hábitats que contiene cada uno. Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

A continuación, se describen los recintos que son afectados por la actuación, su relación con la vegetación inventariada y la afección del proyecto. Cabe destacar que ninguno de los hábitats es prioritario.

Recinto 137125. Situado en el cauce del río Jarama a 500 metros al norte de las actuaciones proyectadas. Contiene los siguientes hábitats:

- Código 92A0: Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*. Saucedas salvifolias y alamedas occidentales. Se trata de bosques en galería de los márgenes de los ríos, dominados por especies de chopo o álamo (*Populus*), sauce (*Salix*) y olmo (*Ulmus*).
- Código 6420: Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion- Holoschoenion.* Son praderas densas, verdes en verano, en las que destacan diversos juncos formando un estrato superior de altura media, a menudo discontinuo. Aunque su aspecto es homogéneo, presentan gran variabilidad y diversidad florística. Las familias dominantes son las ciperáceas y juncáceas.

Este recinto no es afectado por el proyecto.

Recinto 137302. Este recinto no es afectado por las actuaciones, y se sitúa a 50 metros al este de las mismas. Contiene los siguientes hábitats:

- Código 5330: Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos. Retamar basófilo castellano duriense con aulagas. Se trata de matorrales de muy diferente naturaleza y fisionomía que tienen en común el presentarse en los pisos de vegetación más cálidos de la Península y de las islas, con excepción de los incluidos en otros hábitats. Son propios de climas cálidos, más bien secos, en todo tipo de sustratos. Actúan como etapa de sustitución de formaciones de mayor porte, o como vegetación potencial o permanente en sustratos desfavorables.
- Código 1430: Matorrales halonitrófilos (Pegano-Salsoletea). Matorrales esteparios con preferencia por suelos con sales, a veces margas yesíferas, en medios con alguna alteración antrópica o zoógena (nitrofilia), que suelen estar dominados por quenopodiáceas arbustivas, normalmente con elementos de gran interés biogeográfico. Encontramos matorrales nitrófilos de *Salsola vermiculata* o *Artemisioa herba-alba*, a las que pueden acompañar *Peganum harmala* y/o *Frankenia thymifolia*.

Recinto 137387. Contiene un solo hábitat, con código 92A0, Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba,* que ya ha sido descrito en el recinto 137125. En los cursos de agua, la vegetación forma bandas paralelas al cauce según el gradiente de humedad del suelo. Este bosque de galería aparece en la zona de estudio formando un cordón de anchura variable, en ambas orillas del Jarama. El trazado de la arteria norte atraviesa perpendicularmente este recinto.

Recinto 137585. Contiene tres hábitats conectados con la ribera del arroyo de la Vega, afluente del río Jarama**.** Este recinto está afectado por el proyecto. Contiene los siguientes hábitats:

- Código 91B0: Fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia.* Bosques de fresno de hoja estrecha (*Fraxinus angustifolia*), con preferencia por sustratos descarbonatados y arenosos, o de fresno florido (*Fraxinus ornus*), distribuidos por la región mediterránea, propios de suelos con humedad. *Fraxinus angustifolia* es especialmente común en riberas silíceas, ocupando una posición intermedia entre los bosques de suelos secos (melojares, alcornocales, encinares, etc) y las formaciones situadas al borde del cauce (saucedas, alisedas).
- Código 92A0 Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba* y 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion- Holoschoenion*: estos hábitats ya han sido descritos con anterioridad en el recinto 137125.

Recinto 137971. Contiene un solo hábitat que ha sido descrito en el recinto 137302: código 5330. Matorrales termomediterráneos y preestépicos. Retamares con escoba negra (*Cytisus scoparius*). Este recinto situado al suroeste está afectado por el trazado, atravesando de forma perpendicular dicho recinto.

Recintos 137494 y 137722. Contienen los hábitats: 92A0 Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba* y 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion- Holoschoenion,* que han sido descritos en el recinto 137125. Se sitúan en la en la ribera y la zona próxima del rio Jarama. Estos recintos no están afectados por el proyecto quedando a más de 200 metros del mismo.

Recinto 137872. Contienen los hábitats: código 92A0 Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba* y 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion- Holoschoenion,* que han sido descritos en el recinto 137125. Se observa en la imagen que la cartografía de este recinto se ubica sobre una carretera de acceso a la pista de aterrizaje, por lo que se considera improbable la existencia de dichos hábitats actualmente en esta zona determinada. Cabe destacar que este recinto no está afectado por el proyecto y queda situado a 1.700 metros del mismo.

Recinto 137692. Contiene un solo hábitat: código 5330. Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos. Retamares con escoba negra (*Cytisus scoparius*). Este recinto no está afectado por las actuaciones proyectadas y se sitúa a aproximadamente 300 metros al oeste de las mismas.

Recinto 138061. Contiene tres hábitats asociados a la ribera del cauce del arroyo de las Zorreras, tributario del río Jarama. Códigos 91B0 Fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia*, 92A0 Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba* y 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion- Holoschoenion,* descritos en el recinto 137585. Este recinto no es afectado directamente, las actuaciones del proyecto se sitúan a 150 metros al oeste del recinto.

C] 8.5. Árboles Singulares

La figura de "Árbol Singular" se creó mediante el *Decreto 18/1992, de 26 de marzo, por el que se aprueba el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre y se crea la categoría de "Árboles Singulares"*, con el objetivo de proteger y conservar el patrimonio natural de la Comunidad de Madrid, que se manifiesta en ocasiones mediante ejemplares de flora aislados que pueden considerarse excepcionales por su tamaño o excelencia de porte, longevidad, originalidad de formas, significación histórica, cultural o científica.

De acuerdo con la consulta del catálogo de Árboles Singulares de la Comunidad de Madrid, no existen árboles singulares catalogados en el ámbito del proyecto.

C] 9. Fauna

Para el análisis de la fauna existente en la zona, se ha dividido el estudio en cuatro grandes apartados. En el primero se recoge un catálogo faunístico, donde se inventarían las especies existentes en el área de estudio y su entorno, con indicaciones sobre su grado de conservación y legislación de aplicación para su protección. Con este apartado de trata de definir la riqueza faunística del territorio y el valor de las especies existentes.

En un segundo apartado se analizan, de las especies catalogadas, aquellas que presentan algún tipo de protección o amenaza. Se estudia el grado de protección que presentan, su estatus, las causas de amenaza o regresión y su presencia en la zona.

En el tercer apartado se describen los distintos biotopos donde se encuentran estas especies, en general muy relacionados con la orografía, hidrografía y vegetación. En esta descripción se analiza la singularidad y fragilidad del biotopo, y la comunidad animal que en él se presenta.

Finalmente, en el último capítulo se evalúa toda la información de este capítulo, definiendo las zonas de mayor valor faunístico.

La información necesaria para la realización del presente apartado se ha recabado mediante la realización de consultas bibliográficas, así como mediante las prospecciones de campo necesarias.

C] 9.1. Catálogo faunístico

Para la realización del inventario de fauna se han consultado las bases de datos del Inventario Nacional de Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente correspondientes a la cuadrícula UTM de 10 x 10 km 30TVK47 y 30TVK58, que incluyen todo el ámbito de estudio. Esta información ha sido completada además mediante el trabajo de campo realizado en la zona de estudio, y consultando la bibliografía existente y los estudios realizados recientemente en la zona.

En las tablas incluidas a continuación se detallan todas las especies de fauna que podrían encontrarse en la zona de estudio, separadas por clases, e indicando su categoría de amenaza o protección según la normativa vigente:

- Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA), desarrollados por el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero. El catálogo clasifica las especies en las Categorías de amenaza incluidas a continuación junto a las abreviaturas utilizadas:
    - En Peligro de Extinción: especie cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando. (PE)
    - Vulnerable: especie que corre el riesgo de pasar a la categoría anterior en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ella no son corregidos. (VU)
    - Especies incluidas en el Listado: (I). Especies merecedoras de atención o protección que no se incluyen en las categorías anteriores.

  Al ser el catálogo de mayor vigencia y aplicación, será el criterio que prevalezca en caso de diversidad de categorías para la misma especie.
- Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres de la Comunidad de Madrid, creado por el Decreto 18/1992, de 26 de marzo. El catálogo se organiza en cuatro

categorías, según lo dispuesto en el artículo 29 de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre:

- Especies en peligro de extinción (PE)
- Especies sensibles a la alteración de su hábitat (SAH)
- Especies vulnerables (VU)
- Especies de interés especial (IE)

- Anexos de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Traspone las Directivas Europeas Aves (2009/147/CE) y Hábitats (92/43/CEE).
  - Anexo II: Especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación. (II).
  - Anexo IV: Especies que serán objeto de medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat, con el fin de asegurar su supervivencia y su reproducción en su área de distribución. (IV).
  - Anexo V: Especies animales y vegetales de interés comunitario que requieren una protección estricta. (V).
  - Anexo VI: Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión. (VI).

a) Invertebrados

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Gomphus simillimus simillimus	*Gomphidae*	*No existe*	-	-	-
Agrotis yelai	*Noctuidae*	*No existe*	-	-	-
Eremopola lenis	*Noctuidae*	*No existe*	-	-	-
Euphydryas aurinia	*Nymphalidae*	*Doncella de ondas*	-	*VU*	*II*

Tabla 22 Especies de invertebrados catalogadas u observadas en la zona. Fuente: Bases de datos del Inventario Nacional de Biodiversidad del MAPAMA y elaboración propia.

En el ámbito de estudio aparecen citadas cuatro especies de invertebrados de las cuales una, *Euphydryas aurinia* tiene categoría de Vulnerable atendiendo al Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Comunidad de Madrid y está incluida en el Anexo II de la Ley 42/2007.

a) Peces

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Lepomis gibbosus	*Centrarchiidae*	*Perca sol*	-	-	-
Cobitis paludica	*Cobitidae*	*Colmilleja*	-	-	-
Barbus bocagei	*Cyprinidae*	*Barbo común*	-	-	-
Barbus comizo	*Cyprinidae*	*Barbo comizo*	-	-	*II*

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Chondrostoma arcasii	*Cyprinidae*	*Bermejuela*	*I*	-	-
Chondrostoma polylepis	*Cyprinidae*	*Boga de río*	-	-	*II*
Squalis alburnoides	*Cyprinidae*	*Calandino*	-	-	-
Tinca tinca	*Cyprinidae*	*Tenca*	-	-	-
Ameiurus melas	*Ictaluridae*	*Pez gato*	-	-	-

Tabla 23 Especies piscícolas catalogadas u observadas en la zona. Fuente: Bases de datos del Inventario Nacional de Biodiversidad del MAPAMA y elaboración propia.

La ictiofauna existente en la zona de estudio se localiza en las masas de agua superficial de la zona, correspondientes con el río Jarama.

De las nueve especies existentes, tan sólo la bermejuela está incluida en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. En relación con los anexos de la *Ley 42/2007*, el barbo comizo y la boga de río están incluidos en el Anexo II.

b) *Anfibios*

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Bufo calamita	*Bufonidae*	*Sapo corredor*	*I*	-	*V*
Alytes cisternasii	*Discoglossidae*	*Sapo partero ibérico*	*I*	-	*V*
Pelophylax perezi	*Ranidae*	*Rana común*	-	-	*VI*
Pleurodeles waltl	*Salamandridae*	*Gallipato*	*I*	-	-

Tabla 24 Especies de anfibios catalogadas u observadas en la zona. Fuente: Bases de datos del Inventario Nacional de Biodiversidad del MAGRAMA y elaboración propia.

En el ámbito de estudio aparecen citadas cuatro especies de anfibios de las cuales tres están incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y tres en los anexos de la *Ley 42/2007*. De estas tres, el sapo corredor y el sapo partero común aparecen el en Anexo V y la rana común en el Anexo VI.

Los anfibios son especies que dependen de zonas húmedas para su reproducción, por lo que los podremos encontrar en el entorno circundante al cauce del río Jarama.

c) Reptiles

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Blanus cinereus	*Amphisbaenidae*	*Culebrilla ciega*	*I*	-	-
Malpolon monspessulanus	*Colubridae*	*Culebra bastarda*	-	-	-
Natrix maura	*Colubridae*	*Culebra viperina*	*I*	-	-
Rhinechis scalaris	*Colubridae*	*Culebra de escalera*	*I*	-	-
Trachemys scripta	*Emydidae*	*Tortuga pintada*	-	-	-
Mauremys leprosa	*Geoemydidae*	*Galápago leproso*	*I*	-	*II, V*
Acanthodactylus erythrurus	*Lacertidae*	*Lagartija colirroja*	*I*	-	-
Podarcis hispanica	*Lacertidae*	*Lagartija ibérica*	-	-	-
Psammodromus algirus	*Lacertidae*	*Lagartija colilarga*	*I*	-	-
Psammodromus hispanicus	*Lacertidae*	*Lagartija cenicienta*	*I*	-	-
Timon lepidus	*Lacertidae*	*Lagarto ocelado*	*I*	-	-

Tabla 25 Especies de reptiles catalogadas u observadas en la zona. Fuente: Bases de datos del Inventario Nacional de Biodiversidad del MAGRAMA y elaboración propia.

En el ámbito de estudio aparecen citadas 11 especies de reptiles de las cuales 8 están incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. Cabe destacar el galápago leproso, incluido en los Anexos II y V de la *Ley 42/2007*.

d) Aves

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Accipiter gentilis	*Accipitridae*	*Azor común*	*I*	-	-
Accipiter nisus	*Accipitridae*	*Gavilán común*	*I*	-	*IV*
Aegypius monachus	*Accipitridae*	*Buitre negro*	*VU*	*PE*	*IV*
Buteo buteo	*Accipitridae*	*Busardo ratonero*	*I*	-	-
Circus aeruginosus	*Accipitridae*	*Aguilucho lagunero occidental*	*I*	*SAH*	*IV*

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Circus cyaneus	*Accipitridae*	*Aguilucho pálido*	*I*	*IE*	*IV*
Circus pygargus	*Accipitridae*	*Aguilucho cenizo*	*VU*	*VU*	*IV*
Gyps fulvus	*Accipitridae*	*Buitre leonado*	*I*	-	*IV*
Milvus migrans	*Accipitridae*	*Milano negro*	*I*	-	*IV*
Aegithalos caudatus	*Aegithalidae*	*Mito*	*I*	-	-
Calandrella brachydactyla	*Alaudidae*	*Terrera común*	*I*	-	*IV*
Galerida cristata	*Alaudidae*	*Cogujada común*	*I*	-	-
Melanocorypha calandra	*Alaudidae*	*Calandria común*	*I*	*IE*	*IV*
Alcedo atthis	*Alcedinidae*	*Martín pescador común*	*I*	*IE*	*IV*
Anas platyrhynchos	*Anatidae*	*Ánade azulón*	-	-	-
Anas strepera	*Anatidae*	*Ánade friso*	-	*IE*	-
Apus apus	*Apodidae*	*Vencejo común*	*I*	-	-
Ardea purpurea	*Ardeidae*	*Garza imperial*	*I*	*SAH*	*IV*
Egretta garzetta	*Ardeidae*	*Garceta común*	*I*	*IE*	*IV*
Ixobrychus minutus	*Ardeidae*	*Avetorrillo común*	*I*	*SAH*	*IV*
Burhinus oedicnemus	*Burhinidae*	*Alcaraván común*	*I*	*IE*	*IV*
Caprimulgus ruficollis	*Caprimulgidae*	*Chotacabras cuellirojo*	*I*	*IE*	-
Certhia brachydactyla	*Certhiidae*	*Agateador común*	*I*	-	*IV*
Charadrius dubius	*Charadriidae*	*Chorlitejo chico*	*I*	-	-
Vanellus vanellus	*Charadriidae*	*Avefría europea*	-	*IE*	-
Ciconia ciconia	*Ciconidae*	*Cigüeña blanca*	*I*	*VU*	*IV*
Columba domestica	*Columbidae*	*Paloma doméstica*	-	-	-
Columba livia	*Columbidae*	*Paloma bravía*	-	-	-
Columba palumbus	*Columbidae*	*Paloma torcaz*	-	-	-
Columba oenas	*Columbidae*	*Paloma zurita*	-	-	-
Streptopelia decaocto	*Columbidae*	*Tórtola turca*	-	-	-
Streptopelia turtur	*Columbidae*	*Tórtola común*	-	-	-

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Coracias garrulus	*Coraciidae*	*Carraca europea*	*I*	*VU*	*IV*
Corvus corone	*Corvidae*	*Corneja negra*	-	-	-
Corvus monedula	*Corvidae*	*Grajilla*	-	-	-
Pica pica	*Corvidae*	*Urraca*	-	-	-
Clamator glandarius	*Cuculidae*	*Críalo europeo*	*I*	-	-
Cuculus canorus	*Cuculidae*	*Cuco común*	*I*	-	-
Emberiza calandra	*Emberizidae*	*Triguero*	-	-	-
Falco peregrinus	*Falconidae*	*Halcón peregrino*	*I*	-	*IV*
Falco tinnunculus	*Falconidae*	*Cernícalo vulgar*	*I*	-	-
Carduelis cannabina	*Fringillidae*	*Pardillo común*	-	-	-
Carduelis carduelis	*Fringillidae*	*Jilguero*	-	-	-
Carduelis chloris	*Fringillidae*	*Verderón común*	-	-	-
Coccothraustes coccothraustes	*Fringillidae*	*Picogordo*	*I*	-	-
Fringilla coelebs	*Fringillidae*	*Pinzón vulgar*	*I*	-	-
Serinus canaria	*Fringillidae*	*Serín canario*	-	-	-
Serinus serinus	*Fringillidae*	*Verdecillo*	-	-	-
Cecropis daurica	*Hirundinidae*	*Golondrina dáurica*	-	-	-
Delichon urbicum	*Hirundinidae*	*Avión común*	*I*	-	-
Hirundo rustica	*Hirundinidae*	*Golondrina común*	*I*	-	-
Riparia riparia	*Hirundinidae*	*Avión zapador*	*I*	*IE*	-
Lanius excubitor	*Laniidae*	*Alcaudón real*	-	*IE*	-
Lanius senator	*Laniidae*	*Alcaudón común*	*I*	*IE*	-
Merops apiaster	*Meropidae*	*Abejaruco europeo*	*I*	-	-
Anthus campestris	*Motacillidae*	*Bisbita campestre*	*I*	-	*IV*
Anthus trivialis	*Motacillidae*	*Bisbita arbóreo*	*I*	-	-
Motacilla alba	*Motacillidae*	*Lavandera blanca*	*I*	-	-
Ficedula hypoleuca	*Muscicapidae*	*Papamoscas cerrojillo*	*I*		
Muscicapa striata	*Muscicapidae*	*Papamoscas gris*	*I*	-	-

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Oriolus oriolus	*Oriolidae*	*Oropéndola*	*I*	-	-
Otis tarda	*Otididae*	*Avutarda común*	*I*	*SAH*	*IV*
Tetrax tetrax	*Otididae*	*Sisón común*	*VU*	*SAH*	*IV*
Cyanistes caeruleus	*Paridae*	*Herrerillo común*	-	-	-
Parus cristatus	*Paridae*	*Herrerillo capuchino*	-	-	-
Parus major	*Paridae*	*Carbonero común*	*I*	-	-
Passer domesticus	*Passeridae*	*Gorrión común*	-	-	-
Passer hispaniolensis	*Passeridae*	*Gorrión moruno*	-	-	-
Passer montanus	*Passeridae*	*Gorrión molinero*	-	-	-
Petronia petronia	*Passeridae*	*Gorrión chillón*	*I*	-	-
Alectoris rufa	*Phasianidae*	*Perdiz roja*	-	-	-
Coturnix coturnix	*Phasianidae*	*Codorniz común*	-	-	-
Fulica atra	*Phasianidae*	*Focha común*	-	-	-
Dendrocopos major	*Picidae*	*Pico picapinos*	*I*	-	-
Dendrocopos minor	*Picidae*	*Pico menor*	*I*	*IE*	-
Jynx torquilla	*Picidae*	*Torcecuello*	*I*	*IE*	-
Picus viridis	*Picidae*	*Pito real*	*I*	-	-
Podiceps cristatus	*Podicipedidae*	*Somormujo lavanco*	*I*	-	-
Tachybaptus ruficollis	*Podicipedidae*	*Zampullín común*	*I*	-	-
Pterocles orientalis	*Pteroclidae*	*Ganga ortega*	*VU*	*SAH*	*IV*
Gallinula chloropus	*Rallidae*	*Gallineta común*	-	-	-
Himantopus himantopus	*Recurvirostridae*	*Cigüeñuela común*	*I*	*IE*	*IV*
Remiz pendulinus	*Remizidae*	*Pájaro moscón*	*I*	-	-
Athene noctua	*Strigidae*	*Mochuelo europeo*	*I*	-	-
Asio otus	*Strigidae*	*Búho chico*	*I*	-	-
Bubo bubo	*Strigidae*	*Búho real*	*I*	*VU*	*IV*
Otus scops	*Strigidae*	*Autillo europeo*	*I*	-	-
Strix aluco	*Strigidae*	*Cárabo común*	*I*	-	-

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Sturnus unicolor	*Sturnidae*	*Estornino negro*	-	-	-
Acrocephalus arundinaceus	*Sylviidae*	*Carricero tordal*	*I*	-	-
Acrocephalus scirpaceus	*Sylviidae*	*Carricero común*	*I*	-	-
Acrocephalus schoenobaenus	*Sylviidae*	*Carricerín común*	*I*	-	-
Cettia cetti	*Sylviidae*	*Ruiseñor bastardo*	*I*	-	-
Cisticola juncidis	*Sylviidae*	*Buitrón*	*I*	-	-
Hippolais polyglotta	*Sylviidae*	*Zarcero común*	*I*	-	-
Phylloscopus bonelli	*Sylviidae*	*Mosquitero papialbo*	*I*	-	-
Phylloscopus collybita/ibericus	*Sylviidae*	*Mosquitero común*	*I*	-	-
Phylloscopus ibericus	*Sylviidae*	*Mosquitero ibérico*	*I*	-	-
Phylloscopus trochilus	*Sylviidae*	*Mosquitero musical*	*I*	-	-
Regulus ignicapilla	*Sylviidae*	*Reyezuelo listado*	-	-	-
Sylvia atricapilla	*Sylviidae*	*Curruca capirotada*	*I*	-	-
Sylvia borin	*Sylviidae*	*Curruca mosquitera*	*I*	-	-
Sylvia cantillans	*Sylviidae*	*Curruca carrasqueña*	*I*	-	-
Sylvia communis	*Sylviidae*	*Curruca zarcera*	*I*	-	-
Sylvia hortensis	*Sylviidae*	*Curruca mirlona*	*I*	-	-
Sylvia melanocephala	*Sylviidae*	*Curruca cabecinegra*	*I*	-	-
Sylvia undata	*Sylviidae*	*Curruca rabilarga*	*I*	-	*IV*
Troglodytes troglodytes	*Troglodytidae*	*Chochín*	*I*	-	*IV*
Erithacus rubecula	*Turdidae*	*Petirrojo europeo*	*I*	-	-
Luscinia megarhynchos	*Turdidae*	*Ruiseñor común*	*I*	-	-
Oenanthe hispanica	*Turdidae*	*Collalba rubia*	*I*	-	-
Oenanthe leucura	*Turdidae*	*Collalba negra*	*I*	*IE*	*IV*
Oenanthe oenanthe	*Turdidae*	*Collalba gris*	*I*	-	-
Phoenicurus ochruros	*Turdidae*	*Colirrojo tizón*	*I*	-	-

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Phoenicurus phoenicurus	*Turdidae*	*Colirrojo real*	*VU*	*IE*	-
Saxicola torquatus	*Turdidae*	*Tarabilla común*	*I*	-	-
Turdus merula	*Turdidae*	*Mirlo común*	-	-	-
Turdus philomelos	*Turdidae*	*Zorzal común*	-	-	-
Turdus viscivorus	*Turdidae*	*Zorzal charlo*	-	-	-
Tyto alba	*Tytonidae*	*Lechuza común*	*I*	*IE*	-
Upupa epops	*Upupidae*	*Abubilla*	*I*	-	-

Tabla 26 Especies de aves catalogadas u observadas en la zona. Fuente: Bases de datos del Inventario Nacional de Biodiversidad del MAPAMA y elaboración propia.

Entre las especies que se han citado en la bibliografía, en las cuadrículas UTM de 10x10 km en las que se engloba la zona de estudio, o bien que se han identificado durante la realización del trabajo de campo del presente estudio, se recogen 121 especies de aves de las cuales 87 están incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. Entre ellas, cinco tienen categoría de amenaza en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, como Vulnerables (el buitre negro, el aguilucho cenizo, el sisón común, la ganga ortega y el colirrojo real).

Otras especies destacables de las que se citan son: el gavilán común, el aguilucho pálido, el buitre leonado, el milano negro, la terrera común, la calandria común, el Martín pescador común, la garceta común, el alcaraván común, el agateador común, el halcón peregrino, la bisbita campestre, la cigüeñuela común, la curruca rabilarga, el chochín y la collalba negra, que además de estar incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial lo están en el Anexo IV de la *Ley 42/2007*.

Por otro lado, 28 de estas especies tienen categoría en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Comunidad de Madrid, cuatro de ellas bajo la categoría Vulnerable (el aguilucho cenizo, la cigüeña blanca, la carraca europea y el búho real), una en categoría de En Peligro de Extinción (el buitre negro), seis sensibles a la alteración de su hábitat (el aguilucho lagunero occidental, la garza imperial, la ganga ortega, el avetorillo común, la avutarda y el sisón común) y el resto bajo la categoría de Interés Especial.

e) *Mamíferos*

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Vulpes vulpes	*Canidae*	*Zorro*	-	-	-
Capreolus capreolus	*Capreolidae*	*Corzo*	-	-	-
Erinaceus europaeus	*Erinaceidae*	*Erizo europeo*	-	-	-
Felis silvestris	*Felidae*	*Gato montés*	*I*	*IE*	*V*
Eliomys quercinus	*Gliridae*	*Lirón careto*	-	-	*V*
Lepus granatensis	*Leporidae*	*Liebre ibérica*	-	-	-

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	LESRPE y CEEA	CATEGORIA CAM D18/92	ANEXOS 42/2007
Oryctolagus cuniculus	*Leporidae*	*Conejo*	-	-	-
Arvicola sapidus	*Muridae*	*Rata de agua*	-	-	-
Mus musculus	*Muridae*	*Ratón casero*	-	-	-
Rattus rattus	*Muridae*	*Rata negra*	-	-	-
Rattus norvegicus	*Muridae*	*Rata parda*	-	-	-
Meles meles	*Mustelidae*	*Tejón*	-	-	-
Mustela putorius	*Mustelidae*	*Turón*	-	-	*VI*
Mustela nivalis	*Mustelidae*	*Comadreja*	-	-	-
Neovison vison	*Mustelidae*	*Visón americano*	-	-	-
Sciurus vulgaris	*Sciuridae*	*Ardilla roja*	-	-	-
Suncus etruscus	*Soricidae*	*Musgaño enano*	-	-	-
Sus scrofa	*Suidae*	*Jabalí*	-	-	-

Tabla 27: Especies de mamíferos catalogadas u observadas en la zona. Fuente: Bases de datos del Inventario Nacional de Biodiversidad del MAPAMA y elaboración propia.

En cuanto a las 18 especies de mamíferos que habitan en la zona de estudio, solamente el gato montés se incluye en el Catálogo Español de Especies Amenazadas y en el Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres de la Comunidad de Madrid bajo la categoría de Interés Especial.

Atendiendo a los Anexos de la *Ley 42/2007*, se incluyen en el anexo V el gato montés y el lirón careto, y en el Anexo VI el turón.

En total son 170 especies de fauna, 4 invertebrados, 9 peces, 4 anfibios, 14 reptiles, 121 aves y 18 mamíferos. De la cuales hay 100 especies incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y 5 con categoría de amenaza en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, como vulnerables.

C] 9.2. Descripción de biotopos

a) Herbazales

Los herbazales, constituyen el biotopo predominante en el ámbito de estudio. Si bien en algunas zonas incluso presentan arbolado disperso, en otras áreas se asocian con matorrales o muestran cierta degradación, especialmente en el entorno de las infraestructuras de transporte. Es preciso reseñar que buena parte de estos herbazales están delimitados por vallados perimetrales de las carreteras y autovías, y especialmente el de los terrenos del aeropuerto. Esto va a tener un efecto clave en evitar la presencia o el desplazamiento de especies de mamíferos terrestres por este biotopo.

Están presentes en este biotopo especies de mamíferos como el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), rata común (*Rattus norvegicus*), ratón común (*Mus musculus*) y liebre ibérica (*Lepus granatensis*).

Serán áreas propicias para la presencia de especies de reptiles, como la lagartija cenicienta (*Psammodromus hispanicus*), la lagartija ibérica (*Podarcis hispanica*), la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*), y el lagarto ocelado (*Timon lepidus*), entre otras.

Asimismo, en lo que respecta a las aves, estarán presentes fundamentalmente especies tolerantes a la presencia humana y asociadas a herbazales, como la cogujada común (*Galerida cristata*), la tarabilla común (*Saxicola torquatus*), el triguero (*Emberiza calandra*), la corneja (*Corvus corone*), o la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*), entre otras. La presencia del aeropuerto, su tráfico aéreo y sus medidas de gestión, van a limitar la presencia y abundancia de especies de avifauna en la zona sur del estudio. Estas áreas también podrían ser utilizadas como área de campeo por el cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), y como área de alimentación por la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*).

Dada la presencia humana en la zona del proyecto y su entorno, y la escasa amplitud de las áreas de cultivo, es muy poco probable la presencia de especies esteparias en la zona, de cierta singularidad (avutarda, sisón, ganga). Si bien los aguiluchos podrían estar presentes de forma muy ocasional, para el campeo, especialmente al norte de la autopista, no es probable su establecimiento en el entorno del proyecto.

Imagen 66: Herbazales situados al sur de la R-2/M-50, en la parte norte de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia.

b) Zonas de ribera

Se trata de un biotopo que discurre de norte a sur, y que se ve atravesado por la traza de la arteria norte. Se estructura en torno al cauce del río Jarama, que presenta un caudal significativo, y una vegetación de ribera en un estado bastante bueno en esta zona.

Además, también formarían parte de estos biotopos algunos cauces menores en el ámbito analizado, como el Arroyo de la Vega o el Arroyo de las Zorreras, en la parte occidental del área de estudio.

Entre los invertebrados, cabría destacar la presencia de *Euphydryas aurinia*, en este biotopo.

Con respecto a la fauna piscícola que alberga el río Jarama, se ha citado la presencia de especies autóctonas como el barbo común (*Barbus bocagei*), la bermejuela (*Chondrostoma arcasii*) y la boga de río (*Chondostroma polylepis*), y otras introducidas como el pez gato (*Ameiurus melas*) y la perca sol (*Lepomis gibbosus*), entre otros.

El grupo de los anfibios quedaría igualmente limitado a la posible presencia de la rana común (*Pelophylax perezi*), el sapo partero común (*Alytes cisternasii*), y el sapo corredor (*Bufo calamita*) fundamentalmente, así como la posible presencia del gallipato (*Pleurodeles waltl*).

Además, el río Jarama presenta una franja notable de arbolado, lo que va a suponer un refugio para bastantes especies de fauna, así como un corredor para las mismas. Los otros cauces presentan una vegetación herbácea, acompañada en algunos tramos de matorral, por lo que la diversidad de fauna

será menor, especialmente en lo que respecta a mamíferos, y habrá diferencias en lo que respecta a la avifauna.

Con respecto a la avifauna, comparten este territorio especies propias de herbazales y otros biotopos, con aquellas propiamente ligadas a medios acuáticos o ribereños. Entre las primeras, se pueden encontrar especies como el estornino (*Sturnus unicolor*), la golondrina común (*Hirundo rustica*), el jilguero (*Carduelis carduelis*), el pico picapinos (*Dendrocopos major*), el pinzón (*Fringilla coelebs*), el mirlo (*Turdus merula*), la paloma torcaz (*Columba palumbus*), o la tarabilla común (*Saxicola torquata*), entre otras.

Entre las aves más propias del ecosistema ribereño, se han citado especies como el martín pescador (*Alcedo attis*), el ánade real (*Anas platyrhynchos*), la lavandera blanca (*Motacilla alba*), el carricero común (*Acrocephalus scirpaceus*), o el ruiseñor bastardo (*Cettia cetti*), la focha común (*Fulica atra*), la garza imperial (*Ardea purpurea*), o la gallineta común (*Gallinula chloropus*) entre otras.

Asimismo, pueden estar presentes en este biotopo algunas especies de mamíferos asociadas a los ecosistemas ribereños, como pueden ser el visón americano (*Neovison vison*), la rata de agua (*Arvicola sapidus*), o el turón (*Mustela putorius*).

Imagen 67: Vegetación de ribera del río Jarama. Fuente: Elaboración propia.

Imagen 68: Vegetación de ribera degradada, en el entorno del arroyo de la Vega. Fuente: Elaboración propia.

c) Pinares de repoblación

Se trata de pinares de repoblación que se distribuyen fundamentalmente en tres áreas de la zona de estudio: una en la parte norte del trazado proyectado, entre la autopista R-2 y las pistas del aeropuerto, otra al norte de la R-2 junto al enlace entre la R-2 y la M-50 y otra, denominada Pinar de San Isidro, en la parte noroccidental de la zona de estudio, al norte de la Calle del Alto, junto a la ermita de San Isidro.

Como se localizan en un entorno de áreas degradadas y con fuerte presencia humana, estos pinares aportan variabilidad ambiental al territorio, lo que favorece la presencia de algunas especies de aves no tan frecuentes en otros biotopos, como el carbonero (*Parus major*), el herrerillo (*Cyanistes caeruleus*), el pinzón (*Fringilla coelebs*), el verdecillo (*Serinus serinus*), o la paloma torcaz (*Columba palumbus*) entre otros.

Del mismo modo que en el biotopo anterior, en lo que respecta a los mamíferos, aunque estos biotopos podrían favorecer la presencia de algunos quirópteros, no se encuentran citados.

Estarán presentes especies existentes en los biotopos del entorno y aquellas asociadas a áreas con escasa cobertura vegetal, más propias de zonas de herbazal y matorral. Entre los reptiles, se pueden encontrar la lagartija colilarga (*Psammodromus algirus*), la lagartija ibérica (*Podarcis hispánica*), el lagarto ocelado (*Timon lepidus*) o el sapo corredor (*Epidalea calamita*).

Respecto a los mamíferos, podría darse la presencia de erizo (*Erinaceus europaeus*), ardilla (*Sciurus vulgaris*), así como de zorro (*Vulpes vulpes*) y jabalí (*Sus scrofa*), en aquellos de mayor tamaño.

Imagen 69: Pinar de repoblación junto a la ermita de San Isidro. Fuente: Elaboración propia.

d) Áreas urbanizadas

En el ámbito analizado aparecen distintas zonas urbanizadas, como las infraestructuras lineales, especialmente la autopista R-2 y las autovías M-50 y M-12 así como las pistas e instalaciones del aeropuerto, y las áreas de ocio de la finca "El Estudiante".

Se trata de un biotopo con baja diversidad faunística, donde principalmente se van a localizar las especies más adaptadas a la presencia humana, como la rata común (*Rattus norvegicus*), el ratón común (*Mus musculus*), el gorrión común (*Passer domesticus*), la paloma doméstica (*Columba domestica*), o la urraca (*Pica pica*), entre otros.

Imagen 70: Rotonda en la Calle del Alto, en el extremo sur del trazado proyectado. Fuente: Elaboración propia.

C] 9.3. Especies amenazadas y protegidas

Tal y como se recoge en el catálogo faunístico anterior, las principales especies amenazadas y protegidas, que podrían estar presentes en la zona de estudio, serían las siguientes:

Invertebrados:

- Doncella de ondas (*Euphydryas aurinia*)

Anfibios:

- Sapo partero ibérico *(Alytes cisternasii)*
- Sapo corredor (*Epidalea calamita*)

Reptiles:

- Galápago leproso (*Mauremys leprosa*)

Aves:

- Buitre negro *(Aegypius monachus)*
- Aguilucho lagunero occidental *(Circus aeruginosus)*
- Aguilucho cenizo *(Circus pygargus)*
- Garza imperial (*Ardea purpurea*)
- Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*)
- Avetorrillo común (*Ixobrychus minutus*)
- Carraca europea (*Coracias garrulus*)
- Ganga ortega (*Pterocles orientalis*)
- Avutarda común (*Otis tarda*)
- Sisón común (*Tetrax tetrax*)
- Colirrojo real (*Phoenicurus phoenicurus*)

- Búho real (*Bubo bubo*)

Mamíferos:

- Gato montés (*Felis silvestris*)
- Lirón careto (*Eliomys quercinus)*

Tras el análisis de las distintas especies amenazadas incluidas en el catálogo y el estudio de los distintos biotopos existentes en el ámbito analizado, se concluye que, debido al cruce del río Jarama por la arteria norte, es probable la presencia de algunas de las especies citadas en el área de actuación.

En relación con los anfibios amenazados, precisan de zonas próximas a cauces con una mínima calidad de las aguas y de las riberas, por lo que todos los citados pueden localizarse en las proximidades del río Jarama.

En relación con los invertebrados amenazados, es posible encontrar *Euphydryas aurinia* en las proximidades de la zona de estudio, en el entorno del Jarama fundamentalmente.

Respecto a las aves, existirá presencia de cigüeña blanca, y puede localizarse la garza imperial. El resto de especies citadas estarán más asociadas a otros tipos de biotopos del territorio, por lo que, en caso de hallarse en el ámbito analizado, será de forma ocasional y puntual.

No obstante, teniendo en cuenta la presencia humana en la zona del proyecto y su entorno, y la escasa amplitud de las áreas de cultivo, es muy poco probable la presencia de especies esteparias en la zona, de cierta singularidad (avutarda, sisón, ganga). Si bien los aguiluchos podrían estar presentes de forma muy ocasional, para el campeo, especialmente al norte de la autopista, no es probable su establecimiento en el entorno del proyecto.

Respecto a los mamíferos, es poco probable la presencia de gato montés, debido a la fuerte antropización de la zona de estudio. Por otra parte, si bien podría darse la presencia de lirón careto, que, en cualquier caso, será de forma aislada y eventual.

C] 9.4. Zonas de interés faunístico

Algunas de las zonas del ámbito analizado presentan un notable interés faunístico, destacando su importancia como áreas de cría, refugios y corredores para la fauna.

Como corredor faunístico cabe destacar el río Jarama y sus márgenes con arbolado, que van a permitir el desplazamiento de numerosas especies de fauna, tanto terrestres como piscícolas, en un territorio, marcado por una fuerte presión antrópica. Este corredor va a facilitar el paso de numerosas especies, evitando las distintas infraestructuras lineales de transporte que fragmentan el territorio en esta zona.

Como área de refugio para la fauna, cabe reseñar igualmente el río Jarama y su vegetación de ribera. Los ejemplares arbóreos suponen uno de los pocos refugios para algunas de las especies de avifauna, en una zona de carácter eminentemente antropizado. Asimismo, el difícil acceso para la población de ciertas áreas junto al cauce, puede favorecer el refugio de diversas especies de mamíferos y de anfibios en dichas áreas.

Imagen 71: Área de interés faunístico en el entorno de la zona de estudio. En amarillo, las riberas del río Jarama, en azul el nuevo colector. Fuente: Elaboración propia.

C] 10. Paisaje

Existen dos grandes enfoques a la hora de entender el paisaje: el ecológico y el visual. La necesaria consideración conjunta de los componentes y procesos que tienen lugar en el paisaje conduce a una visión ecológica o sistemática. Por tanto, el enfoque ecológico entiende el paisaje como una superficie de terreno heterogénea compuesta por un conjunto de ecosistemas de interacción. Sin embargo, el enfoque visual estudia el paisaje percibido por los observadores, teniendo menor importancia las relaciones ecológicas. El paisaje, en este caso, pasa a ser una realidad física experimentada individualmente por el hombre según sus rasgos culturales y de personalidad, y condicionada por su capacidad física de percepción.

Dado que las observaciones de tipo ecológico se han recogido en los diferentes capítulos en los que se estructura el presente inventario ambiental, parece más conveniente abordar el presente análisis paisajístico mediante la descripción de los principales rasgos visuales que definen el paisaje.

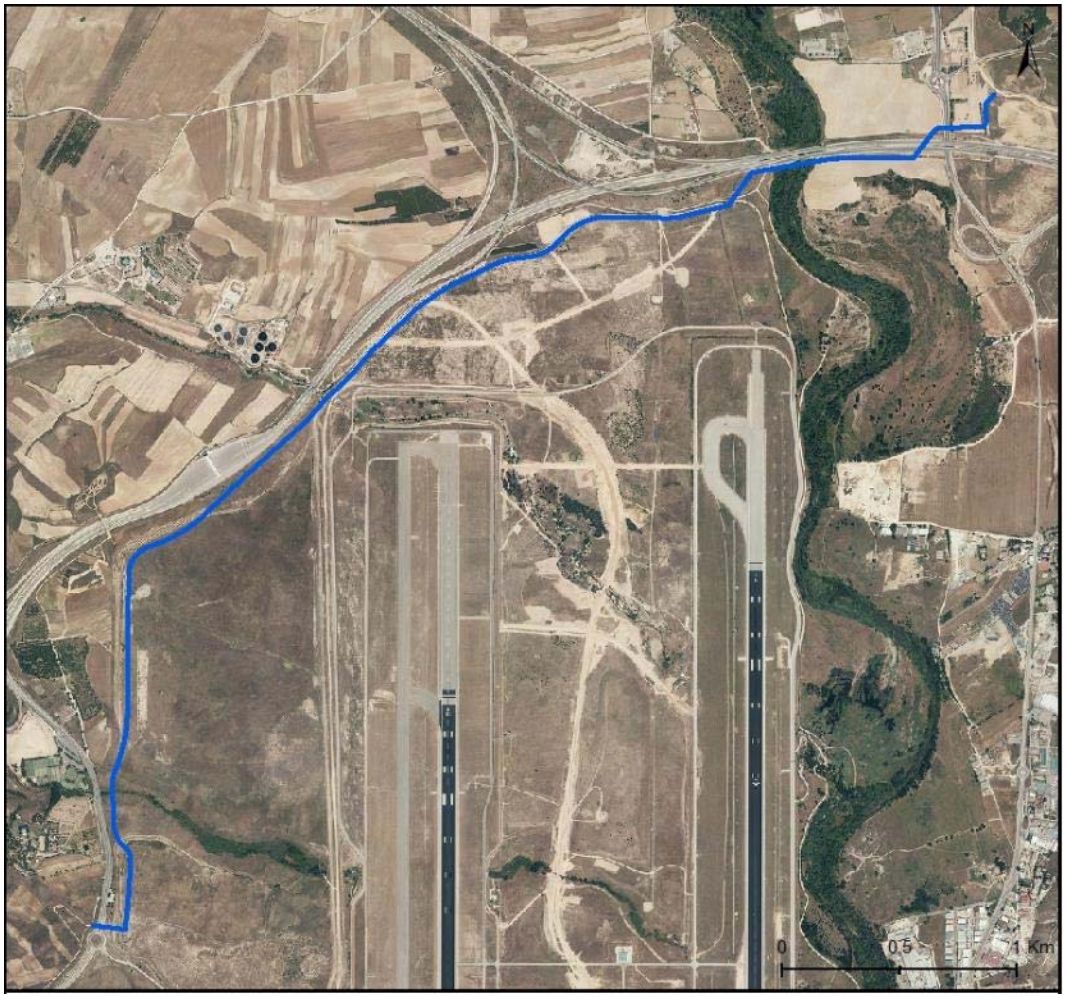


Imagen 72: Paisaje de la zona de estudio, desde fotografía aérea. Fuente: Elaboración propia, con fotografía del PNOA.

C] 10.1. Descripción general y componentes del paisaje

En general, el área de estudio queda englobada en un paisaje fuertemente antropizado por la presencia de infraestructuras de transporte como son las diferentes autovías y carreteras autonómicas, como el propio aeropuerto. El mosaico se completa con la presencia de zonas de pastizal y matorral que alternan con áreas de cultivo. La zona de estudio también se encuentra atravesada por el río Jarama y por cauces de diversos arroyos, entre los que destacan los arroyos Quiñones, de La Vega, de Las Zorreras y Valdebebas.

Los componentes del paisaje son los aspectos del territorio diferenciables a simple vista y que lo configuran. Pueden agruparse en tres grandes grupos:

- Físicos: Son las formas del terreno, superficie del suelo, rocas, cursos o láminas de agua, nieve, etc.
- Bióticos: Vegetación, tanto espontánea como cultivada y en ocasiones como individuos aislados, y fauna, incluidos los animales domésticos, siempre que sean apreciables visualmente.
- Actuaciones humanas: Se incluyen los diversos tipos de estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales.

A estos tres grandes grupos se podría añadir el de las condiciones atmosféricas, que en algunos casos pueden condicionar notablemente la percepción del paisaje por los observadores.

Los distintos componentes del paisaje pueden articularse en el espacio de diferentes formas, dando lugar a configuraciones o estructuras espaciales muy diversas. En este sentido y adoptando el enfoque de FORMAN y GORDON (en AGUILO & al., 1993) cabría distinguir en el paisaje los siguientes tipos de elementos:

- Matriz: Es el elemento del paisaje que ocupa una mayor superficie y presenta una mayor conexión, jugando el papel dominante en el funcionamiento del paisaje. En la zona de estudio, la matriz estaría compuesta por una unidad de paisaje, correspondiente con los herbazales.
- Manchas: Son superficies no lineales que se distinguen por su aspecto de lo que las rodea, es decir, de la matriz. En la zona de estudio hay "manchas" formadas por un encinar próximo a la ETAP de Colmenar Viejo entre las dos alternativas, la mencionada ETAP y los dos núcleos urbanos de Colmenar Viejo y Tres Cantos.
- Corredores: Superficies de terreno estrechas y alargadas que se diferencian por su aspecto de lo que las rodea. Destacan en este sentido los cauces de los numerosos arroyos, las infraestructuras lineales de transporte existentes correspondientes con el tren de alta velocidad Madrid-Valladolid, la línea de ferrocarril C-4 de Cercanías Madrid, la autovía M-607 y las diferentes calles pavimentadas del nuevo desarrollo urbanístico parcialmente sin edificar del municipio de Tres Cantos.

Se entiende por características visuales básicas el conjunto de rasgos que caracterizan visualmente un paisaje o sus componentes y que pueden ser utilizados para su análisis y diferenciación. Algunas de las características visuales básicas a considerar son:

- Color: Es la principal propiedad visual de una superficie. La combinación de colores en un paisaje determina en gran medida sus cualidades estéticas. La zona presenta diversos colores, como el verde de herbazales, y el gris y el blanco característico de las zonas urbanas e industriales, sin apenas cromática estacional.
- Forma: Es el volumen o figura de un objeto o de varios objetos que aparecen unificados visualmente. Las formas se caracterizan por su geometría, complejidad y orientación respecto a los planos principales del paisaje. En la zona las formas son generalmente irregulares.
- Línea: Es el camino real o imaginario que percibe el observador cuando existen diferencias bruscas entre los elementos visuales (color, forma, textura) o cuando los objetos se presentan con una secuencia unidireccional. En la zona de estudio las líneas marcadas se corresponden fundamentalmente con las autopistas, carreteras y líneas ferroviarias que recorren todo el territorio, así como los distintos arroyos presentes.
- Textura: Es la manifestación visual de la relación entre luz y sombra motivada por las variaciones existentes en la superficie de un objeto. Esta propiedad de los objetos puede extenderse al paisaje en el que la textura se manifiesta no sólo sobre los objetos individualizados sino también sobre las superficies compuestas por la agregación de pequeñas formas o mezclas de color que constituyen un modelo continuo de superficie. En la zona la textura es en su mayor parte de grano fino.

C] 10.2. Tipos de paisaje

Los tipos de paisaje constituyen la agrupación de distintas unidades de paisaje similares en su estructura y organización, y sirven como primera aproximación para comprender el paisaje de una región. El proyecto se encuentra situado sobre las unidades del paisaje "J23-Belvis del Jarama", "J22-Valdelatas-El Goloso" y "Urb-Urbano", las cuales presentan las siguientes características:

Unidad del paisaje	Valdelatas-El Goloso	Belvis del Jarama	Urbano
Subunidad del paisaje	La Granjilla		
Calidad visual	Media-Baja	Baja	-
Fragilidad visual	Media	Baja	-

Tabla 28: Características de las unidades del paisaje. Fuente: Atlas de los Paisajes de la Comunidad de Madrid.

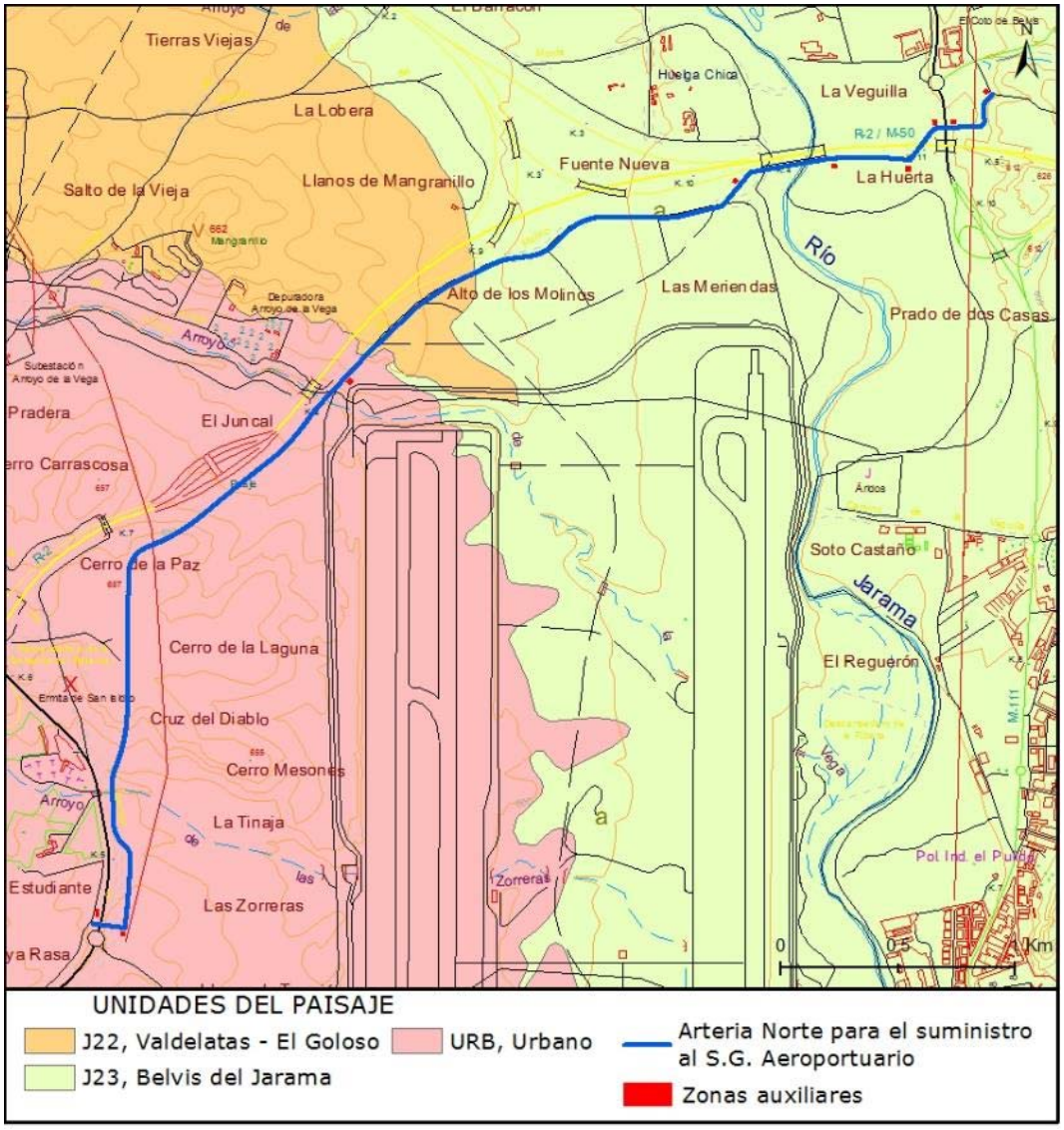


Imagen 73: Mapa de paisaje de la zona de estudio. Fuente: Atlas de los Paisajes de la Comunidad de Madrid.

C] 10.3. Unidades de paisaje

Las unidades de paisaje están relacionadas con las unidades ambientales o ecológicas de forma directa o integrada. En cualquier caso, la unidad se delimita por consideraciones derivadas de su apariencia o aspecto externo que permiten distinguir unidades de paisaje distintas. La clave está en la estructura espacial aparente del territorio que es la manifestación de los procesos ecológicos que subyacen.

Dentro de la zona de estudio se han definido las siguientes unidades de paisaje:

a) Zonas urbanizadas

Esta unidad paisajística incluye todas las zonas urbanizadas del territorio y está representada principalmente por: núcleos urbanos y edificaciones aisladas, polígonos industriales, infraestructuras de comunicación (autopistas, vías ferroviarias y carreteras), aeropuertos y líneas eléctricas.

Esta unidad paisajística se puede considerar la más representativa de la zona de estudio, debido a que el proyecto se desarrolla próximo a distintas infraestructuras de comunicación y a los límites del aeropuerto, incluso buena parte del trazado transcurre dentro de dichos límites. Por tanto, son zonas

antropizadas y muy alteradas debido a las obras realizadas para la construcción de las distintas infraestructuras.

Las infraestructuras de comunicación en el ámbito de actuación están definidas por las autopistas R-2 y M-50, las carreteras convencionales M-110 y M-111 y el aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas.

Imagen 74: Presencia de vías de comunicación en el ámbito de actuación. Fuente. Elaboración propia

Imagen 75: Líneas eléctricas en el ámbito de actuación. Fuente. Elaboración propia

b) *Matorrales y pastizales*

Esta unidad paisajística se localiza en zonas próximas a infraestructuras de comunicación viaria, y en su mayor parte en los terrenos interiores no pavimentados del aeropuerto y en sus zonas limítrofes.

En general, son espacios llanos y amplios, lo que aporta a la zona poca diversidad de color y textura.

Imagen 76: Pastizales en el ámbito de actuación. Fuente: Elaboración propia.

c) *Áreas fluviales*

Esta unidad queda definida por los cauces del río Jarama y de los arroyos de la Vega y de las Zorreras que cruza la arteria norte. También se incluye en esta unidad la vegetación arbórea o arbustiva asociada a estos cursos fluviales.

Se trata de una unidad que engloba poca superficie territorio. Aporta a la zona variaciones morfológicas, cromáticas y texturales, gracias distribución de la vegetación asociada a los arroyos.

Imagen 77: Áreas fluviales. Fuente: Elaboración propia

d) Zonas de cultivos

Esta unidad del paisaje se localiza principalmente al norte de la autopista R-2 y al este y oeste de la M-50. Está formada por cultivos herbáceos de secano, ubicados a ambos márgenes de la R-2/M-50, como cultivos herbáceos de regadío, lo cuales se localizan en las cercanías del río Jarama.

En general son espacios llanos y amplios en los que predomina el cultivo de cereales, lo que aporta a la zona poca diversidad de color y textura.

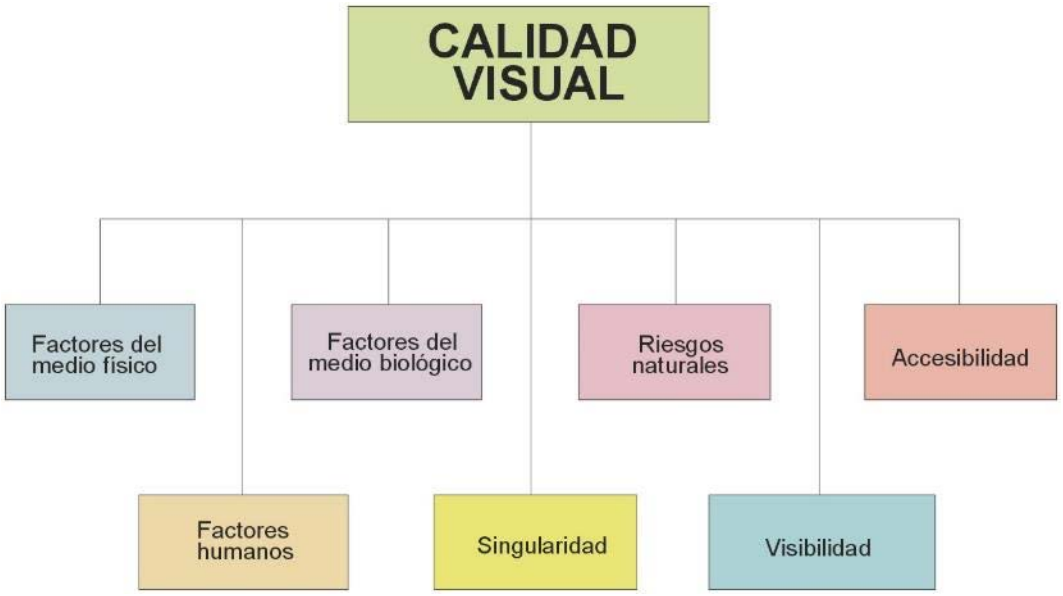
Imagen 78: Zonas agrarias en ámbito de actuación. Fuente: Elaboración propia.

C] 10.4. Calidad y fragilidad visual

Los factores del medio son percibidos por la sociedad de forma sintética en el paisaje. Los observadores perciben los paisajes, resultándoles más gratos aquellos que presentan una mayor belleza.

Como indica la literatura especializada, se reemplaza la palabra “belleza” por otras como “calidad visual” o “valor estético”, si bien el significado final es el mismo. Esta apreciación social del paisaje, hace de él un elemento más, de gran importancia, a la hora de realizar un estudio del medio.

La determinación de la calidad paisajística se enfrenta al problema de su gran subjetividad. Por ello se desarrollan distintos métodos de valoración, que tratan de reducirla. Pese al gran número de métodos de valoración, existen unas pautas lógicas para determinar la calidad, en la que suelen coincidir estos métodos:



a) Calidad visual

Para la evaluación de la calidad del paisaje se utiliza como criterio principal el grado de naturalidad de las comunidades vegetales presentes en la unidad de paisaje y la intensidad de antropización. No obstante, la calidad del paisaje puede valorarse también a través de la calidad escénica, teniendo en cuenta los componentes recogidos en la tabla siguiente (Bureau of Land Management, 1980).

Morfología	Relieves muy montañosos, o de gran diversidad superficial, o sistemas de dunas, o con algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas de interés, o relieve variado, presencia de formas interesantes pero no dominantes.	Colinas suaves, fondos de valles planos, no hay detalles singulares.
	5 puntos	**3 puntos**	**1 punto**
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas y texturas interesantes.	Alguna variedad en los tipos de vegetación, pero una a dos.	Poca o ninguna variedad y contraste.
	5 puntos	**3 puntos**	**1 punto**
Agua	Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, cascadas o láminas de agua.	Agua en movimiento, pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
	5 puntos	**3 puntos**	**0 puntos**
Color	Combinaciones de color intensas y variadas.	Alguna variedad de colores, pero no de carácter dominante.	Muy poca variedad de colores, contrastes apagados.
	5 puntos	**3 puntos**	**1 punto**
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no influye en la calidad del conjunto.
	5 puntos	**3 puntos**	**0 puntos**

Rareza	Único o poco frecuente en la región.	Característico, aunque similar a otros en la región.	Bastante común en la región.
	6 puntos	**2 puntos**	**1 puntos**
Actuaciones humanas	Libre de actuaciones estéticamente indeseadas.	La calidad escénica está afectada, aunque no en su totalidad.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica.
	2 puntos	**1 puntos**	**0 puntos**

Tabla 29: Clasificación de la calidad visual según método de Bureau of Land Management, 1980

Estos aspectos serán valorados en las zonas que previamente se han dividido como unidades homogéneas, según su fisiografía y vegetación y que se han denominado unidades de paisaje. Siguiendo este baremo, una determinada unidad de paisaje puede tener entre 4 y 33 puntos. Considerando estos resultados, se pueden establecer cinco clases de calidad escénica:

0-9 puntos	Calidad muy baja
10-15 puntos	Calidad baja
16-21 puntos	Calidad media
22-27 puntos	Calidad alta
28-33 puntos	Calidad muy alta

Los resultados obtenidos para cada una de las unidades de paisaje descritas anteriormente son los expuestos en la siguiente tabla:

Unidad	M	V	A	C	FE	R	AH	Calidad
Zonas urbanizadas	1	1	0	1	0	1	0	4
Matorrales y pastizales	1	3	0	3	0	1	1	9
Áreas fluviales	1	3	3	3	0	2	1	13
Zonas de cultivos	1	3	0	3	0	1	1	9

Tabla 30: Calidad visual de las unidades de paisaje. Fuente: Elaboración propia.

M–Morfología V–Vegetación A–Agua C–Color FE-Fondo escénico R–Rareza AH-Actuaciones humanas

La calidad resultante para cada unidad, según los resultados obtenidos, es la siguiente:

Zonas urbanizadas: Calidad muy baja

Matorrales y pastizales: Calidad muy baja

Áreas fluviales: Calidad media

Zonas de cultivos: Calidad muy baja

b) Fragilidad visual

La fragilidad visual es la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. Expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

La determinación de la fragilidad se basa en la capacidad de los elementos del paisaje de absorber las acciones desarrolladas en él, o, lo que es igual, de la capacidad de absorción visual (CAV). La fragilidad será, pues, el inverso de la CAV.

La estimación de la CAV resulta más objetiva que la de la propia fragilidad, por lo que suele ser más empleada. YEOMANS (en AGUILO & al., 1993) determina la CAV según la expresión:

C.A.V. = P x (D + E +V +R + C)

Donde:

- P = Pendiente (a mayor pendiente menor CAV). Este factor se considera como el más significativo, por lo que actúa como multiplicador.
- E = Erosionabilidad (a mayor E, menor CAV).
- R = Capacidad de regeneración de la vegetación (a mayor R, mayor CAV).
- D = Diversidad de la vegetación (a mayor D, mayor CAV).
- C = Contraste de color de suelo y roca (a mayor C, mayor CAV).
- V = contraste suelo-vegetación (a mayor V, mayor CAV).

Asimismo, los valores de la Capacidad de Absorción Visual son los que se muestran en la siguiente tabla:

Factor	Características	Valores de CAV	
		Nominal	Numérico
Pendiente	Inclinado (pendiente > 55%).	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente).	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% pendiente).	Alto	3
Diversidad de vegetación	Eriales, prados y matorrales.	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques).	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad	Restricción alta, derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
	Restricción moderada debido a cierto riesgo de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
	Poca restricción por riesgo bajo de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
Contraste suelo y vegetación	Bajo potencial de regeneración.	Bajo	1
	Contraste visual moderado entre el suelo y la vegetación.	Moderado	2
	Contraste visual alto entre el suelo y la vegetación adyacente.	Alto	3

Potencial de regeneración	Potencial de regeneración bajo.	Bajo	1
	Potencial de regeneración moderado.	Moderado	2
	Regeneración alta.	Alto	3
Contraste de color roca-suelo	Contraste bajo.	Bajo	1
	Contraste moderado.	Moderado	2
	Contraste alto.	Alto	3

Tabla 31: Valores de la capacidad de absorción visual (CAV)

Como se puede ver en la expresión anterior, el factor que mayor peso tiene es la pendiente. Para cada factor, y siguiendo los mismos baremos que el autor propone, se le asigna un valor de 1 (bajo), 2 (moderado) o 3 (alto) a cada factor, por lo que el valor mínimo sería 5 y el máximo 45.

Con el fin de dar un valor cualitativo, se han establecido cinco clases de C.A.V. Considerando, como ya se ha comentado anteriormente, que la fragilidad es inversa a la C.A.V., se puede establecer un baremo para su clasificación, siendo el valor de cada clase el opuesto al de la C.A.V. De este modo se puede establecer la siguiente clasificación:

5-12 puntos	C.A.V. muy baja	Fragilidad muy alta
13-20 puntos	C.A.V. baja	Fragilidad alta
21-28 puntos	C.A.V. media	Fragilidad media
29-36 puntos	C.A.V. alta	Fragilidad baja
37-45 puntos	C.A.V. muy alta	Fragilidad muy baja

Los resultados obtenidos para las distintas unidades de paisaje definidas anteriormente son los expresados en la siguiente tabla:

Unidad	P	D	E	V	R	C	C.A.V.	Frágil.
Zonas urbanizadas	3	1	3	1	1	3	27	Media
Matorrales y pastizales	3	1	2	1	2	3	27	Media
Áreas fluviales	3	2	3	2	2	3	36	Baja
Zonas de cultivos	3	1	3	1	2	3	30	Baja

Tabla 32: Fragilidad visual de las unidades de paisaje. Fuente: Elaboración propia.

P – pendiente D - diversidad de la vegetación E - estabilidad del suelo y erosionabilidad

V - contraste suelo-vegetación R - regeneración potencial de la vegetación C - contraste de color roca suelo

No debe confundirse el concepto de fragilidad visual, que es lo que en este capítulo se está valorando, con la fragilidad del medio, ya que son factores totalmente distintos. Así, unidades de paisaje de baja fragilidad visual pueden resultar de un elevado valor faunístico o botánico, y por tanto tendrá una alta fragilidad desde el punto de vista ambiental.

C] 11. Figuras de protección

Se consideran figuran de protección aquellas áreas que, debido a sus singulares características botánicas, faunísticas, ecológicas o paisajísticas, son consideradas de especial interés medioambiental, y por ello muchas de ellas han sido dotadas de una normativa de protección que evite la implantación en ellas de actuaciones que supongan su deterioro o su degradación.

El objetivo de este apartado, por tanto, es identificar todas las figuras de protección presentes en la zona de actuación.

C] 11.1. Red Natura 2000

En respuesta a la rápida y continuada regresión de los diferentes hábitats comunitarios, y de las especies animales y vegetales que en ellos viven, en la Unión Europea se ha instaurado una política de conservación de la naturaleza destinada a mejorar la gestión del patrimonio natural. Esta política se basa en la Directiva 2009/147/CE (que sustituye a la Directiva 79/409/CEE) o Directiva Aves y la Directiva 92/43/CEE o Directiva Hábitats, que contemplan la protección de los hábitats naturales y de las especies de fauna y flora en particular, mediante la creación de una red europea de lugares protegidos, que se denomina Red Natura 2000. Esta normativa europea, se traspone al ordenamiento jurídico español mediante la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Esencialmente, existen tres categorías de espacios naturales protegidos en el ámbito re la Red Natura 2000:

- Las Zonas de Especial Protección para las Aves (Z.E.P.A.), declaradas al amparo de la Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de noviembre de 2009 relativa a la conservación de las aves silvestres.
- Los Lugares de Importancia Comunitaria (L.I.C.), declarados al amparo de la Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres y de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Las Zonas de Especial Conservación (Z.E.C.) son áreas declaradas a partir de los LIC, en las que se aplican las medidas de conservación necesarias para el mantenimiento o el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los hábitats naturales y/o de las poblaciones de las especies para las cuales se haya designado el lugar. La declaración de una ZEC conlleva el establecimiento de las medidas de conservación necesarias a través de su correspondiente plan o instrumento de gestión y/o medidas reglamentarias, administrativas o contractuales.

El trazado de la arteria norte atraviesa el espacio de la Red Natura 2000 denominado ZEC *"Cuencas de los ríos Jarama y Henares"* (código ES3110001). El tramo situado dentro de este espacio protegido tiene una longitud de unos 300 m y se encuentra entre el P.K. 0+850 y 1+150 aproximadamente.

Cabe indicar que con la aprobación del *Decreto 172/2011, de 3 de noviembre, del Consejo de Gobierno,* se declaró Zona de Especial Conservación el LIC "Cuencas de los ríos Jarama y Henares", al tiempo que se aprobó su Plan de Conservación.

El ZEC se caracteriza por ser una zona de especial calidad e importancia para la protección de especies de tipo esteparo y acuático. Incluye poblaciones numerosas de *Otis tarda*, *Tetrax tetrax*, *Falco naumanni*, *Pterocles orientalis*, *Circus pygargus* y *cyaneus*. Resulta de interés para táxones y hábitats asociados a ríos, al incluir aves rupícolas como *Falco peregrinus*, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*, *Oenanthe leucura* y varios refugios de quirópteros y hábitats acuáticos como formaciones de bosques de galería de *Salix alba* y *Populus alba* y prados de *Molinion-Holoschoenion*. El uso dominante del suelo son los cultivos cerealistas, lo cual contribuye al mantenimiento de las poblaciones avifaunísticas de tipo esteparo.

Los ríos Torote y Jarama aportan poblaciones diversas de fauna piscícola y, en sus formaciones palustres asociadas, ornítica invernante en unas buenas condiciones de conservación. Por último, cabe resaltar las poblaciones de *Lutra lutra* en el tramo alto del río Jarama

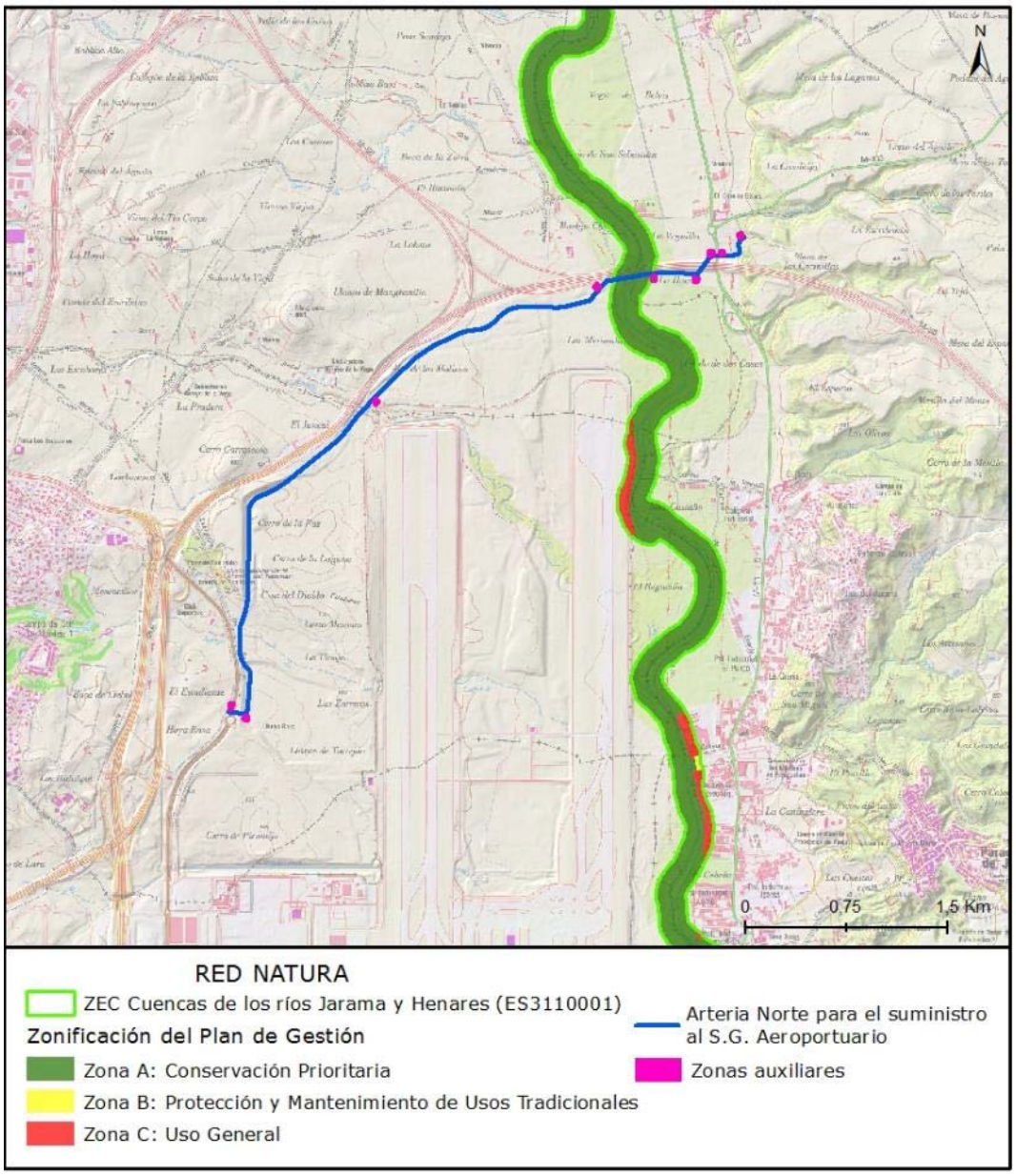


Imagen 79: Espacios protegidos Red Natura 2000 y zonificación según su Plan de Gestión en la zona de estudio. Fuente: Catálogo de Información Geográfica de la Comunidad de Madrid.

La zona A -de conservación prioritaria- que atraviesa el trazado de la arteria norte se caracteriza por la presencia de hábitats naturales incluidos en el Anexo I de la *Directiva Hábitat*, o por la presencia frecuente de especies faunísticas de interés europeo para la conservación, es decir, incluidas en el Anexo I de la *Directiva Aves* o en el Anexo II de la *Directiva Hábitat*.

El objetivo prioritario en esta zona A es la conservación de las poblaciones de fauna y de sus hábitats. Para ello, será preciso el mantenimiento y mejora de los usos tradicionales del suelo, y en particular de los cultivos cerealistas de secano, mediante la aplicación de medidas agroambientales dirigidas a la conservación y protección de la avifauna esteparia asociada. Se debe tener especial atención con los calendarios y métodos de realización de las labores agrícolas para no perjudicar a la fauna.

También es prioritaria en esta zona la conservación de los tipos de hábitats naturales de la Directiva Hábitats y de otras masas forestales, además de la mejora de los ecosistemas asociados a los cursos fluviales.

C] 11.2. Espacios protegidos regionales

En la actualidad, la Comunidad de Madrid gestiona 9 Espacios Naturales Protegidos en su territorio, bajo diversas categorías de protección, que ocupan el 15% del territorio de la Comunidad de Madrid.

La actuación no afecta a ninguno de estos espacios protegidos, siendo el más próximo el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, situado a unos 6 km. al noroeste de la zona de actuación.

C] 11.3. Otros espacios naturales inventariados

Otros espacios naturales inventariados en el ámbito de estudio son:

a) Humedales catalogados

Los embalses y humedales protegidos son lugares vinculados al medio acuático que gozan, por un lado, de reservas estratégicas de agua en lo que respecta al abastecimiento de los núcleos urbanos y, por otro, constituyen ecosistemas muy valiosos y de singular belleza paisajística con una riqueza natural que actúa como refugio de la biodiversidad, albergando valiosas representaciones de flora y fauna, particularmente de aves acuáticas.

El trazado del proyecto no afecta a ningún embalse o humedal recogido en el Catálogo de Embalses y Humedales de la Comunidad de Madrid, aprobado por *Acuerdo de Consejo de Gobierno de 10 de octubre de 1991* (revisado por Acuerdo de Consejo de Gobierno de 2 de septiembre de 2004).

No obstante, debe indicarse que, a unos 500 metros al norte del trazado de la arteria norte, a la altura del PK. 1+000, se localizan las lagunas de Belvis. Dichas lagunas se encuentran incluidas en el Catálogo de Embalses y Humedales de la Comunidad de Madrid y en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas, regulado por el *Real Decreto 435/2004, de 12 de marzo*.

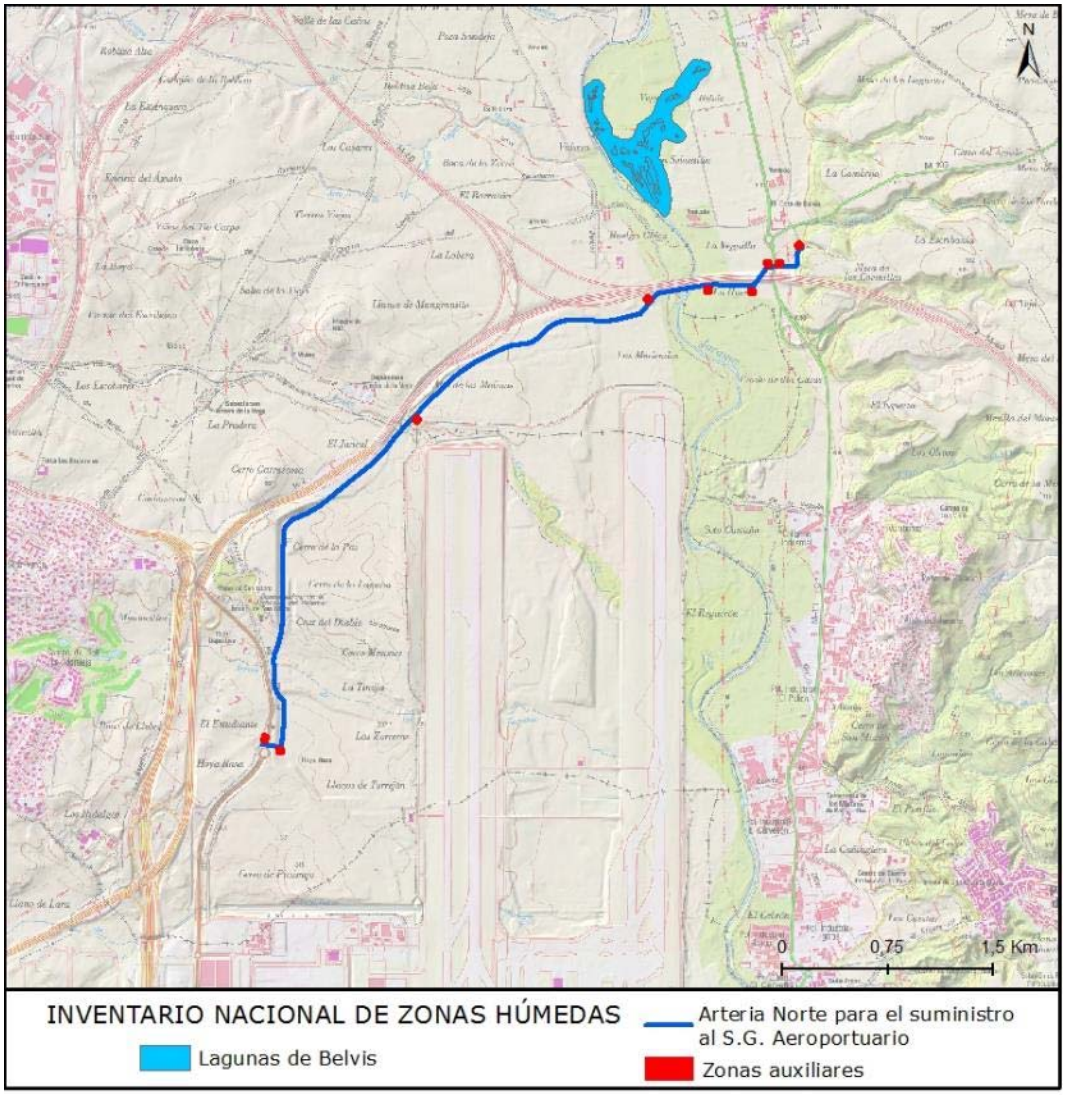


Imagen 80: Inventario Nacional de Zonas Húmedas. Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

b) *Árboles singulares*

El Decreto 18/1992, de 26 de marzo por el que se aprueba el Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres y se crea la categoría de árboles singulares, **no incluye dentro de los árboles singulares de la Comunidad de Madrid ninguno situado en el ámbito de estudio**.

c) *IBA (Áreas de Importancia para las Aves)*

Las Áreas de Importancia para las Aves son zonas que cuentan con la presencia de una parte significativa de la población de una o varias especies de aves consideradas prioritarias por BirdLife International. En España, el inventario de las IBA es revisado y actualizado por la Sociedad Española de Ornitología (SEO).

Cabe indicar que los 300 primeros metros del trazado de la arteria norte se encuentran incluidos dentro de la IBA “Talamanca-Camarma”.

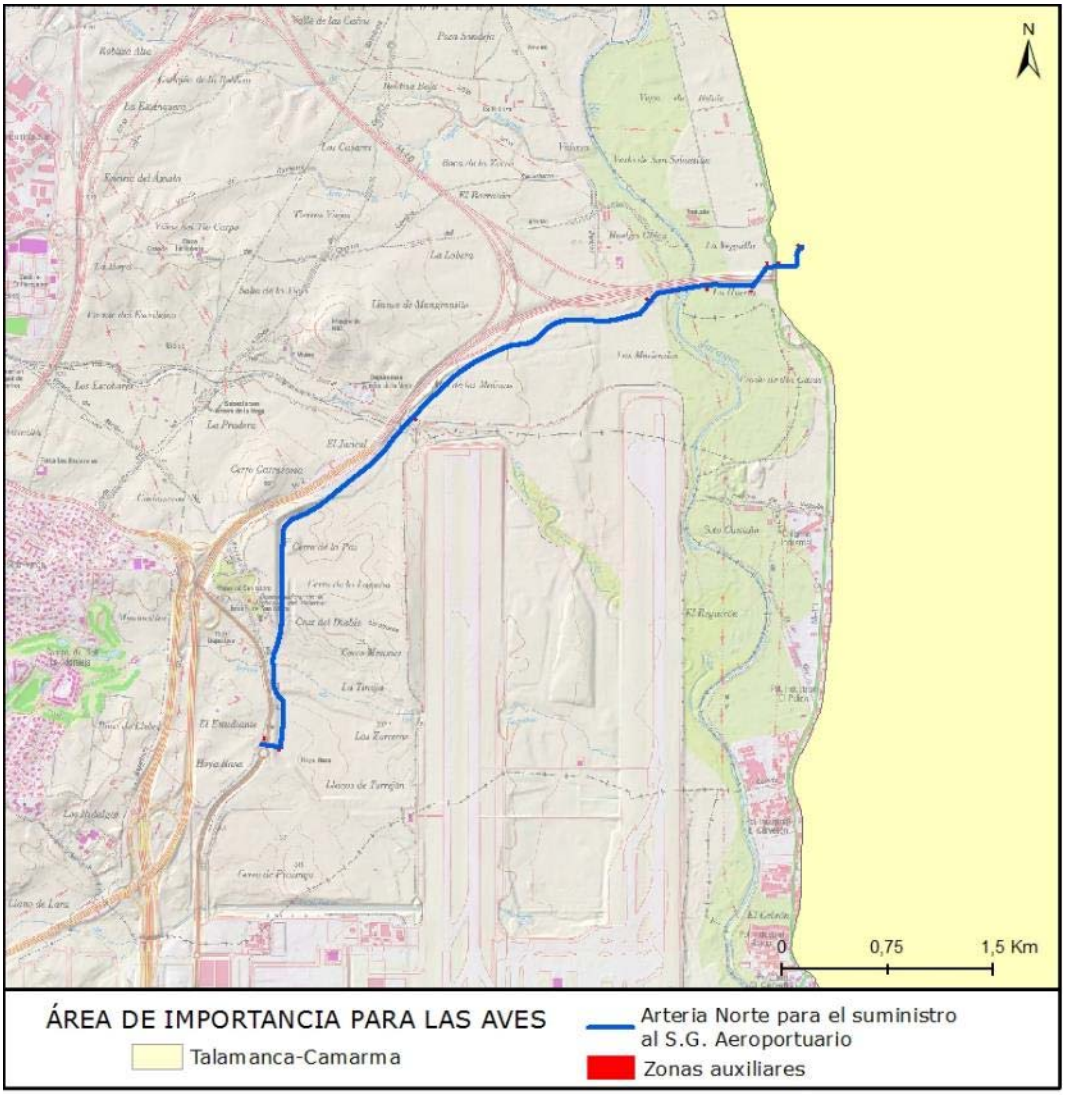


Imagen 81: Áreas de Importancia para las Aves. Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

d) Montes de Utilidad Pública

Los Montes de Utilidad Pública (MUP) son montes de titularidad pública declarados como tales debido a que satisfacen necesidades de interés general, desempeñando funciones de carácter protector, social o ambiental; tal como lo establece el artículo 11 de la *Ley 16/1995, Forestal y de protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid*.

Consultado el Mapa de Montes de Utilidad Pública de la Comunidad de Madrid, **en el ámbito analizado no se localiza ningún Monte de Utilidad Pública de la Comunidad de Madrid**, siendo el más próximo el monte nº 152, denominado *"El Calderillo"*, situado al sureste del trazado, a más de 7 km. de distancia.

e) Montes Preservados

La *Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid* declara como Montes Preservados las masas arbóreas, arbustivas y subarbustivas de encinar, alcornocal, enebral, sabinar, coscojal y quejigal y las masas arbóreas de castañar, robledal y fresnedal de la Comunidad de Madrid, definidas en el anejo cartográfico que lo acompaña.

El proyecto no afecta a ningún Monte Preservado, situándose los más próximos a más de 6 km. de distancia del trazado.

f) Figuras derivadas de convenios y programas internacionales: Reservas de la Biosfera y Humedales RAMSAR.

Las **Reservas de la Biosfera** son espacios naturales protegidos por convenios internacionales. Éstas han sido concebidas para canalizar la conservación biológica, la búsqueda de un desarrollo económico y social y el mantenimiento de valores culturales asociados. Se trata de zonas de ecosistemas terrestres, costeros o marinos internacionalmente reconocidos dentro del programa de UNESCO sobre el Hombre y la Biosfera (MaB). El concepto de Reserva de la Biosfera no constituye en sí una figura de protección legal con normativas y regulaciones concretas, aunque sí supone un claro compromiso por parte de los gobiernos que presentan su candidatura.

La Reserva de la Biosfera más próxima al trazado de la arteria norte es el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, declarado, con fecha 9 de noviembre de 1992, Reserva de la Biosfera por la UNESCO, está situado a unos 6 km. al noroeste de la zona de actuación.

El **Convenio de Ramsar**, o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, establece la creación a nivel internacional de una red de humedales conocida como Lista Ramsar. En la Comunidad de Madrid el único humedal incluido en el Convenio Ramsar son los Humedales del Macizo de Peñalara, a unos 45 km. al noroeste del trazado de la arteria norte.

C] 12. Medio socioeconómico

La actuación se desarrolla en los Términos Municipales de Alcobendas, Paracuellos del Jarama y San Sebastián de los Reyes. El término municipal de Alcobendas tiene una superficie de 44,98 km^2 el de Paracuellos del Jarama tiene una superficie de 43,92 km^2 y el de San Sebastián de los Reyes tiene una superficie de 59,26 km^2.

C] 12.1. Demografía

En la siguiente tabla se puede observar el crecimiento de la población en los últimos 5 años. El municipio con mayor población es el de Alcobendas, si bien resulta ser el municipio que menor crecimiento vegetativo de la población ha sufrido en el período analizado. Por el contrario, el municipio con menor población es el de Paracuellos del Jarama, siendo el que mayor crecimiento poblacional ha sufrido en los últimos años.

Con respecto a la distribución por sexo, no se aprecia desequilibrio ya que, según los datos obtenidos del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, el número de hombres en el municipio de Alcobendas es de 54.631 y el de mujeres 58.709. En el municipio de Paracuellos del Jarama el número de hombres es de 11.718 y el de mujeres 11.386 y en el municipio de San Sebastián de los Reyes el número de hombres es de 42.221 y el de mujeres 43.985.

Año	Alcobendas		Paracuellos del Jarama		San Sebastián de los Reyes	
	Población	Crec. relativo	Población	Crec. relativo	Población	Crec. relativo
2016	113.340	0,25	23.104	3,64	86.206	1,49
2015	113.055	0,77	22.293	2,65	84.944	1,94
2014	112.188	-0,01	21.718	2,79	83.329	1,51
2013	112.196	1,04	21.128	6,27	82.090	0,77
2012	111.040	1,22	19.882	7,57	81.466	2,06

Tabla 33: Evolución de la población en los municipios de Alcobendas, Paracuellos del Jarama y San Sebastián de los Reyes. Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid

C] 12.2. Sectores económicos

En los tres municipios, la actividad fundamental es el sector servicios (81,04% en Alcobendas, 64,51% en Paracuellos del Jarama y 80,20%), si bien en los municipios de Alcobendas y San Sebastián de los Reyes se observa un mayor peso de los servicios financieros y destinados a empresas frente a los servicios logísticos y de hostelería. Por el contrario, en el municipio de Paracuellos del Jarama, el reparto entre ambas tipologías de servicios es similar.

Tras el sector servicios, el que mayor aporte tiene en los PIB municipales es el sector de la industria y energía, con un mayor peso en el municipio de Paracuellos del Jarama, seguido de la construcción, salvo en el municipio de San Sebastián de los Reyes, donde ambos sectores tienen un peso similar.

El sector de la agricultura ocupa un papel residual en Alcobendas y muy poco representativo en Paracuellos y San Sebastián de los Reyes.

Producto Interior Bruto Municipal	Alcobendas	Paracuellos del Jarama	San Sebastián de los Reyes
Per cápita (euros)	68.188	19.269	34.025
Agricultura y ganadería	0,06	4,27	1,13
Minería, industria y energía	11,91	22,77	9,4
Construcción	6,94	8,45	9,29
Servicios de distribución y hostelería	23,23	25,43	28,45
Servicios a empresas y financieros	48,91	25,74	38,71
Otros servicios	8,94	13,34	13,04

Tabla 34: Aportación de los sectores económicos al PIB municipal. Fuente: Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid

C] 12.3. Infraestructuras

A continuación, se recogen las principales infraestructuras de transporte presentes a lo largo del trazado del proyecto:

a) Infraestructuras ferroviarias

No existen infraestructuras ferroviarias afectadas por el proyecto.

b) Infraestructuras viarias

En el primer tramo del trazado se cruzan mediante hinca tanto la M-111 como la R-2/M-50. Al final del trazado del proyecto se cruza la M-110. Gran parte del trazado transcurre próximo a la R-2, si bien esta vía no resulta afectada.

Imagen 82: M-111 a su paso por la zona de actuación. Fuente: Elaboración propia.

Imagen 83: R-2/M-50 a su paso por la zona de actuación en su tramo norte. Fuente: Elaboración propia.

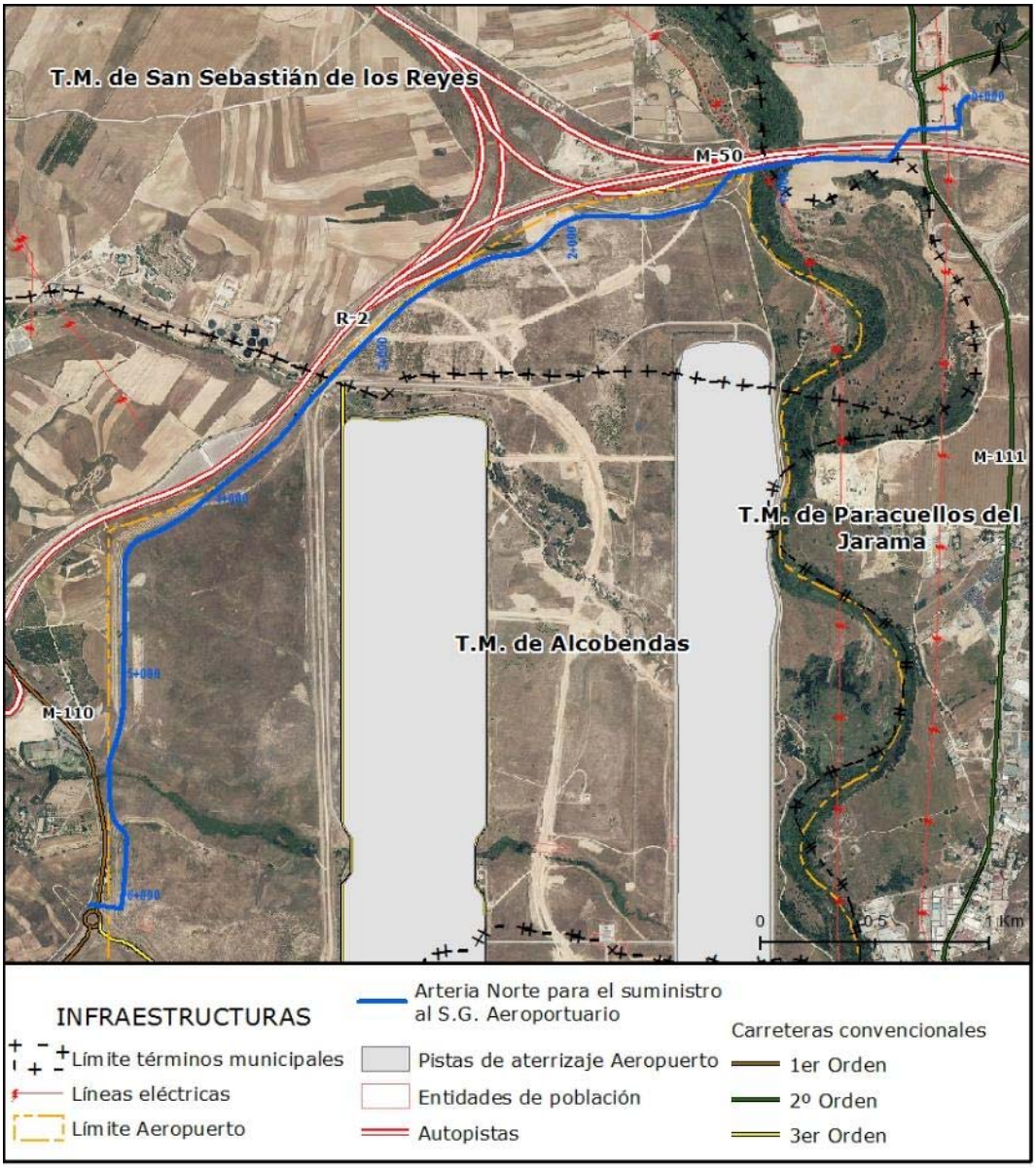


Imagen 84: Infraestructuras de transporte presentes en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia

c) *Infraestructuras aeroportuarias*

El proyecto transcurre en buena parte de su trazado dentro de las instalaciones del aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas.

d) *Infraestructuras eléctricas*

A lo largo del trazado de la conducción se cruzan distintas líneas eléctricas:

INST. ELÉCTRICA	P.K. CONDUCCIÓN	AFECCIÓN
Línea Aérea 20 kV	0+048,20	Apoyo a distancia ≥ 10m
Línea Aérea 220 kV Ardoz San Sebastián de los Reyes	0+213,61	Apoyo a distancia < 20m
Línea Subterránea 440 kV D/C Loeches – San Sebastián de los Reyes // Morata – San Sebastián de los Reyes (Galería Barajas)	1+692,50	Cruce a distinto nivel

Centro de Transformación. Línea Aérea 20 kV	1+663,50	Paralelismo a distancia ≥ 10 m. Apoyo a distancia ≥ 10m
Línea Aérea 132 kV	2+697,58	Apoyo a distancia < 20m
Línea Aérea 220 kV Aena – San Sebastián de los Reyes 2	4+348,74	Apoyo a distancia ≥ 20m
Línea Aérea 220 kV Aena – San Sebastián de los Reyes 2	4+521,02 – 6+069,54	Paralelismo a distancia ≥ 20m
Línea Aérea 220 kV Aena – San Sebastián de los Reyes 2	6+069,54	Apoyo a distancia ≥ 20m
Línea Aérea 20 kV	6+137,85	Apoyo a distancia ≥ 10m

Tabla 35. Afección a líneas eléctricas

Imagen 85: Línea eléctrica a su paso por la zona de actuación en la primera parte del trazado de la arteria. Fuente: Elaboración propia.

C] 13. Planeamiento urbanístico

C] 13.1. Planeamiento vigente

El Planeamiento Urbanístico vigente de los municipios por donde discurren la arteria norte es el siguiente:

MUNICIPIO	PLANEAMIENTO VIGENTE (BOCM)
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES	P.G.O.U. 16/01/2002
ALCOBENDAS	P.G.O.U. 23/07/2009

MUNICIPIO	PLANEAMIENTO VIGENTE (BOCM)
PARACUELLOS DE JARAMA	P.G.O.U. 17/08/2001

Tabla 36 Planeamiento vigente de los municipios afectados por el trazado

La clasificación de los suelos donde se localizan las obras es la que se indica a continuación:

MUNICIPIO	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
San Sebastián de los Reyes	Sistemas Generales	Existentes No adscritos
	No Urbanizable Protegido	Cauces y Humedales Vías Pecuarias
Alcobendas	Suelo Urbanizable No Sectorizado	
	Suelo No Urbanizable de Especial Protección de vías pecuarias. Trazado actual a modificar.	
	Red Supramunicipal de Infraestructuras	
	Red Supramunicipal de Infraestructuras Aeroportuarias	
Paracuellos de Jarama	Suelo No Urbanizable Protegido	Cauces y Riberas Especial Protección Agrícola Espacios de Interés Forestal Paisajístico
	Sistema General	Carreteras

Tabla 37 Clasificación de los suelos atravesados por la arteria norte.

Por otro lado, la Normativa Urbanística vigente dentro del Sistema General Aeroportuario de Madrid-Barajas es la contemplada en el Plan Especial Del "Sistema General Aeroportuario De Madrid-Barajas", con aprobación definitiva por la Comisión de Urbanismo de Madrid, y publicado en el BOCM con fecha de 18/11/2005.

La clasificación de los suelos de acuerdo al Plan Especial Del "Sistema General Aeroportuario De Madrid-Barajas" es:

PLAN ESPECIAL DEL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
	Sistemas Generales

C] 14. Patrimonio histórico, arqueológico y cultural

Se denomina Patrimonio histórico, al conjunto de bienes, tanto materiales como inmateriales, acumulados a lo largo del tiempo. Estos bienes pueden ser de tipo artístico, histórico, paleontológico, arqueológico, documental, bibliográfico, científico o técnico.

Integran el patrimonio histórico de la Comunidad de Madrid los bienes materiales e inmateriales ubicados en su territorio a los que se les reconozca un interés histórico, artístico, arquitectónico, arqueológico, paleontológico, paisajístico, etnográfico o industrial.

La *Ley 3/2013 de 18 de junio de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid*, sin perjuicio de las competencias atribuidas al Estado, encomienda a la administración regional la competencia sobre

la gestión de dicho patrimonio. En virtud de esta ley se constituye el Inventario de Bienes del Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid, como instrumento fundamental para la clasificación y protección de los bienes de naturaleza cultural que merecen especial amparo y que están situados en la Comunidad de Madrid. En él se inscriben toda clase de bienes clasificados en función de las distintas categorías establecidas:

- Monumento
- Conjunto histórico
- Jardín histórico
- Sitio o territorio histórico
- Zona arqueológica
- Lugar de interés etnográfico
- Hechos culturales
- Zona paleontológica

Para caracterizar el ámbito del proyecto en lo que respecta al patrimonio histórico y arqueológico en la zona de estudio, se han consultado las siguientes fuentes documentales:

- Catálogo de Bienes de Interés Cultural de la Comunidad de Madrid.
- Catálogos de Bienes Protegidos de Planeamiento Municipal.

C] 14.1. Catálogo de Bienes de Interés Cultural de la Comunidad de Madrid

Consultado el Catálogo de Bienes de Interés Cultural (B.I.C.) publicado por la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid, se encuentran los siguientes Bienes de Interés Cultural en los municipios por los que se desarrolla el proyecto:

Municipio	Situación	Nombre	Categoría	Fecha
Alcobendas	Incoado	Ermita de la Virgen de la Paz	Monumento	23/09/82
Paracuellos del Jarama	Declarado	Castillo de Malsobaco	Monumento	25/06/85
Paracuellos del Jarama	Incoado	Iglesia Parroquial de San Vicente Mártir	Monumento	22/04/83
Paracuellos del Jarama	Incoado	Paracuellos II	Zona de Interés Arqueológico	03/04/89
Paracuellos del Jarama	Incoado	Paracuellos I	Zona de Interés Arqueológico	03/04/89

Tabla 38 Bienes de Interés Cultural de los municipios afectados por el proyecto. Fuente: Catálogo de B.I.C.

No obstante, ninguno de ellos resulta afectado por la arteria norte, siendo el más próximo el de Paracuellos II, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 2.300 metros.

a) Catálogo de bienes protegidos del planeamiento municipal

El catálogo de Bienes y Espacios Protegidos del Plan General de Alcobendas recoge los yacimientos arqueológicos protegidos del municipio, así como sus Bienes protegidos (edificios y otros inmuebles). Se comprueba como el trazado de la arteria norte discurre en las proximidades del ámbito de protección de la Ermita de San Isidro, si bien no resulta afectado.

Imagen 86: Ermita de San Isidro.

El Catálogo de Bienes Protegidos del Plan General de Paracuellos del Jarama incluye 16 elementos, situándose todos ellos alejados del área de actuación.

Por último, el Plan General de San Sebastián de los Reyes no incluye ningún catálogo de bienes Protegidos.

b) Áreas de protección arqueológica protegidas por planeamiento municipal

El Plan General de Paracuellos del Jarama incluye la categoría de Suelo No Urbanizable de especial protección por su interés cultural, y Suelo No Urbanizable de especial protección por su interés arqueológico y paleontológico, situándose el trazado de la arteria norte fuera de dichas categorías de suelo.

Por su parte, el Plan General de Alcobendas recoge distintas áreas de protección arqueológica A, B y C, si bien no resulta afectada ninguna de ellas. Asimismo, los yacimientos arqueológicos presentes en la zona no se verán afectados por las obras del proyecto.

Por último, el Plan General de San Sebastián de los Reyes no incluye ninguna categoría de Suelo No Urbanizable de protección arqueológica, ni refleja en su cartografía la presencia de áreas de protección arqueológica y/o yacimientos arqueológicos.

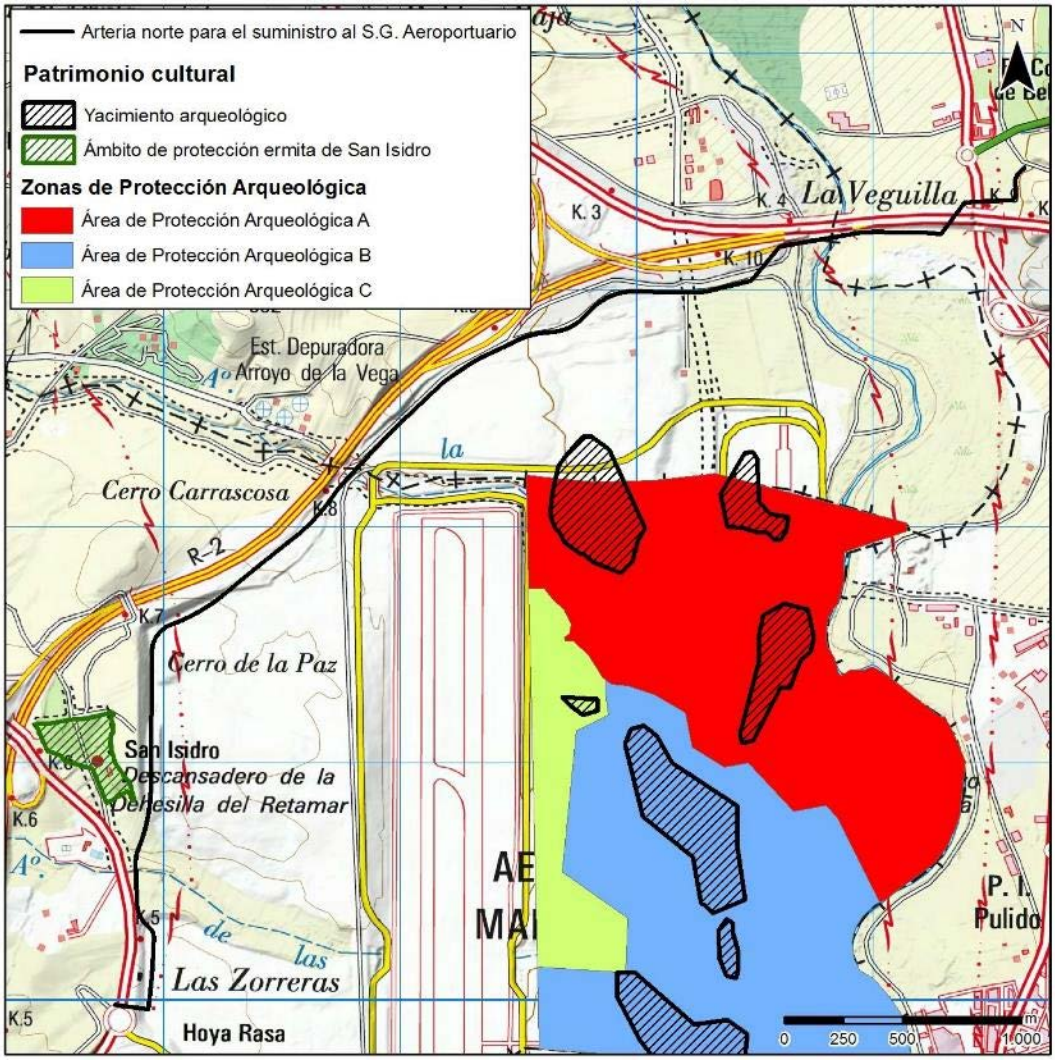


Imagen 87: Patrimonio cultural en la zona de estudio. Fuente: Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos del Plan General de Alcobendas

C] 14.2. Vías pecuarias

La protección de las vías pecuarias queda definida por la *Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias* (BOE nº 71, de 24/03/1995), y por la *Ley 8/1998, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid*, para el ámbito autonómico.

Según la cartografía referente del Área de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid, existen Vías Pecuarias que se verán afectadas por la ejecución de las obras de la anteria norte:

El proyecto cruza con la Colada del Camino de Barajas a Torrelaguna (PK 1+700 aprox.), la Colada del arroyo de la Vega (PK 3+500 aprox.) y la Vereda de Barajas a San Sebastián de los Reyes (PK 6+100 aprox.).

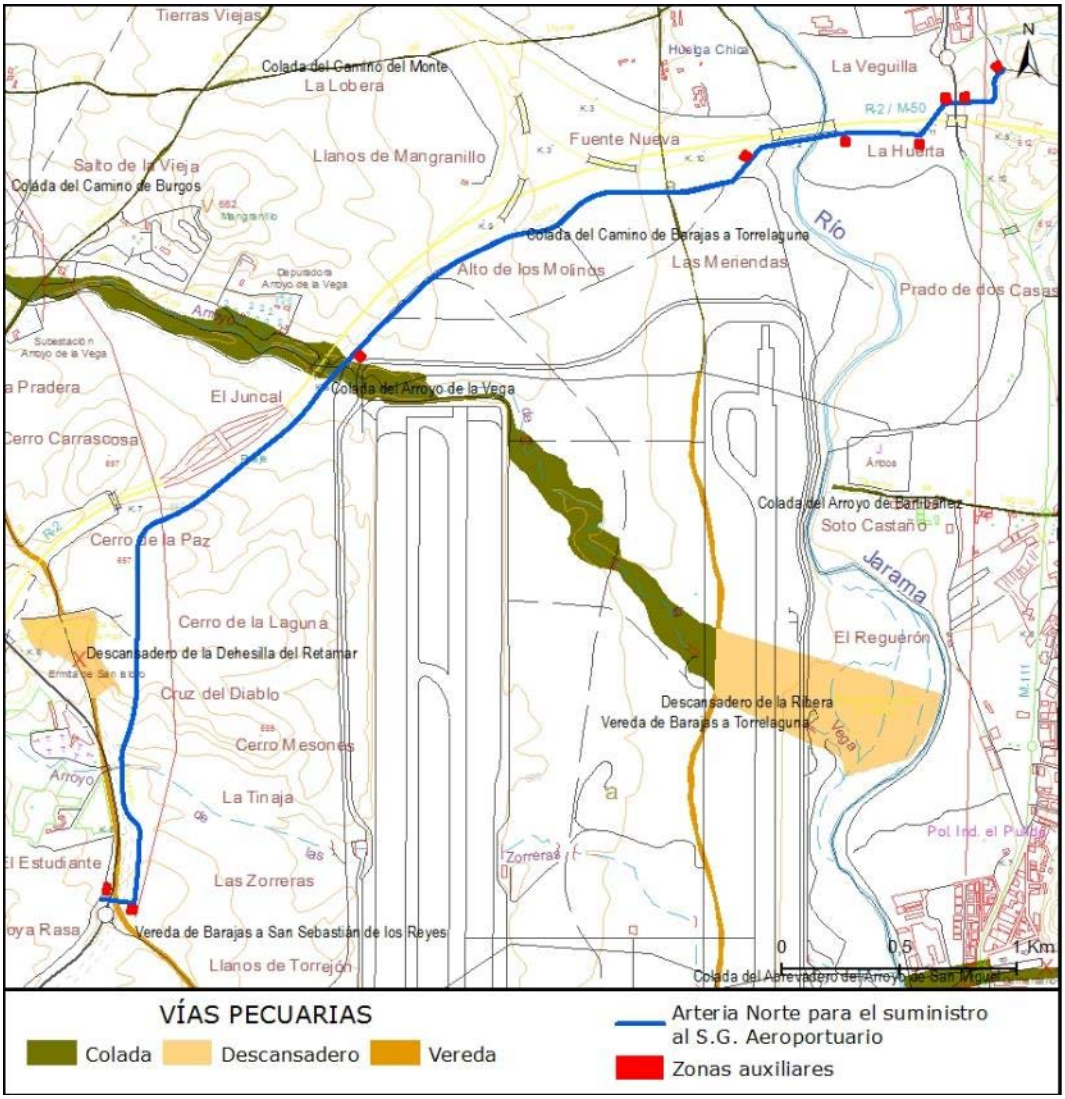


Imagen 88: Vías Pecuarias. Fuente: Catálogo de información geográfica de la Comunidad de Madrid

D] IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

En este punto se identifican las principales interacciones del proyecto-entorno, es decir, las relaciones entre las acciones del proyecto y los factores del medio para las fases de construcción y operación, tal y como se sintetiza en la siguiente matriz. En la valoración de dichos impactos, cuando no se ha detectado una relación causa-efecto, el impacto se ha considerado nulo o despreciable:

ACCIONES DEL PROYECTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN						FASE DE EXPLOTACIÓN
FACTORES AMBIENTALES	Instalaciones auxiliares	Despeje y desbroce	Excavación y movimiento de tierras	Tránsito de materiales y circulación de maquinaria	Préstamos y material sobrante	Producción, almacenamiento y gestión de residuos	Funcionamiento de las nuevas instalaciones
Atmósfera: calidad del aire y ruidos		C	C	C			
Geología y geomorfología			NS				
Edafología		C	C			M	
Hidrología e hidrogeología	M		C			M	
Vegetación	C	C					
Fauna		C		C			
Paisaje	C	C				C	C
Figuras de protección		C					C
Socio economía				NS			P
Planeamiento urbanístico		C					
Patrimonio histórico y cultural	C		C				

P Positivo NS No significativo C Compatible M Moderado S Severo Cr Crítico

Tabla 39 Matriz de identificación de impactos

D] 1. Impactos en la fase de obra

D] 1.1. Impactos sobre la atmósfera: calidad del aire y ambiente sonoro

a) Impactos derivados del incremento de polvo, ruido y emisión de gases de la maquinaria durante la fase de construcción de la conducción.

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Calidad del aire y niveles sonoros de la situación preoperacional.

- Áreas afectadas por niveles de ruido superiores a los definidos por la normativa de aplicación (*Decreto 55/2012 de la Comunidad de Madrid* y Ordenanzas municipales).

a.1) Generación de polvo y ruido

Las emisiones atmosféricas que se generarán en la fase de construcción estarán relacionadas con las operaciones de movimientos de tierras que, junto con el tránsito de los camiones y resto de maquinaria, propiciará la resuspensión de partículas de polvo en la zona de actuación. Estas emisiones de polvo durante la ejecución de las obras se asocian principalmente a todas las acciones de esta fase, pero fundamentalmente con las operaciones de desbroce, movimiento de tierras y tránsito de maquinaria.

Asimismo, otro foco de emisiones atmosféricas serán los gases y partículas de combustión procedentes de la maquinaria empleada. Este tipo de máquinas y vehículos suele contar con motores diésel, que incorporarán a la atmósfera sustancias contaminantes como son el dióxido de azufre (SO_2), el monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de nitrógeno (NO_X) y partículas.

Como ya se ha indicado, los datos de calidad del aire obtenidos del Informe anual sobre la calidad del aire en la Comunidad de Madrid para el año 2015, elaborado por la Comunidad de Madrid para dar cumplimiento al *Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire,* reflejan que en la zona de estudio se superan los valores objetivo de PM10 y de O_3, en diversas ocasiones debido fundamentalmente a la contaminación producida por el tráfico rodado, a la densidad de población de la zona en los núcleos urbanos y a su proximidad a la ciudad de Madrid y su área metropolitana. No obstante, no se superan en ningún caso los valores umbral de estos compuestos

Teniendo en cuenta el carácter temporal de las obras, el desplazamiento del punto de afección/emisión según se va ejecutando la obra, y los niveles de calidad atmosférica existentes en la actualidad, el impacto generado como consecuencia de las emisiones de polvo y partículas se valora como de carácter negativo, directo, temporal, a corto plazo, acumulativo, reversible, recuperable y periódico, y de magnitud **COMPATIBLE** en las diferentes alternativas planteadas.

a.2) Incremento de los niveles sonoros

Respecto a las emisiones acústicas, los ruidos generados procederán de la maquinaria utilizada en los movimientos de tierra, transporte de materiales y montaje de equipos. Esta maquinaria posee motor diésel con un nivel de emisión sonora industrial, no siendo destacable su incidencia en esta etapa, dada la no concurrencia de otros ruidos diferentes a los ya producidos por el ruido de fondo existente en la zona (tráfico de vehículos y aéreo) y a la temporalidad de la obra.

Por otro lado, el ámbito de estudio se sitúa en un entorno muy antropizado, con presencia de suelo industrial, terciario y residencial, con importantes niveles de ruido debidos fundamentalmente a:

- El tráfico rodado en la autopista R-2, autovías M-50 y M-12, y carreteras autonómicas M-110 y M-111, que discurren próximas al trazado de la arteria norte.
- Las operaciones de aterrizaje y despegue en el Sistema General Aeroportuario Adolfo Suárez-Madrid Barajas, dentro de cuyas instalaciones se proyecta buena parte del trazado de la futura arteria.

La presencia de todas las fuentes de ruido citadas genera en los terrenos sobre los que se proyecta la arteria norte niveles de fondo que superan los 55 dB Lden, alcanzado en las proximidades de los grandes focos emisores de ruido (infraestructuras viarias y zona de influencia del despegue de aeronaves) valores que superan los 70 db Lden.

En lo que respecta a la distancia a los lugares más sensibles al incremento de los niveles sonoros, como son los usos residenciales, cabe indicar que las viviendas más próximas al trazado del proyecto se sitúan en la urbanización Soto Verde de San Sebastián de los Reyes, a más de 1 km. del trazado de la arteria norte, y la urbanización El Picón, de Paracuellos del Jarama, a unos 1.700 m. de la conducción. Por tanto, el incremento de niveles acústicos generados como consecuencia de la ejecución de las obras no será perceptible en dichas viviendas.

Teniendo en cuenta el carácter temporal de las obras, el desplazamiento del punto de emisión según se va ejecutando la obra, y los niveles de calidad acústica existentes en la actualidad, el impacto generado como consecuencia del incremento de los niveles sonoros se valora como de carácter negativo, directo, temporal, a corto plazo, simple, reversible, recuperable y periódico, y de magnitud **COMPATIBLE** en todas las alternativas planteadas.

D] 1.2. Impactos sobre la geología

a) Afección a singularidades geológicas

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Longitud lineal de la traza sobre cada clase de material geológico.
- Presencia de LIGs u otras singularidades geológicas

La totalidad de los materiales detríticos terciarios que afloran en el área de estudio corresponden al Neógeno, concretamente al Mioceno, formados principalmente por las denominadas facies Madrid. La facies Madrid, denominada geológicamente Arcosas de Madrid, está constituida principalmente por arcosas provenientes de la destrucción de los relieves graníticos y metamórficos del Guadarrama.

Sobre ellos se depositan los materiales cuaternarios, sobre los que se ubica la práctica totalidad del trazado de la arteria norte, y que están asociados a las terrazas del cauce del río Jarama, así como -en menor medida- a ambientes de origen aluvial o coluvial, recubriendo materiales terciarios.

Según el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico del Catálogo de Información Geocientífica llevado a cabo por el Instituto Geológico Minero Español, la zona de estudio no presenta ningún lugar de interés geológico, y tampoco se identifican otros tipos de singularidades geológicas en el ámbito analizado.

Por todo ello, el impacto generado por la actuación sobre las singularidades geológicas se considera **INEXISTENTE** para las alternativas analizadas.

D] 1.3. Impactos sobre la edafología

a) Pérdida del recurso suelo

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Superficie ocupada por las bandas de ocupación permanente y temporal sobre cada clase de suelo.
- Valoración de las clases de suelo afectadas (singularidad de estos suelos en la Comunidad de Madrid).
- Capacidad agrológica: afección a suelos con escasa presencia en la Comunidad de Madrid o de alta productividad agrológica

Los suelos de la zona de estudio pertenecen a los órdenes Calcisol, Fluvisol y Luvisol, todos ellos sin ningún tipo de singularidad destacable.

Respecto a su potencial capacidad agrológica, el área de estudio presenta suelos clasificados como de Clases 3, 5 y 6, es decir tierras con severas limitaciones que reducen la gama de cultivos -suelos clase 3- o suelos que restringen su uso a prados, pastizales o zonas boscosas (clases 5 y 6). Son, en consecuencia, suelos sin ningún tipo de singularidad edafológica destacable.

Durante la fase de ejecución de la zanja se llevará a cabo la extracción de los materiales edáficos para la introducción de la tubería de abastecimiento y restantes elementos asociados. También se efectuarán movimientos de tierras durante las operaciones de adecuación de las áreas auxiliares.

Durante la ejecución de las obras se retirarán los 20 primeros centímetros de tierra vegetal, que procederá mayoritariamente de la zona de ocupación permanente de la conducción, se almacenará separada del resto de materiales estériles extraídos en montículos o cordones, sin sobrepasar la altura máxima de 2 m, con el fin de evitar la pérdida de sus propiedades orgánicas y bióticas. Posteriormente, será aplicada en la recuperación e integración ambiental de las áreas afectada por las obras de la nueva conducción.

El material sobrante procedente de la zanja se empleará en las labores de restauración del terreno afectado por las obras, gestionándose el volumen de excedente de tierra que no pueda utilizarse en la obra de acuerdo con lo establecido en el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición de la obra, que se elaborará según lo establecido en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid* y la *Orden 2726, de 16 de julio de 2009, por la que se regula la gestión de los residuos de los RCDs de la Comunidad de Madrid*.

Teniendo en cuenta que el proyecto contempla la retirada y correcto almacenamiento de la tierra vegetal para su posterior reutilización en las labores de restauración, se considera que en buena medida se preserva el recurso suelo afectado por la ejecución de las obras, valorándose el impacto como de carácter negativo, directo, permanente, a corto plazo, acumulativo, reversible y recuperable, y de magnitud **COMPATIBLE** para las distintas alternativas consideradas.

b) Riesgo de erosión

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Erosión potencial presente en el área de estudio.
- Pendientes presentes en el trazado de la conducción.

Según el Inventario Nacional de Erosión del Suelos, la zona de estudio presenta tasas de erosión variables, comprendidas entre 0-5 y las 50 toneladas/hectárea.año, superando esas tasas de erosión de forma puntual en algunos lugares.

El trazado de la arteria norte se enmarca en una zona con pendientes muy suaves, normalmente inferiores al 5%. Como zonas con presencia de pendientes superiores cabe citar:

- Las pendientes de los taludes asociados a las infraestructuras lineales de transporte existentes (autovías M-50 y M-12 y autopista R-2).
- Los vaciados de tierras acometidos en los años 2000-2001 en el interior de los terrenos del Sistema General Aeroportuario (entorno del cerro de La Paz) para la construcción de las infraestructuras viarias de la zona, generándose taludes con pendientes superiores al 60 %.
- Los encauzamientos y riberas del arroyo de las Zorreras, de La Vega y el río Jarama, presentan en algunos puntos pendientes que superan el 20%. Estos puntos se corresponden fundamentalmente con taludes de cauces encajados o rectificados.

Los cruces de las infraestructuras viarias indicadas se efectuarán mediante la ejecución de hincas. De este modo, los cruces con las infraestructuras presentes en el territorio no supondrán un incremento de los riesgos de erosión, al no afectar a sus desmontes y terraplenes.

Respecto al cruce de cauces, cabe analizar las afecciones generadas sobre esta variable para las diferentes alternativas analizadas:

- El trazado de la arteria norte cruza perpendicularmente, de este a oeste, el cauce del río Jarama, aguas abajo del cruce de dicho cauce por la R-2/M-50. Como alternativas de cruce de este cauce se plantean la realización de una hinca o un acueducto. Dado el valor ambiental del río Jarama, se ha desestimado el cruce del mismo mediante zanja entibada.

  En el caso del cruce mediante acueducto (alternativa seleccionada), la ejecución de pilas y estribos, así como la instalación de la tubería, implicará una afección directa sobre la vegetación y la cobertura edáfica, lo que supondrá, a pesar de la ausencia de pendientes, un mayor riesgo de erosión como consecuencia del posible arrastre del caudal circulante que el que se daría en el caso de la ejecución de la hinca (alternativa no seleccionada). En todo caso, se considera un riesgo temporal y poco significativo, dado que la humedad freática existente en esta zona asegura la rápida re-instauración de la cobertura vegetal y fijación del sustrato.

- En el caso del cruce del arroyo de La Vega, se intercepta a la altura del PK 3+360 de la conducción. Para cruzar este arroyo se han estudiado tres posibilidades: cruzando en zanja por su parte inferior, disponiendo una estructura tipo marco y cruzando con la conducción el arroyo por la zona superior del mismo y apoyando en él la conducción, y mediante un tramo autoportante.

  En el caso de la alternativa de cruce del arroyo por su parte inferior (no seleccionada), éste se realizaría en zanja con una profundidad máxima aproximada de 9 metros, lo que supondría

unos considerables movimientos de tierra, y por tanto un mayor riesgo de erosión por arrastre de los materiales excavados.

En el caso de la alternativa de disposición de un marco sobre el arroyo (no seleccionada), se dispondría un marco de 12 metros de ancho y 4 m de altura sobre el que se puede situar la conducción sobre el arroyo. Esta solución requeriría de un menor movimiento de tierras, pero en todo caso seguiría existiendo un riesgo de erosión notable.

Por último, en el caso de la alternativa de la tubería autoportante (seleccionada), se trata de pasar la tubería sobre el arroyo mediante un tramo autoportante apoyado en dos estribos situados en los márgenes. Con esta disposición no hay influencia alguna en el régimen hidráulico del arroyo. Además, no es necesario realizar excavaciones por debajo del cauce ya que las cotas mínimas se dan en la cimentación de los estribos, que se encuentran por encima de la cota de avenida máxima de 500 años de período de retorno. Por tanto, desde el punto de vista del riesgo de erosión, esta alternativa de cruce del arroyo de La Vega es la que menor afección genera.

En el resto de la conducción, las actuaciones de excavación, movimientos de tierras y ocupación temporal del suelo para el montaje e instalación de la conducción e instalaciones auxiliares tendrán incidencia directa sobre el suelo, contribuyendo a aumentar la vulnerabilidad del suelo frente a los procesos erosivos o de sedimentación derivados de los movimientos de tierras.

Por tanto, no puede descartarse la aparición de nuevos fenómenos erosivos durante las obras, si bien debe considerarse que las operaciones de movimiento de tierras se efectuarán sobre suelos con pendientes nulas o poco importantes, que contribuirán a minimizar esta afección. Además, este riesgo de erosión persistirá únicamente sobre el tiempo de ejecución de las obras, y hasta que se instaure de nuevo la vegetación que se introducirá durante la ejecución de la obra o a la finalización de la misma con las labores de restauración.

El impacto sobre la edafología derivado del riesgo de erosión se valora como negativo, directo, temporal, a corto plazo, acumulativo, irreversible, recuperable e irregular, y de magnitud **COMPATIBLE** para las dos alternativas de cruce del río Jarama y para la alternativa de cruce del arroyo de La Vega mediante tubería autoportante, y **MODERADO** para las alternativas de cruce del arroyo de La Vega mediante zanja y marco.

c) Aparición de fenómenos de compactación

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Superficie ocupada por las bandas de ocupación permanente y temporal sobre cada clase de suelo.
- Necesidad de creación de nuevos accesos

La aparición de fenómenos de compactación será debida a la circulación de vehículos y maquinaria por tramos de nuevos accesos creados para acceder a la obra y por las bandas de ocupación temporal de la obra, y a la presencia de 8 zonas auxiliares habilitadas a lo largo del trazado.

Cabe indicar que para la ejecución de las obras se cuenta con la existencia de una profusa red viaria y de caminos, tanto externos como interiores del Sistema General Aeroportuario.

La ejecución de la arteria norte en la primera mitad del trazado (desde 0+000 hasta 3+400 aprox.) no requerirá de la apertura de nuevos accesos, si bien, puede ser necesario el acondicionamiento puntual de alguna zona (compactado, aporte de zahorra, ampliación de su anchura) para el paso de cierto tipo de vehículos o transporte de equipos, fundamentalmente en el acceso al río Jarama por su margen izquierda.

La segunda mitad del trazado (desde 3+400 hasta 6+050 aprox.) requerirá de la apertura de nuevos accesos, ya que esta zona carece de puntos de paso para vehículos. Podrán utilizarse los pasos utilizados por los vehículos de mantenimiento de la línea aérea 220 kV Aena–San Sebastián de los Reyes 2, pero se requerirá su acondicionamiento para dotarlos de capacidad portante suficiente para el paso de los transportes de equipos

Este riesgo de compactación persistirá únicamente durante el tiempo de ejecución de las obras, y hasta que se lleven a cabo las labores de restauración. Estas labores de restauración contemplan, junto con las siembras y plantaciones destinadas a recuperar la cubierta vegetal, el

acondicionamiento previo del terreno, y que incluye laboreos en superficie destinados a devolver al suelo sus condiciones previas a la ejecución de las obras.

El impacto se considera negativo, directo, temporal, a corto plazo, simple, reversible, recuperable y periódico, valorándose como **COMPATIBLE** para las diferentes alternativas propuestas, dado el carácter temporal de las obras.

d) Contaminación del suelo por lixiviados y derrames que se infiltran en el suelo

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Valoración del riesgo de derrame o vertido accidental

Respecto al riesgo de derrame o vertido accidental, la contaminación del suelo por lixiviados y derrames que se infiltran en el suelo se puede producir como consecuencia de:

- Derrames accidentales de maquinaria de obra, por toda la zona de obras.
- Operaciones de mantenimiento de maquinaria en lugares inapropiados (el mantenimiento de la maquinaria se realiza fuera de la zona de obra, en talleres autorizados).
- Operaciones de limpieza de maquinaria y utensilios, también en lugares no impermeabilizados.
- Acopios de materiales y residuos de obra contaminantes en lugares inapropiados o sin un aislamiento adecuado del suelo.

Debido a la gran capacidad contaminante de algunas sustancias como el aceite o carburantes, todos estos impactos son significativos, aunque se produzcan de manera localizada.

Si bien el riesgo de derrame o vertido accidental existe en la totalidad de la obra, éste se concentra fundamentalmente en las 8 áreas auxiliares, anexas a la conducción, y que serán utilizadas con el fin de albergar temporalmente las instalaciones necesarias para el buen desarrollo de las obras: casetas para el personal, aparcamiento de maquinaria y espacio para el acopio de materiales.

La maquinaría será ubicada al final de la jornada de trabajo en estas parcelas habilitadas como zonas auxiliares. No se permitirá el cambio de aceite ni el mantenimiento de la maquinaria en la obra, y en el caso de disponer de grupo electrógeno, éste se colocará sobre una superficie impermeabilizada para evitar derrames accidentales sobre el suelo. Una vez finalizadas las obras, se procederá al desmantelamiento de las mismas, retirando los elementos extraños, y procediendo a la restauración de la zona afectada.

El suministro de carburante a la maquinaria se realizará en algunas de las áreas auxiliares, a partir de depósitos de combustible situados en las mismas

El impacto sobre la edafología derivado del riesgo de contaminación por lixiviados y derrames se valora como negativo, directo, permanente, a corto plazo, acumulativo, irreversible, recuperable e irregular, y de magnitud **MODERADA** para las distintas alternativas analizadas, debido, fundamentalmente, a la posibilidad de presencia de grupos electrógenos, y por tanto almacenamiento de combustible en obra y al suministro de carburante a la maquinaria que se lleva a cabo en algunas áreas auxiliares, lo que obliga a la correcta adopción de medidas preventivas y correctoras. Además, para minimizar el riesgo de vertido se definirá una serie de medidas de carácter general, que son de fácil aplicación y contribuyen a minimizar el riesgo de vertido.

D] 1.4. Impactos sobre la geomorfología

a) Generación de cambios en el relieve y/o afección a puntos de interés geomorfológico

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Pendientes presentes en el trazado de la conducción
- Presencia de singularidades geomorfológicas

El trazado de la arteria norte se enmarca en una zona con pendientes muy suaves, normalmente inferiores al 5%. Como zonas con presencia de pendientes superiores cabe citar:

- Las pendientes de los taludes asociados a las infraestructuras lineales de transporte existentes (autovías M-50 y M-12 y autopista R-2).
- Los vaciados de tierras acometidos en los años 2000-2001 en el interior de los terrenos del Sistema General Aeroportuario (entorno del cerro de La Paz) para la construcción de las infraestructuras viarias de la zona, generándose taludes con pendientes superiores al 60 %.
- Los encauzamientos y riberas del arroyo de las Zorreras, de La Vega y el río Jarama, presentan en algunos puntos pendientes que superan el 20%. Estos puntos se corresponden fundamentalmente con taludes de cauces encajados o rectificados.

En el ámbito analizado no existen singularidades geomorfológicas.

Los impactos esperados sobre la geomorfología están asociados a la excavación y al movimiento de tierras generado por la apertura de zanjas para la instalación de la conducción. No obstante, dada la restitución de la topografía original que se llevará a cabo con el tapado de la zanja, los movimientos de tierra generados durante la ejecución de las obras no supondrán una alteración de la geomorfología de la zona. Por ello, el impacto sobre la geomorfología debido a la generación de cambios en el relieve se considera **NO SIGNIFICATIVO** en todas las alternativas.

D] 1.5. Impactos sobre la hidrología

a) Afección a cursos de agua

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Distancia de las zonas auxiliares de la obra a cauces
- Distancia de la zanja a cauces
- Técnica seleccionada para el cruce del cauce
- Alteración de la calidad física de las aguas como consecuencia de la ejecución de las obras.

Una de las afecciones derivada de la ejecución de las obras sería el posible vertido o derrame accidental de hidrocarburos y grasas provenientes de la maquinaria empleada para las obras. Esto conlleva un riesgo de contaminación accidental de las aguas superficiales.

En cuanto a la situación de las áreas auxiliares -puntos en los que este riesgo es mayor-, como se aprecia en la siguiente imagen, éstas se encuentran alejadas de los cauces, dado que la más próxima es la situada junto al arroyo de La Vega, a unos 70 m. del mismo.

Cabe indicar que el suministro de carburante a la maquinaria se realizará en algunas de las áreas auxiliares, a partir de depósitos de combustible situados en las mismas. No obstante, en líneas generales, se considera un fenómeno muy poco probable debido a que, en caso de producirse un vertido accidental de este tipo, siempre sería en cantidades muy pequeñas, y admite la adopción de medidas protectoras y correctoras.

En todo caso, en las áreas auxiliares que dispongan de almacenamiento de combustible líquido, bien para el suministro de grupos electrógenos, bien para suministrar carburante a la maquinaria que opera en la obra, las cantidades de combustible almacenado pueden ser considerables.

Respecto al cruce de cauces, cabe analizar las afecciones generadas sobre los mismos en función de la alternativa de cruce seleccionada:

- Como alternativas de cruce del río Jarama se plantean la realización de una hinca o un acueducto. Dado el valor ambiental del río Jarama, se ha desestimado el cruce del mismo mediante zanja entibada.

  En el caso del cruce mediante acueducto (alternativa seleccionada), la ejecución de pilas y estribos, así como la instalación de la tubería, implicará una afección directa sobre el cauce mayor que la que se produciría en el caso de ejecutarse el paso del río mediante hinca (alternativa no seleccionada).

  No obstante, cabe indicar que el diseño del acueducto se ha llevado a cabo de tal modo que la luz de los vanos coincide con la del viaducto de la R-2/M-50, situado a unos 20 metros aguas arriba del paso de la arteria norte, de manera que se reduce al mínimo la afección al

cauce debida a las pilas de la nueva estructura, al estar éstas alineadas con las del viaducto existente.

- En el caso del cruce del arroyo de La Vega, se han estudiado tres posibilidades: cruzando en zanja por su parte inferior, disponiendo una estructura tipo marco y cruzando con la conducción el arroyo por la zona superior del mismo y apoyando en él la conducción, y mediante un tramo autoportante.

  En el caso de la alternativa de cruce del arroyo por su parte inferior (no seleccionada), éste se realizaría en zanja con una profundidad máxima aproximada de 9 metros, lo que supondría unos considerables movimientos de tierra, y por tanto una mayor alteración del régimen hídrico del cauce.

  En el caso de la alternativa de disposición de un marco sobre el arroyo (no seleccionada), se dispondría un marco de 12 metros de ancho y 4 m de altura sobre el que se puede situar la conducción sobre el arroyo. Esta solución requeriría de un menor movimiento de tierras, pero en todo caso seguiría existiendo una ligera modificación del régimen hidráulico del cauce.

  Por último, en el caso de la alternativa de la tubería autoportante (seleccionada), se trata de pasar la tubería sobre el arroyo mediante un tramo autoportante apoyado en dos estribos situados en los márgenes. Con esta disposición no hay influencia alguna en el régimen hidráulico del arroyo. Además, no es necesario realizar excavaciones por debajo del cauce ya que las cotas mínimas se dan en la cimentación de los estribos, que se encuentran por encima de la cota de avenida máxima de 500 años de período de retorno. Por tanto, desde el punto de vista del riesgo de la alteración del régimen hidráulico del cauce, esta alternativa de cruce del arroyo de La Vega es la que menor afección genera.

- En el caso del cruce del arroyo de Las Zorreras, dada su menor entidad y su escaso caudal circulante, se proyecta su cruce mediante zanja, no considerándose necesario plantear otras alternativas de cruce.

Con independencia de la técnica de cruce empleada para el paso de los cauces, el trasiego de maquinaria y las operaciones realizadas en las inmediaciones de las láminas de agua, generarán una afección sobre la calidad física de las aguas circulantes, fundamentalmente incrementos de la turbidez del agua por el aumento de los sólidos en suspensión.

Por lo tanto, mientras duren las obras, el impacto generado sobre los cauces derivado del riesgo de vertidos accidentales y aporte de sólidos en suspensión se considera de carácter negativo, directo, temporal, a corto plazo, acumulativo, irreversible, recuperable e irregular, y de magnitud **MODERADO**, para todas las alternativas analizadas, debiendo, por tanto, adoptarse medidas al respecto.

b) Efectos sobre el régimen de escorrentía

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Estado general de los cauces del río Jarama y arroyos de La Vega y Las Zorreras en los puntos de cruce.
- Distancia de las zonas auxiliares de la obra al cauce

Los efectos sobre el régimen de escorrentía se producirían por la posible alteración de la topografía durante los movimientos de tierras. No obstante, los movimientos de tierra que se llevarán a cabo tienen como finalidad la apertura y posterior tapado de la zanja en la que se instalará la conducción, no generándose, por tanto, alteraciones de la topografía existente.

En el caso de las actuaciones desarrolladas para efectuar el cruce de los cauces del río Jarama y arroyos de La Vega y Las Zorreras serían muy localizadas, por lo que no modificarán el régimen hidráulico de estos cauces.

Por tanto, las alteraciones generadas por la excavación y la instalación de la conducción, no provocarán cambios geomorfológicos relevantes ni modificaciones significativas de la red de drenaje en el área de actuación, por lo que el impacto se considera **INEXISTENTE**.

D] 1.6. Hidrogeología

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Permeabilidad de los materiales
- Proximidad del nivel freático

a) Posibilidad de llegada a las aguas subterráneas de lixiviados o infiltraciones desde suelos contaminados

Según la información geográfica de la Confederación hidrográfica del Tajo, el área de estudio queda encuadrada sobre las masas de agua subterráneas 030.006 Guadalajara, 030.010 Madrid: Manzanares-Jarama y 030.024 Aluvial del Jarama: Madrid-Guadalajara dentro de la unidad hidrogeológica 03.05 Madrid-Talavera. Están integradas por materiales detríticos terciarios y depósitos cuaternarios pertenecientes a la Cuenca de Madrid.

Los datos de los piezómetros analizados correspondientes a la base de puntos de agua del IGME muestran profundidades variables del nivel freático, con valores medios situados en el intervalo 5-35 metros. No obstante, la mayor parte de estos datos corresponden al año 1972, siendo los más reciente de 1983, por lo que no pueden considerarse representativos. En todo caso, el cambio del uso del suelo agrícola tradiconal en detrimento del suelo urbanizado hace prever niveles freáticos actuales más someros a los reflejados en la información consultada.

En todo caso, la zona de estudio se ubica sobre materiales detríticos, con permeabilidades de medias a muy altas.

La posible contaminación de las aguas subterráneas durante la fase de obras vendría determinada por derrames que se infiltran en el suelo hasta alcanzar el nivel freático como consecuencia de:

- Derrames accidentales de maquinaria de obra, por toda la zona de obras.
- Operaciones de mantenimiento de maquinaria en lugares inapropiados (el mantenimiento de la maquinaria se realiza fuera de la zona de obra, en talleres autorizados).
- Operaciones de limpieza de maquinaria y utensilios, también en lugares no impermeabilizados.
- Acopios de materiales y residuos de obra contaminantes en lugares inapropiados o sin un aislamiento adecuado del suelo.

Debido a la gran capacidad contaminante de algunas sustancias como el aceite o carburantes, todos estos impactos son significativos, aunque se produzcan de manera localizada.

Si bien el riesgo de derrame o vertido accidental existe en la totalidad de la obra, éste se concentra en las áreas auxiliares anexas a la conducción, y que serán utilizadas con el fin de albergar temporalmente las instalaciones necesarias para el buen desarrollo de las obras: casetas para el personal, aparcamiento de maquinaria y espacio para el acopio de materiales.

Especialmente significativo se considera el riesgo en las dos áreas auxiliares situadas en las proximidades de los dos puntos de cruce del arroyo Culebro, dado que, si bien no han podido obtenerse datos que confirmen la profundidad a la que se encuentran las aguas subterráneas, será en estas zonas donde los niveles freáticos estén menos profundos.

Según se especifica en proyecto, en estas áreas auxiliares no se permitirá el cambio de aceite ni el mantenimiento de la maquinaria en la obra, y en el caso de disponer de grupo electrógeno, éste se colocará sobre una superficie impermeabilizada para evitar derrames accidentales sobre el suelo. Una vez finalizadas las obras, se procederá al desmantelamiento de las mismas, retirando los elementos extraños, y procediendo a la restauración de la zona afectada.

Cabe indicar que en las áreas auxiliares que dispongan de almacenamiento de combustible líquido, bien para el suministro de grupos electrógenos, bien para suministrar carburante a la maquinaria que opera en la obra, las cantidades de combustible almacenado pueden ser considerables.

Por lo tanto, mientras duren las obras, el impacto generado sobre las aguas subterráneas derivado del riesgo de contaminación por lixiviados y derrames se valora como negativo, directo, permanente, a corto plazo, acumulativo, irreversible, recuperable e irregular, y de magnitud **MODERADA** para todas las alternativas analizadas, debido, fundamentalmente, a la posibilidad de presencia de grupos

electrógenos, y por tanto almacenamiento de combustible en obra y al suministro de carburante a la maquinaria que se lleva a cabo en algunas áreas auxiliares, lo que obliga a la correcta adopción de medidas preventivas y correctoras. Además, para minimizar el riesgo de vertido se definirán una serie de medidas de carácter general, que son de fácil aplicación y contribuyen a minimizar el riesgo de vertido.

D] 1.7. Impactos sobre la vegetación

a) Eliminación de vegetación para la ejecución de las obras

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Superficies de las diferentes unidades de vegetación afectadas.
- Descripción y valoración de la vegetación afectada.
- Presencia de hábitats de la Directiva afectados por las bandas de ocupación temporal o permanente
- Arbolado afectado por alternativa: nº de ejemplares situados en las bandas de ocupación temporal y permanente por especie y edad o tamaño de la misma
- Presencia de especies catalogadas
- Presencia de arbolado singular

Con excepción del cruce del río Jarama, y del arroyo de Las Zorreras, el recorrido de la conducción objeto de estudio se realiza a través de una zona muy intervenida por infraestructuras, en la que prácticamente no existe vegetación espontánea. La vegetación arbórea procede de plantaciones, tanto en taludes de nueva creación en infraestructuras, como antiguas alineaciones en caminos, estas últimas con mala conservación. La calidad e importancia ecológica de la zona, con las excepciones ya mencionadas es baja.

Con el objeto de definir y analizar con precisión la posible afección a la vegetación, se ha realizado la cartografía y análisis de detalle de la vegetación de las zonas de ocupación permanente y temporal de las actuaciones, realizando además el inventario de los ejemplares arbóreos en estas zonas.

Para facilitar la descripción se ha realizado una tramificación del recorrido del proyecto. Los tramos, que cuentan con una vegetación más o menos homogénea, son los siguientes:

- Desde el inicio hasta el cruce de la carretera M111.
- Desde el cruce de la carretera M111 hasta el río Jarama, incluyendo el cruce en hinca de la carretera M50.
- Cruce del río Jarama
- Desde el río Jarama hasta el arroyo de La Vega.
- Cruce del arroyo de la Vega.
- Desde el arroyo de la Vega hasta el arroyo de Las Zorreras.
- Cruce del arroyo de las Zorreras.
- Desde el arroyo de Las Zorreras hasta el final del tramo.

Se ha tenido en cuenta al valorar la vegetación afectada que la ocupación temporal es flexible, de forma que sus límites pueden ser adaptados para la conservación de arbolado y vegetación de interés. El arbolado afectado dependerá también de que el proyecto, y especialmente su ocupación temporal, pueda evitar la afección a la mayor parte de los pies arbóreos.

A continuación se describen las afecciones en cada uno de los tramos.

a.1) Inicio-carretera M-111

La actuación comienza en una zona de herbazal muy degradado y atraviesa parcelas de cultivo de cereal en secano. La vegetación de interés que puede ser afectada se sitúa en el pequeño talud que separa dos parcelas de cultivo, con vegetación arbustiva y arbolado, y en el lindero final que separa los cultivos del vallado perimetral de la carretera M-111. Aunque en su primer tramo la ocupación

temporal teórica discurre parcialmente sobre una zona de retamar, éste crece sobre una superficie en talud, que difícilmente tendrá una ocupación real.

Se pueden ver afectados los siguientes ejemplares arbóreos:

- 3 **ejemplares de olmos de Siberia** (*Ulmus pumila)* situados en el primer talud. Son ejemplares muy ramificados desde la base entre 3 y 5 m de altura, situados entre retamas (*Retama sphaerocarpa*) de las que también serán afectados algunos ejemplares.
- Grupo de olmos de Siberia (*Ulmus pumila*) situado en el lindero de la carretera M111. El grupo, formado enteramente por rebrotes que crecen juntos y enmarañados, tiene forma de seto lineal de unos 10 m de ancho y una altura de unos 6 o 7 m. **Se espera la afección de unos 10 m de esta línea de arbolado, en los que pueden existir unos 5 árboles bien desarrollados.**

Imagen 89: Retamar sobre talud junto a la parcela de cultivo herbáceo atravesada al inicio del tramo.

Imagen 90: Talud de separación de los cultivos. Fuente: Google Maps 3D (el relieve de la imagen está recreado)

Imagen 91: Olmos de Siberia y retamas en el pequeño talud que separa dos parcelas de cultivo. Vista desde el este.

Imagen 92: Dos de los ejemplares de olmo de Siberia que pueden ser afectados durante las obras.

Imagen 93: Grupo de olmos de Siberia situado en el lindero que separa la parcela de cultivo de la carretera M-111. Fuente: Google Maps 3D (el relieve de la imagen está recreado)

Imagen 94: Grupo de olmos de Siberia situado en el lindero que separa la parcela de cultivo de la carretera M-111. Vista desde el este.

Imagen 95: Vista desde el sur del grupo de olmos en el que se puede advertir la anchura de la mancha vegetal.

Imagen 96: Detalle de los troncos del grupo de olmos. Se puede apreciar la gran densidad del arbolado.

Imagen 97: Imagen de Google Street View con grupo de olmos durante el verano. Vista desde la M-111

a.2) Carretera M-111- Río Jarama

Tras el cruce de la M-111 se realiza el cruce de la autovía R-2/M-50, ambas realizadas en hinca. La R-2/M-50, que discurre elevada sobre el terreno, presenta taludes a ambos lados. En la base de los taludes aparecen árboles y arbustos, algunos plantados como parte de las medidas correctoras de esta autovía, y otros nacidos de forma espontánea aprovechando las condiciones favorables y la protección del vallado longitudinal. Tras el cruce de la R-2/M-50 la conducción irá paralela y a poca distancia de la base del talud.

Se pueden ver afectados los siguientes ejemplares arbóreos:

- 4 ejemplares de pinos, situados en la zona de cruce de la R-2/M-50, en la base de su talud norte. Dos de ellos tienen un buen desarrollo, de unos 5 m de altura, mientras los otros dos ejemplares son jóvenes, de una altura de unos 1,5 m. Parte de esta afección puede ser evitada mediante adecuadas medidas preventivas durante las obras. **Se espera la afección de 2 ejemplares de pinos jóvenes.**
- En la base del talud existe una línea prácticamente continua de unos 390 m de vegetación arbórea formada por álamos negros (*Populus nigra*), álamos blancos (*Populus alba*), olmos de Siberia (*Ulmus pumila*) y algunos ejemplares de chopos canadienses (*Populus x canadensis*). Los ejemplares crecen sobre una pequeña cuneta de recogida de agua del talud. Aunque algunos de los ejemplares están bien desarrollados, con alturas de hasta 10 m, la mayor parte del arbolado está formado por rebrotes formado un seto sobre la cuneta. Con excepción de los ejemplares situados al inicio, y al oeste, no es probable la afección de esta línea de arbolado ya que la ocupación temporal durante las obras podrá hacerse sobre la parcela de cultivo. Por tanto **se espera la afección de un máximo de 10 ejemplares de árboles desarrollados**, en su mayor parte álamos negros.

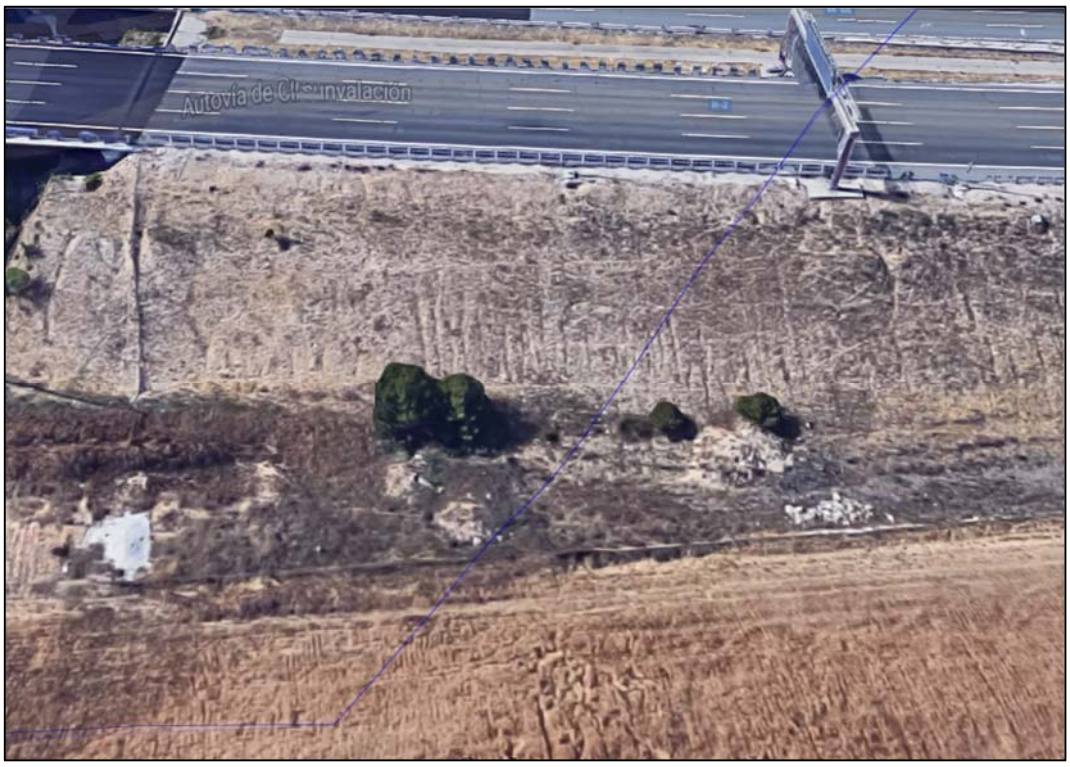


Imagen 98: Pinos en la base del talud de la R-2/M-50. En azul, el eje de la conducción. Imagen tomada desde el norte. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 99: Imagen de Google Street View con los pinos situados en la base del talud norte de la R-2/M-50.

Imagen 100: Recorrido del trazado en la base del talud de la M50, primer tramo. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 101: Recorrido del trazado en la base del talud de la M50, segundo tramo. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

- 4 ejemplares de pinos, situados en la zona de cruce de la R-2/M-50, en la base de su talud norte. Dos de ellos tienen un buen desarrollo, de unos 5 m de altura, mientras los otros dos ejemplares son jóvenes, de una altura de unos 1,5 m. Parte de esta afección puede ser evitada mediante adecuadas medidas preventivas durante las obras. **Se espera la afección de 2 ejemplares de pinos jóvenes.**
- En la base del talud existe una línea prácticamente continua de unos 390 m de vegetación arbórea formada por álamos negros (*Populus nigra*), álamos blancos (*Populus alba*), olmos de Siberia (*Ulmus pumila*) y algunos ejemplares de chopos canadienses (*Populus x canadensis*). Los ejemplares crecen sobre una pequeña cuneta de recogida de agua del talud. Aunque algunos de los ejemplares están bien desarrollados, con alturas de hasta 10 m, la mayor parte del arbolado está formado por rebrotes formado un seto sobre la cuneta. Con excepción de los ejemplares situados al inicio, y al oeste, no es probable la afección de esta línea de arbolado ya que la ocupación temporal durante las obras podrá hacerse sobre la parcela de cultivo. Por tanto **se espera la afección de un máximo de 10 ejemplares de árboles desarrollados**, en su mayor parte álamos negros.

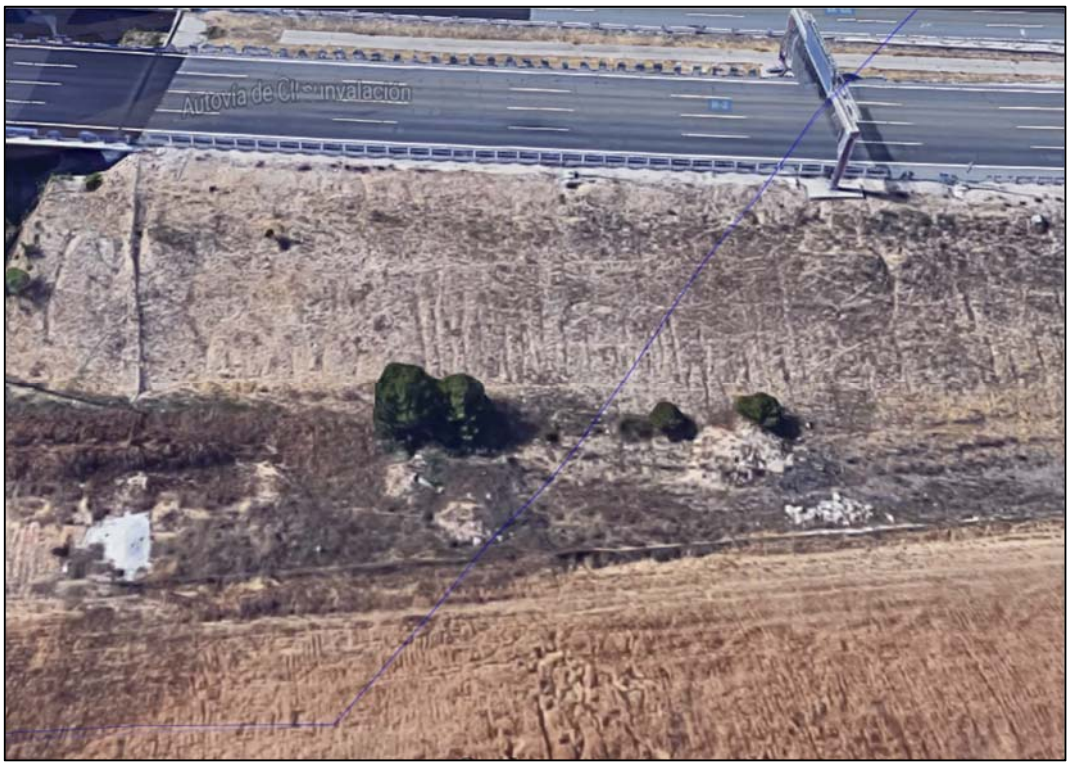


Imagen 98: Pinos en la base del talud de la R-2/M-50. En azul, el eje de la conducción. Imagen tomada desde el norte. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 99: Imagen de Google Street View con los pinos situados en la base del talud norte de la R-2/M-50.

Imagen 100: Recorrido del trazado en la base del talud de la M50, primer tramo. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 101: Recorrido del trazado en la base del talud de la M50, segundo tramo. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 102: Recorrido del trazado en la base del talud de la M50, tercer tramo. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 103: Imagen general del talud sur de la R-2/M-50, con la línea de arbolado en su base.

Imagen 104: Detalle de la base del talud sur de la R-2/M-50.

Imagen 105: Zona final del talud sur de la R-2/M-50, que sí se verá afectada por las obras.

Imagen 106: Detalle de la zona final de la base del talud sur de la R-2/M-50. En un primer plano, un álamo blanco.

a.3) Cruce del Río Jarama

Para la ejecución del cruce se debe ocupar un pasillo de vegetación arbórea de especial interés, que forma parte de un hábitat de interés comunitario y del LIC. El acueducto contemplado para el cruce de río Jarama tiene una longitud de 276,29 m., si bien únicamente unos 190 m. se desarrollan sobre

la vegetación riparia ligada al cauce. El resto del tramo de viaducto afectaría a terreno agrícola y de matorral.

El ancho teórico de la banda de ocupación es de unos 25 metros totales, con una superficie cubierta de vegetación estimada en unos 4.400 m^2 aproximadamente. En esta superficie se calcula que están presentes unos 60 ejemplares de entre 10 y 15 m de altura, en su mayor parte álamos blancos (*Populus alba*), acompañados de algunos ejemplares de sauces (*Salix sp.*) y de tarays (*Tamarix sp.*). Sin embargo, la restricción de la zona de ocupación temporal, y el uso de la zona sin vegetación cercana al viaducto, puede reducir mucho esta afección. **Se estima que, con la adopción de las medidas correctoras propuestas en el presente documento, resulte necesario desbrozar una superficie de unos 3.000 m^2, y deban eliminarse unos 25 ejemplares de árboles desarrollados.**

Imagen 107: Zona de cruce del río Jarama. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 108: Vegetación de la ribera vista desde el lado este. Destacan en el centro de la foto dos ejemplares de álamo blanco y en primer plano, a la derecha, un taray.

Imagen 109: Detalle de la zona.

Imagen 110: Vegetación de la ribera vista desde el lado oeste. Esta orilla está más despejada, existiendo una zona arbustiva de carrizo y juncos.

a.4) Río Jarama-Arroyo de La Vega

En este tramo la conducción entra en el recinto aeroportuario, siguiendo el camino perimetral existente por su lado sur y sureste. Se trata de una zona prácticamente sin vegetación, con excepción de los restos del arbolado de alineación de este camino. La vegetación que puede verse afectada en este tramo es el siguiente:

- Grupo de chopos canadienses (*Populus x canadensis*) situados en el talud de la R-2/M-50, junto a un estanque de recogida de agua de las bajantes de la carretera. Se trata de

ejemplares espontáneos, que crecen muy juntos y se ramifican desde la base. Existen algunos ejemplares de unos 7-8 m, pero también un estrato menor de pequeños arbolitos. Crecen aprovechando el suelo más húmedo alrededor de la bajante de recogida de agua de la carretera. **Se estima que se pueden ver afectados entre 2 y 5 ejemplares de árboles de entidad.**

- Restos del arbolado de alineación del camino. Se trata de una plantación realizada hace unos 10 años con álamos negros (*Populus nigra*) y olmos de Siberia (*Ulmus pumila*), distribuidos a ambos lados del camino. La alineación no es continua, sino que faltan amplios tramos y muchos de los árboles existentes no están en buen estado fitosanitario, sino que presentan ramas secas, grandes heridas en el tronco o infecciones. Aproximadamente el 75 % de los ejemplares tienen entre 5 y 7 de altura, mientras que el resto, de menor tamaño, son irregulares debido a roturas de copa, o a nacimientos de nuevos árboles de tocones. Aunque ambas alineaciones estarían incluidas en la zona de ocupación temporal teórica, ésta pueda ser adaptada para evitar la afección a la mayor parte de los ejemplares. **Se estima que pueden ser afectados un total de 10 ejemplares, de los que la mitad serían ejemplares bien desarrollados.**

Imagen 111: Grupo de chopos canadienses en el talud de la R-2/M-50. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 112: Grupo de chopos canadienses en el talud de la R-2/M-50. Pueden ser afectados los árboles del centro de la imagen.

Imagen 113: Detalle del grupo de chopos canadienses en el talud de la M50.

Imagen 114: Inicio del tramo que va paralelo al camino, en esta zona se producirán afecciones sobre el arbolado. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 115: Posible afección en el tramo de la conducción que va paralelo al camino. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 116: Posible afección en el tramo de la conducción que va paralelo al camino. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 117: Posible afección en el tramo final de la conducción que va paralelo al camino. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 118: Arbolado de alineación en el camino perimetral interior del recinto aeroportuario, en el punto de cruce de la conducción. Serán afectados algunos ejemplares.

Imagen 119: Dos ejemplares del arbolado de alineación en el camino perimetral interior del recinto aeroportuario.

Imagen 120: Ejemplares del arbolado de alineación en el camino perimetral interior del recinto aeroportuario. En primer plano, el vallado del recinto.

Imagen 121: Ejemplares del arbolado de alineación en el camino perimetral interior del recinto aeroportuario. Imagen tomada hacia el origen del trazado.

a.5) Río Jarama-Arroyo de La Vega

Aunque el arroyo de La Vega está incluido como hábitat de interés comunitario, en el tramo de cruce de la actuación no presenta vegetación debido a obras recientes. No se verá afectada vegetación, tal como se puede comprobar en las siguientes imágenes.

Imagen 122: Cruce del arroyo de La Vega. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 123: El cruce del arroyo de La Vega se efectúa en la zona de la orilla sin vegetación.

a.6) Arroyo de La Vega-Arroyo de Las Zorreras

La conducción continúa por el interior del recinto aeroportuario, en su límite, discurriendo en paralelo a los taludes de la autovía R-2 y del vaciado del aeropuerto. Los taludes, de fuertes pendientes, presentan varias bermas con vegetación con origen en medidas correctoras y vegetación espontánea, consistente en arbolitos de pequeño tamaño (1-2 m de altura). El valor ecológico de esta vegetación se basa en su capacidad de retención del suelo. **Se estima que la conducción, que discurre en la base del talud, puede afectar durante las obras a unos 5 ejemplares de pino piñonero (*Pinus pinea*) de pequeño tamaño**.

Al final de este tramo se atraviesa una **franja de vegetación arbustiva espinosa formada en su mayor parte por zarza (*Rubus sp*), que también será afectada por las obras**.

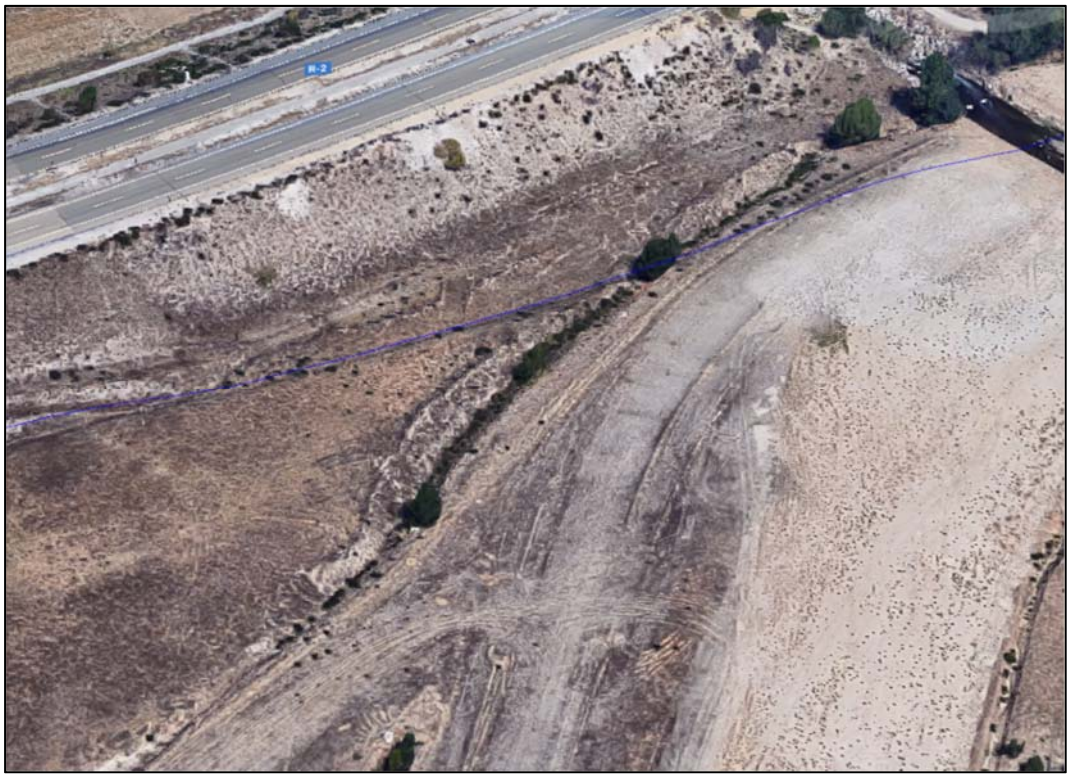


Imagen 124: Posible afección de un pino de pequeño tamaño en el inicio del tramo. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 125: En esta zona las afecciones se producen a arbustos, principalmente retama de bolas. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 126: Afección a la franja de zarzas situada al final de este subtramo. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 127: Vista de los taludes del interior del recinto del aeropuerto. Imagen tomada hacia el norte. La conducción discurre por la base del talud

Imagen 128: Vista de los taludes del interior del recinto del aeropuerto. Imagen tomada hacia el sur. La conducción discurre por la base del talud

a.7) Arroyo de Las Zorreras

El arroyo de Las Zorreras presenta en la zona de cruce una franja densa de vegetación riparia arbustiva, que incluye zarzas (*Rubus sp*.) y algunos ejemplares de fresnos jóvenes. Aunque se trata de una vegetación bastante degradada, realiza un importante papel ecológico en la zona como corredor faunístico y refugio de comunidades animales y vegetales, por lo que será necesario restringir la zona de ocupación temporal al mínimo necesario. **Se estima que se puede afectar a dos ejemplares de fresnos.**

Imagen 129: Cruce del arroyo de Las Zorreras. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 130: Vegetación en la zona de cruce del arroyo de Las Zorreras.

Imagen 131: Detalle de los dos fresnos jóvenes probablemente afectados en la zona de cruce del arroyo de Las Zorreras.

a.8) Arroyo de Las Zorreras- Final del tramo

La conducción continúa discurriendo por la base del talud, cuya vegetación es similar a la ya descrita: arbustos dispersos, en su mayor parte retamas, junto con arbolitos de 1-2 m de altura de pinos de plantación, y olmos y álamos de carácter espontáneo**. Se estima la afección de uno 5 ejemplares de pino (*Pinus sp.*) de pequeño tamaño.**

Antes del final del tramo, la conducción cruza la autovía, **afectando a un olmo (*Ulmus pumila*) de uno 5 m de altura**, Se trata de un ejemplar aislado, con múltiples troncos, bien desarrollado y probablemente de crecimiento espontáneo.

Imagen 132: Grupo de pinos jóvenes probablemente afectados. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 133: Final del tramo. Se puede observar el olmo afectado en el talud de la autovía. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 134: Aspecto de la vegetación en el subtramo.

Imagen 135: Olmo probablemtne afectado en el talud de la autovía.

Teniendo en cuenta estas circunstancias, el impacto se considera de carácter negativo, directo, permanente, a corto plazo, acumulativo, irreversible y recuperable, y de magnitud **MODERADO** para todas las alternativas analizadas.

b) Afección a la vegetación circundante

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Descripción y valoración de la vegetación afectada.

El impacto procedente de las obras de construcción a la vegetación circundante puede producirse en caso de aumento de los niveles de polvo, por posible deposición de partículas sobre los estomas de la vegetación próxima a las áreas de actuación. Este hecho se produciría en caso de producción de polvo en grandes cantidades. El origen de este material en suspensión serían los movimientos de tierra y trasiego de maquinaria.

Igualmente, se considera la posibilidad de que algunos pies arbóreos existentes fuera de la zona de actuación pudieran verse afectados de forma directa por golpes de maquinaria.

Teniendo en cuenta estas circunstancias, el impacto se considera de carácter negativo, directo, temporal, a medio plazo, simple, reversible y recuperable, y de magnitud **COMPATIBLE** para todas las alternativas analizadas.

c) Afección a hábitats de interés comunitario

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Presencia de hábitats de interés Comunitario

Como se ha descrito en el inventario ambiental del presente documento, según el Inventario Nacional de Hábitats y Taxones del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, en el área de actuación únicamente estarían presentes los siguientes hábitats:

- Hábitat 92A0 en el cauce del río Jarama y arroyo de La Vega: bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba,* Saucedas salvifolias y alamedas occidentales. Se trata de bosques en galería de los márgenes de los ríos, dominados por especies de chopo o álamo (*Populus*), sauce (*Salix*) y olmo (*Ulmus*).

- Hábitat 91B0 en el cauce del arroyo de La Vega: fresnedas termófilas de *Fraxinus angustifolia.*
- Hábitat 6420 en el cauce del arroyo de La Vega: prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion- Holoschoenion*
- Hábitat 5330 en el tramo final del trazado, antes del cruce del arroyo de Las Zorreras: matorrales termomediterráneos y preestépicos. Retamares con escoba negra (*Cytisus scoparius*).

Tras las comprobaciones efectuadas en las visitas de campo realizadas, cabe indicar que la cartografía del Inventario Nacional de Hábitats no se corresponde con la presencia real de hábitats en el ámbito de estudio:

- Se constata la presencia del hábitat 92A0 en el cruce del río Jarama. Se trata de una banda de bosque ripario de casi 200 m de anchura, formada por un estrato arbóreo alto y denso, acompañado de un estrato arbustivo formado por zarzas y áreas de carrizal en las zonas encharcadas.

  Sin embargo, este hábitat no está presente en el cruce del arroyo de La Vega. Aunque se pueden observar retazos de este tipo de vegetación aguas arriba del punto de cruce, este punto no presenta vegetación, probablemente debido a los movimientos de tierras realizados durante las obras de la terminal 4 del Aeropuerto de Barajas. Además, el cauce en este punto presenta orillas con pendientes acusadas, que denotan que se ha actuado sobre él en épocas recientes.

Imagen 136: Vista aérea de la zona de cruce del arroyo de La Vega. Fuente Google Earth 2015.

- Respecto a la presencia de los hábitats 91B0 y 6420 en el arroyo de La Vega, como se ha indicado, este cauce no presenta vegetación en el punto de cruce de la arteria norte.
- Por último, respecto a la afección por parte del trazado al hábitat 5330, cabe indicar que en esta área del recinto aeroporturario se efectuaron en los años 2000-2001 vaciados de tierras para la construcción de las infraestructuras viarias de la zona, generándose taludes con pendientes superiores al 60 %.

  En esta zona la vegetación es, por tanto, de reciente instauración, y está constituida fundamentalmente por ejemplares plantados de *Pinus pinea*, y por una orla arbustiva dominada por *Rubus sp*. y *Retama spaherocarpa*. En esta zona, la presencia de ejemplares de *Cytisus scoparius* es minoritaria. Por este motivo, la afección sobre este hábitat, dado el estado que presenta y la superficie afectada, se considera no significativa.

Imagen 137: Área en la que según el inventario Nacional de Hábitats estaría presente el hábitat 5330. Fuente Google Earth 2015.

Por tanto, la afección sobre estos hábitats se considera **INEXISTENTE** en elcaso de los hábitats 6420 y 5330, **NO SIGNIFICATIVA** en el caso del hábitat 5330 y **COMPATBLE** en el caso del 92A0.

d) Afección a especies de flora catalogadas

Tal y como se recoge en el epígrafe correspondiente al catálogo florístico, en las cuadrículas UTM 10x10 30TVK48 y 30TVK58 existen especies recogidas en el CNEA o en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres de la Comunidad de Madrid:

- *Pyrus bourgaeana*: el piruétano es una planta típica del bosque mediterráneo y se encuentra acompañando a las encinas, frecuente en los márgenes de cursos de agua. No es descartable la presencia de algún ejemplar aislado en los márgenes del cauce del río Jarama. Esta especie está catalogada como Sensible a la Alteración de su Hábitat por el *Decreto 18/1992, de 26 de marzo, aprueba el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres y creación de la categoría de árboles singulares.*
- *Jasione montana*: esta especie se desarrolla en bordes de caminos, pastizales y terrenos incultos, campos de cultivo, prados, taludes, barbechos, y en suelos pobres y ácidos, por lo que su presencia en la zona de actuación es posible. La especie incluye en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA), aunque no está recogida con ningún grado de amenaza. Esta especie tampoco se incluye en el Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres de la Comunidad de Madrid, creado por el *Decreto 18/1992, de 26 de marzo*.

La posible afección a estas especies por la ejecución de las obras se considera **NO SIGNIFICATIVA**.

D] 1.8. Impactos sobre la fauna

a) Alteración o eliminación de biotopos

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Superficie afectada de cada biotopo
- Existencia de lugares especialmente sensibles para la fauna

El impacto sobre las comunidades faunísticas será consecuencia de un conjunto de acciones, entre las que destacan la eliminación de la cubierta vegetal (desbroce). Como ya se ha indicado en el epígrafe correspondiente a la valoración de afecciones sobre la vegetación, con la adopción de las medidas correctoras propuestas en el presente documento, resulte necesario desbrozar una superficie de unos 3.000 m^2, y deban eliminarse unos 25 ejemplares de árboles desarrollados.

Si bien no se trata de un área de especial singularidad para la fauna, por encontrarse bastante degradada y antropizada, algunas de las zonas del ámbito analizado presentarán cierto interés faunístico, destacando su importancia como áreas de cría, refugios y corredores para la fauna.

Como corredor faunístico cabe destacar el río Jarama y sus márgenes con arbolado, que van a permitir el desplazamiento de numerosas especies de fauna, tanto terrestres como piscícolas, en un territorio, marcado por una fuerte presión antrópica. Este corredor va a facilitar el paso de numerosas especies, evitando las distintas infraestructuras lineales de transporte que fragmentan el territorio en esta zona.

Como área de refugio para la fauna, cabe reseñar igualmente el río Jarama y su vegetación de ribera. Los ejemplares arbóreos suponen uno de los pocos refugios para algunas de las especies de avifauna, en una zona de carácter eminentemente antropizado. Asimismo, el difícil acceso para la población de ciertas áreas junto al cauce, puede favorecer el refugio de diversas especies de mamíferos y de anfibios en dichas áreasEstos corredores van a facilitar el paso de algunas especies, evitando las distintas infraestructuras lineales de transporte que fragmentan el territorio en esta zona. Además, estas zonas servirán de refugio para las especies de anfibios presentes en el ámbito analizado.

No obstante, y con objeto de minimizar la afección sobre el curso fluvial del río Jarama y las especies que en él habitan, se ha proyectado el acueducto de tal modo que la luz de los vanos coincide con la del viaducto de la R-2/M-50, situado a unos 20 metros aguas arriba del paso de la arteria norte, de manera que se reduce al mínimo la afección al cauce debida a las pilas de la nueva estructura, al estar éstas alineadas con las del viaducto existente. Esta circunstancia contribuye a minimizar la afección sobre la fauna, al plantearse el cruce del cauce en un punto con elevados niveles acústicos derivados del tráfico circulante por la M-50 (según los planos disponibles en el Sistema de Información sobre Contaminación Acústica -SICA-, en el punto de cruce se superan los 65 db).

Por tanto, el impacto sobre la fauna derivado de la alteración o eliminación de biotopos se considera de carácter negativo, directo, permanente, a corto plazo, simple, reversible, recuperable y periódico, valorándose como **COMPATIBLE**

b) Afección a especies catalogadas

Los indicadores empleados para valorar este impacto son los siguientes:

- Importancia de la fauna afectada
- Existencia de lugares especialmente sensibles para la fauna

El impacto sobre las comunidades faunísticas será consecuencia de un conjunto de acciones, entre las que destacan los movimientos de la maquinaria y las emisiones de ruido en las distintas fases operativas.

Dado que durante la fase de construcción se emitirán niveles de presión sonora superiores a los que soporta la fauna en la situación actual durante el desarrollo de las obras, los niveles de ruido generados van a producir el espantamiento temporal de buena parte de las especies de fauna presentes.

No obstante, debe tenerse presente que el ámbito de estudio se sitúa en un entorno muy antropizado, con presencia de importantes fuentes emisoras de ruido:

- El tráfico rodado en la autopista R-2, autovías M-50 y M-12, y carreteras autonómicas M-110 y M-111, que discurren próximas al trazado de la arteria norte.
- Las operaciones de aterrizaje y despegue en el Sistema General Aeroportuario Adolfo Suárez-Madrid Barajas, dentro de cuyas instalaciones se proyecta buena parte del trazado de la futura arteria.

Respecto a la fauna sensible presente en el ámbito de estudio, se han considerado las siguientes especies:

Invertebrados:

- Doncella de ondas (*Euphydryas aurinia*)

Anfibios:

- Sapo partero ibérico *(Alytes cisternasii)*
- Sapo corredor (*Epidalea calamita*)

Reptiles:

- Galápago leproso (*Mauremys leprosa*)

Aves:

- Buitre negro *(Aegypius monachus)*
- Aguilucho lagunero occidental *(Circus aeruginosus)*
- Aguilucho cenizo *(Circus pygargus)*
- Garza imperial (*Ardea purpurea*)
- Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*)
- Avetorrillo común (*Ixobrychus minutus*)
- Carraca europea (*Coracias garrulus*)
- Ganga ortega (*Pterocles orientalis*)
- Avutarda común (*Otis tarda*)
- Sisón común (*Tetrax tetrax*)
- Colirrojo real (*Phoenicurus phoenicurus*)
- Búho real (*Bubo bubo*)

Mamíferos:

- Gato montés (*Felis silvestris*)
- Lirón careto (*Eliomys quercinus)*

Teniendo en cuenta el carácter temporal de las obras, el desplazamiento del punto de emisión según se va ejecutando la obra, y los niveles de calidad acústica existentes en la actualidad, el impacto generado sobre la fauna derivado del incremento de los niveles sonoros se valora como de carácter negativo, directo, temporal, a corto plazo, simple, reversible, recuperable y periódico, y de magnitud **COMPATIBLE** en todas las alternativas planteadas.

D] 1.9. Impactos sobre el paisaje

a) Alteración del paisaje como consecuencia de la presencia de maquinaria y movimientos de tierra

Los indicadores utilizados en este caso son:

- Superficies alteradas, calidad y fragilidad de las distintas unidades de paisaje afectadas.
- Proximidad a zonas de alta accesibilidad visual: núcleos urbanos, carreteras, etc.

En general, el área de estudio queda englobada en un paisaje fuertemente antropizado por la presencia de infraestructuras de transporte como son las diferentes autovías y carreteras autonómicas, como el propio aeropuerto. El mosaico se completa con la presencia de zonas de pastizal y matorral que alternan con áreas de cultivo. La zona de estudio también se encuentra atravesada por el río Jarama y por cauces de diversos arroyos, entre los que destacan los arroyos Quiñones, de La Vega, de Las Zorreras y Valdebebas.

En el área en las que se contemplan las obras se han definido 4 unidades de paisaje:

- Zonas urbanizadas

- Matorrales y pastizales
- Áreas fluviales
- Zonas de cultivo

Se puede concluir que el entorno de actuación en su conjunto presenta una baja calidad paisajística y una baja fragilidad, lo que las hace aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades.

Las principales acciones del proyecto consideradas relevantes a la hora de afectar a la calidad del paisaje son las siguientes:

- Movimientos de tierras a lo largo de la apertura de la zanja y áreas auxiliares fundamentalmente.
- Aparición de maquinaria y zonas de acopios provisionales.
- Eliminación de pequeñas áreas con vegetación.

En cuanto a la visibilidad de las actuaciones, la zona de obras se extiende en muchos tramos a escasa distancia de importantes vías de comunicación, como son la M-110, M-111, R-2 y M-50, por lo que las obras serán visibles desde estas vías. En todo caso, los impactos visuales generados en la fase de instalación de la conducción, de carácter temporal, quedarán en gran parte amortiguados, por su emplazamiento en áreas de elevada intervención antrópica y, por tanto, de menor calidad paisajística en cuanto a su componente natural.

Por tanto, se considera que durante la fase de construcción se producirá un impacto en el paisaje por la alteración de la percepción cromática y textural, y por la intrusión de elementos extraños en el medio, constituyendo un impacto visual de carácter negativo, directo, temporal, a corto plazo, simple, reversible, recuperable y regular, y de magnitud **COMPATIBLE** en todas las alternativas analizadas**.**

D] 1.10. Impacto sobre las figuras de protección

a) Afección directa o indirecta sobre los espacios naturales o culturales que cuentan con figuras de protección

Los indicadores utilizados en este caso son:

- Presencia en el ámbito del proyecto o en su entorno cercano de figuras de la Red Natura, Espacios Naturales Protegidos, Montes Preservados, Humedales Catalogados, Vías Pecuarias, Montes de Utilidad Pública o cualquier otro espacio natural de interés.

En este sentido:

- El trazado de la arteria norte atraviesa el espacio de la Red Natura 2000 denominado ZEC *"Cuencas de los ríos Jarama y Henares"* (código ES3110001). El tramo situado dentro de este espacio protegido tiene una longitud de unos 300 m y se encuentra entre el P.K. 0+850 y 1+150 aproximadamente.
- La actuación no afecta a ninguno de los espacios naturales protegidos de la Comunidad de Madrid, siendo el más próximo el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, situado a unos 6 km. al noroeste de la zona de actuación.
- El trazado del proyecto no afecta a ningún embalse o humedal recogido en el Catálogo de Embalses y Humedales de la Comunidad de Madrid, si bien a unos 500 metros al norte del trazado de la arteria norte, a la altura del PK. 1+000, se localizan las lagunas de Belvis. Dichas lagunas se encuentran incluidas en el Catálogo de Embalses y Humedales de la Comunidad de Madrid y en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas, regulado por el *Real Decreto 435/2004, de 12 de marzo*.
- El *Decreto 18/1992, de 26 de marzo por el que se aprueba el Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres y se crea la categoría de árboles singulares*, no incluye dentro de los árboles singulares de la Comunidad de Madrid ninguno situado en el ámbito de estudio

- Los 300 primeros metros del trazado de la arteria norte se encuentran incluidos dentro de la IBA “Talamanca-Camarma”.
- En el ámbito de estudio no se localiza ningún Monte de Utilidad Pública de la Comunidad de Madrid, siendo el más próximo el monte nº 152, denominado “El Calderillo”, situado al sureste del trazado, a más de 7 km. de distancia.
- El proyecto no afecta a ningún Monte Preservado, situándose los más próximos a más de 6 km. de distancia del trazado.
- La Reserva de la Biosfera más próxima al trazado de la arteria norte es el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, declarado, con fecha 9 de noviembre de 1992, Reserva de la Biosfera por la UNESCO, está situado a unos 6 km. al noroeste de la zona de actuación.

Por tanto, únicamente cabria considerar como afección la generada sobre el ZEC *“Cuencas de los ríos Jarama y Henares”.* En este sentido, cabe indicar que se ha llevado a cabo un análisis específico de afección a la Red Natura 2000, recogido en el Anexo II del presente documento, y en donde se concluye que la actuación no afecta de manera significativa a las especies y hábitats que motivaron la declaración de este LIC/ZEC, por lo que su realización es **COMPATIBLE** con los valores naturales de estos espacios.

D] 1.11. Impactos sobre los factores sociales y económicos

a) Impacto sobre el empleo y las actividades económicas

Los indicadores utilizados en este caso son:

- Empleos generados y duración de las obras

El número máximo de trabajadores que intervendrán en la ejecución de las obras proyectadas dependerá de los medios de personal que ponga a disposición el contratista. En la fase de funcionamiento, las labores de explotación serán realizadas por personal de Canal de Isabel II.

El plazo de ejecución de las obras se estima en DIECIOCHO (18) MESES, contados a partir de la firma del Acta de Comprobación de Replanteo, hasta la recepción y puesta en servicio de las instalaciones.

De este modo, las obras incidirán positivamente sobre el empleo a un nivel temporal. Por tanto, se estima la actuación beneficiosa a este respecto, considerándose un impacto **POSITIVO**.

b) Molestias sobre la población

Los indicadores utilizados en este caso son:

- Generación de polvo y ruido en las proximidades de áreas habitadas

Durante la fase de obras, el incremento de polvo y ruido, la emisión de gases de la maquinaria, el aumento del tráfico en la zona generado durante la obra por el tránsito de la maquinaria y camiones para los trabajos de ejecución de las mismas, pueden generar molestias a la población

Teniendo en cuenta que la mayor parte del trazado de la conducción discurre en paralelo a infraestructuras viarias ya existentes o en el interior de las instalaciones del Sistema General Aeroportuario, y alejado de viviendas, se considera que las actuaciones proyectadas no tendrán una incidencia negativa relevante sobre la población residente de las áreas más próximas al ámbito de actuación.

En todo caso, las afecciones generadas serían de carácter puntual y temporal, ya que solo afectarán durante el periodo de obras. Por todo ello, el impacto se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

c) Afección a infraestructuras

Los indicadores utilizados en este caso son:

- Acceso a las obras
- Presencia de infraestructuras en el entorno de la conducción

La entrada y salida de la maquinaria y de los camiones que transportan los materiales necesarios para la ejecución de las obras se llevará a cabo a través de accesos diferentes según se sitúen los tajos abiertos en cada momento.

El tránsito de la maquinaria y camiones por las vías de comunicación podrían generar molestias para el tráfico circulante en los puntos de acceso a las zonas pavimentadas, debido a la deposición del barro acumulado en las ruedas de los camiones a su paso por suelos poco cohesionados. Este hecho se producirá durante los episodios de lluvia, y se extenderá durante la práctica totalidad de la obra, debido a la necesidad de abastecer de materiales a la obra.

Dado que el incremento de tráfico generado no será relevante, el impacto se considera como **NO SIGNIFICATIVO**.

En lo que respecta a la afección a infraestructuras:

- En el primer tramo del trazado se cruzan mediante hinca tanto la M-111 como la R-2/M-50. Al final del trazado del proyecto se cruza la M-110. Gran parte del trazado transcurre próximo a la R-2, si bien esta vía no resulta afectada.
- El proyecto transcurre en buena parte de su trazado dentro de las instalaciones del aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas.
- A lo largo del trazado de la conducción se cruzan distintas líneas eléctricas.

No obstante, debido a que esta circunstancia no supone una alteración de las condiciones ambientales propiamente dichas, el impacto se considera **NO SIGNIFICATIVO**.

D] 1.12. Planeamiento urbanístico

a) Cumplimiento de la normativa urbanística de aplicación

El indicador seleccionado en este caso es el siguiente:

- Análisis y grado de cumplimiento de la normativa urbanística de aplicación

Las alternativas atraviesan las siguientes clases y categorías de suelo:

- San Sebastián de los Reyes:
  - Sistemas Generales
  - Suelo No Urbanizable Protegido de Cauces y Humedales
  - Suelo No Urbanizable Protegido de Vías Pecuarias
- Alcobendas:
  - Suelo Urbanizable No Sectorizado
  - Suelo No Urbanizable de Especial Protección de Vías Pecuarias
  - Red Supramunicipal de Infraestructuras
  - Red Supramunicipal de Infraestructuras Aeroportuarias
- Paracuellos del Jarama
  - Suelo No Urbanizable Protegido de Cauces y Riberas
  - Suelo no Urbanizables Protegido de Especial Protección Agrícola
  - Suelo no Urbanizable Protegido de Espeacios de Interés Foresal y Paisajístico
  - Sistema General. Carreteras

El Plan Especial que se analiza en el presente documento se redacta de acuerdo con los artículos 50 y siguientes de la *Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid*, en los que, entre otras cosas, se determina la función de los planes especiales en cuanto a la definición, ampliación o protección de cualesquiera elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios, así como la complementación de sus condiciones de ordenación con carácter previo para legitimar su ejecución.

La Comisión de Urbanismo de Madrid, de acuerdo con el artículo 61.c de la citada *Ley 9/2001*, será el órgano competente para la aprobación definitiva de los Planes Especiales, así como sus modificaciones, que tengan por objeto la ordenación de infraestructuras, equipamientos y servicios públicos que corran a cargo de la Comunidad de Madrid.

Por tanto, la actuación propuesta es **COMPATIBLE** con lo regulación urbanística vigente.

D] 1.13. Impactos sobre el patrimonio histórico y cultural

a) Afección a áreas de interés arqueológico, paleontológico o cultural

En este caso, el indicador utilizado es el siguiente:

- Presencia o distancia a áreas de interés arqueológico, paleontológico o cultural

Para valorar la afección sobre el patrimonio histórico y cultural se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

Ningún Bien de Interés Cultural (B.I.C.) resulta afectado por la arteria norte, siendo el más próximo el de Paracuellos II, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 2.300 metros.

El trazado de la arteria norte discurre en las proximidades del ámbito de protección de la Ermita de San Isidro, incluida en el catálogo de Bienes y Espacios Protegidos del Plan General de Alcobendas, si bien no resulta afectada. Del mismo modo, el Plan General de Alcobendas recoge distintas áreas de protección arqueológica A, B y C, si bien no resulta afectada ninguna de ellas. Los yacimientos arqueológicos presentes en la zona no se verán afectados por las obras del proyecto.

El Catálogo de Bienes Protegidos del Plan General de Paracuellos del Jarama incluye 16 elementos, situándose todos ellos alejados del área de actuación. Asimismo, incluye la categoría de Suelo No Urbanizable de especial protección por su interés cultural, y Suelo No Urbanizable de especial protección por su interés arqueológico y paleontológico, situándose el trazado de la arteria norte fuera de dichas categorías de suelo.

El Plan General de San Sebastián de los Reyes no recoge ningún catálogo de bienes Protegidos, y en su clasificación de suelo no incluye ninguna categoría de Suelo No Urbanizable de protección arqueológica, ni refleja en su cartografía la presencia de áreas de protección arqueológica y/o yacimientos arqueológicos.

El proyecto cruza con la Colada del Camino de Barajas a Torrelaguna (PK 1+700 aprox.), la Colada del arroyo de la Vega (PK 3+500 aprox.) y la Vereda de Barajas a San Sebastián de los Reyes (PK 6+100 aprox.).

Por tanto, y a falta del preceptivo informe a emitir por la Dirección General de Patrimonio Cultural y del Área de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid, la actuación se considera **COMPATIBLE** con el patrimonio histórico y cultural existente en la zona.

D] 2. Impactos en la fase de explotación

D] 2.1. Impactos sobre las aguas superficiales

a) Dinámica fluvial

En este caso, el indicador utilizado es el siguiente:

- Modificación o alteración de la dinámica fluvial

Como ya se ha indicado, se han planteado diferentes alternativas para el cruce de dos de los tres cursos fluviales presentes en el ámbito de actuación del proyecto:

- Río Jarama: cruce del cauce mediante hinca o acueducto
- Arroyo de La Vega: cruce por su parte inferior, marco sobre arroyo o tubería autoportante

a.1) Río Jarama

El trazado de la arteria norte cruza perpendicularmente, de este a oeste, el cauce del río Jarama, aguas abajo del cruce de dicho cauce por la R-2/M-50. Como alternativas de cruce de este cauce se plantean la realización de una hinca o un acueducto. Dado el valor ambiental del río Jarama, se ha desestimado el cruce del mismo mediante zanja entibada.

En la alternativa de cruce mediante hinca (alternativa no seleccionada), en caso de avería o rotura en la fase de operación, la necesidad de reparación o restitución obligaría al desbroce y eliminación total de la vegetación situada sobre el trazado del acueducto, así como desplazamientos de maquinaria pesada e importantes movimientos de tierra para descubrir la conducción. Este hecho afectaría gravemente a la vegetación circundante. Esta actuación debería acometerse con carácter de urgencia.

En la alternativa de cruce mediante acueducto (alternativa seleccionada), la luz de los vanos coincide con la del viaducto de la R-2/M-50, situado a unos 20 metros aguas arriba del paso de la arteria norte, de manera que se reduce al mínimo la afección al cauce debida a las pilas de la nueva estructura, al estar éstas alineadas con las del viaducto existente. En caso de avería o rotura en la fase de operación, la reparación se efectuaría en el propio acueducto, por lo que se no se alteraría el régimen hídrico del río Jarama.

Por estos motivos, se ha optado por considerar como alternativa más adecuada el cruce del cauce del río Jarama mediante la realización de un acueducto.

Respecto al cruce del arroyo de la Vega, se ha seleccionado la alternativa de tubería autoportante frente al cruce por su parte inferior y a la disposición del marco no solo por cuestiones constructivas de la fase de obras, sino también porque su disposición en aéreo evita la necesidad de actuar sobre el cauce en caso de avería, no afectándose al régimen hidráulico del cauce.

No se prevé ningún impacto negativo sobre la calidad de las aguas circulantes por dichos cursos fluviales.

En base a lo indicado, se valora la afección como **NO SIGNIFICATIVA** en el caso de las alternativas seleccionadas y MODERADAS en el caso de las alternativas no seleccionadas**.**

D] 2.2. Impactos sobre la vegetación

a) Ocupación permanente de suelos

En este caso, el indicador utilizado es el siguiente:

- Superficie de ocupación permanente de suelos

Una vez finalicen las obras, la explotación de la infraestructura no generará impactos adicionales sobre la vegetación existente. No obstante, resulta necesario mantener la banda de ocupación permanente libre de vegetación arbóreo/arbustiva por dos motivos:

- Permitir el acceso a la conducción para el mantenimiento de las instalaciones o reparaciones en caso de avería.
- Que las raíces profundas del arbolado no puedan dañar la conducción.

Como ya se ha indicado, las formaciones vegetales de mayor relevancia son las asociadas al cauce del río Jarama. Las dos alternativas de cruce planteadas deben analizarse en la fase de funcionamiento, puesto que ambas soluciones pueden generar afecciones sustancialmente distintas a la vegetación presente en el punto de cruce de la arteria norte:

- Como ya se ha indicado en el apartado anterior, en la alternativa de cruce mediante hinca, en caso de avería o rotura en la fase de operación, la necesidad de reparación o restitución obligaría al desbroce y eliminación total de la vegetación situada sobre el trazado del acueducto, así como desplazamientos de maquinaria pesada e importantes movimientos de tierra para descubrir la conducción. Este hecho afectaría gravemente a la vegetación circundante.
- En la alternativa de cruce mediante acueducto, la escasa anchura del tablero permitiría la restauración de la vegetación bajo la estructura del acueducto, por lo que el daño generado en la fase de obras puede considerarse temporal y a corto/medio plazo. Además, en caso de

avería o rotura en la fase de operación, la reparación se efectuaría en el propio acueducto, por lo que se reducirían de manera muy notable los daños generados sobre la vegetación riparia.

Por estos motivos, se ha optado por considerar como alternativa más adecuada el cruce del cauce del río Jarama mediante la realización de un acueducto.

Por último, indicar que las bandas de ocupación temporal y permanente, y como se describirá posteriormente, se establece como medida necesaria su restauración con especies herbáceas, arbóreas y arbustivas con especies autóctonas.

El impacto en la fase de explotación derivado de la ocupación del suelo por la nueva conducción se puede caracterizar como negativo, directo, permanente, a corto plazo, simple, irreversible e irrecuperable, y de magnitud **COMPATIBLE**.

D] 2.3. Impactos sobre la fauna

En este caso, el indicador utilizado es el siguiente:

- Modificación de los biotopos presentes en el entorno de la toma

No se prevé ninguna afección sobre la fauna del entorno de la zona de actuación como consecuencia de la afección a biotopos, ya que la explotación de la arteria norte no generará molestias o ruidos, ni actuará como elemento barrera para los desplazamientos de fauna.

Por tanto, el impacto sobre la fauna derivado de la explotación de la arteria norte se considera **INEXISTENTE**.

D] 2.4. Impactos sobre el paisaje

a) Presencia de la infraestructura

En este caso, el indicador utilizado es el siguiente:

- Presencia de infraestructuras visibles

Durante la fase de funcionamiento, la conducción no resultará visible, dado su carácter soterrado. No obstante, el proyecto contempla alternativas de cruce del río Jarama y arroyo de La Vega que se proyectan en aéreo, y que por tanto serán visibles:

En el caso del cruce del río Jarama, la alternativa de cruce mediante acueducto (seleccionada) será visible, mientras que de haberse seleccionado la alternativa de cruce mediante hinca, no existirían elementos en superficie. No obstante, se considera que la afección paisajística producida por la presencia del acueducto es muy baja, dado que se sitúa a unos 20 metros del viaducto de la R-2/M-50, y dispone sus pilas alineadas a las de dicho viaducto.

Por estos motivos, se ha optado por considerar como alternativa más adecuada el cruce del cauce del río Jarama mediante la realización de un acueducto.

En el caso del cruce del arroyo de La Vega, puede realizarse un análisis similar, ya que la tubería autoportante que se propone como solución cruza el arroyo unos 70 metros aguas abajo del cruce de dicho cauce por la R-2. En todo caso, el cruce del arroyo de La Vega se efectúa en un entorno mucho más degradado, y de muy baja calidad paisajística.

El proyecto no requiere de conexiones a líneas eléctricas que requieran de tendidos eléctricos aéreos o soterrados, por lo que no se generarán afecciones paisajísticas en este sentido.

Por ello, el impacto visual del proyecto en la fase de explotación se puede caracterizar como negativo, directo, permanente, a corto plazo, simple, irreversible e recuperable, y de magnitud **COMPATIBLE**.

D] 2.5. Impactos sobre figuras de protección

a) *Modificación de la calidad ambiental de los espacios protegidos*

En este caso, el indicador utilizado es el siguiente:

- Modificación de las condiciones naturales de los espacios protegidos

El trazado de la arteria norte atraviesa el espacio de la Red Natura 2000 denominado ZEC *"Cuencas de los ríos Jarama y Henares"* (código ES3110001). El tramo situado dentro de este espacio protegido tiene una longitud de unos 300 m y se encuentra entre el P.K. 0+850 y 1+150 aproximadamente.

En el diseño del trazado de la conducción a su paso por este espacio Red Natura se ha tenido en cuenta su proximidad a la R-2/M-50, priorizando de este modo la menor afección posible a este espacio.

Por todo ello, el cruce de la arteria norte mediante acueducto del espacio de la Red Natura 2000 denominado ZEC *"Cuencas de los ríos Jarama y Henares"* es **COMPATIBLE** con los valores ambientales que motivaron su declaración.

D] 2.6. Impactos sobre el medio socioeconómico

a) *Explotación de la red*

En este caso, el indicador utilizado es el siguiente:

- Beneficios de la explotación de la red

La explotación de la arteria norte permitirá el correcto abastecimiento a los nuevos desarrollos contemplados por el Plan Especial del Sistema Aeroportuario Madrid-Barajas, aprobado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Comunidad de Madrid en septiembre de 2005, y al sistema aeroportuario en general, garantizando así un correcto suministro de agua potable a la totalidad del aeropuerto.

Por tanto, se considera que el impacto del proyecto en la fase de explotación sobre la población será **POSITIVO**.

D] 2.7. Impactos sobre el cambio climático

Como ya se ha indicado, la ejecución de la arteria norte viene motivada por la necesidad de garantizar el suministro de agua potable al aeropuerto. La entrada en funcionamiento de la nueva arteria no lleva aparejada la emisión de gases de efecto invernadero (fundamentalmente dióxido de carbono y metano), que son los causantes del cambio climático. Por tanto, el funcionamiento de la nueva arteria norte no generará efectos sobre el cambio climático.

D] 3. Impactos en la fase de cese de explotación

En el presente proyecto no se contempla la fase del cese de la explotación

E] MEDIDAS PROPUESTAS

Las medidas correctoras, son aquellas que pretenden eliminar, minimizar, o compensar los efectos ambientales negativos de los impactos ambientales que generan el proyecto o su funcionamiento.

De forma más específica se pueden distinguir tres tipos de medidas:

1. **Preventivas y protectoras.** Este tipo de medidas serán las aplicables sobre la actividad, ya que modificando las características de la actuación se puede disminuir la agresividad de la misma, o bien sobre la variable o variables potencialmente alteradas, al objeto de reducir su fragilidad. Las medidas incluidas en este grupo, evitarán la aparición del impacto o disminuirán su intensidad a priori, por lo que deberán adoptarse previamente a la aparición del mismo.

2. **Correctoras**. Se corresponde con aquellas medidas para minimizar o corregir los impactos ya originados, en un intento de recuperar el estado inicial o, al menos, disminuir la magnitud del efecto.

3. **Compensatorias**. Serán las dirigidas a compensar el efecto negativo de la acción mediante la generación de efectos positivos, aprovechando las potencialidades del entorno para acometer trabajos de mejora del medio natural, mediante acciones no necesariamente relacionadas con los impactos que se han provocado.

En siguientes apartados se presentarán las medidas protectoras, correctoras y compensatorias, así como aquellas incluidas en proyecto, las cuales se expondrán específicamente en el apartado correspondiente. Es preciso indicar que estas medidas han sido tenidas en cuenta en la valoración de impactos desarrollada en el apartado anterior.

E] 1. Medidas protectoras y correctoras

E] 1.1. Medidas contempladas en el proyecto

Como principales medidas preventivas y correctoras incorporadas en el proyecto cabe indicar las siguientes:

Calidad del aire

- Se tomarán medidas para reducir o evitar la emisión de partículas y polvo producidas durante el movimiento de tierras y la circulación de vehículos, tales como el regado de caminos y zonas de excavación, tapado de las bañeras de los camiones cuando estos transporten materiales finos, y la limpieza de los lechos de polvo que se generen en la obra.
- La maquinaria deberá funcionar correctamente y contar con los mantenimientos correspondientes al día. Además, deberá disponer del correspondiente marcado CE según la *Directiva 2000/14 de Ruido ambiental*, que garantice que los ruidos emitidos están dentro de los admitidos por la legislación

Edafología

- En las áreas auxiliares no se permitirá el cambio de aceite ni el mantenimiento de la maquinaria en la obra, y en el caso de disponer de grupo electrógeno, éste se colocará sobre una superficie impermeabilizada para evitar derrames accidentales sobre el suelo.
- Está previsto que la mayor parte de los materiales de excavación sean utilizados para las labores posteriores de restauración del terreno afectado por las obras. Se prevé que habrá excedentes del volumen de tierra extraído para la instalación del dado de hormigón que protege la tubería, y que serán llevados a vertedero. No obstante, la posibilidad de reutilización total o parcial de los materiales extraídos en obra dependerá de la idoneidad de los mismos para dicha reutilización.
- La tierra vegetal extraída, que procederá mayoritariamente de la zona de ocupación permanente de las conducciones, se almacenará separada del resto de materiales estériles extraídos en montículos o cordones, sin sobrepasar la altura máxima de 2 m, con el fin de evitar la pérdida de sus propiedades orgánicas y bióticas. Posteriormente, será aplicada en

la recuperación e integración ambiental de las áreas afectada por las obras de la nueva conducción

Hidrología

- La única generación de aguas residuales durante el desarrollo de los trabajos, son las generadas por el aseo de los trabajadores. Para ello, se dispondrá de un inodoro químico durante todas las fases de construcción, prohibiendo la instalación de fosas sépticas y el vertido al terreno.

Gestión de residuos

- Los materiales inertes sobrantes de la obra se gestionarán de acuerdo con el Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición de la Obra, que se elaborará según lo establecido en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid* y la *Orden 2726, de 16 de julio de 2009, por la que se regula la gestión de los residuos de los RCDs de la Comunidad de Madrid*.
- Se realizará una correcta gestión y una adecuada retirada de los residuos peligrosos, mediante por un transportista autorizado, y se tendrá en cuenta lo establecido en la *Ley 22/2011 de 28 de julio de residuos y suelos contaminados*, el *Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988 de 20 de julio*, y la *Ley 5/2003 de 20 de mayo, de Residuos de la Comunidad de Madrid*, para no ocasionar ningún tipo de deterioro ambiental.
- Se priorizará la prevención en su generación y la segregación de cada uno de los tipos de residuos generados. Todos los residuos serán entregados a gestores autorizados priorizando aquellos cuya gestión posterior sea la valorización de los residuos sobre la eliminación de los mismos.
- Para su almacenamiento se contará con un punto limpio en los que se colocarán contendedores adecuados e identificados para cada tipo de residuos. Se dispondrá también de una balsa para el lavado de canaletas de hormigón.
- El proyecto constructivo incluirá un Plan de Gestión de Residuos, en el que se definirá en detalle el sistema de separación en origen de los residuos y su destino final, dando prioridad a la reutilización, reciclado o valorización frente al vertido.

E] 1.2. Medidas adicionales propuestas

a) Atmósfera: calidad del aire y ambiente sonoro

Fase de Construcción

a.1) Minimización de emisiones de contaminantes y ruido

En cuanto a la contaminación del aire, y con objeto de atenuar en lo posible las emisiones de contaminantes atmosféricos durante la fase de construcción, se exigirá a toda la maquinaria de obra que disponga de las certificaciones CE y de los documentos ITV en vigor.

a.2) Minimización de emisiones de polvo

En la fase de obras, para evitar las molestias generadas por el polvo, así como los daños que pudiera ocasionar sobre la vegetación, se exigirá que los camiones que transporten materiales susceptibles de producir polvo lleven lonetas u otros sistemas de protección, y se minimizará el levantamiento de polvo en las operaciones de carga y descarga de materiales mediante riegos periódicos durante el periodo de circulación de los vehículos.

Se adecuará la velocidad de circulación de los vehículos por los caminos y zonas de tierra (nunca por encima de 20 km/h en caminos) y se establecerá una adecuada planificación de los desplazamientos, limitándose a las áreas estrictamente necesarias.

En las parcelas de acopio de materiales se evitará el apilamiento de materiales finos en zonas desprotegidas del viento para evitar el sobrevuelo de partículas.

Asimismo, siempre que resulte necesario, se procederá al riego parcelas de acopio de material, zonas de movimiento de maquinaria y caminos, a fin de disminuir el levantamiento de polvo.

a.3) Minimización de emisiones acústicas

Con el fin de atenuar el ruido producido durante la ejecución de las obras, se procederá a la utilización de maquinaria que cumpla los valores límite de emisión de ruido establecido por la normativa (*Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre*, y en su modificación por el *Real Decreto 524/2006, de 28 de abril*).

Se limitará la velocidad a los vehículos que circulen por el camino de acceso a la zona de actuación y por las calles próximas a la zona de viviendas.

Se controlarán los niveles acústicos en obra, mediante supervisión y buen mantenimiento de los equipos y maquinaria a emplear.

Para disminuir el nivel de ruido y vibraciones se seleccionarán los procedimientos operativos y de las máquinas teniendo en cuenta el nivel de ruido emitido y se prohibirá el uso de sirenas, cláxones y otros medios sonoros de señalización, a excepción de aquellas labores en las que sea necesario para evitar riesgos de accidente.

Se deberá controlar y exigir a todos los vehículos que realicen trabajos dentro de la obra que tengan al día la documentación relativa a ITV, registro de mantenimiento, Certificado CE ruido según *Directiva 98/37/CE* y *Directiva 2000/14/CE*. Además, no se deberá descargar el material desde altura, especialmente si es grueso.

b) Edafología

Fase de Construcción

b.1) Minimización de la compactación del terreno

El acceso de la maquinaria a la zona de obras se realizará, en la medida de lo posible, sobre los viales y caminos existentes, reduciéndose la apertura de nuevos accesos temporales a los previstos en proyecto. Posteriormente, en caso de que esto resulte necesario, se realizará una adecuada restauración de los mismos una vez finalizadas las obras.

El paso de la maquinaria pesada se restringirá a los caminos señalados para ello, y se impedirá su tránsito por otras zonas, para evitar la compactación y degradación de los suelos fuera de la zona acotada.

b.2) Protección y conservación del suelo

Previamente a las labores de explanación o excavación, se retirará, almacenará y conservará la tierra vegetal para su uso posterior en labores de restauración.

Se realizará la retirada selectiva del material superficial de tierra vegetal que, por sus características físicas, químicas y biológicas, se considere utilizable. Se manejará de la siguiente manera con el objetivo de que no se destruya este recurso natural:

- La retirada de la capa superior se realizará de manera específica y por separado, con respecto a otras capas de tierras estériles y no aprovechables, vigilando la aparición de horizontes no aprovechables a menor profundidad.
- La excavación para extraer la tierra vegetal se efectuará a la profundidad que determine el horizonte A superior. No obstante, se recomienda un máximo de 30 cm.
- Las rutas de la maquinaria serán planificadas de modo que no se circule sobre terrenos en los que no se ha retirado la capa de tierra vegetal, de manera que se evite su deterioro por compactación.

Su acopio y conservación se realizará de forma adecuada para prevenir su deterioro. El acopio se llevará a cabo de la siguiente forma:

- Acopio de la tierra vegetal a lo largo del tramo de excavación en los lugares elegidos, de forma que no interfiera el normal desarrollo de las obras.

  - Se hará formando caballones o artesas (de sección trapezoidal) cuya altura no excederá de 1,5 m, con objeto de facilitar su aireación y evitar la compactación.
  - Se evitará el paso de los camiones de descarga por encima de la tierra apilada.
  - Se harán ligeros ahondamientos en la capa superior de la artesa o caballón, a fin de evitar el lavado del suelo por la lluvia y la deformación de sus laterales por erosión, facilitando al mismo tiempo los tratamientos que hubieren de aplicarse.

- Se humectará la tierra acopiada para que no se desarraiguen las especies vegetales herbáceas. Estas labores se realizarán con una periodicidad que permita mantener el nivel de humedad adecuado, en función de las condiciones meteorológicas. Con ello se evita realizar enmiendas del terreno y semillado.
- La tierra vegetal y los materiales estériles se acopiarán por separado para evitar contaminaciones y confusiones en el tratamiento a cada uno de ellos.
- Los materiales estériles se utilizarán para rellenar la zanja de las conducciones.
- El relleno de la zanja y el extendido de tierra vegetal se realizarán paralelamente a los trabajos de instalación de las tuberías.
- El acopio temporal de la excavación deberá realizarse, siempre que sea posible, sobre la parcela de ocupación de las obras, evitando la afección en terrenos colindantes.

b.3) Limitación de las actividades a desarrollar en las zonas auxiliares

La maquinaria que se vaya a utilizar durante la ejecución de las obras será revisada, con objeto de evitar pérdidas de lubricantes, combustibles, etc. Los cambios de aceites, reparaciones y lavados de la maquinaria, se realizarán externamente en talleres autorizados; únicamente en el supuesto de que fuera necesario realizarlos *in situ* de forma ocasional, se llevarán a cabo en zonas destinadas a ello, en las que no existirá riesgo de contaminación de los suelos.

En aquellas áreas en las que se lleve a cabo el suministro de combustible a maquinaria, o se disponga de tanques para la alimentación de grupos electrógenos, los depósitos utilizados deberán ser homologados, y contar con cubetos de contención o medidas preventivas equivalentes que garanticen la contención de posibles fugas de los depósitos. Asimismo, los puntos de suministro de combustible deberán dotarse de una lámina impermeable situada bajo la capa de tierra, de forma que se evite la infiltración de derrames o goteos propios de las operaciones de repostaje.

En cuanto al lavado de canaletas de hormigón, no se podrán realizar directamente sobre suelo o terreno natural, para ello se habilitará en las zonas auxiliares balsas de decantación dotadas de material impermeable.

b.4) Gestión de residuos

El Proyecto Constructivo incluirá un Plan de Gestión de Residuos, donde se detalle la gestión que se realizará de todos los residuos generados en la obra. El plan será redactado de acuerdo a lo establecido en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de residuos de la Comunidad de Madrid*, el *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*, y la *Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid*.

En el plan se definirá el sistema de separación en origen de los residuos y su destino final, dando prioridad a la reutilización, reciclado o valorización frente al vertido, tal y como establece la normativa. Asimismo, se incluirá un protocolo de intervención para las situaciones de emergencia con riesgo ambiental asociado, derivadas de episodios accidentales de contaminación (vertidos, derrames, etc.), incluyendo la formación del personal participante en las obras.

Para su almacenamiento se contará con un punto limpio con los contenedores adecuados e identificados para cada tipo de residuos. Se dispondrá también de una balsa para el lavado de canaletas de hormigón. Las características de este punto limpio serán las siguientes:

- Los residuos peligrosos se depositarán sobre cubetos de retención impermeabilizados y apropiados a su volumen. Además, deberán de estar protegidos de la lluvia.

- Todos los productos envasados que tengan carácter de residuo peligroso deberán estar convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y el pictograma normalizado de peligro.
- Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.
- Los residuos se depositarán en el lugar destinados a los mismos conforme se vayan generando, y se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.

Los residuos generados durante la construcción caracterizados como inertes se gestionarán de acuerdo con los principios que establece el *Plan Regional de Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid 2006-2016*, en especial con la priorización de la gestión: prevención, reutilización, reciclado, valorización y vertido. En todo caso, se dará cumplimiento a la *Orden 2690/2006 de 28 de julio, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio*

Se tendrá en cuenta que los residuos contaminantes procedentes de la obra, principalmente grasas y aceites, derrames de hidrocarburos u otros compuestos químicos complejos, asociados al mantenimiento y funcionamiento de la maquinaria, son considerados residuos peligrosos, aplicándose a este respecto la legislación vigente relativa a la materia para su gestión.

En el supuesto de que, accidentalmente, se produjera algún vertido de materiales o residuos tóxicos, se procederá a su recogida junto con la parte afectada de suelo para su posterior gestión como residuos peligrosos. En caso de que esto sucediera, se atenderá a lo establecido en la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, y* en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid*, y en el *Decreto 326/1999, de 18 de noviembre, por el que se regula el régimen jurídico de los suelos contaminados de la Comunidad de Madrid,* con especial atención en lo referente a la separación en origen de los mismos y a las autorizaciones necesarias para los gestores e inscripción en los registros para gestión y transporte. Los aceites usados se gestionarán de conformidad con lo dispuesto en el *Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de aceites industriales usados.*

Igualmente, todos los residuos provenientes de las actuaciones sobre la vegetación deberán ser retirados y gestionados adecuadamente, dando cumplimiento a la normativa, y, en su caso, se depositarán en vertederos debidamente autorizados por el órgano ambiental de la Comunidad de Madrid.

Una vez finalizadas las obras, se procederá a la retirada de todos los residuos que se hubieran generado. En ningún caso se crearán escombreras ni se abandonarán materiales de construcción u otros restos en los aledaños de las obras.

c) Hidrología

Fase de Construcción

c.1) Condiciones de cruce del río Jarama

En las obras de cruce del río Jarama, se deberá reducir al mínimo imprescindible la anchura de la banda de ocupación temporal, con el fin de afectar solamente al terreno estrictamente necesario.

c.2) Condiciones de cruce de cauces

En aquellos tramos de la conducción cuya traza discurre en las proximidades del cauce del río Jarama y de los arroyos de La Vega y Las Zorreras, los acopios de materiales, así como los acopios de tierra vegetal o sobrantes de obra, se situarán en zonas donde no puedan ser arrastrados por la escorrentía superficial del terreno.

En los dos puntos de cruce de cauces, se adoptarán medidas para evitar el arrastre de tierras de la zona de obras aguas abajo del punto de actuación mediante parapetos o barreras de sedimentos. En este sentido, se estudiará en función de la posición de los acopios, la colocación de balas de paja o soluciones funcionalmente equivalentes en aquellos puntos en los que se actúe a menos de 20 metros de cauces.

c.3) Limitación de las actividades a desarrollar en las zonas auxiliares

Se contará con un adecuado tratamiento de los efluentes originados en los consumos de agua de uso higiénico, mediante cabinas de WC químicas, para lo cual se dispondrá de la autorización pertinente, emitida por el órgano competente. En todo caso, se recomienda el no vertido de los efluentes al terreno, debiéndose contemplarse, siempre que sea posible, su retirada mediante camiones cisterna.

c.4) Autorizaciones administrativas

Toda actuación que se realice en Dominio Público Hidráulico deberá contar con la preceptiva autorización de este Organismo.

En ningún caso se autorizarán dentro del Dominio Público Hidráulico la construcción montaje o ubicación de instalaciones destinadas albergar personas, aunque sea con carácter provisional o temporal, de acuerdo con lo establecido en el artículo 77 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico.

Se han de respetar las servidumbres de 5 m de anchura de los cauces públicos, según establece el artículo 6 del *Real Decreto Legislativo 1/2001*.

Toda actuación que se realice en la zona de policía de cualquier cauce público, definida por 100 m de anchura medidas conjuntamente y a partir del cauce, deberá contar con la preceptiva autorización de este Confederación, según establece la vigente legislación de aguas.

d) Vegetación y usos del suelo

Fase de Construcción

d.1) Restricción de la banda de ocupación temporal

Con carácter general, en aquellas zonas con presencia de arbolado se tratará de reducir la banda de ocupación al mínimo imprescindible, de forma que se reduzca la afección al arbolado.

Con carácter específico, el ancho de ocupación temporal se restringirá en el cruce del río Jarama. En esta zona, el ancho de ocupación permanente y temporal se limitará a 20 metros, salvo en aquellos puntos donde, con carácter excepcional, se requiera de una ocupación puntual mayor.

Con la aplicación de esta medida se calcula que se pasará de una ocupación inicial de unos 4.400 m^2 a unos 3.000 m^2 aproximadamente, evitándose la tala de unos 35 ejemplares, fundamentalmente de *Populus alba* y *Salix sp*.

d.2) Jalonamiento general

Al inicio de los trabajos se realizará un jalonamiento temporal y flexible de toda la zona de obras, mediante cinta señalizadora, para que la circulación de personal y maquinaria se restrinja a la zona acotada. Dicha zona se corresponderá con la superficie que resulte imprescindible para albergar temporalmente las instalaciones, materiales y equipos necesarios para el desarrollo de las obras, tales como casetas para el personal, aparcamiento de maquinaria y espacio para el acopio de materiales.

Con esta medida se prevé reducir posibles afecciones al medio colindante con el proyecto y reducir la zona de afección a la estrictamente necesaria para la ejecución del proyecto.

El paso de la maquinaria pesada se restringirá a los caminos señalados para ello, y se impedirá su tránsito por otras zonas, para evitar la compactación y degradación de los suelos.

En cualquier caso, la delimitación definitiva se realizará en la fase de replanteo del proyecto.

d.3) Protección del arbolado

Como primera medida, en el replanteo definitivo del proyecto se definirá en campo, y con mayor precisión, la traza de la conducción que discurre por las zonas más sensibles o con mayor densidad de arbolado en sus proximidades, de forma que se afecte al mínimo número de ejemplares arbóreos.

En el momento del replanteo se definirán los pies arbóreos que deben ser protegidos individualmente, ya sea en la zona de obras o en sus inmediaciones. Esta medida tendrá especial importancia en el cruce del río Jarama.

Se procederá a la protección de pies de arbolado en la zona de obras y en sus inmediaciones, que puedan verse afectados por las obras o el tránsito de vehículos de la propia obra. Para ello, se deberá forrar con tableros de madera el tronco del árbol hasta alcanzar, al menos, dos metros de altura. Con esta medida se quiere evitar posibles afecciones a los árboles por rozaduras y descortezamientos de los troncos y ramas.

En caso de que sea necesaria la poda de alguna rama de los ejemplares arbóreos más cercanos a las zonas a ocupar por las diferentes acciones del proyecto, ésta se realizará por personal especializado, evitando en todo caso el riesgo de desgarro de las partes del árbol que deben permanecer, así como los perfiles de corte que favorezcan la penetración de enfermedades. En relación a esto último, las heridas de poda además se tratarán para reducir posibles infecciones causantes de enfermedades.

d.4) Realización de trasplantes

El trasplante de árboles consiste en el cambio de su emplazamiento para que sigan desarrollándose con normalidad. La realización del trasplante de los ejemplares que resultan afectados por infraestructuras es una práctica habitual en la ejecución de obras.

Todo trasplante supone un trauma para la planta: pierde raíces y recibe una poda, en muchas ocasiones muy fuerte. Además, el cambio a su nueva ubicación también le afecta: otra situación de sol, sombra, tipo se suelo, viento, etc. Por este motivo, el trasplante de pies no debe hacerse sin sopesar previamente la conveniencia de realizarlo, tras analizar los costes y beneficios, los riesgos y las probabilidades de éxito.

Por este motivo, como medida se establece la necesidad de realizar un estudio de viabilidad de trasplante previo al inicio de las obras, una vez se determine con exactitud qué arbolado va a resultar afectado por las mismas. De esta manera, se consigue hacer una propuesta de ejemplares a trasplantar que atienda a criterios técnicos, teniendo en cuenta la casuística concreta que rodea a cada ejemplar: situación, especie, tamaño, edad, estado fitosanitario y vigor vegetativo, proximidad a otras ejemplares, etc. En base a estos aspectos, y de manera individualizada, se estimará la conveniencia o no de llevar a cabo el trasplante del arbolado afectado por la ejecución de las obras, siguiendo el siguiente planteamiento:

- El árbol es trasplantable sin que ello represente una merma importante de su valor, una disminución de su vida útil o un riesgo significativo, ni un coste prohibitivo: el árbol puede ser trasplantado.
- La viabilidad del trasplante del árbol está condicionada a una merma importante del valor del mismo, a una disminución de su vida útil o a un riesgo para el árbol que sí son significativos: el árbol no debe ser trasplantado.

d.5) Recuperación de la zona de instalaciones provisionales de obra

Una vez finalizadas las obras se procederá al desmantelamiento de las instalaciones auxiliares de obra y se retirarán los elementos extraños, extendiendo la tierra vegetal almacenada y recuperando la zona afectada en sus condiciones iniciales.

Las medidas de restauración que se contemplan sobre la superficie afectada por las zonas auxiliares (unos 4.000 m^2 en total) son las siguientes:

- Las zonas auxiliares se subsolarán o escarificarán unos 25 cm de profundidad, con el fin de descompactarlo y permitir su revegetación posterior.
- En las zonas auxiliares que no se sitúen sobre suelo agrícola, se procederá a la realización de siembras. La mezcla de semillas de herbáceas estará compuesta por semillas de siete especies herbáceas (mezcla de gramíneas y leguminosas). Se emplea tal número de especies con el fin de garantizar el éxito de la siembra. Las especies y porcentajes a emplear son los siguientes:
    - *Trifolium subterraneum*: 15%
    - *Agropyrum cristatum*: 15%
    - *Dactylis glomerata* (25%)
    - *Lolium perenne* (20%)

- *Medicago sativa* (15%)
- *Papaver sp.* (10%)

- La siembra se efectuará con sembradora montada en tractor de ruedas con la mezcla definida, a razón de 3,5 kg/a, incluido posterior paso de doble pasada de rodillo.

  Se sembrará preferiblemente en otoño, para aprovechar las lluvias otoñales, de forma que se produzca la germinación de las semillas, manteniéndose durante el invierno y teniendo otro crecimiento fuerte en primavera. De esta manera, al llegar de nuevo el período seco, los vegetales sembrados tienen ya un buen desarrollo, habiendo granado y, con ello, asegurado la persistencia de la cubierta.

  No obstante, dada la dinámica de las obras, también se contempla la posibilidad de efectuar siembras primaverales, aunque procurando que sean tempranas, para evitar que el déficit hídrico estival afecte a los vegetales sin haber tenido tiempo suficiente para su desarrollo.

  En todo caso, se deben interrumpir las siembras en el período comprendido entre finales de abril y mediados de septiembre.

- Posteriormente se llevará a cabo la plantación de ejemplares arbustivos de *Retama sphaerocarpa*, de 0,4-0,6 m de altura, en contenedor forestal de 1,7 L, en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 60x60x60 cm. La plantación se apoyará con abonado de fondo en el hoyo de plantación, formación de alcorque, colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego. La densidad de plantación será de 300 pies/ha., por lo que el número de ejemplares a plantar será de 120.

d.6) Recuperación de las bandas de ocupación temporal y terrenos sobre la conducción

En las bandas de ocupación temporal se efectuarán las mismas actuaciones de restauración que se contemplan para las zonas auxiliares. Estas actuaciones se llevarán a cabo sobre una superficie aproximada de 108.000 m^2, con una plantación de 3.240 ejemplares de *Retama sphaerocarpa* de las características indicadas anteriormente.

En las bandas de ocupación permanente (terrenos afectados por la apertura de la zanja para la colocación del dado de hormigón) se efectuarán las mismas actuaciones de restauración que se contemplan para las zonas auxiliares, salvo la plantación de ejemplares de *Retama sphaerocarpa*. Estas actuaciones se llevarán a cabo sobre una superficie aproximada de 32.000 m^2.

d.7) Recuperación del cruce del cauce del río Jarama

El acueducto contemplado para el cruce de río Jarama tiene una longitud de 276,29 m., si bien únicamente unos 200 m. se desarrollan sobre la vegetación riparia ligada al cauce. El resto del tramo de viaducto afectaría a terreno agrícola y de matorral.

En el tramo de conducción en el que se efectúa el cruce del río Jarama, en aquellas zonas que hayan sido desbrozadas de vegetación arbórea por necesidad de ocupación temporal para la ejecución de las obras (unos 2.200 m^2 aproximadamente)[1] se llevarán a cabo las siguientes labores de restauración:

- Laboreo mecanizado o manual: se llevará a cabo en aquellos terrenos que resulten compactados como consecuencia del tránsito y operación de la maquinaria, dejándolos en condiciones óptimas para su posterior siembra o cultivo. Este laboreo se efectuará mecánicamente en aquellos lugares en los que el movimiento del tractor no pueda afectar a la vegetación arbórea o arbustiva. En aquellos puntos en los que el movimiento del tractor pueda dañar dicha vegetación, se efectuará un rastrillado manual.

[1] Si bien la superficie arbolada que debe desbrozarse para la construcción del viaducto se estima en unos 3.000 m^2, 800 m^2 formarán parte de la propia ocupación del viaducto, por lo que no puedes ser objeto de restauración.

- Siembra de herbáceas: se llevará a cabo la siembra con las mismas especies y mismas condiciones a emplear en la restauración de las áreas auxiliares.
- Posteriormente se llevará a cabo la plantación de ejemplares arbóreos y arbustivos a raíz desnuda, en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 80x80x80 cm. para los ejemplares arbóreos y de 60x60x60 cm. para los ejemplares arbustivos. La plantación se apoyará con abonado de fondo en el hoyo de plantación, formación de alcorque, colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego.

  La densidad de plantación es de 525 pies/ha, distribuida como sigue:

Nombre científico	Nº plantas/ha	Nº plantas total	Presentación
Populus alba	100	22	14-16 CIR, a raíz desnuda
Populus nigra	50	11	14-16 CIR, a raíz desnuda
Salix alba	150	33	12-14 CIR, a raíz desnuda
Fraxinus angustifolia	75	16	100-125 cm, en C. de 10 L
Rubus ulmifolius	150	33	20-40 cm, en C de 1,7 L

Tabla 40 Densidad y presentación en plantación en el río Jarama

La distribución de la plantación se efectuará de la manera más naturalizada posible, preservando la vegetación existente, por lo que en ningún caso se realizarán desbroces o se eliminarán chirpiales o brinzales presentes para la introducción de la plantación propuesta. En todo caso, se priorizará la plantación de los ejemplares de *Salix alba* en las zonas más próximas al cauce, dejando para una segunda banda de plantación los ejemplares de *Populus alba* y *Pópulus nigra*, y finalmente, en las zonas más alejadas del cauce, los ejemplares de *Fraxinus angustifolia*. Los ejemplares de *Rubus ulmifolius* se repartirán de manera aleatoria por toda la superficie plantada.

Dada la humedad edáfica existente en la zona de plantación, únicamente se contempla el riego de plantación.

d.8) Recuperación de los cruces de los arroyos de La Vega y Las Zorreras

La restauración de los cruces de los arroyos de La Vega y Las Zorreras (550 m^2 aproximadamente) se llevará a cabo mediante la realización de las siguientes actuaciones:

- Laboreo mecanizado o manual: se llevará a cabo en aquellos terrenos que resulten compactados como consecuencia del tránsito y operación de la maquinaria, dejándolos en condiciones óptimas para su posterior siembra o cultivo. Este laboreo se efectuará mecánicamente en aquellos lugares en los que el movimiento del tractor no pueda afectar a la vegetación arbórea o arbustiva. En aquellos puntos en los que el movimiento del tractor pueda dañar dicha vegetación, se efectuará un rastrillado manual.
- Siembra de herbáceas: se llevará a cabo la siembra con las mismas especies y mismas condiciones a emplear en la restauración de las áreas auxiliares.
- Posteriormente se llevará a cabo la plantación de ejemplares arbustivos a raíz desnuda, en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones de 60x60x60 cm.

  La densidad de plantación es de 400 pies/ha, distribuida como sigue:

Nombre científico	Nº plantas/ha	Nº plantas total	Presentación
Phragmites australis	125	7	0.4-0.6 h, en alveolo forestal
Scirpus holoschoenus	125	7	0.4-0.6 h, en alveolo forestal
Rubus ulmifolius	200	11	20-40 cm, en C de 1,7 L

Tabla 41 Densidad y presentación en plantación en los cruces de los arroyos de La Vega y Las Zorreras

La distribución de la plantación se efectuará de la manera más naturalizada posible, preservando la vegetación existente, por lo que en ningún caso se realizarán desbroces o se eliminarán chirpiales o brinzales presentes para la introducción de la plantación propuesta.

Dada la humedad edáfica existente en la zona de plantación, únicamente se contempla el riego de plantación.

d.9) Otras medidas a adoptar

Se evitará la deposición del excedente de tierras sobrantes o de tierra vegetal sobre zonas con vegetación, ciñéndose a zonas desnudas presentes en el entorno de obra.

Dado el riesgo de incendio que presenta la zona, durante la construcción de la obra se prestará especial atención a las actividades potencialmente más peligrosas, como los desbroces y las soldaduras. Se dispondrá de equipos adecuados de extinción de incendios a pie de obra, en los lugares en que se realicen este tipo de operaciones u otras operaciones con riesgo.

d.10) Autorizaciones administrativas

La eliminación del arbolado que resulte afectado y que se sitúe dentro de suelo urbano deberá realizarse conforme a lo establecido en la *Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid.*

En caso de ser necesaria la corta de árboles o arbustos situados en suelo forestal, se solicitará la correspondiente licencia de corta y aprovechamiento como exige la *Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid*.

e) Fauna

Fase de Construcción

e.1) Minimización de las molestias a la fauna

Para evitar que los animales puedan quedar atrapados en las tuberías durante la fase de construcción, los extremos libres serán cerrados al final de cada jornada. Se revisará la zanja todas las mañanas en previsión de encontrar individuos atrapados.

f) Medio Socioeconómico

Fase de Construcción

f.1) Minimización de las molestias a la población y riesgo de accidentes

Durante la construcción y explotación de la nueva conducción, se asegurará la continuidad de los servicios existentes, carreteras nacionales, autonómicas y locales, ferrocarril, así como los caminos y vías de menor importancia.

En caso de que, por exigencias técnicas, las obras supongan cortes de cualquier tipo de suministro directo se deberán realizar en horas de menor afección y con aviso previo, disponiendo en todo caso de los pertinentes permisos.

Siempre que sea necesario, se procederá a realizar la limpieza de los neumáticos de los camiones y maquinaria de obra cada vez que estos salgan de la zona de obras, al objeto de que no se deposite barro en las calzadas de las vías de acceso.

g) Patrimonio histórico, arqueológico y cultural

Fase de Construcción

g.1) Control arqueológico en obra

Para garantizar la protección de los yacimientos arqueológicos que pudieran existir en la zona, se realizarán trabajos de seguimiento arqueológico en las zonas donde se realicen labores de despeje y desbroce, se establezcan instalaciones auxiliares o se realicen movimientos de tierra, para lo cual se contará con la presencia del personal idóneo requerido durante las obras.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, en el proyecto constructivo se tendrán en cuenta las medidas protectoras y correctoras que establezcan las directrices y prescripciones que la Dirección General de Patrimonio Histórico pudiera establecer.

g.1) Vías Pecuarias

Durante la realización de las distintas fases de la obra y en relación al uso de dominio público pecuario se estará a lo dispuesto en la *Ley 8/98, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid*.

E] 2. Medidas compensatorias por la disminución de suelo forestal

De acuerdo con lo establecido en el artículo 43 de la Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la naturaleza de la Comunidad de Madrid,

> *"Sin perjuicio de lo dispuesto en la legislación urbanística y sectorial, toda disminución de suelo forestal por actuaciones urbanísticas y sectoriales deberá ser compensada a cargo del promotor mediante la reforestación de una superficie no inferior al doble de la ocupada.*
>
> *Cuando la disminución afecte a terrenos forestales arbolados, con una fracción de cabida cubierta superior al 30 por 100, la compensación será, al menos, el cuádruple de la ocupada."*

Cabe indicar que, de los 6.200 m. de la conducción, únicamente 338 m. discurren sobre suelo forestal. El resto del trazado de la arteria norte se proyecta sobre suelo agrícola o incluido dentro de las instalaciones del propio Sistema General Aeroportuario.

Teniendo en cuenta que se tomará una banda de 6 m de ancho centrados en el eje de la arteria a lo largo de toda la traza, salvo en el tramo del acueducto de cruce del río Jarama[2], donde la anchura del mismo es de 3,90 m., la superficie forestal afectada es la siguiente:

- 800 m^2 de superficie forestal en el tramo de cruce del acueducto del río Jarama, con una fracción de cabida cubierta superior al 30%.
- 828 m^2 de superficie forestal, localizada al inicio de la arteria norte, con una fracción de cabida cubierta inferior al 30%

Por tanto, como compensación por la disminución de superficie forestal, se debe proceder a la plantación de una superficie de 4.856 m^2. Los terrenos en los que se debe llevar a cabo esta plantación serán los que determine el órgano ambiental.

Se propone la plantación de ejemplares arbóreos de *Quercus ilex* en C. 3,5 L, y 100-125 cm. de altura, en cepellón, en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 80x80x80 cm. La densidad de plantación es de 150 pies/ha, por lo que el número total de ejemplares a plantar será de 73.

La plantación se apoyará con abonado de fondo en el hoyo de plantación, formación de alcorque, colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego.

La distribución de la plantación se efectuará de la manera más naturalizada posible, preservando la vegetación existente, por lo que en ningún caso se realizarán desbroces o se eliminarán chirpiales o brinzales presentes para la introducción de la plantación propuesta.

Durante los dos años posteriores a la plantación se efectuará una serie de riegos de mantenimiento repartidos desde el inicio hasta el final de la época estival (junio - septiembre) para ayudar a las plantas a superar el estrés hídrico hasta la llegada de la época de lluvias.

Las dotaciones de los riegos serán tales que no se produzcan escorrentías apreciables, en todo caso se han de evitar el desplazamiento superficial de las semillas y materiales, así como el descalzamiento de las plantas jóvenes.

Durante el año se realizarán al menos cuatro (4) en las superficies plantadas, con especial incidencia en los meses con déficit hídrico. La dotación de estos riegos será de: 50 litros por ejemplar.

[2] De los 276,29 m. de longitud del acueducto, únicamente unos 200 m. afectan a terreno forestal.

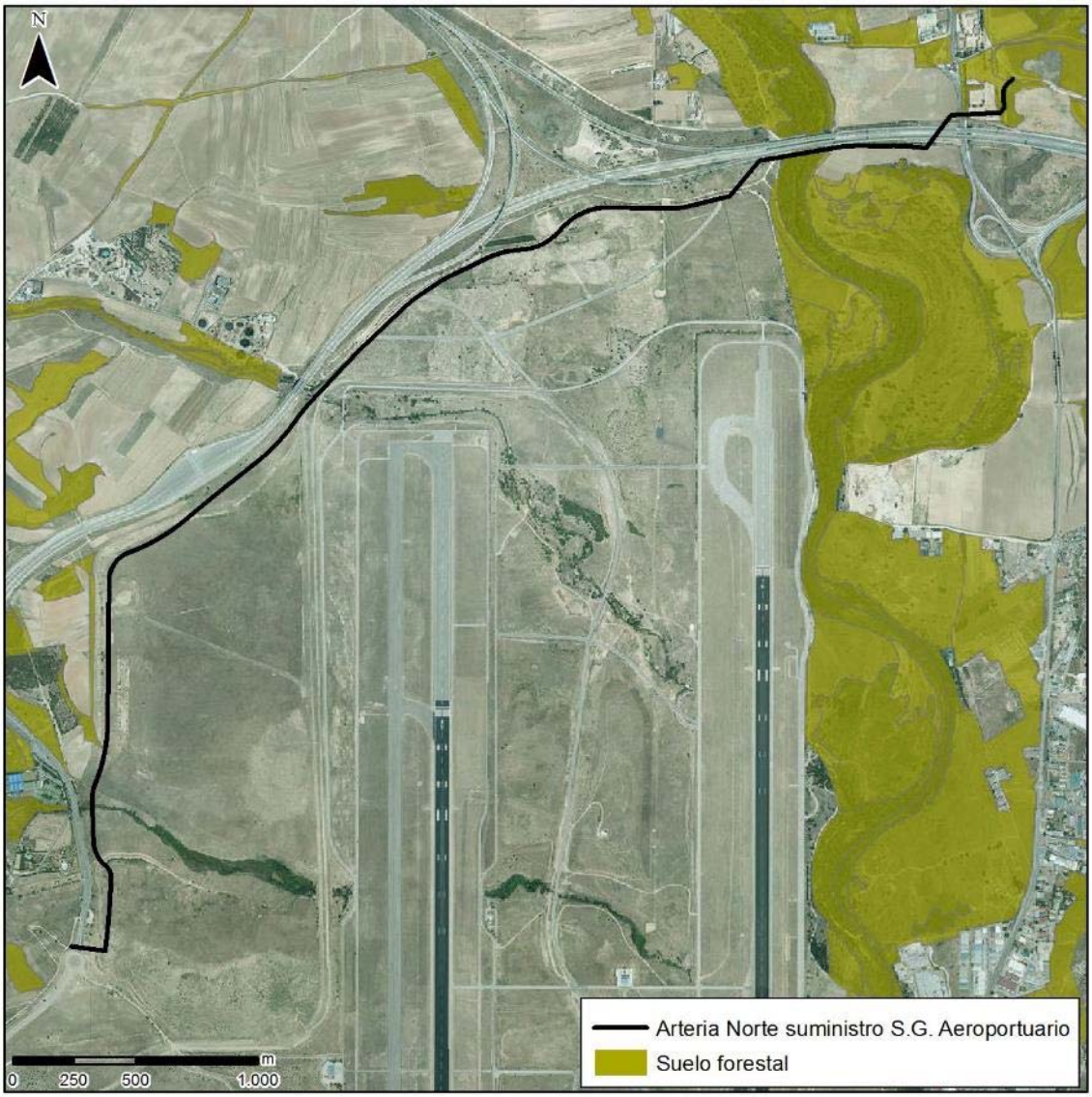


Imagen 138: Suelo Forestal. Fuente: visor de cartografía ambiental de la Comunidad de Madrid

E] 3. Presupuesto de las medidas propuestas

La valoración económica estimada de las medidas recogidas en el presente Documento Ambiental se refleja en el siguiente cuadro. No se han recogido aquellas medidas que se engloban dentro de algunas de las unidades de obra contempladas en el proyecto, como por ejemplo la instalación de punto limpio, retirada y acopio de tierra vegetal, etc.:

Unidades	Descripción	Medición estimada	Precio unit. (€)	Coste estimado (€)
MEDIDAS PREVENTIVAS / CORRECTORAS				
Ud	Elaboración de estudio de viabilidad de trasplante de los ejemplares arbóreos afectados por las obras	1,00	2.000	2.000,00
m.l.	Jalonamiento temporal para la protección perimetral de áreas de interés ambiental en zona de obra, compuesto por redondos de ferralla y cinta de plástico bicolor completamente instalado, incluyendo mantenimiento hasta final de las obras y retirada	17.500.00	0,71	12.425,00
ud	Protección individualizada de los ejemplares arbóreos, a base de entablado del tronco de 2m de altura, cosido con alambre de atar, cada 20 cm, incluidas herramientas y medios auxiliares	120,00	50,00	6.000,00
mes	Riego obra	12,00	4.500	54.000,00
m.l	Colocación de balas de paja en aquellos puntos donde la obra se sitúe a menos de 20 metros del cauce del rio Jarama y arroyos de La Vega y Las Zorreras	200,00	4,80	960,00
P.A.	Realización de trasplantes de ejemplares arbóreos para los que el estudio de viabilidad de trasplante determine su idoneidad			5.000,00
m^2	Subsolado con una profundidad de 25 cm de la superficie destinada a zonas auxiliares	146.200,00	0,03	4.386,00
m^2	Siembra efectuada con sembradora montada en tractor de ruedas con la mezcla definida, a razón de 3,5 kg/a, incluido posterior paso de doble pasada de rodillo	146.200,00	0,04	5.848,00
Ud.	Plantación de *Retama sphaerocarpa*, de 0,4-0,6 m de altura, en contenedor forestal de 1,7 L, en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 80x80x80 cm. y densidad de 300 pies/ha. Incluye abonado de fondo y colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego.	120,00	8,15 €	978,00 €
Ud.	Plantación de *Fraxinus angustifolia* en contenedor de 10 L, y 100-125 cm. de altura, en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 80x80x80 cm. y densidad de 75 pies/ha. Incluye abonado de fondo y colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego.	16,00	22,15 €	354,40 €
Ud.	Plantación *de Populus alba*, de 10-12 CIR, a raíz desnuda, plantado con una densidad de 100 pies/ha en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 80x80x80 cm. Incluye abonado de fondo y colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego.	22,00	20,10 €	442,20 €

Ud.	Plantación de *Populus nigra*, de 10-12 CIR, a raíz desnuda, plantado con una densidad de 50 pies/ha en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 80x80x80 cm. Incluye abonado de fondo y colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego.	11,00	13,94 €	153,34 €
Ud.	Plantación de *Salix alba*, de 10-12 CIR, a raíz desnuda, plantado con una densidad de 150 pies/ha en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 80x80x80 cm. Incluye abonado de fondo y colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego.	33,00	19,40 €	640,20 €
Ud.	Plantación de *Rubus ulmifolius*, de 20-40 cm., en contenedor de 1,7 L, plantado con una densidad de 150 pies/ha en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 60x60x60 cm. Incluye abonado de fondo y colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego.	44,00	8,60 €	378,40 €
Ud	Plantación de Phragmites australis, de 0.4-0.6 h, en alveolo forestal, plantado con una densidad de 50 pies/ha.	7,00	7,60 €	53,20 €
	Plantación de Scirpus holoschoenus, de 0.4-0.6 h, en alveolo forestal, plantado con una densidad de 250 pies/ha.	7,00	7,63 €	53,41 €
	Gestión de residuos (1)			
TOTAL MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS				**93.672,15 €**
MEDIDAS COMPENSATORIAS				
Ud.	Plantación de *Quercus ilex* en contenedor de 3,5 L, y 100-125 cm. de altura, en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 80x80x80 cm. La plantación se apoyará con abonado de fondo en el hoyo de plantación, formación de alcorque, colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego	73,00	18,61 €	1.358,53 €
Ud	Riego de mantenimiento de ejemplares de *Quercus ilex*, a razón de 4 riesgos anuales durante un período de 2 años. Dosis: 50 l/pie	584,00	2,73 €	1.594,32 €
TOTAL MEDIDAS COMPENSATORIAS				**2.952,85 €**
SEGUIMIENTO AMBIENTAL				
mes	Plan de vigilancia ambiental (4 días al mes de técnico ambiental durante los meses que duran las obras más la redacción de los informes correspondientes)	18	2.000,00 €	36.000,00 €
TOTAL SEGUIMIENTO AMBIENTAL				**36.000,00 €**
			TOTAL	**132.625,00 €**
(1) En el Proyecto de construcción se incluirá un anejo específico de Gestión de Residuos, con el presupuesto correspondiente.				

Tabla 42: Presupuesto de medidas contempladas

Estas partidas se consideran suficientes para dar cumplimiento al alcance de las tareas de integración ambiental y seguimiento y control de las mismas, si bien podrán verse modificadas por exigencias del órgano ambiental derivadas de la tramitación del proyecto.

El presupuesto asignado a las partidas alzadas podrá ser ajustado en la fase de redacción del proyecto constructivo.

Adicionalmente a estas medidas, en el proyecto constructivo y en otros documentos asociados al desarrollo del mismo, se presupuestarán otras medidas que, si bien están estrechamente ligadas a los aspectos abordados en el presente Documento Ambiental tienen un mejor encuadre en otros estudios o documentos asociados al proyecto en cuestión.

Así, derivados del resultado de los estudios arqueológicos a elaborar, se establecerá una partida presupuestaria destinada al seguimiento arqueológico durante los movimientos de tierras y prospecciones arqueológicas previas, incluyendo la presencia permanente durante las obras del personal idóneo requerido.

Por su parte, en el estudio del proyecto relativo a los residuos se incluirá una partida específica referida al establecimiento de puntos limpios para la gestión de residuos en la fase de obras y su posterior retirada, así como la gestión de residuos de acuerdo con lo que establezca la normativa vigente.

Por último, el presupuesto general del Proyecto de Construcción incluirá una partida específica referida a la retirada y acopio de tierra vegetal en las zonas excavadas, mantenimiento de los acopios y extendido en las superficies intervenidas para la restauración ambiental más precisa que la estimada en el presupuesto propuesto, al ser una partida supeditada a la evaluación de las condiciones del suelo *in situ*.

F] VALORACIÓN AMBIENTAL GLOBAL

Motivado por los nuevos desarrollos contemplados por el Plan Especial del Sistema Aeroportuario Madrid-Barajas, aprobado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Comunidad de Madrid en septiembre de 2005, y por la importancia de dicha infraestructura debido a su tráfico de pasajeros y volúmen de operaciones diario, se considera necesaria la conexión del Segundo Anillo de Distribución a Madrid con la Arteria Cintura Este para garantizar el suministro de agua potable a la totalidad del aeropuerto.

Por este motivo, se promueve el proyecto de "CONSTRUCCIÓN ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS", cuyo objeto es definir las obras e instalaciones necesarias para la ejecución de la Arteria Norte de abastecimiento de agua potable que permita conectar la red de aducción del Canal de Isabel II con el Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas, asegurando así el suministro de agua potable a los nuevos desarrollos previstos dentro del recinto aeroportuario. Las obras serán ejecutadas por Canal de Isabel II S.A.

La tubería proyectada tiene una longitud de 6,2 km y une el Segundo Anillo de Distribución a Madrid y la Arteria Cintura Este. Se define una conducción de acero helicosoldado de 1.200 mm de diámetro nominal.

En relación con este proyecto, solo se pueden identificar impactos relevantes en la fase de ejecución de las obras, todos ellos temporales y de muy escasa magnitud, salvo las afecciones que se generarán como consecuencia del cruce del río Jarama. Para la ejecución de dicho cruce se debe ocupar un pasillo de vegetación arbórea de especial interés, que forma parte de un hábitat de interés comunitario y del ZEC *"Cuencas de los ríos Jarama y Henares"* (código ES3110001). El acueducto contemplado para el cruce de río Jarama tiene una longitud de 276,29 m., si bien únicamente unos 190 m. se desarrollan sobre la vegetación riparia ligada al cauce. El resto del tramo de viaducto afectaría a terreno agrícola y de matorral. No obstante, las medidas preventivas y correctoras establecidas permitirán minimizar las afecciones que se generen sobre la vegetación existente a lo largo del trazado de la arteria en general, y sobre el ZEC en particular, estableciéndose siembras y plantaciones de las especies presentes, que contribuyan a restaurar lo antes posible la zona afectada.

Respecto a su afección paisajística, el proyecto no implica la construcción de infraestructuras que supongan un intrusión visual significativa, a lo que se añade el grado de antropización del área de actuación, dominado por la presencia de numerosas infraestructuras viarias de todo tipo (autovías, autopistas y carreteras autonómicas), así como el propio Sistema General Aeroportuario, de manera que las áreas de interés natural quedan restringidas al cauce del río Jarama y la masa forestal que lo acompaña.

Teniendo en cuenta el carácter temporal de las obras, la escasa representación de hábitats naturales o biotopos favorables para albergar especies de fauna de particular interés de protección, así como la reducida afección superficial a los mismos, se considera igualmente que la afección es compatible.

En la fase de explotación se descartan impactos significativos sobre el medio y sobre la vegetación y fauna asociados al mismo. Tampoco se prevén impactos visuales en la fase de funcionamiento. Sin embargo, hay que apuntar el impacto positivo en el medio socioeconómico derivado de la ejecución del proyecto, por lo que supone de mejora en la conexión y eficiencia de las redes de distribución de agua potable destinadas al abastecimiento del Sistema General Aeroportuario.

Por tanto, se considera que la ejecución del proyecto no provoca impactos que no resulten asumibles, y que, tras la aplicación de las medidas preventivas y correctoras indicadas, se considera que todos los impactos residuales resultantes de las actuaciones proyectadas son compatibles con la preservación de los valores naturales del territorio.

G] PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La Vigilancia Ambiental puede definirse como el proceso de control y seguimiento de los aspectos medioambientales del proyecto. Su objetivo es establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras propuestas. Además, el Programa debe permitir la valoración de los impactos que sean difícilmente cuantificables o detectables en la fase de estudio, pudiendo diseñar nuevas medidas correctoras en el caso de que las existentes no sean suficientes.

El ámbito de aplicación del Programa será el correspondiente al proyecto de "Construcción Arteria Norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas", y afectará a las actuaciones realizadas en la fase de construcción, dado que no se han establecido medidas para la fase de explotación.

Una gran parte de los impactos que se producen en la construcción son temporales y desaparecerán acabadas las obras (aumento de partículas en suspensión, ruidos, molestias a la población, etc.). Otros, sin embargo, son impactos inevitables que se producen en la construcción o en el funcionamiento, que se pueden minimizar siguiendo con rigor las medidas protectoras y correctoras.

La finalidad básica del seguimiento y control es la de evitar y subsanar, en la medida de lo posible, los principales problemas que puedan surgir durante la ejecución de las obras mediante las medidas protectoras y correctoras establecidas, en una primera fase previniendo los impactos y en una segunda controlando los aspectos relacionados con la recuperación.

A partir de las indicaciones recogidas en el presente Documento Ambiental, así como de las resoluciones que emita el Órgano Ambiental de la Comunidad de Madrid, se desarrollará un documento con el fin de establecer los aspectos que han de ser controlados en el Programa de Vigilancia Ambiental, entre los cuales cabe destacar:

- Controlar el cumplimiento de la legislación aplicable.
- Comprobar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras propuestas.
- Comprobar y verificar que las medidas propuestas son realmente eficaces y reducen la magnitud de los impactos detectados. En el caso que las medidas propuestas no fueran eficaces, diseñar otras para paliar las posibles afecciones al medio.
- Identificar impactos no previstos.

Para la realización del seguimiento de los impactos generados por las obras se llevarán a cabo por parte del equipo de Vigilancia y Seguimiento Ambiental, estudios, muestreos y análisis de los distintos factores del medio, con el fin de obtener una serie de indicadores que permitan cuantificar las alteraciones detectadas. Asimismo, estos indicadores permitirán detectar posibles impactos no contemplados y determinar su cuantía.

G] 1. Fase de proyecto

Se verificará que:

- El proyecto constructivo incluye un Plan de Gestión de Residuos, en el que se definirá en detalle el sistema de separación en origen de los residuos y su destino final, dando prioridad a la reutilización, reciclado o valorización frente al vertido.
- Se dispone de la preceptiva autorización de la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid, y del Área de Vías Pecuarias de la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio.
- Se cuenta con las autorizaciones de la Confederación Hidrográfica del Tajo para actuación en Dominio Público Hidráulico y Zona de Policía.
- Para el cruce de las infraestructuras viarias se cuenta con las autorizaciones de la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid, y Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

- Para la corta de árboles o arbustos situados en suelo forestal, se dispone de la correspondiente licencia de corta y aprovechamiento como exige la *Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid*.

G] 2. Fase de construcción

Se realizará un control periódico de la obra (4 visitas al mes), de manera que se garantice que ésta se realiza de acuerdo con lo indicado en el apartado de medidas preventivas y correctoras, controlando, además de las labores técnicas de la construcción, aquellas que tengan que ver con las afecciones al medio. En este control se verificará:

Calidad del aire

- El riego de caminos, tapado de bañeras de los camiones y limpieza de lechos de polvo.
- El marcado CE de la maquinaria y las ITV de los vehículos que circulan por vía pública. Asimismo, se comprobará que la maquinaria cumple con el *Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre*, y en su modificación por el *Real Decreto 524/2006, de 28 de abril*.
- Que la velocidad de circulación por los caminos de los camiones que acceden a la obra no supere los 20 km/h y que es adecuada en las áreas próximas a viviendas.
- El correcto apilamiento o depósito de materiales, de forma que evite su dispersión.

Edafología

- Que el acceso de la maquinaria se realiza sobre los caminos y viales existentes, y que los nuevos accesos se restringen a los previstos en proyecto, para minimizar los fenómenos de compactación.
- Que en las áreas auxiliares no se realizan cambios de aceite ni se llevan a cabo labores de mantenimiento de la maquinaria
- La reutilización, en la medida de lo posible, así como el re-extendido en el entorno de los materiales procedentes de excavación
- La correcta extracción y apilado de la tierra vegetal durante las labores de movimiento de tierras, conforme a las prescripciones recogidas en el presente Documento Ambiental.
- Que los depósitos de combustible utilizados deberán ser homologados, y cuentan con cubetos de contención o medidas preventivas equivalentes que garanticen la contención de posibles fugas de los depósitos.
- Los puntos de suministro de combustible deberán dotarse de una lámina impermeable situada bajo la capa de tierra, de forma que se evite la infiltración de derrames o goteos propios de las operaciones de repostaje.
- Que se habilita en las zonas auxiliares balsas de decantación dotadas de material impermeable para el lavado de canaletas de hormigón.

Hidrología

- Que se dispone de inodoros químicos, y no existen fosas sépticas o vertidos al terreno.
- Que en el punto de cruce del río Jarama, durante la ejecución de las obras, se reduce al mínimo posible la anchura de banda de actuación de la maquinaria y de los accesos, con el fin de afectar solamente al terreno estrictamente necesario.
- Que en el entorno de los arroyos de La Vega y Las Zorreras, los acopios de materiales, así como los acopios de tierra vegetal o sobrantes de obra, se situarán en zonas donde no puedan ser arrastrados por la escorrentía superficial del terreno.
- Que en los dos puntos de cruce de los arroyos de La Vega y Las Zorreras se adoptarán medidas para evitar el arrastre de tierras de la zona de obras aguas abajo del punto de actuación mediante parapetos o barreras de sedimentos, como por ejemplo la colocación de balas de paja o soluciones funcionalmente equivalentes en aquellos puntos en los que se actúe a menos de 20 metros de estos cauces.

- Se respeta la servidumbre de 5 m de anchura de los cauces públicos, según establece el artículo 6 del *Real Decreto Legislativo 1/2001*.

Vegetación

- Que, con carácter general, en aquellas zonas con presencia de arbolado se trata de reducir la banda de ocupación al mínimo imprescindible, de forma que se reduzca la afección al arbolado.
- El ancho de ocupación temporal se restringirá en el cruce del río Jarama. En esta zona, el ancho de ocupación permanente y temporal se limitará a 20 metros, salvo en aquellos puntos donde, con carácter excepcional, se requiera de una ocupación puntual mayor.
- Que se realiza un correcto jalonado de la obra.
- Que el arbolado susceptible de ser golpeado o afectado por la maquinaria se protege individualmente.
- Que no se depositan excedentes de tierra sobre zonas con vegetación.
- Que se llevan a cabo de manera adecuada las labores de trasplante del arbolado para el que se haya determinado su viabilidad.
- Que antes de la finalización de las obras se restauran adecuadamente las zonas auxiliares, bandas de ocupación temporal y permanente, y cruces de los cauces del río Jarama y arroyos de La Vega y de Las Zorreras, mediante la ejecución de subsolados, siembras y plantaciones arbóreas y arbustivas contempladas en el Documento Ambiental.
- Que se realizan adecuadamente las medidas compensatorias por disminución de suelo forestal contempladas en el presente Documento Ambiental.

Fauna

- Que diariamente se cierran los extremos libres de la tubería.

Medio socioeconómico

- Que las obras que afectan a vía pública se señalizan convenientemente
- Que se reponen los servicios que resulten afectados.
- Que, en caso de resultar necesario, se procede a realizar la limpieza de los neumáticos de los camiones y maquinaria de obra cada vez que estos salgan de la zona de obras, al objeto de que no se deposite barro en las calzadas de las vías de acceso.

Patrimonio histórico y Cultural

- Se realizan trabajos de seguimiento arqueológico en las zonas donde se realicen labores de despeje y desbroce, se establezcan instalaciones auxiliares o se realicen movimientos de tierra, para lo cual se contará con la presencia del personal idóneo requerido durante las obras.
- Se atienden las determinaciones recogidas en el informe emitido por el Área de Vías Pecuarias de la Dirección General de Agricultura y Ganadería de la Comunidad de Madrid.

Gestión de residuos

- Los materiales inertes sobrantes de la obra se gestionan de acuerdo con el Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición de la Obra, que se elaborará según lo establecido en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid* y la *Orden 2726, de 16 de julio de 2009, por la que se regula la gestión de los residuos de los RCDs de la Comunidad de Madrid*.
- Se realiza una correcta gestión y una adecuada retirada de los residuos peligrosos, mediante por un transportista autorizado, y se tendrá en cuenta lo establecido en la *Ley 22/2011 de 28 de julio de residuos y suelos contaminados*, el *Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988 de 20 de julio*, y la *Ley 5/2003 de 20 de mayo, de Residuos de la Comunidad de Madrid*, para no ocasionar ningún tipo de deterioro ambiental.

- Se prioriza la prevención en su generación y la segregación de cada uno de los tipos de residuos generados. Todos los residuos son entregados a gestores autorizados priorizando aquellos cuya gestión posterior sea la valorización de los residuos sobre la eliminación de los mismos.
- Se cuenta con un punto limpio en los que se colocan contendedores adecuados e identificados para cada tipo de residuos. Se dispondrá también de una balsa para el lavado de canaletas de hormigón.

G] 3. Programación e informes

G] 3.1. Informe al inicio de las obras

En este informe se recogerán todos aquellos estudios, muestreos, etc. que pudieran precisarse y que deban ser previos al inicio de las obras.

G] 3.2. Informes ordinarios

Se elaborarán con una periodicidad mensual durante toda la fase de obras, desde la fecha del Acta de Replanteo.

Estos informes recogerán todas las operaciones realizadas durante la ejecución de las obras, así como las incidencias derivadas de las mismas. También se incluirán en este informe la ejecución de las medidas ambientales indicadas en este documento.

G] 3.3. Informe previo a la finalización de las obras

Se elaborará un informe a la finalización de las obras sobre las medidas realmente ejecutadas. En dicho informe se recogerán, entre otros, los siguientes aspectos:

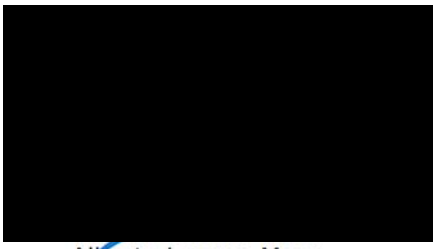
- Unidades realmente ejecutadas y su posterior desarrollo.
- Forma de ejecución de las medidas y materiales empleados.
- Evolución de las medidas aplicadas.
- Actuaciones pendientes de ejecución.
- Identificación de los impactos reales producidos por la obra realizada y, en su caso, de los impactos residuales.
- Estado y situación de las obras de protección y corrección ejecutadas
- Propuestas de mejoras.

G] 3.4. Informes extraordinarios

Se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise una actuación inmediata, y que, por su importancia, merezca la emisión de un informe especial. Estarán referidos a un único tema, no sustituyendo a ningún otro informe

H] HOJA DE FIRMAS

El presente Documento Ambientañ ha sido elaborado por los abajo firmantes:



Alberto Lozano Moya
Ingeniero Técnico Forestal
Licenciado en Ciencias Ambientales

Alicia Núñez García
Licenciada en Biología
Máster en Evaluación y Restauración de Impactos Ambientales

Alfonso Martínez Pérez
Licenciado en Biología

Enero de 2017

ANEXOS

ANEXO I REPORTAJE FOTOGRÁFICO

NOTA: El trazado de la conducción que se recoge en las fotografías es aproximado y su fin es meramente orientativo.

Imagen 139: Inicio de la arteria norte. Conexión con segundo anillo

Imagen 140: Trazado antes del cruce de la M-111

Imagen 141: Cruces en hinca de M-111 y R-2/M-50

Imagen 142: Trazado paralelo a la R-2/M-50

Imagen 143: Trazado paralelo a la R-2/M-50 antes del cruce del río Jarama

Imagen 144: Cruce del río Jarama. Margen izquierda

Imagen 145: Cruce del río Jarama. Margen derecha

Imagen 146: Suelo Forestal. Fuente: visor de cartografía ambiental de la Comunidad de Madrid

magen 147: Trazado de la arteria norte dentro del Sistema General Aeroportuario

Imagen 148: Trazado de la arteria norte dentro del Sistema General Aeroportuario

Imagen 149: Trazado de la arteria norte dentro del Sistema General Aeroportuario

Imagen 150: Trazado de la arteria norte dentro del Sistema General Aeroportuario

Imagen 151: Trazado de la arteria norte dentro del Sistema General Aeroportuario

Imagen 152: Trazado de la arteria norte dentro del Sistema General Aeroportuario antes del cruce del arroyo de La Vega

Imagen 153: Cruce del arroyo de La Vega

Imagen 154: Arteria norte tras el paso del arroyo de La Vega

Imagen 155: Trazado de la arteria norte entre el arroyo de La Vega y el arroyo de Las Zorreras

Imagen 156: Cruce del arroyo de Las Zorreras

Imagen 157: Trazado tras el cruce del arroyo de Las Zorreras

Imagen 158: Trazado tras el cruce del arroyo de Las Zorreras

Imagen 159: Tramo final del trazado, antes del cruce de la M-110

Imagen 160: Final de la arteria norte

ANEXO II. AFECCIÓN A RED NATURA 2000

A] INTRODUCCIÓN 243

B] LA RED NATURA 2000: EL LIC ES3110001 "CUENCA DE LOS RÍOS JARAMA Y HENARES" 245

B] 1. DESCRIPCIÓN GENERAL 245

B] 2. ZONIFICACIÓN 245

B] 3. PRESENCIA DE HÁBITATS Y TAXONES 246

C] BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES Y ALTERNATIVAS PLANTEADAS 248

D] SITUACIÓN ACTUAL DE LOS TERRENOS DE LA RED NATURA 2000 AFECTADOS POR EL PROYECTO 250

D] 1. VEGETACIÓN ACTUAL 250

D] 2. INVENTARIO Y STATUS DE HÁBITATS DE INTERÉS 252

D] 3. STATUS DE ESPECIES PRESENTES 252

E] ANÁLISIS DE POSIBLES REPERCUSIONES SOBRE EL LIC/ZEC 255

E] 1. DETERIORO DE HÁBITAT INCLUIDOS EN EL ANEXO I DE LA DIRECTIVA 92/43/CEE 255

E] 2. ALTERACIONES A ESPECIES INCLUIDAS EN EL ANEXO II DE LA DIRECTIVA 92/43/CEE Y/O EN EL ANEXO I DE LA DIRECTIVA 79/409/CEE 257

E] 3. AFECCIÓN A LA INTEGRIDAD DEL LUGAR RED NATURA 2000 258

F] PROPUESTA DE MEDIDAS PARA MEJORAR LA INTEGRACIÓN AMBIENTAL DE LA ACTUACIÓN 259

G] CONCLUSIÓN 269

A] INTRODUCCIÓN

La Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, o Directiva Hábitats, establece el marco legal para la creación de una red ecológica europea coherente de Zonas Especiales de Conservación (ZEC), denominada Natura 2000. La Directiva presenta como objetivo *«contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres en el territorio europeo de los Estados miembros al que se aplica el Tratado»*.

Las disposiciones más importantes de la Directiva 92/43/CEE se agrupan en dos capítulos. El primero se titula *«Conservación de los hábitats naturales y de los hábitats de especies»* y está compuesto por los artículos 3 a 11, ambos incluidos. El segundo se denomina *«Protección de las especies»* y lo configuran los artículos 12 a 16, ambos incluidos. El primero de ellos crea una red de espacios denominada Red Natura 2000.

Por otro lado, el Consejo de las Comunidades Europeas adoptó la Directiva (79/409/CEE) relativa a la conservación de las aves silvestres (Directiva Aves) marcó como objetivo la conservación y adecuada gestión de todas las aves que viven en estado silvestre en el territorio de la Comunidad Europea. En su Anexo I se relacionan 74 especies que han de ser objeto de especiales medidas de conservación. Para dichas especies, los Estados miembros tienen la obligación de conservar los territorios más adecuados, en número y superficie suficiente para garantizar su supervivencia: estos territorios son las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

La designación de un territorio como ZEPA se realiza tras la evaluación de la importancia del lugar para la conservación de los hábitats de las aves incluidas en el anexo I de la Directiva Aves. En el caso español, son las Comunidades Autónomas las que declaran las áreas ZEPA.

En aplicación de dicha Directiva, la Comunidad de Madrid realizó una propuesta inicial de siete Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), aprobada por Acuerdo del Consejo de Gobierno de 15 de enero de 1998, y posteriormente revisada por Acuerdo del Consejo de Gobierno de 2 de septiembre de 1999, en la que se encontraba el LIC ES3110001 *"Cuenca de los ríos Jarama y Henares"*.

Por Decisión de la Comisión Europea, de 19 de julio de 2006, se adoptó la lista inicial de Lugares de Importancia Comunitaria, en lo sucesivo LIC, de la región biogeográfica Mediterránea, en la que se incluyó el citado LIC.

Cabe indicar que el LIC fue declarado ZEC y se aprobó su plan de gestión mediante Decreto 172/2011, de 3 de noviembre, del Consejo de Gobierno.

El trazado de la arteria norte atraviesa el espacio de la Red Natura 2000 denominado ZEC *"Cuencas de los ríos Jarama y Henares"* (código ES3110001). El tramo situado dentro de este espacio protegido tiene una longitud de unos 300 m y se encuentra entre el P.K. 0+850 y 1+150 aproximadamente. Por tanto, y en cumplimiento del texto del apartado 3 del Artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE, *"Cualquier plan o proyecto que, sin tener relación directa con la gestión del lugar o sin ser necesario para la misma, pueda afectar de forma apreciable a los citados lugares, ya sea individualmente o en combinación con otros planes y proyectos, se someterá a una adecuada evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación de dicho lugar..."* se ha elaborado el presente documento de Evaluación de Repercusiones en el Lugar.

A la hora de definir la metodología en que se basa este documento se han tenido en cuenta las recomendaciones existentes en dos publicaciones no vinculantes elaboradas por los servicios de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea. Se trata de:

- Comisión europea, 2000. Gestión de espacios Natura 2000. Disposiciones del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE sobre hábitats. Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- European Commission, 2002. Assesment of plans and projects significantly affecting Natura 2000 sites. Methodological guidance on the provisions of Article 6(3) and (4) of the Habitats Directive 92/43/EEC. Luxemburgo. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

El contenido de la Evaluación es más reducido que el de una evaluación con arreglo a la Directiva 2011/92/UE porque se limita a las implicaciones para el Lugar a la vista de sus objetivos de conservación. Estos se determinan en base a los tipos de hábitats del Anexo I presentes en el Lugar y las especies del Anexo II que éste albergue y que figuran en los Formularios Oficiales Red Natura 2000

elaborados por la Comisión (Formulario Normalizado de Datos, creado en virtud de la Decisión 97/266/CE de la Comisión de 18 de diciembre de 1996 -DO L 107 de 24.4.1997, p. 1).

B] LA RED NATURA 2000: EL LIC ES3110001 "CUENCA DE LOS RÍOS JARAMA Y HENARES"

B] 1. Descripción general

El Espacio Protegido Red Natura 2000 se enmarca biogeográficamente en dos provincias de la región Mediterránea: Provincia Mediterránea Ibérica Central y provincia Mediterránea Ibérica Occidental. Se trata de un territorio muy modificado por el hombre y dedicado, fundamentalmente, a la agricultura.

El Espacio Protegido Red Natura 2000 "Cuencas de los ríos Jarama y Henares" se compone de tres unidades principales:

- Una gran extensión de terreno, que supone aproximadamente el 90 por 100 del total de la superficie del Espacio Protegido, en la que predomina el uso agrícola de cereal y que ha conformado una estepa cerealista.
- Los cursos fluviales y sus riberas de los tramos medio-altos de los ríos Jarama y Henares, a su paso por la Comunidad deMadrid, incluyendo la zona de policía del Dominio Público Hidráulico.
- Una serie de cantiles y cortados asociados a los cursos fluviales con importancia para diversos taxones.

Asimismo, determinadas áreas del Espacio Protegido se encuentran sometidas a diferentes regímenes de protección con implicaciones en la gestión del territorio:

- El humedal incluido en el Catálogo Regional de Zonas Húmedas de la Comunidad de Madrid denominado "Lagunas de Belvis", queda incluido parcialmente en el Espacio Red Natura.
- Nueve Montes de Utilidad Pública quedan total o parcialmente incluidos en el ámbito territorial del Espacio Protegido. También incluye total o parcialmente quince Montes Preservados delimitados en el Anexo cartográfico de la Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid.
- También queda incluido en el Espacio Protegido Red Natura 2000 una gran parte del ámbito territorial del espacio natural "Soto del Henares", que fue sometido a Régimen de Protección Preventiva mediante Decreto 169/2000, de 13 de julio.
- Por el territorio del Espacio Protegido discurren trescientos setenta y cinco kilómetros de vías pecuarias. Debido a su extensión y anchura, dos tramos de la cañada Real Galiana constituyen la vía pecuaria más importante en el Espacio.

Se distinguen 18 tipos de hábitats señalados en el Anexo I de la Directiva Hábitats en el ámbito territorial del Espacio Protegido, tres de los cuales están clasificados como prioritarios.

Según el Inventario Nacional de Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, el número de taxones de fauna vertebrada citados en el ámbito del Espacio Protegido asciende a 239, de los que 153 corresponden a aves. El número de especies de aves que justifica la declaración de parte del Espacio Protegido como ZEPA asciende a 36, de las que 18 son de distribución típicamente esteparia. Entre estas especies destacan también aquellas que además poseen algún grado de amenaza a escala global como aguilucho cenizo, avutarda común, carraca europea, cernícalo primilla, ganga ortega, sisón común y terrera común.

Además de las aves, el Espacio Protegido cuenta con 13 taxones incluidos en el Anexo II de la Directiva Hábitats, siendo el grupo más numeroso los mamíferos, y dentro de este, los quirópteros con seis especies.

B] 2. Zonificación

El Plan de Gestión establece tres niveles de protección del territorio de acuerdo con los criterios de zonificación que se describen en este apartado. El objetivo de esta zonificación es ordenar los usos para garantizar la conservación de los valores naturales que dieron lugar a la declaración del Espacio Protegido.

El cruce del río Jarama por la arteria norte se realiza por una zona clasificada como *"zona A. De conservación prioritaria"*. Esta zona viene determinada por la existencia de hábitats naturales incluidos

en el Anexo I de la Directiva Hábitat, o por la presencia frecuente de especies faunísticas de interés europeo para la conservación, es decir, incluidas en el Anexo I de la Directiva Aves o en el Anexo II de la Directiva Hábitat.

Es prioritaria en esta zona la conservación de los tipos de hábitats naturales de la Directiva Hábitats y de otras masas forestales, además de la mejora de los ecosistemas asociados a los cursos fluviales.

Para esta zona A el Plan de Gestión define que podrán ser autorizadas por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio una serie de usos, aprovechamientos o actividades dentro de la Zona A de Conservación prioritaria, sin perjuico de los correspondientes informes, permisos, autorizaciones o evaluaciones ambientales pertinentes en virtud de la legislación sectorial vigente. Entre dichos usos se recoge *"La construcción de nuevos equipamientos, dotaciones e infraestructuras distintas a las compatibles, de acuerdo con los artículos 28 y siguientes de la Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid y sus modificaciones, particularmente las destinadas a la gestión del agua."*

B] 3. Presencia de hábitats y taxones

Respecto a los taxones y hábitats presentes en el LIC, se presentan una serie de tablas realizadas a partir de los datos recogidos en el Plan de Gestión, aprobado mediante *Decreto 172/2011, de 3 de noviembre, del Consejo de Gobierno, por el que se declara Zona Especial de Conservación el lugar de importancia comunitaria "Cuencas de los ríos Jarama y Henares"*, por considerar estos datos más fidedignos y actualizados que los recogidos en el formulario normalizado de datos para los lugares de la Red Natura 2000.

HÁBITATS (HÁBITATS PRIORITARIOS EN NEGRITA)	ESTADO DE CONSERVACIÓN		PRESIONES Y AMENAZAS
	IND. DE NATURALIDAD	FRAGMENTACIÓN	
1430. Matorrales halonitrófilos (Pegano-Salsoletea)	2	C	Intensificación agraria, urbanismo, aforestación
3140. Aguas oligomesotróficas con vegetación béntica de Chara sp.	2	C	Sobreexplotación del agua, contaminación difusa, vertidos directos, drenajes, especies alóctonas, canalización de riberas
3150. Lagos eutróficos natura-les con vegetación Mag-nopotamion o Hydrocharition	1-2	C	Ídem Hábitat 3140
3170*. Estanques temporales mediterráneos	2	C	Ídem Hábitat 3140
3250. Ríos mediterráneos de caudal permanente con Glaucium flavum	1-2	B	Ídem Hábitat 3140
3280. Ríos mediterráneos de caudal permanente del Paspalo-Agrostidion con cortinas vegetales ribereñas de Salix y Populus alba	2-3	C	Ídem Hábitat 3140
4030. Brezales secos europeos	2	B	Aforestación, sobrecarga ganadera, eutrofización
4090. Brezales oromedite-rráneos endémicos con aliaga	1-2	B	Aforestación, fragmentación del hábitat, sobrecarga ganadera, cambio de usos y aprovechamientos
5210. Matorrales arborescen-tes de Juniperus sp.	2	C	Cambio climático, sobrecarga ganadera, urbanismo, usos recreativos
5330. Matorrales termomedi-terráneos y pre-estépicos	2-3	A	Ídem Hábitat 1430
6220*. Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero- Brachypodietea	2	C	Sobrecarga ganadera, eutrofización, competencia de especies nitrófilas, urbanismo, quemas
6420. Prados húmedos medite rráneos de hierbas altas del Molinion- Holoschoenion	2-3	A	Alteración de flujos de agua, contaminación difusa, aumento de la presión herbívora, quemas
6430. Megaforbios eutrofos hidrófilos de las orlas de llanura y de los pisos montano a alpino	3	C	Drenajes, alteración de flujos de agua, sobrecarga ganadera, usos recreativos, ocupación por infraestructuras

91B0. Fresnedas termófilas de Fraxinus angustifolia	2-3	C	Intensificación de usos agrarios, sobrecarga ganadera, urbanismo, incendios, aforestación de riberas con Populus spp., canalización de riberas
91E0*. Bosques aluviales de Alnus glutinosa y Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)	2	C	Expansión de plantas alóctonas, vertidos directos, urbanismo, sobreexplo-tación del agua, canalización de riberas
92A0. Bosques de galería de Salix alba y Populus alba	2-3	A	Canalizaciones y limpiezas de riberas, sobreexplotación del agua, expansión de plantas alóctonas, vertidos directos, urbanismo, embalses
92D0. Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (Nerio-Tamaricetea y Securinegion tinctoriae)	1-2	B	Intensificación agraria, derivación de aguas, canalizaciones y limpiezas de riberas, regulación hídrica, vertidos directos, urbanismo, embalses
9340. Bosques de Quercus ilex y Quercus rotundifolia	1-2	B	Aumento de la carga de ungulados salvajes o domésticos, fragmentación del hábitat, ocupación por infraestructuras, urbanismo, cambio climático

Tabla 43: Hábitats Directiva 92/43/CEE presentes en el LIC/ZEC

Respecto a las Especies Clave, el Espacio Protegido acoge un gran número de especies de fauna, tanto de aves como de otros grupos taxonómicos, que le proporcionan un alto valor de conservación. Según los censos de vertebrados más recientes, en el Espacio Protegido conviven de una manera regular un mínimo de 239 taxones, de los que 153 corresponden a aves. De ellos, 36 especies de aves son consideradas de interés comunitario de conservación, además de otras 13 especies de vertebrados diferentes a aves. En resumen, son 49 especies de vertebrados las que justificaron la declaración de los Espacios Red Natura 2000 propuestos en los interfluvios del Jarama y Henares. Un grupo representativo de estas se ha considerado en el Plan de Gestión como especies clave para evaluar los objetivos de aplicación del mismo. Para la elección de estas especies se ha tenido en cuenta su condición de "especies paraguas", cuyos requerimientos ecológicos engloban las necesidades ambientales de la mayoría de las especies de interés comunitario que dieron lugar a la declaración de los espacios protegidos.

ESPECIE	ESTADO DE CONSERVACIÓN	OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN*	PRESIONES Y AMENAZAS
Avutarda común	Bueno	800-900 ind.	Pérdida hábitat, intensificación agraria, tendidos eléctricos
Sisón común	Regular	232 m. rep.	Pérdida hábitat, intensificación agraria, tendidos eléctricos
Cernícalo primilla	Bueno	30-40 par.	Pérdida hábitat, intensificación agraria, pérdida lugares de cría
Aguilucho lagunero occidental	Bueno	10-15 par.	Perdida calidad del hábitat
Aguilucho cenizo	Bueno	50-80 par.	Pérdida hábitat, intensificación agraria, pérdida de nidadas
Aguilucho pálido	Bueno	20-25 par.	Pérdida hábitat, intensificación agraria, pérdida de nidadas
Ganga ortega	Bueno	40-50 ind.	Pérdida hábitat, intensificación agraria
Halcón peregrino	Regular	2-8 territ.	Pérdida hábitat, uso fitosanitarios, expolio
Nutria paleártica	Bueno	Mantenimiento y mejora de las poblaciones del río Jarama	Pérdida calidad del hábitat y su fragmentación
Quirópteros	Regular	Mantenimiento de los refugios existentes	Pérdida de refugios, uso fitosanitarios, pérdida hábitat

Tabla 44: Especies clave de vertebrados de interés comunitario en el Espacio Protegido Red Natura 2000. Se indican sus estados y objetivos de conservación (individuos -ind.-, machos reproductores -m. rep.-, parejas reproductoras -par.-

C] BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES Y ALTERNATIVAS PLANTEADAS

Los nuevos desarrollos contemplados por el Plan Especial del Sistema Aeroportuario Madrid-Barajas, aprobado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Comunidad de Madrid en septiembre de 2005, y la importancia de dicha infraestructura debido a su tráfico de pasajeros y volúmen de operaciones diario, motivan la conexión del Segundo Anillo de Distribución a Madrid con la Arteria Cintura Este para garantizar el suministro de agua potable a la totalidad del aeropuerto.

La tubería proyectada tiene una longitud de 6,2 km y une el Segundo Anillo de Distribución a Madrid y la Arteria Cintura Este. Se define una conducción de acero helicosoldado de 1.200 mm de diámetro nominal.

El trazado de la arteria norte atraviesa el espacio de la Red Natura 2000 denominado ZEC *"Cuencas de los ríos Jarama y Henares"* (código ES3110001). El tramo situado dentro de este espacio protegido tiene una longitud de unos 300 m y se encuentra entre el P.K. 0+850 y 1+150 aproximadamente.

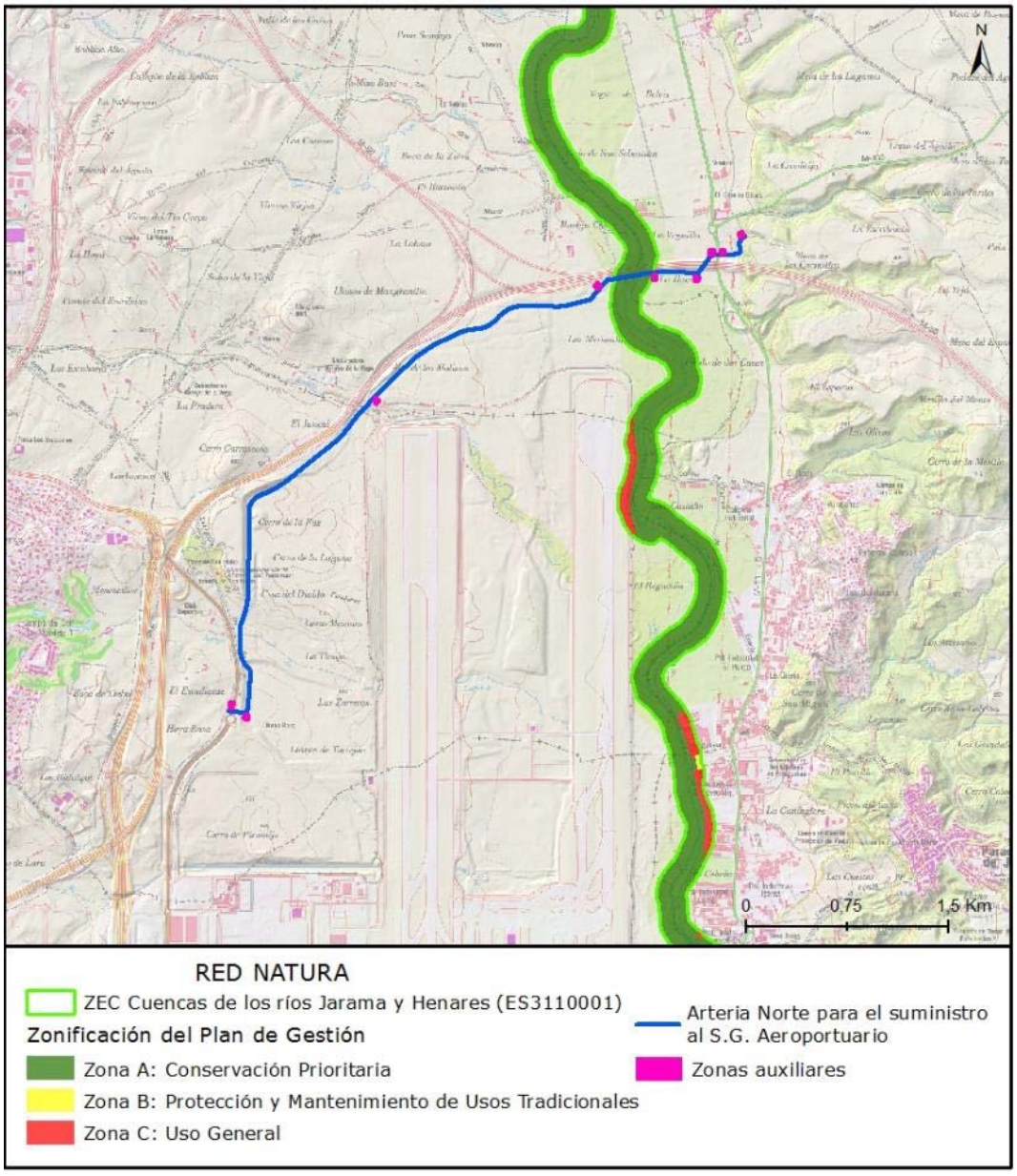


Imagen 161: Espacios protegidos Red Natura 2000 y zonificación según su Plan de Gestión en la zona de estudio. Fuente: Catálogo de Información Geográfica de la Comunidad de Madrid.

El cruce aéreo de la tubería sobre el cauce del río Jarama se resuelve con una estructura isostática de 7 vanos de 39,47 m de longitud entre ejes de pilas, con una longitud total de 276,29 m. Se ha optado por esta luz, porque es la que posee el viaducto de la R-2/M-50 que se encuentra unos 20 metros aguas arriba, de manera que se reduzca al mínimo la afección al cauce debida a las pilas de la nueva estructura al estar alineadas con las del viaducto existente.

El tablero se resuelve con una losa hormigonada "in situ" de 0,20 de canto, sobre dos vigas en doble T pretensadas y prefabricadas de 1,85 m de canto. El ancho del tablero es de 3,90m, con la tubería centrada y un pasillo a cada lado para inspección y mantenimiento, con una barandilla metálica en los bordes del tablero.

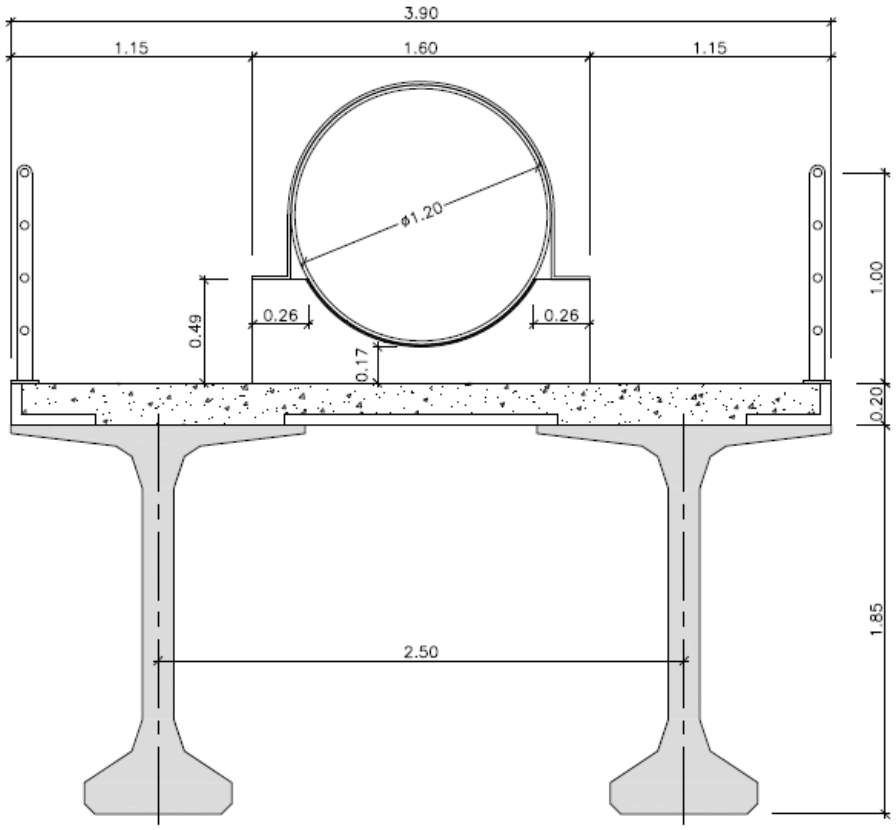


Imagen 162: Sección tipo 3 del acueducto de río Jarama

La vinculación entre pilas/estribos y tablero se realiza a través de apoyos de neopreno zunchado rectangulares.

Las pilas son de fuste único de sección circular de 1,40 m de diámetro, rematadas con un capitel. La cimentación se resuelve mediante pilotes de 1,00 m de diámetro y 20,00 m de longitud.

Los estribos se han planteado macizos de hormigón, donde la tubería queda embebida en ellos. El estribo izquierdo (Estribo 1, margen izquierda) se cimienta de forma directa, en tanto que el estribo derecho (Estribo 2) se dispondrá pilotado. En este último se debe dejar un hueco para posibilitar el paso de una obra de drenaje existente de la R-2/M-50.

D] SITUACIÓN ACTUAL DE LOS TERRENOS DE LA RED NATURA 2000 AFECTADOS POR EL PROYECTO

D] 1. Vegetación actual

La ribera del río Jarama incluye, con diferencia, la vegetación de mayor valor ecológico de toda la zona de estudio. Se trata de una banda de bosque ripario de casi 200 m de anchura, formada por un estrato arbóreo alto y denso, acompañado de un estrato arbustivo formado por zarzas y áreas de carrizal en las zonas encharcadas.

Este bosque de ribera está cartografiado como hábitat de interés comunitario (recinto 137387), con el código 92A0, "bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*, saucedas salvifolias y alamedas occidentales". Además, todo el cauce y la vegetación ribereña están incluidos dentro de la Red Natura 2000, tal como se describe más adelante.

La especie dominante en la zona es el álamo blanco (*Populus alba*), aunque también se pueden encontrar álamo negro (*Populus nigra*), algunos ejemplares de aliso (*Alnus glutinosa*), e incluso algunos ejemplares del chopo híbrido (*Populus x canadiense*). Los sauces (*Salix sp.*) se sitúan en la banda más cercana al centro del cauce. El estrato bajo se forma en la banda exterior con tarays (*Tamarix sp.*), y en el interior con masas espesas de zarzas (*Rubus sp.*), carrizos (*Phragmites australis*) en las zonas encharcadizas, y juncos (*Juncus sp.*) en las zonas húmedas en las que puede penetrar el sol. El bosque climácico está bien representado, con la excepción de la banda exterior que correspondería a la olmeda, que por lo general está transformada en terreno de cultivo. Los límites exteriores del bosque de galería suelen ser abruptos, delimitados artificialmente por caminos que separan la zona de los campos de cultivo adyacentes.

La conducción objeto de estudio cruza el río Jarama junto al viaducto de la autovía R-2/M-50. Tanto las pilas del viaducto de la carretera, como los límites del cauce en la zona están protegidos por muro de escollera de roca caliza. Debido a la presencia de las pilas y estas protecciones, el cauce del río en esta zona está dividido, de forma que con los caudales más bajos el agua discurre solo por el cauce central, quedando los cauces laterales encharcados, aunque sin agua corriente. Por esta razón la vegetación en la zona de cruce, al menos en su margen oeste, tiene menor densidad arbórea.

A continuación, se muestran algunas imágenes de la zona de cruce del río Jarama.

Imagen 163: Vista aérea de la zona de cruce del río Jarama. Fuente Google Earth 2015.

Imagen 164: Vista de las pilas del viaducto, desde el este.

Imagen 165: Vista de la vegetación riparia, desde el este. La mayor parte de los ejemplares de la zona son álamos blancos.

Imagen 166: Vista de la vegetación riparia, desde el oeste. Se observa como en esta zona la vegetación arbórea no es tan densa, y se presentan a cambio manchas de junco y carrizo, además de masas de zarzas.

D] 2. Inventario y status de hábitats de interés

Se ha consultado el Inventario Nacional de Hábitats y Taxones del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, dando como resultado que en el área de estudio aparecen cartografiados varios recintos que contienen hábitats de interés comunitario. En cada uno de los recintos existen una serie de hábitats, en diferente porcentaje.

A la hora de valorar estas áreas, se debe tener en cuenta que los límites de los recintos marcados en el Inventario no están totalmente ajustados debido a la diferente escala de tratamiento, dando como resultado que los recintos correspondientes a la vegetación de comunidades lineales como la vegetación de ribera no se corresponden a la misma.

En recinto que se corresponde con el cauce del río Jarama y sus riberas es el 137387. Este recito contiene un solo hábitat, con código 92A0, Bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba.* Saucedas salvifolias y alamedas occidentales. Se trata de bosques en galería de los márgenes de los ríos, dominados por especies de chopo o álamo (*Populus*), sauce (*Salix*) y olmo (*Ulmus*).

En los cursos de agua, la vegetación forma bandas paralelas al cauce según el gradiente de humedad del suelo. Este bosque de galería aparece en la zona de estudio formando un cordón de anchura variable, en ambas orillas del Jarama. El trazado de la arteria norte atraviesa perpendicularmente este recinto.

D] 3. Status de especies presentes

Las principales especies que podrían estar presentes en el cauce del río Jarama, serían las siguientes:

Invertebrados:

- Doncella de ondas (*Euphydryas aurinia*)

Anfibios:

- Sapo partero ibérico *(Alytes cisternasii)*
- Sapo corredor (*Epidalea calamita*)

Reptiles:

- Galápago leproso (*Mauremys leprosa*)

Aves:

- Buitre negro *(Aegypius monachus)*
- Aguilucho lagunero occidental *(Circus aeruginosus)*
- Aguilucho cenizo *(Circus pygargus)*
- Garza imperial (*Ardea purpurea*)
- Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*)
- Avetorrillo común (*Ixobrychus minutus*)
- Carraca europea (*Coracias garrulus*)
- Ganga ortega (*Pterocles orientalis*)
- Avutarda común (*Otis tarda*)
- Sisón común (*Tetrax tetrax*)
- Colirrojo real (*Phoenicurus phoenicurus*)
- Búho real (*Bubo bubo*)

Mamíferos:

- Gato montés (*Felis silvestris*)
- Lirón careto (*Eliomys quercinus)*

De todos ellos, únicamente 5 aves se consideran especies clave de interés comunitario:

- Aguilucho lagunero occidental (Circus aeruginosus)

- Aguilucho cenizo (Circus pygargus)
- Ganga ortega (Pterocles orientalis)
- Avutarda común (Otis tarda)
- Sisón común (Tetrax tetrax)

A continuación pasa a describirse el estado de cada una de ellas dentro del especio Red Natura:

- **Avutarda común (Otis tarda)**

  De acuerdo al formulario estandarizado Red Natura 2000, el Espacio Protegido acoge un total de 560 individuos de esta especie, estando sus poblaciones en un buen estado de conservación. Censos más recientes han elevado este tamaño poblacional, lo que confirma su buen estado de conservación.

  Dentro del Espacio existen un total de seis núcleos reproductores de esta especie: Talamanca de Jarama-Valdetorres de Jarama, Ribatejada-Valdetorres de Jarama, Meco, Daganzo de Arriba, Camarma de Esteruelas-Daganzo de Arriba y Camarma de Esteruelas.

  Sus poblaciones se encuentran amenazadas por varias razones: Por los cambios de uso en los sistemas agrarios (y en especial por el aumento en el uso de fitosanitarios asociado a la intensificación agraria), por la instalación de vallados, por la disminución de lindes y setos, por el abandono de tierras de labor poco productivas, por la disminución del uso de la práctica del barbecho, etcétera. Otras amenazas son la depredación y la mortalidad en tendidos eléctricos.

- **Sisón común (Tetrax tetrax)**

  La población madrileña para esta especie fue estimada, durante el año 2005, entre 980 y 1.050 individuos. Uno de los núcleos reproductores principales de sisón común en la Comunidad deMadrid está localizado en los municipios de Valdetorres de Jarama y Talamanca de Jarama, dentro del Espacio Protegido. Trabajos de inventario realizados en el año 2000, sugieren la presencia de al menos 200 machos reproductores de sisón común en la ZEPA.

  Sus poblaciones se encuentran amenazadas por los cambios de uso en los sistemas agrarios (en especial por el aumento en el uso de fitosanitarios y por el avance de la vegetación forestal tras el abandono de la agricultura), por los desarrollos urbanos en suelo agrario, por el aumento de la depredación y de la mortalidad por impacto contra tendidos eléctricos.

- **Ganga ortega (Pterocles orientalis)**

  La población en el Espacio Protegido se distribuye en dos núcleos principales: Talamanca de Jarama y Valdetorres de Jarama, donde se concentra el mayor número de individuos del Espacio (33 aves registradas en el período invernal de 2006-2007); yen los municipios de Ribatejada, Fresno de Torote y Daganzo de Arriba (con un número de aves entre 19 y 21). Esta población acoge entre el 43 y el 46 por 100 de los contingentes madrileños invernantes de ganga ortega, y el 41 por 100 de los reproductores.

  Las principales amenazas para esta especie son los cambios de uso en los sistemas agrarios (pérdida de diversidad de usos agrarios, aplicación de planes de reforestación en tierras de cultivo, abandono de los cultivos y la revegetación natural posterior), la pérdida de hábitats para la especie como consecuencia de la urbanización y de la construcción de infraestructuras, las elevadas tasas de mortalidad no natural (impactos contra tendidos eléctricos, vallados y otros cableados), el uso de fitosanitarios y fertilizantes y el aumento de la depredación por parte de depredadores asociados a la actividad humana.

- **Aguiluchos cenizo (Circus pygargus) y pálido (Circus cyaneus)**

  Se describe la situación de ambas especies de aguiluchos de una manera conjunta debido a su afinidad ecológica y a su problemática común de conservación, relacionada esta última con las elevadas tasas de mortalidad de juveniles y pollos durante las labores de recolección del cereal.

  De acuerdo a las últimas estimaciones poblacionales para estas dos especies, entre el 86,2 por 100 y el 100 por 100 de las parejas de aguilucho pálido que criaron en la Comunidad de Madrid se localizaron en el Espacio Protegido, mientras que para el aguilucho cenizo se localizó entre el 50,5 por 100 y el 83,0 por 100 de su población reproductora. La tendencia poblacional en ambas especies en el ámbito del Espacio muestra una regresión poblacional bastante marcada durante estos últimos años. El número de parejas reproductoras de ambas especies en el año 2001

ascendía a 113 (88 de aguilucho cenizo y 25 de aguilucho pálido), viéndose reducida a 75 (54 de aguilucho cenizo y 21 de aguilucho pálido) cuatro años más tarde.

Sus principales amenazas radican en los cambios de uso de los sistemas agrarios tradicionales, inmersos en un proceso de intensificación y mecanización agraria.

La destrucción de nidos y polladas durante la cosecha, debido a la desincronización entre el calendario reproductor de las aves y de recogida del cereal, supone un factor limitante para el reclutamiento de juveniles en las poblaciones. El aumento de uso de fitosanitarios en la agricultura reduce la oferta alimentaria y genera procesos de bioacumulación de pesticidas en las aves. La sustitución de los cultivos cerealistas a favor de otros subvencionados (como ciertos cultivos leñosos) o su abandono por la disminución de su rentabilidad, están provocando una considerable pérdida de hábitats a estas especies.

- **Aguilucho lagunero occidental (Circus aeruginosus)**

  La población de aguilucho lagunero occidental en el Espacio Protegido, y de acuerdo a los datos del Formulario Estandarizado Natura 2000, se estima en unas 8 parejas reproductoras; aunque datos más recientes elevan esa cifra. En Madrid, la mayoría de las parejas durante el año 2006 seleccionaron zonas de vegetación helofítica para ubicar sus nidos (52 parejas), un cierto porcentaje de ellas seleccionaron para criar otros ambientes, y en particular cultivos de secano (10 parejas) y en mucha menor medida pastizales (1 pareja). Esta selección diferenciada de ambientes a la hora de ubicar sus nidos, hace que sea sensible a la pérdida de nidos durante las tareas de recolección del cereal, aunque en mucha menor medida que las otras dos especies de aguiluchos.

  Los principales problemas de conservación para esta especie se resumen en la alteración y pérdida de sus hábitats debido a diversas causas: Quemas incontroladas de carrizales y otros tipos de vegetación donde nidifican, pérdida de vegetación de ribera y desecación de humedales asociada a la sobreexplotación de acuíferos. Los cambios asociados a la intensificación agraria también pueden llegar a afectar a la nidificación de esta especie, aunque en menor medida que para las otras especies de aguiluchos. La contaminación de los humedales por vertidos incontrolados y el uso de fitosanitarios también constituyen notables amenazas para la especie. Finalmente, los usos recreativos en la naturaleza, en muchas ocasiones dirigidos hacia los ambientes acuáticos (pesca, caza, áreas recreativas, itinerarios) pueden generar molestias localizadas durante la reproducción.

E] ANÁLISIS DE POSIBLES REPERCUSIONES SOBRE EL LIC/ZEC

Las actuaciones previstas potencialmente podrían traer consigo los siguientes efectos sobre los objetivos de conservación del Lugar:

- Deterioro de hábitat incluidos en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE. Por deterioro se entiende la degradación física de un hábitat. Cualquier hecho que contribuya a la reducción de las superficies ocupadas por un hábitat natural que motivó la declaración del Lugar puede considerarse deterioro. Así mismo, cualquier empeoramiento de los factores necesarios para el mantenimiento a largo plazo de dichos hábitats puede considerarse deterioro.
- Alteraciones a especies incluidas en el Anexo II de la Directiva 92/43/CEE y/o en el Anexo I de la Directiva 79/409/CEE. Por lo que se refiere a las alteraciones que repercutan en las especies, es necesario tener en cuenta el apartado 2 del artículo 6 de la Directiva especifica que deben tomarse las medidas adecuadas para evitarlas *«en la medida en que dichas alteraciones puedan tener un efecto apreciable en lo que respecta a los objetivos de la presente Directiva»*. Por tanto, para que una alteración sea apreciable tiene que afectar al estado de conservación de dicha especie: todo aquello que contribuya a la reducción a largo plazo de la población de la especie en el Lugar puede considerarse alteración apreciable. Además, cualquier hecho que contribuya a la reducción o amenaza de reducción del área de distribución de la especie dentro del Lugar puede considerarse una alteración apreciable. Por último, todo lo que contribuya a la reducción del tamaño del hábitat de una especie en el Lugar puede considerarse también una alteración apreciable.
- Afección a la Integridad del Lugar Red Natura 2000. Esta afección se refiere a la posibilidad de alteración de las funciones ecológicas que permiten el mantenimiento del Lugar a corto, medio y largo plazo.

E] 1. Deterioro de hábitat incluidos en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE

Como se ha descrito anteriormente, para la ejecución del cruce del río Jarama se debe ocupar el bosque de ribera asociado al cauce del río Jarama se corresponde con el hábitat código 92A0, "bosques galería de *Salix alba* y *Populus alba*, saucedas salvifolias y alamedas occidentales".

El acueducto contemplado para el cruce de río Jarama tiene una longitud de 276,29 m., si bien únicamente unos 190 m. se desarrollan sobre la vegetación riparia ligada al cauce. El resto del tramo de viaducto afectaría a terreno agrícola y de matorral.

El ancho teórico de la banda de ocupación es de unos 25 metros totales, con una superficie cubierta de vegetación estimada en unos 4.400 m^2 aproximadamente. En esta superficie se calcula que están presentes unos 60 ejemplares de entre 10 y 15 m de altura, en su mayor parte álamos blancos (*Populus alba*), acompañados de algunos ejemplares de sauces (*Salix sp.*) y de tarays (*Tamarix sp.*). Sin embargo, la restricción de la zona de ocupación temporal, y el uso de la zona sin vegetación cercana al viaducto, puede reducir mucho esta afección. Se estima que, con la adopción de las medidas correctoras propuestas en el presente documento, resulte necesario desbrozar una superficie de unos 3.000 m^2, y deban eliminarse unos 25 ejemplares de árboles desarrollados.

Esta hábitat no prioritario es el tercer tipo de hábitat más extenso en la zona de estudio, ocupando una extensión de 246,23 ha a lo largo de los tres ríos principales del Espacio Protegido: Jarama, Henares y Torote, y en parte de sus arroyos tributarios.

Por tanto, la afección sobre este hábitat se considera NO SIGNIFICATIVA.

Imagen 167: Zona de cruce del río Jarama. En azul, el eje de la conducción. Fuente: Google Maps 3D

Imagen 168: Vegetación de la ribera vista desde el lado este. Destacan en el centro de la foto dos ejemplares de álamo blanco y en primer plano, a la derecha, un taray.

Imagen 169: Detalle de la zona.

Imagen 170: Vegetación de la ribera vista desde el lado oeste. Esta orilla está más despejada, existiendo una zona arbustiva de carrizo y juncos.

E] 2. Alteraciones a especies incluidas en el Anexo II de la Directiva 92/43/CEE y/o en el Anexo I de la Directiva 79/409/CEE

A continuación pasa a valorarse la posibilidad de afección sobre las especies clave presentes en el espacio Red Natura:

- **Avutarda común (Otis tarda), Sisón común (Tetrax tetrax), Ganga ortega (Pterocles orientalis) y Aguilucho cenizo (Circus pygargus)** son especies claramente ligadas al medio

agrario, y que por tanto no estará presente en las masas forestales ligadas al cauce del río Jarama. Por tanto, estas especies no resultarán afectadas.

- **Aguilucho lagunero occidental (Circus aeruginosus)** es una especia que en buena medida escoge como lugar de nidificación masas forestales ligadas a medios húmedos (si bien a veces puede nidificar en terrenos de cultivo de secano e incluso pastizales), por lo que a priori su presencia podría darse en el cruce de la arteria norte de río Jarama.

  El cruce aéreo de la tubería sobre el cauce del río Jarama se resuelve con un acueducto situado unos 20 metros aguas arriba del viaducto de la R-2/M-50, con vanos de 39,47 m de longitud entre ejes de pilas y con una longitud total de 276,29 m. Se ha optado por esta luz, ya que reduce al mínimo la afección al cauce debida a las pilas de la nueva estructura, al estar alineadas con las del viaducto existente.

  La presencia a 20 metros de la R-2/M-50 genera en la zona de actuación unos niveles acústicos que alcanzan, e incluso superan en los períodos de mayor intensidad circulatoria, los 70 dB, lo que supone un factor disuasorio para la elección de emplazamientos de puntos de nidificación de esta especie.

  En todo caso, y como se ha indicado anteriormente, se estima que, con la adopción de las medidas correctoras propuestas en el presente documento, resultará necesario desbrozar únicamente una superficie de unos 3.000 m^2, por lo que la pérdida del biotopo propio de esta especie se considera **COMPATIBLE**.

E] 3. Afección a la Integridad del Lugar Red Natura 2000

La ejecución del proyecto tan solo afecta al LIC/ZEC ES3110001 "*Cuencas de los ríos Jarama y Henares*" en un corto tramo de la conducción de unos 300 m de longitud, lo que supone una afección, por ocupación permanente y temporal de la infraestructura proyectada, de unos 4000 m^2, 1000 de los cuales aproximadamente actualmente ya carecen de vegetación dada su proximidad al viaducto de la R-2/M-50.

En este sentido, cabe destacar que el acueducto se emplaza unos 20 metros aguas abajo del viaducto de la R-2/M-50, y los vanos de ambas infraestructuras son coincidentes, lo que reduce de manera importante la afección generada por la infraestructura que se analiza.

En cuanto a los hábitats de las especies relevantes presentes en el ámbito de estudio, la actuación en estudio no afectará de forma significativa sobre sus poblaciones, por lo que se puede decir que la integridad del lugar Natura 2000 no se verá afectada tampoco en cuanto a las especies se refiere.

Considerando que la integridad del lugar Natura 2000 en estudio no se va a ver afectada significativamente en este caso, la coherencia global de la Red tampoco se verá afectada. La actuación propuesta no va a interrumpir la conexión existente entre los hábitats y las especies presentes en el ámbito de estudio con los del resto de la región biogeográfica, ni el resto de la Red.

Así mismo, hay que considerar que con las medidas preventivas y correctoras que se han previsto se minimizan los posibles efectos negativos del presente proyecto.

Por tanto, se considera que el proyecto analizado no afecta a la integridad del Espacio Protegido LIC ES3110001 "*Cuencas de los ríos Jarama y Henares*", y que no se producirán alteraciones de las funciones ecológicas que permiten el mantenimiento del Lugar a corto, medio y largo plazo.

F] PROPUESTA DE MEDIDAS PARA MEJORAR LA INTEGRACIÓN AMBIENTAL DE LA ACTUACIÓN

Como medidas que directa o indirectamente resultarán de aplicación a las actuaciones desarrolladas sobre el LIC/ZEC cabe indicar las siguientes:

F] 1.1. Medidas contempladas en el proyecto

Como principales medidas preventivas y correctoras incorporadas en el proyecto cabe indicar las siguientes:

Calidad del aire

- Se tomarán medidas para reducir o evitar la emisión de partículas y polvo producidas durante el movimiento de tierras y la circulación de vehículos, tales como el regado de caminos y zonas de excavación, tapado de las bañeras de los camiones cuando estos transporten materiales finos, y la limpieza de los lechos de polvo que se generen en la obra.
- La maquinaria deberá funcionar correctamente y contar con los mantenimientos correspondientes al día. Además, deberá disponer del correspondiente marcado CE según la *Directiva 2000/14 de Ruido ambiental*, que garantice que los ruidos emitidos están dentro de los admitidos por la legislación

Edafología

- Está previsto que la mayor parte de los materiales de excavación sean utilizados para las labores posteriores de restauración del terreno afectado por las obras. Se prevé que habrá excedentes del volumen de tierra extraído para la instalación del dado de hormigón que protege la tubería, y que serán llevados a vertedero. No obstante, la posibilidad de reutilización total o parcial de los materiales extraídos en obra dependerá de la idoneidad de los mismos para dicha reutilización.
- La tierra vegetal extraída, que procederá mayoritariamente de la zona de ocupación permanente de las conducciones, se almacenará separada del resto de materiales estériles extraídos en montículos o cordones, sin sobrepasar la altura máxima de 2 m, con el fin de evitar la pérdida de sus propiedades orgánicas y bióticas. Posteriormente, será aplicada en la recuperación e integración ambiental de las áreas afectada por las obras de la nueva conducción

Hidrología

- La única generación de aguas residuales durante el desarrollo de los trabajos, son las generadas por el aseo de los trabajadores. Para ello, se dispondrá de un inodoro químico durante todas las fases de construcción, prohibiendo la instalación de fosas sépticas y el vertido al terreno.

Gestión de residuos

- Los materiales inertes sobrantes de la obra se gestionarán de acuerdo con el Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición de la Obra, que se elaborará según lo establecido en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid* y la *Orden 2726, de 16 de julio de 2009, por la que se regula la gestión de los residuos de los RCDs de la Comunidad de Madrid*.
- Se realizará una correcta gestión y una adecuada retirada de los residuos peligrosos, mediante por un transportista autorizado, y se tendrá en cuenta lo establecido en la *Ley 22/2011 de 28 de julio de residuos y suelos contaminados*, el *Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988 de 20 de julio*, y la *Ley 5/2003 de 20 de mayo, de Residuos de la Comunidad de Madrid*, para no ocasionar ningún tipo de deterioro ambiental.
- Se priorizará la prevención en su generación y la segregación de cada uno de los tipos de residuos generados. Todos los residuos serán entregados a gestores autorizados priorizando aquellos cuya gestión posterior sea la valorización de los residuos sobre la eliminación de los mismos.

- Para su almacenamiento se contará con un punto limpio en los que se colocarán contendedores adecuados e identificados para cada tipo de residuos. Se dispondrá también de una balsa para el lavado de canaletas de hormigón.
- El proyecto constructivo incluirá un Plan de Gestión de Residuos, en el que se definirá en detalle el sistema de separación en origen de los residuos y su destino final, dando prioridad a la reutilización, reciclado o valorización frente al vertido.

F] 1.2. Medidas adicionales propuestas

a) Atmósfera: calidad del aire y ambiente sonoro

Fase de Construcción

a.1) Minimización de emisiones de contaminantes y ruido

En cuanto a la contaminación del aire, y con objeto de atenuar en lo posible las emisiones de contaminantes atmosféricos durante la fase de construcción, se exigirá a toda la maquinaria de obra que disponga de las certificaciones CE y de los documentos ITV en vigor.

a.2) Minimización de emisiones de polvo

En la fase de obras, para evitar las molestias generadas por el polvo, así como los daños que pudiera ocasionar sobre la vegetación, se exigirá que los camiones que transporten materiales susceptibles de producir polvo lleven lonetas u otros sistemas de protección, y se minimizará el levantamiento de polvo en las operaciones de carga y descarga de materiales mediante riegos periódicos durante el periodo de circulación de los vehículos.

Se adecuará la velocidad de circulación de los vehículos por los caminos y zonas de tierra (nunca por encima de 20 km/h en caminos) y se establecerá una adecuada planificación de los desplazamientos, limitándose a las áreas estrictamente necesarias.

En las parcelas de acopio de materiales se evitará el apilamiento de materiales finos en zonas desprotegidas del viento para evitar el sobrevuelo de partículas.

Asimismo, siempre que resulte necesario, se procederá al riego parcelas de acopio de material, zonas de movimiento de maquinaria y caminos, a fin de disminuir el levantamiento de polvo.

a.3) Minimización de emisiones acústicas

Con el fin de atenuar el ruido producido durante la ejecución de las obras, se procederá a la utilización de maquinaria que cumpla los valores límite de emisión de ruido establecido por la normativa (*Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre*, y en su modificación por el *Real Decreto 524/2006, de 28 de abril*).

Se limitará la velocidad a los vehículos que circulen por el camino de acceso a la zona de actuación y por las calles próximas a la zona de viviendas.

Se controlarán los niveles acústicos en obra, mediante supervisión y buen mantenimiento de los equipos y maquinaria a emplear.

Para disminuir el nivel de ruido y vibraciones se seleccionarán los procedimientos operativos y de las máquinas teniendo en cuenta el nivel de ruido emitido y se prohibirá el uso de sirenas, cláxones y otros medios sonoros de señalización, a excepción de aquellas labores en las que sea necesario para evitar riesgos de accidente.

Se deberá controlar y exigir a todos los vehículos que realicen trabajos dentro de la obra que tengan al día la documentación relativa a ITV, registro de mantenimiento, Certificado CE ruido según *Directiva 98/37/CE* y *Directiva 2000/14/CE*. Además, no se deberá descargar el material desde altura, especialmente si es grueso.

b) Edafología

Fase de Construcción

b.1) Minimización de la compactación del terreno

El acceso de la maquinaria a la zona de obras se realizará, en la medida de lo posible, sobre los viales y caminos existentes, reduciéndose la apertura de nuevos accesos temporales a los previstos en proyecto. Posteriormente, en caso de que esto resulte necesario, se realizará una adecuada restauración de los mismos una vez finalizadas las obras.

El paso de la maquinaria pesada se restringirá a los caminos señalados para ello, y se impedirá su tránsito por otras zonas, para evitar la compactación y degradación de los suelos fuera de la zona acotada.

b.2) Protección y conservación del suelo

Previamente a las labores de explanación o excavación, se retirará, almacenará y conservará la tierra vegetal para su uso posterior en labores de restauración.

Se realizará la retirada selectiva del material superficial de tierra vegetal que, por sus características físicas, químicas y biológicas, se considere utilizable. Se manejará de la siguiente manera con el objetivo de que no se destruya este recurso natural:

- La retirada de la capa superior se realizará de manera específica y por separado, con respecto a otras capas de tierras estériles y no aprovechables, vigilando la aparición de horizontes no aprovechables a menor profundidad.
- La excavación para extraer la tierra vegetal se efectuará a la profundidad que determine el horizonte A superior. No obstante, se recomienda un máximo de 30 cm.
- Las rutas de la maquinaria serán planificadas de modo que no se circule sobre terrenos en los que no se ha retirado la capa de tierra vegetal, de manera que se evite su deterioro por compactación.

Su acopio y conservación se realizará de forma adecuada para prevenir su deterioro. El acopio se llevará a cabo de la siguiente forma:

- Acopio de la tierra vegetal a lo largo del tramo de excavación en los lugares elegidos, de forma que no interfiera el normal desarrollo de las obras.
    - Se hará formando caballones o artesas (de sección trapezoidal) cuya altura no excederá de 1,5 m, con objeto de facilitar su aireación y evitar la compactación.
    - Se evitará el paso de los camiones de descarga por encima de la tierra apilada.
    - Se harán ligeros ahondamientos en la capa superior de la artesa o caballón, a fin de evitar el lavado del suelo por la lluvia y la deformación de sus laterales por erosión, facilitando al mismo tiempo los tratamientos que hubieren de aplicarse.
- Se humectará la tierra acopiada para que no se desarraiguen las especies vegetales herbáceas. Estas labores se realizarán con una periodicidad que permita mantener el nivel de humedad adecuado, en función de las condiciones meteorológicas. Con ello se evita realizar enmiendas del terreno y semillado.
- La tierra vegetal y los materiales estériles se acopiarán por separado para evitar contaminaciones y confusiones en el tratamiento a cada uno de ellos.
- Los materiales estériles se utilizarán para rellenar la zanja de las conducciones.
- El relleno de la zanja y el extendido de tierra vegetal se realizarán paralelamente a los trabajos de instalación de las tuberías.
- El acopio temporal de la excavación deberá realizarse, siempre que sea posible, sobre la parcela de ocupación de las obras, evitando la afección en terrenos colindantes.

b.3) Limitación de las actividades a desarrollar en las zonas auxiliares

La maquinaria que se vaya a utilizar durante la ejecución de las obras será revisada, con objeto de evitar pérdidas de lubricantes, combustibles, etc. Los cambios de aceites, reparaciones y lavados de la maquinaria, se realizarán externamente en talleres autorizados; únicamente en el supuesto de que

fuera necesario realizarlos *in situ* de forma ocasional, se llevarán a cabo en zonas destinadas a ello, en las que no existirá riesgo de contaminación de los suelos.

En aquellas áreas en las que se lleve a cabo el suministro de combustible a maquinaria, o se disponga de tanques para la alimentación de grupos electrógenos, los depósitos utilizados deberán ser homologados, y contar con cubetos de contención o medidas preventivas equivalentes que garanticen la contención de posibles fugas de los depósitos. Asimismo, los puntos de suministro de combustible deberán dotarse de una lámina impermeable situada bajo la capa de tierra, de forma que se evite la infiltración de derrames o goteos propios de las operaciones de repostaje.

En cuanto al lavado de canaletas de hormigón, no se podrán realizar directamente sobre suelo o terreno natural, para ello se habilitará en las zonas auxiliares balsas de decantación dotadas de material impermeable.

b.4) Gestión de residuos

El Proyecto Constructivo incluirá un Plan de Gestión de Residuos, donde se detalle la gestión que se realizará de todos los residuos generados en la obra. El plan será redactado de acuerdo a lo establecido en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de residuos de la Comunidad de Madrid*, el *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*, y la *Orden 2726/2009, de 16 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid*.

En el plan se definirá el sistema de separación en origen de los residuos y su destino final, dando prioridad a la reutilización, reciclado o valorización frente al vertido, tal y como establece la normativa. Asimismo, se incluirá un protocolo de intervención para las situaciones de emergencia con riesgo ambiental asociado, derivadas de episodios accidentales de contaminación (vertidos, derrames, etc.), incluyendo la formación del personal participante en las obras.

Para su almacenamiento se contará con un punto limpio con los contenedores adecuados e identificados para cada tipo de residuos. Se dispondrá también de una balsa para el lavado de canaletas de hormigón. Las características de este punto limpio serán las siguientes:

- Los residuos peligrosos se depositarán sobre cubetos de retención impermeabilizados y apropiados a su volumen. Además, deberán de estar protegidos de la lluvia.
- Todos los productos envasados que tengan carácter de residuo peligroso deberán estar convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y el pictograma normalizado de peligro.
- Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.
- Los residuos se depositarán en el lugar destinados a los mismos conforme se vayan generando, y se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.

Los residuos generados durante la construcción caracterizados como inertes se gestionarán de acuerdo con los principios que establece el *Plan Regional de Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid 2006-2016*, en especial con la priorización de la gestión: prevención, reutilización, reciclado, valorización y vertido. En todo caso, se dará cumplimiento a la *Orden 2690/2006 de 28 de julio, del Consejero de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio*

Se tendrá en cuenta que los residuos contaminantes procedentes de la obra, principalmente grasas y aceites, derrames de hidrocarburos u otros compuestos químicos complejos, asociados al mantenimiento y funcionamiento de la maquinaria, son considerados residuos peligrosos, aplicándose a este respecto la legislación vigente relativa a la materia para su gestión.

En el supuesto de que, accidentalmente, se produjera algún vertido de materiales o residuos tóxicos, se procederá a su recogida junto con la parte afectada de suelo para su posterior gestión como residuos peligrosos. En caso de que esto sucediera, se atenderá a lo establecido en la *Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, y* en la *Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid*, y en el *Decreto 326/1999, de 18 de noviembre, por el que se regula el régimen jurídico de los suelos contaminados de la Comunidad de Madrid,* con especial atención en lo referente a la separación en origen de los mismos y a las autorizaciones necesarias para los gestores e inscripción en los registros para gestión y transporte. Los aceites usados se gestionarán de conformidad con lo

dispuesto en el *Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de aceites industriales usados.*

Igualmente, todos los residuos provenientes de las actuaciones sobre la vegetación deberán ser retirados y gestionados adecuadamente, dando cumplimiento a la normativa, y, en su caso, se depositarán en vertederos debidamente autorizados por el órgano ambiental de la Comunidad de Madrid.

Una vez finalizadas las obras, se procederá a la retirada de todos los residuos que se hubieran generado. En ningún caso se crearán escombreras ni se abandonarán materiales de construcción u otros restos en los aledaños de las obras.

c) Hidrología

Fase de Construcción

c.1) Condiciones de cruce del río Jarama

En las obras de cruce del río Jarama, se deberá reducir al mínimo imprescindible la anchura de la banda de ocupación temporal, con el fin de afectar solamente al terreno estrictamente necesario.

c.2) Condiciones de cruce de cauces

En aquellos tramos de la conducción cuya traza discurre en las proximidades del cauce del río Jarama y de los arroyos de La Vega y Las Zorreras, los acopios de materiales, así como los acopios de tierra vegetal o sobrantes de obra, se situarán en zonas donde no puedan ser arrastrados por la escorrentía superficial del terreno.

En los dos puntos de cruce de cauces, se adoptarán medidas para evitar el arrastre de tierras de la zona de obras aguas abajo del punto de actuación mediante parapetos o barreras de sedimentos. En este sentido, se estudiará en función de la posición de los acopios, la colocación de balas de paja o soluciones funcionalmente equivalentes en aquellos puntos en los que se actúe a menos de 20 metros de cauces.

c.3) Limitación de las actividades a desarrollar en las zonas auxiliares

Se contará con un adecuado tratamiento de los efluentes originados en los consumos de agua de uso higiénico, mediante cabinas de WC químicas, para lo cual se dispondrá de la autorización pertinente, emitida por el órgano competente. En todo caso, se recomienda el no vertido de los efluentes al terreno, debiéndose contemplarse, siempre que sea posible, su retirada mediante camiones cisterna.

d) Vegetación y usos del suelo

Fase de Construcción

d.1) Restricción de la banda de ocupación temporal

Con carácter general, en aquellas zonas con presencia de arbolado se tratará de reducir la banda de ocupación al mínimo imprescindible, de forma que se reduzca la afección al arbolado.

Con carácter específico, el ancho de ocupación temporal se restringirá en el cruce del río Jarama. En esta zona, el ancho de ocupación permanente y temporal se limitará a 20 metros, salvo en aquellos puntos donde, con carácter excepcional, se requiera de una ocupación puntual mayor.

Con la aplicación de esta medida se calcula que se pasará de una ocupación inicial de unos 4.400 m^2 a unos 3.000 m^2 aproximadamente, evitándose la tala de unos 35 ejemplares, fundamentalmente de *Populus alba* y *Salix sp*.

d.2) Jalonamiento general

Al inicio de los trabajos se realizará un jalonamiento temporal y flexible de toda la zona de obras, mediante cinta señalizadora, para que la circulación de personal y maquinaria se restrinja a la zona acotada. Dicha zona se corresponderá con la superficie que resulte imprescindible para albergar temporalmente las instalaciones, materiales y equipos necesarios para el desarrollo de las obras, tales como casetas para el personal, aparcamiento de maquinaria y espacio para el acopio de materiales.

Con esta medida se prevé reducir posibles afecciones al medio colindante con el proyecto y reducir la zona de afección a la estrictamente necesaria para la ejecución del proyecto.

El paso de la maquinaria pesada se restringirá a los caminos señalados para ello, y se impedirá su tránsito por otras zonas, para evitar la compactación y degradación de los suelos.

En cualquier caso, la delimitación definitiva se realizará en la fase de replanteo del proyecto.

d.3) Protección del arbolado

Como primera medida, en el replanteo definitivo del proyecto se definirá en campo, y con mayor precisión, la traza de la conducción que discurre por las zonas más sensibles o con mayor densidad de arbolado en sus proximidades, de forma que se afecte al mínimo número de ejemplares arbóreos.

En el momento del replanteo se definirán los pies arbóreos que deben ser protegidos individualmente, ya sea en la zona de obras o en sus inmediaciones. Esta medida tendrá especial importancia en el cruce del río Jarama.

Se procederá a la protección de pies de arbolado en la zona de obras y en sus inmediaciones, que puedan verse afectados por las obras o el tránsito de vehículos de la propia obra. Para ello, se deberá forrar con tableros de madera el tronco del árbol hasta alcanzar, al menos, dos metros de altura. Con esta medida se quiere evitar posibles afecciones a los árboles por rozaduras y descortezamientos de los troncos y ramas.

En caso de que sea necesaria la poda de alguna rama de los ejemplares arbóreos más cercanos a las zonas a ocupar por las diferentes acciones del proyecto, ésta se realizará por personal especializado, evitando en todo caso el riesgo de desgarro de las partes del árbol que deben permanecer, así como los perfiles de corte que favorezcan la penetración de enfermedades. En relación a esto último, las heridas de poda además se tratarán para reducir posibles infecciones causantes de enfermedades.

d.4) Realización de trasplantes

El trasplante de árboles consiste en el cambio de su emplazamiento para que sigan desarrollándose con normalidad. La realización del trasplante de los ejemplares que resultan afectados por infraestructuras es una práctica habitual en la ejecución de obras.

Todo trasplante supone un trauma para la planta: pierde raíces y recibe una poda, en muchas ocasiones muy fuerte. Además, el cambio a su nueva ubicación también le afecta: otra situación de sol, sombra, tipo se suelo, viento, etc. Por este motivo, el trasplante de pies no debe hacerse sin sopesar previamente la conveniencia de realizarlo, tras analizar los costes y beneficios, los riesgos y las probabilidades de éxito.

Por este motivo, como medida se establece la necesidad de realizar un estudio de viabilidad de trasplante previo al inicio de las obras, una vez se determine con exactitud qué arbolado va a resultar afectado por las mismas. De esta manera, se consigue hacer una propuesta de ejemplares a trasplantar que atienda a criterios técnicos, teniendo en cuenta la casuística concreta que rodea a cada ejemplar: situación, especie, tamaño, edad, estado fitosanitario y vigor vegetativo, proximidad a otras ejemplares, etc. En base a estos aspectos, y de manera individualizada, se estimará la conveniencia o no de llevar a cabo el trasplante del arbolado afectado por la ejecución de las obras, siguiendo el siguiente planteamiento:

- El árbol es trasplantable sin que ello represente una merma importante de su valor, una disminución de su vida útil o un riesgo significativo, ni un coste prohibitivo: el árbol puede ser trasplantado.
- La viabilidad del trasplante del árbol está condicionada a una merma importante del valor del mismo, a una disminución de su vida útil o a un riesgo para el árbol que sí son significativos: el árbol no debe ser trasplantado.

d.5) Recuperación de la zona de instalaciones provisionales de obra

Una vez finalizadas las obras se procederá al desmantelamiento de las instalaciones auxiliares de obra y se retirarán los elementos extraños, extendiendo la tierra vegetal almacenada y recuperando la zona afectada en sus condiciones iniciales.

Las medidas de restauración que se contemplan sobre la superficie afectada por las zonas auxiliares (unos 4.000 m^2 en total) son las siguientes:

- Las zonas auxiliares se subsolarán o escarificarán unos 25 cm de profundidad, con el fin de descompactarlo y permitir su revegetación posterior.

- En las zonas auxiliares que no se sitúen sobre suelo agrícola, se procederá a la realización de siembras. La mezcla de semillas de herbáceas estará compuesta por semillas de siete especies herbáceas (mezcla de gramíneas y leguminosas). Se emplea tal número de especies con el fin de garantizar el éxito de la siembra. Las especies y porcentajes a emplear son los siguientes:
    - *Trifolium subterraneum*: 15%
    - *Agropyrum cristatum*: 15%
    - *Dactylis glomerata* (25%)
    - *Lolium perenne* (20%)
    - *Medicago sativa* (15%)
    - *Papaver sp.* (10%)
- La siembra se efectuará con sembradora montada en tractor de ruedas con la mezcla definida, a razón de 3,5 kg/a, incluido posterior paso de doble pasada de rodillo.

  Se sembrará preferiblemente en otoño, para aprovechar las lluvias otoñales, de forma que se produzca la germinación de las semillas, manteniéndose durante el invierno y teniendo otro crecimiento fuerte en primavera. De esta manera, al llegar de nuevo el período seco, los vegetales sembrados tienen ya un buen desarrollo, habiendo granado y, con ello, asegurado la persistencia de la cubierta.

  No obstante, dada la dinámica de las obras, también se contempla la posibilidad de efectuar siembras primaverales, aunque procurando que sean tempranas, para evitar que el déficit hídrico estival afecte a los vegetales sin haber tenido tiempo suficiente para su desarrollo.

  En todo caso, se deben interrumpir las siembras en el período comprendido entre finales de abril y mediados de septiembre.
- Posteriormente se llevará a cabo la plantación de ejemplares arbustivos de *Retama sphaerocarpa*, de 0,4-0,6 m de altura, en contenedor forestal de 1,7 L, en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 60x60x60 cm. La plantación se apoyará con abonado de fondo en el hoyo de plantación, formación de alcorque, colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego. La densidad de plantación será de 300 pies/ha., por lo que el número de ejemplares a plantar será de 120.

d.6) Recuperación del cruce del cauce del río Jarama

El acueducto contemplado para el cruce de río Jarama tiene una longitud de 276,29 m., si bien únicamente unos 200 m. se desarrollan sobre la vegetación riparia ligada al cauce. El resto del tramo de viaducto afectaría a terreno agrícola y de matorral.

En el tramo de conducción en el que se efectúa el cruce del río Jarama, en aquellas zonas que hayan sido desbrozadas de vegetación arbórea por necesidad de ocupación temporal para la ejecución de las obras (unos 2.200 m^2 aproximadamente)[3] se llevarán a cabo las siguientes labores de restauración:

- Laboreo mecanizado o manual: se llevará a cabo en aquellos terrenos que resulten compactados como consecuencia del tránsito y operación de la maquinaria, dejándolos en condiciones óptimas para su posterior siembra o cultivo. Este laboreo se efectuará mecánicamente en aquellos lugares en los que el movimiento del tractor no pueda afectar a la vegetación arbórea o arbustiva. En aquellos puntos en los que el movimiento del tractor pueda dañar dicha vegetación, se efectuará un rastrillado manual.
- Siembra de herbáceas: se procederá a la realización de siembras. La mezcla de semillas de herbáceas estará compuesta por semillas de siete especies herbáceas (mezcla de gramíneas y leguminosas). Se emplea tal número de especies con el fin de garantizar el éxito de la siembra. Las especies y porcentajes a emplear son los siguientes:
    - *Trifolium subterraneum*: 15%
    - *Agropyrum cristatum*: 15%

[3] Si bien la superficie arbolada que debe desbrozarse para la construcción del viaducto se estima en unos 3.000 m^2, 800 m^2 formarán parte de la propia ocupación del viaducto, por lo que no puedes ser objeto de restauración.

- *Dactylis glomerata* (25%)
- *Lolium perenne* (20%)
- *Medicago sativa* (15%)
- *Papaver sp.* (10%)

La siembra se efectuará con sembradora montada en tractor de ruedas con la mezcla definida, a razón de 3,5 kg/a, incluido posterior paso de doble pasada de rodillo.

Se sembrará preferiblemente en otoño, para aprovechar las lluvias otoñales, de forma que se produzca la germinación de las semillas, manteniéndose durante el invierno y teniendo otro crecimiento fuerte en primavera. De esta manera, al llegar de nuevo el período seco, los vegetales sembrados tienen ya un buen desarrollo, habiendo granado y, con ello, asegurado la persistencia de la cubierta.

No obstante, dada la dinámica de las obras, también se contempla la posibilidad de efectuar siembras primaverales, aunque procurando que sean tempranas, para evitar que el déficit hídrico estival afecte a los vegetales sin haber tenido tiempo suficiente para su desarrollo.

En todo caso, se deben interrumpir las siembras en el período comprendido entre finales de abril y mediados de septiembre.

- Posteriormente se llevará a cabo la plantación de ejemplares arbóreos y arbustivos a raíz desnuda, en hoyos abiertos mecánicamente con dimensiones 80x80x80 cm. para los ejemplares arbóreos y de 60x60x60 cm. para los ejemplares arbustivos. La plantación se apoyará con abonado de fondo en el hoyo de plantación, formación de alcorque, colocación de tubo-protector individual de PEHD tipo TUBOTREX o similar, de altura 100 cm y primer riego.

  La densidad de plantación es de 525 pies/ha, distribuida como sigue:

Nombre científico	Nº plantas/ha	Nº plantas total	Presentación
Populus alba	100	22	14-16 CIR, a raíz desnuda
Populus nigra	50	11	14-16 CIR, a raíz desnuda
Salix alba	150	33	12-14 CIR, a raíz desnuda
Fraxinus angustifolia	75	16	100-125 cm, en C. de 10 L
Rubus ulmifolius	150	33	20-40 cm, en C de 1,7 L

Tabla 45 Densidad y presentación en plantación en el río Jarama

La distribución de la plantación se efectuará de la manera más naturalizada posible, preservando la vegetación existente, por lo que en ningún caso se realizarán desbroces o se eliminarán chirpiales o brinzales presentes para la introducción de la plantación propuesta. En todo caso, se priorizará la plantación de los ejemplares de *Salix alba* en las zonas más próximas al cauce, dejando para una segunda banda de plantación los ejemplares de *Populus alba* y *Pópulus nigra*, y finalmente, en las zonas más alejadas del cauce, los ejemplares de *Fraxinus angustifolia*. Los ejemplares de *Rubus ulmifolius* se repartirán de manera aleatoria por toda la superficie plantada.

Dada la humedad edáfica existente en la zona de plantación, únicamente se contempla el riego de plantación.

d.7) Otras medidas a adoptar

Se evitará la deposición del excedente de tierras sobrantes o de tierra vegetal sobre zonas con vegetación, ciñéndose a zonas desnudas presentes en el entorno de obra.

Dado el riesgo de incendio que presenta la zona, durante la construcción de la obra se prestará especial atención a las actividades potencialmente más peligrosas, como los desbroces y las soldaduras. Se dispondrá de equipos adecuados de extinción de incendios a pie de obra, en los lugares en que se realicen este tipo de operaciones u otras operaciones con riesgo.

e) Fauna

Fase de Construcción

e.1) Minimización de las molestias a la fauna

Para evitar que los animales puedan quedar atrapados en las tuberías durante la fase de construcción, los extremos libres serán cerrados al final de cada jornada. Se revisará la zanja todas las mañanas en previsión de encontrar individuos atrapados.

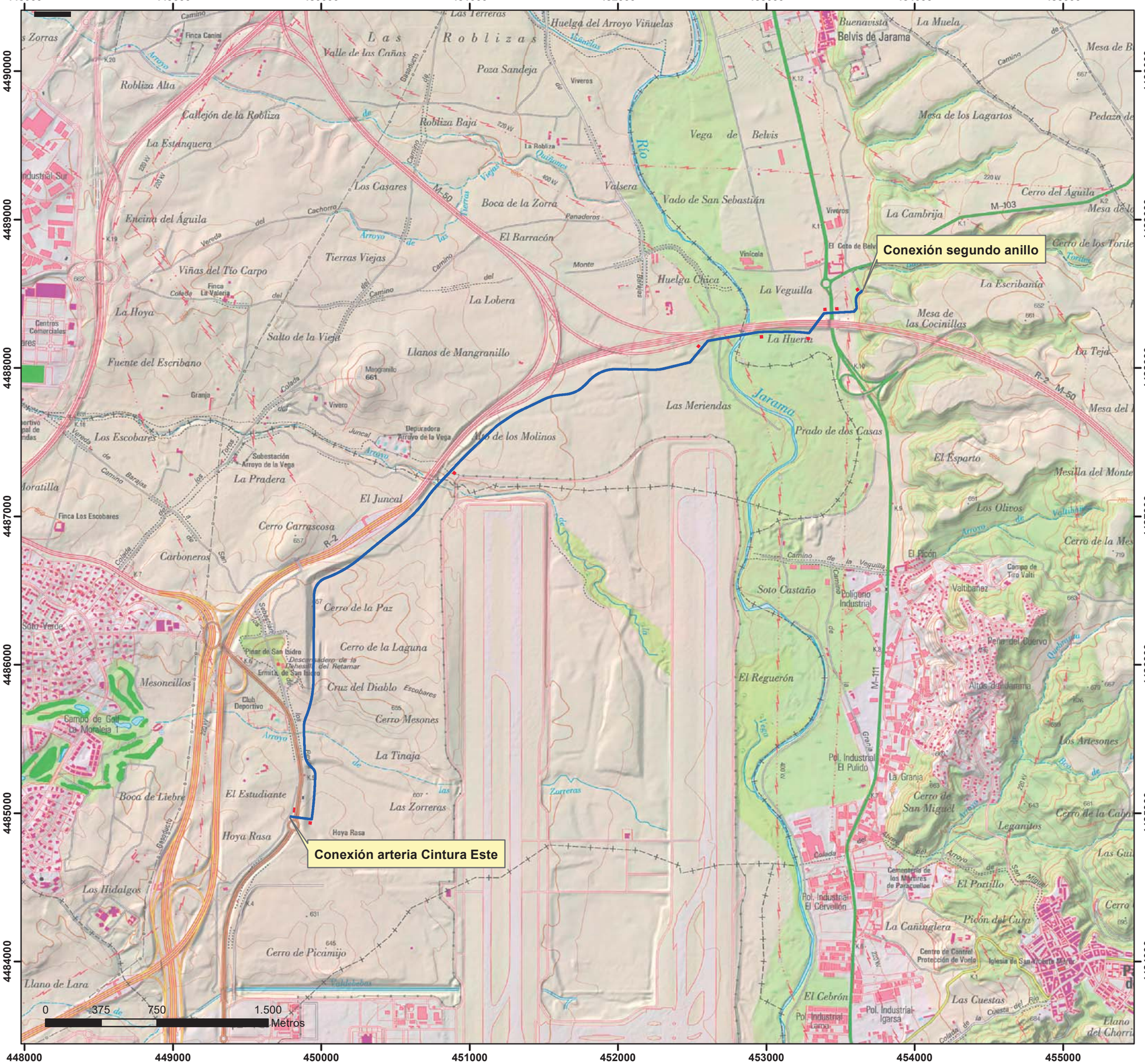
G] CONCLUSIÓN

El balance de la repercusión de la actuación sobre los hábitats y taxones de interés comunitario que han motivado la designación del LIC "*Cuencas de los ríos Jarama y Henares*" se puede resumir indicando que la ejecución del proyecto de la arteria norte no afectará de forma apreciable a la integridad ecológica ni a los objetivos de conservación del espacio de la Red Natura 2000 en la que se ubica el proyecto, puesto que:

- La reducción de hábitat es reducidad, dado que con la adopción de las medidas correctoras propuestas en el presente documento, resulte necesario desbrozar una superficie de unos 3.000 m^2, y deban eliminarse unos 25 ejemplares de árboles desarrollados.
- Asimismo, el proyecto contempla la restauración de la superficie ocupada temporalmente por la ejecución de las obras (unos 2.200 m^2 aproximadamente)[4] contemplándose la siembra de herbáceas y la plantación de 22 ejemplares de *Populus alba*, 11 de *Populus nigra*, 33 de *Salix alba*, 16 de *Fraxinus angustifolia* y orla arbustiva con ejemplares de *Rubus ulmifolius*.
- No se reduce la diversidad del área, puesto que no se elimina ningún tipo de hábitat de elevada especificidad; las intervenciones sobre la vegetación, tan solo supondrán una reducción no relevante de cubierta vegetal, que se encuentra ampliamente representado en el área de actuación.
- No se aumenta la fragmentación del hábitat de forma relevante, puesto que las intervenciones se realizan de forma anexa a una infraestructura viaria existente tan relevante como es el cruce del río Jarama de la R-2/M-50.
- Respecto a la afección sobre taxones de interés comunitario presentes en el Espacio Protegido, no se identifican afecciones directas significativas de las actuaciones proyectadas sobre las especies que han justificado la declaración del Espacio Protegido, considerando que el proyecto no implica la eliminación de superficies relevantes de los biotopos necesarios para su preservación y para el desarrollo de sus ciclos vitales. En cualquier caso, la incidencia será mínima y no supondrá alteraciones adicionales del ecosistema en la fase de funcionamiento con respecto a la situación actual.
- Respecto a las afecciones a la funcionalidad ecológica de los Lugares y a las afecciones a la Coherencia Global de la Red Natura 2000, las afecciones provocadas por la ejecución del proyecto se consideran compatibles con respecto a la situación actual del área de actuación.

[4] Si bien la superficie arbolada que debe desbrozarse para la construcción del viaducto se estima en unos 3.000 m^2, 800 m^2 formarán parte de la propia ocupación del viaducto, por lo que no puedes ser objeto de restauración.

ANEXO III. CARTOGRAFÍA



Leyenda

- Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario
- Zonas auxiliares

Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO:

Situación sobre topográfico

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:25.000	1 HOJA 1 DE 1

450000 451000 452000 453000

4488000 4487000 4486000 4485000

Conexión segundo anillo

M-111

M-50

R-2

M-110

Río Jarama

Conexión arteria Cintura Este

0 250 Metros

Leyenda

Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario

Zonas auxiliares

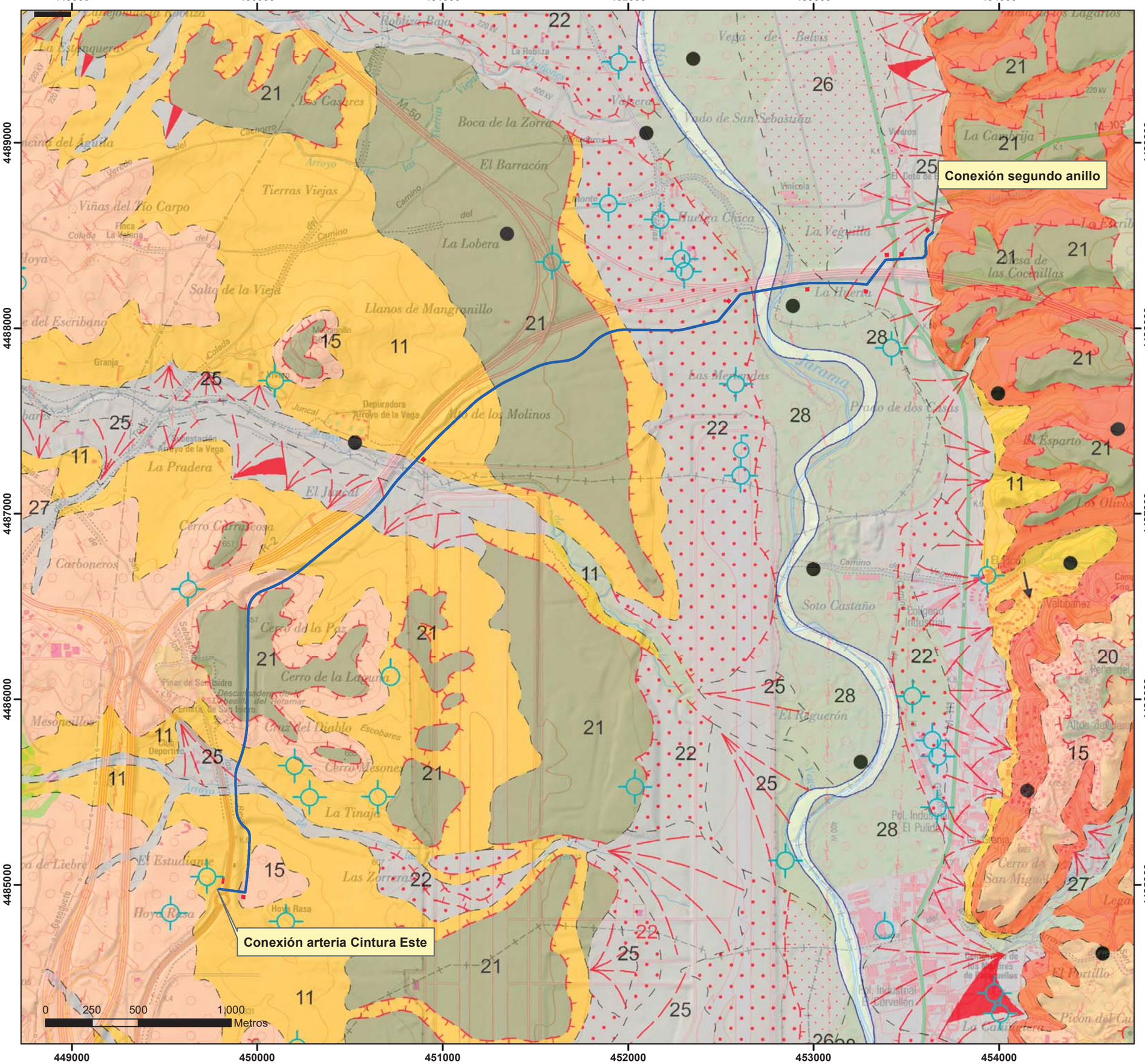
Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Situación sobre ortofoto

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:15.000	2 HOJA 1 DE 1



Leyenda

Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario

Zonas auxiliares

UNIDADES GEOLÓGICAS

11.- Arenas con lutitas pardas y verdosas, ocasionalmente niveles discontinuos de carbonatos

15.- Arenas arcósicas con cantos, alternando con limos y arcillas ocres

20, 21, 22.- Gravas y arenas con cantos. Terrazas altas, medias y bajas

25.- Arenas y limos con cantos. Conos aluviales

26.- Limos, arenas con cantos. Gravas. Llanura de inundación

27.- Arenas, arcillas y limos con gravas. Fondos de valle

28.- Gravas, cantos y arenas. Barras aluviales

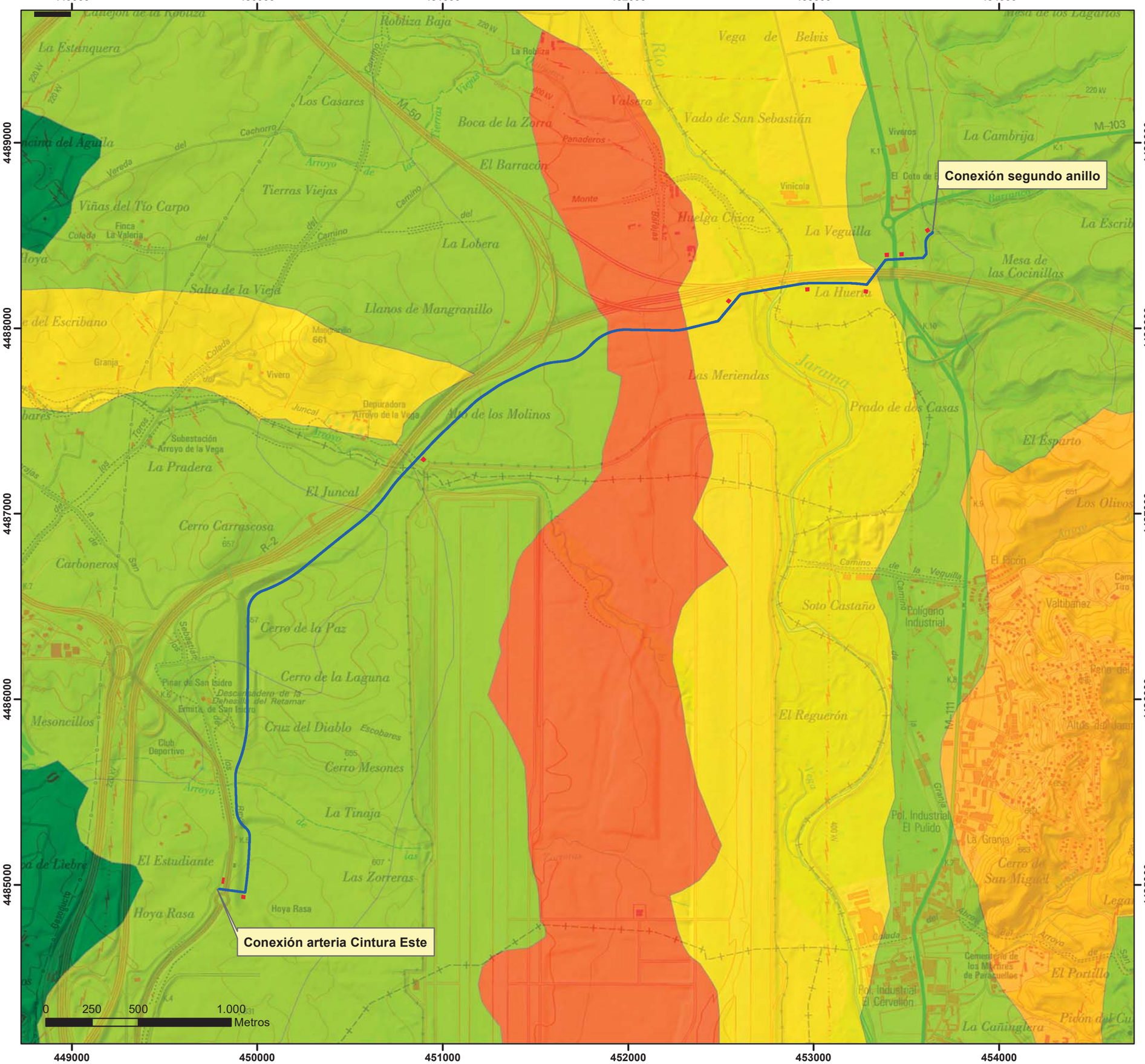
Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Geología

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:20.000	3 HOJA 1 DE 1



Leyenda

- Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario
- Zonas auxiliares

EDAFOLOGÍA

- Calcisoles (CL)
- Cambisoles (CM)
- Fluvisoles (FL)
- Luvisoles (LV)
- Regosoles (RG)

Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Edafologia

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:20.000	4 HOJA 1 DE 1

449000 450000 451000 452000 453000 454000

4489000 4488000 4487000 4486000 4485000

Conexión segundo anillo

Conexión arteria Cintura Este

0 250 500 1.000 Metros

Leyenda

Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario

Zonas auxiliares

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

03.04 Guadalajara

03.05 Madrid-Talavera

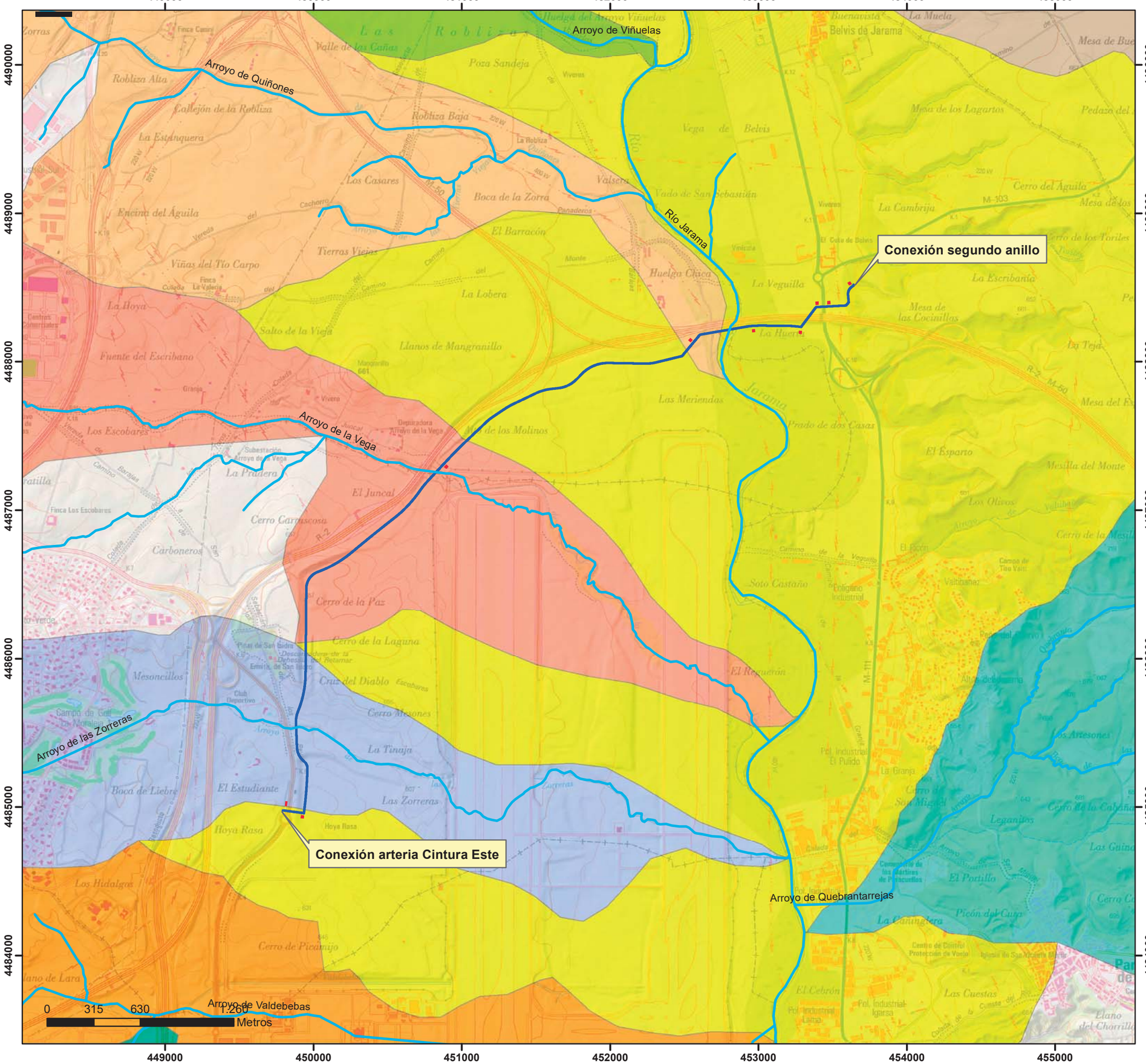
Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Hidrogeología

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:20.000	5 HOJA 1 DE 1



Leyenda

Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario

Zonas auxiliares

RED HIDROLÓGICA

Cauces

Cuencas

- JARAMA
- QUEBRANTA REJAS
- QUIÑONES
- VALDEBEBAS
- VALDEFUENTES
- VALLE
- VEGA
- VIÑUELAS
- ZORRERAS

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Hidrografía

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:25.000	6 HOJA 1 DE 1

453000

4488000

4488000

453000

Leyenda

Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario

Zonas auxiliares

VEGETACIÓN

- Areas sin vegetacion natural
- Cultivos herbáceos de secano
- Herbazal
- Herbazal-matorral
- Herbazales con arbolado disperso
- Pinares de repoblacion
- Vegetacion de ribera

Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Vegetación

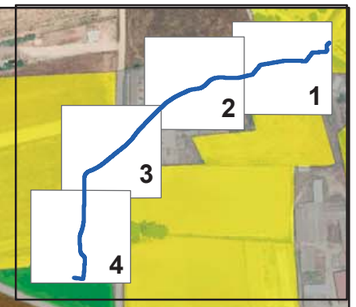
FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:5.005	7 HOJA 1 DE 4

451000

452000

4488000

4488000



0 75 150 300 Metros

451000

452000

Leyenda

Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario

Zonas auxiliares

VEGETACIÓN

- Areas sin vegetacion natural
- Cultivos herbáceos de secano
- Herbazal
- Herbazal-matorral
- Herbazales con arbolado disperso
- Pinares de repoblacion
- Vegetacion de ribera

Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Vegetación

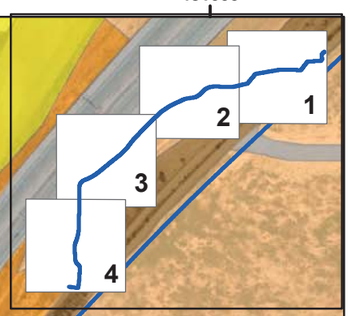
FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:5.010	7 HOJA 2 DE 4

450000

451000

4487000

4487000



0 75 150 300 Metros

450000

451000

Leyenda

Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario

Zonas auxiliares

VEGETACIÓN

- Areas sin vegetacion natural
- Cultivos herbáceos de secano
- Herbazal
- Herbazal-matorral
- Herbazales con arbolado disperso
- Pinares de repoblacion
- Vegetacion de ribera

Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

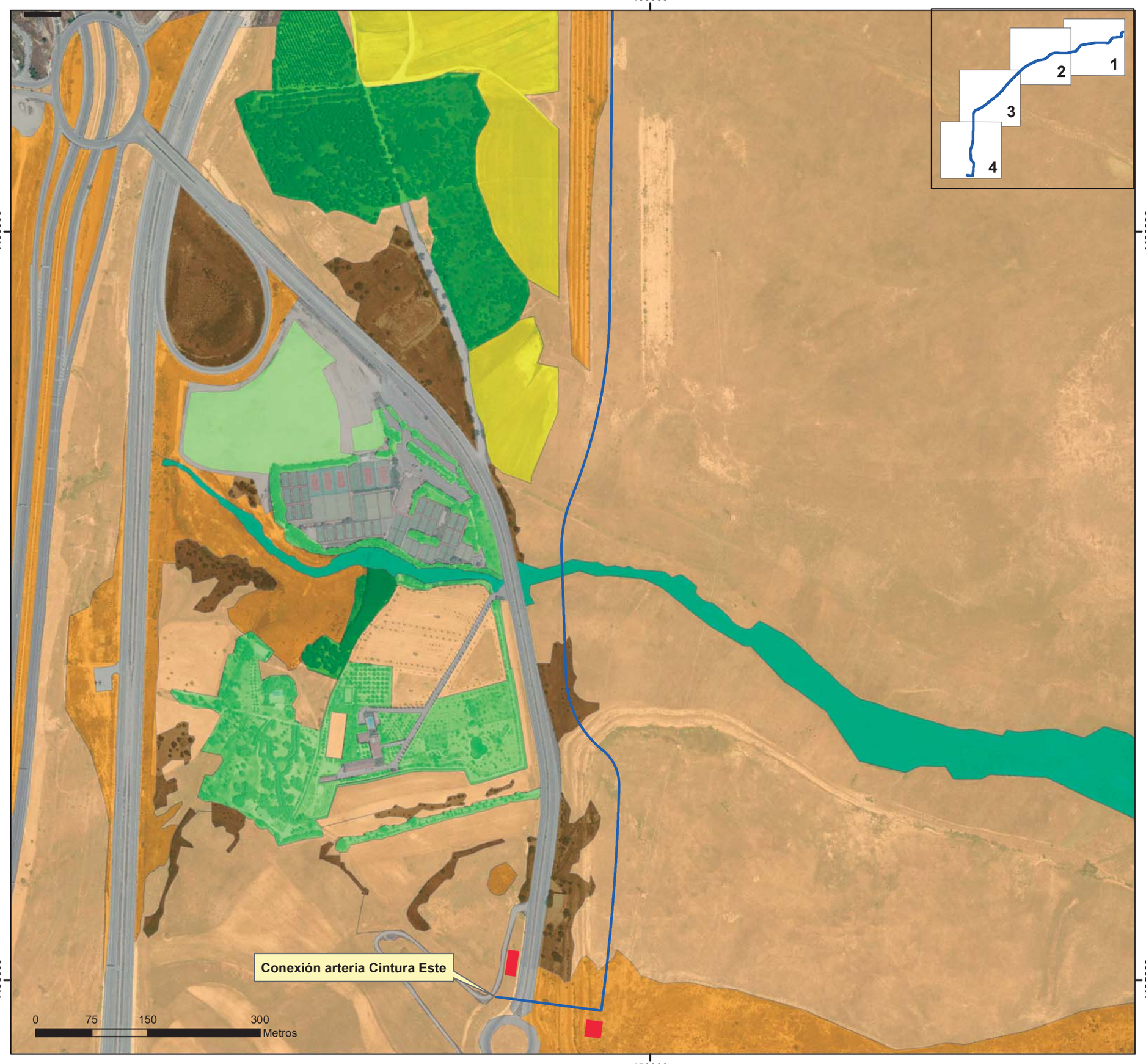
TÍTULO DEL PLANO: Vegetación

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:5.010	7 HOJA 3 DE 4

450000

4486000

4485000



Leyenda

- Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario
- Zonas auxiliares

VEGETACIÓN

- Areas sin vegetacion natural
- Cultivos herbáceos de secano
- Herbazal
- Herbazal-matorral
- Herbazales con arbolado disperso
- Pinares de repoblacion
- Vegetacion de ribera
- Vegetacion ornamental

Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO
Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Vegetación

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:5.005	7 HOJA 4 DE 4

448000 449000 450000 451000 452000 453000 454000 455000

4490000 4489000 4488000 4487000 4486000 4485000 4484000

Conexión segundo anillo

Conexión arteria Cintura Este

0 375 750 1.500 Metros

Leyenda

Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario

Usos del suelo

- Aeropuerto
- Cultivos anuales
- Zonas en construcción y sin uso definido
- Zonas urbanas
- Viario
- Forestal
- Zonas verdes urbanas y áreas deportivas
- Vegetación herbácea
- Zonas industriales y comerciales
- Mineral extraction and dump sites
- Pastos
- Cursos de agua y zonas húmedas

Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Usos del suelo

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:25.000	8 HOJA 1 DE 1

448000 449000 450000 451000 452000 453000 454000 455000

4490000 4489000 4488000 4487000 4486000 4485000 4484000

Conexión segundo anillo

Conexión arteria Cintura Este

0 375 750 1.500 Metros

Leyenda

Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario

Zonas auxiliares

UNIDADES DEL PAISAJE

- J22- Valdelatas - El Goloso
- J23- Belvis del Jarama
- J25- Paracuellos del Jarama-Algete
- URB- Urbano

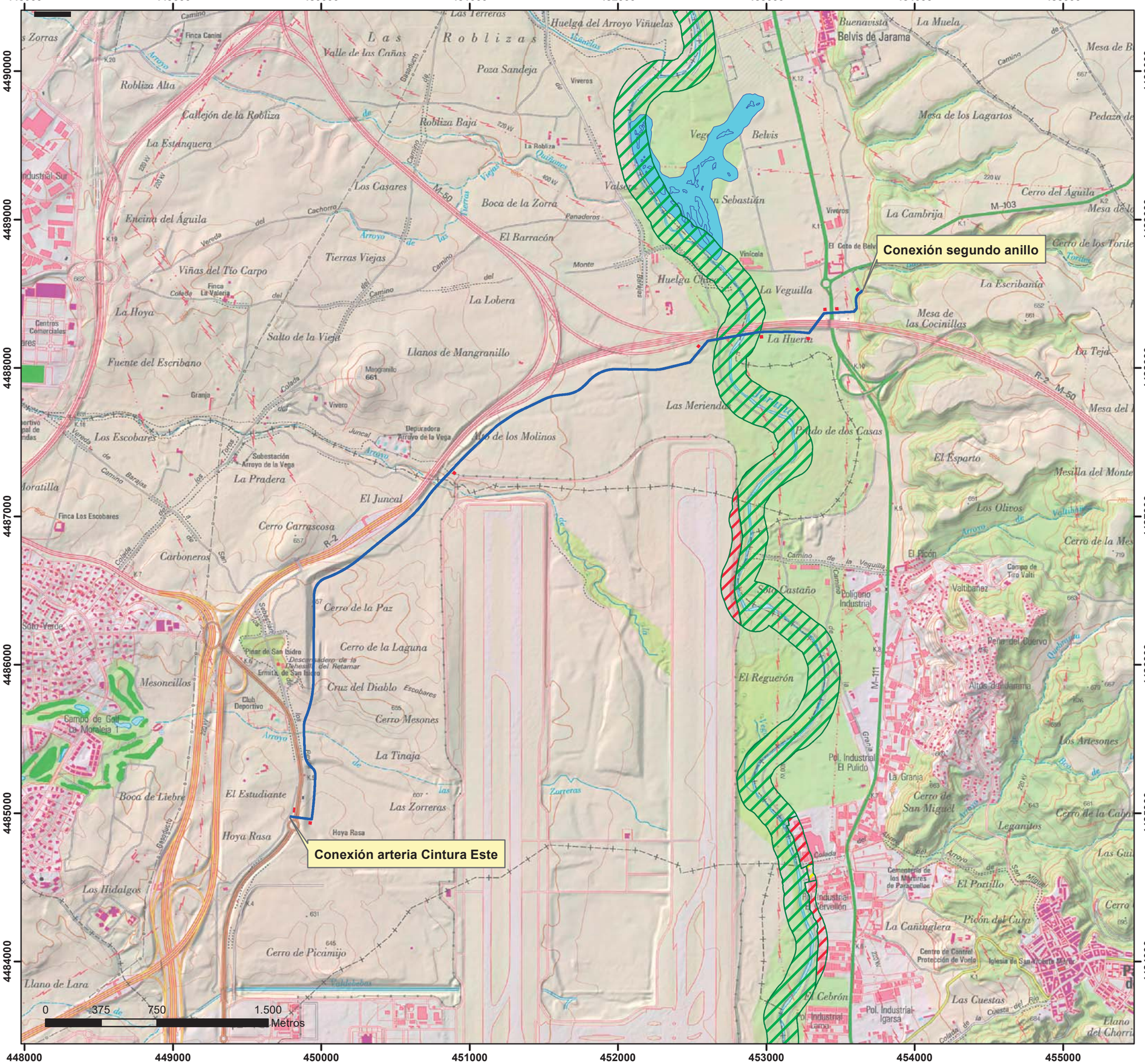
Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Paisaje

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:25.000	9 HOJA 1 DE 1



Leyenda

Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario

Zonas auxiliares

ESPACIOS NATURALES

INVENTARIO ESPAÑOL DE ZONAS HÚMEDAS

Lagunas de Belvis

RED NATURA 2000

Plan de Gestión del ZEC Cuencas de los ríos Jarama y Henares

Zona A: Conservación Prioritaria

Zona B: Protección y Mantenimiento de Usos Tradicionales

Zona C: Uso General

Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO:

Espacios Naturales Protegidos y Red Natura 2000

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:25.000	10 HOJA 1 DE 1

448000 449000 450000 451000 452000 453000 454000 455000

4490000 4489000 4488000 4487000 4486000 4485000 4484000

Colada del Arroyo Viñuelas

Colada del Abrevadero del Arroyo Viñuelas

Colada del Camino de Barajas a Torrelaguna

Colada del Camino de Burgos

Conexión segundo anillo

Colada del Camino del Monte

Cordel de la Matapiñonera al Arroyo de la Vega. Tramo 4

Cordel de la Matapiñonera al Arroyo de la Vega. Tramo 5

Colada del Arroyo de la Vega

CM/0000/15LA SOLANA

CM/0000/18PRADO GALÁPAGOS II

Colada de los Toros o Camino de Burgos

Colada del Arroyo de Bartibáñez

CM/0006/002LA RIBERA

CM/0006/010EL BALDÍO

Descansadero de la Dehesilla del Retamar

Descansadero de la Ribera

Descansadero de los Toros

CM/0006/009CERCADO DEL GUARDA

Vereda de Barajas a Torrelaguna

CM/0006/006

CM/0000/14CASAS DE CERCADO – BAJO CERCADO

CM/0006/003LAS ZORRERAS

Colada del Abrevadero del Arroyo de San Miguel

Conexión arteria Cintura Este

Vereda de Barajas a San Sebastián de los Reyes

Vereda de la Calleja por el Camino de Torrelaguna

CM/0006/008TAMAJONES

Colada de la Cuesta del Río

0 375 750 1.500 Metros

Leyenda

- Arteria Norte para el suministro al S.G. Aeroportuario
- Zonas auxiliares
- Vías pecuarias
- Patrimonio arqueológico

Canal de Isabel II

TÍTULO DEL PROYECTO

Documento ambiental para el proyecto de construcción arteria norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas

TÍTULO DEL PLANO: Patrimonio cultural y vías pecuarias

FECHA:	ESCALA:	Nº DE PLANO
Enero 2017	1:25.000	11 HOJA 1 DE 1

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 2

CARTA A LA DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO CULTURAL

Canal de Isabel II

Dirección de Innovación e Ingeniería
Subdirección de Proyectos
Área de Proyectos de Abastecimiento

CONSEJERÍA DE PRESIDENCIA, JUSTICIA Y PORTAVOCÍA DEL GOBIERNO
Dirección General de Patrimonio Cultural
C/ Arenal, 18
28013. Madrid

Madrid, 1 de Febrero de 2017

ASUNTO: SOLICITUD DE HOJA INFORMATIVA. DEL PROYECTO DE LA "ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS".

En relación con la actuación de referencia, se solicita identificación de las afecciones al Patrimonio Histórico así como la correspondiente Hoja Informativa, como paso previo al inicio de las tramitaciones.

Se adjunta un plano de planta general de la actuación, así como un archivo en formato zip con el trazado de la conducción y la ubicación de las ocupaciones temporales para la fase de obra georreferenciados.

Atentamente,

[redacted]

MARÍA RODRÍGUEZ CORTÉS
Coordinadora del Área de Proyectos de Abastecimiento

Canal de Isabel II gestión
ÁREA PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO
01 FEB. 2017
SALIDA Nº 0015-17

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 30.732, Folio 86, Sección 8, Hoja M-532030 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125. 28003 Madrid

X= 455465.9222

Y= 4489983.4364

TÉRMINO MUNICIPAL SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES

TÉRMINO MUNICIPAL ALCOBENDAS

TÉRMINO MUNICIPAL MADRID

TÉRMINO MUNICIPAL PARACUELLOS DE JARAMA

Arteria Norte Madrid-Barajas
L=6.200 m. Ø1.200 mm.

CONEXIÓN CON RED EXISTENTE

ARTERIA 2º ANILLO
Ø1600 mm.

CONEXIÓN CON RED EXISTENTE

ARTERIA CINTURA ESTE
Ø900 mm.

Río Jarama

Arroyo de la Vega

M-50

M-50 / R-2

R-2

Leyenda

- Lic
- Vía Pecuaria
- Zona auxiliar

Canal de Isabel II

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID / BARAJAS

CONSULTA ARQUEOLÓGICA

TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA GENERAL

FECHA:	ESCALA :	Nº DE PLANO
ENERO 2017	1:20.000	1
		HOJA 1 DE 1

Y= 4484531.9654

X= 447752.5786

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ANEJO Nº 13

TRAMITACIÓN URBANÍSTICA

ANEJO Nº 13

TRAMITACIÓN URBANÍSTICA

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES 1

APÉNDICES

Apéndice 1.- Plan Especial

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

1.- ANTECEDENTES

En virtud de los Artículos 50 y 59 de la Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid se presenta el Plan Especial del PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS en los Términos Municipales de SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES, ALCOBENDAS y PARACUELLOS DE JARAMA en la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio en febrero de 2017.

De la misma forma junto con este documento y en cumplimiento de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, así como el régimen transitorio en materia de evaluación ambiental contemplado en la disposición transitoria primera de la Ley 4/2014, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas, se presenta el Documento Ambiental Estratégico para el inicio de la tramitación Ambiental Estratégica.

En el Apéndice 1 se adjunta el Plan Especial remitido.

El Documento Ambiental Estratégico se incluye en el Anejo 12 Tramitación Ambiental y Arqueológica como Apéndice 1 al haberse realizado un único documento ambiental para la evaluación Ambiental Estratégica y para la Evaluación Ambiental de Proyecto.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICES

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 1

PLAN ESPECIAL

PLAN ESPECIAL DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS

Área: Proyectos de Abastecimiento
Fecha: Enero de 2017

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

ÍNDICE

1. MEMORIA JUSTIFICATIVA Y DESCRIPTIVA 3

1.1. OBJETO DEL PLAN ESPECIAL 3

1.2. MARCO LEGAL 3

1.3. CONVENIENCIA Y OPORTUNIDAD 3

1.4. ÁMBITO GEOGRÁFICO 4

1.5. NORMATIVA URBANÍSTICA. ADECUACIÓN AL PLANEAMIENTO 4

1.6. SITUACIÓN ACTUAL Y BASES DE DISEÑO 5

1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS 5

1.8. ZONA DE AFECCIÓN 8

1.9. VÍAS PECUARIAS 9

1.10. ORGANISMOS AFECTADOS 9

2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 11

3. ARQUEOLOGÍA 11

4. NORMAS TÉCNICAS 11

5. ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO 16

5.1. VALORACIÓN DE LAS OBRAS 16

5.2. PLAZO DE EJECUCIÓN 17

5.3. SISTEMA DE EJECUCIÓN Y FINANCIACIÓN 17

6. PLANOS 18

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

1. MEMORIA JUSTIFICATIVA Y DESCRIPTIVA

1.1. OBJETO DEL PLAN ESPECIAL

El presente Plan Especial del proyecto de construcción ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS, tiene por objeto la conexión del Segundo Anillo de Distribución a Madrid con la Arteria Cintura Este mediante una nueva conducción, con el fin de garantizar el suministro de agua potable a los nuevos desarrollos previstos dentro del recito aeroportuario.

1.2. MARCO LEGAL

La Ley 17/1984 Reguladora del abastecimiento y saneamiento de la Comunidad de Madrid, en su artículo 2, establece que los servicios de aducción son de interés de la Comunidad de Madrid, a la que corresponde la planificación general con formulación de esquemas de infraestructuras y definición de criterios, con orden a dotar a todos sus ciudadanos de un abastecimiento con garantía de cantidad y calidad.

Se redacta este Plan Especial de acuerdo con los artículos 50 y siguientes de la Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid, en los que, entre otras cosas, se determina la función de los planes especiales en cuanto a la definición, ampliación o protección de cualesquiera elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios, así como la complementación de sus condiciones de ordenación con carácter previo para legitimar su ejecución.

La Comisión de Urbanismo de Madrid, de acuerdo con el artículo 61.c de la citada Ley 9/2001, será el órgano competente para la aprobación definitiva de los Planes Especiales, así como sus modificaciones, que tengan por objeto la ordenación de infraestructuras, equipamientos y servicios públicos que corran a cargo de la Comunidad de Madrid.

1.3. CONVENIENCIA Y OPORTUNIDAD

El artículo 51 de la Ley 9/2001 del Suelo de la Comunidad de Madrid establece que los Planes Especiales deben incluir la justificación de su propia conveniencia y de su conformidad con los instrumentos de ordenación del territorio y del planeamiento urbanístico vigentes sobre su ámbito de ordenación.

En ese sentido, la coherencia del Plan Especial con el planeamiento urbanístico vigente deriva directamente del acatamiento de las determinaciones estructurantes establecidas en las Normas Subsidiarias y Planes Generales de Ordenación Urbana de los municipios afectados que se enumeran en puntos posteriores.

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

1.4. ÁMBITO GEOGRÁFICO

Las obras comprendidas en este Plan Especial se encuentran ubicadas en la provincia de Madrid, afectando a los términos municipales de San Sebastián de los Reyes, Alcobendas y Paracuellos de Jarama.

1.5. NORMATIVA URBANÍSTICA. ADECUACIÓN AL PLANEAMIENTO

La actuación de referencia a la que el presente Plan Especial da cobertura urbanística, supone unos usos y unas condiciones de edificación que pueden modificar las establecidas en la Normativa Urbanística de los municipios afectados. El Planeamiento Urbanístico vigente de los municipios por donde discurren las obras objeto del presente Plan Especial es el siguiente:

MUNICIPIO	PLANEAMIENTO VIGENTE (BOCM)
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES	P.G.O.U. 16/01/2002
ALCOBENDAS	P.G.O.U. 23/07/2009
PARACUELLOS DE JARAMA	P.G.O.U. 17/08/2001

La clasificación de los suelos donde se encuentran las obras objeto del presente Plan Especial, es la que se indica a continuación:

<table>
<tr><th>MUNICIPIO</th><th colspan="2">CLASIFICACIÓN DEL SUELO</th></tr>
<tr><td rowspan="2">San Sebastián de los Reyes</td><td>Sistemas Generales</td><td>Existentes
No adscritos</td></tr>
<tr><td>No Urbanizable Protegido</td><td>Cauces y Humedales
Vías Pecuarias</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Alcobendas</td><td colspan="2">Suelo Urbanizable No Sectorizado</td></tr>
<tr><td colspan="2">Suelo No Urbanizable de Especial Protección de vías pecuarias. Trazado actual a modificar.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Red Supramunicipal de Infraestructuras Aeroportuarias</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Paracuellos de Jarama</td><td>Suelo No Urbanizable Protegido</td><td>Cauces y Riberas
Especial Protección Agrícola
Espacios de Interés Forestal y Paisajístico</td></tr>
<tr><td>Sistema General</td><td>Carreteras</td></tr>
</table>

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

La Normativa Urbanística vigente dentro del Sistema General Aeroportuario de Madrid-Barajas es la contemplada en el Plan Especial Del "Sistema General Aeroportuario De Madrid-Barajas", con aprobación definitiva por la Comisión de Urbanismo de Madrid, y publicado en el BOCM con fecha de 18/11/2005.

La clasificación de los suelos de acuerdo al Plan Especial Del "Sistema General Aeroportuario De Madrid-Barajas" es:

PLAN ESPECIAL DEL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
	Sistemas Generales

En la actualidad se está tramitando una modificación del Plan Especial del "Sistema General Aeroportuario Madrid-Barajas" que cuenta con Aprobación Inicial publicada en el BOCM de fecha 21 de noviembre de 2016.

1.6. SITUACIÓN ACTUAL Y BASES DE DISEÑO

Motivado por los nuevos desarrollos contemplados por el Plan Especial del Sistema Aeroportuario Madrid-Barajas, aprobado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Comunidad de Madrid en septiembre de 2005, y por la importancia de dicha infraestructura debido a su tráfico de pasajeros y volúmen de operaciones diario, se considera necesaria la conexión del Segundo Anillo de Distribución a Madrid con la Arteria Cintura Este para garantizar el suministro de agua potable a la totalidad del aeropuerto.

1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

Como se ha dicho el presente Plan Especial surge de la necesidad de asegurar el abastecimiento a los nuevos desarrollos del Sistema Aeroportuario. Dicha garantía de suministro se consigue conectando el Segundo Anillo de Distribución con la Arteria Cintura Este mediante una conducción de acero helicosoldada ø 1200 mm embebida en dado de hormigón, salvo en los puntos que requieren obras especiales. Estos puntos son el cruce del río Jarama, cruce que se proyecta mediante acueducto, cruce del arroyo de la Vega que se cruzará mediante una tubería autoportante y los cruces de las carreteras estatales, autonómicas y galería de Barajas mediante tubería hincada.

Los cruces o paralelismos con las carreteras se realizarán según las directrices que indique la D.G. de Carreteras de la Comunidad de Madrid en el caso de las vías pertenecientes a este organismo y la D.G. de Carreteras del Ministerio de Fomento para las suyas.

La conexión principal de la nueva conducción con el Segundo Anillo tiene lugar en la cámara de abastecimiento existente al noreste de la intersección de las carreteras M-111 y M-50.

Una vez conectada la conducción, el trazado se dirige hacia al Sur hasta la proximidad del camino de servicio de la M-50 donde la traza se desvía hacia el Oeste hasta alcanzar la carretera M-111, la cual atraviesa en hinca. Una vez superada la M-111, la traza gira hacia el suroeste para atravesar con una nueva hinca la M-50 y continuar el

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

trazado paralelo a dicha carretera hasta alcanzar el río Jarama, que será cruzado mediante un acueducto paralelo 20 m aguas abajo al puente de la M-50 sobre el río.

Una vez en la margen derecha del río, el trazado gira con dirección suroeste hasta superar el vallado y camino de servicio perimetral norte del Aeropuerto Madrid-Barajas, continuando paralelo a dicho camino hasta llegar al arroyo de la Vega, que será cruzado mediante una tubería autoportante.

Una vez cruzado el arroyo, la conducción continua con dirección suroeste manteniéndose aproximadamente paralela a la carretera radial R-2 y siempre por el interior del valladao del aeropuerto, hasta alcanzar el Cerro de Perales donde la conducción toma dirección sur y paralela al vallado del aeropuerto a pie de talud del Cerro de la Paz, hasta llegar al arroyo de las Zorreras.

Una vez cruzado en zanja el arroyo, la conducción continua hacia el sur aproximadamente 600 m, donde la traza gira hacia el oeste para cruzar mediante hinca la M-110 y alcanza el punto de conexión con la Arteria Cintura Este en las inmediaciones con la cámara de abastecimiento ubicada junto a la carretera M-110.

A lo largo del trazado se disponen de tres derivaciones para tomas de abastecimiento al Aeropuerto Madrid – Barajas, así como los preceptivos elementos de seccionamiento, aireación y desagüe según las Normas para Redes de Abastecimiento (Versión 2012).

Características generales de las conducciones:

La tubería contemplada será de diámetro 1.200 mm y 6.200 m de longitud.

Se plantean los siguientes tipos de zanja a lo largo del desarrollo de la conducción, siguiendo las especificaciones de las Normas Técnicas del Canal de Isabel II Gestión S.A. (Versión 2012).

1.-Sección tipo en zanja:

A lo largo de todo el recorrido la tubería irá alojada en un dado de hormigón de sección rectangular 1,7 x 1,7 m, salvo en los puntos donde se cruzan infraestructuras viarias que se realizarán mediante hincas de tubos de hormigón armado y en los cruces de los río Jarama y del arroyo de la Vega.

El ancho de fondo de zanja no será inferior a 2,8 m y se excavará las zanjas con un talud estable de forma natural siguiendo las recomendaciones de los estudios geotécnicos. La coronación de la zanja será ataluzada.

El recubrimiento mínimo adoptado es de 1,2 m sobre la generatriz superior de la conducción de manera que sobre la cara superior del dado de hormigón haya al menos 80 cm.

El fondo de la excavación va cubierto con una capa de 10 cm de hormigón de limpieza que permitirá un correcto apoyo y formación de pendientes. El relleno del resto de zanja se realizará con materiales adecuados con tamaño máximo 15 cm compactado al 100% del PN en tongadas de 25 cm. La parte superior de la zanja se rellenará con la tierra vegetal.

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

En caso de superar los 5 m de altura de excavación se ejecutarán bermas intermedias de 1 m de ancho.

2.-Sección tipo en paso de caminos (cruces a cielo abierto de vías pecuarias y viales):

La sección tipo de reposición de caminos es idéntica a la sección tipo 1 en zanja, salvo la modificación de la parte superior donde se repone el camino bien con 25 cm de zahorra artificial, bien con 25 cm de paquete de firme bituminoso, según las características del camino a reponer.

2.-Sección tipo en cruce de vías de comunicación y galería Barajas:

El cruce se resuelve mediante hinca de diámetro interior 1.500 mm que deja un diámetro interior libre que permite alojar la tubería de 1.200 mm.

3.-Sección tipo paso de arroyos:

Para la protección contra la socavación en los cruces de cauces de agua se adopta la sección tipo en zanja pero disponiendo de una cubrición mínima del dado de hormigón de 1,5 m y en los 1,2 m superiores de una protección a base de escollera para evitar la erosión del relleno de la conducción.

El resto de carasterísitcas de la sección, como dimensiones dado hormigón, cubrición mínima o rellenos de zanja serán las mismas que las secciones anteriores según proceda, ya que cualquiera de las secciones pueden requerir entibación por motivos geotécnicos o elevación del nivel freático para sostener los taludes de zanja y así garantizar la seguridad de los trabajadores en zanja.

4.-Sección tipo entibada:

La sección tipo se compone de dos tablestacas paralelas con una separación entre caras internas de 2,8 m y enterradas por debajo del fondo de la zanja 2,4 m. y con el acodalamiento en la parte superior por encima del terreno a 0,40 m del borde de las tablestacas.

5.-Obras de protección y maniobra:

A lo largo del trazado, la conducción contará con una serie de elementos de maniobra y control ubicados en puntos con cambios de pendiente de la conducción en alzado, derivación de caudales hacia ramales o arterias existentes, medición de parámetros de presión y caudal, singularidades del trazado en correspondencia con las estructuras de paso inferior o superior, y en puntos donde sea necesario por condiciones de operación o por condicionantes hidráulicos de funcionamiento.

Todos estos dispositivos, tales como válvulas de seccionamiento, ventosas, válvulas de desagüe, caudalímetros, etc, se proyectan alojados en cámaras o arquetas tipo según las Normas para el abastecimiento de agua de Canal de Isabel II Gestión S.A.

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

1.8. ZONA DE AFECCIÓN

Fuera de zonas de suelo público, los terrenos afectados por las obras estarán sometidos a dos tipos de afecciones:

Ocupación permanente:

Se tomará una banda de 6 m de ancho a lo largo de toda la traza de la conducción salvo en los puntos donde se ubiquen arquetas, en los cuales se ampliará la franja de ocupación al ancho necesario para su construcción. La dimensión de la mayor parte de las arquetas será inferior a la franja de expropiación de 6 m, no obstante, podrían existir algunas (arquetas de seccionamiento y derivación) de dimensiones mayores, sin exceder los 10 m.

Por otra parte en las zonas de dificil acceso se dejará como definitivo el camino de 5 m de ancho realizado para la ejecución de las obras, generando así una expropiación mayor a los 6 m. La ocupación definitiva en estas zonas estará formada por los 6 m de la zanja, más los 5 m del cámino, más las superficies correspondientes a los taludes y desmontes necesarios para le ejecución de los mismos.

Cuando la traza de las conducciones sea paralela a un camino, en la medida de lo posible, se expropiará desde el límite del mismo, minimizando así la afección a las parcelas ocupadas, sin ser necesario además la realización de uno nuevo en estos casos.

Ocupación temporal, necesaria durante la ejecución de las obras:

Esta banda se tomará de 20 m de ancho. Se dividirá en dos franjas de 10 m cada una, que se situarán a ambos lados de la banda de ocupación permanente de la conducción, pudiendo ubicarse la totalidad de la banda a un lado de la misma, incrementarse en casos excepcionales y tramos concretos, debido a complicadas orografías, o llegar a reducirse al mínimo imprescindible, a fin de preservar elementos singulares o de alto valor ambiental, evitar zonas inundables o de nivel freático alto, zonas rocosas u otras circunstancias relevantes.

En el caso de paralelismo con un camino, la banda de ocupación temporal se ubicará a uno u otro lado del mismo en función de la posibilidad del mantenimiento de su uso durante la ejecución de las obras.

Se han dejado previstas, como ocupación temporal, varias áreas auxiliares anexas a la zona afectada por el proyecto, con el fin de albergar temporalmente las instalaciones necesarias para el buen desarrollo de las obras, tales como casetas para el personal, aparcamiento de maquinaria y espacio para el acopio de materiales.

La ocupación estimada de las obras es:

Paracuellos de Jarama:

Ocupación permanente: 5.970 m2

Ocupación temporal: 12.400 m2

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

Alcobendas:

Ocupación permanente: 17.226 m2

Ocupación temporal: 58.429 m2

San Sebastián de los Reyes

Ocupación permanente: 14.034 m2

Ocupación temporal: 47.780 m2

1.9. VÍAS PECUARIAS

El trazado de la conducción afecta por cruce a las siguientes vías pecuarias:

- Colada del Camino de Barajas a Torrelaguna.
- Colada del Arroyo de la Vega.
- Vereda de Barajas a San Sebastián de los Reyes.

1.10. ORGANISMOS AFECTADOS

Los organismos afectados por las obras a las que hace referencia el presente Plan Especial son:

- Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio.
    - Dirección General del Medio Ambiente.
        - Subdirección General de Conservación del Medio Natural.
        - Subdirección General de Evaluación Ambiental Estratégica.
            - Área de Análisis Ambiental de Planes y Programas.
        - Subdirección General de Espacios Protegidos.
    - Dirección General de Agricultura y Ganadería.
        - Subdirección General de Recursos Agrarios.
            - Área de Vías Pecuarias.
- Consejería de Transportes, Vivienda e Infraestructuras.
    - Dirección General de Vivienda y Rehabilitación.
    - Dirección General de Carreteras e Infraestructuras.

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Consejería de Sanidad.
    - Dirección General de Inspección y Ordenación
- Consejería de Presidencia, Justicia y Portavocía del Gobierno.
    - Dirección General de Patrimonio Cultural.
- Consejería de Economía, Empleo y Hacienda.
    - Dirección General de Industria, Energía y Minas.
        - Subdirección General de Energía y Minas.
- Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital.
    - Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información.
- Ministerio de Fomento.
    - Dirección General de Carreteras
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
    - Confederación Hidrográfica del Tajo.
- Iberdrola
- Unión Fenosa
- Gas Natural
- Telefónica
- Enagás
- Compañía Logística de Hidrocarburos
- Red Eléctrica de España
- Vodafone
- Aena

Y los siguientes Ayuntamientos:

- Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes.
- Ayuntamiento de Alcobendas
- Ayuntamiento de Paracuellos de Jarama.

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En cumplimiento de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, así como el régimen transitorio en materia de evaluación ambiental contemplado en la disposición transitoria primera de la Ley 4/2014, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas, se envía junto al Plan Especial el Documento Ambiental para la Evaluación Ambiental Estratégica y para la Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto de Construcción de la Arteria Norte para el suministro de agua potable al Sistema General Aeroportuario Madrid Barajas.

Dicho documento integra el conjunto de estudios ambientales necesarios con una doble finalidad:

-Dar contestación a los requerimientos de esa misma Ley sobre procedimiento simplificado correspondiente a la elaboración de un Documento Ambiental Estratégico que validará la citada Dirección General y que se incluirá en la redacción del Plan Especial de acuerdo con los artículos 50 y siguientes de la Ley 9/2001, de 17 de julio, del suelo de la Comunidad de Madrid, en los que, entre otras cosas, se determina la función de los planes especiales en cuanto a la definición, ampliación o protección de cualesquiera elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios, así como la complementación de sus condiciones de ordenación con carácter previo para legitimar su ejecución.

-Dar contestación a los requerimientos de la Ley 21/2013 sobre procedimiento simplificado de Evaluación Ambiental al objeto de que la Dirección General de Evaluación Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid, como órgano ambiental competente, formule el preceptivo Informe Ambiental.

3. ARQUEOLOGÍA

La tramitación arqueológica se inició el 26 de enero de 2017, con la solicitud de la Hoja Informativa.

4. NORMAS TÉCNICAS

Para la redacción del Proyecto, además de la normativa vigente y de la que específicamente determine el Director del Proyecto durante la realización de los trabajos, se tendrán en cuenta las siguientes normas:

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, Ley de Evaluación Ambiental.
- Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid. (Ley 4/2014, de 22 de diciembre, relativa al régimen transitorio en materia de evaluación ambiental, en tanto que se apruebe una nueva legislación autonómica en la materia).
- Ley 8/1998 de 15 de junio de Vías Pecuarias de la Comunidad de y todas las leyes y reglamentos vigentes sobre vías pecuarias.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid
- Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 6/94 de 28 de junio de Creación del Parque Regional en torno a los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama.
- Decreto 27/1999, de 11 de febrero, que aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Ley 8/2005, de 26 de diciembre de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid.
- Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Ley 6/2013, de 23 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas de la Comunidad de Madrid.
- Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Orden de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y Órdenes posteriores vigentes que las complementan, actualizan y/o modifican.
- Orden 12 de abril de 1999, por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica.
- Decreto 131/1997, de 16 de octubre, por el que se fijan los requisitos que se han de cumplir las actuaciones urbanísticas en relación con las infraestructuras eléctricas.
- 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 y Reales Decretos posteriores que modifican alguno de sus artículos.
- Decreto 40/1998, de 5 de Marzo, por el que se establecen norma técnicas en instalaciones eléctricas para la protección de la avifauna.
- Normas UNESA sobre dimensionamiento de redes de tierra de centros de transformación de tercera categoría.

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, que establece las condiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y los Reales Decretos que la complementan.

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

- Ley 3/1991 de Carreteras de la Comunidad de Madrid y el Decreto 29/1993 por el que se aprueba el Reglamento de Carreteras de la Comunidad de Madrid.

- Ley 25/1988 de 29 de julio, de Carreteras y el Real Decreto 1812/1994 por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes del Ministerio de Obras Públicas (PG- 3/75). Orden Ministerial de 6 de Febrero de 1976.

- Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario.

- Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario.

- Instrucción 9.3-IC “Señalización, balizamiento y defensa de obras”. (Orden de 31 de agosto de 1987).

- Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial”. (Orden de 14 de mayo de 1990).

- Proyecto Tipo Unión IBERDROLA de Líneas Eléctricas Subterráneas de hasta 20 KV.

- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales.

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.

- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

- Decreto 38/2002, de 28 de febrero, por el que se regulan las entidades de control reglamentario de las instalaciones industriales en la Comunidad de Madrid.

- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, que dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y modifica el Real decreto 1244/1979, de 4 de Abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.

- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el cual se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua para consumo humano.

- Real decreto legislativo 1/2001, 20 de julio, por el que se aprueba el texto Refundido de la ley de Aguas.

- Real Decreto 270/2014, de 11 de abril, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo.

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

- Orden SSI/304/2013, de 19 de febrero, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.

- Orden de 28 de julio de 1974 por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de abastecimiento de agua.

- Normas para redes de abastecimiento del Canal de Isabel II. Versión 2012 o aquella por la que sea sustituida en un futuro.

- Normas para redes de reutilización del Canal de Isabel II. Versión 2007 o aquella por la que sea sustituida en un futuro.

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

- Normas para redes de saneamiento del Canal de Isabel II. Versión 2006 o aquella por la que sea sustituida en un futuro.
- Especificaciones Técnicas de Canal de Isabel II Gestión S.A.
- Guía técnica sobre Depósitos para Abastecimiento de agua potable. CEDEX. 2009.
- Guía técnica sobre Redes de Saneamiento y Drenaje Urbano. CEDEX. 2007.
- Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión. CEDEX 2006.
- Normas Particulares de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.
- Normas NBE y NTE del MOPU.
- Normas UNE-EN-ISO
- Normas sobre pintura del INTA.
- Normas UNE aprobadas por el Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Ley 20/2003, de 7 de julio, de Protección Jurídica del Diseño Industrial.
- Manual de Cartografía y Fotografía Aérea CEOTMA.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Jardinería, de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Comunidad.

Nota: Se tendrán en cuenta las posibles modificaciones, derogaciones o añadidos a cada una de las normas recogidas en este apartado.

5. ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO

5.1. VALORACIÓN DE LAS OBRAS

El presupuesto estimado para las obras es el que a continuación se expone:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**17.300.000,00 €**
19% Gastos generales y Beneficio Industrial	3.287.000,00 €

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	**20.587.000,00 €**

Por tanto, el Presupuesto Base de Licitación de las Obras ascenderá aproximadamente a la cantidad de **VEINTE MILLONES QUINIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL EUROS (20.587.000 €).**

5.2. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de las obras contempladas en el presente Plan se estima en DIECIOCHO (18) MESES, contados a partir de la firma del Acta de Comprobación de Replanteo, hasta la recepción y puesta en servicio de las instalaciones.

5.3. SISTEMA DE EJECUCIÓN Y FINANCIACIÓN

El sistema de actuación para la obtención de los terrenos donde se sitúan las obras será por expropiación y cesión.

Madrid, Enero de 2017

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid

6. PLANOS

PLANOS GENERALES

PLANO Nº 1	PLANO DE SITUACIÓN
PLANO Nº 2	PLANTA GENERAL.

PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

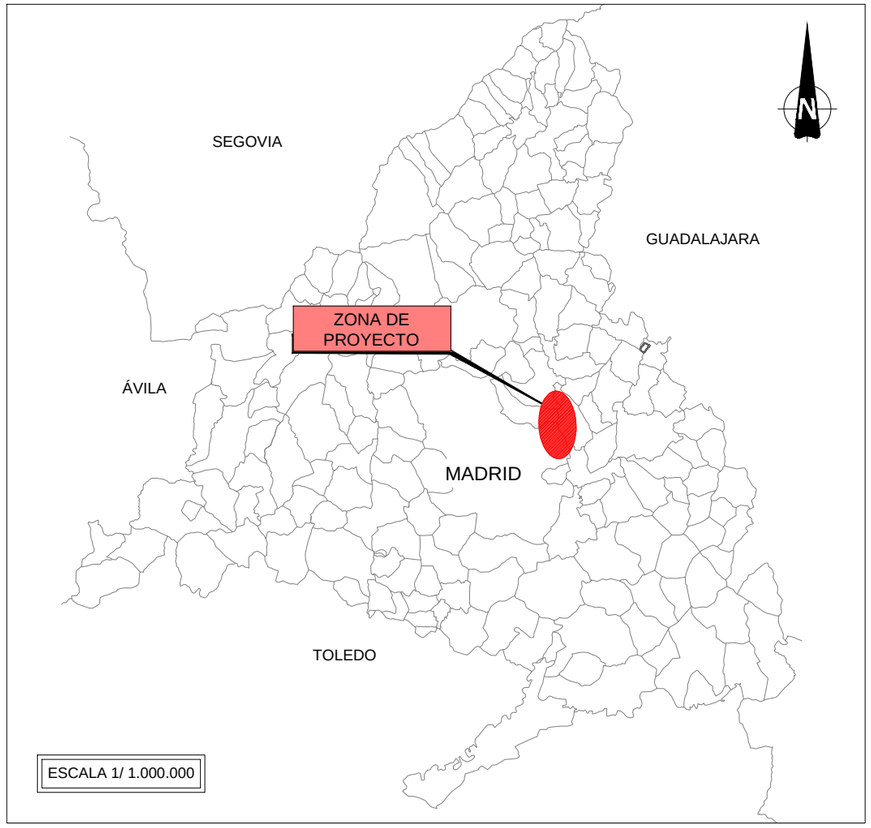
ALCOBENDAS

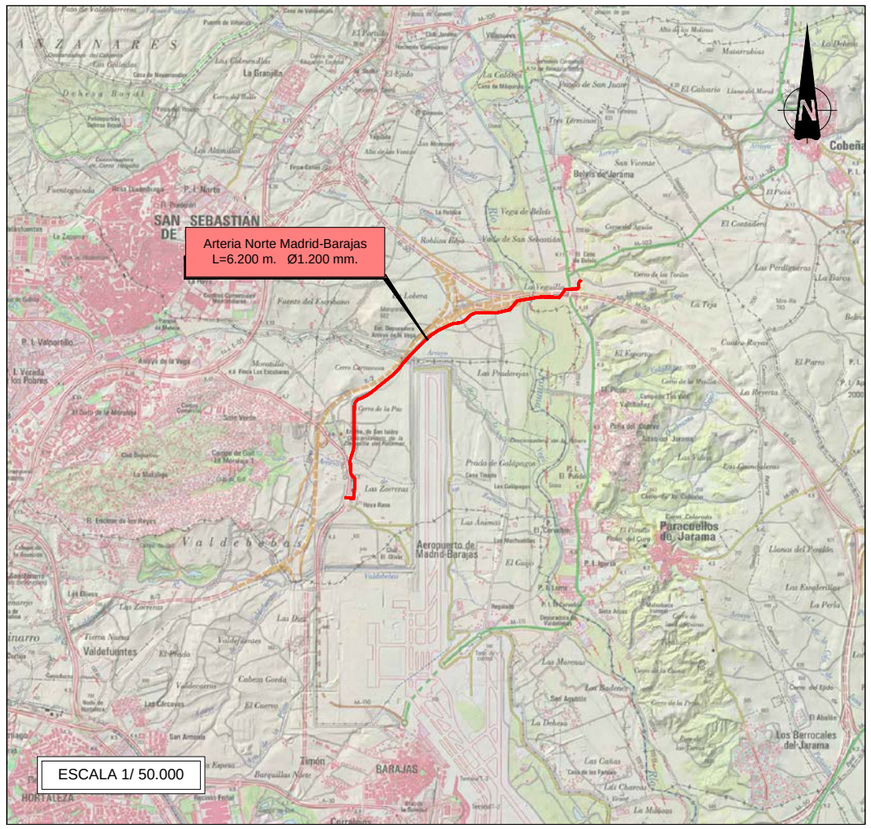
PARACUELLOS DE JARAMA

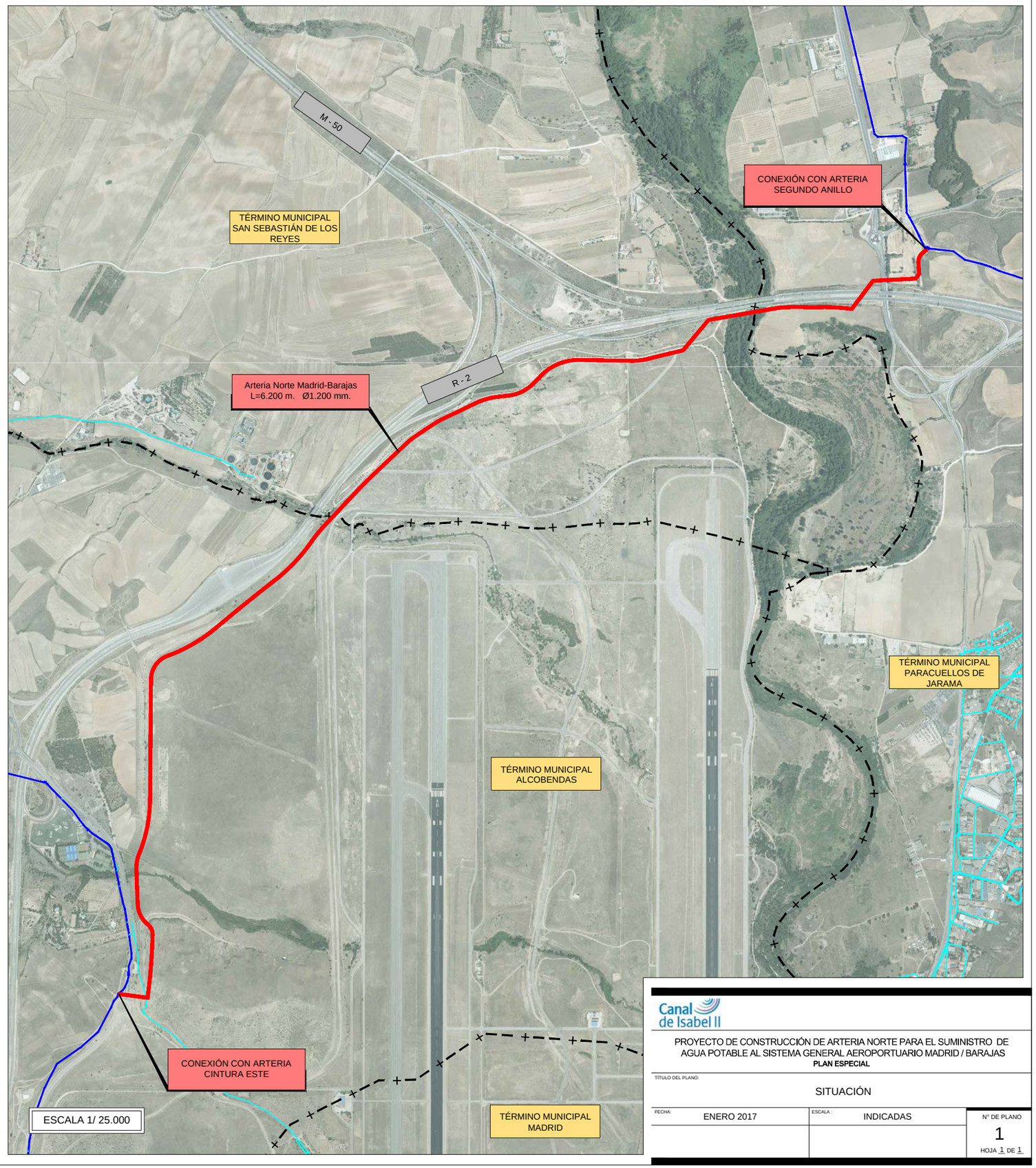
SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES

SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO

Canal de Isabel II Gestión, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929 e Inscripción 1ª, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid







Canal de Isabel II

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID / BARAJAS

PLAN ESPECIAL

TÍTULO DEL PLANO:

SITUACIÓN

FECHA:	ESCALA :	Nº DE PLANO
ENERO 2017	INDICADAS	1
		HOJA 1 DE 1

X= 455465.9222

Y= 4489983.4364

Arteria Norte Madrid-Barajas
L=6.200 m. Ø1.200 mm.

CONEXIÓN CON RED EXISTENTE

ARTERIA 2º ANILLO
Ø1600 mm.

CONEXIÓN CON RED EXISTENTE

ARTERIA CINTURA ESTE
Ø900 mm.

TÉRMINO MUNICIPAL SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES

TÉRMINO MUNICIPAL ALCOBENDAS

TÉRMINO MUNICIPAL PARACUELLOS DE JARAMA

TÉRMINO MUNICIPAL MADRID

Río Jarama

Arroyo de la Vega

Arroyo de las Zorreras

M-50

R-2

M-50 / R-2

Leyenda

- Lic
- Vía Pecuaria
- Zona auxiliar

Canal de Isabel II

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID / BARAJAS

PLAN ESPECIAL

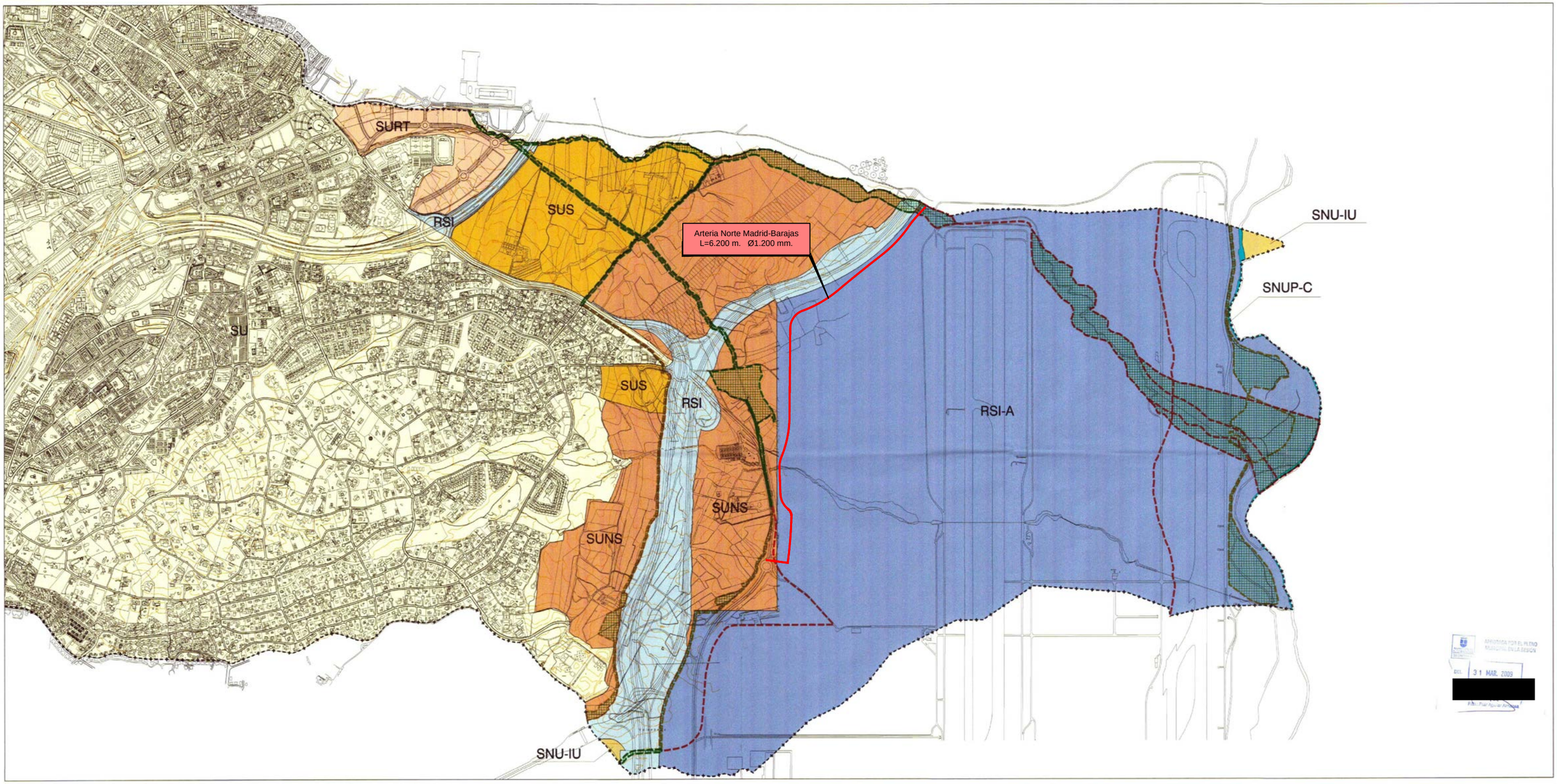
TÍTULO DEL PLANO:

PLANTA GENERAL

FECHA:	ESCALA :	Nº DE PLANO
ENERO 2017	1:20.000	2
		HOJA 1 DE 1

Y= 4484531.9654

X= 447752.5786



APROBADA POR EL PLENO MUNICIPAL EN LA SESIÓN DEL 31 MAR. 2009

[redacted]

DELIMITACIONES

-+--+--+-	LÍMITE DE TÉRMINO MUNICIPAL
SU	SUELO URBANO
SURT	SUELO URBANIZABLE EN RÉGIMEN TRANSITORIO
SUS	SUELO URBANIZABLE SECTORIZADO
SUNS	SUELO URBANIZABLE NO SECTORIZADO
RSI	RED SUPRAMUNICIPAL DE INFRAESTRUCTURAS / RESERVA VIARIO SUPRAMUNICIPAL
RSI-A	RED SUPRAMUNICIPAL DE INFRAESTRUCTURAS AEROPORTUARIAS

SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCIÓN

SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCIÓN DE VÍAS PECUARIAS			
SNUP-VP	TRAZADO ACTUAL DE VÍAS PECUARIAS A MODIFICAR	SNUP-D	SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCIÓN DE NORMATIVA ESPECÍFICA. DEFENSA NACIONAL
SNUP-VP	RESERVA PARA RED SUPRAMUNICIPAL DE VÍAS PECUARIAS	SNUP-CAM	SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARQUE REGIONAL DE LA CUENCA ALTA DEL MANZANARES (Incluye cementerio de La Paz - EC)
SNUP-VP	TRAZADO ACTUAL DE VÍAS PECUARIAS A MANTENER	SNUP-F	SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCIÓN POR LA LEY FORESTAL
		SNUP-C	SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCIÓN. CAUCES

SUELO NO URBANIZABLE PRESERVADO

SNU-IU	SUELO NO URBANIZABLE PRESERVADO INADECUADO PARA LA URBANIZACIÓN

ESQUEMA DISTRIBUCCIÓN DE HOJAS Y ESCALA

EXCELENTÍSIMO AYUNTAMIENTO DE ALCOBENDAS

REVISIÓN Y ADAPTACIÓN DEL PLAN GENERAL DE ALCOBENDAS

prontec

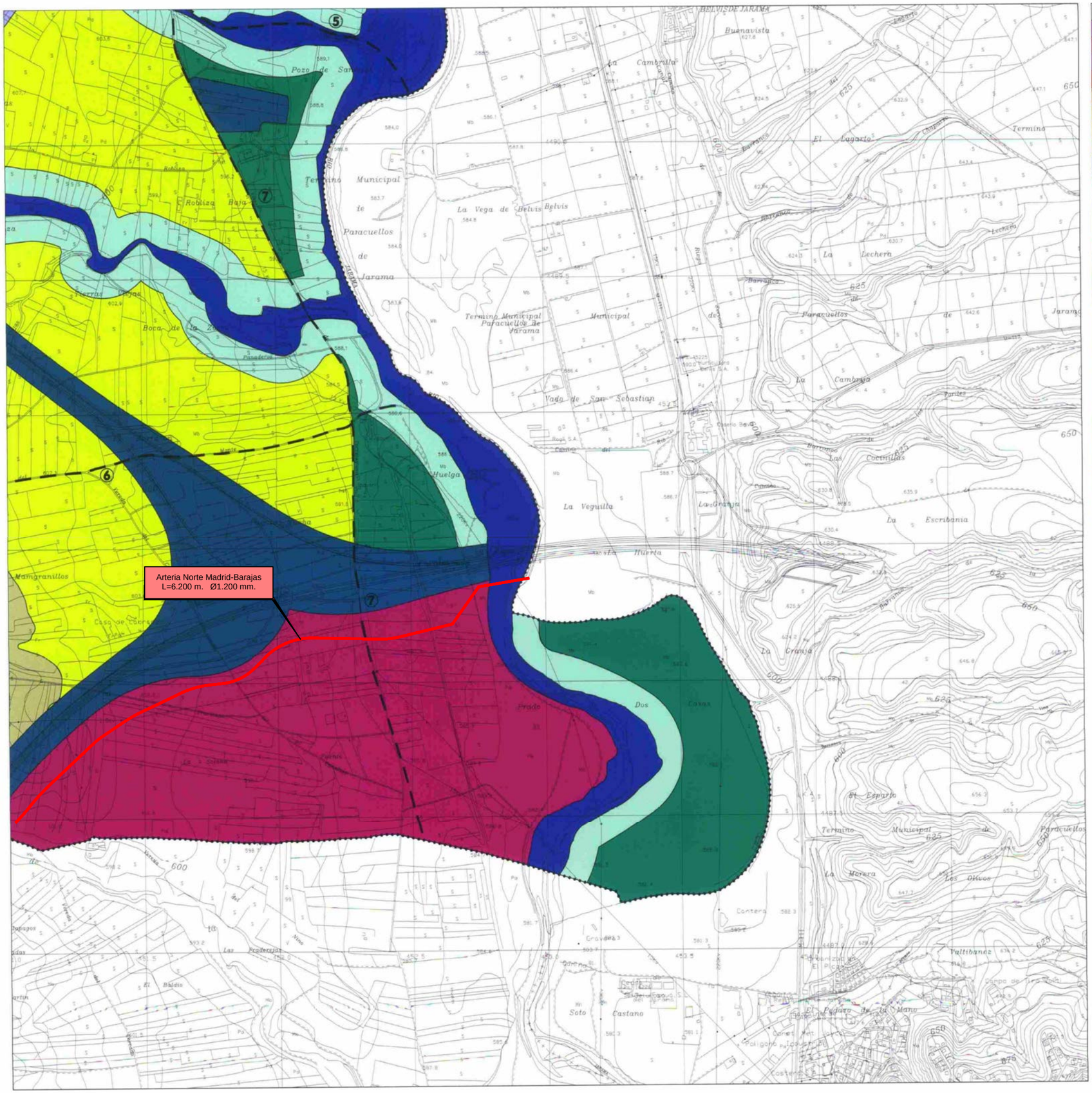
APROBACIÓN PROVISIONAL

TEXTO CONSOLIDADO

CLASIFICACIÓN DEL SUELO Y REGULACIÓN PORMENORIZADA DEL SUELO NO URBANIZABLE

BD

FECHA: FEBRERO-2009
ESCALA: 1 / 10.000
PLANO: 1
HOJA 3 DE 3



CLASIFICACIÓN			
	CONSOLIDADO		URBANO
	EN EJECUCIÓN		
	CON PLANEAMIENTO INCORPORADO		URBANIZABLE
	ÁREA DE REPARTO 1	PROGRAMADO	
	ÁREA DE REPARTO 2		
	ÁREA DE REPARTO 3		
	ÁREA DE REPARTO 4		
	NO PROGRAMADO		
	CAUCES Y HUMEDALES	PROTEGIDO	NO URBANIZABLE
	RIBERAS L.I.C.		
	VÍAS PECUARIAS		
	PARQUE CUENCA ALTA DEL MANZANARES		
	MONTES PRESERVADOS		
	VEGA DEL JARAMA	PRESERVADO	
	NATURAL PAISAJÍSTICO		
	ADSCRITO AL Mº DE DEFENSA		
	AGRÍCOLA		
	53 d)		
	53 e)		
	53 f)		
	EXISTENTES		SISTEMAS GENERALES
	EN CURSO DE EJECUCIÓN		
	CON PLANEAMIENTO INCORPORADO		
	ÁREA DE REPARTO 1	ADSCRITOS NUEVOS	
	ÁREA DE REPARTO 2		
	ÁREA DE REPARTO 3		
	ÁREA DE REPARTO 4		
	EN SUELO URBANO		
	VINCULADOS A SUNP	NO ADSCRITOS	
	NO VINCULADOS		

DENOMINACIONES	
2	Nº SECTOR EN ÁREA DE REPARTO
6	Nº ÁMBITO DE PROGRAMACIÓN EN S.U.N.
T4₃	IDENTIFICACIÓN DE SISTEMA GENERAL
•••••••••	DELIMITACIÓN DE SECTORES

VÍAS PECUARIAS		ANCHO
①	CORDEL DE MATAPIÑONERA AL ARROYO DE LA VI	VARIABLE
②	CORDEL DE LA DEHESA AL ARROYO VIÑUELAS	37,61m
③	VEREDA DE LAS TAPIAS DEL MONTE VIÑUELAS	20,89 m
⑤	COLADA DEL ARROYO VIÑUELAS	Cauce del arroyo
⑥	COLADA DEL CAMINO DEL MONTE	10 m
⑦	COLADA DEL CAMINO DE BARAJAS A TORRELAGUNA	10 m
⑧	COLADA DEL CAMINO DE BURGOS	10 m
⑨	COLADA AL ABREVADERO DEL ARROYO VIÑUELAS	10 m

DESCANSADEROS ABREVADEROS	
1 ✱	DESCANSADERO ABREVADERO "EL DESCANSO"
2 ✱	ABREVADERO "EL CALVERÓN"
3 ✱	DESCANSADERO "CERRO HELECHO"
4 ✱	DESCANSADERO "LA PESADILLA"
5 ✱	ABREVADERO "LA PESADILLA"

DOCUMENTACIÓN A QUE SE REFIERE ACUERDO DEL CONSEJO DE GOBIERNO DE FECHA 13-12-01
EL SECRETARIO GENERAL TECNICO
LA JEFA DEL SERVICIO DE ACTUACION ADMINISTRATIVA Y DESARROLLO NORMATIVO

APROBADO POR PLENO CORPORATIVO en la fechas y con el carácter que se indica:
INICIALMENTE .....
PROVISIONALMENTE 18 JUL. 2001
DEFINITIVAMENTE .....
El Secretario,
[redacted]

19 DIC. 2001
DOCUMENTO INFORMADO
EL TECNICO INFORMANTE
[redacted]

AYUNTAMIENTO DE SAN SEBASTIAN DE LOS REYES

PLAN GENERAL DE ORDENACION URBANA

1:10.000

1 2
3 4 5
6 7 8

CLASIFICACIÓN.
SUELO NO URBANIZABLE: PROTECCIÓN Y REGULACIÓN.
SUELO URBANIZABLE: ÁREAS DE REPARTO, PROGRAMACIÓN,-SECTORIZACIÓN.
SISTEMAS GENERALES.

EQUIPO REDACTOR · FRANCISCO VALVERDE CANO

JULIO 2001

1

HOJA 8

PLAN GENERAL DE ORDENACION URBANA
PARACUELLOS DE JARAMA

PARACUELLOS DE JARAMA

COMUNIDAD DE MADRID
CONSEJERIA DE OBRAS PUBLICAS, URBANISMO Y TRANSPORTE
DIRECCION GENERAL DE URBANISMO Y PLANIFICACION REGIONAL
13 JUL. 2001
DOCUMENTO INFORMADO
EL TECNICO INFORMANTE

AYUNTAMIENTO DE PARACUELLOS DE JARAMA (Madrid)
SECRETARIA

Diligencia.—Se dicta por el Secretario para constar que el presente documento fue aprobado inicialmente por el Ayto. en sesión de fecha 17 MAYO 2001
Paracuellos de Jarama, 17 MAYO 2001

[redacted]

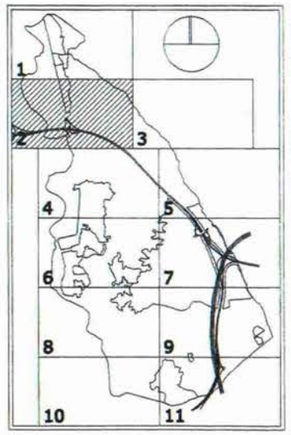
Arteria Norte Madrid-Barajas
L=6.200 m. Ø1.200 mm.

JARAMA

RIO

ACUERDO DE APROBACION DEFINITIVA
EL ACUERDO DEL CONSEJO DE GOBIERNO DE FECHA 2-5-01
Madrid, 17-5-01
EL SECRETARIO GENERAL TECNICO
LA JEFA DEL SERVICIO DE ACTUACION ADMINISTRATIVA Y DESARROLLO NORMATIVO

[redacted]



ESCALA 1/10.000

SUELO NO URBANIZABLE

SNU PROTEGIDO. CAUCES Y RIBERAS		SNU PRESERVADO	
SNU PROTEGIDO. VIAS PECUARIAS		SNU DOTACIONAL PUBLICA	DP
SNU PROTEGIDO. ESPACIOS DE INTERES FORESTAL Y PAISAJISTICO		SNU ESPACIOS DE REFORESTACION	ER
SNU PROTEGIDO. HUMEDALES		SNU INSTITUCIONAL	IT
SNU PROTEGIDO. ESPECIAL PROTECCION AGRICOLA		SNU INDUSTRIAL	IN
SNU PROTEGIDO. MONTES DE UTILIDAD PUBLICA		SNU SISTEMA GENERAL DE ACUARTELAMIENTO Y OTROS USOS MILITARES	MI

SUELO URBANIZABLE

SUZ PROGRAMADO	
SUZ NO PROGRAMADO	

SUELO URBANO

SUELO URBANO	

SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO		LIMITE AREA DE DESARROLLO RIO JARAMA	AD-RJ
AREA DE DESARROLLO CORNISA DE PARACUELLOS	AD-CP	LIMITE AREA DE DESARROLLO TERRAZAS DEL JARAMA	AD-TJ
CATALOGO E.P.P. (CAM)		S.G. CARRETERAS	

ARISTA DE EXPLANACIÓN ZDP=3m
CALZADA
ARISTA DE EXPLANACIÓN ZDP=3m

LIMITE SUELO URBANO		LIMITE TERMINO MUNICIPAL		RESERVA VIARIA	
LIMITE SUELO URBANIZABLE		LIMITE MONTES CONSORCIADOS		RESERVA FERROVIARIA	

CLASIFICACION DEL SUELO

Nota: existe un plano nº1-2 de Afecciones que se superpone a éste

PLANO Nº 2-2 Mayo 2.001

Arteria Norte Madrid-Barajas
L=6.200 m. Ø1.200 mm.

Término Municipal de San Sebastián de los Reyes

Término Municipal de Alcobendas

Término Municipal de Madrid

Término Municipal de Paracuellos de Jarama

Término Municipal de Torrejón de Ardoz

Término Municipal de San Fernando de Henares

Término Municipal de Coslada

Madrid

N

ÁMBITO DEL S.G.A.

ÁMBITO DE DESARROLLO DEL PLAN ESPECIAL

LÍMITES MUNICIPALES

RESERVA AEROPORTUARIA

SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO

SUBSISTEMA DE MOVIMIENTO DE AERONAVES
1631,3 Ha.

SUBSISTEMA DE ACTIVIDADES AEROPORTUARIAS
1495,8 Ha.

ESPACIOS LIBRES
452,8 Ha.

APROBADO POR LA COMISIÓN DE URBANISMO
DE MADRID EN SESIÓN DE FECHA 27-29-45
Madrid, 21-10-05
EL SECRETARIO GENERAL TÉCNICO
EL JEFE DE ÁREA DE LA COMISIÓN DE URBANISMO
(P.D.F. Resolución 10.333/05, de 6 de julio)

[redacted]

AYUNTAMIENTO DE MADRID
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

[redacted]

Aena

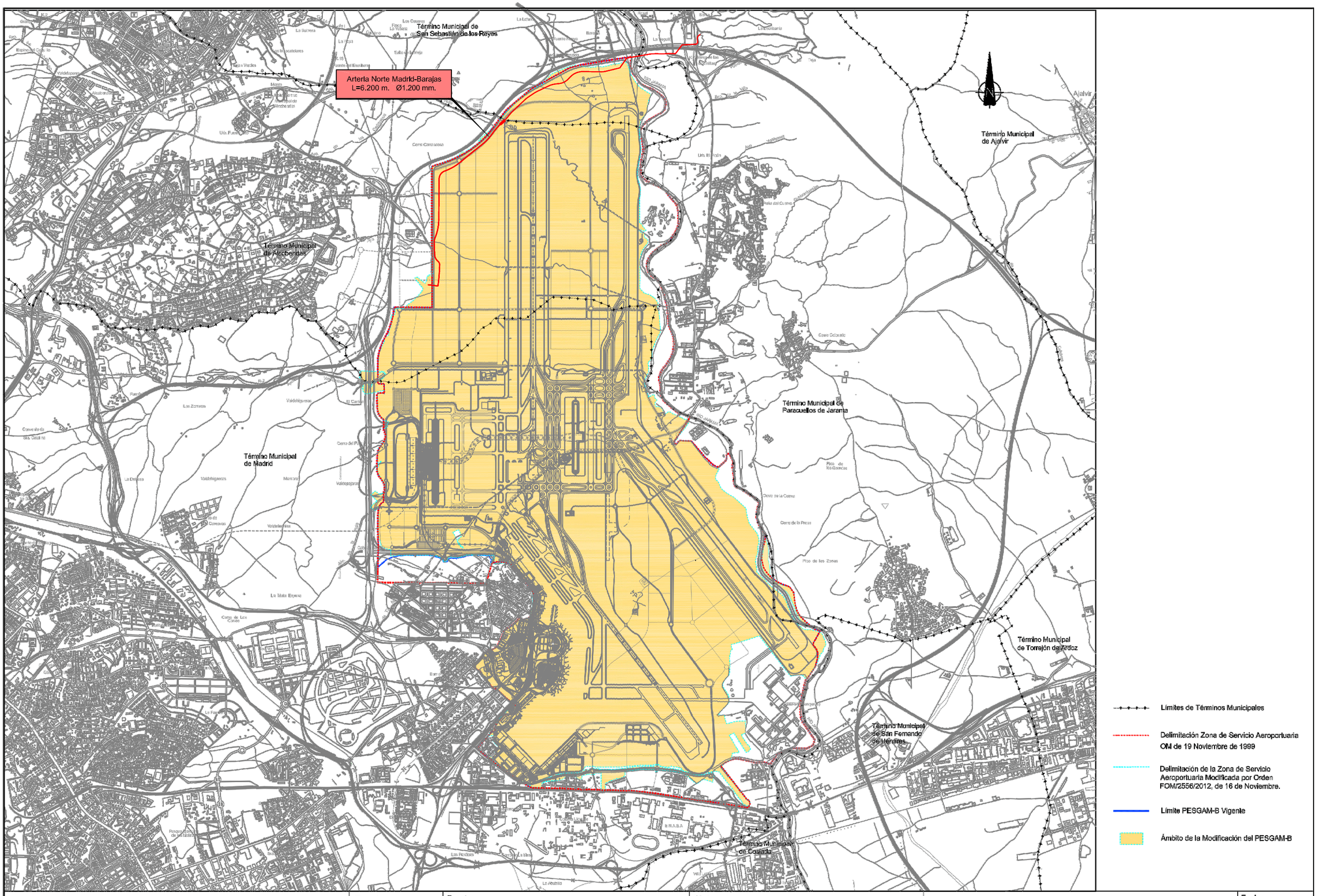
Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea

DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS
DIVISIÓN DE PLANES ESPECIALES E INTEGRACIÓN TERRITORIAL

PLAN ESPECIAL DEL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO DE MADRID - BARAJAS
IDT046.501. Julio 2005

Título: III.- ORDENACIÓN
2.- DIVISIÓN EN SUBSISTEMAS

Hoja nº	Plano nº	Fichero	Fecha	Escala	Sustituye a:
	7		Julio - 05	A3: 1:25.000 A3: 1:50.000	



aena

DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
DIVISIÓN DE PLANES DIRECTORES Y ESPECIALES

Firmado:

Fuente:

Sustituye a:

Plano nº: 6

Hoja nº:

Título:
III.- ORDENACIÓN
1. ÁMBITO DEL PLAN ESPECIAL. SGA.
COMPARATIVA DELIMITACIÓN DE LA ZSA MODIFICADA

MODIFICACIÓN DEL ÁMBITO DEL PLAN ESPECIAL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO AEROPUERTO ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS

Fecha: Abril, 2016

Escala: A1 1/25.000 A3 1/50.000

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ANEJO Nº 14

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

ANEJO Nº 14

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN 1
2.- PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA 2
3.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS GENERALES 3
3.1.- OPERACIONES PREVIAS 3
3.1.1.- Señalización y vallado 3
3.1.2.- Desbroce y levantado de pavimentos 3
3.1.3.- Detección y protección de servicios afectados existentes 3
3.2.- EJECUCIÓN DE LAS EXCAVACIONES EN ZANJAS Y POZOS 3
3.3.- MONTAJE DE LOS TUBOS DE ACERO 7
3.4.- EJECUCIÓN DE LOS RELLENOS 7
3.5.- EJECUCIÓN DE HINCAS 8
3.5.1.- Pozo de ataque 8
3.5.2.- Procedimiento de hincado 9
3.5.3.- Otros componentes asociados a la construcción 9

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

1.- INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es describir el conjunto de procesos constructivos necesarios para la ejecución de las obras definidas en el proyecto “Arteria Norte para el suministro de agua potable al sistema general aeroportuario Madrid-Barajas”.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.- PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

La obra consiste esencialmente en el tendido de una conducción de acero helicosoldado de 1.200 mm de diámetro y 6,2 km de longitud que unirá el Segundo Anillo de Abastecimiento a Madrid con la Arteria Cintura Este. Esta conducción irá completamente recubierta por un macizo de hormigón armado.

Por consiguiente las operaciones básicas a ejecutar serán las siguientes:

- Señalización de obra y desvíos de tráfico
- Despeje y desbroce
- Apertura de zanjas ya sea ataluzadas o mediante entibación si es necesario
- Tendido de la conducción de acero y soldadura de la misma
- Hormigonado de la conducción
- Relleno de la zanja
- Transporte al vertedero de material sobrante

Como obras complementarias de la conducción figuran arquetas de seccionamiento, derivación, ventosa y desagüe, todas ellas consistentes fundamentalmente en obras de hormigón armado con calderería de acero y valvulería en su interior.

Será necesaria la ejecución de tres hincas:

- Bajo la M-111 L = 46 m
- Bajo la M-50 L = 147 m
- Bajo la galería eléctrica de Barajas L = 20 m
- Bajo la M-110 L = 121 m

Finalmente, como obra complementaria más importante, cabe destacar la construcción de un acueducto sobre el río Jarama de las siguientes características:

Longitud..... 276 m

Número de vanos..... 7

Tipología..... Vigas

Cimentación pilares..... Zapata pilotada

Además se proyecta un tramo de conducción autoportante de 25 m de longitud para atravesar el arroyo de la Vega.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS GENERALES

3.1.- OPERACIONES PREVIAS

3.1.1.- SEÑALIZACIÓN Y VALLADO

Previamente al inicio de las obras se procederá a la señalización de las obras y de los desvíos de tráfico necesarios para cada uno de los tramos que vayan a ejecutarse. Deberá delimitarse la zona de obras, incluidas las zonas de almacenamiento de materiales, productos de las excavaciones y accesos de maquinaria y de personal, así como de las personas residentes en la zona afectada por las obras y de sus vehículos, en el caso de zona urbana.

3.1.2.- DESBROCE Y LEVANTADO DE PAVIMENTOS

Será preciso realizar el desbroce de la zona de ocupación, incluido el desarbolado y destoconado, así como la retirada y reposición de aquellos cerramientos atravesados por la traza de la tubería. La tierra vegetal será objeto de acopio para su posterior reutilización.

La mayor parte de la zona arbolada afectada se encuentra en la zona del acueducto.

El levantado de pavimentos es puntual y se refiere al cruce con caminos asfaltados.

3.1.3.- DETECCIÓN Y PROTECCIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS EXISTENTES

Aquellos servicios que no puedan ser salvados, serán repuestos tras la ejecución de la conducción que los afecte, o bien serán desviados previamente. Previamente al inicio de las excavaciones se procederá a la localización y protección de los servicios existentes cruzados por la traza, descubriéndolos mediante excavación manual. A estos efectos, el Anejo de Servicios Afectados, contiene la información relativa a dichos servicios, siguiendo los condicionantes impuestos por las compañías propietarias de los mismos.

3.2.- EJECUCIÓN DE LAS EXCAVACIONES EN ZANJAS Y POZOS

Todos los materiales atravesados son excavables por medios mecánicos. Respecto a los taludes a adoptar, son los contenidos en la tabla siguiente de acuerdo a lo expuesto en el Anejo de Geología y geotecnia:

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

P.K.	a	P.K.	Longitud tramo (m)	hmin (m)	hmáx (m)	UNIDAD			RECOMENDACIONES TALUDES	
									SECO	Con N.F.
0+000,00	a	0+288,49	288,49	2,37	4,03	Coluvial	1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
0+288,49	a	0+334,49	46,00				Hinca nº 1			
0+334,49	a	0+373,16	38,67	2,77	3,32		1	Simple	1H:1V	
0+373,16	a	0+520,16	147,00				Hinca nº 2			
0+520,16	a	0+680,00	159,84	2,45	3,87		1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
0+680,00	a	0+893,70	213,70	2,40	4,72	Aluvial	4	Cauce	1H:3V	Entibación+bombas
0+893,70	a	1+218,82	325,12				Acueducto			
1+218,82	a	1+360,00	141,18	2,50	4,96	Terrazas	1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
1+360,00	a	1+372,00	12,00	3,41	3,64		6	Camino	1H:1V	Entibación+bombas
1+372,00	a	1+675,80	303,80	2,38	6,60		1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
1+675,80	a	1+695,80	20,00				Hinca nº 3			
1+695,80	a	1+850,00	154,20	2,44	6,70		1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
1+850,00	a	1+980,00	130,00	2,43	3,97	Terciario	2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas
1+980,00	a	2+640,00	660,00	2,42	4,90	Terrazas	1	Simple	1H:1V	Entibación+bombas
2+640,00	a	3+180,00	540,00	2,37	2,75	Terciario	2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas
3+180,00	a	3+348,38	168,38	2,32	3,11		7	Camino	1H:3V	Entibación+bombas
3+348,38	a	3+376,44	28,06			Aluvial	Tramo autoportante			
3+376,44	a	3+540,00	163,56	2,41	4,31	Terciario	2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas
3+540,00	a	3+700,00	160,00	2,46	2,98	Relleno	8	Entibada	Vertical	Entibación+bombas
3+700,00	a	3+860,00	160,00	2,41	2,61		3	Simple	2,5H:1V	Entibación+bombas
3+860,00	a	5+440,00	1.580,00	2,34	7,46	Terciario	2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas
5+440,00	a	5+465,00	25,00	2,47	5,03	Aluvial	5	Cauce	1H:1V	Entibación+bombas
5+465,00	a	6+071,91	606,91	2,31	7,54	Terciario	2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas
6+071,91	a	6+192,91	121,00				Hinca nº 4			
6+192,91	a	6+205,80	12,89	2,34	3,39		2	Simple	1H:3V	Entibación+bombas

Tabla 1.- Tramificación geológica de la Arteria Norte

Además de lo anterior en el estudio se prescribe la entibación de la zanja si aparece el nivel freático. Cabe destacar que el mismo sólo ha aparecido en las zonas próximas a los cauces.

Las entibaciones mediante tablestacas o paneles de madera solo podrán utilizarse puntualmente, mediante la aprobación previa de la Dirección de Obra.

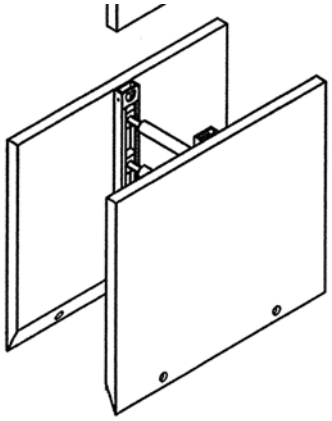
El sistema de entibación empleado será tal que permita su puesta en obra sin necesidad de que el personal entre en la zanja hasta que ésta esté lo suficientemente soportada. En cualquier caso, deberá ser conforme con las normas UNE-EN 13.331-1:2002 y UNE-EN 13.331-2:2002.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

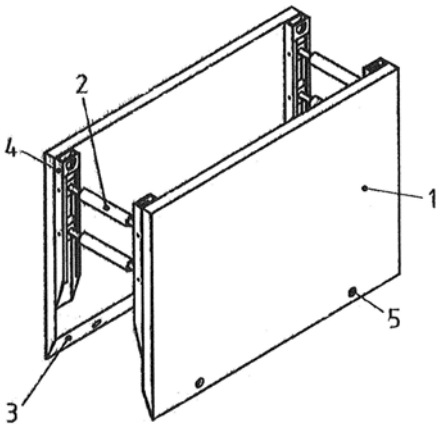
Cada día, al comenzar la jornada de trabajo, se revisarán las entibaciones y la estabilidad de Atendiendo a su estructura, los sistemas de entibación se clasificarán de la siguiente manera (ver figura adjunta):

- entibación sujeta por el centro (CS)
- entibación sujeta por los bordes (ES)
- entibación de corredera (R). Puede ser simple (RS), doble (RD) o triple (RT)
- cajón para arrastre (DB)

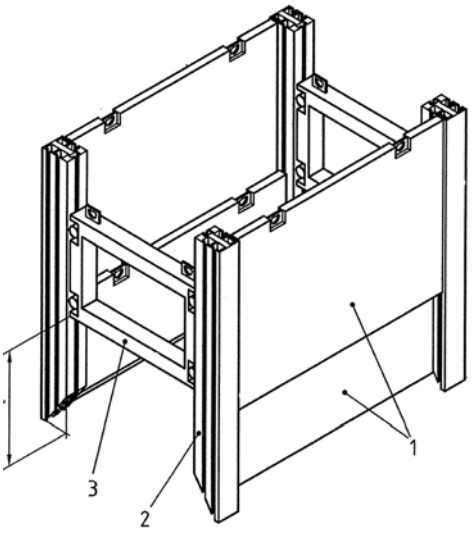
Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid



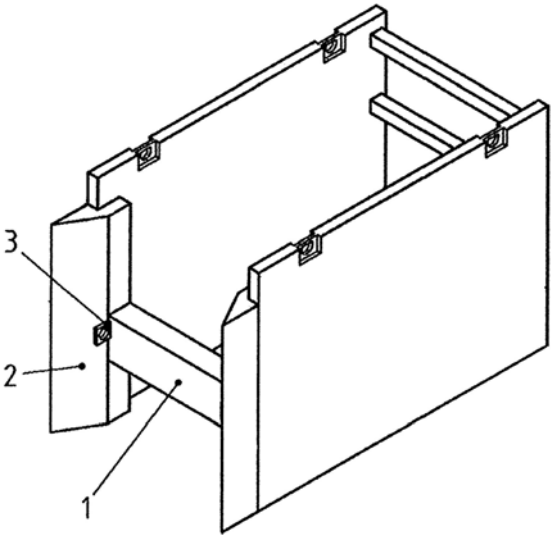
entibación sujeta por el centro (CS)



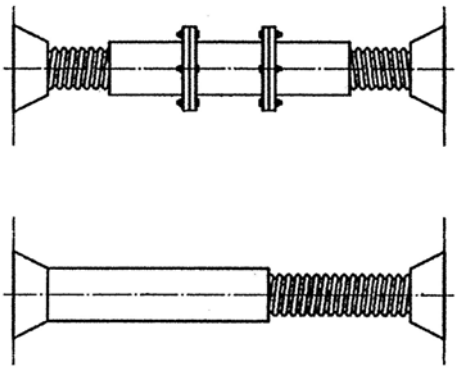
entibación sujeta por los bordes (ES)



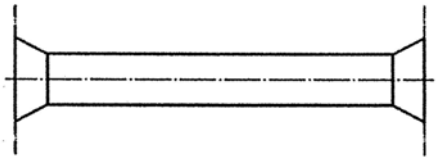
entibación de corredera doble (RD)



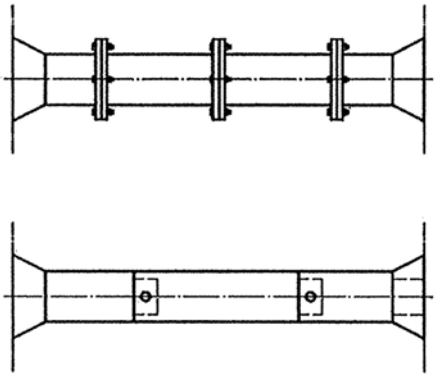
cajón para arrastre (DB)



travesaños con ajuste de longitud regulable (SV)



travesaños no ajustables (SN)



travesaños con ajuste de longitud a intervalos fijos (SI)

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.3.- MONTAJE DE LOS TUBOS DE ACERO

Los tubos de acero se colocarán en la zanja, se alinearán en el fondo de la misma y se prepararán para ser soldados.

Los tubos se colocarán con las longitudes que se indican en el Anejo de Trazado y replanteo, siendo la longitud máxima de 12-13 m.

El descenso a la zanja se realizará con máquina tiendetubos o con grúa autopropulsada en ambos casos con capacidad de carga de 25 t.

Las juntas de los tubos serán en la mayor parte del trazado del tipo abocardado. Solamente se ha previsto la ejecución de juntas a tope en la unión con piezas especiales.

El montaje de los tubos con junta abocardada se realizará desde aguas abajo hacia aguas arriba, dejando la bocarda de cada tubo en el extremo de aguas arriba.

En este caso el acople de un tubo con el siguiente se realizará agotando la longitud de abocardado.

En el caso de los tubos con junta soldada a tope, se procederá a enfrentar un tubo con el siguiente utilizando “clamps” internos, y soldando puntos aislados con el objeto de fijar ambos extremos (punteado).

En todos los casos la soldadura se realizará únicamente desde el interior, no siendo necesaria la utilización de andamiajes. En el caso de la tubería con junta abocardada será suficiente con dar dos o tres cordones de soldadura. En el caso de la tubería con junta a tope serán necesarios, al menos cinco.

Una vez soldados los tubos se procederá a la reparación del revestimiento que se les dio a los tubos en fábrica, en la zona afectada por los procesos de la soldadura, tanto en su parte interior como exterior. Por lo que respecta al revestimiento interno, se podrá realizar el mismo revestimiento que tenía el tubo a base de pintura epoxi alimentaria (con un espesor mínimo de 400 micras), tras la limpieza de la zona a revestir. En la parte exterior se podrá realizar un revestimiento diferente al de fábrica. Por ejemplo a base de manguitos o encintado de materiales plásticos.

3.4.- EJECUCIÓN DE LOS RELLENOS

En el presente proyecto toda la conducción de acero se proyecta embebida en un marco de hormigón armado de 1,70 x 1,70 m de lado. Por consiguiente las condiciones a establecer a los rellenos son menos restrictivas que los correspondientes a la tubería en zanja convencional. En particular se aplicará a los rellenos el condicionado correspondiente al relleno ordinario de zanja:

- material con tamaño máximo de 150 mm compactado al 95% PM hasta zona superior de la zanja. El material procederá de la excavación.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.5.- EJECUCIÓN DE HINCAS

Los cruces con las carreteras M-110, M111 y M-50, así como el cruce de la galería eléctrica de Barajas se realizaran por el sistema de hinca con escudo cerrado y tubería de hinca de hormigón armado de 1.500 mm de diámetro, dentro de la cual se alojará la tubería de acero.

Los elementos previstos en la realización de los trabajos son los que se relacionan a continuación y se describen brevemente en los siguientes puntos.

3.5.1.- POZO DE ATAQUE

La ejecución del pozo de ataque constituye la primera fase de los trabajos. El pozo se sitúa al comienzo de cada una de las hincas y tiene unas dimensiones interiores de 10,00 m de largo por 3 metros de anchura en la base.

Para realizar las hincas se procederá, en primer lugar, a la excavación de los pozos de ataque. Los taludes de las excavaciones serán los correspondientes al talud natural del terreno. Posteriormente se construyen la solera, muro de reacción y emboquille de hormigón HA-25. El muro de reacción está preparado para absorber un empuje de 1.200 t.

Una vez ejecutado el pozo, se montarán los cilindros de empuje y se conectarán a su central oleohidraúlica.

Para asegurar que las fuerzas de empuje sean distribuidas alrededor de la circunferencia de el tubo que está siendo empujado, el aro de empuje contará con un diseño adaptado al número de cilindros que se están usando (usualmente cuatro). Los cilindros estarán interconectados hidráulicamente para asegurar que el empuje sea uniforme. Una vez montado el equipo de empuje y su bastidor correspondiente, se situará la tuneladora en dicho bastidor.

Fotografía 1.- Equipo de hinca posicionado

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.5.2.- PROCEDIMIENTO DE HINCADO

El paso siguiente consiste en el montaje de toda la instalación eléctrica que se alimentará con un grupo generador de corriente. Del mismo modo se procede a la instalación del aparato guía de tipo láser, con el cual se controlan en todo momento las posibles desviaciones que se vayan produciendo en la hinca.

El sistema de guiado permite mantener la exactitud de alineación durante el empujado de los tubos. Para ello se utilizará un escudo direccional, chequeando frecuentemente su nivel y alineación tomando como base una referencia fija.

Una vez empiece a perforar el escudo seleccionado el terreno se irá recogiendo sobre una vagoneta mediante una cinta transportadora.

La vagoneta es accionada por cabrestantes hidráulicos, los cuales nos permiten sacarla del interior del tubo al pozo de ataque, desde donde accionado por el pórtico grúa, sacamos el detritus al exterior.

Cuando los cilindros hidráulicos han realizado todo su recorrido, se recogen y es entonces cuando se dispone del espacio suficiente para bajar al pozo de ataque el primer tubo de hormigón. Esta operación se repite hasta llegar al pozo de salida por el cual se rescata la tuneladora.

Cuando la hinca es de gran longitud se utilizan estaciones intermedias de empuje, las cuales se montan entre dos tubos de hormigón armado especialmente diseñados para acoger la virola metálica en la cual van alojados los pequeños cilindros hidráulicos de la estación intermedia.

3.5.3.- OTROS COMPONENTES ASOCIADOS A LA CONSTRUCCIÓN

Se pueden diferenciar como componentes básicos asociados a esta tecnología los siguientes elementos:

- Cabina de control.
- Grúa.
- Equipo de bentonita.

Cabina de control.

Desde este punto se ordenará y gestionarán todas las órdenes del procedimiento, es decir: guiado, bombeo, empuje, etc.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

El alineamiento inicial del tubo empujado se obtendrá al dimensionar con exactitud el carril guía dentro del pozo de empuje en donde los tubos están ubicados. Para mantener la exactitud de alineación durante el empuje de los tubos es necesario utilizar un escudo direccional, chequeando frecuentemente su nivel y alineación, tomando como base una referencia fija.

El sistema de guiado por láser permitirá definir con gran precisión la trayectoria y ubicación de la cabeza cortadora.

Grúa.

Este es el elemento encargado de tomar los tubos del acopio y depositarlos sobre el bastidor de empuje ubicado en el fondo del pozo de ataque.

Debe ser capaz de ofrecer un apoyo lo suficientemente firme como para soportar la reacción correspondiente. Se ha previsto la necesidad de contar con una grúa de 25 toneladas.

Equipo de bentonita.

Las fuerzas que se oponen al avance de hinca son de dos tipos; por un lado, la propia resistencia al avance del terreno y por otro, el rozamiento entre el terreno y los tubos ya hincados.

Este segundo efecto se reducirá mediante la inyección de bentonita en el trasdós de los tubos, a fin de crear una película exterior que disminuya drásticamente el coeficiente de rozamiento.

Estaciones intermedias.

Las estaciones intermedias, mediante la expansión de los gatos hidráulicos que las componen, realizan el empuje de la cabeza y de los tubos anteriores. Se trata, por lo tanto, de tramos provistos de gatos hidráulicos que se intercalan entre los tubos a una distancia máxima de 135 m. De este modo el esfuerzo de empuje necesario para la hinca, se reparte entre los gatos del pozo de ataque y los de las estaciones intermedias para conseguir mayores longitudes de hinca.

Recuperación del escudo.

En el punto en el que finaliza la hinca, se abrirá un pozo, con taludes en tierras, para extraer el escudo de empuje al final de las hincas.

Este pozo permite la recuperación de la excavadora, por tanto precisa una dimensiones menores que el de ataque, puesto que por él no se introducirá el bastidor de empuje ni los tubos de hinca, del mismo modo tampoco será necesario el muro de reacción.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

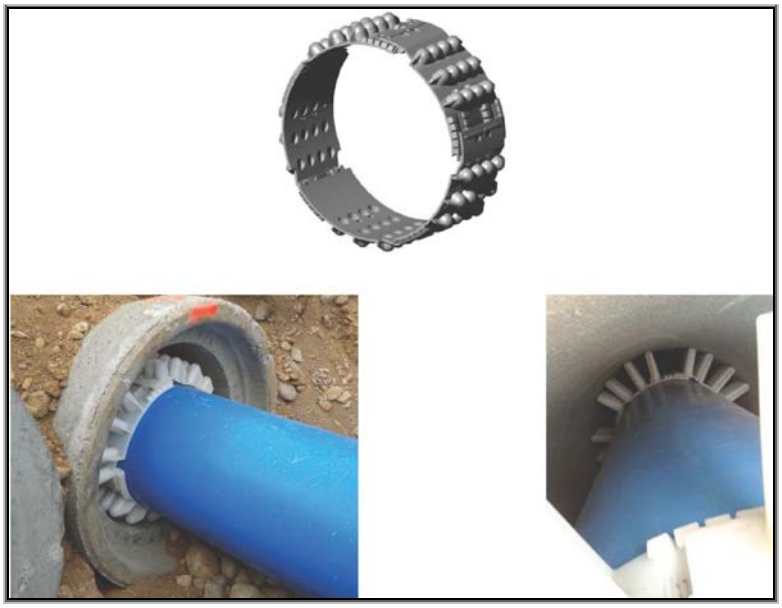
Fotografía 2.- Pozo de salida de la hinca

Acabado final: Relleno con mortero del espacio entre perforación y tubo.

Una vez finalizadas las hincas se procederá a inyectar el espacio existente entre la pared exterior del tubo y la roca excavada, con mortero M-45 con aditivos plastificantes. Las inyecciones se realizarán desde los orificios con los que cuenta cada tubo. Finalmente se sellarán los orificios con el propio mortero.

Introducción del tubo en el interior de la hinca

Se introducen los tubos en el interior de la hinca mediante unos patinetes y apoyos separadores tal y como se puede ver en la foto siguiente.



Fotografía 3.- Elementos separadores

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

ANEJO Nº 15

PLAN DE OBRA

ANEJO Nº 15

PLAN DE OBRA

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES 1
2.- PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS 2
3.- PLAZOS DE INICIO Y GARANTÍA.....3

APÉNDICES

Apéndice 1.- Unidades de obra ordenadas según importe
Apéndice 2.- Diagrama de barras

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

1.- ANTECEDENTES

A partir de la estimación de los rendimientos y producciones posibles para las principales unidades de obra, y de las mediciones y valoraciones económicas realizadas, se propone un Plan de Ejecución de las Obras.

El objetivo de este anejo es la elaboración de un diagrama del desarrollo temporal de las actividades. Se programan los plazos de ejecución de las diferentes unidades que conforman la obra en función de una asignación estándar de recursos a cada tajo.

El plan de obra se esquematiza en un diagrama de barras en el que se refleja de manera tentativa las actividades de obra más importantes y la secuencia temporal de desarrollo de las mismas.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

2.- PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS

En el momento de redacción de este proyecto se desconoce la fecha de licitación y adjudicación de las obras, en consecuencia, no se conoce la fecha de comienzo de las obras. Por tanto la programación que se recoge en este anejo se refiere a meses naturales y no contempla ni la influencia de las condiciones meteorológicas ni la mayor o menor concurrencia de días festivos. No obstante, dada la duración de la obra, no son de esperar grandes variaciones respecto a los rendimientos medios estimados.

Las obras contempladas en este proyecto se realizarán en el plazo que se fije en el Contrato de Adjudicación, recomendándose un plazo de **DIECIOCHO (18) MESES**:

Para el comienzo de las obras se recabarán las autorizaciones pertinentes ya sea de Organismos o compañías de servicios que puedan verse afectadas por la ejecución de las mismas. La organización de las obras se realizará de tal manera que se minimicen las afecciones a los tráficos carreteros y a las redes de servicios.

Al objeto de reducir riesgos se plantea la necesidad de incluir dentro de las tareas iniciales de replanteo la identificación y señalización de los servicios existentes en el ámbito de las obras.

En apéndice se adjunta el plan de obra de referencia para la programación de la ejecución de las unidades de obra más significativas.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

3.- PLAZOS DE INICIO Y GARANTÍA

Salvo disposición en contra en el Pliego o Contrato de Obras:

- Las obras se iniciarán el día siguiente a la fecha del Acta de Replanteo o a la fecha del Acta de Orden de Inicio, y comprende la construcción de las obras civiles, la fabricación y adquisición de los equipos industriales necesarios y el montaje completo de los mismos.

- El Contratista está obligado a presentar un Programa de Trabajo con la siguiente información:

  - Estimación en días naturales de los tiempos de ejecución de las distintas actividades, incluidas las operaciones y obras preparatorias, instalaciones y obras auxiliares y las de ejecución de las distintas partes o clases de obra definitiva.

  - Valoración mensual de la obra programada.

Los gráficos de conjunto del Programa de trabajos, serán diagramas de barras que se desarrollarán por los métodos PERT, CPM o análogos según indique el Ingeniero Director.

El Programa de Trabajo deberá de tener en cuenta el tiempo que precise la Dirección para proceder a las inspecciones y comprobaciones de los replanteos, ensayos y pruebas que le correspondan.

El Programa de Trabajo deberá presentarse al Ingeniero Director en un plazo máximo de (15) quince días naturales desde el día siguiente a aquel en que tuviese lugar la firma del Acta de Comprobación del Replanteo.

El Ingeniero Director resolverá sobre el programa presentado dentro de los (30) treinta días naturales siguientes a su presentación.

El Ingeniero Director podrá imponer al Programa de Trabajo cualquier tipo de modificaciones siempre que no contravengan las cláusulas del Contrato.

El Programa de Trabajo será revisado cada trimestre por el Contratista y cuantas veces sea requerido para ello por la Dirección debido a causas que el Ingeniero Director estime suficiente.

- El plazo de garantía será el que refleje el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del contrato, recomendándose un plazo de un (1) año a partir del momento en que la Administración recibe de conformidad las obras ejecutadas, y durante este período serán de cuenta del Contratista las obras de conservación y reparación que sean necesarias.

Se incluyen como apéndices un listado de las unidades de obra ordenados por importe, así como el cronograma valorado de programación de las obras, que justifica el plazo previsto.

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICES

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 1

UNIDADES DE OBRA ORDENADAS SEGÚN IMPORTE

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	IMPORTE	%	% AC.
U02071242N	4561,582	m	Tubería acero helic. L275, 01219 esp. 14,2 L>7m junta abocardada	619,32	2.825.058,89	16,74	16,74
U07030050	1392842,193	kg	Suministro y colocación de acero para armaduras en barras B500S	1,03	1.432.120,34	8,48	25,22
U07018410	13553,640	m3	HA-30/P/20/IIa o HA-30/P/20/IIb en elementos verticales vertido	100,73	1.365.282,55	8,09	33,31
U01022020	89561,997	m3	Excavación en zanja, med. mecán. terreno medio	11,44	1.024.356,38	6,07	39,38
U01026030	334,000	m	Tubería hincada hormigón armado DN 1500 escudo cerrado	3.041,99	1.016.023,99	6,02	45,40
U15060006N	1,000	PA	Actuaciones imprevistas	747.416,60	747.416,60	4,43	49,82
U07020080	25921,972	m2	Encofrado plano met. elem. vertical. estru. trabaj. entre 3 y 5	26,99	699.571,81	4,14	53,97
U15080070N	553,380	m	Viga prefabricada doble T de 1,85m de canto	1.209,80	669.478,68	3,97	57,93
U12000040	40941,270	m3	Carga, tte. y descarga a vertedero. > 30 km prod. res. exc.	15,06	616.681,97	3,65	61,59
U02071244N	797,652	m	Tubería acero helic. L275, 01219 esp. 14,2 L<7m junta abocardada	670,49	534.819,60	3,17	64,76
U01030050	73815,502	m3	Relleno zanja propios adecuad. Tmax 150 mm	6,67	492.157,48	2,92	67,67
U16000400N	1,000	ud	Seguridad y salud	369.478,08	369.478,08	2,19	69,86
U12000350	40941,270	m3	Canon vertido productos resultantes de excavaciones o demolición	8,49	347.615,95	2,06	71,92
U03027140N	9,000	ud	Válvula mariposa motorizada PN25 01200 l	37.556,43	338.007,83	2,00	73,92
U06010110	912,000	m	Pilote CPI-4 ent. recup. 01000	323,34	294.888,27	1,75	75,67
U02071251N	326,000	m	Tubería acero helic. L275, 01219 esp. 18,0	861,92	280.985,20	1,66	77,33
U02112020	93113,170	kg	Acero al carbono S-275 JR	3,01	280.307,89	1,66	78,99
U07018060	2790,248	m3	HA-30/P/20/IIa,IIb o HA-30/P/40/IIa,IIb eltos horiz., con camión	97,02	270.714,88	1,60	80,60
U02071246N	376,901	m	Tubería acero helic. L275, 01219 esp. 14,2 L>7m, junta esférica	621,44	234.219,70	1,39	81,99
U08010110	632,580	m	Barandilla acero inoxidable	335,60	212.291,32	1,26	83,24
U15080100N	1077,531	m^2	Imperm.Tablero membra asfál.	183,83	198.077,35	1,17	84,42
U05080120	436,611	m2	Cobija para tapado de cámara hasta 25 txm de carga de rotura	425,20	185.646,04	1,10	85,52
U01023020	11725,390	m3	Excavación en pozo, med. mecán. terreno medio	14,88	174.501,94	1,03	86,55
U02150340N	11,000	ud	Carrete telescop. autoportante virola acero inox. PN25 DN 1200	13.866,57	152.532,27	0,90	87,45
U01010020	17637,152	m3	Retirada, acopio, mantenim. y posterior aporte de tierra vegetal	6,97	123.015,61	0,73	88,18
U070101030	1718,865	m3	HL-150/P/12 o HL-150/P/20 para capa de limpieza	68,89	118.411,58	0,70	88,88
U09012030	4805,401	m3	Base de zahorra artificial, husos ZA (20) / ZA (25)	21,15	101.619,81	0,60	89,49
U03091010N	9,000	ud	Válvula multiorificio PN25 0250	9.519,45	85.675,02	0,51	89,99
U15070190N	4,000	ud	Junta Aislante Monoblock 0 48" PN 40 bar	21.035,33	84.141,32	0,50	90,49
U01010010	180278,940	m2	Despeje-desbroce terreno	0,47	84.082,10	0,50	90,99
U02071248N	117,865	m	Tubería acero helic. L275, 01219 esp. 14,2 L<7m, junta esférica	679,71	80.114,54	0,47	91,46
U03041120	38,000	ud	Ventosa trifuncional PN 25 0150	1.823,73	69.301,74	0,41	91,88
U03080050	6206,000	m	Cable 64 fibras Monomodo	10,31	64.007,44	0,38	92,25
U15060002N	1,000	ud	Redacción proyecto as built y liquidación	63.600,00	63.600,00	0,38	92,63
U01030180	3200,163	m3	Escollera piedras 50-200 kg	17,36	55.563,79	0,33	92,96
U09069050	12,000	mes	Riego obra	4.500,00	53.999,96	0,32	93,28
U09037010N	4750,000	m2	Apertura de camino de obra de 5 m de ancho y 0.20 de espesor	10,92	51.860,50	0,31	93,59
U01030135	8040,650	m3	Terraplén suelos adecuados préstamos	6,23	50.115,76	0,30	93,88
U03012070	32,000	ud	Válvula compuerta bridas PN 25 0250 l	1.409,70	45.110,55	0,27	94,15
U03023030	14,000	ud	Válvula mariposa manual PN25 0250 l	2.801,77	39.224,79	0,23	94,38
U02160240	41,000	ud	Carrete telescop. autoportante virola acero inox. PN25 DN 250	902,89	37.018,36	0,22	94,60
U07050210N	2937,811	m2	Impermeabilización para emulsión bituminosa	12,50	36.715,00	0,22	94,82
U01030320	7471,143	m3	Relleno trasdós muros suelos adecuados de excavación	4,85	36.270,91	0,21	95,04

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	IMPORTE	%	% AC.
U15060001N	12,000	ud	Informes solicitud de permisos	3.000,00	36.000,02	0,21	95,25
U09069200	18,000	mes	Seguimiento ambiental y arqueopaleontológico	2.000,00	35.999,95	0,21	95,46
U03080120	90,000	ud	Arqueta prefabricada para tritubo de 100x 100x 100	371,82	33.463,46	0,20	95,66
U01025010	3418,114	m2	Entibación ligera zanjas, pozos o zapatas	9,61	32.862,43	0,19	95,86
U02071250N	26,000	m	Tubería acero helic. X60 01219 esp. 20,0	1.251,18	32.530,72	0,19	96,05
U01010280	685,900	m	Levantado y reposición de alambrada	46,75	32.063,08	0,19	96,24
U07040150N	2888,671	m2	Lámina drenante	9,77	28.231,56	0,17	96,41
U01026060	1,000	ud	Implantación equipo escudo cerrado hinca DN 1200-1500	27.401,00	27.401,00	0,16	96,57
U01026100	1,000	ud	Retirada equipo escudo cerrado hinca DN 1000-1500	27.401,00	27.401,00	0,16	96,73
U01026091N	3,000	ud	Cambio de pozo equipos de hinca	8.904,00	26.712,00	0,16	96,89
U02074110	334,000	m	Colocación tubería metálica 01200	79,54	26.567,16	0,16	97,05
U01030190	1033,000	m3	Escollera piedras >200 kg	25,64	26.487,57	0,16	97,20
U02050130	6206,000	m	Tritubo polietileno	4,11	25.524,04	0,15	97,35
U03027120	1,000	ud	Válvula mariposa motorizada PN 25 0900 l	24.679,00	24.679,00	0,15	97,50
U08010120	206,030	m	Escalera metálica	117,35	24.178,16	0,14	97,64
U02067010N	4,000	ud	Junta de expansión DN1200 PN-25	5.903,91	23.615,66	0,14	97,78
U03012050	38,000	ud	Válvula compuerta bridas PN 25 0150 l	607,98	23.103,40	0,14	97,92
U01027010	10000,000	kWh	Agotamiento con bombas hasta 10kW	2,05	20.458,00	0,12	98,04
U15080080N	582,309	m2	Encofrado perdido de loseta de 5 cm de espedor, para tableros de	32,79	19.091,47	0,11	98,15
U07040070	463,830	dm3	Neopreno apoyo elementos estructurales	37,58	17.429,34	0,10	98,26
U05070020	49,000	ud	Marco y tapa circ., fund. dúctil 0 min 60 cm, D-400 peso 55 kg.	273,09	13.381,30	0,08	98,34
U15030010	276,000	ud	Hito prefabricado de hormigón tipo Canal de Isabel II	46,11	12.726,36	0,08	98,41
U09069030	17500,000	m	Jalonamiento para proteccción	0,71	12.428,50	0,07	98,49
U07020010	563,276	m2	Encofrado plano cimentaciones, solera, pozos y arquetas	21,13	11.899,66	0,07	98,56
U03023060	3,000	ud	Válvula mariposa manual PN25 0400 l	3.916,24	11.748,73	0,07	98,63
U09037010	1135,875	m2	Reposición firme caminos	10,30	11.703,15	0,07	98,70
U01030010	386,400	m3	Arena silícea zanjas	26,89	10.391,15	0,06	98,76
U09070290N	112,000	d	Alquiler semáforo provisional en obra	84,80	9.497,60	0,06	98,81
U15080090N	14,000	ud	Lanzamiento de viga entre 50 y 65 t	653,74	9.152,42	0,05	98,87
U0308130N	1,000	ud	Caseta pref. hormigón 3.600x1.800x2.200mm	8.405,80	8.405,80	0,05	98,92
U03091020N	1,000	ud	Válvula multiorificio PN25 0200	7.389,81	7.389,81	0,04	98,96
U02160330	1,000	ud	Carrete telescop. autoportante virola acero inox. PN25 DN 900	6.987,91	6.987,91	0,04	99,00
U07050180N	416,350	m	Sellado de junta media caña interior masilla de poliuretano	16,43	6.840,63	0,04	99,04
U07050150N	761,950	m	Sellado de junta con masilla de polisulfuro	8,86	6.752,10	0,04	99,08
U01010360	134,400	m3	Demolición muro hormigón compresor	48,12	6.467,87	0,04	99,12
U09069090	146200,000	m2	Siembra	0,04	6.198,88	0,04	99,16
U07020200	180,956	m2	Encofrado curvo madera elem. vert. estru. trabaj. entre 3 y 5 m.	33,73	6.103,50	0,04	99,19
U09069040	120,000	ud	Proteccción de ejemplares arbóreos	50,00	6.000,02	0,04	99,23
U07050190N	416,350	m	Perfil hidroexpansivo 20 x 10 mm	14,25	5.931,49	0,04	99,26
U02160270	3,000	ud	Carrete telescop. autoportante virola acero inox. PN25 DN 400	1.931,15	5.793,45	0,03	99,30
U07030020	3081,996	kg	Suministro y colocación de acero laminado tipo S275JR, en perfi	1,88	5.782,44	0,03	99,33
U01021020	1962,637	m3	Excavación a cielo abierto, med. mecán. terreno medio	2,88	5.658,67	0,03	99,37
U09069070	1,000	P.A.	Trasplante de ejemplares	5.000,00	5.000,00	0,03	99,40
U09069080	146200,000	m2	Subsolado	0,03	4.649,16	0,03	99,42
U07050160N	467,100	m	Banda neopreno 20 x 5 mm	9,35	4.367,01	0,03	99,45
U15060004N	1,000	ud	Legalización instalaciones eléctricas de baja tensión	3.999,99	3.999,99	0,02	99,47
U12000170	354,620	m3	Carga, tte. y deposic. RCD'S tipo II, "Horm. y mort. (17.01.01)	10,05	3.563,51	0,02	99,49

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	IMPORTE	%	% AC.
U15080110N	7,800	m	Junta dilatación tablero 60 mm	439,17	3.425,52	0,02	99,51
U15080050N	480,000	m	Cable coaxial 50 Ohm DN 5,8 mm	6,89	3.307,20	0,02	99,53
U15080120N	3,900	m	Junta dilatación tablero 150 mm	759,03	2.960,23	0,02	99,55
U070103030	33,507	m3	HM-20/P/20/I o HM-20/P/40/I en eltos horizontales con camión	84,84	2.842,81	0,02	99,57
U01030330	11040,000	m	Banda de señalización	0,24	2.691,55	0,02	99,58
U15010040	1,000	ud	Conexión con 2° Anillo de distribución	2.650,00	2.650,00	0,02	99,60
U07020250	105,000	m3	Cimbrado en elementos estructurales	25,01	2.625,57	0,02	99,62
U01010100	31,814	m3	Demolición cimentac. hormigón compresor	82,38	2.620,94	0,02	99,63
U12000340	1,000	ud	Punto limpio en obra para acopio y almacén de los residuos	2.409,22	2.409,22	0,01	99,65
U05090330N	70,000	ud	Rejilla para ventilación de cámara de aire de 50x30 cm	33,35	2.334,33	0,01	99,66
U15070010N	1,000	ud	Transforrectificador monofásico 220 V. 50 Hz	2.330,45	2.330,45	0,01	99,67
U15070120N	4,000	ud	Caja de toma de potencial de 320 x 320 mm	581,80	2.327,21	0,01	99,69
U02160230	3,000	ud	Carrete telescop. autoportante virola acero inox. PN25 DN 200	768,19	2.304,58	0,01	99,70
U07050200N	416,350	m	Sellado de junta media caña exterior mortero modif.	4,83	2.012,47	0,01	99,71
U09069020	1,000	ud	Estudio de viabilidad	2.000,00	2.000,00	0,01	99,72
U03012060	2,000	ud	Válvula compuerta bridas PN 25 0200 l	953,27	1.906,54	0,01	99,74
U08040070	8,500	m2	Carpintería metálica de acero galvanizado, practicable.	213,17	1.811,91	0,01	99,75
U13000050	24,000	ud	Señal Corporativa pared 300x200mm	72,81	1.747,47	0,01	99,76
U15070060N	450,000	ud	Cable de Cu de 1 x 25 mm2 RV 0,6 / 1 kV	3,86	1.736,28	0,01	99,77
U15080010N	4,000	ud	Módulo fotovoltaico monocristalino de 200wp	413,82	1.655,30	0,01	99,78
U08010010N	160,000	kg	Acero Inoxidable AISI 316 en estructura soldada	10,23	1.636,64	0,01	99,79
U09069190	584,000	ud	Riego de mantenimiento de Quercus ilex	2,73	1.597,12	0,01	99,80
U15010030	1,000	ud	Conexión con Arteria Cintura Este	1.590,00	1.590,00	0,01	99,81
U03041110	2,000	ud	Ventosa trifuncional PN 25 0100	794,82	1.589,64	0,01	99,82
U13000161N	1,000	ud	Cartel de obra	1.363,34	1.363,34	0,01	99,82
U09069180	73,000	ud	Plantación de Quercus ilex	18,61	1.358,79	0,01	99,83
U12000290	186,200	m3	Carga, tte. y deposic. RCD'S tipo II, "Metales" (17 04 05)	7,09	1.320,42	0,01	99,84
U05090040N	14,000	ud	Rejilla pozos 300 x 300	90,00	1.260,06	0,01	99,85
U12000160	354,620	m3	Gest. int. RCD'S tipo II, "Hormigones y morteros" (17 01.01)	3,48	1.232,94	0,01	99,85
U15070210N	1,000	ud	Puesta en marcha, regulación y confección de informe final	1.224,30	1.224,30	0,01	99,86
U15080030N	2,000	ud	Batería monoblock de gel 12v y 230ah	605,37	1.210,73	0,01	99,87
U03080020	2,000	ud	Transductor presión 0,1 % Analógico	519,47	1.038,95	0,01	99,87
U15070200N	1,000	ud	Montaje Estacion de Protección Catódica	1.020,25	1.020,25	0,01	99,88
U09020090	29,106	m2	Adoquinado granito sobre hormigón	34,32	999,00	0,01	99,89
U09069100	120,000	ud	Plantación de Retama sphaerocarpa	8,15	978,17	0,01	99,89
U09069060	200,000	m	Balas de paja	4,80	960,36	0,01	99,90
U01040080N	1620,908	m	Perfilado y refino de cunetas con medios mecánicos	0,56	910,63	0,01	99,90
U15070030N	4,000	ud	Ánodo de pletina de Ti-MMO de 20 x 3 x 1.500 mm	199,97	799,88	0,00	99,91
U03012030	2,000	ud	Válvula compuerta bridas PN 25 0100 l	386,84	773,67	0,00	99,91
U15080140N	1,000	ud	Interface tipo IM151-3 PN/DP, colocado	696,42	696,42	0,00	99,92
U15070020N	900,000	kg	Coque de petróleo calcinado granular.	0,77	696,42	0,00	99,92
U05090240	55,000	ud	Pate polipropileno con alma de acero	11,86	652,38	0,00	99,92
U12000280	186,200	m3	Gest. int. RCD'S tipo II, "Metales" (17 04 05)	3,48	647,38	0,00	99,93
U09069140	33,000	ud	Plantación de Salix alba	19,40	640,13	0,00	99,93
U15070160N	10,000	ud	Ánodo de magnesio tipo 9D2.	63,81	638,12	0,00	99,94
U15080060N	120,000	m	Cable apantallado 2x1,5 mm2 para transmisión 4-20 mA	5,19	623,28	0,00	99,94
U12000210	64,650	m3	Carga, tte. y deposic. RCD'S tipo II, Maderas" (17 02 01)	9,19	594,15	0,00	99,94
U05090210	7,000	ud	Sumidero de rejilla	84,02	588,11	0,00	99,95
U15080130N	1,000	ud	Periferia distribuida tipo ET200 SP con tarjetas E/S, colocada	572,40	572,40	0,00	99,95

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	IMPORTE	%	% AC.
U07020190	19,000	m2	Encofrado curvo madera elem. vert. estru. trabaj. hasta 3 m.	30,11	572,18	0,00	99,95
U07017040	5,561	m3	HA-25/B/20/IIa en elementos horizontales vertido con camión	97,68	543,19	0,00	99,96
U07010350	6,370	m3	Recrecido con mortero	80,09	510,20	0,00	99,96
U15070130N	4,000	ud	Caja de toma de potencial de 100 x 100 mm	117,83	471,32	0,00	99,96
U09020150	17,700	m2	Losa hidráulica de cualquier color, prefabricada e=5 cm s/horm.	25,52	451,79	0,00	99,97
U09069120	22,000	ud	Plantación de Populus alba	20,10	442,15	0,00	99,97
U09069150	44,000	ud	Plantación de Rubus ulmifolius	8,60	378,25	0,00	99,97
U15080040N	1,000	ud	Cableado, conexiones y protecciones sist fotovoltaico alim cauda	371,00	371,00	0,00	99,97
U07050170N	72,600	m	Sellado de junta tuberías con masilla de prepolímeros	5,05	366,31	0,00	99,97
U09069110	16,000	ud	Plantación de Fraxinus angustifolia	22,15	354,46	0,00	99,98
U15070180N	1,000	ud	Electrodo de referencia permanente de Ag/AgCl, con probeta.	300,51	300,51	0,00	99,98
U09020010	17,700	m	Bordillo prefabricado de hormigón, recto o curvo, de 20x30 cm.	16,36	289,50	0,00	99,98
U13000070	1,000	ud	Señal Corporativa una cara c/ postes 1200x800mm	262,05	262,05	0,00	99,98
U15070140N	8,000	ud	Teja de acero curvada, con 10 m de cable de 1x 10 mm2.	31,02	248,12	0,00	99,98
U07030030	113,272	kg	Suministro y colocación de acero laminado tipo S275JR, en chapa	2,14	242,54	0,00	99,98
U05080020	2,000	ud	Marco y tapa reg. circular horm. arm. 0 menor 60 cm, Clase A-15	111,60	223,19	0,00	99,99
U15070050N	1,000	ud	Teja de acero curvada con 50 m de cable de Cu de 2 x 6 mm2 RV 0,	218,00	218,00	0,00	99,99
U070101020	2,781	m3	HL-150/B/12 o HL-150/B/20 para capa de limpieza	77,33	215,05	0,00	99,99
U15070040N	1,000	ud	Teja de acero curvada con 50 m de cable de Cu de 1 x 25 mm2 RV 0	205,39	205,39	0,00	99,99
U15080020N	1,000	ud	Regulador solar de carga para 12/24v(bitensión) y 35A	199,60	199,60	0,00	99,99
U12000230	20,000	m3	Carga, tte. y deposic. RCD'S tipo II, "Plásticos" (17 02 03)	9,19	183,80	0,00	99,99
U03071320N	2,000	ud	Instalación de Caudalímetro ultrasónico	80,83	161,65	0,00	99,99
U10050010N	1,000	ud	Lumi. estanc. fluores. IP-55 1x18 W a 24Vc	154,08	154,08	0,00	99,99
U09069130	11,000	ud	Plantación de Populus nigra	13,94	153,33	0,00	99,99
U10070010	1,000	ud	Toma de tierra normal	118,97	118,97	0,00	100,00
U15070070N	3,000	ud	Empalme epoxi en Y	37,10	111,30	0,00	100,00
U12000200	64,650	m3	Gest. int. RCD'S tipo II, "Maderas" (17 02 01)	1,71	110,33	0,00	100,00
U15070150N	4,000	ud	Teja de acero curvada, con 10m de cable de 1 x 6 mm2.	22,85	91,41	0,00	100,00
U15070110N	14,000	m	Encapsulación Handy-Cap	6,31	88,30	0,00	100,00
U12000090	80,000	m3	Carga, tte. y dep. RCD'S tipo II, "Emb. papel/cartón" (15.01.01)	1,08	86,50	0,00	100,00
U12000080	80,000	m3	Gest. int. RCD'S tipo II, "Embalajes papel y cartón" (15.01.01)	0,96	77,17	0,00	100,00
U09069170	7,000	ud	Plantación de Scirpus holoschoenus	7,63	53,42	0,00	100,00
U09069160	7,000	ud	Plantación de Phragmites australis	7,60	53,20	0,00	100,00
U12000220	20,000	m3	Gest. int. RCD'S tipo II, "Plásticos" (17 02 03)	1,71	34,13	0,00	100,00
U15070080N	1,000	ud	Empalme epoxi recto	21,52	21,52	0,00	100,00
U150700170N	20,000	m	Cable Cu de 1 x 6 mm2 RV 0,6/1 KV.	1,04	20,78	0,00	100,00
U15070100N	1,000	ud	Imprimación en Spray	20,03	20,03	0,00	100,00
U15070090N	4,000	ud	Grapa de conexión	1,48	5,94	0,00	100,00
U12000250	0,035	m3	Carga, tte. y deposic. RCD'S tipo II, "Betunes" (17 03 02).	10,05	0,35	0,00	100,00
U12000240	0,035	m3	Gest. int. RCD'S tipo II, "Betunes" (17 03 02).	2,89	0,10	0,00	100,00

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

Canal de Isabel II Gestión S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29 733 Folio 86 Sección 8 Hoja M-534929 e Inscripción 1ª NIF A86488087 Domicilio Social: C/ Santa Engracia 125 28003 Madrid

APÉNDICE 2

DIAGRAMA DE BARRAS

ARTERIA NORTE PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL SISTEMA GENERAL AEROPORTUARIO MADRID-BARAJAS

CAPÍTULOS	MESES																																	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
	Quincena 1	Quincena 2	Quincena 3	Quincena 4	Quincena 5	Quincena 6	Quincena 7	Quincena 8	Quincena 9	Quincena 10	Quincena 11	Quincena 12	Quincena 13	Quincena 14	Quincena 15	Quincena 16	Quincena 17	Quincena 18	Quincena 19	Quincena 20	Quincena 21	Quincena 22	Quincena 23	Quincena 24	Quincena 25	Quincena 26	Quincena 27	Quincena 28	Quincena 29	Quincena 30	Quincena 31	Quincena 32	Quincena 33	Quincena 34	Quincena 35	Quincena 36
CONDUCCIONES							354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44	354.163,44						
ARQUETAS													118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83	118.331,83						
HINCAS																									301.262,17	301.262,17	301.262,17	301.262,17								
ACUEDUCTO SOBRE EL RÍA JARAMA																	264.714,67	264.714,67	264.714,67	264.714,67	264.714,67	264.714,67	264.714,67	264.714,67												
AUTOPORTANTE ARROYO DE LA VEGA																	15.907,26	15.907,26																		
CAMINOS			65.089,44	65.089,44	65.089,44	65.089,44																														
PROTECCIÓN CATÓDICA																													24.178,55	24.178,55	24.178,55	24.178,55				
INTEGRACIÓN AMBIENTAL																											22.104,17	22.104,17	22.104,17	22.104,17	22.104,17	22.104,17				
SERVICIOS AFECTADOS																											4.008,23	4.008,23	4.008,23	4.008,23	4.008,23	4.008,23	4.008,23	4.008,23		
ELECTRICIDAD Y TELECONTROL																													38.977,99	38.977,99	38.977,99	38.977,99				
GESTIÓN DE RESIDUOS			28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67	28.659,67
VARIOS																															219.153,35	219.153,35	219.153,35	219.153,35	
SEGURIDAD Y SALUD	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28	10.263,28
IMPORTE QUINCENAL € (P.E.M.)	10.263,28	10.263,28	104.012,39	104.012,39	104.012,39	104.012,39	393.086,38	393.086,38	393.086,38	393.086,38	393.086,38	393.086,38	393.086,38	511.418,21	511.418,21	511.418,21	511.418,21	792.040,14	792.040,14	776.132,88	776.132,88	776.132,88	776.132,88	776.132,88	776.132,88	812.680,38	812.680,38	838.792,78	838.792,78	537.530,61	537.530,61	128.191,88	128.191,88	325.241,05	325.241,05	258.076,29	258.076,29
IMPORTE ACUMULADO € (P.E.M.)	10.263,28	20.526,56	124.538,95	228.551,34	332.563,72	436.576,11	829.662,49	1.222.748,87	1.615.835,26	2.008.921,64	2.402.008,02	2.795.094,40	3.306.512,62	3.817.930,83	4.329.349,05	4.840.767,26	5.632.807,40	6.424.847,54	7.200.980,42	7.977.113,30	8.753.246,18	9.529.379,06	10.305.511,94	11.081.644,82	11.894.325,21	12.707.005,59	13.545.798,37	14.384.591,15	14.922.121,76	15.459.652,37	15.587.844,25	15.716.036,12	16.041.277,18	16.366.518,23	16.624.594,52	16.882.670,81