

**Proyecto de Trazado “Autovía SE-40.  
Tramo: Dos Hermanas (A-4 Sur) - Palomares y Coria del Río (A-8058)”  
Clave: T4-SE-5130**

**Memoria**

## Control de documentación

### Hoja de control

Realizado	Revisado	Aprobado
Beatriz Moreno Aguilera	Víctor Moises Lupiáñez Sánchez	Fidel San Emeterio Irastorza

### Control de modificaciones

Versión	Fecha	Control de Modificaciones	Autor
00	12/11/2024		Beatriz Moreno Aguilera
01	22/01/2025	Comentarios de supervisión	Beatriz Moreno Aguilera

# Contenido

## Índice

<b>[1]</b>	<b>Introducción</b>	<b>7</b>
<b>[2]</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>7</b>
<b>[3]</b>	<b>Orden de estudio</b>	<b>9</b>
<b>[4]</b>	<b>Objeto y alcance</b>	<b>9</b>
<b>[5]</b>	<b>Cumplimiento de la DIA y la Aprobación Definitiva del Anteproyecto</b>	<b>9</b>
[5.1]	Cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental	9
[5.2]	Cumplimiento de la Aprobación definitiva del Anteproyecto	14
[5.2.1]	Declaración de Impacto Ambiental	15
[5.2.2]	En estudios posteriores	15
[5.2.3]	Auditoría de Seguridad Vial	16
<b>[6]</b>	<b>Ámbito de estudio</b>	<b>16</b>
<b>[7]</b>	<b>Descripción del Proyecto de Trazado</b>	<b>17</b>
[7.1]	Descripción general de la actuación	17
[7.2]	Cartografía	19
[7.3]	Geología y procedencia de materiales	20
[7.3.1]	Tectónica	20
[7.3.2]	Geomorfología	20
[7.3.3]	Hidrogeología	20
[7.3.4]	Riesgos geológico-geotécnicos	21
[7.3.5]	Procedencia de materiales	21
[7.4]	Efectos sísmicos	7
[7.5]	Climatología	8
[7.5.1]	Estaciones climáticas consideradas	8
[7.5.2]	Caracterización climática general	9
[7.6]	Hidrología	12
[7.6.1]	Cálculo de caudales de las pequeñas cuencas vertientes	12
[7.7]	Planeamiento y tráfico	18
[7.7.1]	Planeamiento	18
[7.7.2]	Estudio de tráfico	23
[7.8]	Estudio geotécnico del corredor	29
[7.8.1]	Campañas de investigación geotécnica	29
[7.8.2]	Caracterización unidades geotécnicas	30
[7.8.3]	Desmontes	30
[7.8.4]	Rellenos	21
[7.8.5]	Análisis de estabilidad	21
[7.8.6]	Rellenos en zonas inundables	22

[7.8.7]	Sustitución de terreno	23
[7.8.8]	Clasificación de la explanada	23
[7.8.9]	Auscultación	23
<b>[7.9]</b>	<b>Trazado geométrico</b>	<b>23</b>
[7.9.1]	Tronco	24
[7.9.2]	Enlaces	25
[7.9.3]	Sección tipo	27
[7.9.4]	Compatibilidad con otros modos de transporte	28
<b>[7.10]</b>	<b>Movimiento de tierras</b>	<b>28</b>
[7.10.1]	Necesidades para rellenos, explanada y otros usos	28
[7.10.2]	Volúmenes obtenidos	29
[7.10.3]	Préstamos	32
[7.10.4]	Canteras y graveras	33
[7.10.5]	Vertederos	34
<b>[7.11]</b>	<b>Firmes y pavimentos</b>	<b>35</b>
[7.11.1]	Categoría de tráfico	35
[7.11.2]	Explanada	36
[7.11.3]	Sección estructural del firme	36
<b>[7.12]</b>	<b>Drenaje</b>	<b>37</b>
[7.12.1]	Drenaje Transversal. Cauces principales	37
[7.12.2]	Obras de drenaje transversal	40
[7.12.3]	Drenaje longitudinal	41
[7.12.4]	Drenaje de las capas de firme	42
[7.12.5]	Drenaje del viaducto del río Guadalquivir	42
<b>[7.13]</b>	<b>Estudio de inundabilidad</b>	<b>43</b>
<b>[7.14]</b>	<b>Geotecnia cimentación de estructuras</b>	<b>47</b>
[7.14.1]	Aplicación del Anejo Nacional Español del EC-7	47
[7.14.2]	Criterios aplicados	47
[7.14.3]	Cimentaciones superficiales	48
[7.14.4]	Pasos inferiores	48
[7.14.5]	Cimentaciones profundas	49
[7.14.6]	Agresividad	49
<b>[7.15]</b>	<b>Estructuras</b>	<b>53</b>
[7.15.1]	Consideraciones previas	53
[7.15.2]	Ideas rectoras	53
[7.15.3]	Justificación de la solución	53
[7.15.4]	Viaducto	57
[7.15.5]	Viaductos de aproximación	59
<b>[7.16]</b>	<b>Estructura de los enlaces</b>	<b>61</b>
[7.16.1]	E-1 (PS eje 8)	61
[7.16.2]	E-2 (PS eje 10)	61
[7.16.3]	E-3 (Pasarela eje 28)	61
[7.16.4]	E-4 (PI eje 29)	61
[7.16.5]	E-5a (PS eje 12)	62
[7.16.6]	E-5b (PS eje 47)	62
[7.16.7]	E-6 (Ramal eje 16)	62
[7.16.8]	E-7 (PI eje 17)	63
[7.16.9]	E-8 (PS eje 17)	63
[7.16.10]	E-9 (Ramal ejes 17 y 20)	63
[7.16.11]	E-10 (Ramal eje 19)	63
[7.16.12]	E-11 (PS eje 27)	64

[7.16.13] E-12 (PI eje 68) .....	64
[7.17] Reposición de caminos.....	64
[7.18] Soluciones al tráfico.....	66
[7.19] Integración ambiental .....	67
[7.19.1] Medidas preventivas.....	68
[7.19.2] Medidas correctoras.....	74
[7.20] Sistemas de Transporte Inteligente (ITS).....	85
[7.21] Obras complementarias.....	85
[7.21.1] Iluminación .....	85
[7.21.2] Cerramiento.....	85
[7.21.3] Postes SOS .....	86
[7.21.4] Pantalla Antisuicidio .....	86
[7.21.5] Pantalla Antiviento.....	86
[7.21.6] Pantalla Opaca .....	86
[7.21.7] Carril bici.....	86
[7.21.8] Pasos de mediana.....	86
[7.22] Replanteo .....	86
[7.23] Coordinación con organismos y servicios .....	87
[7.24] Expropiaciones.....	87
[7.25] Reposición de servicios.....	87
[7.25.1] • Red de Saneamiento. ....	88
[7.25.2] • Red de Abastecimiento. ....	88
[7.25.3] • Redes Hidrocarburos .....	88
[7.25.4] • Redes de Gas Natural.....	88
[7.25.5] • Redes Eléctricas .....	88
[7.25.6] • Redes de Telecomunicaciones.....	88
[7.26] Plan de obra .....	89
[7.27] Estimación de precios.....	89
[7.28] Presupuesto .....	89
<b>[8] Cumplimiento de la regulación vigente equivalente al 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 (artículos 121 a 126) .....</b>	<b>90</b>
<b>[9] Documentos que integran el proyecto de trazado.....</b>	<b>91</b>
<b>[10] Conclusiones .....</b>	<b>91</b>

### Índice de Tablas

Tabla 1: Resumen de los antecedentes administrativos y técnicos con influencia en el presente proyecto. ....	8
Tabla 2. Cuadro resumen de graveras .....	23
Tabla 3. Cuadro resumen de canteras .....	24
Tabla 4. Préstamos, graveras, e instalaciones de suministro seleccionado.....	7

Tabla 5. Parámetros S, TB, TC y TD (espectro de respuesta elástico horizontal a nivel nacional).....	7
Tabla 6. Estaciones climáticas consultadas cerca del área de estudio. ....	8
Tabla 7. Años completos de precipitación anual y máxima diaria de las estaciones del entorno de estudio.....	9
Tabla 8. Resumen de los meses con mayores precipitaciones diarias y totales. ....	9
Tabla 9. Velocidad y % de veces en el que el viento viene de cada rumbo para la estación 5790.....	9
Tabla 10. Velocidad y % de veces en el que el viento viene de cada rumbo para la estación 5783.....	9
Tabla 11. Clasificación climática según Papadakis para la estación Sevilla Tablada. ....	9
Tabla 12. Obtención del grado de aridez para cada una de las estaciones analizadas.....	10
Tabla 13. Obtención del índice termopluviométrico de Dantín-Revenga. ....	10
Tabla 14. Grupos y subgrupos de la zona de estudio. ....	12
Tabla 15. Subdivisión climática de las estaciones cercanas a la zona de estudio.....	12
Tabla 16. Características físicas de las cuencas. ....	12
Tabla 17. Precipitación máxima diaria (Pd) para cada periodo de retorno considerado. ....	13
Tabla 18. Factor reductor KA.....	13
Tabla 19. Factor Fa. ....	14
Tabla 20. Datos físicos de la cuenca. ....	14
Tabla 21. % Usos del suelo y umbral de escorrentía-1. ....	15
Tabla 22. % Usos del suelo y umbral de escorrentía-2.....	16
Tabla 23. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Desviación y FT.....	17
Tabla 24. Umbral de escorrentía corregido para cada cuenca y periodo retorno. ....	17
Tabla 25. Coeficiente de escorrentía para cada cuenca y periodo de retorno.....	17
Tabla 26. Coeficiente de uniformidad. ....	17
Tabla 27. Caudales de proyecto para los periodos de retorno de 2,5,10 y 25 años. ....	18
Tabla 28. Caudales de proyecto para los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años. ....	18
Tabla 29. Resumen de instrumentos de planeamiento en los municipios del ámbito de actuación. ....	18
Tabla 30. Datos técnicos generales del Puerto de Sevilla. Fuente: Página web de la Autoridad Portuaria de Sevilla.....	19
Tabla 31. Coordenadas zona próxima de seguridad.....	20
Tabla 32. Coordenadas zona lejana de seguridad.....	20

Tabla 33. Parámetros de definición del a superficie de aproximación/subida de la pista de la Base Militar El Coper. Extraído de la Tabla I del RD 1844/1975.....	21	Tabla 58. Resumen del Movimiento de tierras.....	28
Tabla 34. Crecimiento del tráfico asociado a la combinación de los dos modelos. Fuente: Elaboración propia.....	25	Tabla 59. Volúmenes de excavación y relleno.....	29
Tabla 35. Tráfico previsto en la SE-40 por sentido y hora de proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	25	Tabla 60. Necesidades de material para explanada.....	29
Tabla 36. Año de necesidad del cuarto carril en la SE-40 para cada combinación de escenarios. Hora de proyecto de mañana (tramo A-8058 – Puerto, sentido E-O). Fuente: Elaboración propia.....	26	Tabla 61. Necesidades de material para firmes.....	29
Tabla 37. Año de necesidad del cuarto carril en la SE-40 para cada combinación de escenarios. Hora de proyecto de tarde (tramo A-8058 – Puerto, sentido O-E). Fuente: Elaboración propia.....	26	Tabla 62. Resumen zonas de préstamo y distancias medias a zona de obra.....	32
Tabla 38. Resumen de niveles de servicio en el enlace del Puerto.....	27	Tabla 63. Cuadro resumen de graveras.....	33
Tabla 39. Resumen de niveles de servicio en el enlace de Coria.....	27	Tabla 64. Cuadro resumen de canteras.....	33
Tabla 40. Comparativa de tráfico en el Puente del Centenario y en el tramo de la SE-40 objeto de estudio. Escenario base. Hora de proyecto de mañana. Fuente: Elaboración propia.....	27	Tabla 65. Categoría de tráfico adoptada para el tronco principal.....	35
Tabla 41. Comparativa de tráfico en el Puente del Centenario y en el tramo de la SE-40 objeto de estudio. Escenario base. Hora de proyecto de tarde. Fuente: Elaboración propia.....	27	Tabla 66. Categoría del tráfico adoptada en cada uno de los ramales del enlace con la A-8058-Coria y Palomares del Río.....	35
Tabla 42. Principales flujos captables por el tramo de estudio. Resumen por tipo de flujo. Comparativa en los distintos escenarios temporales. Hora de proyecto de mañana.....	28	Tabla 67. Categoría del tráfico adoptada confluencias y bifurcaciones para el enlace con la A-8058-Coria y Palomares del Río.....	35
Tabla 43. Principales flujos captables por el tramo de estudio. Resumen por tipo de flujo. Comparativa en los distintos escenarios temporales. Hora de proyecto de tarde.....	28	Tabla 68. Categoría del tráfico adoptada en cada uno de los ramales del enlace para el Puerto de Sevilla-Base Militar.....	35
Tabla 44. Campaña geotécnica disponible para el estudio geotécnico de la zona de estudio.....	30	Tabla 69. Categoría del tráfico para la reposición de la A-8058.....	36
Tabla 45. Secciones de relleno estudiadas.....	21	Tabla 70. Comparación de las composiciones posibles para la explanada E3.....	36
Tabla 46. Resumen de tratamientos geotécnicos propuestos en rellenos.....	22	Tabla 71. Periodos de retorno.....	37
Tabla 47. Medidas de auscultación propuestas.....	23	Tabla 72. Modelo hidráulico Porzuna. Coeficientes de rugosidad de manning.....	39
Tabla 48. Trazado en planta del tronco.....	24	Tabla 73. Modelo hidráulico Porzuna. Caudales considerados.....	39
Tabla 49. Alineaciones rectas en el tronco.....	24	Tabla 74. Modelo hidráulico Porzuna. Dimensiones del estribo E11.....	40
Tabla 50. Alineaciones circulares en el tronco.....	24	Tabla 75. Modelo hidráulico Porzuna. Dimensiones del estribo E5A.....	40
Tabla 51. Clotoides en el tronco.....	24	Tabla 76. Modelo hidráulico del Porzuna. Resultados simulación situación actual.....	40
Tabla 52. Trazado en alzado del tronco. Rasante derecha.....	24	Tabla 77. Modelo hidráulico del Porzuna. Resultados simulación situación futura.....	40
Tabla 53. Trazado en alzado del tronco. Rasante izquierda.....	25	Tabla 78. Caudal que debe desaguar cada obra de drenaje transversal.....	40
Tabla 54. Enlace del Coper. Estándar de diseño y vehículo tipo.....	25	Tabla 79. Características hidráulicas ODT proyectadas.....	41
Tabla 55. Enlace del Coper. Estándar de diseño y vehículo tipo.....	26	Tabla 80. Comportamiento hidráulico de ODT Proyectadas.....	41
Tabla 56. Gálibos verticales en estructuras.....	28	Tabla 81. Valores medio y mínimo del NSPT y Presión limite usados en los cálculos.....	48
Tabla 57. Criterios de diseño de las vías ciclistas adosadas a flujo motorizado.....	28	Tabla 82. Resumen del análisis de las cimentaciones profundas.....	49
		Tabla 83. Análisis químicos de agua freáticas en los sondeos del Proyecto original.....	50
		Tabla 84. Contenido en sulfatos de los suelos de la zona por unidades geotécnicas.....	50

Tabla 85. Reposición de la Cañada Real de Isla Menor. ....	65	Imagen 12. Diagrama de Termohietas para la estación 5790 "Sevilla Tablada".....	11
Tabla 86. Reposición de caminos de acceso a las parcelas.....	65	Imagen 13. Diagrama de Termohietas para la estación 5817 "Coria del Río (Edafología)".....	12
Tabla 87. Reposición de la vía cicloturista oeste.....	65	Imagen 14. Mapas de grupos hidrológicos del suelo. Fuente: 5.2-IC.....	15
Tabla 88. Reposición de la vía cicloturista este.....	66	Imagen 15. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. La elipse roja delimita la zona de estudio. Fuente: 5.2-IC.....	16
Tabla 89. Pasos de fauna propuestos asociados a las obras de drenaje.....	75	Imagen 16. Delimitación de espacios y usos portuarios del Puerto de Sevilla (DEUP).....	19
Tabla 90. Paso inferior ciclista.....	77	Imagen 17. Servidumbres de Helipuertos. Extraído del RD 1844/1975.....	21
Tabla 91. Cuadro resumen de distancias de resguardo.....	78	Imagen 18. Representación de las zonas de seguridad lejana y próxima, área de restricción y de servidumbre, y superficie de aproximación y despegue de la Base Militar El Copero.....	21
Tabla 92. Hidrosiembra diseñada.....	80	Imagen 19. Zonas de seguridad y servidumbres en la Base Militar de El Copero.....	22
Tabla 93. Siembra diseñada.....	80	Imagen 20. Superficie de aproximación y subida en el despegue de la Base Militar El Copero.....	22
Tabla 94. Especies seleccionadas para las plantaciones.....	80	Imagen 21. Extracto del plano "Esquema de Conexiones Metropolitanas. Sevilla" del PAB.....	22
Tabla 95. Composición de la plantación en taludes.....	81	Imagen 22. Extracto del plano "Propuesta de Red Metropolitana. Sevilla (ampliación)" del PAB.....	22
Tabla 96. Composición de la plantación en espacios libres y tramos de carretera fuera de uso.....	81	Imagen 23. Esquema del anillo verde metropolitano.....	23
Tabla 97. Composición de la plantación en ODTs.....	81	Imagen 24. Ortofoto donde se grafían los itinerarios ciclistas señalados por Acontramano.....	23
Tabla 98. Composición de la plantación en glorietas.....	82	Imagen 25. Modelo de red. Fuente: Elaboración propia.....	24
Tabla 99. Valores para aceptación de plantas.....	82	Imagen 26. Mapa coroplético de crecimientos de suelo de uso terciario.....	28
<b>Índice de Imágenes</b>		Imagen 27. Mapa coroplético de crecimientos de suelo de uso residencial.....	29
Imagen 1: Ámbito de estudio (elipse azul).....	16	Imagen 28. Enlace con las A-8058. Glorieta norte: alternativas de gestión de la circulación. Fuente: elaboración propia.....	26
Imagen 2: Elementos destacados en el ámbito de estudio.....	17	Imagen 29. Enlace con la A-8058. Estudios realizados en glorieta sur. Fuente: elaboración propia.....	26
Imagen 3. Trazado en planta sobre ortofoto y conexión con tramos contiguos.....	17	Imagen 36. Modelo hidráulico Porzuna. Resultados T500 situación futura. Mapa de calados.....	38
Imagen 4. Perfil longitudinal.....	17	Imagen 37. Modelo hidráulico. Hidrograma de avenida T100.....	39
Imagen 5. Enlace de acceso al Puerto de Sevilla y a la Base Militar el Copero.....	18	Imagen 38. Modelo hidráulico. Hidrograma de avenida T500.....	39
Imagen 6. Enlace con la A-8058.....	18	Imagen 39. Parámetros condicionantes para la determinación del caz de coronación de terraplén.....	41
Imagen 7. Vista del parque en la zona transición entre el viaducto de aproximación este y el viaducto principal.....	19	Imagen 40. Recorrido de las aguas infiltradas. Casos F,E,S.....	42
Imagen 8. Espectro elástico de respuesta de acuerdo con UNE-EN 1998-1:2018.....	8	Imagen 41. Detalle de canaleta de drenaje en el viaducto del Guadalquivir.....	43
Imagen 9. Diagrama Ombrotérmico de la estación 5790 Sevilla Tablada.....	11	Imagen 42. Detalle de caz longitudinal en tablero de puente.....	43
Imagen 10. Diagrama Ombrotérmico de la estación 5783 Sevilla/San Pablo.....	11	Imagen 43. Detalle del MDT. Modelo de la Confederación (arriba) y modelo base (abajo).....	44
Imagen 11. Diagrama Ombrotérmico de la estación 5814E Coria del río (edafología).....	11	Imagen 44. Modelo del trazado propuesto.....	44

Imagen 45. Interfaz de la aplicación IBER con el modelo hidrodinámico del trazado propuesto. ....	44	Imagen 70. Tramo atirantado. Sección tipo de tablero.....	59
Imagen 46. Estimación de la Vía de Intenso Desagüe (VID). Sin afección a la estructura existente.....	45	Imagen 71. Tramo atirantado. Sección tipo de tablero por anclaje de tirante.....	59
Imagen 47. Detalle de la envolvente de inundabilidad de 10 años de periodo de retorno en la zona oeste (arriba) y en la este (abajo). Fuente: elaboración propia a partir de la cartografía del SNCZI (MITERD).....	45	Imagen 72. Pilonos. Sección por el fuste inferior y superior.....	59
Imagen 48. Diferencia de calados simulados del trazado propuesto con respecto al modelo base. T100 (arriba) y T500 (abajo).....	46	Imagen 73. Viaducto de aproximación este. Sección tipo en función del ancho del tablero .....	60
Imagen 49. Vista del puente desde Coria.....	53	Imagen 74. Viaducto de aproximación oeste. Sección tipo em función del ancho del tablero .....	60
Imagen 50. Segmentación propuesta: nomenclatura.....	54	Imagen 75. Viaductos de aproximación. Pila tipo de 5.0 m de ancho y 1.7 m de canto .....	60
Imagen 51. Vista inferior de la propuesta: tramo atirantado con tablero con sección con cajón con costillas. ....	54	Imagen 76. Estructura E-1. Alzado y sección tipol .....	61
Imagen 52. Vista de la propuesta: 4 carriles por sentido y espacio para ciclistas y peatones.....	54	Imagen 77. Estructura E-2. Alzado general .....	61
Imagen 53. Vista inferior del sobreecho empleado para generar el mirador e imagen de este último..	54	Imagen 78. Estructura E-3. Alzado y planta general .....	61
Imagen 54. Imagen del tramo atirantado .....	55	Imagen 79. Estructura E-3. Sección tipo.....	61
Imagen 55. Imagen del tramo atirantado y los viaductos de acceso .....	55	Imagen 80. Estructura E-4. Alzado y sección transversal .....	62
Imagen 56. Vista del tramo atirantado y de los viaductos de acceso .....	55	Imagen 81. Estructura E-5a. Alzado y sección transversal tipo.....	62
Imagen 57. Vista de la zona transición entre el viaducto de aproximación este y el viaducto principal..	55	Imagen 82. Estructura E-5b. Alzado y sección tipo.....	62
Imagen 58. Vista aérea de la zona transición entre el viaducto de aproximación este y el viaducto principal.....	56	Imagen 83. Estructura E-6. Alzado y planta general .....	62
Imagen 59. Vistas del parque en la zona transición entre el viaducto de aproximación este y el viaducto principal.....	56	Imagen 84. Estructura E-6. Sección transversal tipo.....	62
Imagen 60. Sistema constructivo del tramo atirantado y de los viaductos de acceso .....	56	Imagen 85. Estructura E-7. Alzado y sección tipo.....	63
Imagen 61. Acceso a los puntos críticos desde los tableros: viaducto principal y viaductos de aproximación.....	56	Imagen 86. Estructura E-8. Alzado y sección tipo.....	63
Imagen 62. Calidad visual con formas sencillas .....	56	Imagen 87. Estructura E-9. Alzado por eje 17.....	63
Imagen 63. Viaducto. Planta general.....	57	Imagen 88. Estructura E-9. Sección tipo por eje 17 y eje 20.....	63
Imagen 64. Vista longitudinal del viaducto principal.....	57	Imagen 89. Estructura E-9. Sección tipo por tablero único .....	63
Imagen 65. Viaductos de acceso. Sección tipo .....	57	Imagen 90. Estructura E-10. Alzado general .....	64
Imagen 66. Viaductos de acceso. Sección tipo de ancho mínimo por costilla transversal .....	57	Imagen 91. Estructura E-10. Sección transversal tipo.....	64
Imagen 67. Viaductos de acceso. Sección tipo de pila .....	58	Imagen 92. Estructura E-11. Alzado y sección tipo.....	64
Imagen 68. Viaductos de acceso. Alzado pilas P17 y P38 .....	58	Imagen 93. Estructura E-12. Alzado y sección.....	64
Imagen 69. Viaductos de acceso. Ejecución del tablero mediante autocimbra .....	58	Imagen 94. Propuesta de ubicación del parque de maquinaria y zonas de acopio .....	68
		Imagen 95. Tipología de pantalla de protección del viaducto frente a la colisión de avifauna. ....	76
		Imagen 96. Zona de afección a la Cañada Real de Isla Menor.....	76
		Imagen 97. Reposición de vía pecuaria por el paso inferior de la carretera SE-3206 .....	77
		Imagen 98. Sección tipo de paso inferior ciclista y peatonal con tráfico segregado .....	77

Imagen 99. Sección tipo de la pasarela mixta peatonal y ciclista bidireccional. ....	77
<i>Imagen 100. Dimensiones básicas del ciclista.....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 101. Gálibo mínimo de una pasarela mixta peatonal y ciclista bidireccional. ....</i>	<i>78</i>
Imagen 102. Esquema de la plantación tipo ODT.....	81
Imagen 103. Esquema de la plantación tipo PG.....	82
Imagen 104. Vista del área este del proyecto de restauración paisajística e integración ambiental anexo al viaducto (foto izquierda) y vista del Corredor Ecológico o Corredor Verde de 194.207 m <sup>2</sup> entre la ribera del río Guadalquivir y la ribera del río Guadaíra (foto derecha). ....	84
Imagen 105. Vistas del parque en la zona transición entre el viaducto de aproximación este y el viaducto principal.....	84

## [1] Introducción

En la presente memoria se describe la solución definida en el Proyecto de Trazado y se justifica técnica y económicamente, con especial atención a las características geométricas del trazado y a los bienes y derechos afectados y las expropiaciones necesarias.

## [2] Antecedentes

Con fecha 26 de julio de 1995 la Dirección General de Carreteras emitió la Orden de Estudio de clave EI4-SE-15 “Autovía de Circunvalación de Sevilla. Cuarto Cinturón. Sector Suroeste. Tramo: entre acceso de Cádiz, CN-IV y de Huelva, A-49”. La redacción de dicho estudio informativo se inició en 1997 y se abordó en tres fases: A, B y C.

En la fase A del citado estudio Informativo se descartaba la solución que cruzaba el río Guadalquivir mediante un viaducto, debido al impacto visual que generaría y por entender que el viaducto tendría un coste superior a la solución túnel. Por este motivo, en la fase B del estudio informativo, se estudió el cruce del río mediante un túnel considerando dos alternativas: túnel de cajones sumergidos y túnel perforado. Con fecha 30 de julio de 2001, se publicó la Resolución de la Secretaría General de Medio Ambiente por la que se formulaba declaración de impacto ambiental del estudio informativo, considerando ambientalmente viable la opción 3 elegida en el mismo (túnel de dos tubos con dos carriles por sentido). El estudio informativo fue aprobado definitivamente el 20 de septiembre de 2004.

Con fecha 18 de marzo de 2005 se emite la Orden de Estudio correspondiente a la redacción del Proyecto de Construcción “Autovía SE-40. Tramo: Enlace A-4 (Dos Hermanas) – Enlace SE-660 (Coria del Río)”, de clave 48-SE-4520, cuyo objeto era “Recopilar y analizar los datos necesarios para definir, con el grado de detalle exigible a un proyecto de construcción, la alternativa seleccionada en la aprobación definitiva del estudio informativo EI4-SE-15, para el tramo considerado”, consistente en una autovía de nuevo trazado (AV-100) con dos carriles por calzada.

Ante la previsible situación de saturación de la actual autovía de Circunvalación SE-30 a consecuencia del fuerte crecimiento urbanístico en el área metropolitana de Sevilla, la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental redactó en noviembre de 2005 un nuevo estudio de tráfico que permitiera conocer los niveles de servicio previsible en la SE-30 y en la SE-40 en los distintos escenarios temporales. En base a las conclusiones del mismo, la Dirección General de Carreteras aprobó en el año 2006 la ampliación de la sección transversal de la solución definida en el estudio informativo, pasando de dos tubos (con dos carriles cada uno) a cuatro tubos (dos tubos para cada sentido, con dos carriles cada uno), considerando las condiciones geotécnicas y constructivas de ejecución de los túneles. Esta importante modificación del proyecto no fue sometida a nueva evaluación ambiental. El proyecto de construcción finalmente fue aprobado el 29 de julio de 2008, dando paso a la licitación de las obras.

A la vista de la envergadura técnica y económica de las actuaciones contenidas en el proyecto 48-SE-4520, la Subdirección General de Proyectos emite una resolución por la que se autoriza la Orden de Estudio de los proyectos de claves 48-SE-4520.A (Enlace A-4 (Dos Hermanas)-Túneles sur del Guadalquivir Embocadura Oeste), 48-SE-4520.B (Embocadura Este-Túneles Norte del Guadalquivir-Coria del Río (A-8058)) y 48-SE-4520.C (Autovía SE-40. sector suroeste. Tramo: Dos Hermanas (A-4)-Coria del Río (A-8058). Instalaciones de los túneles del Guadalquivir). De esta forma se hacía una división en tramos con objeto de licitar por separado la ejecución de las obras.

Los contratos de obra correspondientes a los subtramos “Enlace A-4 (Dos Hermanas)-Túneles sur del Guadalquivir-Embocadura Oeste, y “Embocadura Este-Túneles Norte del Guadalquivir- Coria del Río (A-

8058)” se adjudicaron el 20 de abril de 2009 y el 2 de junio de 2009, respectivamente, encontrándose pendiente el tercero de ellos correspondiente a las instalaciones de los túneles.

La Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, solicitó en febrero de 2016 a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (C.H.G.) que informara los anejos de hidrología y drenaje del proyecto de construcción. Este organismo señaló la necesidad de realizar un nuevo Estudio de Inundabilidad en el que se actualizarán diversos aspectos, entre ellos, el modelo digital del terreno y el caudal de avenida que pasaba de 8.775 m³/s a 10.304 m³/s para un periodo de retorno de 500 años.

A lo largo de 2017 y 2018, la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental desarrolló un nuevo estudio de inundabilidad siguiendo los citados criterios y lo establecido en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, aprobado por R.D. 18/2016. En este estudio de inundabilidad se observa que la construcción de la SE-40 produciría para la avenida de 500 años unas sobreelevaciones relevantes en las zonas adyacentes a los terraplenes de los emboquilles de los túneles, especialmente en el extremo oriental del emboquille este, lo que aconseja favorecer la permeabilidad de este tramo de la Autovía SE-40 todo lo posible.

Durante la ejecución de las obras se encontraron importantes dificultades técnicas, alcanzándose un grado de avance aproximado del 15% cuando se procede a su suspensión en el año 2012.

Ante los problemas de impermeabilidad de las pantallas del recinto estanco y ante la necesidad de considerar un nuevo caudal de cálculo de la avenida de 500 años del Guadalquivir con sobreelevaciones admisibles en la llanura de inundación, con la consiguiente repercusión contractual y presupuestaria, el Ministerio, acordó el inicio del procedimiento de resolución de los contratos de obra.

En base a los antecedentes citados, la Dirección General de Carreteras decide en mayo de 2020 redactar el Documento Inicial del Proyecto (DIP): Anteproyecto de la Autovía SE-40. Tramo: Enlace A-4 (Dos Hermanas) – Enlace A-8058 (Coria del Río) para analizar posibles alternativas para completar el tramo de la carretera SE-40 entre Dos Hermanas y Coria del Río que funcional, económica y ambientalmente puedan resultar más eficientes y adecuadas para el interés general.

Con fecha 9 de septiembre de 2020, la Dirección General de Carreteras remite el DIP al Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO), solicitando la determinación del alcance del estudio de impacto ambiental del proyecto “Autovía de Circunvalación de Sevilla. Cuarto Cinturón Sector Suroeste. Tramo: Entre Acceso de Cádiz CN-IV y de Huelva A-49”. El 13 de enero de 2021, la Subdirección General de Evaluación Ambiental del MITECO, una vez cumplido el trámite de consultas sobre el documento inicial del proyecto remite informe en el que se formula la amplitud y nivel de detalle que debe de tener el estudio de impacto ambiental.

El 30 de septiembre de 2020 la Subdirección General de Proyectos emite orden de estudio para el Anteproyecto y Estudio de Impacto Ambiental: “Autovía SE-40. Tramo: Dos Hermanas – Coria del Río”. Provincia de Sevilla de clave A0-SE-0010.

Con fecha 13 de enero de 2021, la Subdirección General de Evaluación Ambiental emite “**Documento de Alcance** para la evaluación ambiental del proyecto autovía de circunvalación de Sevilla. Cuarto Cinturón sector suroeste. Tramo: entre acceso de Cádiz CN-IV y de Huelva A-49”.

El 18 de junio de 2021 se firma el contrato para la “Redacción de Anteproyecto y Estudio de Impacto Ambiental. Autovía SE-40. Tramo: Dos Hermanas- Coria del Río. Provincia de Sevilla” entre la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental y la UTE AYESA-FHECOR.

Por otro lado, los contratos de obra se rescinden en febrero de 2022.

Con fecha 27 de septiembre de 2022 se publica en el BOE el Anuncio de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental por el que se somete a información pública el anteproyecto, así como el Estudio de Impacto Ambiental.

El 21 de marzo de 2024 se aprueba el expediente de información pública y oficial y definitivamente el Anteproyecto "Autovía SE-40. Tramo: Dos Hermanas-Coria del Río" de clave AO-SE-0010, redactado con fecha junio de 2022, seleccionando como alternativa a desarrollar la siguiente:

- Trazado: "Alternativa A. Cruce esviado sobre el cauce del Guadalquivir".
- Situación de pilas del viaducto principal: con pilas fuera del cauce del Guadalquivir.
- Tipología estructural del viaducto principal: puente atirantado.

El 29 de mayo de 2024 se emite la resolución de la Dirección General de Carreteras por la que se aprueba la modificación de la orden de estudio del Anteproyecto de la autovía SE-40. Tramo: Enlace A-4 (Dos Hermanas) – Enlace A-8058 (Coria el Río). El objeto es definir con el grado de detalle exigible a un **Proyecto de Trazado** la solución seleccionada, a efectos de que pueda servir de base al expediente de información pública (**T4-SE-5130**).

En el Anejo nº1 Antecedentes se amplía la información descrita en el presente apartado, que se sintetiza en la tabla siguiente:

Fecha	Resumen del antecedente
07/1995	Orden de Estudio del Estudio Informativo.
12/1997	Finalización fase A del Estudio Informativo.
03/1999	Finalización fase B del Estudio Informativo.
01/2000	Aprobación provisional del Estudio Informativo resuelto por la Subdirección General de Planificación.
02/2000	La Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental resuelve aprobar provisionalmente y someter a Información pública el Estudio Informativo y el Estudio de Impacto -Ambiental
07/2001	Resolución de la Declaración de Impacto Ambiental por la Secretaría General de Medio Ambiente.
09/2004	Aprobación definitiva del Estudio Informativo.
03/2005	Orden de Estudio del Proyecto de Construcción.
11/2005	Redacción de un nuevo estudio de tráfico por la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental.
2006	Aprobación de la ampliación de la sección transversal de la solución definida en el EI por la DGC.

07/2008	Aprobación del Proyecto de Construcción
12/2008	Aprobación de los tres Proyectos Constructivos en que se segregó la actuación
04/2009	Adjudicación del contrato de obra correspondiente al subtramo "Enlace A-4 (Dos Hermanas)-Túneles sur del Guadalquivir-Embocadura Oeste".
06/2009	Adjudicación del contrato de obra correspondiente al subtramo "Embocadura Este-Túneles Norte del Guadalquivir-Coria del Río (A-8058)".
2012	Suspensión de las obras.
02/2016	Solicitud de realización de Estudio de Inundabilidad.
05/2017	Finalización del Estudio de Inundabilidad I.
02/2018	Finalización del Estudio de Inundabilidad II.
09/2020	Solicitud de determinación del alcance del Estudio de Impacto Ambiental acompañada del DIP.
09/2020	Emisión de Orden de Estudio para Anteproyecto y EIA
12/2020	Anuncio de licitación para el Anteproyecto y EIA
01/2021	Emisión de informe de la Subdirección General de Evaluación Ambiental del MITECO sobre la amplitud y nivel de detalle que debe de tener el estudio de impacto ambiental
06/2021	Firma del contrato para la redacción del Anteproyecto y EIA entre la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental y la UTE AYESA-FHECOR
02/2022	Se produce la rescisión de los contratos de obra del túnel
09/2022	Información pública de la Fase 2 del Anteproyecto y del EIA
03/2024	Aprobación definitiva del Anteproyecto y del EIA
05/2024	Emisión de la orden de estudio del Proyecto de Trazado T4-SE-5130.

Tabla 1: Resumen de los antecedentes administrativos y técnicos con influencia en el presente proyecto.

### [3] Orden de estudio

El día 25 de abril de 2024 la Demarcación del Estado en Andalucía Occidental emite la propuesta de modificación de la orden de estudio del Anteproyecto "Autovía SE-40. Tramo: Enlace A-4 (Dos Hermanas) – Enlace A-8058 (Coria del Río)". Clave AO-SE-0010. En dicha propuesta, se indica que recoge la decisión tomada por la Dirección General de Carreteras de modificar el alcance de la 3ª Fase del Anteproyecto, de manera que ésta se adapte al contenido de un Proyecto de Trazado. De esta forma, el Proyecto de Trazado resultante en la 3ª Fase del Anteproyecto será apto para iniciar el trámite de información pública según lo prescrito en la Ley de 16 de diciembre de 1954, sobre expropiación forzosa.

La modificación a la orden de estudio de fecha 30 de septiembre de 2020 resuelve:

- Tipo: Anteproyecto y Proyecto de Trazado
- Clave: AO-SE-0010 / T4-SE-5130
- Situación: Autovía de circunvalación de Sevilla SE-40
- Tramo: Dos Hermanas (Enlace A-4 sur) – Palomares y Coria del Río (Enlace A-8058)
- Longitud aproximada: 5,5 km
- Clase: Autovía de nuevo trazado.
- Objeto del estudio: Definir con el grado de detalle exigible a un proyecto de trazado la solución seleccionada, a efectos de que pueda servir de base al expediente de información pública de acuerdo a la Ley de 16 de diciembre de 1954, sobre expropiación forzosa."

### [4] Objeto y alcance

En consonancia con la orden de estudio, el objeto del proyecto será definir con el grado de detalle exigible a un proyecto de trazado la solución seleccionada, a efectos de que pueda servir de base al expediente de información pública de acuerdo a la Ley de 16 de diciembre de 1954, sobre expropiación forzosa."

### [5] Cumplimiento de la DIA y la Aprobación Definitiva del Anteproyecto

#### [5.1] Cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental

La Declaración de Impacto Ambiental (DIA) de aplicación al presente proyecto fue aprobada mediante la Resolución de 18 de diciembre de 2023, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto «Autovía SE-40. Tramo: Dos Hermanas-Coria del Río».

La DIA analiza los principales elementos considerados en la evaluación practicada: el documento técnico del proyecto, el estudio de impacto ambiental (EsIA), el resultado de la información pública y de las consultas efectuadas, así como la documentación complementaria aportada por el promotor. Posteriormente, establece unas condiciones ambientales de aplicación, siendo comentadas a continuación:

#### 1. Condiciones al proyecto

i) Condiciones generales:

(1) *En tanto no contradigan lo establecido en la presente resolución, el promotor deberá cumplir todas las medidas preventivas y correctoras contempladas en el EsIA y las aceptadas tras la información pública, o contenidas en la información complementaria.*

(2) *El anteproyecto deberá desarrollarse según los trazados propuestos en la alternativa elegida mediante el correspondiente proyecto constructivo, que deberá seguir las consideraciones, medidas y condiciones establecidas en el EsIA y en la presente resolución. Asimismo, el promotor deberá cumplir y completar todos los trabajos, análisis y estudios reflejados en el EsIA y documentación complementaria que se incluirán en el proyecto constructivo que desarrolle el presente anteproyecto.*

(3) *En caso de que el proyecto constructivo introduzca modificaciones sustanciales respecto a lo establecido en el anteproyecto, deberá someterse a evaluación de impacto ambiental simplificada u ordinaria, según requiera el artículo 7 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.*

Tal y como se ha indicado en el apartado 1, el presente documento se redacta con el objeto de incluir y definir con el grado de detalle exigible al proyecto de trazado todas y cada una de las medidas preventivas, protectoras o correctoras que se aplican en el proceso de definición y ejecución de la infraestructura del tramo Enlace A-4 (Dos Hermanas) – Enlace A-8058 (Coria del Río) de la Autovía SE-40, con la solución seleccionada tras la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) aprobada mediante la Resolución de 18 de diciembre de 2023, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto «Autovía SE-40. Tramo: Dos Hermanas-Coria del Río».

El proyecto constructivo recogerá las medidas solicitadas en los condicionados anteriores para dicha fase.

(4) *Con carácter general, el promotor habrá de respetar las buenas prácticas ambientales para la realización del proyecto, pudiendo servir de orientación los «Manuales de Buenas Prácticas Ambientales en las Familias Profesionales», que se encuentran publicados en la página web de este Ministerio, para cada una de las actuaciones previstas.*

En la definición de las actuaciones y medidas preventivas y correctoras se ha tenido en cuenta el Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la familia Profesional: Edificación y Obras públicas.

ii) Condiciones relativas a medidas preventivas, correctoras y compensatorias para los impactos más significativos:

*Calidad del aire, población y salud humana.*

(5) *Durante la obra, se deberán alejar de las zonas habitadas las instalaciones auxiliares con mayor impacto sonoro, como las plantas de hormigonado, el machaqueo o el lavado de áridos.*

Dicha medida se encuentra recogida en el subapartado "Prevención de efectos sobre la calidad del aire, población y salud humana" del apartado [7.19.1.5] del presente documento.

No obstante, tal y como se recoge en el apartado [7.19.1.1], las zonas de instalaciones auxiliares propuestas se localizan alejadas de las zonas habitadas.

(6) En fase de proyecto de construcción, se elaborará un estudio acústico de detalle que modelice las emisiones de ruido en fase de obra, considerando especialmente las zonas auxiliares de obra (incluidos préstamos y vertederos) y las demoliciones de estructuras. Los resultados obtenidos condicionarán el tipo y número de maquinaria que puede trabajar simultáneamente y la adopción de medidas minimizadoras del impacto sonoro para respetar los niveles de inmisión sobre las zonas habitadas.

Dicha medida se encuentra recogida en el subapartado "Prevención de efectos sobre la calidad del aire, población y salud humana" del apartado [7.19.1.5] del presente documento, la cual se desarrollará en fase de proyecto constructivo.

(7) En virtud del artículo 23.1 del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, el proyecto constructivo deberá garantizar la no superación de los valores límite de inmisión establecidos en la tabla 1 del anexo III del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre. Para ello, en las zonas donde se detecte la superación de dichos valores, deberán aplicarse medidas, como la instalación de pantallas acústicas, caballones, marquesinas acústicas, pavimentos fonoabsorbentes, limitaciones de velocidad y el aislamiento de viviendas, en caso de que sea necesario, para garantizar su cumplimiento en las viviendas y edificaciones afectadas por la nueva infraestructura viaria. El proyecto constructivo incluirá controles para constatar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras aplicadas para lograr el cumplimiento de los valores límite de inmisión.

Tal y como se recoge en el apéndice II. Estudio acústico, los límites aplicables para este estudio son los contemplados en la normativa estatal, que son coincidentes con la normativa autonómica.

La infraestructura en estudio, según la legislación estatal, constituye una nueva infraestructura. Por tanto, se aplican los valores límite de inmisión de ruido contemplados en la tabla A1 del Anexo III, y por otro lado, tal como se establece en el artículo 23 del Real Decreto 1367/2007, se deberá adoptar las medidas necesarias para evitar que, por efectos aditivos derivados directa o indirectamente de su funcionamiento, se superen los objetivos de calidad acústicas aplicables a áreas acústicas.

Para la aplicación de estos límites se ha identificado el uso de las edificaciones en una banda de 500 metros a cada lado del eje. En función de estos usos y de los límites establecidos, se ha analizado el cumplimiento de dichos objetivos.

Se ha modelizado la situación actual, considerando los principales ejes viarios existentes. Del análisis de la situación actual no se deriva ningún incumplimiento.

En el escenario futuro, para el estudio de los niveles sonoros, se ha estudiado tanto los niveles sonoros provocados por la infraestructura como el efecto sinérgico que se pudiera producir con otras infraestructuras.

Solo se ha detectado dos incumplimientos de los niveles de inmisión en la zona del enlace de la nueva infraestructura con las carreteras A-8058 y SE-661, en el municipio de Coria de Río.

Si se consideran todas las fuentes se producen incumplimiento de los OCA en 7 edificaciones en el entorno de la A-8058. Sin embargo, se ha comprobado, que la aportación de la infraestructura en estudio se puede considerar despreciable. Es decir, en la situación futura sin considerar la nueva infraestructura también se darían estos incumplimientos.

Para alcanzar los niveles exigidos en estas edificaciones se ha realizado una propuesta de medidas correctoras consistente en la instalación de 1 pantalla acústica de 130 m de longitud y 2,5 metros de altura.

Adicionalmente a los exigido por la legislación en fase de explotación se realiza un análisis de ruido en fase obra, concluyendo que los niveles sonoros que generan los equipos a emplear durante las obras de construcción y demolición inciden en el peor de los casos en un entorno de aproximadamente unos 90 metros de radio y, a partir de esta distancia, todos los equipos generarán niveles sonoros inferiores al nivel del límite diurno y vespertino (65 dBA) correspondiente al uso residencial, que es el mayoritario de las edificaciones localizadas en el ámbito de estudio.

El proyecto constructivo recogerá el plan de vigilancia ambiental en el que se establecerán los controles para constatar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras aplicadas para lograr el cumplimiento de los valores límite de inmisión.

(8) En virtud del artículo 23.3 del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, el proyecto constructivo deberá garantizar la no superación de los objetivos de calidad acústica definidos en el artículo 14 del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por efectos aditivos derivados directa o indirectamente del funcionamiento de la infraestructura. En las zonas donde se detecte la superación debido a los niveles sonoros globales causados por las infraestructuras existentes, incluida el tramo de autovía proyectado, deberán adoptarse las medidas necesarias para evitarlo, como la instalación de pantallas acústicas, caballones, marquesinas acústicas, pavimentos fonoabsorbentes, limitaciones de velocidad y el aislamiento de viviendas, en caso de que sea necesario. Al menos, deberán aplicarse las medidas que contrarresten el incremento acústico del proyecto sobre los niveles sonoros globales previsible. El proyecto constructivo incluirá controles para constatar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras aplicadas para lograr el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica.

Tal y como se recoge en el apéndice II. Estudio acústico, los límites aplicables para este estudio son los contemplados en la normativa estatal, que son coincidentes con la normativa autonómica.

La infraestructura en estudio, según la legislación estatal, constituye una nueva infraestructura. Por tanto, se aplican los valores límite de inmisión de ruido contemplados en la tabla A1 del Anexo III, y por otro lado, tal como se establece en el artículo 23 del Real Decreto 1367/2007, se deberá adoptar las medidas necesarias para evitar que, por efectos aditivos derivados directa o indirectamente de su funcionamiento, se superen los objetivos de calidad acústicas aplicables a áreas acústicas.

Para la aplicación de estos límites se ha identificado el uso de las edificaciones en una banda de 500 metros a cada lado del eje. En función de estos usos y de los límites establecidos, se ha analizado el cumplimiento de dichos objetivos.

Se ha modelizado la situación actual, considerando los principales ejes viarios existentes. Del análisis de la situación actual no se deriva ningún incumplimiento.

En el escenario futuro, para el estudio de los niveles sonoros, se ha estudiado tanto los niveles sonoros provocados por la infraestructura como el efecto sinérgico que se pudiera producir con otras infraestructuras.

Solo se ha detectado dos incumplimientos de los niveles de inmisión en la zona del enlace de la nueva infraestructura con las carreteras A-8058 y SE-661, en el municipio de Coria de Río.

Si se consideran todas las fuentes se producen incumplimiento de los OCA en 7 edificaciones en el entorno de la A-8058. Sin embargo, se ha comprobado, que la aportación de la infraestructura en estudio se puede considerar despreciable. Es decir, en la situación futura sin considerar la nueva infraestructura también se darían estos incumplimientos.

Para alcanzar los niveles exigidos en estas edificaciones se ha realizado una propuesta de medidas correctoras consistente en la instalación de 1 pantalla acústica de 130 m y 2,5 metros de altura.

Adicionalmente a los exigido por la legislación en fase de explotación se realiza un análisis de ruido en fase obra, concluyendo que los niveles sonoros que generan los equipos a emplear durante las obras de construcción y demolición inciden en el peor de los casos en un entorno de aproximadamente unos 90 metros de radio y, a partir de esta distancia, todos los equipos generarán niveles sonoros inferiores al nivel del límite diurno y vespertino (65 dBA) correspondiente al uso residencial, que es el mayoritario de las edificaciones localizadas en el ámbito de estudio.

(9) *El estudio acústico de detalle que se elabore para constatar el cumplimiento de las condiciones 6,7,8 debe contar con el informe favorable del organismo autonómico competente en salud previamente a la ejecución del proyecto.*

El presente proyecto de trazado cuenta con un estudio acústico en el apéndice II que da cumplimiento de las condiciones 6,7 y 8. El proyecto constructivo recogerá el plan de vigilancia ambiental en el que se establecerán los controles para constatar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras aplicadas para lograr el cumplimiento de los valores límite de inmisión, así como la necesidad contar con el informe favorable del organismo autonómico competente en salud previamente a la ejecución del proyecto.

(10) *Los elementos mitigadores que se utilicen deberán integrarse paisajísticamente, siempre en coordinación con el órgano competente de la Junta de Andalucía. En la medida de lo posible, se evitarán pantallas acústicas de gran altura.*

Por su parte, el proyecto incorpora tratamientos de integración paisajística en el conjunto de las zonas de actuación incluida la zona anexa a la pantalla antirruído. El proyecto constructivo recogerá el plan de vigilancia ambiental en el que se establecerán los controles para constatar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras aplicadas para lograr el cumplimiento de los valores límite de inmisión, así como la necesidad contar con el informe favorable del organismo autonómico competente en salud previamente a la ejecución del proyecto, así como la coordinación con los organismos de la Junta de Andalucía.

Para alcanzar los niveles exigidos en estas edificaciones se ha realizado una propuesta de medidas correctoras consistente en la instalación de 1 pantalla acústica de 130 m y 2,5 metros de altura, con lo que no es necesario realizar pantallas acústicas de gran tamaño.

(11) *Se evitará la instalación de iluminación ornamental, limitándose la iluminación del tramo a los requisitos específicos que establezca la normativa sobre seguridad vial. Se evitará la emisión de luz hacia el cielo, así como la iluminación de la lámina de agua.*

Dicha medida se encuentra recogida en el subapartado "Prevención de efectos sobre la calidad del aire, población y salud humana" del apartado [7.19.1.5] del presente documento.

*Flora, vegetación y hábitats de interés comunitario (HIC).*

(12) *Previo al inicio y durante la ejecución de las obras, se realizarán prospecciones del terreno por un técnico especializado con objeto de identificar la presencia de especies de flora amenaza y/o vegetación de interés. Si se produjese esta circunstancia, se comunicará al órgano competente de la Junta de Andalucía de forma que se establezcan las medidas de protección adecuadas. Durante los trabajos que conlleven la eliminación de cubierta vegetal se delimitarán aquellas áreas en las que aparezcan especies protegidas de flora. Esta delimitación deberá mantenerse durante todo el período de ejecución de las obras.*

En los trabajos de campo realizados no se han identificado especies de flora amenazada y/o vegetación de interés afectadas por el proyecto.

No obstante, dicha medida se encuentra recogida en el subapartado "Protección de elementos vegetales" del apartado [7.19.1.5] del presente documento.

(13) *Durante la fase de construcción, se minimizará en lo posible la destrucción y/o degradación de la vegetación natural del terreno, evitando el movimiento de tierras y el decapado del suelo en aquellas zonas que no estén directamente ocupadas por las infraestructuras proyectadas. Asimismo, no se instalarán ni acopios ni instalaciones o superficies auxiliares sobre áreas con HIC y/o con vegetación arbórea o arbustiva de interés.*

Dicha medida se encuentra recogida en el subapartado "Protección de elementos vegetales" del apartado [7.19.1.5] del presente documento.

En cualquier caso, tal y como se recoge en el apartado [7.19.1.1], ninguna de las zonas de instalaciones auxiliares propuestas se localiza sobre áreas con HIC y/o con vegetación arbórea o arbustiva de interés, en cumplimiento de las zonas de exclusión definidas en dicho apartado.

(14) *Deberán ponerse todos los medios posibles para evitar la introducción o dispersión de las especies exóticas invasoras que aparecen recogidas en el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras. En el acondicionamiento del entorno, únicamente se podrán plantar o sembrar especies autóctonas y, en ningún caso, especies exóticas invasoras.*

A pesar de ser escasos los ejemplares de flora alóctona invasora detectadas en la zona de actuación y su entorno, principalmente el tabaco moruno (*Nicotiana glauca*) y acacia de tres espinas (*Gleditsia triacanthos*), se deberá vigilar que durante la realización de explanaciones así como en la generación de taludes no se produzca un incremento en la presencia de ejemplares de especies de flora alóctona, para lo cual el proyecto de construcción incorporará un plan de erradicación y control de cada una de dichas especies, tal y como se recoge en el subapartado "Protección de elementos vegetales" del apartado [7.19.1.5] del presente documento.

(15) *Durante la fase de explotación, se evitará el uso de herbicidas y se recurrirá a medios mecánicos. En el caso de que no existiera otra alternativa que justifique el empleo de herbicidas, deberán cumplirse las especificaciones recogidas en el Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios, así como las especificaciones establecidas en las normativas fitosanitarias vigentes.*

Este condicionado se refiere a prácticas en fase de explotación que serán aplicadas por el promotor, no siendo objeto de este documento ni del proyecto constructivo.

(16) *Todas las áreas ocupadas serán restauradas a sus condiciones preoperacionales una vez finalizadas las obras. El proyecto constructivo, previamente a su autorización, incluirá las actuaciones de restauración necesarias a escala y detalle apropiados, que comprenderá todas las actuaciones de restauración integradas por el promotor, incluidas las indicadas en esta resolución, concretando y cuantificando las superficies de trabajo. Las actuaciones de restauración se realizarán en coordinación con el órgano competente de la comunidad autónoma y, en las zonas que interfieran en el dominio público hidráulico, marítimo terrestre o zonas de flujo preferente, con la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y con la Dirección General de la Costa y Mar.*

Dichas medidas se encuentran recogidas en el apartado [7.19.2.6] del presente documento, las cuales se desarrollarán en fase de proyecto constructivo.

La coordinación con los distintos organismos competentes mencionados se llevará a cabo en dicha fase.

#### Fauna.

(17) *Previo al inicio de las obras, se realizará una prospección del terreno por un técnico especializado en fauna, en la que se identifique la posible presencia de las especies de fauna amenazada, así como nidos y/o refugios, con la finalidad de aplicar las medidas para evitar o minimizar los posibles impactos, en coordinación con el órgano competente de la Junta de Andalucía. Dichas prospecciones se repetirán antes del reinicio de las obras tras la parada biológica establecida.*

En los trabajos de campo realizados no se han identificado nidos y/o refugios de especies de fauna amenazada afectados por el proyecto.

No obstante, dicha medida se encuentra recogida en el subapartado "Protección de la fauna" del apartado [7.19.1.5] del presente documento.

(18) *La parada biológica prevista en las obras de los viaductos, en el entorno de los cauces, entre el 1 de marzo y el 1 de julio, se extenderá sobre todas las actuaciones que se desarrollen a menos de 300 m de distancia de los vaciaderos y de los puntos de interés faunístico identificados en el estudio de impacto ambiental. En dicho periodo tampoco se ejecutarán trabajos de despeje y desbroce, independientemente de la zona y formación vegetal afectada.*

Dicha medida se encuentra recogida en el subapartado "Protección de la fauna" del apartado [7.19.1.5] del presente documento.

(19) *Si durante la fase de construcción, se detectara la presencia de fauna silvestre amenazada, nidos o refugios, se paralizarán las obras y se dará aviso a la Delegación Territorial de Medioambiente en Sevilla.*

Dicha medida se encuentra recogida en el subapartado "Protección de la fauna" del apartado [7.19.1.5] del presente documento, dando aviso a la Delegación Territorial de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul en Sevilla.

(20) *Se adoptarán medidas de protección del viaducto frente a la colisión de las aves.*

Dicha medida se encuentra recogida en el apartado [7.19.2.2] del presente documento.

En dicho apartado se describe que para evitar la colisión de las aves con los vehículos que circulan por el viaducto se dispone de una serie de pantallas a ambos márgenes de éste, que tienen una doble función: por un lado, actúan como pantalla anticolidión de las aves y, por otro, como pantalla antiviento, la cual se instala a lo largo del viaducto principal, a partir del p.k. 1+950. En una de las márgenes, se encuentra ubicada a 0,4 m de la protección continua que delimita el carril bici y a 1,5 m del pretil. En la margen opuesta, la pantalla se sitúa en el extremo del viaducto, también a 1,5 m del pretil.

(21) *Se adaptarán los elementos de la infraestructura que pueden atrapar o causar mortalidad de animales (vallado, arquetas, cunetas, bordillos, etc.) de acuerdo con las «Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales» del MITECO.*

Dichas medidas se encuentran recogidas en el anejo de integración ambiental, las cuales se desarrollarán en fase de proyecto constructivo.

#### Red Natura 2000.

(22) *La solución del cruce del río Guadalquivir deberá de realizarse sin la colocación de pilas dentro del propio cauce, para no afectar al espacio de Red Natura 2000 ZEC «Bajo Guadalquivir».*

Tal y como se recoge en el subapartado "Protección de terrenos bajo viaducto" del apartado [7.19.1.3] del presente documento, el proyecto no contempla pilas en el cauce del Guadalquivir, lo que minimiza considerablemente los efectos del proyecto sobre la calidad de las aguas.

Si bien el diseño del puente respeta la vegetación de ribera, dada la distancia a la que se desarrollan las obras de construcción de las pilas de las formaciones riparias, se extremarán los cuidados con el fin de no producir afecciones sobre éstas, tal y como recoge dicho apartado.

#### Suelo, subsuelo y geodiversidad.

(23) *El proyecto constructivo incluirá todas las medidas de seguridad en el uso, gestión y almacenamiento de determinados productos peligrosos que pueden ser empleados durante la construcción o mantenimiento de la infraestructura. En caso de derrame accidental de aceites, lubricantes o hidrocarburos fuera del parque de maquinaria, se actuará inmediatamente delimitando la zona de suelo afectada, construyendo una barrera de contención para evitar la dispersión del vertido y retirando las tierras contaminadas para su tratamiento como residuo peligroso. Los suelos afectados por cualquier tipo de incidente serán objeto de restauración.*

Dichas medidas se encuentran recogidas en el subapartado "Medidas frente a la contaminación de los suelos", del apartado [7.19.1.5] del presente documento, las cuales se desarrollarán en fase de proyecto constructivo.

(24) *El proyecto constructivo deberá incluir con suficiente grado de detalle el plan para la gestión de los residuos que se vaya a realizar durante la fase de construcción (superficies de acopios temporales, vías de transporte, capacidad de acogida de vertederos, etc.). Esta documentación deberá ser informada por el órgano competente de la Junta de Andalucía en gestión de residuos.*

El apartado [7.19.1.4] del presente documento incluye un "Plan de gestión de residuos" como subapartado, en el que se recoge dicha medida, la cual se desarrollará en fase de proyecto constructivo.

(25) *El material de préstamo y el material de vertido deberán obtenerse o depositarse en todo caso de canteras o zonas de vertido autorizadas y que cuenten con planes de restauración, conforme a la legislación vigente.*

El apartado [7.19.1.2] del presente documento incluye el subapartado "Localizaciones potenciales", en el que se recoge dicha medida.

#### Agua.

(26) *El proyecto constructivo deberá estudiar las alteraciones específicas del flujo del agua que produzcan las pilas en el exterior del cauce.*

Adicional a los estudios que se realicen en el proyecto constructivo, en el anejo 11 Drenaje e inundabilidad, se recoge un estudio específico de inundabilidad, en el que se contemplan las pilas del viaducto analizando las alteraciones del flujo del agua, concluyéndose lo siguiente:

- El trazado propuesto para el viaducto de la SE-40 entre Dos Hermanas y Coria cruza el río Guadalquivir y el Guadaíra en una zona sometida a la acción de las mareas, sobre masas de agua de transición dotadas de dominio público marítimo terrestre (DPMT), pudiendo influir este tipo de estructura en el régimen de las aguas continentales.
- No obstante lo anterior, tanto las pilas como las estructuras se han ubicado fuera del límite del DPMT y de la zona inundada por la avenida de 10 años de periodo de retorno, por tanto, el futuro viaducto no afectará al régimen de las avenidas ordinarias.
- En el trazado propuesto, la cota de la lámina de agua llegaría a la cota 6,15 y 6,60 m en el estribo oeste para las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno, respectivamente, y a 5,40 y 6,90 m en el estribo este para sendas avenidas.
- Las sobreelevaciones que se producirían en la zona oeste, en el entorno del enlace de Coria, serían de 15 cm para la avenida de 100 años de periodo de retorno y de 20 cm para la de 500 años. En la zona este, próxima al río Guadaíra, las sobreelevaciones serían de 5 cm para la avenida de 100 años de periodo de retorno y de 45 cm para la de 500 años.
- Comparando las simulaciones del modelo del trazado propuesto con respecto al modelo base, se deduce que los resultados son parecidos, que la sobreelevación máxima es inferior a los 30 cm para la avenida de 100 años de periodo de retorno e inferior a 50 cm para la de 500 años, y no se afecta significativamente a la zona de flujo preferente. Por tanto, las sobreelevaciones del trazado propuesto serían admisibles según la normativa vigente.
- En el cauce del río Guadalquivir, inmediatamente aguas arriba de la infraestructura proyectada, el calado se incrementaría menos de 5 cm, mientras que aguas abajo disminuiría entre 1 y 2 cm en un tramo relativamente corto, como consecuencia del ligero incremento puntual de la velocidad, que se produce por el estrechamiento de la llanura de inundación.
- Aguas arriba del terraplén (zona este) y de los estribos del viaducto (zona oeste), se constata una lógica sobreelevación, derivada del relativo estrangulamiento de la lámina de agua, que disminuiría aguas abajo de estas infraestructuras. Dicho incremento se encuentra localizado y no altera significativamente el caudal circulante en situación de avenidas extraordinarias.
- En términos de velocidad, respecto del modelo base disminuiría aproximadamente 0,3 m/s en ambas avenidas, 100 y 500 años de periodo de retorno, mientras que en la zona de paso aumentaría casi 0,5 m/s en un tramo relativamente pequeño, debido al estrechamiento de la llanura de inundación. No obstante, estos pequeños cambios serían poco significativos y estarían acotados a zonas concretas de las obras de drenaje, pilas y estribos principalmente.
- En relación con el terraplén junto al cauce del río Guadaíra, en el modelo base de la avenida de 500 años de periodo de retorno, hay una zona puntual entre la Base militar El Coper y las balsas del recinto Coper, donde la velocidad está entre 1 y 2 m/s, y que se atenúa rápidamente hacia el sur. Asimismo, se puede comprobar que el terraplén adoptado llega hasta esta zona puntual sin alterar significativamente la velocidad.
- Respecto a la Vía de Intenso Desagüe (VID), cabe señalar que la infraestructura propuesta no ocupa la misma, con excepción de las pilas, y tampoco se altera significativamente la zona de flujo preferente.

(27) *Para reducir el riesgo de incorporación de materiales finos o gruesos a los cauces por desprendimiento o escorrentía, no podrán realizarse acopios importantes de material o residuos de cualquier tipo en zonas en las que puedan ser arrastrados por las aguas en caso de crecidas o de lluvias intensas ni en zonas de fuertes pendientes. No se podrán mantener taludes desnudos o no estabilizados.*

Dicha medida se encuentra recogida en el subapartado "Protección del sistema hidrológico", del apartado [7.19.1.5] del presente documento.

(28) *Durante la ejecución de los trabajos de construcción de los pilares del viaducto, se tomarán las precauciones necesarias para impedir que se produzcan lixiviados o vertidos susceptibles de alterar la calidad de las aguas.*

Como medida de protección de las aguas superficiales por la contaminación de sólidos en suspensión producidos por los movimientos de tierras y para impedir que se produzcan lixiviados o vertidos susceptibles de alterar la calidad de las aguas durante la construcción de obras de drenaje, de los pilares del viaducto y de terraplenes en las proximidades de los cauces, se dispondrán barreras de retención de sedimentos y balsas de decantación en sus márgenes, las cuales vienen definidas en el subapartado "Protección del sistema hidrológico", del apartado [7.19.1.5] del presente documento.

(29) *Se deberán indicar en el proyecto constructivo, los terrenos pertenecientes al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo Terrestre afectados por la actuación, así como las tramitaciones realizadas ante las Administraciones competentes, para obtener las correspondientes autorizaciones antes de realizar cualquier actuación en el Dominio Público, así como en sus zonas de servidumbre o de protección asociadas.*

Dicha medida se encuentra recogida en el subapartado "Protección del sistema hidrológico", del apartado [7.19.1.5] del presente documento, la cual se desarrollará en fase de proyecto constructivo.

En el caso del DPMT, las únicas afecciones se producen en las márgenes del encauzamiento del Guadaíra puesto que las pilas del puente sobre el Guadalquivir se sitúan fuera del cauce, si bien las pilas más próximas (P-31 y P-32) se localizan en su Zona de Servidumbre de Protección.

Así, tanto las pilas como las estructuras se han ubicado fuera del límite del DPMT y de la zona inundada por la avenida de 10 años de periodo de retorno, por tanto, el futuro viaducto no afectará al régimen de las avenidas ordinarias y por lo tanto a lo que se correspondería con el Dominio Público Hidráulico.

*Paisaje.*

(30) *El proyecto de restauración paisajística e integración ambiental que se desarrolle en la Fase 3 y que contemple las medidas incorporadas en la documentación complementaria y recogidas en el apartado b.7 deberán ser informadas por el organismo competente en medio ambiente de la Junta de Andalucía.*

La restauración paisajística e integración ambiental relativa a las medidas incorporadas en la documentación complementaria y recogidas en el apartado b.7 de la DIA se define a nivel de proyecto de trazado específicamente en el Apéndice IV del presente documento, desarrollándose posteriormente en fase de proyecto constructivo.

A su vez, el proyecto de restauración paisajística e integración ambiental resultante será informado por el organismo competente en medio ambiente de la Junta de Andalucía.

(31) *La altura del gálibo y de los elementos del viaducto deben ajustarse al mínimo imprescindible.*

Con fecha 15/11/2021 la Autoridad Portuaria de Sevilla remite informe a la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía occidental, que incluye el "Análisis de gálibo de la Autovía SE-40 sobre el río Guadalquivir: Tramo Dos Hermanas-Coria del Río", en el cual se justifica el gálibo mínimo requerido, que asciende a 70,8 metros, así como otros requerimientos.

Dicho informe se aporta en el Anejo nº 20.

El presente proyecto da cumplimiento a los requerimientos del viaducto indicados por dicho organismo.

*Patrimonio cultural.*

(32) *Será necesario realizar una actividad arqueológica preventiva consistente en una prospección superficial en los terrenos afectados por las obras que no hayan sido previamente prospectados. Los resultados de dicha prospección serán informados por el organismo competente de la comunidad autónoma.*

Como resultado de la ejecución de la prospección arqueológica "Prospección arqueológica superficial del Proyecto de Construcción SE-40. Sector Suroeste. Tramo: Dos Hermanas - Coria del Río", de ORDENA (2007) y, en aplicación de las correspondientes consideraciones recogidas en la Resolución de la Consejería de Cultura, aportada igualmente en el Apéndice III, se propone como medida de protección la realización de un Control de los Movimientos de Tierra en el entorno de Cabañuelas II, Depósito de Gas, El Coper, Molinera 1, Molinera 2 y Molinera 3.

A su vez, atendiendo a lo establecido en el informe sobre la posible afección al patrimonio histórico de la actuación emitido por la Delegación Territorial en Sevilla de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico, de fecha de 27/07/2021, conociendo la existencia de estas entidades patrimoniales y con objeto de garantizar la preservación de dichos bienes, se deberá como medida de conservación preventiva delimitar sus perímetros, así como balizar los mismos.

A fin de reducir el riesgo de destrucción o alteración de los posibles restos arqueológicos, y en consonancia con lo estipulado en la DIA, será necesario realizar una actividad arqueológica preventiva consistente en una prospección superficial en los terrenos afectados por las obras que no hayan sido previamente prospectados. Los resultados de dicha prospección serán informados por el organismo competente de la comunidad autónoma.

Esta medida queda recogida en el subapartado "Protección del Patrimonio Arqueológico", del apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del presente documento.

iii) *Condiciones al Programa de vigilancia ambiental:*

*En virtud del análisis técnico realizado, el programa de vigilancia previsto en el estudio de impacto ambiental debe completarse con los aspectos adicionales que se incorporan mediante esta resolución. El objetivo del citado plan en sus distintas fases es garantizar el cumplimiento de la totalidad de las medidas preventivas y correctoras descritas, a través de un seguimiento de la eficacia de dichas medidas y sus criterios de aplicación, que se consagrará en los correspondientes informes de vigilancia.*

(33) *Se elaborarán protocolos de actuación específicos en previsión de la ocurrencia de vertidos accidentales de aceites, combustibles, lubricantes, mezclas bituminosas, restos de hormigonado u otras sustancias similares para evitar la contaminación de las aguas tanto superficiales como subterráneas al encontrarse el trazado de la autovía sobre materiales detríticos de alta o muy alta permeabilidad.*

(34) *Durante el desarrollo del PVA, se seguirán los criterios establecidos en el documento «Prescripciones técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte» del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (2008) y deberá incluir en todo caso el seguimiento de la incidencia de los atropellos de la fauna autóctona en la autovía y especialmente de las especies incluidas en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas. Se incluirá así mismo, el seguimiento de colisión de la fauna con el viaducto.*

(35) *Durante las obras, se revisará, al menos, semanalmente el estado de los ríos y arroyos que cruza la autovía y la calidad de sus aguas, constatando la ausencia de impactos como alteración de la vegetación, sólidos en suspensión, residuos u otros contaminantes y constatando que las medidas adoptadas son adecuadas para proteger la vegetación de ribera, los recursos hídricos, preservar su calidad y salvaguardar el funcionamiento del régimen hídrico y del ecosistema acuático.*

(36) *Se vigilará durante la vigencia del PVA si la obra provoca un cambio en la escorrentía superficial o en la dinámica erosiva de los cauces, en cuyo caso, deberán realizarse las actuaciones necesarias para eliminar dicha situación.*

(37) *En la fase de explotación, el PVA se prolongará durante 5 años tras la finalización de las obras. En cualquier caso, el seguimiento de las medidas previstas sobre restauración vegetal e integración paisajística que se contempla en la prescripción 30, se prolongará, si fuera necesario, más allá de los 5 años hasta la consecución de los objetivos perseguidos, los cuales implican el establecimiento de vegetación, hábitats y poblaciones viables en condiciones naturales.*

(38) *Deberá mantenerse a lo largo de la vida útil de la infraestructura e integrarse en los contratos de conservación integral de la infraestructura los siguientes aspectos:*

- a. *El seguimiento, control y erradicación de especies exóticas invasoras.*
- b. *El seguimiento y mantenimiento del buen estado y la funcionalidad de las infraestructuras de arquetas, cunetas, bordillos, cerramientos, dispositivos de escape desde el interior, etc.*
- c. *Retirada de los residuos que se generen por el uso y por los usuarios de la carretera.*

El proyecto constructivo recogerá el plan de vigilancia ambiental solicitado en los términos establecidos en los condicionados anteriores.

## **2. Conclusión sobre evaluación de repercusiones sobre la Red Natura 2000**

*El ZEC «Bajo Guadalquivir» (ES6150019) se incluye dentro del área de estudio. La Dirección General de Espacios Protegidos de la Junta de Andalucía informa que la alternativa sin pilas en el cauce tiene menor afección medioambiental, y por tanto, no presenta afección apreciable a la Red Natura 2000, definida en términos de mantenimiento de la coherencia y función ecológica en toda su superficie y en relación a los hábitats o poblaciones de especies que motivan su declaración.*

*Por ello, este órgano ambiental considera que la alternativa elegida, sin pilas en el cauce, no producirá perjuicio al ZEC «Bajo Guadalquivir», siempre que se desarrollen las medidas indicadas y se realicen con el visto bueno del organismo competente en medio ambiente de la Junta de Andalucía.*

Tras la aprobación del proyecto constructivo se remitirá al organismo competente en medio ambiente de la Junta de Andalucía, informe con las medidas específicas a desarrollar en la ZEC "Bajo Guadalquivir" para su visto bueno.

### **[5.2] Cumplimiento de la Aprobación definitiva del Anteproyecto**

La Resolución de Aprobación Definitiva del Anteproyecto de fecha 20 de marzo de 2023 indica en su punto 2 una serie de prescripciones a cumplimentar en los estudios que den continuidad al mismo. Se resume a continuación:

### [5.2.1] Declaración de Impacto Ambiental

Se tendrán en cuenta las condiciones especificadas en la Declaración de Impacto Ambiental (Resolución de 18 de diciembre de 2023, BOE de 1 de enero de 2024), incluyendo todas las medidas preventivas, correctoras y compensatorias necesarias.

Este punto se trata en el punto anterior 5.1 Cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental, así como también en el apartado correspondiente del anejo 16. Integración ambiental.

### [5.2.2] En estudios posteriores

- i. Se avanzará en el nivel de detalle de la definición de la actuación, y en la constructibilidad de la misma. Asimismo, se profundizará en el análisis de los aspectos estéticos del viaducto y su integración en el medio para la alternativa que finalmente se desarrolle.

Se ha avanzado en la definición detallada de la actuación y en su constructibilidad, con especial atención a los aspectos estéticos del viaducto y su integración en el entorno. Para ello, además de buscar un diseño del viaducto lo más acorde a este fin, se contempla destinar el área bajo su estructura a un parque periurbano con un entorno principalmente natural, destinado a actividades de ocio para el disfrute de la ciudadanía.

- ii. El estudio del gálibo de navegación del viaducto, de manera coordinada con la Autoridad Portuaria de Sevilla, con el objeto de establecer un gálibo que permita tanto la operación actual y futura esperable del Puerto de Sevilla como la mejor funcionalidad de la autovía SE-40, de acuerdo con el punto 31 del condicionado de la Declaración de Impacto Ambiental.

Se ha analizado el gálibo de navegación del viaducto en coordinación con la Autoridad Portuaria de Sevilla para asegurar la compatibilidad con la operación actual y futura del puerto, de conformidad con el punto 31 de la Declaración de Impacto Ambiental.

Con fecha 14 de junio de 2024 se emite informe consulta dirigido a la Autoridad Portuaria de Sevilla en el cual, entre otras consultas, se reitera solicitud del gálibo a adoptar en el diseño del viaducto. Esta comunicación y la respuesta de la Autoridad Portuaria se puede encontrar en el anejo 20 Coordinación con Organismos y Servicios, aunque se hace un extracto a continuación:

"Se debe hacer constar que cualquier actuación a realizar sobre el ámbito de la Eurovía Guadalquivir E-60-02 debe considerar, y tener principalmente en cuenta su nula afección, tanto en calado, como en la no invasión de la lámina de agua en supuesto alguno y en el gálibo (70,8 mts mínimo sobre lámina de agua en pleamar viva equinoccial para garantizar tráfico grandes piezas que se fabrican en el Polígono del Astillero -Zona Franca- del Puerto de Sevilla) a la actividad de navegación con origen/destino Puerto de Sevilla, al dañarse gravemente en caso contrario los intereses generales que el Puerto de Sevilla representa...".

- iii. La coordinación con el Ministerio de Defensa y el desarrollo de los estudios de detalle que sean necesarios para asegurar el cumplimiento del condicionado de su informe. Además, en coordinación con el Ministerio de Defensa, se completarán los siguientes trabajos:
  - Trabajos de topografía de detalle de la Pista de la Base de El Coper.
  - Consideración de una futura ampliación de la longitud de la pista a 800 m, verificándose el cumplimiento de las servidumbres aeronáuticas.

Con la debida autorización del Ministerio de Defensa, se han llevado a cabo trabajos de topografía en la Base Militar de El Coper. Por otro lado, en el diseño del trazado se ha tenido en cuenta la previsión de una posible ampliación de pista a 800 m, respetando tanto las zonas de seguridad de la base como las superficies de despegue y aterrizaje correspondientes. Se puede ver más detalle en el Anejo 8 Trazado.

- iv. Las actuaciones para dar cumplimiento de las observaciones del informe de Dirección General de la Costa y el Mar, en particular en cuanto a la obtención del título habilitante para la utilización del dominio público marítimo-terrestre, la autorización de ocupación de la servidumbre de protección y la salvaguarda de la servidumbre de tránsito, de acuerdo con lo establecido en la Ley 22/1988 de Costas.

En el proyecto se han delimitado las zonas pertenecientes al Dominio Público Marítimo Terrestre y se ha elaborado un documento separata que permita tramitar la autorización correspondiente ante la Dirección General de la Costa y el Mar.

- v. La tramitación que sea necesaria para la utilización de terrenos de dominio público portuario necesarios para el desarrollo del anteproyecto, de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto Legislativo 2/2011 por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, la Ley 33/2003 del Patrimonio de las Administraciones Públicas y la Ley 37/2015 de Carreteras.

En el anejo de expropiaciones se define y justifica la utilización de terrenos de dominio público portuario.

- vi. El desarrollo de las soluciones de continuidad de las infraestructuras de transporte existentes y planificadas que son afectadas por este tramo de autovía SE-40, en coordinación con los titulares, en particular en relación a las infraestructuras ciclistas.

Se han tenido en cuenta las infraestructuras viarias y ciclistas existentes y planificadas para garantizar su continuidad.

- vii. El estudio, de manera coordinada con el Departamento de Vías Pecuarias de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de Junta de Andalucía, de la continuidad de la vía pecuaria "Cañada de la Isla Menor", incluyendo las actuaciones necesarias.

En el presente proyecto se incluye una propuesta de reposición de la continuidad de dicha vía pecuaria, mediante un camino de 5 m de ancho, que será coordinada con el Departamento de Vías Pecuarias de la Consejería Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de Junta de Andalucía. Para ello se propone aprovechar el paso inferior existente a apenas 210 m de la carretera SE-3206. Se incluye más detalle en el Anejo 16. Integración ambiental.

- viii. La eliminación como zonas de vertido de tierras del anteproyecto de la ZV-8 "Zona de Vertido 8" y la ZV-9 "Zona de Vertido 9", y como zonas de préstamos aquellas superficies de los préstamos P-1 "La Puebla" y P-5 "Lugar Nuevo" que afectan a los bienes poligonales denominados "El Pozo", "Lugar Nuevo VII" y "Lugar Nuevo VIII". Todo ello en consideración del informe de la Delegación Territorial de Sevilla de la Consejería de Turismo, Cultura y Deporte.

Se han eliminado como zonas de vertido las zonas ZV-8 y ZV-9, así como la zonas de préstamos P-1 y P-5 que afectan a los bienes poligonales indicados.

- ix. Durante la ejecución de la obra, se mantendrá la coordinación con el Servicio de Espacios Naturales Protegidos de la Junta de Andalucía en materia de gestión ambiental.

Dicha coordinación será llevada a cabo durante la ejecución de las obras.

### [5.2.3] Auditoría de Seguridad Vial

Se llevará a cabo una Auditoría de Seguridad Vial al proyecto que desarrolla la solución prevista en el Anteproyecto, una vez incorporados los estudios y comentarios relacionados en el epígrafe anterior.

Se realizará la correspondiente Auditoría de Seguridad Vial del presente documento.

## [6] Ámbito de estudio

La actuación objeto del presente documento es el tramo de la autovía SE-40 que queda delimitado entre los enlaces de Dos Hermanas y Coria del Río con la autovía A-4 y la carretera A-8058 respectivamente.

La zona de estudio se localiza en el sector meridional del trazado de la SE-40 y se corresponde con una elipse cuyos focos estarían ubicados aproximadamente en los dos enlaces que enmarcan la actuación: Enlace de Dos Hermanas y Enlace de Coria (no finalizado) y que se extiende por terrenos de cinco municipios sevillanos: Sevilla, Palomares del Río, Dos Hermanas, Coria del Río y Gelves. El eje mayor de dicha elipse tiene una longitud de 10 km, teniendo el menor 5,8 km y siendo el área total comprendido en la zona de estudio de 4.756 hectáreas. Entre los elementos más relevantes de la zona de estudio cabe citar los siguientes:

- El cauce del Río Guadalquivir y el nuevo cauce del Río Guadaíra, que atraviesan la zona de estudio en dirección noroeste sureste.
- Al norte de la zona de estudio se encuentran la Esclusa de Sevilla y las instalaciones de la Base Militar El Copero.
- En las proximidades de los enlaces de Dos Hermanas y Coria se encuentran, respectivamente, la EDAR de El Copero y la EDAR de El Aljarafe.
- En el entorno de los enlaces de Coria del Río y de Dos Hermanas se sitúan diversos polígonos industriales e instalaciones, como el polígono industrial La Isla o el polígono el Limón.

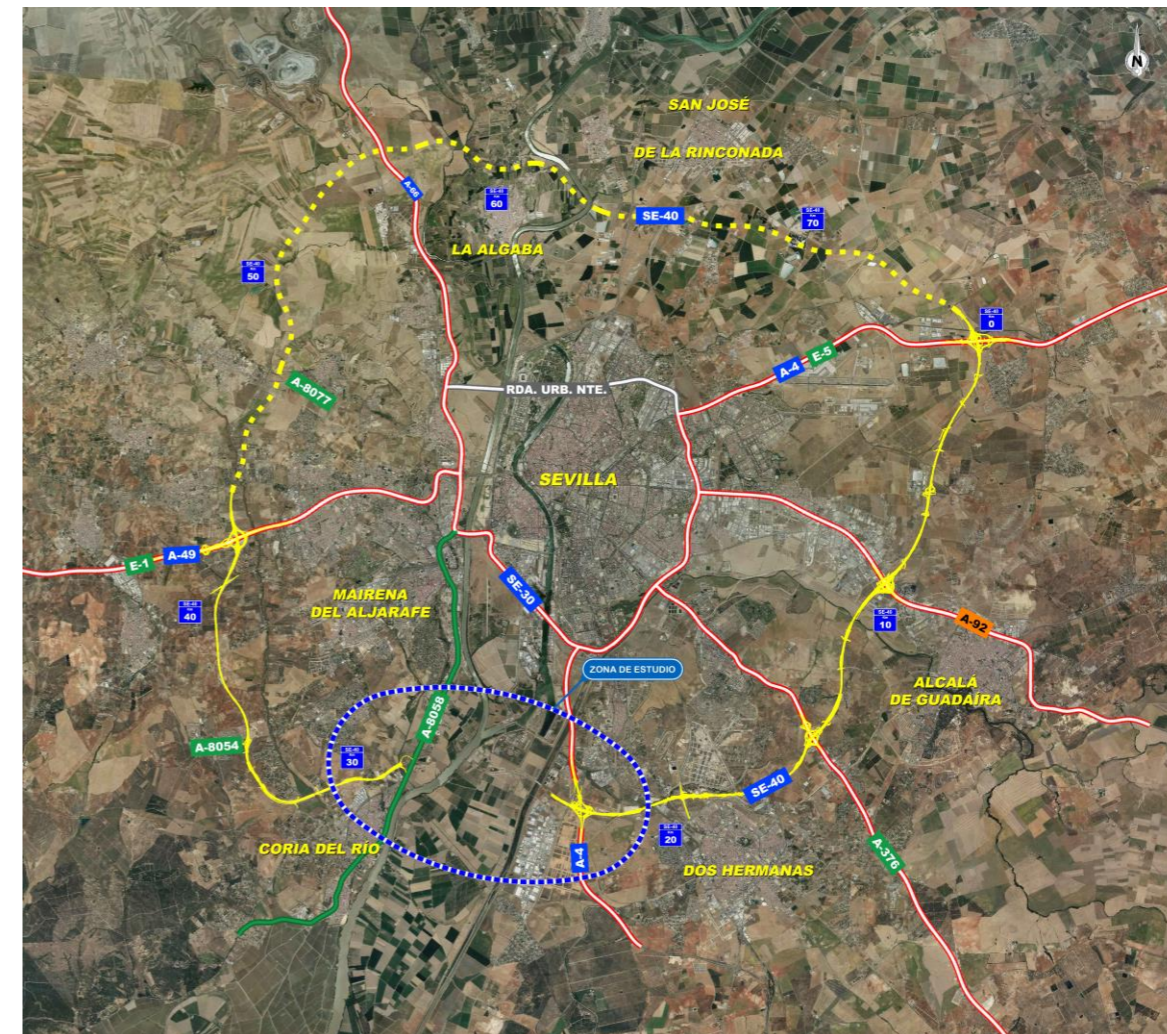


Imagen 1: Ámbito de estudio (elipse azul)



Imagen 2: Elementos destacados en el ámbito de estudio



Imagen 3. Trazado en planta sobre ortofoto y conexión con tramos contiguos.

Las principales singularidades del trazado se indican a continuación:

- Viaducto sobre el Guadalquivir de 2746 metros de longitud, con un tramo principal atirantado de 366 m de luz y con pilas fuera del cauce.

## [7] Descripción del Proyecto de Trazado

### [7.1] Descripción general de la actuación

El presente proyecto se corresponde con el tramo 4 de la autovía de circunvalación del área metropolitana de Sevilla SE-40, el cual presenta una longitud de 5.069 metros, con su inicio en el PK 0+000 en el término municipal de Dos Hermanas y finalización en el PK 5+069 en el término municipal de Palomares del Río. En ambos puntos conecta con los tramos anterior al oeste, Tramo 3 "Alcalá de Guadaíra (A-376) – Dos Hermanas (A-4)" y posterior, Tramo 5 "Coria del Río (A-8058) – Almensilla (A-8054)" de la SE-40.



Imagen 4. Perfil longitudinal.

- Enlace de acceso desde la SE-40 tanto a la Base Militar del Copero como a la zona portuaria del Puerto de Sevilla. La tipología es un diamante con pesas ubicado en la zona del viaducto de acceso este, al sur de la Base Militar. El diseño de este enlace ha estado condicionado, en planta, por las zonas de seguridad de la base militar y, en alzado, por la superficie destinada al despegue y aterrizaje de las aeronaves que se requiere para su acceso a la pista.

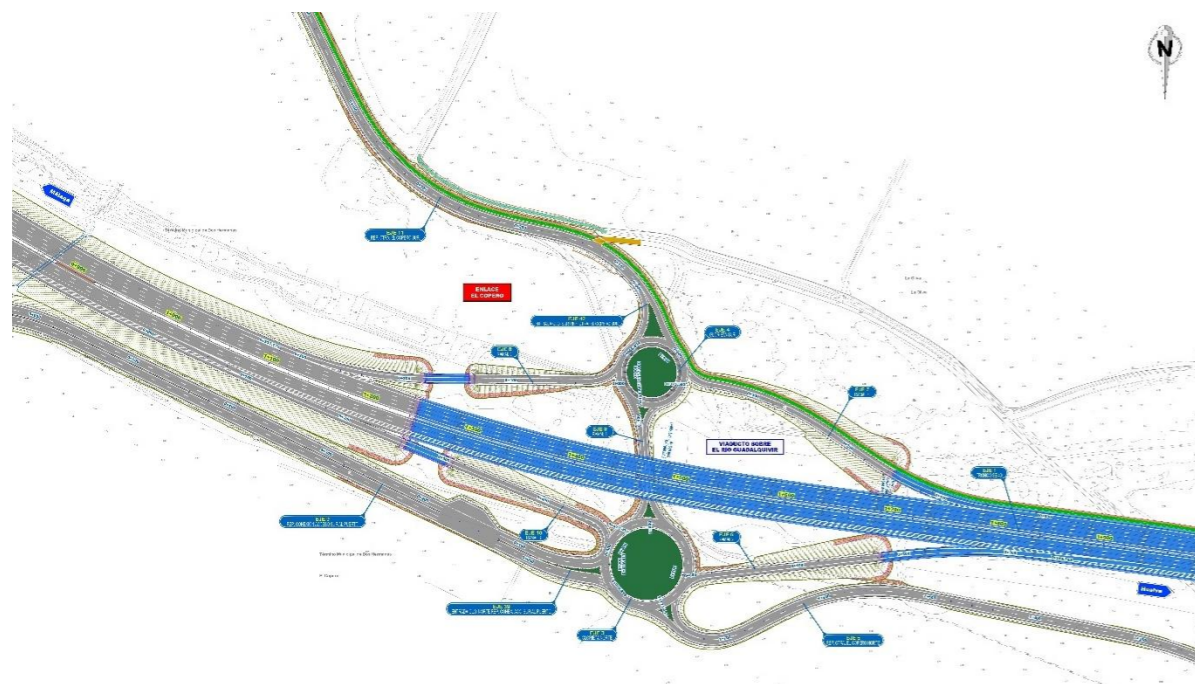


Imagen 5. Enlace de acceso al Puerto de Sevilla y a la Base Militar el Coper.

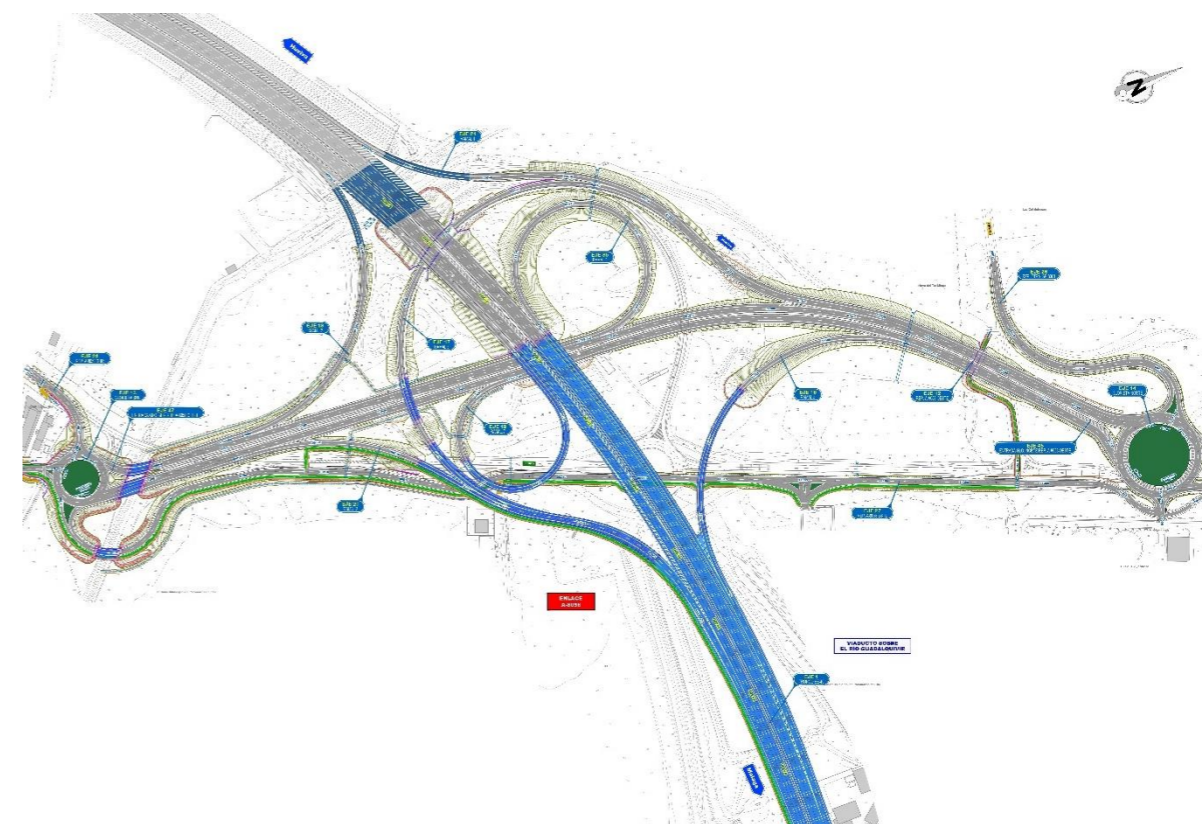


Imagen 6. Enlace con la A-8058.

- Enlace con la A-8058 para conectar la autovía con los núcleos de población de Gelves, Coria y Palomares del Río. Se trata de un enlace tipo trébol parcial que incluye la reposición de un tramo de la A-8058 y dos glorietas.

- Aprovechamiento de viaductos existentes sobre el Arroyo del Porzuna y el río Guadaíra. El tronco proyectado discurre por los viaductos ya construidos sobre los cauces indicados.
- Parque periurbano y corredor ecológico: complementariamente al diseño del trazado de la autovía SE-40 a su paso sobre los ríos Guadalquivir y Guadaira entre los municipios de Coria del Río y Dos Hermanas, se plantea que, en el espacio resultante bajo éste, se desarrolle un parque periurbano de carácter fundamentalmente natural donde la ciudadanía pueda realizar actividades de ocio.



Imagen 7. Vista del parque en la zona transición entre el viaducto de aproximación este y el viaducto principal.

## [7.2] Cartografía

Los trabajos realizados para obtener la cartografía y topografía empleado para la redacción del proyecto tuvieron lugar entre 2023 y 2024, manteniéndose para el presente proyecto. Estos trabajos se basan en la metodología que para tal fin exige la NOTA DE SERVICIO 2/2010 DE LA SUBDIRECCIÓN DE PROYECTOS SOBRE LA CARTOGRAFÍA A INCLUIR EN LOS PROYECTOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS.

Los trabajos realizados han sido los siguientes:

- Vuelo fotogramétrico digital de GSD 10 cm, específico para la realización de cartografía a escala 1:1000.
- Enlace a la Red Geodésica.
- Implantación y cálculo de la Red Básica.
- Red de puntos de apoyo de campo.
- Batimetría.
- Restitución fotogramétrica.
- Ortofotografía.

El ámbito de la zona de estudio ocupada por este proyecto se cubrió mediante la realización de un vuelo fotogramétrico digital de GSD 10 cm realizado el 17 de agosto de 2023.

Las condiciones meteorológicas en que se realizó el vuelo eran las adecuadas para la realización de este tipo de trabajos.

Resumen del Vuelo:

- Provincia SEVILLA
- Huso 29 Y 30
- HMN 1002
- Aeronave Cessna 421 EC-ERS
- Cámara ULTRACAM EAGLE-100
- Focal 100.5
- Altura media 2.019
- Número de pasadas 1
- Recubrimiento longitudinal 60%

Las características del vuelo se recogen en el informe de vuelo y en el gráfico de vuelo, que se incluyen en el apéndice correspondiente dentro del Anejo 2. Cartografía.

Aunque la traza del proyecto se encuentra geográficamente entre los husos 29 y 30, para la ejecución y cálculo de los trabajos se ha empleado la proyección Universal Transversal Mercator (U.T.M.) en el huso 30.

Como sistema de referencia geodésico se ha empleado el sistema ETRS89, definido por el elipsoide GRS80, con origen de longitudes en el meridiano de Greenwich, y origen de latitudes referidas al plano del ecuador. El origen de altitudes está referido al nivel medio del mar en Alicante.

Enlace con la red geodesia: Para la transformación de las coordenadas WGS84 a UTM, se han empleado los siguientes vértices geodésicos de la Red Regente: La Corchuela y Barros. Se han desestimado los vértices Retamales por no ser estacionable y Pelagatos por estar a más de 25 km. Sin embargo, estos, junto con los vértices Barros y La Corchuela, se han utilizado para el cálculo de parámetros de transformación. En este proyecto no se mencionan conexiones con tramos colindantes.

Nivelación geométrica: Para la obtención de la cota de los vértices de la Red Básica, se ha enlazado con la línea de nivelación de alta precisión n.º 1632, la cual se conecta al Mareógrafo de la Autoridad Portuaria de Sevilla. La cota se transmitió a los vértices 9001, 9002, 9003 y 9004 mediante nivelación geométrica desde la señal 1632015-SP NGAC. Se realizó un anillo de nivelación de ida y vuelta con un recorrido de 16.4 km y marcas de referencia cada 500 metros.

Cálculo: Las observaciones GNSS fueron procesadas utilizando el software Magnet Tools. Se tomaron como base los vértices La Corchuela y Barros, y las estaciones permanentes SEV1 y LEBR de la Red Andaluza de Posicionamiento. Se realizó una compensación por mínimos cuadrados, y las cotas ortométricas se calcularon con una transformación Helmert de siete parámetros, comparando las cotas obtenidas por nivelación con las derivadas del modelo de geoide Ibergeo08.

Las coordenadas UTM obtenidas para los vértices geodésicos, corregidas por nivelación geométrica, permitieron un ajuste que asegura un geoide preciso y adaptado a la zona de trabajo. La precisión de los cálculos cumplió con las exigencias del Pliego de Prescripciones Técnicas. Red de Bases de Replanteo: Los trabajos de replanteo realizados han consistido en obtener la posición de una serie de hitos en puntos

cercanos a la ubicación de los distintos ejes, tanto del tronco de la autovía como del enlace y demás viales que definen el conjunto de la obra. Se han definido 45 bases.

Trabajos de campo complementarios: Para completar los trabajos de topografía se han realizado una serie de trabajos complementarios consistentes en:

- Comprobación de diferencias entre la cartografía y los datos obtenidos en el replanteo.
- Levantamientos taquimétricos en pista de aterrizaje existente en la Base Miliar de El Copero
- Levantamiento de líneas de pintura en las conexiones con vías existentes.

Los procedimientos obtenidos, los listados, coordenadas y demás información relevante se exponen en el Anejo 2. Cartografía y Topografía.

### [7.3] Geología y procedencia de materiales

El tramo de la Autovía SE-40 objeto de estudio se desarrolla en la Vega del Guadalquivir, de manera que el recorrido de la traza se realiza en su totalidad sobre formaciones tipo suelo: aluviales y terrazas del río Guadalquivir en superficie, que descansan sobre depósitos de marisma y gravas fluvio-litorales, con la formación terciaria de margas azules como sustrato.

Todas las unidades pertenecen al Relleno Autóctono de cuenca y pertenecen crono-estratigráficamente al Terciario o al Cuaternario. Comenzando por las más antiguas, se describen las siguientes formaciones:

- Margas azules: son margas arcillosas o carbonatadas, en algunos casos ligeramente limosas, de color gris azulado (cuando se presentan frescas) y estratificación difusa o nula. Cuando el contenido en carbonato cálcico es elevado se presentan compactas, duras y con fractura concoidea. Durante las campañas de investigación completadas en la zona, se detectaron hasta 30 metros de espesor de esta formación, como un conjunto de arcillas gris-azuladas con niveles de arena de grano muy fino hacia techo. Además de la disposición alternante, existe una transición progresiva de términos margosos a muro hacia arenas limosas a techo de la serie.
- Formación fluvio-litoral: capas de cantos rodados, gravas y arenas. La potencia de este nivel oscila entre 6 y 12 metros, con un valor medio del orden de 8-9 metros y se apoya directamente, y de forma erosiva, sobre la unidad de margas azules. Se han denominado gravas fluvio-litorales por tratarse de un depósito influenciado tanto por los aportes del río como por el ambiente de estuario que caracterizó a la zona en la antigüedad. La matriz arenosa llega a representar la fracción mayoritaria en algunos casos.
- Marismas: depósitos litorales constituidos por limos muy finos de color oscuro (verdosos a marrones), con contenidos variables en arena y arcilla de tonos marrones y grises y finas intercalaciones de niveles de cantos. Esta formación se ha detectado en la vega del río, con potencias que oscilan entre 10 y 15 metros. Se ha distinguido un nivel limoarcilloso y otro arenoso.
- Terrazas (en la margen izquierda): depósitos constituidos por niveles de gravas, generalmente cuarcíticas, englobadas en una matriz arenosa, que alternan con otros de composición predominantemente arenosa. En superficie aparecen como limos y arcillas de color rojizo, pudiendo darse localmente una cementación calcárea que da lugar a la formación de caliches. No se aprecian

grandes diferencias de cota entre los sucesivos niveles de terrazas, siendo frecuentes los fenómenos de solapamiento de estas.

- Llanura de inundación actual del río. Son depósitos detríticos constituidos por limos y arcillas arenosas de color marrón claro con algo de gravas redondeadas polimícticas, que alternan con niveles arenolimosos de potencia reducida. En superficie encontramos arcillas depositadas por decantación en épocas de avenida, que ocupan cursos actuales y meandros abandonados.
- Rellenos antrópicos: bajo este apartado se recogen todos los rellenos originados por la acción antrópica sobre el medio. Por un lado, materiales naturales mezclados con escombros, vertidos y basuras y por otro los rellenos asociados a las vías de comunicación. El desarrollo de los primeros es muy variable y sometido frecuentemente a un rápido crecimiento ligado al desarrollo de los cascos urbanos, como acumulaciones de escombreras de materiales de construcción, vertederos de obras, o basureros.

#### [7.3.1] Tectónica

La Depresión del Guadalquivir, a pesar de tratarse de una cuenca de sedimentación terciaria, ha estado sometida también a la influencia tectónica de la orogénesis alpina. Concretamente, el relleno autóctono donde se sitúa el corredor en estudio comienza con las denominadas "Margas azules", de edad Messiniense, que indican la existencia de una cuenca fuertemente subsidente de carácter marino.

La progresiva retirada del mar se evidencia por un cambio en las características de la sedimentación, depositándose sobre las citadas margas azules una formación de alternancias de margas y arenas que reflejan continuos avances y retrocesos de la línea de costa, preludio de los materiales típicamente regresivos que constituyen la secuencia de colmatación durante el Andaluciense, de forma que los materiales de mayor energía (calcarenitas) quedan restringidos a la margen izquierda del río Guadalquivir, mientras que los medios sublitorales, y de menor energía aparecen ampliamente desarrollados en la margen contraria.

A partir de aquí la red hidrográfica comienza a ejercer una doble actividad sobre los materiales de relleno de la Depresión: por una parte se produce una acción erosiva que potencia el desmantelamiento y posterior evacuación de gran parte de este relleno; por otra, los ríos también ejercen una importante labor sedimentaria sobre sus llanuras de inundación, siendo las terrazas un reflejo de las fluctuaciones del nivel del mar que obligaban a los cauces a excavar en numerosas ocasiones su llanura de inundación.

#### [7.3.2] Geomorfología

El área de estudio se engloba completamente en la unidad de Terrazas y riberas del Guadalquivir. Los depósitos ligados a la actividad fluvial indican que el Guadalquivir ha ido variando su perfil de equilibrio a lo largo del periodo Cuaternario, ya que la línea de costa ha retrocedido hasta su posición actual en diferentes etapas, provocando sucesivos cambios en el régimen deposicional (erosión-sedimentación). Mediante este proceso, y teniendo en cuenta la divagación del río, se han ido generando amplios valles fluviales de fondo plano (con una pendiente general ligeramente inferior al 0.1%), colgados a distintas alturas, resultando en un relieve de extensas llanuras escalonadas, más recientes cuanto más próximas al río se encuentran.

#### [7.3.3] Hidrogeología

La red hidrográfica del área de estudio está caracterizada por la presencia del río Guadalquivir y la existencia de afluentes de importancia, como el río Guadaíra. Esta red, que se completa con los arroyos

Repudio y Caño Real en su margen derecha y el arroyo Rioviejo en su margen izquierda es poco densa y los valles que se desarrollan son de fondo plano o en cuña.

#### [7.3.3.1] Características hidrogeológicas de los materiales

- Aluvial actual: permeabilidad media, limitada por los niveles de finos (limos y arcillas) de la capa más superficial. Drenaje localmente deficiente que da origen a encharcamientos.
- Terrazas: presentan una permeabilidad alta en los tramos de gravas y arenas y baja en el recubrimiento arcillo-limoso. El drenaje superficial está dificultado por la ausencia de pendientes topográficas y por la escasa infiltración del suelo limo-arcilloso que las recubre.
- Marismas: Se distinguen dos niveles: uno arcilloso superior y otro arenoso inferior, ambos saturados por estar bajo el nivel freático. Drenaje muy deficiente, y sometidas al flujo de mareas.
- Formación fluvio-litoral: presentan una permeabilidad alta.
- Margas azules: sustrato impermeable de la región que no aflora a lo largo del trazado. En conjunto se consideran impermeables, con escasa capacidad de filtración desarrollada por juntas y fisuras. No obstante, hacia el techo de la serie, van apareciendo intercalaciones areno-limosas y gravo-arenosas en forma de lentejones de espesor métrico que suponen vías preferentes de entrada de agua con una transmisividad hidráulica muy importante.

#### [7.3.3.2] Hidrología subterránea

En la zona de estudio confluyen cuatro masas de agua subterránea claramente diferenciadas: Aluvial del Guadalquivir (057300), Sevilla-Carmona (054700), Marismas (055102) y Aljarafe Norte (055001), aunque este último no se ve afectado por el trazado estudiado.

#### [7.3.4] Riesgos geológico-geotécnicos

##### [7.3.4.1] Inestabilidad de laderas

En la zona de estudio no se dan las condiciones geomorfológicas necesarias para que se produzcan fenómenos de inestabilidad en laderas naturales, dado que el terreno es prácticamente llano. Las únicas zonas inestables corresponden al contacto entre los materiales que forman la cornisa del Aljarafe y la llanura del Guadalquivir, ya fuera del tramo estudiado.

##### [7.3.4.2] Inundaciones y zonas potencialmente encharcables.

Gran parte del trazado se encuentra dentro de la llanura de inundación del río Guadalquivir y, por tanto, sujeta a las crecidas de éste, aunque las sucesivas intervenciones antrópicas sobre la red de drenaje (cortas, encauzamientos, desvíos de cauces, etc.) han paliado en gran medida el problema de las inundaciones en la zona.

La implantación de la nueva autovía SE-40 produce consecuencias desfavorables respecto a la situación actual para el supuesto de avenida máxima. Así, aguas arriba del nuevo obstáculo (la propia autovía y los elementos de defensa) se podrán producir sobreelevaciones en la lámina de inundación respecto a la situación actual.

En estas zonas se debe asegurar que el material del cimiento del relleno no sea susceptible de colapsar, limitándose su contenido en finos. Además, se deben contemplar las medidas de drenaje longitudinal y

transversal necesarias para evitar en lo posible la entrada de agua en la superficie de apoyo de los rellenos y evitando a su vez que el relleno constituya una barrera al agua. Estas medidas, recogidas en la Instrucción 5.2-IC Drenaje superficial, se detallan en el Anejo 7 de este proyecto.

##### [7.3.4.3] Terrenos compresibles.

Las marismas son terrenos de baja densidad y resistencia que se presentan frecuentemente saturadas, viéndose incrementada su compresibilidad por la presencia de materia orgánica. La elevada deformabilidad de estos terrenos puede dar lugar a importantes asentamientos de los rellenos que se cimientan sobre ellos, provocando deformaciones en la obra y en las construcciones cercanas a los rellenos. En estos casos deberá procederse a un estudio geotécnico detallado de estabilidad y asentamientos, proponiéndose medidas concretas para la mejora in situ del terreno (compactación, mechas drenantes, columnas de gravas, etc.).

##### [7.3.4.4] Expansividad

Dentro de la zona estudiada, únicamente el sustrato de las margas azules se considera potencialmente expansivo, aunque al no aflorar en ningún punto de la zona de estudio este potencial queda anulado por los recubrimientos superficiales.

##### [7.3.4.5] Erosión

Teniendo en cuenta la prácticamente nula pendiente existente, las únicas zonas donde pueden desarrollarse fenómenos de erosionabilidad se localizan al principio y al final del tramo, fuera de la llanura de inundación del río Guadalquivir, afectando especialmente a la formación de limos amarillos del Aljarafe (margen derecha)

#### [7.3.5] Procedencia de materiales

Los materiales necesarios para la ejecución de las distintas unidades de obra son los siguientes:

- Suelo Tolerable
  - Relleno sobre cota de inundación (T=100).
- Suelo Adecuado
  - Capas de explanada.
  - Material de sustitución en saneos.
  - Relleno bajo cota de inundación (T=100)
- Suelo Seleccionado:
  - Relleno bajo cota de inundación (T=100)
  - Ejecución de las cuñas de transición en estructuras y obras enterradas
- Columnas de grava y colchón granular
- Zahorra artificial
  - Capa de base del firme
- Escollera para protección de rellenos en zonas inundables
- Áridos para la fabricación de hormigones

- Áridos para la formación de capas de mezcla bituminosa

El trazado es deficitario en tierras, por lo que será necesario recurrir a materiales procedentes de las canteras y graveras que se han localizado e inventariado en la zona.

#### [7.3.5.1] Materiales procedentes de la traza

La mayor parte del trazado discurre sobre relleno, de manera que las escasas excavaciones se corresponden con saneos puntuales. No obstante, como parte de las obras proyectadas se prevé unas excavaciones cuyo aprovechamiento se analiza a continuación.

- Carretera SE-31: El Proyecto de Trazado actual contempla un nuevo acceso al Puerto de Sevilla, por lo que esta carretera será desmantelada en su totalidad. El volumen de material que constituye este terraplén y que podrá ser reutilizado en la nueva obra se estima en 30.000 m<sup>3</sup>
- Acopios: Se trata de materiales procedentes de las excavaciones del emboquille oeste del proyecto anterior, localizados en la margen izquierda del tronco actual (entre los PPKK 0+700 a PPKK 1+200). El volumen de material acopiado se ha estimado en 30.000 m<sup>3</sup> (12.000 m<sup>2</sup> x 2,5m). Se descarta el uso de estos materiales como relleno de terraplén.
- Mota de protección en el emboquille este: Durante las obras de construcción del proyecto anterior se ejecutó una mota de protección del emboquille este, que en el nuevo proyecto se sitúa bajo el viaducto principal. El volumen de material se estima en 32.000 m<sup>3</sup> (8000 m<sup>2</sup> x 4m). Se trata de arcillas de baja plasticidad (CL) clasificada suelo tolerable y un pero CBR95PM de 4,9. Este material podrá ser realizado en obra como terraplén
- Terraplenes del enlace de Coria: Durante las obras de construcción del proyecto anterior de este tramo de la SE-40 se ejecutó una parte de los terraplenes de acceso a las estructuras del Enlace de Coria. De acuerdo con los planos del Proyecto de Liquidación, estos materiales, correspondientes a las cuñas de transición, están constituidas por suelos seleccionados. El volumen de material se estima en 25.000 m<sup>3</sup> (8000 m<sup>2</sup> x 4m).

El coeficiente de paso, para el caso de terraplenes, se expresa mediante la relación:

- $C_p = \text{densidad natural seca} / 95\% \text{ densidad máxima del ensayo Proctor de referencia}$

En el caso concreto de las excavaciones propuestas, se trata de suelos ya compactados y puestos en obra (SE-31 y cuñas de transición del enlace de Coria), por lo que se considera que el coeficiente de paso es igual a la unidad ( $C_p=1$ ).

#### [7.3.5.2] Zonas de préstamo propuestas

A partir de las observaciones realizadas en los materiales del entorno, la información y comprobación del estado actual sobre los préstamos incluidos en el Anteproyecto y atendiendo a las prescripciones ambientales, se han localizado las siguientes zonas de préstamo para su estudio.

En el Apéndice I, se incluyen las fichas de cada zona de préstamo, y las investigaciones de campo y ensayos de laboratorio disponibles.

- P-1 La Puebla: Afloramiento de limos arenosos amarillentos de la Formación Amarilla jalonados de restos de la terraza superior del Guadalquivir, constituida por niveles de gravas silíceas parcialmente cementadas y arcillas arenosas/arenas arcillosas compactas. El préstamo

inicialmente considerado en el Anteproyecto ha sido plantado con olivos en aproximadamente un 70% de su superficie, por lo que se ha definido un nuevo perímetro más reducido, en su esquina superior noreste, que comprende una superficie de aproximadamente 6,5 ha. No obstante, la propiedad, Arrocerías Herba, no autoriza a realizar nuevos reconocimientos en la zona sin cultivos, al no estar decidido si esa superficie también será destinada a olivar. Por todo ello, se descarta el uso de este préstamo.

- P-2 La Puebla Este. Este afloramiento se sitúa anexo al anterior (P-1 La Puebla). Es una zona que ha sido parcialmente explotada y actualmente se encuentra sin restaurar, adyacente a Avenida de los Tartessos, de la localidad de Puebla del Río, pero todavía considerada como parcela rústica según referencia catastral. Se trata de un afloramiento de limos arenosos amarillentos de la Formación Amarilla jalonados de restos de la terraza superior del Guadalquivir, constituida por niveles de gravas silíceas parcialmente cementadas y arcillas arenosas/arenas arcillosas compactas. No se consigue contactar con la propiedad (Construcciones Bocanegra), por lo que no se pueden realizar calicatas para estudiar el aprovechamiento del material. Por ello, se descarta su uso en obra
- P-3 Los Muleros: Afloramiento en forma de loma o cerro, que va perdiendo altura al avanzar hacia las zonas de arrozales en su extremo este- sureste. Se observa que el afloramiento ya ha sido explotado parcialmente (se ha extraído material en su perímetro y en una zona central), observándose taludes excavados en terrazas cuaternarias donde alternan los niveles de gravas silíceas con arcillas arenosas/arenas arcillosas compactas, de tonos anaranjados y rojizos. La propiedad, Arrocerías Herba (San Juan de Aznalfarache) autorizó a realizar nuevos reconocimientos en el terreno. Se ha propuesto delimitar la zona del préstamo que sería aprovechable, dejando fuera las zonas de las catas que no cumplen para su empleo en rellenos de terraplén y atendiendo a la topografía actual del lugar, para delimitar las áreas que ya han sido explotadas y las diferencias de cotas que se dan en el afloramiento. De acuerdo con esta topografía se ha estimado una superficie de aproximadamente 6 ha. y un volumen aprovechable de 120.000 m<sup>3</sup>.
- P-4 El Berral: Se trata de una zona extensa al noreste de Palomares del Río donde aflora la formación de limos arenosos calcáreos del Mio-plioceno. La investigación realizada para el Proyecto Constructivo (2009), consistió en 4 calicatas. En el Proyecto Constructivo del 2009 se consideró una extensión de 50 ha, pero parte de esta área está dentro de los límites del Espacio Protegido "Cornisa del Aljarafe" (Plan Especial del Medio Físico de Sevilla), quedando fuera de esta figura de protección 24 Has. No se localiza a la propiedad para solicitar permiso de nuevos reconocimientos por lo que no se considera este préstamo para el proyecto.
- P- 5 Lugar Nuevo: Zona situada al oeste de Dos Hermanas, al noroeste de la Urb. La Motilla, próxima a la A-4 (variante de Bellavista). Es una zona donde se encuentran dos formaciones diferentes: el tramo de areniscas y arcillas del cuaternario ocupando las partes más elevadas y el tramo de arenas basales o arenas limo- arcillosas. Se propone como préstamo, la zona que se sitúa al sur del tramo de la SE-40 ya construido, y que se corresponde con una superficie de 12 ha y un volumen aprovechable de 300.000 m<sup>3</sup>.
- P- 6. Siguiendo las indicaciones de la Dirección General de Carreteras, se propone como préstamo una zona elevada incluida dentro del P-5 que quedó sin explotar en las obras del tramo anterior (suelo Tolerable). Se trata de una elevación en forma de prisma que cuenta con una superficie de 1 Ha. El volumen de este prisma se establece en 20.000 m<sup>3</sup>.
- P-7. Se trata de una zona localizada entre el Enlace de Dos Hermanas y el Canal del Bajo Guadalquivir, y muy próximas a los anteriormente comentados P-5 y P-6. Esta zona se encuentra

actualmente expropiada, y se propone para su utilización como posible préstamo siguiendo las indicaciones de la Dirección General de Carreteras. No se cuenta actualmente con investigaciones geotécnicas, por lo que es necesario realizar una investigación previa en la zona para evaluar el estado de la parcela y la clasificación de los materiales.

Nombre	Material	Superficie (Ha)	Espesor (m)	Volumen disponible (m³)	Observaciones
P-1 La Puebla	Limos y arenas	6.5	3	0	Existen 8 catas correspondientes a la zona de préstamo delimitada en 2009. En la nueva zona definida para el Proyecto de Trazado (2024) solo son válidas 2. La propiedad no autoriza nuevos reconocimientos (Arrocerías Herba)
P-2 La Puebla Este	Limos y arenas	6.5	3	0	Propiedad de la Constructora Bocanegra (Sevilla). No se localiza a los propietarios para solicitar permiso.
P-3 Los Muleros	Limos y arenas	6.5	2	100.000	Propietario: Arrocerías Herba. Se redefine la superficie a estudiar respecto al Anteproyecto. Tras los ensayos de laboratorio, se elimina la parte del préstamo que no cumple PG-3 y la parte ya explotada.
P-4 El Berral	Conglomerados, limos y arenas	24,5	2,5	0	Zona de préstamo delimitada en 2009. En la nueva zona definida para el P. de Trazado (2024) solo son válidas 2 calicatas. No se localiza a la propiedad para solicitar permiso de nuevos reconocimientos.
P-5 Lugar Nuevo	Limos y arenas	12.0	2,5	300.000	Durante las obras de construcción del tramo Alcalá – Dos Hermanas, SE-40, se utilizó como préstamo la zona norte, localizada entre el Arroyo de las culebras y el trazado actual de la SE-40.
P-6	Limos y arenas	1.0	Variable	20.000	Zona actualmente expropiada, que quedo sin explotar durante las obras de construcción del tramo Alcalá – Dos Hermanas, SE-40. Se corresponde a suelos tolerables.
P-7	Limos y arenas	2,7	2,5	Por definir	Zona actualmente expropiada, que se propone para su utilización como <b>posible</b> préstamo siguiendo las indicaciones de la Dirección General de Carreteras. Sujeta a investigación geotécnica previa.

### [7.3.5.3] Canteras y graveras

Se ha realizado un inventario de canteras y graveras cercanas al trazado proyectado de las cuales se podrían obtener los materiales necesarios para las distintas unidades de obra. Las fichas de las explotaciones, recogidas en el Apéndice II del presente anejo, incluyen una descripción del material explotado (o procedencia del mismo), capacidad de producción, accesibilidad, distancia a la obra. En el Apéndice IV se incluye la información suministrada por las explotaciones (ensayos de los materiales explotados, certificaciones, marcado europeo etc.).

Código	Nombre	Situación	Distancia a la traza (km)	Material explotado	Uso en obra
G-1	La Cabaña	San José de la Rinconada	27	Áridos (depósitos aluviales del Guadalquivir)	Zahorras naturales, arenas Áridos para hormigón Áridos para MB Áridos para tratamientos
G-2	El Toril (Grupo Votorantim)	San José de la Rinconada	27	Áridos (depósitos aluviales del Guadalquivir)	Zahorras naturales, arenas Tolerable a Seleccionado Áridos para hormigón Áridos para MB y tratamientos geotécnicos
G-3	Cortijo Nuevo (Grupo Votorantim)	San José de la Rinconada	27	Áridos (depósitos aluviales del Guadalquivir)	Zahorras naturales, arenas Tolerable a Seleccionado Áridos para hormigón Áridos para MB y tratamientos geotécnicos
G-4	Tarazonilla (Hacienda Tarazonilla la Alta)	La Rinconada	30	Áridos (depósitos aluviales)	Zahorras naturales, arenas Áridos para hormigón

Tabla 2. Cuadro resumen de graveras

Código	Nombre	Situación	Distancia a la traza (km)	Material explotado	Uso en obra
C-1	Las Majadillas	Alcalá de Guadaira	25	Calcarenitas miocenas (albero)	Suelo seleccionado para explanada Suelo adecuado Suelo tolerable para rellenos de terraplén.
C-2	Palito Hincado y Zacatín	Alcalá de Guadaira	25	Calcarenitas miocenas (albero)	Suelo seleccionado para explanada Suelo adecuado Áridos para hormigón Importa zahorra artificial y escollera caliza
C-3	Cantera Santo Domingo	Carmona	50	Calcarenitas miocenas (albero)	Suelo seleccionado para explanada

Código	Nombre	Situación	Distancia a la traza (km)	Material explotado	Uso en obra
					Suelo adecuado Suelo tolerable para rellenos de terraplén.
C-4	El Molinillo	Guillena	30	Granitos micáceos y ofitas	Pedraplén, escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base, intermedia y de rodadura).
C-5	Ficoan	Burguillos	45	Pórfidos diabásicos	Pedraplén, escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base, intermedia y de rodadura).
C-6	Las Arenillas	Villanueva del Río y Minas	52	Andesita basáltica	Escolleras y zahorras artificiales Arena basáltica, árido basáltico de grano de muy fino a muy grueso Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base, intermedia y de rodadura).
C-7	Anfersa Trancosa	Villanueva del Río y Minas	52	Andesita basáltica	Escolleras y zahorras artificiales Arena basáltica, árido basáltico de grano de muy fino a muy grueso Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base, intermedia y de rodadura).
C-8	Cantera Fuenteluenga	El Pedroso	65	Caliza	Pedraplén, escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón
C-9	Bellavista	Gerena	38	Roca granítica	Pedraplén, escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base, intermedia y de rodadura).
C-10	Atalaya	Las Cabezas de San Juan - Utrera	50	Caliza y dolomía	Pedraplén, escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base, intermedia y de rodadura).

Código	Nombre	Situación	Distancia a la traza (km)	Material explotado	Uso en obra
C-11	Minera II	Las Cabezas de San Juan	48	Ofitas	Pedraplén y zahorras artificiales. Áridos para hormigón y MBC.

Tabla 3. Cuadro resumen de canteras

Además, se han localizado en zonas próximas a la obra seis plantas de mezclas bituminosas en caliente, situadas junto a explotaciones inventariadas para este proyecto. Se han inventariado 10 plantas de suministro en un entorno próximo a la obra.

#### [7.3.5.4] Depósitos de sobrantes

Para la ubicación de los depósitos de sobrantes (saneos y a excavaciones de los pilares y pilonos de apoyo del viaducto) se dará preferencia a zonas que donde se cumplan una serie de criterios generales:

- zonas cercanas a la traza, por lo que supone en cuanto a costes ambientales y económicos.
- el impacto visual que pudiera tener en el paisaje la acumulación de estos materiales deberá ser mínimo. En este punto son de especial interés zonas extractivas abandonadas.
- áreas degradadas o espacios muy alterados.
- áreas estables desde un punto de vista geológico y geotectónico, para que el aporte de material adicional no represente el incremento de riesgos geológicos en la zona.

Con estos criterios, y de acuerdo con las prescripciones de la Declaración de Impacto Ambiental, las zonas más adecuadas serán, canteras con zona de restauración para tierras de excavación, zonas extractivas abandonadas y zonas de préstamo utilizadas, de las propuestas para este proyecto.

También se han localizado 3 plantas de tratamiento de residuos en las cercanías del proyecto:

#### [7.3.5.5] Conclusiones del estudio de procedencia de materiales

A continuación, se recogen las recomendaciones propuestas para el seguimiento de las diversas unidades de material dentro del área de estudio que nos ocupa en este informe.

- Los materiales necesarios para la construcción de los rellenos (suelo tolerable o adecuado/seleccionado) se podrán obtener de los préstamos P-3, P-5 y otras excavaciones próximas (SE-31 y enlace de Coria). Al no disponer de suficiente volumen, el resto deberá proceder de canteras de calcarenitas/albero (Alcalá de Guadaíra) y de graveras (La Rinconada).
- El suelo adecuado para la explanada deberá proceder de canteras de calcarenitas/ y de graveras.
- Para el material de los tratamientos geotécnicos (columnas de grava), se recomienda las graveras inventariadas, todas ellas localizadas en La Rinconada y una distancia de 25 – 30 km de la traza.
- En relación con los suelos estabilizados con cemento, para explanada, procederán de las canteras de calcarenitas y también es posible obtener este material de las graveras.

- La zavorra artificial procederá del machaqueo y trituración de piedra de cantera.
- Los materiales procedentes de las graveras y canteras inventariadas cumplen las especificaciones para áridos para hormigones. Los áridos necesarios para las mezclas bituminosas, pueden

obtenerse de las canteras ubicadas en la zona de Villanueva del Río y Minas, alejada del trazado 50 – 65 km, pero se considera necesario recurrir a estos áridos para cumplir con las exigencias de calidad de las capas de firme. Igualmente son válidas las ofitas de La Cabezas de San Juan.

Origen / instalación	Tipo material	Unidad de obra								
		Relleno terraplén		Suelo Seleccionado	S-EST 3	Zavorra artificial	Escollera de protección	Columnas grava	Árido Hormigón	Árido MBC
		Bajo cota inundación (Adecuado)	Sobre cota inundación (Tolerable)							
Préstamo P-3	Niveles de gravas silíceas con arcillas arenosas/arenas arcillosas	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Préstamos P-5	Limos arenosos	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Excavaciones de la traza	Suelos compactados (terraplén y cuñas de transición)	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Excavaciones (Se-31; Mota Emboquille, Terraplenes E. Coria)	Arenas limosas y limos arenosos compactados	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
G-1	La Cabaña Áridos (depósitos del Guadalquivir)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓
G-2	El Toril (Grupo Votorantim) Áridos (depósitos del Guadalquivir)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗
G-3	Cortijo nuevo (Grupo Votorantim) Áridos (depósitos del Guadalquivir)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗
G-4	Tarazonilla Áridos (depósitos del Guadalquivir)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗
C-1	Las Majadillas Calcarenitas miocenas (albero)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
C-2	Palito Hincado y Zacatín Calcarenitas miocenas (albero)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
C-3	Santo Domingo Calcarenitas miocenas (albero)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗
C-4	El Molinillo Granitos micáceos y ofitas	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓
C-5	Ficoan Pórfidos	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓
C-6	Las Arenillas Andesita basáltica	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓
C-7	Anfersa Trancosa Andesita basáltica	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓
C-8	Cantera Fuenteluenga Caliza	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗
C-9	Bellavista Roca granítica	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗

C-10	Atalaya	Caliza y dolomía	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x
C-11	Minera II	Ofitas	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓

Tabla 4. Préstamos, graveras, e instalaciones de suministro seleccionado

#### [7.4] Efectos sísmicos

La peligrosidad sísmica se define por medio de los siguientes parámetros:

- ✓ La aceleración horizontal en terreno tipo A, agR.
- ✓ El coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la distinta contribución de la sismicidad de la península y de las áreas marinas adyacentes y de la más lejana, de la parte de la zona Azores-Gibraltar situada en Goringe-Herradura.

Los valores (agR y K) se muestran en el apartado AN.5 del Anejo Nacional de UNE-EN 1998-1:2018, para las coordenadas geodésicas del emplazamiento considerado. Las coordenadas geográficas de la zona de estudio en grados decimales son:

- Longitud: -6.054;
- Latitud: 37.288.

Por tanto:

- ✓ ag R = 0.091g
- ✓ k=: 1.1

Por otro lado, para tener en cuenta la influencia de las condiciones locales del terreno sobre la acción sísmica se utilizan los tipos de terreno A, B, C, D y E, en función del valor de las ondas Vs. Para ello se llevó a cabo un ensayo de Down Hole en el sondeo SAP-09 (2022). Según el perfil sísmico, se adopta un valor de Vs30 de 217 m/s (terreno Tipo C).

El Anejo Nacional del Eurocódigo 8 considera distintas clases de construcción de acuerdo con el uso al que se destine la estructura y a los daños que pueda ocasionar su destrucción.

El viaducto sobre el río Guadalquivir puede considerarse como un puente de Clase de III. Por tanto, el valor de la aceleración de cálculo será igual a:

$$a_g = \gamma I \cdot a_g R = 1,3 \cdot 0,091 = 0,1183g$$

A partir de la aceleración de cálculo, el tipo terreno y del coeficiente K de contribución, se puede determinar el espectro elástico de respuesta. Según se especifica en el Anejo Nacional AN.2 del Eurocódigo 8 UNE-EN 1998, los parámetros que describen el espectro S, TB, TC y TD se pueden determinar a partir de lo indicado en la siguiente tabla para cada tipo de suelo:

Tipo de suelo	S	T <sub>B</sub> [s]	T <sub>C</sub> [s]	T <sub>D</sub> [s]
A	1	T <sub>C</sub> /5	K/4	2,0
B	$a_g \leq 0,1 g$ S = C	T <sub>C</sub> /5	KC/4	2,0
C	$0,1 g \leq a_g \leq 0,4 g$ S = C + 3,33 $\left(\frac{a_g}{g} - 0,1\right) (1,0 - C)$			
	$a_g > 0,4 g$ S = 1			
D	$a_g \leq 0,1 g$ S = 2	T <sub>C</sub> /5	K/2	2,0
	$0,1 g \leq a_g \leq 0,4 g$ S = 2,33 - 3,33 $\frac{a_g}{g}$			
	$a_g > 0,4 g$ S = 1			

Donde C = (800/v<sub>s,30</sub>)<sup>0,405</sup> (con v<sub>s,30</sub> en m/s) y K se establece en 3.2.1(2) de AN/UNE-EN 1998-1.

Tabla 5. Parámetros S, TB, TC y TD (espectro de respuesta elástico horizontal a nivel nacional)

- ✓ C = 1.834
- ✓ S = 1.783

Las componentes horizontales de la acción sísmica, el espectro de respuesta elástica Se(T) se define por las siguientes ecuaciones:

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[ \frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

Se(T) es el espectro de respuesta elástica;

T es el periodo de vibración de un sistema lineal con un grado de libertad;

ag es el valor de cálculo de la aceleración del suelo en un terreno tipo A;

TB es el límite inferior del periodo del tramo de aceleración espectral constante;

TC es el límite superior del periodo del tramo de aceleración espectral constante;

TD es el valor que define el comienzo del tramo de respuesta de desplazamiento constante del espectro;

S es el coeficiente de suelo;

$\eta$  es el coeficiente de corrección del amortiguamiento con valor de referencia  $\eta = 1$ , para un amortiguamiento viscoso del 5

El espectro de respuesta vertical se obtiene a partir del horizontal teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

$a_{vg} / a_g$	$T_{vB} / T_B$	$T_{vC} / T_C$	$T_{vD} / T_D$
0,7	1,0	0,75	1,0

Siendo los valores  $T_{vB}$ ,  $T_{vC}$  y  $T_{vD}$  los valores  $T_B$ ,  $T_C$ ,  $T_D$ , respectivamente, a emplear en las siguientes ecuaciones que definen la forma del espectro de respuesta elástico vertical.

$$0 \leq T \leq T_B : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[ 1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[ \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right]$$

De esta manera, se obtienen el siguiente espectro elástico de diseño:

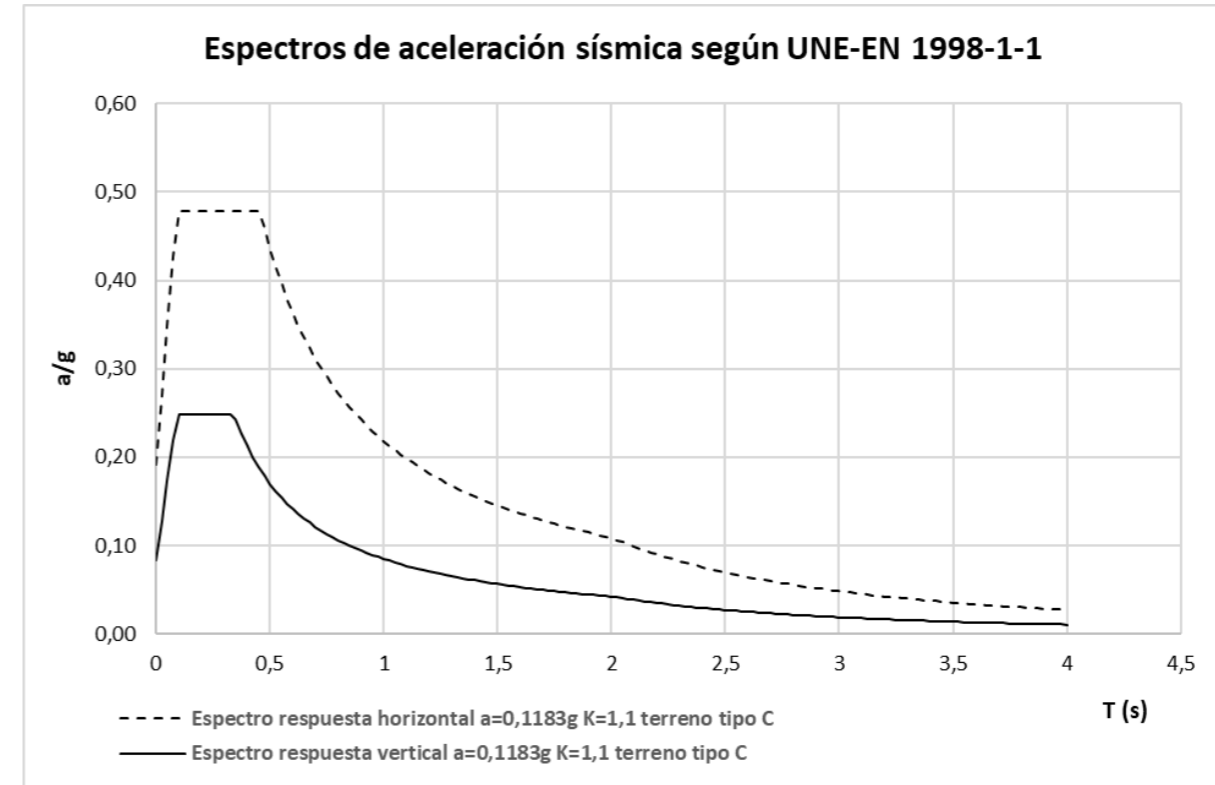


Imagen 8. Espectro elástico de respuesta de acuerdo con UNE-EN 1998-1:2018

## [7.5] Climatología

Se incluye la descripción y análisis de la climatología y la hidrología en el ámbito de estudio del cruce del río Guadalquivir por la Autovía SE-40, con el objetivo de aportar la información necesaria para identificar los posibles condicionantes existentes y definir las soluciones de drenaje necesarias.

### [7.5.1] Estaciones climáticas consideradas

En la siguiente tabla se indican las principales características de cada una de las estaciones climáticas consideradas:

Tabla 6. Estaciones climáticas consultadas cerca del área de estudio.

Código	Denominación	Tipo	Cota	Long.	Lat.	X_30	Y_30
5790	Sevilla Tablada	C	8	600342	372151	233473	4139507
5788I	Camas (El Carambolo)	TP	66	602132	372312	231126	4142099
5811M	Sevilla (Sanidad vegetal)	TP	14	556562	372127	238822	4138614
5783	Sevilla/San Pablo	C	34	552452	372500	245199	4144990
5817C	Espartinas	TP	130	607242	372256	223459	4141856
5812O	Coria del Río (Sequero)	TP	8	601312	371656	231779	4130458
5814E	Coria del Río (Edafología)	TP	30	603582	371701	228171	4130745

#### [7.5.1.1] Precipitación

La tabla siguiente resume los valores medios anuales de las precipitaciones totales mensuales y de las precipitaciones máximas diarias hallados a partir de los registros suministrados por la AEMET. En la columna "A.C." se indica para cada estación el tamaño de la serie completa utilizada para hallar estos valores:

Tabla 7. Años completos de precipitación anual y máxima diaria de las estaciones del entorno de estudio.

Cod.	Nombre estación	Periodo	Precipitación media anual		Precipitación máxima diaria	
			A.C	V.A	A.C	V.A
5783	Sevilla/San Pablo	1951-2021	69	556,84	69	109,3
5788I	Camas (El Carambolo)	1987-2020	15	628,23	12	62,7
5790	Sevilla Tablada	1922-2004	80	581,07	74	98,8
5811M	Sevilla (Sanidad Vegetal)	1993-2020	20	554,11	20	110
5814E	Coria del Río (Edafología)	1985-2018	20	532,8	14	98,5

### [7.5.1.2] Temperaturas

En la siguiente tabla se muestran los años completos de los que se disponen datos de las variables de temperatura allí indicadas.

Tabla 8. Resumen de los meses con mayores precipitaciones diarias y totales.

Variable	Número de años completos (TEMPERATURA)						
	5783 Sevilla/San Pablo	5788i Camas (El Carambolo)	5790 Sevilla (Tablada)	5811m Sevilla (Sanidad Vegetal)	5812o Coria del Río (Sequero)	5814e Coria del Río (Edafología)	5817c Espartinas
Temp. Media	68	18	76	16	5	32	7
Temp. Máxima Absoluta	68	20	76	16	5	32	7
Temp Máxima Media	68	20	76	16	5	32	7
Temp Mínima Absoluta	61	19	75	16	5	32	7
Temp Mínima Media	68	19	76	16	5	32	7
Días Temp Mínima <= 0	68	19	74	16	5	31	7
Días Temp Máxima <=25	68	20	74	16	5	32	7
Días Temp Máxima >= 30	68	20	74	16	5	31	7
Días Temp Mínima <= -5	68	19	74	16	5	31	7
Días Temp Mínima >= 20	68	19	74	16	5	31	7

### [7.5.1.3] Vientos

Los vientos se producen por diferencias de presión atmosférica, atribuidas, sobre todo, a diferencias de temperatura. Esta diferencia hace que el aire se desplace de las zonas de mayor presión a las de menor presión.

En las siguientes tablas se muestran los registros de vientos de las estaciones 5790 "Sevilla – Tablada" y 5783 "Sevilla/San Pablo"

Tabla 9. Velocidad y % de veces en el que el viento viene de cada rumbo para la estación 5790.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calmas %
Vel	11	6	12	6	12	3	9	4	19	12	23	13	22	9	13	6	33
%	11	2	8	2	4	0	2	1	11	6	15	4	9	2	5	2	

Tabla 10. Velocidad y % de veces en el que el viento viene de cada rumbo para la estación 5783.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calmas %
Vel	9	7	13	11	15	6	8	5	13	12	20	13	16	9	12	7	22
%	4	5	12	7	7	1	2	1	4	5	19	6	8	2	3	2	

### [7.5.2] Caracterización climática general

#### [7.5.2.1] Relaciones Cualitativas. Vegetación Cultivada. Clasificación de J. Papadakis

Se considera que las características fundamentales de un clima son dos: el régimen térmico (como síntesis de un tipo de invierno y un tipo de verano), y el régimen de humedad.

La estación agroclimática del Atlas Agroclimático Nacional de España, redactado por el Ministerio para la Transición Ecológica que se encuentran dentro de la zona de estudio y que se ha considerado más representativas es la 5790 Sevilla Tablada. La clasificación climática según Papadakis para esta estación queda resumida en la siguiente tabla:

Tabla 11. Clasificación climática según Papadakis para la estación Sevilla Tablada.

Estación	Tipo Invierno	Tipo Verano	Reg. Humedad	Reg. Térmico	Clasificación
5790 Sevilla Tablada	Ci (citrus)	G (algodón más cálido)	Me (Mediterráneo seco)	SU (Subtropical cálido)	Mediterráneo subtropical

#### Tipo de invierno

La totalidad del área de estudio se encuentra bajo la clasificación de un invierno tipo citrus (ci).

- Invierno Citrus (ci) se caracteriza por:
  - Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío entre los -2,5°C y 7°C.
  - Temperatura media de las máximas del mes más frío entre los 10°C y 21°C.

#### Tipo de verano

La zona objeto de estudio se caracteriza en su totalidad por el tipo de verano Algodón más cálido (G):

- Algodón más cálido (G) se caracteriza por:
  - La duración de la estación libre de heladas mínima en meses será mayor de 4,5.
  - Media de las temperaturas medias de máximas de los 6 meses más cálidos es mayor a 25°C.
  - La media de las máximas del mes más cálido es mayor a 33,5°C.

- La media de las mínimas del mes más cálido es mayor a 20°C.

#### Régimen de humedad

La mayor parte de la zona de estudio se caracteriza por un régimen tipo Mediterráneo Seco (Me) y una pequeña parte del área de estudio se caracteriza por un régimen tipo Mediterráneo Húmedo (ME).

#### Régimen térmico

La zona de estudio es clasificada como subtropical cálido (SU).

#### Clasificación

En este caso en la zona de estudio se da en su totalidad el tipo de clima mediterráneo subtropical.

#### 7.5.2.1.1. Índice de Aridez de Martonne

El índice de aridez de Martonne se define mediante la siguiente expresión:

Donde:

El índice de aridez de Martonne se define mediante la siguiente expresión:

$$I_a = \frac{P}{t + 10}$$

Donde:

$I_a$ , índice de aridez

$P$ , precipitación media anual en mm.

$t$ , temperatura media anual en °C.

Siendo la clasificación del índice de aridez de Martonne:

- 0-5 Muy árido (desértico)
- 5-15 Árido
- 15-20 Semiárido (tipo Mediterráneo)
- 20-30 Subhúmedo
- 30-60 Húmedo
- >60 Muy húmedo

La zona del estudio, los valores obtenidos se resumen a continuación:

Tabla 12. Obtención del grado de aridez para cada una de las estaciones analizadas.

Estación	P media anual (mm)	T media anual (°C)	Ia	Grado de aridez
5783 SEVILLA/SAN PABLO	556,8	19	19,2	Semiárido (tipo Mediterráneo)
5788I CAMAS (EL CARAMBOLO)	628,2	19	21,7	Subhúmedo
5790 SEVILLA (TABLADA)	581,1	18	20,8	Subhúmedo
5811M SEVILLA (SANIDAD VEGETAL)	554,1	19	19,1	Semiárido (tipo Mediterráneo)
5814E CORIA DEL RIO (EDAFOLOGIA)	532,8	18	19,0	Semiárido (tipo Mediterráneo)
5817C ESPARTINAS	549,9	20	18,3	Semiárido (tipo Mediterráneo)

#### 7.5.2.1.2. Índice termopluiométrico de Dantín-Revenga

Tiene por valor:

$$I_{tp} = 100 \cdot \frac{t}{P}$$

Donde:

$I_{tp}$ , índice termopluiométrico.

$P$ , precipitación media anual en mm.

$t$ , temperatura media anual en °C.

Con arreglo a este índice, serán:

Húmedas aquellas zonas cuyo índice valga de 0 a 2.

Semiáridas, las de índice entre 2 y 3.

Áridas entre 3 y 6.

Subdesérticas, mayor a 6.

La zona del estudio, los valores obtenidos se resumen a continuación:

Tabla 13. Obtención del índice termopluiométrico de Dantín-Revenga.

Estación	P media anual (mm)	T media anual (°C)	Itp	Subdivisión
5783 SEVILLA/SAN PABLO	556,8	19	3,4	Áridas
5788I CAMAS (EL CARAMBOLO)	628,2	19	3,0	Áridas
5790 SEVILLA (TABLADA)	581,1	18	3,1	Áridas
5811M SEVILLA (SANIDAD VEGETAL)	554,1	19	3,4	Áridas
5814E CORIA DEL RIO (EDAFOLOGIA)	532,8	18	3,4	Áridas
5817C ESPARTINAS	549,9	20	3,6	Áridas

#### [7.5.2.2] Diagrama Ombrotérmico de WaterGausen

La determinación de la estación seca se efectúa mediante el diagrama ombrotérmico de Gausen, por cruce de las curvas:

- Abscisas: meses del año.
- Ordenadas:
  - Precipitación media mensual (mm)
  - Temperatura media mensual (°C). Distorsión de ordenadas 1°C = 2 mm

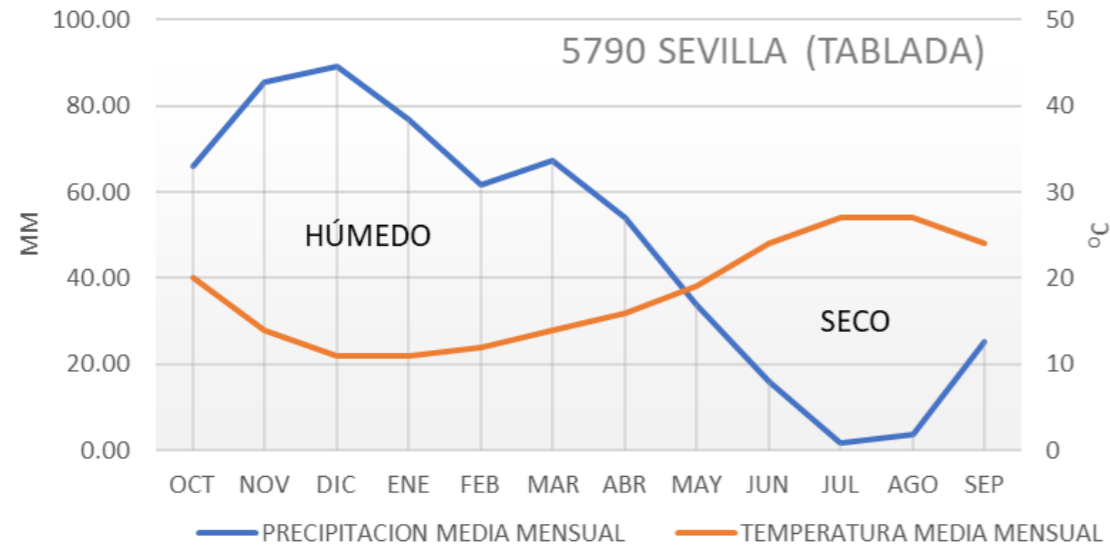


Imagen 9. Diagrama Ombrotérmico de la estación 5790 Sevilla Tablada.

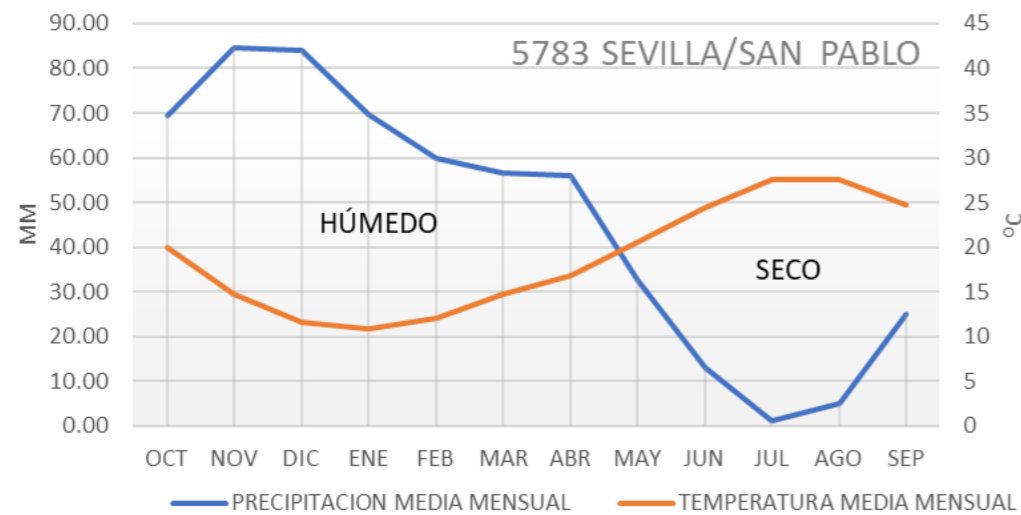


Imagen 10. Diagrama Ombrotérmico de la estación 5783 Sevilla/San Pablo.

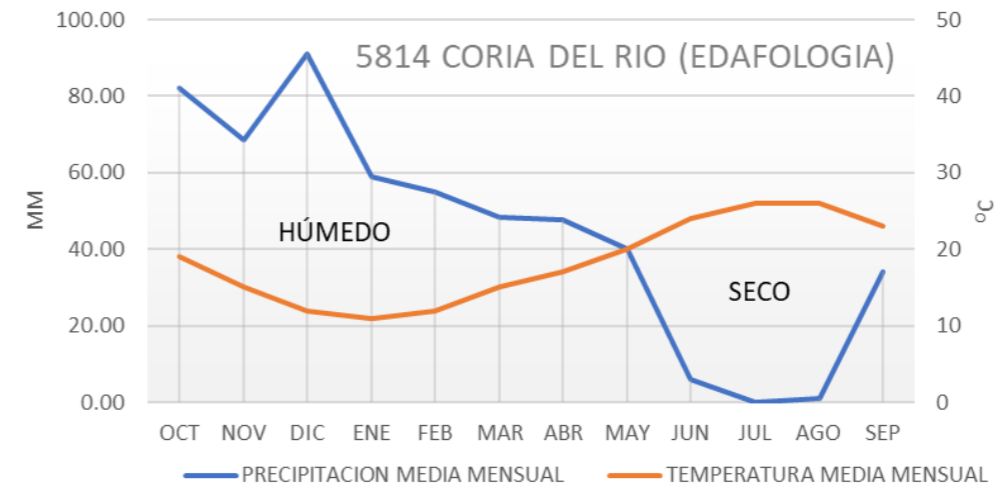


Imagen 11. Diagrama Ombrotérmico de la estación 5814E Coria del río (edafología).

[7.5.2.3] Diagrama de Termohietas

El diagrama de termohietas o climograma representa, generalmente, en el eje Y las temperaturas medias mensuales (°C) y en el eje X las precipitaciones medias mensuales (mm). A partir de esta representación, se clasifica el clima en cuatro grados: Frío, cuando la temperatura es menor a 5°C; Fresco, cuando la temperatura está entre 5°C y 15°C; Templado, cuando la temperatura está entre 15°C y 25°C; Caliente, cuando la temperatura es mayor a 25°C.

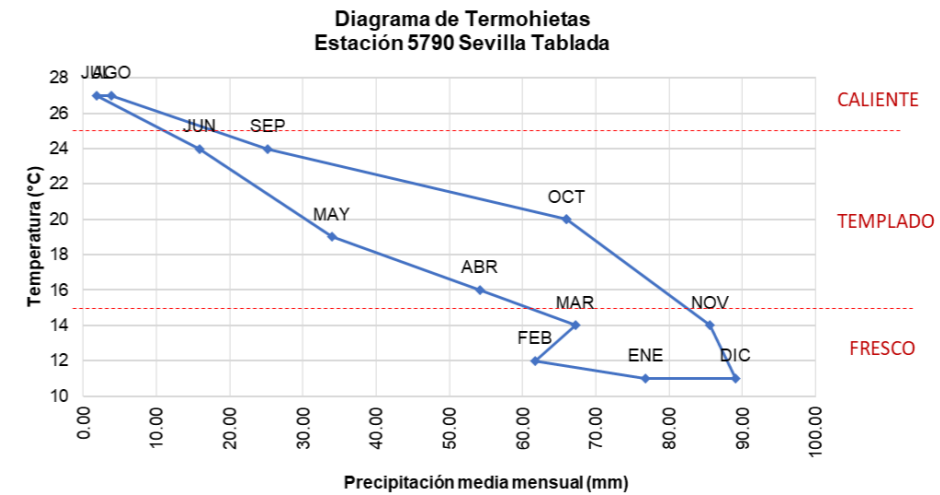


Imagen 12. Diagrama de Termohietas para la estación 5790 "Sevilla Tablada".

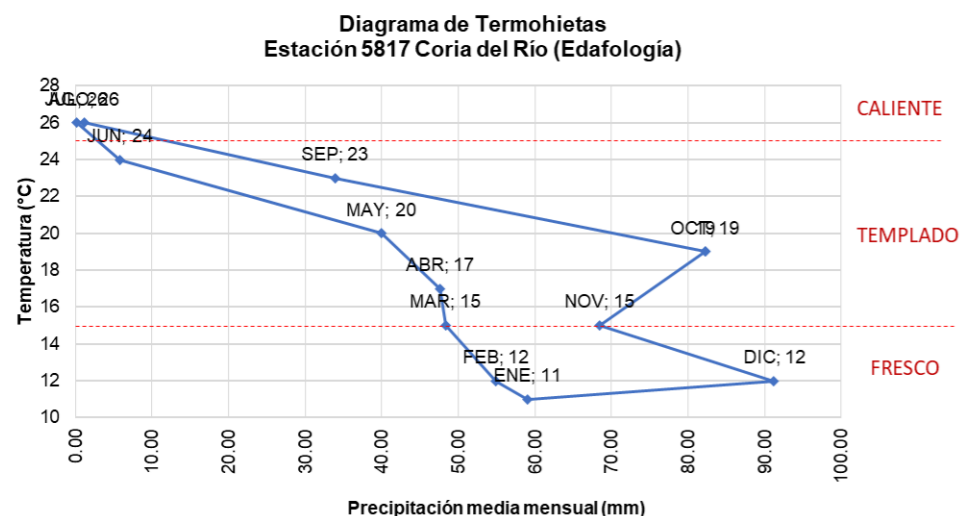


Imagen 13. Diagrama de Termohietas para la estación 5817 "Coria del Río (Edafología)".

#### [7.5.2.4] Clasificación climática de Köppen

Vladimir Köppen propone una clasificación climática en la que se tienen en cuenta tanto las variaciones de temperatura y humedad como sus valores medios en los meses más cálidos o fríos y, lo más importante, hace hincapié en las consecuencias bioclimáticas de dichos valores. En su clasificación utiliza letras para denominar a los climas.

En la tabla siguiente se definen los grupos climáticos asociados a cada una de las estaciones meteorológicas consultadas, partiendo de los resultados indicados en los datos de temperatura media mensual.

Vladimir Köppen propone una clasificación climática en la que se tienen en cuenta tanto las variaciones de temperatura y humedad como sus valores medios en los meses más cálidos o fríos y, lo más importante, hace hincapié en las consecuencias bioclimáticas de dichos valores. En su clasificación utiliza letras para denominar a los climas.

En la tabla siguiente se definen los grupos climáticos asociados a cada una de las estaciones meteorológicas consultadas, partiendo de los resultados indicados en los datos de temperatura media mensual.

Tabla 14. Grupos y subgrupos de la zona de estudio.

Estación	Temperatura media mensual del mes más frío	Grupo climático	Subgrupo climático
5790 SEVILLA (TABLADA)	11oC	Clima seco	Semiárido (estepa)
5783 SEVILLA/SAN PABLO	11oC	Clima seco	Semiárido (estepa)
5814E CORIA DEL RIO (EDAFOLOGIA)	11oC	Clima seco	Semiárido (estepa)
5788I CAMAS (EL CARAMBOLO)	11oC	Clima seco	Semiárido (estepa)
5811M SEVILLA (SANIDAD VEGETAL)	11oC	Clima seco	Semiárido (estepa)

La subdivisión correspondiente a la zona de estudio es la 'h'. En las estaciones consideradas en la tabla siguiente, la temperatura es igual o superior a 18°C lo que corresponde a la subdivisión 'h', criterio aplicable a un clima del grupo 'B' como el analizado.

Tabla 15. Subdivisión climática de las estaciones cercanas a la zona de estudio.

Estación	T media del mes más cálido	T media del mes más frío	T media anual	Subdivisión
5790 SEVILLA (TABLADA)	27 oC	11oC	18 oC	h
5783 SEVILLA/SAN PABLO	28 oC	11oC	19 oC	h
5814E CORIA DEL RIO (EDAFOLOGIA)	26 oC	11oC	18 oC	h
5788I CAMAS (EL CARAMBOLO)	27oC	11oC	19 oC	h
5811M SEVILLA (SANIDAD VEGETAL)	28 oC	11oC	19 oC	h

#### [7.6] Hidrología

El objeto del presente apartado es describir las características hidrológicas de las masas de agua superficiales y subterráneas identificadas en la zona de estudio, y obtener los caudales circulantes por las mismas, para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años. Dicho estudio permitirá dimensionar más adelante las obras de drenaje necesarias.

##### [7.6.1] Cálculo de caudales de las pequeñas cuencas vertientes

Para la obtención de los caudales de avenidas se ha utilizado el método racional de la Norma 5.2.-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016), así como las consideraciones indicadas por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

En la tabla siguiente se pueden ver las características físicas principales de las cuencas que interceptan la traza (extensión, longitud del cauce, pendiente, etc.), así como su tiempo de concentración.

Tabla 16. Características físicas de las cuencas.

Nº de cuenca	Datos físicos de la cuenca						Tc (h)
	Superficie (m²)	Longitud (m)	Cota Sup (m)	Cota Inf (m)	Dif. Cota (m)	Pend. J (%)	
0.8	409.306	837	8,667	2,820	5,847	0,70	0,673
5.0	17.838.280	7.737	90,000	1,985	88,015	1,14	3,325

##### [7.6.1.1] Método Racional

En este apartado, se determinarán los caudales siguiendo el Método Racional para aquellas cuencas con una superficie menor de 50 km<sup>2</sup>, sin datos de caudales máximos en la aplicación informática CAUMAX.

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual QT, correspondiente a un periodo de retorno T, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Siendo:

QT (m<sup>3</sup>/s) = Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca

$I$  (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado  $T$ , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración  $t_c$ , de la cuenca.

$A$  (km<sup>2</sup>) = Superficie de la cuenca

$C$  = Coeficiente de escorrentía

$K_t$  = coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

#### [7.6.1.2] Precipitación máxima diaria

Para la determinación de las máximas precipitaciones diarias para distintos periodos de recurrencia, se parte de la hipótesis de que las precipitaciones son variables aleatorias e indefinidas, sujetas a una distribución estocástica determinada.

A partir de los datos suministrados por AEMET para las estaciones seleccionadas en la zona de estudio, se han calculado las precipitaciones máximas diarias para los períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años.

Las únicas estaciones principales (completas y/o automáticas) que se localizan cerca del ámbito de estudio han sido: 5790 "Sevilla Tablada" y 5783 "Sevilla/San Pablo". Debido a la proximidad a la zona de estudio, por tratarse de una estación completa y por disponer de más de 30 años de registros pluviométricos se ha considerado conveniente emplear la estación 5790 "Sevilla Tablada" como representativa del área de estudio.

#### 7.6.1.2.1. Presentación de la precipitación máxima diaria de la estación de referencia

Seguidamente se adjuntan los valores de precipitación máxima diaria obtenida mediante las distribuciones de Gumbel, SQRT-ET y mediante el mapa de la Dirección General de Carreteras.

Los resultados obtenidos para la estación considerada se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 17. Precipitación máxima diaria ( $P_d$ ) para cada periodo de retorno considerado.

Estación	$T=2$	$T=5$	$T=10$	$T=25$	$T=50$	$T=100$	$T=200$	$T=500$
<b>5790 - Sevilla 'Tablada'</b>								
D.G.C.	<b>50,5</b>	<b>67,6</b>	<b>79,9</b>	<b>96,9</b>	<b>110,4</b>	<b>124,6</b>	<b>140,1</b>	<b>160,7</b>
GUMBEL	50,39	66,03	76,38	89,46	99,16	108,79	118,38	131,04
S.Q.R.T.	47,38	61,03	70,92	84,37	95,02	106,18	117,86	134,12
Valor Máximo de la Estación	<b>50,5</b>	<b>67,6</b>	<b>79,9</b>	<b>96,9</b>	<b>110,4</b>	<b>124,6</b>	<b>140,1</b>	<b>160,7</b>

#### [7.6.1.3] Intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación  $I$  ( $T$ ,  $t$ ) correspondiente a un período de retorno  $T$ , y a una duración del aguacero  $t$ , a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

$I$  ( $T$ ,  $t$ ) (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno  $T$  y a una duración del aguacero  $t$ .

$I_d$  (mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno  $T$

Fint (adimensional) Factor de intensidad

La intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno  $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca  $QT$ , es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración ( $t = t_c$ ) de dicha cuenca.

#### 7.6.1.3.1. Intensidad media diaria de precipitación corregida

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno  $T$ , se obtiene mediante la fórmula.

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

donde:

$I_d$  (mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno  $T$ .

$P_d$  (mm) = Precipitación diaria correspondiente al período de retorno  $T$ .

$K_A$  (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

#### 7.6.1.3.2. Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca  $K_A$ , tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie.

Se obtiene a partir de la siguiente formula:

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

donde:

$K_A$  = (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

$A$  = (km<sup>2</sup>) Área de la cuenca.

El factor reductor de la precipitación, para cada una de las cuencas objeto de estudio, es:

Tabla 18. Factor reductor  $K_A$ .

Cuenca	$S$ (km <sup>2</sup> )	Tipo	$K_A$
0.8	0,409	<1km <sup>2</sup>	1
5.0	17,838	>1km <sup>2</sup>	0,917

#### 7.6.1.3.3. Factor de intensidad (Fint)

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero  $t$
- El período de retorno  $T$

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max. (F_a, F_b)$$

donde:

$F_{int}$  (adimensional) Factor de intensidad.

$F_a$  (adimensional) Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I1/I_d$ ).

$F_b$  (adimensional) Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

a) Obtención de  $F_a$

$$F_a = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$$

Donde:

$F_a$  (adimensional) = Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I1/I_d$ ).

$I1/I_d$  (adimensional) = Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la imagen 22.

$t$  (horas) = Duración del aguacero.

Para la obtención del factor  $F_a$ , se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración ( $t = t_c$ ). Su obtención se justifica en el apartado siguiente.

En la siguiente Tabla se refleja el cálculo del factor  $F_a$  para cada cuenca,  $T_c$  y ( $I1/I_d$ ).

Tabla 19. Factor  $F_a$ .

Cuenca	$I1/I_d$	$T_c$ (h)	$T_c$ (min)	$F_a$
0.8	9	0,673	40,38	11,17
5.0	9	3,325	199,5	4,43

#### [7.6.1.4] Tiempo de concentración

Tiempo de concentración  $t_c$ , es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe.

Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, mediante las siguientes formulaciones:

Para cuencas importantes la fórmula es:

$$t_c = 0,3 * L_c^{0,76} * J_c^{-0,19}$$

donde:

$L_c$  = longitud del cauce principal en kilómetros

$J_c$  = pendiente media del cauce adimensional

Dado que el tiempo de concentración depende de la longitud y pendiente del cauce escogido, deben tantearse diferentes cauces o recorridos del agua, incluyendo siempre en los tanteos los de mayor longitud y menor pendiente. El cauce (o recorrido) que debe escogerse es aquél que da lugar a un valor mayor del tiempo de concentración  $t_c$ .

Según la Norma 5.2-IC, cuando se tiene ( $t_c \leq 0,25h$ ) se debe recalcular el tiempo de concentración aplicando las indicaciones proporcionadas para cuencas secundarias. Para lo cual se divide el recorrido de la escorrentía en tramos de características homogéneas de longitud inferior a trescientos metros y se suman los tiempos parciales obtenidos, distinguiendo entre:

- Flujo canalizado a través de cunetas u otros elementos de drenaje: se puede considerar régimen uniforme y aplicar la ecuación de Manning.
- Flujo difuso sobre el terreno:

$$t_{dif} = 2 * L_{dif}^{0,408} * n_{dif}^{0,312} * J_{dif}^{-0,209}$$

donde:

$n_{dif}$  = coeficiente de flujo difuso adimensional

$L_{dif}$  = longitud de recorrido en flujo difuso en metros

$J_{dif}$  = pendiente media

Se llevan a cabo los cálculos del  $T_c$  para cada Cuenca en función de la longitud del cauce principal, allí donde se pueda determinar con claridad, y la pendiente media del mismo.

Tabla 20. Datos físicos de la cuenca.

Nº de cuenca	Datos físicos de la cuenca						$T_c$ (h)
	Superficie (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Cota Sup (m)	Cota Inf (m)	Dif. Cota (m)	Pend. J (%)	
0.8	409.306	837	8,667	2,820	5,847	0,70	0,673
5.0	17.838.280	7.737	90,000	1,985	88,015	1,14	3,325

#### [7.6.1.5] Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía  $C$ , define la parte de la precipitación de intensidad  $I$  ( $T$ ,  $t_c$ ) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

El coeficiente de escorrentía  $C$ , se obtendrá mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad C = 0$$

donde:

C (adimensional) Coeficiente de escorrentía

Pd (mm) Precipitación diaria correspondiente al período de retorno

Tc considerado

KA (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

P0 (mm) Umbral de escorrentía

#### 7.6.1.5.1. Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía P0, representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía.

Se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

donde:

P0 (mm) Umbral de escorrentía

P0i(mm) Valor inicial del umbral de escorrentía

$\beta$ . (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

El valor inicial del umbral de escorrentía P0i, se determina a partir de series de datos o mapas publicados por la Dirección General de Carreteras, en los que se obtiene directamente el valor de P0i para una determinada localización geográfica.

Normalmente, dicho valor en cada punto se obtiene como promedio en la cuenca vertiente al punto de cálculo de una determinada discretización espacial llevada a cabo sobre el territorio.

Los valores de Po' abajo indicados, son los valores incluidos en la tabla 2.3 "Valor inicial del umbral de escorrentía Po' (mm)" de la Instrucción 5.2-IC, correspondientes a cada tipo de suelo, según su grupo de suelo y su pendiente, de cada una de las cuencas vertientes del presente anteproyecto.

La determinación de los grupos hidrológicos de suelo presentes en la cuenca se debe realizar a partir del mapa adjunto.

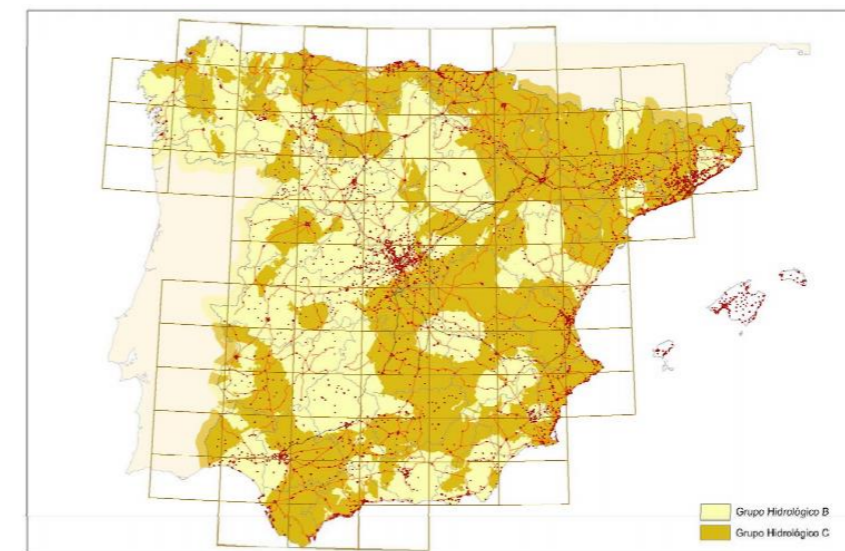


Imagen 14. Mapas de grupos hidrológicos del suelo. Fuente: 5.2-IC.

Tabla 21. % Usos del suelo y umbral de escorrentía-1.

Cuenca	Pendiente (%)	Tejido Urbano Continuo		Tejido Urbano Discontinuo		Zonas Industriales y Comerciales		Escombreras y Vertederos		Zonas de Construcción		Zonas Verdes Urbanas		Instalaciones Deportivas y Recreativas		Tierras de labor en secano	
		Superficie (m2)	Valor de Po	Superficie (m2)	Valor de Po	Superficie (m2)	Valor de Po	Superficie (m2)	Valor de Po	Superficie (m2)	Valor de Po	Superficie (m2)	Valor de Po	Superficie (m2)	Valor de Po	Superficie (m2)	Valor de Po
0.8	0.70%	0	1	0	14	0	4	18773.77	11	80006.771	14	0	23	0	32	0	21
5.0	1.16%	1590960.599	1	3654758.921	14	1282586.734	4	0	11	1144123.283	14	279422.137	23	186405.892	32	2826600.665	21

Tabla 22. % Usos del suelo y umbral de escorrentía-2.

Cuenca	Terrenos permanentemente regados			Otros frutales en regadío			Olivares			Prados y praderas			Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano			Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso			Cursos de agua			Po ponderado	
	Uso de suelo			Código			Grupo Hidrológico de suelo			Código			Grupo Hidrológico de suelo			Código			Grupo Hidrológico de suelo				
	Pendiente (%)	Superficie (m2)	Valor de Po	Superficie (m2)	%	Valor de Po	Superficie (m2)	%	Valor de Po	Superficie (m2)	%	Valor de Po	Superficie (m2)	%	Valor de Po	Superficie (m2)	%	Valor de Po	Superficie (m2)	%	Valor de Po		
0.8	0.70%	294681.457	72.00%	16	88.998	0.02%	19	0	0.00%	34	0	0.00%	22	0	0.00%	19	9597.441	2.34%	22	6157.975	1.50%	0	15.28
5.0	1.16%	2266107.98	12.70%	16	199548	1.12%	19	3	4.13%	34	5	8.06%	22	8	12.52%	19	0	0.00%	22	0	0.00%	0	15.97

La formulación del método racional efectuada requiere una calibración con datos reales de las cuencas, que se introduce en el método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía  $\beta$ .



Imagen 15. Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. La elipse roja delimita la zona de estudio. Fuente: 5.2-IC.

- Drenaje transversal de vías de servicio, ramales, caminos, accesos a instalaciones y edificaciones auxiliares de la carretera y otros elementos anejos (siempre que el funcionamiento hidráulico de estas obras no afecte a la carretera principal) y drenaje de plataforma y márgenes: Se debe aplicar el producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía por un factor dependiente del período de retorno T, considerado para el caudal de proyecto en el elemento de que en cada caso se trate:

$$\beta_{PM} = \beta_m * FT$$

- Drenaje transversal de la carretera (puentes y obras de drenaje transversal): producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía corregido por el valor correspondiente al intervalo de confianza del cincuenta por ciento, por un factor dependiente del período de retorno T considerado para el caudal de proyecto, es decir:

$$\beta_{DT} = (\beta_m - \Delta 50) * FT$$

donde:

$\beta_{PM}$  (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes, o drenaje transversal de vías auxiliares

$\beta_{DT}$  (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal de la carretera

$\beta_m$  (adimensional) Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía

$FT$  (adimensional) Factor función del período de retorno T

$\Delta 50$  (adimensional) Desviación respecto al valor medio: intervalo de confianza correspondiente al cincuenta por ciento (50 %)

Seguindo las indicaciones de los pliegos de la DGC, se utiliza un coeficiente corrector dado por el valor medio regional menos el intervalo de confianza del 67%.

Los datos obtenidos para cada cuenca son los siguientes

los valores regionales de calibración igual a 1, el valor de calibración regional para 50 años, también se ha considerado 1. El coeficiente de escorrentía C quedará, por lo tanto:

Tabla 23. Coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Desviación y FT.

Nº de cuenca	Ubicación	T2	T5	T25	T100	T500	$\beta_m$	T2	T5	T25	T100	T500	T2	T5	T25	T100	T500
		Coeficiente corrector del umbral de escorrentía $\beta$						$\Delta 67\%$						FT			
0.8	Tronco	1,62	1,82	2,24	2,60	3,00	2,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
5.0	Tronco	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,70	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla 24. Umbral de escorrentía corregido para cada cuenca y periodo retorno.

Nº de cuenca	T2	T5	T25	T100	T500
	$P_o$				
0.8	25	28	34	40	46
5.0	6	6	6	6	6

Dado que, para el periodo de retorno de 50 años, no existe en la norma 5.2-IC el valor de la calibración regional, se ha considerado un factor proporcional a los años de periodo anterior y superior. Al ser todos los valores regionales de calibración igual a 1, el valor de calibración regional para 50 años, también se ha considerado 1. El coeficiente de escorrentía  $C$  quedará, por lo tanto:

Tabla 25. Coeficiente de escorrentía para cada cuenca y periodo de retorno.

Nº de cuenca	$K_a$	T = 2		T = 5		T = 10		T = 25		T = 50		T = 100		T = 500	
		Pd	C	Pd	C	Pd	C	Pd	C	Pd	C	Pd	C	Pd	C
0.8	1,00	51	0,153	68	0,202	80	0,223	97	0,247	110	0,264	125	0,279	161	0,316
5.0	0,92	51	0,567	68	0,664	80	0,715	97	0,768	110	0,800	125	0,827	161	0,876

[7.6.1.6] Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

El coeficiente  $K_t$  tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

donde:

$K_t$  (adimensional) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

$t_c$  (horas) Tiempo de concentración de la cuenca

Aplicada la fórmula a cada cuenca, el coeficiente queda como se indica abajo:

Tabla 26. Coeficiente de uniformidad.

Nº de cuenca	Superficie (Km2)	$T_c$ (h)	$F_{int}$	Coef. Uniform. $K_t$
0.8	0,409	0,673	11,17	1,042
5.0	17,838	0,325	4,43	1,243

[7.6.1.7] Caudales de proyecto de las pequeñas cuencas vertiente

Una vez determinados los valores de  $I$ ,  $C$  y  $K_t$  se procede a calcular el caudal que desagua cada cuenca.

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Siendo:

QT (m<sup>3</sup>/s) = Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca

I (mm/h) = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración tc, de la cuenca.

A (km<sup>2</sup>) = Superficie de la cuenca

C = Coeficiente de escorrentía

En la Tabla siguiente se indican los cálculos realizados para la determinación del Caudal de Proyecto en función del Periodo de Retorno considerado desde T=2 años a T= 500 años.

Tabla 27. Caudales de proyecto para los periodos de retorno de 2,5,10 y 25 años.

Nº de cuenca	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Tc (h)	Fint	Coef. Uniform. Kt	T = 2					T = 5					T = 10					T = 25				
					Pd (mm/día)	Id (mm/h)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)
0.8	0,409	0,67	11,17	1,042	50,50	2,10	23,50	0,15	0,42	67,60	2,82	31,45	0,20	0,75	79,90	3,33	37,18	0,22	0,98	96,90	4,04	45,09	0,24	1,32
5.0	17,838	3,32	4,42	1,243	50,50	1,93	8,54	0,56	29,84	67,60	2,58	11,43	0,66	46,73	79,90	3,05	13,51	0,71	59,46	96,90	3,70	16,39	0,76	77,48

Tabla 28. Caudales de proyecto para los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años.

Nº de cuenca	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Tc (h)	Fint	Coef. Uniform. Kt	T = 50					T = 100					T = 500				
					Pd (mm/día)	Id (mm/h)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)	Pd (mm/día)	Id (mm/h)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)
0.8	0,409	0,67	11,17	1,042	110,4	4,60	51,37	0,26	1,60	124,60	5,19	57,97	0,27	1,91	160,70	6,70	74,77	0,31	2,79
5.0	17,838	3,32	4,42	1,243	110,4	4,22	18,67	0,80	91,98	124,60	4,76	21,07	0,82	107,35	160,70	6,14	27,17	0,87	146,57

## [7.7] Planeamiento y tráfico

### [7.7.1] Planeamiento

El ámbito de estudio se sitúa en cinco términos municipales: Sevilla, Dos Hermanas, Palomares del Río, Coria del Río y Gelves.

Desde el punto de vista de la clasificación del suelo, los trazados propuestos se desarrollan en su mayor parte por suelos no urbanizables con distintos niveles de protección, especialmente por los valores rurales y medioambientales de la vega del Guadalquivir y su dominio público hidráulico. También existen suelos urbanos y urbanizables en el entorno del Polígono Industrial La Isla y sistemas generales de importancia, como el Puerto de Sevilla, La Base Militar de El Copero y las Estaciones de depuración de Aguas Residuales de El Copero y del Aljarafe (esta última, muy próxima al enlace de Coria).

Tabla 29. Resumen de instrumentos de planeamiento en los municipios del ámbito de actuación.

Municipio	Instrumento de planeamiento	Aprobación	Adaptación LOUA
Sevilla	Plan General de Ordenación Urbanística	19/07/2006	-
Dos Hermanas	Plan General de Ordenación Urbanística	08/02/2002	07/11/2008
Coria del Río	Normas Subsidiarias Municipales	27/05/2001	24/09/2018
Palomares del Río	Plan General de Ordenación Urbanística	31/01/2000	14/09/2023
Gelves	Plan General de Ordenación Urbanística	18/03/2005	14/10/2008

En el Anejo nº 6, se describen con detalle los planeamientos vigentes en cada uno de los Municipios y las afecciones previstas en cada una de las alternativas de trazado propuestas, comprobándose que las dos soluciones propuestas son perfectamente compatibles con la planificación urbanística vigente.

#### [7.7.1.1] Puerto de Sevilla

El Puerto de Sevilla es un puerto marítimo de interior situado en el estuario del Guadalquivir. Desde el océano Atlántico, en Sanlúcar de Barrameda, y después de un recorrido de 90 kilómetros, aproximadamente cinco horas de navegación, se llega a las instalaciones portuarias de la ciudad de Sevilla, accediendo a través de la esclusa. La navegación en el río Guadalquivir se realiza en el canal de navegación, denominado Eurovía Guadalquivir E-60.02 dentro de la red europea de vías navegables.

Sin duda, uno de los objetivos más importantes del presente estudio es que las alternativas definidas no supongan ningún obstáculo para la normal operación del Puerto. Durante el desarrollo de los trabajos se consultó con la autoridad Portuaria de Sevilla diversos aspectos importantes para la redacción del anteproyecto, entre ellos, el gálibo aéreo necesario. En el anejo nº 13: Coordinación con otros organismos se puede encontrar el informe remitido por el Puerto, en el que, entre otras cosas, señala que el gálibo mínimo requerido debe ser de 70,8 m. Lógicamente, este gálibo se ha tenido en cuenta y resulta un condicionante principal para la definición de las alternativas.

Otro importante objetivo de la actuación es favorecer la accesibilidad a la zona portuaria mediante la definición de un nuevo enlace situado en las proximidades de la Base de El Copero que podrá conectar con la carretera de acceso a la Base y/o con los viales que se han ejecutado recientemente como

alternativa a la SE-40 durante la ejecución de las obras de sustitución de los tirantes del Puente del Centenario.

Como se verá más adelante, la ejecución de este enlace se ha contemplado en todas las soluciones estudiadas y se ha analizado su viabilidad y funcionalidad.

A continuación, se realiza una breve descripción sobre las características principales del Puerto de Sevilla.

En las instalaciones del recinto portuario de Sevilla se realizan las operaciones de carga y descarga de las mercancías que son exportadas a otros países o que van a otras zonas del territorio español, o bien que importadas del exterior se distribuyen posteriormente por carretera o ferrocarril.

La construcción de la nueva esclusa Puerta del Mar, inaugurada en noviembre de 2010, ha supuesto el refuerzo del sistema de defensa de la ciudad de Sevilla frente a las inundaciones, constituyendo el cierre del muro de defensa en la zona Sur, y la adecuación del Puerto de Sevilla al estándar del tamaño de la flota para las transacciones de la región marítima europea.

La posibilidad de acceso de barcos de mayores dimensiones, hasta 39 metros de manga, tiene como primera deriva una fuerte reducción de los costes de escala y flete, lo que fortalece el potencial logístico de la plataforma Puerto de Sevilla, y que unido a la disponibilidad de un clúster de empresas de servicio logísticos competitivos y eficientes hace viable económica y técnicamente el desarrollo de operaciones de importación y exportación de grandes volúmenes.

Su ejecución ha supuesto, igualmente, la ampliación y el cierre del anillo de comunicación interno viario y ferroviario; la incorporación de 100 hectáreas de terreno a la dársena interior que estarán destinadas a nuevas terminales e industrias asociadas y el refuerzo.

Cabe destacar las siguientes dimensiones:

- Eslora máxima 280 metros
- Manga 39 metros
- Calado 11 metros
- Tiempo de operación: 15 minutos
- Doble esclusada para buques de hasta 130 metros

Tabla 30. Datos técnicos generales del Puerto de Sevilla. Fuente: Página web de la Autoridad Portuaria de Sevilla.

Situación		Parámetros de la Exclusa	
Longitud	6°0'W	Orientación	N 64° E
Latitud	37°22'N	Manga	39 m
<b>Canal de entrada</b>		Eslora	280 m
Orientación	0,68° 56'	Calado	11 m
Anchura	160 m	<b>Superficies</b>	
Calada en B.M.V.E.	7 m y 20 cm	De flotación	4.454 has
Naturaleza del fondo	Roca y Arena	Terrestre	850 has
Longitud	7.279 m	Calado	7 m y 20 cm
<b>Tramo Fluvial</b>		<b>Superficie de almacenaje</b>	

Anchura	120/80 m	Descubierto	316.209 m <sup>2</sup>
Longitud	81.877 Km	Cubierto	375.515 m <sup>2</sup>
Calado	7 m y 20 cm	Frigorífico	51.683 m <sup>3</sup>
Naturaleza del fondo	Arena y Limo	Silos	95.248 m <sup>3</sup>
Calado aéreo	42 m		

En diciembre de 2017, la Autoridad Portuaria redacta su Delimitación de Espacios y Usos Portuarios (DEUP). La misma pretende un doble objetivo, por un lado, delimitar la Zona de Servicio y, por otro, asignar los Usos previstos para cada una de las diferentes zonas del puerto.

A continuación, se incluye una imagen que muestra la delimitación de las 13 áreas de servicios en las que se divide la Zona de Servicio del Puerto de Sevilla.

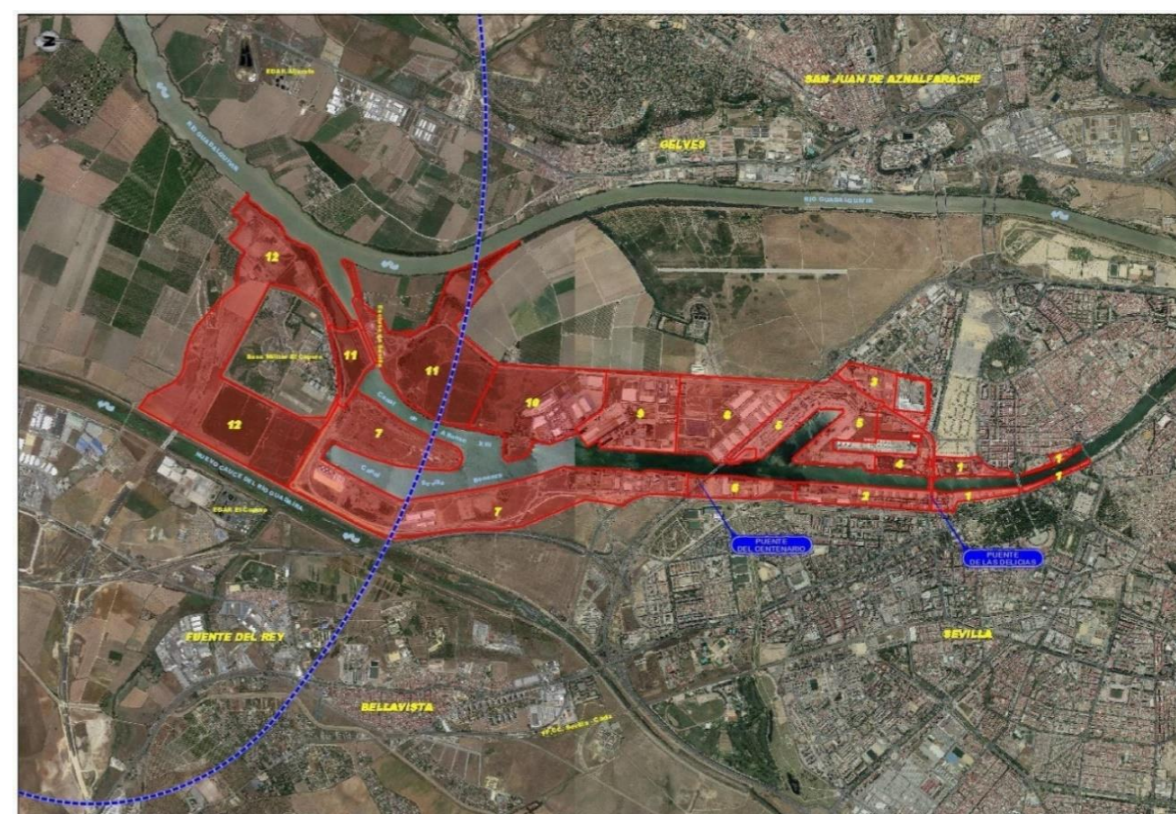


Imagen 16. Delimitación de espacios y usos portuarios del Puerto de Sevilla (DEUP).

Con fecha 16 de noviembre de 1993 el Ayuntamiento de Sevilla y la Autoridad Portuaria, suscribieron el "Convenio para la Ordenación Urbanística del Ámbito Portuario", que aborda la ordenación de los sectores norte y sur del Sistema General Portuario.

Fruto de ese Convenio se elabora el documento "Plan Especial de Ordenación del Puerto de Sevilla" redactado por la Autoridad Portuaria y aprobado definitivamente por el Ayuntamiento de Sevilla el 29 de julio de 1994, modificado posteriormente en determinadas zonas.

El PGOU de Sevilla, en el apartado VII del tomo I de su memoria de ordenación, establece que todos los suelos calificados como Portuarios tienen la consideración de Sistema General.

Con la construcción de los puentes del Centenario y de las Delicias, en la Exposición de 1992, se mejoran sustancialmente las conexiones por carretera de la zona de servicio con el exterior, pero también se establece un gálibo máximo de paso y por lo tanto de acceso a determinadas áreas de la zona portuaria. El tramo fluvial tiene un calado aéreo de 42 metros.

#### [7.7.1.2] Base Militar El Copero

El Copero es una base militar del Ejército de Tierra de España que se sitúa en el entronque de la dársena del Guadalquivir con el cauce vivo del río, junto a la nueva esclusa, en el término municipal de Dos Hermanas.

El Real Decreto 285/2018, de 11 de mayo, declara zona de interés para la Defensa Nacional la propiedad denominada "Base el Copero", en la provincia de Sevilla. En la zona declarada se consideran prioritarios los intereses de la Defensa Nacional.

Según se indica en la Ley 8/1975, de 12 de marzo, de zonas e instalaciones de interés para la Defensa Nacional, se denominan zonas de interés para la Defensa Nacional las extensiones de terreno, mar o espacio aéreo que así se declaren en atención a que constituyan o puedan constituir una base permanente a un apoyo eficaz de las acciones ofensivas o defensivas necesarias para tal fin.

El artículo 2 del referido Real Decreto impone las siguientes limitaciones y condiciones (conforme a lo establecido en el artículo 5 de la Ley 8/1975, de 12 de marzo, de zonas e instalaciones de interés para la Defensa Nacional):

- Sin perjuicio de las actuaciones que en el ejercicio de las competencias se realizan, con arreglo a la normativa portuaria aplicable, en las aguas dependientes de la Autoridad Portuaria de Sevilla, interesar y obtener autorización del Ministerio de Defensa para la determinación de la compatibilidad con los fines de la Defensa Nacional de cualquier regulación, ordenación o actuación administrativa que pueda incidir en la utilización militar de la propiedad denominada Base el Copero.*
- Someter a la autorización previa del Ministerio de Defensa la transmisión de la propiedad, así como la constitución, transmisión y modificación de cualquier derecho real sobre la misma, con independencia de la nacionalidad o naturaleza de los otorgantes.*
- Someter a la autorización previa del Ministerio de Defensa cualquier obra de edificación o construcción, promovida por entidades públicas o privadas, así como la cesión por cualquier título de los aprovechamientos agrícolas, pecuarios o cinegéticos de los territorios afectados.*

La Orden DEF 4207/2004 de 13 de septiembre, establece la zona próxima de seguridad y la zona lejana de seguridad, para preservarla de cualquier obra o actividad que pudiera afectarla, así como asegurar tanto la actuación eficaz de los medios de que disponga como el aislamiento conveniente para garantizar su seguridad, de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Ejecución de la Ley 8/75, de 12 de marzo, de zonas e instalaciones de Interés para la Defensa Nacional, aprobado por Real Decreto 689/1978, de 10 de febrero.

Tabla 31. Coordenadas zona próxima de seguridad.

Punto	Coordenadas U.T.M.	
	X	Y
A	234.429,45	4.134.518,32
B	234.769,75	4.134.304,73
C	234.194,00	4.133.187,54
D	233.127,94	4.133.728,59
E	233.290,04	4.134.279,29
F	233.570,11	4.134.385,72

Se establece una zona lejana de seguridad definida por el espacio comprendido entre el perímetro que delimita la instalación y el polígono determinado por los siguientes puntos de coordenadas UTM:

Tabla 32. Coordenadas zona lejana de seguridad.

Punto	Coordenadas U.T.M.	
	X	Y
A	234.379,68	4.134.603,20
B	235.244,32	4.134.115,57
C	234.420,01	4.132.549,48
D	232.745,99	4.133.423,27
E	232.872,48	4.134.423,45
F	233.982,63	4.134.645,83

Tal y como se indica en el artículo noveno de la Ley 8/1975, de 12 de marzo, de zonas e instalaciones de interés para la Defensa Nacional, en las zonas próximas de seguridad no podrán realizarse, sin autorización del Ministro correspondiente, obras, trabajos, instalaciones y actividades de clase alguna. El Real Decreto 1844/1975, de 10 de julio, establece las servidumbres en torno a helipuertos y sus instalaciones, para la seguridad de los movimientos de las aeronaves que los utilicen.

Según el artículo tercero de dicho Real Decreto, los helipuertos quedan definidos por sus coordenadas geográficas y altitud un punto que será el centro de un círculo horizontal de mil quinientos metros de radio. En el área comprendida dentro de la proyección vertical del círculo así definido no podrán hacerse alteraciones físicas sin la previa autorización del Ministerio del Aire.

En el artículo cuarto del Real Decreto se clasifican los helipuertos de acuerdo con las dimensiones básicas del área de aterrizaje y despegue. El acuartelamiento de El Copero se encuadra dentro de la categoría A según las dimensiones de su área de aterrizaje.

En el artículo séptimo del Real Decreto se define la superficie de aproximación/subida en el despegue como: *el límite inferior de la superficie de aproximación/subida en el despegue es una línea horizontal contenida en el plano vertical, que a su vez contiene el borde de la franja. La elevación del límite inferior es la del punto medio del borde de la franja.*

La pendiente de la superficie de aproximación/subida en el despegue y sus dimensiones se especifican en la Tabla I del mismo Real Decreto:

Tabla 33. Parámetros de definición del a superficie de aproximación/subida de la pista de la Base Militar El Copero. Extraído de la Tabla I del RD 1844/1975.

Categoría	A
Área de aterrizaje y despegue	
Anchura recomendada	30 m. o más
Franja	
Longitud	Longitud del área de aterrizaje más 15 m. a cada extremo de la misma.
Anchura	Anchura del área de aterrizaje y despegue más 10 m. a cada lado de la misma.
Área de aproximación/subida en el despegue	
Longitud del área <sup>(1)</sup>	2.000 m.
Superficie de aproximación/subida en el despegue	
Pendiente de la superficie <sup>(1)</sup>	5%
Superficie horizontal	
Radio de la superficie	800

<sup>(1)</sup> En helipuertos con capacidad de operación instrumental (J.F.R.) la longitud del área será de 3.000 m. y la pendiente de la superficie de aproximación/subida en el despegue será del 5%.

El acuartelamiento de El Copero tiene capacidad de operación instrumental (J.F.R.) por lo que la longitud del área será de 3.000 m. y la pendiente de la superficie de aproximación/subida en el despegue será del 5%.

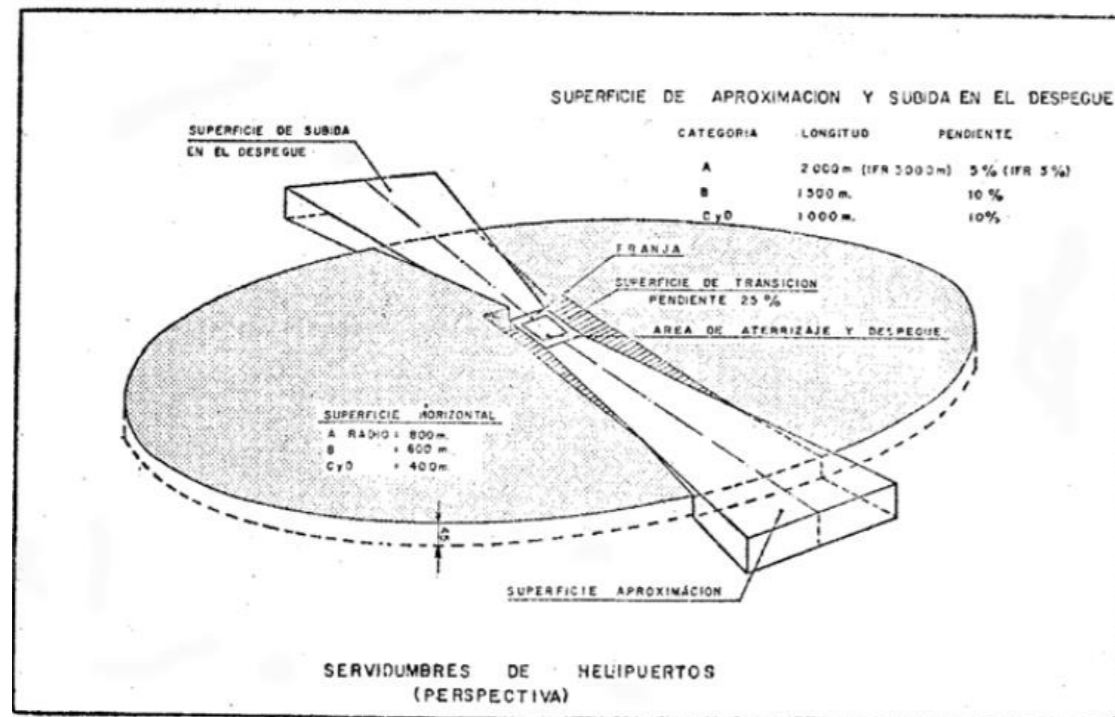


Imagen 17. Servidumbres de Helipuertos. Extraído del RD 1844/1975.

El Real Decreto 1844/1975, en su artículo octavo, establece que "ningún nuevo obstáculo podrá sobrepasar en altura los límites establecidos por las superficies anteriormente definidas".

Además de las servidumbres indicadas, deben de considerarse las servidumbres radioeléctricas y el resto de los aspectos que se recogen, entre otros, en el Decreto 689/1978, por el que se aprueba el Reglamento de zonas e instalaciones de interés para la Defensa Nacional.

De las restricciones mencionadas cabría destacar la limitación que suponen las zonas de seguridad para el trazado en planta, especialmente para el enlace del Puerto, y la limitación que supone el cono de aterrizaje y despegue en el trazado en planta y alzado. El estudio de alternativas realizado ha considerado en todo momento estos condicionantes y se ha comprobado que el gálibo disponible por debajo del cono de aterrizaje y despegue es de 25 metros sobre rasante en el punto más desfavorable de las soluciones propuestas.

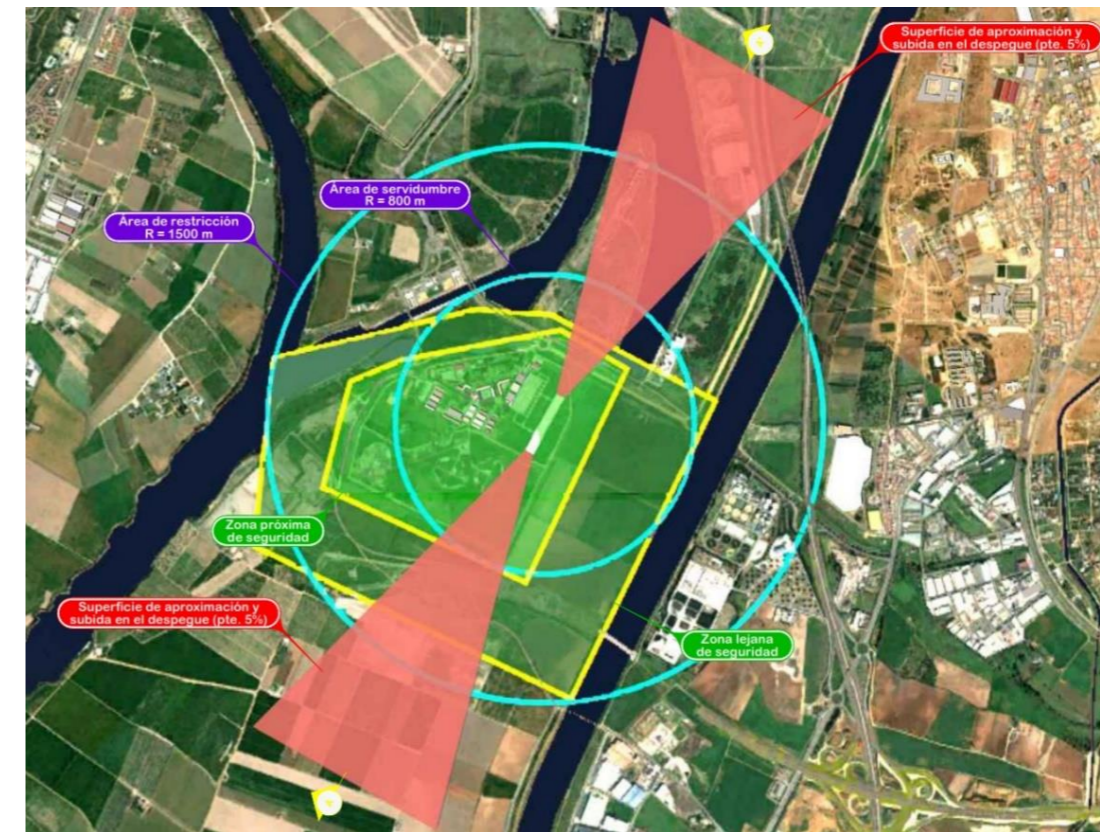


Imagen 18. Representación de las zonas de seguridad lejana y próxima, área de restricción y de servidumbre, y superficie de aproximación y despegue de la Base Militar El Copero.

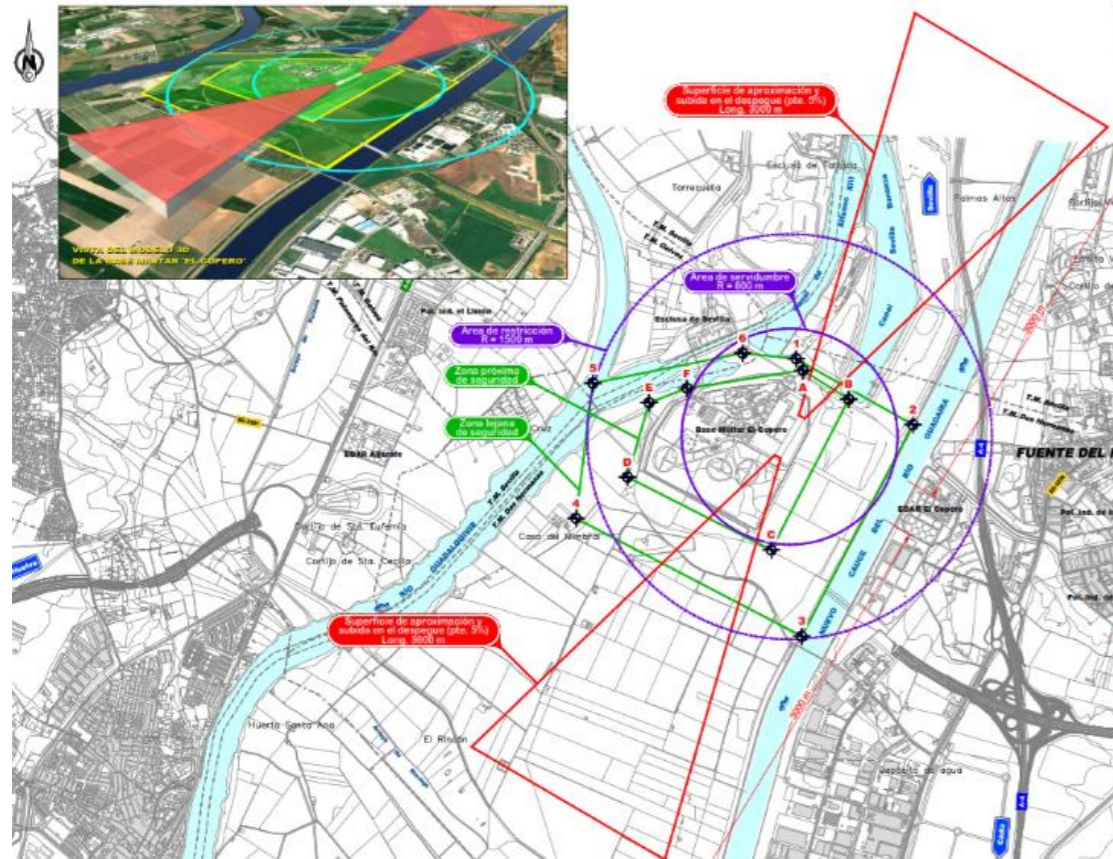


Imagen 19. Zonas de seguridad y servidumbres en la Base Militar de El Copero.

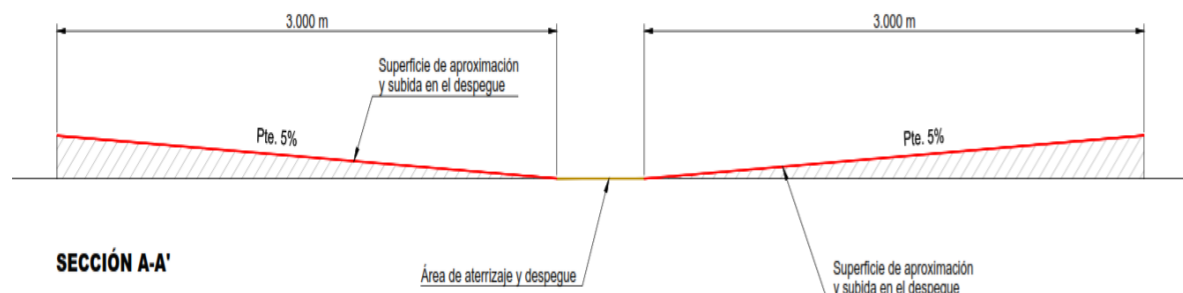


Imagen 20. Superficie de aproximación y subida en el despegue de la Base Militar El Copero.

[7.7.1.3] Movilidad sostenible

En el marco de la movilidad sostenible, se considera importante destacar diversos documentos de planificación existentes, así como actuaciones previstas y peticiones recogidas en las diferentes reuniones mantenidas con los Ayuntamientos y con la asociación ciclista Acontramano:

- Plan Andaluz de la Bicicleta: aprobado por la Junta de Andalucía mediante el Decreto 9/2014, de 21 de enero, por el que se aprueba el Plan Andaluz de la Bicicleta 2014-2020 (PAB). Este instrumento es una herramienta autonómica con el objeto de propiciar un mayor uso del citado medio de transporte, abordando cuestiones como medidas de concienciación, gestión, intermodalidad, aparcamientos y, muy en particular en lo que respecta al alcance de este proyecto, infraestructura prevista.

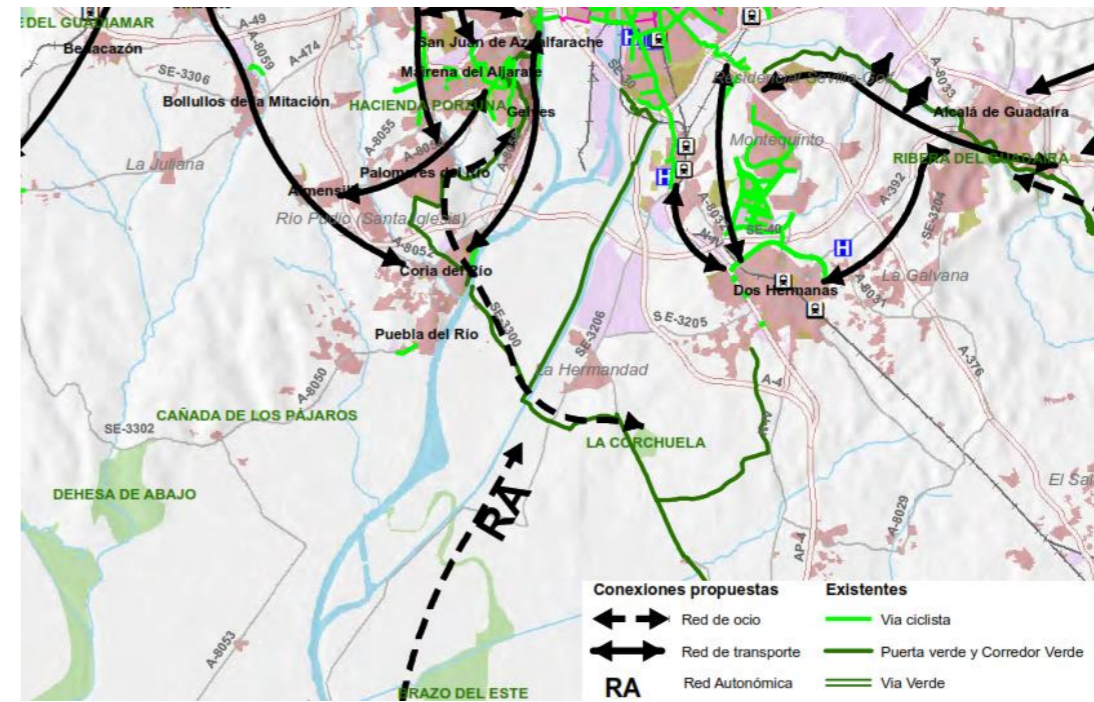


Imagen 21. Extracto del plano "Esquema de Conexiones Metropolitanas. Sevilla" del PAB.

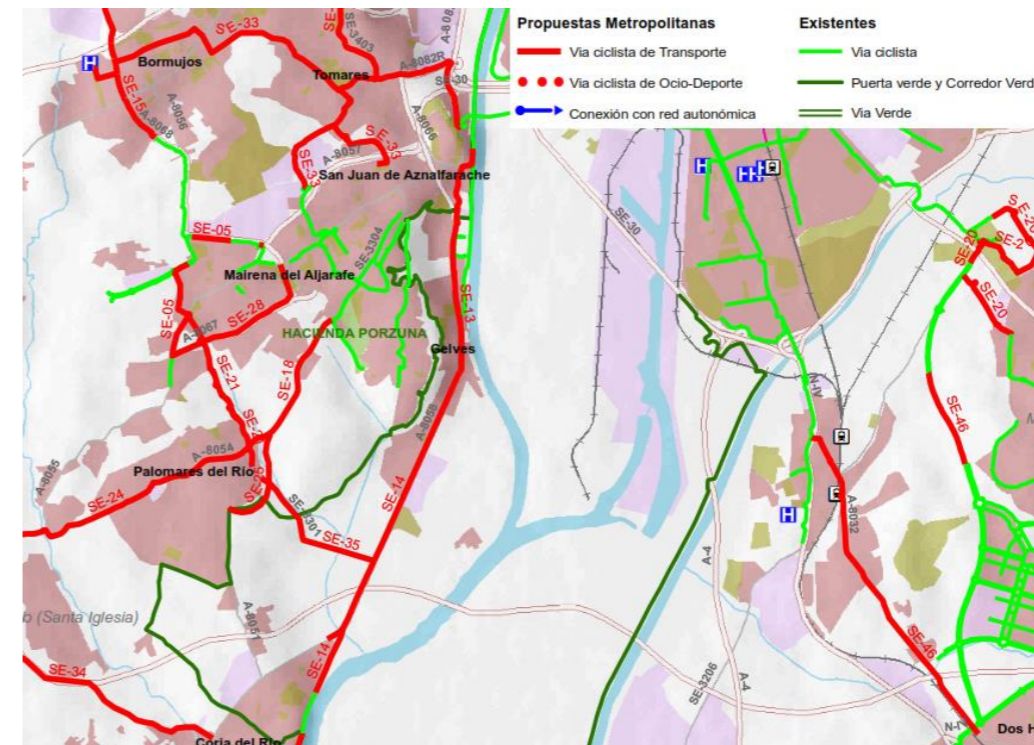


Imagen 22. Extracto del plano "Propuesta de Red Metropolitana. Sevilla (ampliación)" del PAB.

- Itinerario para la movilidad no motorizada en el eje del Guadalquivir: El Servicio de Asistencia Urbanística adscrito al Área de Cohesión Territorial de la Diputación de Sevilla está promoviendo un "Estudio de viabilidad de un itinerario para la movilidad no motorizada en el eje del Guadalquivir en la

provincia de Sevilla ", que a su vez formará parte de una futura estrategia de movilidad provincial sostenible que está preparándose por parte del Área de Servicios Públicos Supramunicipales.

- El objetivo del Área de Cohesión Territorial es el análisis de la dotación actual de infraestructuras existentes para la movilidad no motorizada (caminantes, ciclistas...) en el itinerario del río Guadalquivir a su paso por la provincia de Sevilla, y la búsqueda de los nuevos tramos que sean necesarios para completar un recorrido continuo a lo largo del río en el ámbito provincial, que actúe como eje vertebrador e impulsor de las estrategias de movilidad sostenible, ocio y turismo activo en la provincia de Sevilla.
- Durante la redacción del anteproyecto se mantuvieron reuniones con los Ayuntamientos de Dos Hermanas, Coria del Río y Palomares del Río. Una preocupación de todos ellos en relación con la autovía era que la misma no supusiera un obstáculo para el discurrir de los itinerarios ciclistas existentes y previstos. En concreto, el Ayuntamiento de Dos Hermanas indicó su previsión de recuperar la margen izquierda del río Guadalquivir en su Término Municipal para realizar un paseo y la necesidad de mantener el itinerario ciclista que comunica los caminos situados en las márgenes del Río Guadaira con el Río Guadalquivir y el Parque de la Corchuela.
- El anillo verde metropolitano, impulsado por el Ayuntamiento de Sevilla que discurre próximo al ámbito de la SE-40 (al norte de la misma) y que se encuentra en una fase inicial de planeamiento. Actualmente el escaso nivel de desarrollo del proyecto impide su consideración dentro de las alternativas planteadas en el presente Anteproyecto.



Imagen 23. Esquema del anillo verde metropolitano.

- Reunión con la asociación ciclista Acontramano: se mantuvo una reunión de coordinación con esta asociación donde sus representantes expusieron los itinerarios ciclistas actuales y sus inquietudes sobre la afección de la nueva autovía.

Entre otras cosas, pedían:

- Salvaguardar la conexión de los caminos en las márgenes del Guadaira y la carretera de acceso a la Base Militar de El Copero con el transporte fluvial que cruza el río Guadalquivir a de Coria del Río.
- Salvaguardar el Carril bici planificado para comunicar San Juan y Coria del Río y que discurre junto a la A-8058 en la margen derecha del río Guadalquivir.
- Que la autovía contemple la posibilidad de incorporar un carril bici.
- Salvaguardar la servidumbre de tránsito del Dominio Público Marítimo Terrestre y dejar construido un camino que rodee cada estribo del viaducto para su conexión futura con los caminos existentes.

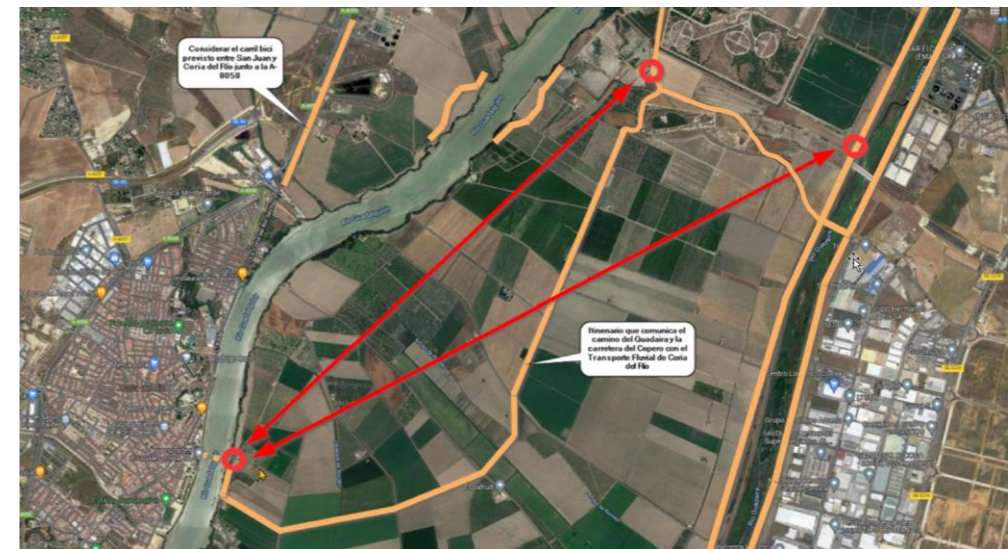


Imagen 24. Ortofoto donde se grafían los itinerarios ciclistas señalados por Acontramano.

### [7.7.2] Estudio de tráfico

Se ha analizado el funcionamiento del tráfico rodado en el nuevo tramo de la autovía SE-40 objeto del presente anteproyecto, entre los municipios de Dos Hermanas y Coria del Río. El resultado del estudio permite definir las características funcionales del tramo y determinar el número de carriles por sentido necesarios para asegurar un adecuado nivel de servicio en el año horizonte del proyecto.

#### [7.7.2.1] Metodología

Conforme a las prescripciones de la Norma 3.1-IC "Trazado" (aprobada por la Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero) y a la Nota 5/2014 de "Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras", ambas del Ministerio de Fomento, el estudio de tráfico se ha realizado conforme a la siguiente metodología:

- En primer lugar, se ha efectuado una caracterización del ámbito de estudio, analizando la situación actual y la evolución reciente de una serie de parámetros explicativos directa o indirectamente de la movilidad.
- Del estudio de la situación actual del tráfico se ha podido definir las horas de proyecto en las que modelizar el tráfico viario del ámbito en los distintos horizontes temporales requeridos.

- Seguidamente, se ha descrito el proceso de macrosimulación del tráfico del área de estudio por medio de software informático, pudiendo evaluar el impacto en la red de la puesta en servicio del nuevo tramo de la SE-40.
- A continuación, se ha diseñado un modelo de crecimiento por el cual se transforman las variables explicativas actuales en valores del tráfico en el año de puesta en servicio, el año horizonte de proyecto y un año intermedio.
- Posteriormente se ha actualizado la macrosimulación con los valores de tráfico futuros previstos, de tal manera que sea posible estimar el tráfico del tramo de estudio en los distintos horizontes temporales.
- A partir de los resultados de dicha macrosimulación, se han extraído una serie de conclusiones al respecto del nivel de servicio en troncos y enlaces de la red de estudio, año a año hasta el horizonte de proyecto.
- Se ha realizado un análisis de sensibilidad a algunas de las hipótesis de partida.
- Se ha realizado una microsimulación que ha permitido verificar el funcionamiento de los enlaces

A continuación, se resumen los trabajos desarrollados que se incluyen en el Anejo nº 6 del documento.

#### [7.7.2.2] Caracterización del ámbito de estudio

La autovía SE-40 tiene como objetivo captar los recorridos transversales de la provincia de Sevilla y evitar que circulen por el casco urbano de la capital y sus inmediaciones, sirviendo de alivio para la carretera SE-30, una circunvalación concéntrica con la SE-40 y de menor radio que actualmente registra un volumen de tráfico muy alto.

Dada su ubicación, es previsible que capte tráficos de agitación dentro de la propia corona metropolitana, radiales de conexión con Sevilla debido a la saturación de la SE-30 y pasantes para relaciones que atraviesan la provincia. Por todo ello, ha sido necesario realizar una zonificación que incluyese una serie de macrozonas exteriores, los municipios del área metropolitana, un mayor detalle en Sevilla, en Alcalá de Guadaíra y Dos Hermanas por sus diferenciadas características socioeconómicas y una especialización de algunas áreas de interés, obteniéndose un total de 51 zonas de estudio.

Posteriormente se ha efectuado una caracterización socioeconómica de las zonas, obteniendo información relevante sobre la evolución en la última década de población, PIB, parque de vehículos, empleo, tráfico en áreas especiales, oferta viaria y demanda de tráfico.

#### [7.7.2.3] Definición de la hora de proyecto

De acuerdo con lo establecido por el apartado 2.4 de la Norma 3.1-IC de Trazado de la Instrucción de Carreteras, se debe justificar en el estudio de tráfico de una nueva carretera la elección de la hora de proyecto, que en ningún caso puede ser inferior a la hora 30 ni superior a la hora 150, entendidas estas como la 30ª y la 150ª horas con más intensidad de todo un año (8.760 horas).

Para ello, se ha optado por evaluar las 200 horas de mayor intensidad de varios aforos representativos de la zona y se ha seleccionado la fecha correspondiente a un valor intermedio que posea características estables de una circulación tipo. Se han seleccionado las siguientes estaciones de aforo para la elección de la hora de proyecto:

- Estación SE-289-0, situada en el p.k. 814,87 de la carretera N-630.
- Estación SE-290-0: ubicada en el p.k. 552,50 de la A-4.
- Estación SE-450-0: ubicada en el p.k. 3,12 de la SE-40.

Una vez analizadas las horas de mayor tráfico a lo largo de un año, dadas las distintas movibilidades y la consistencia existente en varias estaciones del área de estudio, se ha observado que un **viernes laborable de octubre, de 14:00 a 15:00 horas**, aparece sistemáticamente en el rango requerido por la Norma 3.1-IC, por lo que se elige como hora de proyecto. Del mismo modo, se ha querido evaluar una hora punta de mañana que pueda cargar el sentido de tráfico opuesto con una intensidad similar para modelizar el tráfico en sentido contrario y verificar que se produce simetría y niveles de intensidad similares en la otra calzada. Se observa en el análisis por calzadas que las tres estaciones poseen la hora **de 7:00 a 8:00 de la mañana** de al menos un **viernes laborable de octubre** en dicho rango, por lo que resulta justificado emplearla también como hora de proyecto.

En cuanto a los horizontes temporales a modelizar, de acuerdo con las previsiones del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a la vista de la fase en que se encuentra la actuación, se ha considerado como año probable de puesta en servicio de la infraestructura el año 2029.

De este modo, el año horizonte de proyecto considerado es el 2059 y, adicionalmente, se ha considerado adecuado evaluar el funcionamiento de la red en 2044, en el punto medio del intervalo temporal.

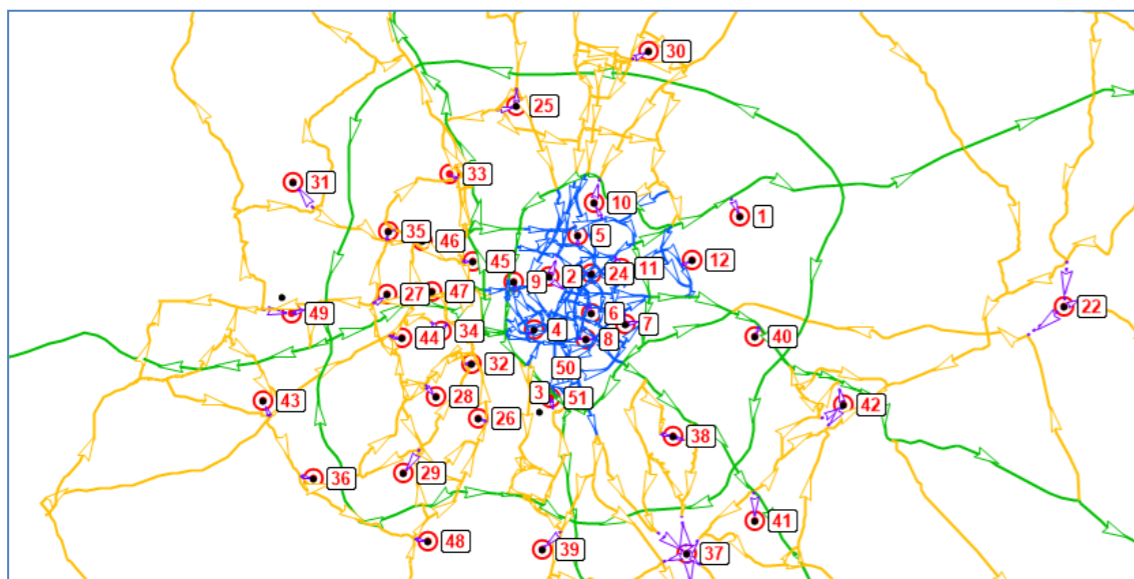
#### [7.7.2.4] Macrosimulación

El diseño de las características técnicas del tramo de la SE-40 entre Dos Hermanas y Coria del Río requiere de un complejo cálculo en términos de redes, al ser necesario estimar cuántos viajes que actualmente se efectúan por otras vías van a pasar a hacerlo por el nuevo tramo. Para ello, se ha optado por un modelo basado en el de cuatro etapas tradicional, pero donde se simplifican los pasos necesarios a sólo dos:

- Metadatos de telefonía móvil para el cálculo de la distribución actual de viajes mediante la zonificación definida: permite obtener una **matriz semilla** a usar como base para la posterior asignación.
- Software especializado de transporte para realizar la **asignación** mediante un método de restricción de capacidad en el que los usuarios utilizan el camino de menor tiempo. Este software permite **calibrar** la matriz semilla a partir de otras fuentes de información como los aforos de la Administración.

El primer paso para el desarrollo del modelo es la confección de la red viaria en formato digital, mediante arcos, nodos y centroides. Los arcos deben poseer una serie de atributos que el software más adelante emplee para calcular el tiempo recorrido al ser usados (longitud, velocidad, número de carriles, etc.).

*Imagen 25. Modelo de red. Fuente: Elaboración propia.*



La información básica sobre estructura y distribución territorial de la movilidad en el área descrita se obtiene de la explotación de datos de telefonía móvil, único método que permite caracterizar de manera detallada periodos y zonas concretas, sin tener que recurrir a costosas y complejas campañas de encuestas. Este procedimiento consiste en la explotación de los datos de conexiones a antenas de telefonía móvil por parte de los dispositivos pertenecientes a un operador. A partir de la ubicación de cada antena y las fechas y horas de conexión a cada una de ellas puede modelizarse un sistema de generación y atracción de viajes. La empresa NOMMON ha facilitado el total de viajes entre cada par de zonas para el período entre las 07:00 y las 08:00 y entre las 14:00 y las 15:00 horas de los viernes 4 y 25 de octubre de 2019.

Sin embargo, las simplificaciones y limitaciones de la modelización hacen que, en una primera iteración, los resultados proporcionados no sean suficientemente realistas. Esto se puede evaluar con una fuente adicional de información, que no es otra que los aforos de la Administración, los cuales pueden compararse con el tráfico en el arco donde esté situada la estación.

En la hora de proyecto de mañana, el tramo entre Dos Hermanas y Coria del Río se carga con unos 2.900 vehículos de diversas procedencias. El flujo principal que pasa a circular por la SE-40 es el tráfico radial de los municipios situados al sudoeste de Sevilla y que entran de forma directa a Sevilla por la SE-40 y la A-4. Por su parte, en la hora de proyecto de tarde, los tráficos captados, en torno a unos 2.700 a la hora, presentan similares orígenes y destinos, aunque la proporción de los pasantes, metropolitanos y de agitación aumentan en términos relativos. Se observa una potencial captación en el flujo entre Sevilla y el sudoeste debido a la saturación del Puente del Centenario.

#### [7.7.2.5] Modelo de crecimiento

Es necesario evaluar el funcionamiento del tráfico del área de estudio no sólo para el año de puesta en servicio del nuevo tramo de la SE-40, en 2029, sino para un horizonte de proyecto de 30 años tras la entrada en funcionamiento del tramo Dos Hermanas – Coria del Río. Para ello, se ha desarrollado un doble modelo:

- Modelo econométrico, mediante variables explicativas de tipo socioeconómico y demográfico, como establece la citada Nota de Servicio.

- Modelo urbanístico, con el tráfico generado y atraído por cada cambio de uso del suelo y actuación efectivamente ejecutada.

El modelo econométrico planteado para el presente estudio combina diferentes variables socioeconómicas explicativas de la demanda de tráfico generada y atraída en las distintas zonas. Las variables escogidas en este proceso han sido las siguientes:

- PIB de Andalucía y de España.
- Empleo (afiliados a la Seguridad Social), por municipio.
- Tráfico: empleo de la IMD agregada suma de las estaciones SE-223-5, SE-288-0 y SE-234-1 anteriormente relatada.
- Parque de vehículos, por municipio.
- Motorización (entendida como número de vehículos por cada 1.000 habitantes), con la población en detalle municipal o de distrito.
- PIB per cápita, con la población en detalle municipal o de distrito.

A continuación, se muestra el crecimiento interanual que se produce desde 2019 en la matriz de viajes como consecuencia de la combinación de los modelos descritos:

Tabla 34. Crecimiento del tráfico asociado a la combinación de los dos modelos. Fuente: Elaboración propia.

Año	Hora de proyecto de mañana	Hora de proyecto de tarde
2029	1,44%	1,18%
2044	1,67%	1,48%
2059	1,64%	1,49%

#### [7.7.2.6] Prognosis de movilidad

Una vez se ha obtenido una matriz calibrada para la situación actual, es necesario proyectarla a futuro incluyendo los resultados del modelo de crecimiento anteriormente descrito. Para ello, debido a las discrepancias entre viajes generados y atraídos, es necesario aplicar un método aproximativo. El más habitual para las prognosis de distribución es el conocido como método de Furness, que ajusta alternativamente los viajes generados y atraídos en conjunto por cada una de las zonas.

Una vez obtenidas las matrices futuras, es posible simular la red con las nuevas cargas en los escenarios y horas de proyecto elegidos, y calcular el tráfico del nuevo tramo.

Tabla 35. Tráfico previsto en la SE-40 por sentido y hora de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Hora de proyecto	Sentido	Actual + SE-40	2029	2044	2059
Mañana	E-O	1.286	2.153	3.870	5.661
	O-E	1.569	1.728	2.451	3.514
Tarde	E-O	1.344	1.568	2.437	3.292

Hora de proyecto	Sentido	Actual + SE-40	2029	2044	2059
	O-E	1.357	1.965	3.149	5.121

[7.7.2.7]

[7.7.2.8] Nivel de servicio

Para evaluar el funcionamiento de la nueva infraestructura, ha sido preciso determinar su nivel de servicio en los puntos donde la capacidad de la vía puede verse comprometida durante las horas de proyecto. El nivel de servicio es un indicador cualitativo de la calidad de operación de una carretera, determinado fundamentalmente por la velocidad de circulación, demoras experimentadas, libertad en la circulación y seguridad durante el uso de la infraestructura, y debe evaluarse para un año horizonte de al menos 30 años posteriores a la puesta en servicio en diversos elementos: troncos, giros, ramales, divergencias, convergencias, etc. En el caso del presente estudio, las ubicaciones en las que evaluar el nivel de servicio de acuerdo con la metodología del *Highway Capacity Manual* de 2016 (HCM2016), son las siguientes:

- Tronco de la SE-40 en su tramo entre Dos Hermanas y Coria del Río.
- Convergencia de la SE-40 en dicho tramo con los ramales de salida del puerto.
- Trenzado entre el enlace de la SE-40 con la A-4 y la salida hacia el Puerto.
- Factor de hora punta: estimado a partir del factor existente en la hora de proyecto en el tramo construido de la SE-40 en Alcalá de Guadaíra.

Las conclusiones obtenidas para el año horizonte de proyecto (2059) son las siguientes:

- Con tres carriles por sentido se obtiene un nivel de servicio F en el tronco de la autovía en la hora de proyecto de mañana (en el sentido E-O) y un nivel E en la de tarde (en el sentido O-E). Por tanto, es necesario considerar una sección tipo de cuatro carriles por sentido que garantice un nivel de servicio admisible (D) en todas las condiciones.
- La convergencia que se produce en la incorporación de vehículos desde el enlace del Puerto hacia el tronco de la SE-40 en dirección a Coria del Río (sentido este-oeste), en hora de proyecto de mañana, presenta en un tronco de tres carriles, para el año horizonte de proyecto, un nivel de servicio F, inaceptable.
- El movimiento de incorporación a la SE-40 desde el Enlace del Puerto hacia Dos Hermanas, sentido oeste-este, tiene un nivel de servicio C que sí resultaría aceptable. En la hora de proyecto de tarde, el sentido O-E es el más congestionado y presenta un funcionamiento admisible (D), el mismo que en el sentido E-O. Si se define el tronco de la autovía con 4 carriles por sentido, los niveles de servicio en todas las convergencias son adecuados (B).

[7.7.2.9] Análisis de sensibilidad

Para verificar cómo varían los resultados de la modelización realizada si se modifican algunas de las variables consideradas, se ha realizado un análisis de sensibilidad que permita establecer conclusiones sobre los niveles de servicio y el número de carriles necesarios para diferentes escenarios de crecimiento económico y de porcentaje de pesados:

- Escenarios de crecimiento económico (que afectan sólo al modelo de crecimiento econométrico, no urbanístico), a largo plazo (más allá de 2025):
  - E1: escenario base, a partir de previsiones del FMI. ES el ya empleado.
  - E2: escenario conservador de las proyecciones de Oxford Economics, de octubre de 2020.
  - E3: escenario optimista de las citadas proyecciones de Oxford Economics.
  - E4: basado en el crecimiento histórico interanual del PIB de España en el siglo XXI.
  - E5: basado en el "Real GDP long-term forecast" de la OCDE para España.
- Escenarios de intensidad de vehículos pesados: un escenario base (P1) que replica la intensidad prevista anteriormente (promedio ponderado de tres estaciones del ámbito de estudio) y dos alternativos (P2 y P3) con sendas reducciones (una moderada y otra más acusada) de la intensidad del escenario P1.

Como resultado del análisis realizado, se indican en la siguiente tabla los años en que resultaría necesaria la puesta en servicio del cuarto carril para cumplir con las exigencias de las citadas Norma 3.1-IC y Nota de Servicio 5/2014.

Tabla 36. Año de necesidad del cuarto carril en la SE-40 para cada combinación de escenarios. Hora de proyecto de mañana (tramo A-8058 – Puerto, sentido E-O). Fuente: Elaboración propia.

		Escenario Económico				
		E1	E2	E3	E4	E5
Pesados	P1	2048	2052	2048	2048	2048
	P2	2049	2053	2050	2049	2050
	P3	2051	2055	2051	2050	2051

Tabla 37. Año de necesidad del cuarto carril en la SE-40 para cada combinación de escenarios. Hora de proyecto de tarde (tramo A-8058 – Puerto, sentido O-E). Fuente: Elaboración propia.

		Escenario Económico				
		E1	E2	E3	E4	E5
Pesados	P1	2056	2064*	2057	2055	2055
	P2	2058	2066*	2058	2056	2057
	P3	2059	2068*	2060*	2058	2058

\* Más allá del horizonte de proyecto se ha supuesto un crecimiento interanual de la intensidad del tráfico posterior al 2059 idéntico al existente entre 2058 y 2059, último año del análisis.

[7.7.2.10] Microsimulación

Se ha realizado una microsimulación del tráfico en el año horizonte para dos alternativas diferentes de oferta viaria y el escenario de demanda correspondiente a la hipótesis de crecimiento E1, ya comentado.

Esta consiste en la modelización de la circulación de cada vehículo de forma individual en una red geoméricamente definida, teniendo en cuenta diferentes características de los vehículos y de forma de conducción, simuladas de manera aleatoria según unas funciones de distribución definidas.

El primer escenario de oferta estudiado consiste en una disposición de cuatro carriles en el tramo entre Coria del Río y Dos Hermanas, a excepción de la sección situada sobre el enlace del Puerto, donde se reduce a tres carriles en el sentido E-O, siendo el cuarto carril el carril dedicado para la incorporación del ramal procedente del enlace del Puerto en dirección Coria del Río.

En el segundo escenario, se dispondrían cuatro carriles en el tronco, planteándose una divergencia y una convergencia en el sentido E-O para los ramales. Los resultados obtenidos indican que en el año horizonte se pueden producir problemas de capacidad en algunos ramales del enlace existente con la A-4.

Para evitar que las limitaciones de capacidad identificadas en el enlace existente con la A-4 puedan distorsionar la comprobación de funcionamiento de los dos nuevos enlaces definidos en la presente actuación, se realiza una nueva microsimulación del enlace del Puerto y del enlace de Coria de forma independiente sin considerar la interacción con el enlace de la A-4, comprobando cada uno de ellos con el tráfico total previsto en el tronco de la SE-40.

En el Anejo nº 6, se explica con detalle el proceso de microsimulación realizado que ha permitido ajustar el diseño de los enlaces y comprobar su funcionamiento en esta fase de los trabajos. A continuación, se describe la síntesis de los principales resultados:

- En el enlace del Puerto, se comprueba que el funcionamiento es adecuado en las convergencias y divergencias con el tronco de la SE-40:

Tabla 38. Resumen de niveles de servicio en el enlace del Puerto.

Tramo	Sentido	Hora de proyecto de mañana		Hora de proyecto de tarde	
		Densidad (veh. lig. eq./mi por carril)	Nivel de servicio	Densidad (veh. lig. eq./mi por carril)	Nivel de servicio
Tronco SE-40 entre A-8058 y enlace Puerto	E-O	22,5	C	11,8	B
	O-E	13,2	B	19,2	C
Tronco SE-40 sobre enlace Puerto	E-O	26,8	D	10,4	A
	O-E	8,2	A	16,1	B
Tronco SE-40 entre enlace Puerto y A-4	E-O	21,2	C	8,6	A
	O-E	8,7	A	15,7	B

- En el enlace con la A-8058, se probaron diversas configuraciones de enlace, quedando patente que para el año horizonte de proyecto son necesarios dos carriles tanto en el ramal de divergencia desde el este como en el ramal de convergencia hacia el este, uno conectado con el norte de la A-8058 (Sevilla) y otro con el sur (Coria). En particular, en la hora punta de mañana es preciso que estos dos carriles (para la convergencia en sentido O-E) se mantengan hasta la conexión con el tronco, dado que el flujo que poseen es superior al que tiene el tronco aguas arriba del enlace en sentido O-E. Incluso en la hipótesis de que el tronco deba transitar con cuatro carriles en esta localización, el funcionamiento es posible mediante el cierre progresivo de ambos carriles aguas abajo de la conexión para recuperar el total de cuatro carriles en el viaducto.

Con la configuración final, el funcionamiento es admisible en prácticamente todos sus ramales. La única excepción es en la hora de proyecto de tarde en el ramal del movimiento Este-Norte (E-N), que funciona de forma adecuada salvo en los últimos años antes del horizonte de proyecto, en los que la circulación se degrada ligeramente a un nivel de servicio equivalente E.

Tabla 39. Resumen de niveles de servicio en el enlace de Coria.

Tramo	Sentido	Hora de proyecto de mañana		Hora de proyecto de tarde	
		Densidad (veh. lig. eq./mi por carril)	Nivel de servicio	Densidad (veh. lig. eq./mi por carril)	Nivel de servicio
Ramal de SE-40 a A-8058	E-N + E-S	24,5	C	27,3	D
	E-N	22,6	C	39,9	E
	E-S	29,3	D	10,8	A
	O-N	1,1	A	12,3	B
	O-S	1,6	A	4,2	A
Ramal de A-8058 a SE-40	N-O + N-E	29,0	D	18,0	B
	N-O	23,5	C	8,6	A
	N-E	36,3	E	26,3	D
	S-E	32,6	D	27,8	D
	N-E + S-E	29,7	D	22,9	C

#### [7.7.2.11] Conclusiones

A continuación, se señalan las principales conclusiones del estudio de tráfico realizado:

- La congestión de la SE-30 en el año 2059 provoca un trasvase muy importante de tráfico hacia la autovía SE-40. Desde el momento en que se prevé la puesta en servicio (2029), se calculan captaciones de tráfico de 2.700-2.800 vehículos/hora, en su inmensa mayoría procedentes de la SE-30.
- En el año horizonte, la disminución del nivel de servicio en el itinerario de la SE-30 provoca que las intensidades medias diarias en ambas infraestructuras sean muy importantes:

Tabla 40. Comparativa de tráfico en el Puente del Centenario y en el tramo de la SE-40 objeto de estudio. Escenario base. Hora de proyecto de mañana. Fuente: Elaboración propia.

Tramo	Sentido	Actual	Actual + SE-40	2029	2044	2059
Puente del Centenario	N-S	4.059	2.994	3.439	3.971	4.870
	S-N	4.345	3.488	4.212	5.059	5.756
SE-40	E-O	-	1.286	2.153	3.870	5.661
	O-E	-	1.569	1.728	2.451	3.514

#### [7.7.2.12]

Tabla 41. Comparativa de tráfico en el Puente del Centenario y en el tramo de la SE-40 objeto de estudio. Escenario base. Hora de proyecto de tarde. Fuente: Elaboración propia.

Tramo	Sentido	Actual	Actual + SE-40	2029	2044	2059
Puente del Centenario	N-S	4.376	3.511	3.959	4.761	5.750
	S-N	3.358	2.118	2.629	2.762	3.791
SE-40	E-O	-	1.344	1.568	2.437	3.292
	O-E	-	1.357	1.965	3.149	5.121

[7.7.2.13]

- El tramo objeto del presente anteproyecto puede captar tráficos muy variados dentro del ámbito de estudio. En la hora de proyecto de mañana, en el año horizonte se observa que la importancia de los tráficos radiales, de agitación, metropolitanos y pasantes son muy similares. En la hora de proyecto de tarde, se prevé una mayor captación del tráfico radial en las relaciones entre Sevilla y los municipios del oeste debido a la saturación del Puente del Centenario:

Tabla 42. Principales flujos captables por el tramo de estudio. Resumen por tipo de flujo. Comparativa en los distintos escenarios temporales. Hora de proyecto de mañana.

Tipo de flujo	Tráficos que lo componen	2019	%	2029	%	2044	%	2059	%
<b>Radial</b>	<b>Origen o destino Sevilla</b>	1.015	35,6%	1.161	29,9%	1.641	26,0%	2.473	27,0%
<b>Agitación</b>	<b>Alcalá y Dos Hermanas con el oeste del área metropolitana</b>	659	23,1%	916	23,6%	1.565	24,8%	2.231	24,3%
<b>Metropolitano</b>	<b>Las anteriores con las zonas exteriores</b>	670	23,5%	1.012	26,1%	1.843	29,2%	2.706	29,5%
<b>Pasante</b>	<b>Origen y destino zonas exteriores</b>	511	17,9%	793	20,4%	1.272	20,1%	1.764	19,2%

[7.7.2.14]

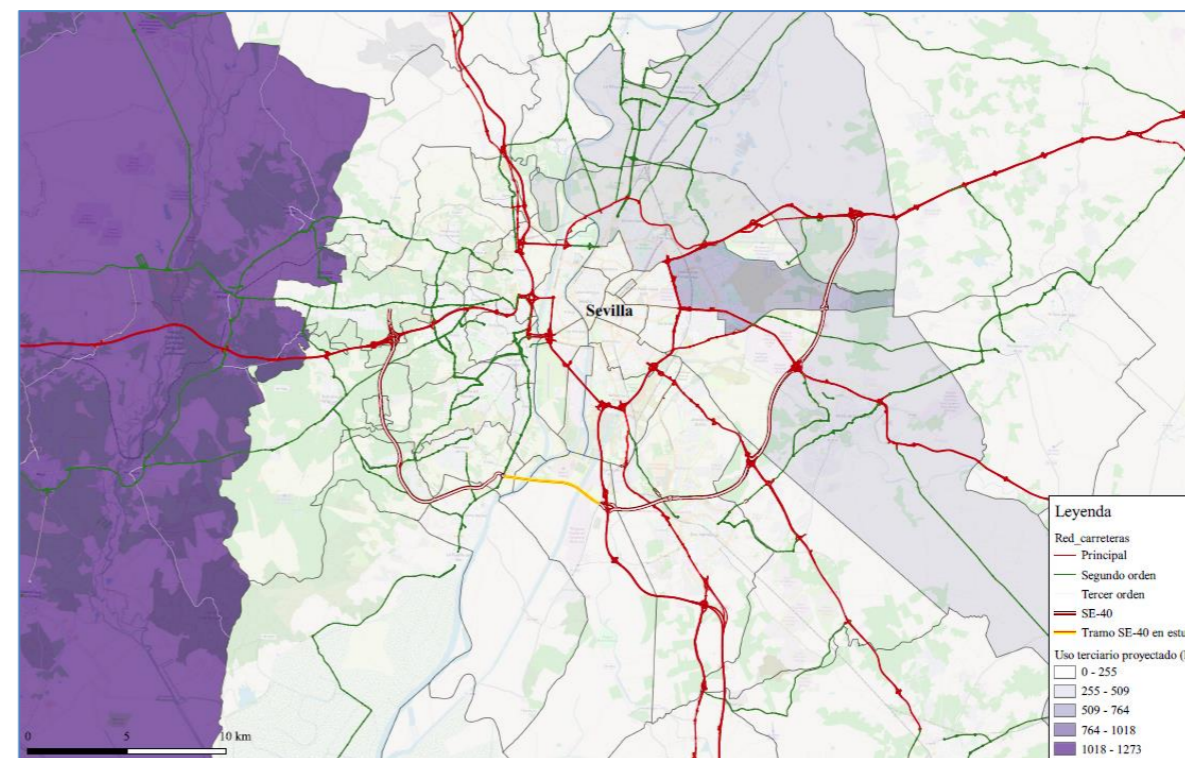
Tabla 43. Principales flujos captables por el tramo de estudio. Resumen por tipo de flujo. Comparativa en los distintos escenarios temporales. Hora de proyecto de tarde.

Tipo de flujo	Tráficos que lo componen	2019	%	2029	%	2044	%	2059	%
<b>Radial</b>	<b>Origen o destino Sevilla</b>	974	36,1%	1.258	35,6%	2.236	40,0%	3.801	45,2%
<b>Agitación</b>	<b>Alcalá y Dos Hermanas con el oeste del área metropolitana</b>	636	23,5%	814	23,0%	1.119	20,0%	1.514	18,0%
<b>Metropolitano</b>	<b>Las anteriores con las zonas exteriores</b>	656	24,3%	856	24,2%	1.280	22,9%	1.763	21,0%
<b>Pasante</b>	<b>Origen y destino zonas exteriores</b>	435	16,1%	606	17,1%	951	17,0%	1.335	15,9%

[7.7.2.15]

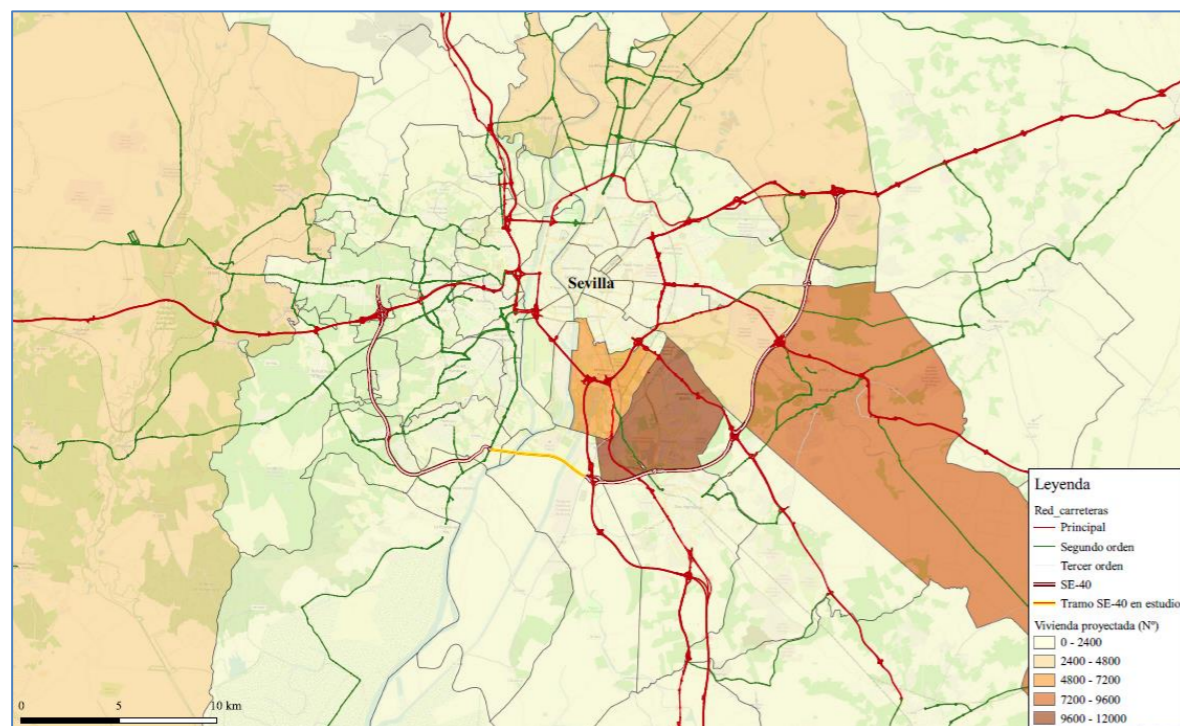
- En comparación con la captación que se produciría en la situación actual, los flujos del año horizonte de proyecto tienden a invertir el sentido más cargado en el nuevo tramo de la SE-40: en la hora de proyecto de mañana se tiene una mayor intensidad en el sentido E-O y en la hora de proyecto de tarde en el sentido O-E. Esto se explica debido a que al oeste se prevén mayores desarrollos de uso terciario, (Parque Empresarial La Pila, PAMA de Aznalcóllar, Parque de Innovación de Sanlúcar la Mayor, Parque Empresarial de Huévar del Aljarafe y Benacazón, etc.), mientras que las principales actuaciones en materia de viviendas se ubicarán al este (destacando sobremanera las 12.000 viviendas de Dos Hermanas y las 10.500 de Alcalá de Guadaíra). Como los viajes previstos son de domicilios a puestos de trabajo por la mañana y viceversa por la tarde, resulta lógico que dichos sentidos sean los más cargados respectivamente en cada hora de proyecto. En todo caso, dicha asimetría se produce al considerarse una hora de forma aislada; en el conjunto del día, como se ha visto, ambas puntas se compensan y la vía no presenta asimetrías llamativas.

Imagen 26. Mapa coroplético de crecimientos de suelo de uso terciario



- Con tres carriles por sentido se obtiene, para el año horizonte de proyecto, un nivel de servicio F en el tronco de la autovía en la hora de proyecto de mañana (en el sentido E-O) y un nivel E en la de tarde (en el sentido O-E). Por tanto, es necesario considerar una sección tipo de cuatro carriles por sentido que garantice un nivel de servicio admisible (D) en todas las condiciones, al tratarse de un tramo localizado y sucediendo en un número de horas anuales reducido.
- Los años en que se alcanzaría el nivel de servicio E con tres carriles por sentido se situaría en el rango de 2048 a 2059, dependiendo del escenario de crecimiento económico y del porcentaje de pesados que se considere

Imagen 27. Mapa coroplético de crecimientos de suelo de uso residencial.



- Para una sección de autovía con cuatro carriles por sentido, en cualquiera de los escenarios de crecimiento analizados se garantiza un nivel de servicio igual o superior a D hasta el año horizonte, salvo en los escenarios E4 y E5 de mayor demanda que agotan el nivel D justo en ese último año del análisis.
- De la microsimulación realizada en el ámbito del anteproyecto, que incluye los enlaces de la SE-40 con la A-4 en Dos Hermanas, con el Puerto-Base Militar y con la A-8058 en Coria y Palomares del Río se concluye que:
  - En el enlace del Puerto, las alternativas evaluadas diferían funcionalmente en la posibilidad de considerar un carril directo dedicado en sentido E-O desde el Puerto que implica disponer de tres carriles efectivos en un tramo del tronco, o bien mantener cuatro carriles en el tronco y un ramal de incorporación con la cuña de aceleración correspondiente. Si bien el análisis de los niveles de servicio demuestra que ambas soluciones son válidas desde el punto de vista de la seguridad vial se resulta más adecuada la alternativa de disponer un carril directo dedicado que también permite que la velocidad de incorporación de los vehículos pesados a la SE-40 sea mayor antes de iniciar la rampa de subida hacia el viaducto principal.
  - Con respecto al enlace de la SE-40 con la A-8058 a la altura de Coria del Río, los análisis realizados han indicado la necesidad de rediseñar el enlace inicialmente propuesto para dotarle de la capacidad necesaria. En particular, cabe destacar la relevancia del flujo que, en hora punta de mañana, se incorpora desde el norte y el sur del enlace hacia la SE-40 en sentido Este. Este flujo supera en volumen al que circula de forma pasante por el tronco en dicho sentido Este, por lo que de cara al correcto funcionamiento de la convergencia inmediatamente posterior es necesario que el tráfico que se incorpora al tronco lo haga manteniendo en todo momento dos carriles, y el izquierdo pueda trenzar rápidamente hacia el tronco antes de que el carril derecho de la incorporación se cierre.

De hecho, funcionalmente no existe ninguna limitación de tráfico en el hecho de que el tronco posea aguas arriba una sección de tres carriles, de tal forma que solo sea necesario perder un carril para obtener una sección total aguas abajo de 4 carriles, una vez incorporados los dos del ramal. No obstante, también se ha ensayado la alternativa en la que el tronco aguas arriba posee cuatro carriles y son dos los que se incorporan desde el ramal, y esta situación funciona con niveles de servicio admisibles incluso considerando la necesidad de perder progresivamente dos de ellos para alcanzar los cuatro carriles en el arranque del tablero. Por tanto, es posible adecuar la calzada a tres carriles más un cebreado antes de la convergencia, permitiendo sí alguna condición futura extraordinaria así lo requiriese incorporar un cuarto carril en el tronco y ofreciendo el diseño una alta flexibilidad y un adecuado funcionamiento.

- Los ajustes realizados han consistido en mantener de forma constante los dos carriles para el tráfico que se incorpora, y entre otros ajustes debidos a limitaciones en otras ubicaciones han permitido obtener niveles de servicio adecuados en todos los movimientos del enlace para el año horizonte a excepción del ramal que da servicio al movimiento SE-40-A-8058 en sentido E-N, cuya capacidad podría verse comprometida en el año 2054, un horizonte que se considera perfectamente aceptable

### [7.8] Estudio geotécnico del corredor

En el anejo correspondiente se aporta toda la información necesaria para caracterizar geotécnicamente los materiales del área de estudio y definir todos los aspectos relacionados con el diseño geotécnico del Tramo: Enlace A-4 (Dos Hermanas) – Enlace A-8058 (Coria del Río) de la Autovía SE-40. El tramo se desarrolla en la Vega del Guadalquivir, de manera que el recorrido de la traza se realiza en su totalidad sobre formaciones tipo suelo: aluviales y terrazas del río Guadalquivir en superficie, que descansan sobre depósitos de marisma y gravas fluvio-litorales, con la formación terciaria de margas azules como sustrato.

El tronco alcanza una longitud ligeramente superior a los 5.000 m, de los cuales 3570 m. se corresponden con el viaducto sobre el río Guadalquivir (incluyendo aproximaciones, accesos y tramo atirantado). El resto del trazado discurre mayoritariamente en terraplén con alturas máximas en torno a 11 m. Las únicas excavaciones previstas afectan a rellenos compactados de la fase de obra anterior.

La presencia de suelos blandos, de hasta 12 metros, y las alturas del terraplén condicionan el uso de tratamientos de mejora del terreno, tales como: columnas de grava, mechas drenantes para aumentar su resistencia y controlar los asentamientos post-constructivos.

#### [7.8.1] Campañas de investigación geotécnica

Existe un gran volumen de información geotécnica previa procedente de diferentes proyectos llevados a cabo en la zona, destacando toda la documentación generada durante la fase de obra del proyecto anterior. A continuación, se resumen los trabajos de investigación geotécnica con los que se ha contado para llevar a cabo la caracterización geotécnica de las unidades diferenciadas en este proyecto. Toda esta investigación se representa en el plano de planta de este anejo, aunque al perfil geotécnico se han trasladado únicamente los más próximos al eje del trazado.

En el apartado de Apéndices del Anejo 7 se puede consultar toda la información (registros de campo, ensayos in situ y ensayos de laboratorio) aquí resumida.

Estudio de procedencia	Trabajos de campo				Presiómetros.	Ensayos Lefranc
	Sondeos	DPSH	Calicatas	CPTU		
Estudio informativo (1999)	4	-	-	-	-	-
Proyecto de construcción (2008)	14	-	-	3	16	3
Fase de obra (2009)	26	4	-	15	84	82
Conexión sur al Puerto (2009)	3	3	3	-	3	3
Proy Modificado (2010)	3	-	-	-	2	-
Anteproyecto (2022)	5	-	-	-	-	-
Proyecto de trazado (2024)	4	11	10	-	9	-
<b>TOTAL</b>	<b>59</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>114</b>	<b>88</b>

Tabla 44. Campaña geotécnica disponible para el estudio geotécnico de la zona de estudio

### [7.8.2] Caracterización unidades geotécnicas

Para determinar las características geotécnicas representativas de los materiales se cuenta con un gran número de prospecciones, compuestas fundamentalmente por sondeos a rotación con ejecución de ensayos in situ (SPT, ensayos presiométricos, permeabilidad etc.), así como ensayos de tipo CPTu, ensayos de penetración dinámica y calicatas. Además, se cuenta con una gran cantidad de ensayos de laboratorio, cuyo análisis conjunto por unidades geotécnicas permite establecer propiedades geotécnicas representativas que servirán para efectuar los cálculos geotécnicos necesarios para este estudio.

En el Anejo 7 se desarrolla en detalle la caracterización geotécnica de las unidades diferenciadas a partir del análisis de los ensayos de laboratorio y ensayos in situ disponibles, de acuerdo con la metodología descrita.

A continuación, se incluye una tabla resumen con los parámetros geotécnicos de cálculo para el presente Proyecto.

UNIDAD GEOTÉCNICA		IDENTIFICACIÓN			ESTADO		QUIM.	HINCH.		INDICE POROS	SPT	RESISTENCIA				MOD. ELASTICO	CONSOLIDACIÓN		PERMB.	PRESIOMETRO	
Leyenda	Descripción	% Finos	LL	IP	w (%)	$\gamma_{ap}$ t/m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> %	P Hcho kg/cm <sup>2</sup>	H. Libre %	e <sub>0</sub>	N1(60)	q <sub>u</sub> kp/cm <sup>2</sup>	c <sub>u</sub> kp/cm <sup>2</sup>	c' kp/cm <sup>2</sup>	φ (°)	E kp/cm <sup>2</sup>	Cc	Cs	k m/s	PL kp/cm <sup>2</sup>	EP kp/cm <sup>2</sup>
QLL	Arcillas y limos	90	33	14	30	1,95	0,02	-	3,15	0,875	8	0,8	0,40	0,22	20	100 (a)	0,238	0,038	-	4,8	21,7
QALF	Arcillas	85	34	15	30	1,94	0,060	-	1,00	0,875	5	0,5	0,25	0,16	21,5	50 (a)	0,317	0,049	1.0x10 <sup>-7</sup>	4,2	39,8
QALm	Arenas finas	22	NP	NP	23	2,05	0,016	0,2	0,00	0,750	11	-	-	-	32 (a)	120 (a)	0,129	0,013	1,0x10 <sup>-6</sup>	6,1	46
QALg	Gravas y arenas	10	NP	NP	12	1,92	0,02	-	-	-	34	-	-	-	40 (a)	420 (a)	-	-	1,9x10 <sup>-5</sup>	-	-
TM	Margas	86	32	18	21	2,10	0,11	0,5	-	0,528	28	3,5	1,75	0,50	22	405 (b)	0,116	0,027	7,5x10 <sup>-8</sup>	46,9	42,5
Tmar	Lentes de arenas	34	NP	NP	20	2,15	0,04	-	-	0,530	35	-	-	0,24	33	440 (b)	-	-	2,0x10 <sup>-5</sup>	53,7	41

(a) Valor correlacionado con SPT

(b) Valor correlacionado con presiómetro

### [7.8.3] Desmontes

Todo el tronco de la autovía se desarrolla sobre rasante (en terraplén). No obstante, se ha previsto excavaciones puntuales en algunos ramales y reposiciones. Estas excavaciones afectan a terraplenes ya ejecutados durante las obras del proyecto anterior (estribos de acceso a estructuras).

Se ha previsto excavaciones puntuales en algunos de los ramales en los siguientes puntos del trazado:

- Eje 17 (Ramal 5 Coria): 2,5 m
- Eje 12 Reposición A-8058 Oeste: 5,6 m
- Reposición A-8058 Este: <1,0 m

Dado que estas excavaciones afectan exclusivamente a terraplenes ya ejecutados durante las obras del proyecto anterior, se analizará una única sección (la más desfavorable), puesto que si ésta es estable el resto también lo será. Se plantea un talud 3H:2V.

Desde un planteamiento conservador, no se ha tenido en cuenta que el terreno natural bajo estas excavaciones está tratado con columnas de grava y, por tanto, sus parámetros resistentes serán mejores que los incluidos en el modelo

En el marco teórico que utiliza el EC-7 con el que se aborda el proyecto geotécnico en el caso concreto del cálculo de la estabilidad global y de taludes, en el Anejo Nacional Español se ha elegido el Enfoque de Proyecto 3 (Mayoración de acciones y Minoración de parámetros geotécnicos). El análisis de la estabilidad se ha llevado a cabo por los métodos habituales de equilibrio límite para suelos, con ayuda del programa SLIDE2, desarrollado por Rocscience Inc.

Los factores de seguridad obtenidos, tanto en condiciones estáticas (1.06) como en situación de sismo (1.03) son superiores a 1 (FS>1) y aseguran la estabilidad del talud propuesto.

#### [7.8.4] Rellenos

Durante las obras de construcción del tramo Dos Hermanas-Coria desarrolladas entre los años 2009 y 2012 se ejecutó gran parte de los tratamientos geotécnicos diseñados en los respectivos Proyectos Constructivos, consistentes en columnas de gravas y mechas drenantes. Motivos de diversa índole condujeron a la suspensión de las obras en el año 2012, cuando se había alcanzado aproximadamente un avance del 15% del total, incluyendo la mayor parte de los tratamientos del terreno previstos.

Gran parte de los rellenos proyectados para el presente Proyecto de Trazado se sitúan sobre terrenos ya tratados. Para conocer el grado de desarrollo de los trabajos de mejora del terreno existentes se ha recurrido a la documentación de obra incluida en los Proyectos de Liquidación, incluyendo planos con los porcentajes de ejecución de los diferentes tratamientos previstos.

- Terraplenes de entrada al emboquille oeste: esta zona se dividió en 5 tramos. El tratamiento ejecutado consistió en columnas de grava y mechas drenantes. El grado de ejecución se define en los planos de seguimiento de cada uno de estos tramos, según la información remitida por la Dirección General de Carreteras y recopilada.
- Terraplenes del enlace de Coria: los tratamientos del terreno (columnas de grava, mechas drenantes y sustituciones de terreno) fueron parcialmente ejecutados durante las obras de construcción del enlace. De acuerdo con el Documento de Planos del Proyecto de Liquidación remitida por parte de la Dirección general de Carreteras, se ha podido definir qué zonas fueron tratadas:
- Por último, también en la zona del enlace de Coria, se dispone de los planos de tratamientos del terreno ejecutados (columnas de grava y mechas drenantes) para el proyecto Coria-Almensilla de la SE-40.

Toda esta información se ha volcado en el plano (A7.P04.01 *Tratamientos geotécnicos*). De esta manera, puede comprobarse cuales son las zonas de terreno bajo los nuevos terraplenes proyectados que no requieren tratamiento y cuáles ocupan franjas de terreno sin tratar. En estas últimas se propone un tratamiento equivalente al tratamiento más próximo ya ejecutado.

#### [7.8.5] Análisis de estabilidad

En el análisis de estabilidad se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Los rellenos se han estudiado con el talud 2H:1V,
- Los cálculos se han realizado mediante el programa Slide2 (Rocscience); según el procedimiento descrito en el en el Anejo Nacional Español del Eurocódigo ya presentada con anterioridad en la metodología de los desmontes (minoración de parámetros geotécnicos). El FS requerido en este caso debe ser mayor a uno (FS>1);
- Los materiales con los que se construirán los rellenos procederán de zonas de préstamo o de alguna de las canteras de albero inventariadas.
- El análisis realizado se ha llevado a cabo para la mayor altura de relleno, dado que si éste es estable el resto también lo será.

#### [7.8.5.1] Análisis de asientos

- Para el cálculo de asientos se ha empleado la teoría de consolidación unidimensional de Terzaghi;
- Los cálculos se han realizado mediante el programa Settle3 (Rocscience);
- En aquellos rellenos o zonas de rellenos no localizadas sobre terreno ya tratado, se propone un tratamiento equivalente al tratamiento más próximo ya ejecutado, consistente en:
  - ✓ Columnas de gravas con una separación entre ejes de 3,0 x 3,0 m (lo que equivale a 1 columna cada 8,00 m<sup>2</sup>) y diámetro estimado medio de 1,00 m;
  - ✓ Mechas drenantes con distribución en planta triangular o al tresbolillo, con una distribución de una mecha cada 2,0 m<sup>2</sup>;
  - ✓ Saneos: se ha definido un saneo de 1 metro de espesor en aquellas zonas bajo rellenos que no son tratados mediante columnas de grava o mechas drenantes.

El tratamiento por columnas de grava y mechas drenantes se extenderá hasta 5 metros adicionales al contorno exterior de los rellenos.

#### [7.8.5.2] Secciones estudiadas

La elección de las secciones a estudiar se ha llevado a cabo teniendo en cuenta las zonas que no han sido previamente tratadas y que se detallan a continuación:

Sección de cálculo	Enlace	Relleno estudiado	PPKK		Longitud (m)	Altura máx. (m)
			Inicio	Fin		
I	Copero-Puerto de Sevilla	Estribo 1 Viaducto	1+190	1+240	50	8,5
II		Ramal 2	0+000	0+180	180	9,5
III		Ramal 4	0+149	0+374	225	9,5
IV		Ramal 5	0+000	0+220	220	8,5
V	Coria	Estribo 2 Viaducto	4+820	4+880	60	11,0
VI		Ramal 6	0+000	0+370	370	11,0
VII		Ramal 4	0+270	0+440	170	10,5
VIII		Ramal 5	0+000	0+883	883	7,5
IX		Ramal 7	0+310	0+360	50	5,5
X		Ramal 3	0+000	0+237	237	7,0
XI		Reposición A-8058 Oeste	0+260	0+440	180	3,5
XII		Reposición A-8058 Este	0+000	1+675	1675	5,0

Tabla 45. Secciones de relleno estudiadas.

En las citadas secciones, se ha llevado a cabo un estudio de la estabilidad y asientos esperados, adjuntando en los Apéndices del Anejo las salidas de los programas de cálculo.

En primer lugar, se han llevado a cabo análisis de estabilidad a corto plazo, a largo plazo y en situación de sismo. Estos análisis han permitido:

- concluir que la ejecución de los terraplenes de gran altura (superiores a 5-6 metros de altura) deberá ejecutarse por fases para asegurar la estabilidad, determinando a continuación la altura máxima de relleno que podrá alcanzarse en la primera fase de ejecución;
- determinar en qué zonas será necesaria la mejora del terreno mediante columnas de grava, para cumplir con los factores de seguridad mínimos indicados por el Eurocódigo.

Por otra parte, se han realizado estimaciones de asientos considerando tres hipótesis diferentes:

- sin mejora del terreno;
- mejora del terreno con columnas de grava;
- mejora del terreno con mechas drenantes;
- mejora del terreno mediante saneo de 1 metro de espesor.

Este estudio muestra que para la situación en la que se coloca el terreno sin aplicar una mejora previa, el periodo de los asientos de consolidación esperado es muy elevado, por lo que será necesaria la ejecución previa de un tratamiento del terreno mediante alguno de las técnicas descritas con anterioridad, las cuales se definen a partir de los cálculos de asientos realizados.

En cualquier caso, el área bajo un gran número de rellenos ha sido parcialmente tratada, por lo que se ha priorizado la aplicación de la misma técnica de mejora y similar configuración a la que ya haya sido ejecutada en zonas adyacentes, de modo que la solución y el comportamiento del terreno sean homogéneos.

A partir de lo anterior, se han propuesto los siguientes tratamientos:

Sección cálculo	Enlace	Relleno estudiado	PPKK		Tratamiento	
			Inicio	Fin		
I	El Copero	Estribo 1 Viaducto	1+190	1+240	Columnas de grava D=1 m, s=3m triangular, L=16 m	
II		Ramal 2	0+040	0+130	Mechas drenantes s=2 m triangular, L=14 m	
			0+130	0+195	Columnas de grava D=1 m, s=3 m triangular, L=16 m	
III		Ramal 4	0+135	0+205	Columnas de grava D=1 m, s=3 m triangular, L=16 m	
			0+205	0+320	Mechas drenantes s=2 m triangular, L=14 m	
IV		Ramal 5	0+060	0+105	Mechas drenantes s=2m triangular, L=14 m	
			0+105	0+150	Columnas de grava D=1 m, s=3 m triangular, L=16 m	
0+180		0+225				
V		A-8058	Estribo 2 Viaducto	4+820	4+880	Columnas de grava D=1 m, s=3 m triangular, L=16 m
VI			Ramal 6	0+000	0+150	Columnas de grava D=1 m, s=3 m triangular, L=14 m
	0+150			0+295	Mechas drenantes s=2m triangular, L=14 m	
VII	Ramal 4	0+240	0+270	Columnas de grava D=1 m, s=3 m triangular, L=8.5 m		

Sección cálculo	Enlace	Relleno estudiado	PPKK		Tratamiento
			Inicio	Fin	
VIII	Ramal 5		0+355	0+425	Mechas drenantes s=2m triangular, L=8.5 m
			0+295	0+325	Mechas drenantes s=2m triangular, L=14 m
			0+700	0+775	Mechas drenantes s=2m triangular, L=14 m
			0+775	0+805	Columnas de grava D=1 m, s=3 m triangular, L=14 m
0+840	0+920				
IX	Ramal 7		0+295	0+325	Columnas de grava D=1 m, s=3 m triangular, L=16 m
			0+325	0+355	Mechas drenantes s=2m triangular, L=16 m
X	Ramal 3		0+195	0+220	Mechas drenantes s=2m triangular, L=14 m
			0+220	0+240	Columnas de grava D=1 m, s=3 m triangular, L=14 m
XII		Reposición A-8058 Este	0+000	0+185	Mechas drenantes s=2m triangular, L=16 m

Tabla 46. Resumen de tratamientos geotécnicos propuestos en rellenos.

#### [7.8.6] Rellenos en zonas inundables

Las cotas que alcanza la lámina de agua para los periodos de retornos de 10 y 100 años quedan definidas en el Anejo 11 Drenaje e inundabilidad.

Para un periodo de retorno de 10 años, la cota de la lámina de agua es similar al cauce del río y por lo tanto no alcanza ninguno de los terraplenes. Sin embargo, la cota para un periodo de retorno de 100 años define un área inundable donde la altura de la lámina de agua puede incidir sobre la estabilidad del relleno:

- Terraplenes de la zona del **Copero: 5,4 msnm + 0.5 (resguardo adicional)**
- Terraplenes del lado **Coria: 6,15 msnm + 0.5 (resguardo adicional)**

Bajo estas cotas, los materiales a utilizar en el relleno deben cumplir

- ✓ Suelos seleccionados o adecuados.
- ✓ Suelos tolerables que cumplan simultáneamente: # 0,063 < 25 % y valores de plasticidad propios de los suelos adecuados o seleccionados.

Además de los anterior, en aquellas zonas con velocidades superiores a 0.5 m/s será necesario disponer protecciones de escollera sobre los espaldones de los rellenos. Esta protección de escollera debe alcanzar al menos la cota de la lámina de agua correspondiente al caudal de período de retorno de cien años (T = 100 años). Se debe proyectar un filtro entre la protección y el relleno.

### [7.8.7] Sustitución de terreno

En todos los rellenos donde no está prevista la ejecución de columnas de grava o drenes mecha, se procederá al saneo de 1.0m de terreno (incluida la tierra vegetal) y sustitución por un material apto para uso en cimientos de terraplén, según prescripciones del PG3.

### [7.8.8] Clasificación de la explanada

Con el objetivo de hallar la capacidad de soporte del cimiento del firme, en este apartado se procede a la caracterización del terreno natural en los fondos de excavación que, junto a los tramos de rellenos (de tipo terraplén, pedraplén o todo-uno), constituyen los materiales sobre los que se diseñará la explanada.

La clasificación del suelo en excavación se ha realizado a partir de las unidades geotécnicas definidas en este anejo. Allí donde el fondo de excavación se ha considerado no apto (suelos marginales, inadecuados o con insuficiente capacidad portante) se han recomendado distintos espesores de sustitución, teniendo en cuenta que, según la citada Instrucción, para poder asignar a los suelos de la explanación una determinada clasificación deberá tener un espesor mínimo de un metro (1 m). Por su parte, los terraplenes se ejecutarán con materiales procedentes de préstamo y canteras o graveras. Por tanto:

- En fondos de excavación: Suelo Tipo 0 (Tolerables). En el caso de suelos marginales o inadecuados identificados en fondo de excavación, serán sustituidos mediante saneo (1.0m) por suelos tolerables.
- Las obras de tierra: Suelos de Tipo 0 (desde un criterio conservador, todos los rellenos con material de tipo suelo se consideran Tolerables).

Según la Instrucción de firmes se establecen 3 categorías de explanada (E1, E2 y E3). según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (Ev2) en ensayo de placa de carga, cuyos valores se recogen en la siguiente tabla:

Para el tronco de la autovía, con categoría de tráfico pesado T0, se exige una tipología de explanada E3, según el Catálogo de Secciones de Firme de la Norma 6.1.-IC. Para los ramales de enlace se optará igualmente por explanada tipo E3. Así se adopta de forma general una configuración formada por 30 cm de suelo estabilizado in situ S-EST3 sobre otros 50 cm de Suelo Adecuado. Dicha configuración servirá tanto para los terraplenes como desmontes, puesto que en ambos casos se tiene Suelo Tolerable como cimiento de la explanada.

### [7.8.9] Auscultación

Con objeto de comprobar las hipótesis de diseño y resultados esperables del mismo, se propone un plan de auscultación de terraplenes basado en la implantación de secciones de monitoreo a lo largo de los diferentes ejes del trazado. La posición de estos elementos puede comprobarse en el Plano

Se han considerado los siguientes métodos de auscultación en función de la sensibilidad de la zona, espesor compresible, presencia de estructuras, altura de relleno, etc.

- Control topográfico
- Líneas continuas de asiento
- Piezómetros de cuerda vibrante
- Inclinómetro

A continuación, se muestran los detalles de las medidas propuestas para el plan de auscultación

Sección auscultación	Relleno estudiado	PPKK	Tipo
		Inicio	
SA-01	Tronco	0+860	LCA + INCL+ PCV
SA-02	Tronco	1+080	LCA + INCL+ PCV
SA-03	Tronco	1+225	LCA + INCL+ PCV
SA-04	Tronco	4+840	LCA + INCL+ PCV
SA-05	Eje 6; Ramal 2 (COPERO)	0+165	LCA + INCL+ PCV
SA-06	Eje 7; Ramal 4 (COPERO)	0+165	LCA + INCL+ PCV
SA-06	Eje 17; Ramal 5 (A-8058)	0+780	LCA + INCL+ PCV
SA-07	Eje 35; Ramal 6 (A-8058)	0+170	LCA + PCV
SA-08	Eje 35; Ramal 6 (A-8058)	0+240	LCA
SA-09	Eje 47. Rep. A-8058 O	1+350	LCA
SA-10	Eje 27. Rep A-8058 E	0+075	LCA
SA-011	Eje 27. Rep A-8058 E	0+110	LCA

Tabla 47. Medidas de auscultación propuestas.

La toma de medidas y el seguimiento de las deformaciones comenzará desde el inicio de la construcción de los terraplenes hasta la colocación de la coronación para detectar cualquier anomalía o comportamiento inesperado del terraplén durante su construcción y consolidación. Al concluir la colocación de la coronación, se llevará a cabo una evaluación final para verificar que las deformaciones no excedan los límites permitidos y que el terraplén se haya consolidado de forma adecuada.

### [7.9] Trazado geométrico

Para la definición de parámetros y criterios de diseño se ha tomado como base la Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC "Trazado" (aprobada por Orden del Ministerio de Fomento de 19 de Febrero de 2016).

El ajuste definitivo del trazado de la autovía previsto en el Anteproyecto de referencia ha constituido un proceso iterativo en el que se han tenido en cuenta los condicionantes existentes desde diversos puntos de vista, los documentos antecedentes al proyecto, y las decisiones adoptadas en las diversas reuniones mantenidas con la Dirección del Proyecto. La auditoría de seguridad viaria también ha aportado criterios convenientes para la mejora del diseño.

En el trazado que se presenta se ha fijado una Vp uniforme para todo el recorrido de 100 km/h por el eje principal. Se ha previsto el diseño de dos nudos, denominados Enlace de acceso al Puerto de Sevilla y la Base Militar El Copero y Enlace con la A-8058, con tipología de diamante con pesas y trébol parcial respectivamente.

En el Anejo nº8: "Trazado geométrico", se desarrollan con detalle todos los aspectos relativos a la definición geométrica de los viales de proyecto. Los principios de diseño más importantes que se han considerado son:

- El criterio fundamental de diseño es la seguridad de los usuarios. Los datos para el estudio de trazado siguen el planteamiento clásico de basarse en la velocidad y la visibilidad.
- En el tronco, se ha intentado buscar trazados rectos o con curvas de parámetro amplio evitando las curvas de transición. Además, alineaciones verticales constantes sin pendientes excesivas y evitando disponer, en la medida de lo posible, puntos bajos. En sección transversal, se ha intentado evitar geometrías múltiples y variables.

- En los enlaces, se ha buscado minimizar el número de puntos de conflicto y provocar en los movimientos una canalización adecuada con transiciones suaves. En todo caso con soluciones señalizables, esto es, proporcionando la información de manera controlada de manera que el diseño esté de acuerdo con la capacidad de proceso de información de los usuarios. La consistencia y la visibilidad son los otros aspectos clave de la seguridad.
- Se ha atendido a la protección de todos los usuarios de la vía.

### [7.9.1] Tronco

El trazado en planta del tronco de autovía está compuesto por 4 alineaciones, tres de ellas curvas y una recta, estableciendo la definición del eje en el centro de la mediana.

A continuación, se presentan la relación de alineaciones definidas:

Tabla 48. Trazado en planta del tronco.

Dato	Tipo	P.k. inicio	Radio (m)	Parámetro
1	CIRC.	0+000	3000	
	CLOT.	0+024,232		1000
2	CLOT.	0+357,565		635
	CIRC.	0+569,789	-1900	
3	CLOT.	1+482,590		635
	RECTA	1+694,814		
4	CLOT.	3+899,245		625
	CIRC.	4+107,578	-1875	

En cuanto a las alineaciones rectas:

Tabla 49. Alineaciones rectas en el tronco

Alineación	PK inicial	PK final	Longitud	Tipo	Lmin s	Lmin o	Lmax
3	1+694,814	3+899,245	2204,43	O	139	278	1670

Como se observa, la longitud de la recta proyectada supera el máximo especificado en la Norma.

En referencia a las alineaciones circulares proyectadas se describe a continuación la relación entre el radio, el peralte y la velocidad específica para las alineaciones circulares proyectadas y que responde a la ley propuesta en la Norma.

Tabla 50. Alineaciones circulares en el tronco

Al.	PK inicial	PK final	Longitud (m)	Radio (m)	Peralte (%)	Vel espec. (km/h)
1	0+000	0+024,232	24,232	3000	2,83	167,15
2	0+569,789	1+482,590	912,802	-1900	3,98	153,16
4	4+107,578	5+069,300	961,722	-1875	4,02	152,75

El desarrollo mínimo de las alineaciones circulares es superior a los 20 gonios.

Como curva de transición se ha empleado la clotoide, que por su parte debe cumplir ciertas limitaciones en cuanto al parámetro de diseño.

A continuación, se presenta una tabla con los valores mínimos, máximos, recomendables y adoptados de los parámetros de la clotoide, según las restricciones de la Norma.

Tabla 51. Clotoides en el tronco

Al.	Radio (m)	Mín. variación de la Ac	Mín. transición del peralte	Mín. variación Dz≥1/18	Mín. variación Dr≥0,5m	Recomendable Dz≥1/5W	A. Máxima	Parámetro Adoptado
1	3000	395	420	1000	755	480	1220	1000
2	-1900	340	395	635	540	925	775	635
4	-1875	330	400	625	535	895	760	625

Otro aspecto a tener en cuenta es la coordinación entre elementos consecutivos de trazado. La relación de radios cumple con las prescripciones de la Norma.

La definición del eje en alzado se ha realizado a través de dos rasantes que coinciden a partir del PP.KK 1+900 aprox. (inicio de la subida al puente principal) hasta el final. La geometría, como se puede comprobar en el anejo, es compatible en todo caso con el estudio de superficies aeronáuticas y las condiciones de drenaje.

En el Apéndice 2 se han incluido los planos elaborados para el estudio de detalle realizado sobre las

El perfil longitudinal que lo define (además del giro de los peraltes) coincide con el borde de plataforma más próximo a la mediana para cada una de las calzadas.

Las principales características en alzado del eje principal se resumen en los cuadros siguientes:

### Rasante derecha

Tabla 52. Trazado en alzado del tronco. Rasante derecha

	Pendiente (%)	L entre vértices (m)	Tiempo (s)	PK	Cota (m)	Kv	L Acuerdo (m)	Condición La ≥ Vp
Alineación vertical	-0,7663							
Vértice 1				0+052,586	15,262	26788,1	100	SI
Alineación vertical	-0,393	279,41	10,06					
Vértice 2				0+331,997	14,164	63694,3	100	SI
Alineación vertical	-0,55	627,90	22,60					
Vértice 3				0+959,901	10,710	9523,8	100	SI
Alineación vertical	0,5	805,99	29,02					
Vértice 4				1+765,888	14,740	6172,8	250	SI
Alineación vertical	4,55	1519,11	54,69					
Vértice 5				3+285,000	83,860	5680,0	516,88	SI
Alineación vertical	-4,55	1518,97	54,68					
Vértice 6				4+803,971	14,747	6172,8	250	SI
Alineación vertical	-0,5							

## Rasante izquierda

Tabla 53. Trazado en alzado del tronco. Rasante izquierda

	Pendiente (%)	L entre vértices	Tiempo (s)	PK	Cota (m)	Parámetro (Kv)	L Acuerdo (m)	Condición La ≥ Vp
Alineación vertical	-0,7663							
Vértice 1				0+063,423	15,462	46232,1	100	SI
Alineación vertical	-0,55	889,80	32,03					
Vértice 2				0+953,227	10,568	8695,7	100	SI
Alineación vertical	0,6	830,47	29,90					
Vértice 3				1+783,701	15,551	6329,1	250	SI
Alineación vertical	4,55	1501,30	54,05					
Vértice 4				3+285,000	83,860	5680,0	516,88	SI
Alineación vertical	-4,55	1521,02	54,76					
Vértice 5				4+806,020	14,654	6172,8	250	SI
Alineación vertical	-0,5							

En referencia a los valores extremos de la inclinación de la rasante se puede comprobar que las pendientes máximas superan en la subida y la bajada al puente principal la máxima que establece la Norma (4,55 %). Este punto se analizó con detalle considerando las implicaciones en la operación, en particular en el movimiento más problemático que es la incorporación de un vehículo pesado desde el nudo del Copero, el gálibo de paso sobre el río, las afecciones ambientales y el coste. El diseño ha considerado dos medidas para mitigar el riesgo que se produce al establecerse en dos flujos diferencias de velocidad apreciables.

En cuanto a los valores mínimos, se ha comprobado las condiciones de desagüe que en cualquier caso definen una línea de máxima pendiente con un valor superior al 0,5%.

Los cálculos de los niveles de servicio realizados en el Anejo de Tráfico han demostrado la correcta funcionalidad de la autovía proyectada durante todo el periodo de vida útil, sin necesidad de habilitar un carril adicional para vehículos pesados en ninguno de los tramos definidos. Como se puede ver en el anejo, se han planteado dos escenarios en cuanto a la configuración de carriles básicos y que pretende mejorar dos problemáticas identificadas en dos entradas al tronco.

En lo que respecta a los parámetros de los acuerdos verticales se puede comprobar que en todos los casos los valores proyectados son superiores a los mínimos establecidos por la Norma.

Por consideraciones estéticas se cumple que la longitud de todos los acuerdos es superior a la velocidad de Proyecto, incluso intentando que dispongan de una longitud superior al doble de la velocidad de Proyecto para conseguir acuerdos más estéticos.

Se ha prestado especial atención a la **coordinación entre planta y alzado**. El resultado final se considera satisfactorio. La actuación es necesario completarla en la coordinación con los tramos adyacentes y que para esta fase se ha realizado considerando los As-Built de construcción.

### [7.9.2] Enlaces

Se ha previsto la construcción de dos nuevos enlaces denominados:

- Enlace de acceso al Puerto de Sevilla y la Base Militar El Copero

- Enlace con la A-8058. Conexión de Coria del Río y Palomares del Río

La tipología en ambos casos fue justificada con detalle en la fase de anteproyecto.

#### [7.9.2.1] Enlace de acceso al Puerto y la Base Militar El Copero

La tipología seleccionada para este enlace es la de un diamante con pesas. En esta fase se ha procedido realizando los ajustes finales siendo los principales condicionantes el drenaje y las superficies limitadoras de la pista de la Base Militar.

Esto ha llevado a la definición de los siguientes elementos:

⇒ Ramales directos de giro a la derecha "patas del diamante" (Ramales 2,3,4 y 5).

⇒ Glorietas (Ejes 3 y 4)

⇒ Eje entre glorietas (Eje 2)

Los ejes en los que se apoya el trazado junto con los estándares utilizados se pueden observar en la siguiente tabla. Presenta unos tráficos moderados.

Tabla 54. Enlace del Copero. Estándar de diseño y vehículo tipo.

ENLACE EL COPERO			
NOMBRE DEL EJE	LONGITUD	Vp (km/h)	Vehículo diseño
RAMAL-1	124,647	40	Tren de carretera
RAMAL-2	348,282	60	Tren de carretera
RAMAL-3	475,432	60	Tren de carretera
RAMAL-4	373,553	60	Tren de carretera
RAMAL-5	331,179	60	Tren de carretera
GLORIETA NORTE	219,911	30	Tren de carretera / turismo
GLORIETA SUR	157,080	30	Tren de carretera
REPOSICIÓN CARRETERA EL COPERO NORTE	1.771,497	60	Vehículo articulado
REPOSICIÓN CONEXIÓN ACCESO SUR AL PUERTO	981,580	50	Tren de carretera
REPOSICIÓN CARRETERA EL COPERO SUR	836,808	60	Vehículo articulado

Como aspecto particular del diseño de los ramales directos se puede destacar la adaptación a las condiciones de operación debido a la presencia importante dentro de la corriente circulatoria de vehículos pesados. Esto ha llevado a intentar limitar las inclinaciones de las rampas y a aumentar las dimensiones de los elementos donde la simulación del área barrida así lo ha concluido.

En referencia a las glorietas, los diferentes estudios realizados han justificado el trazado propuesto y cuyo principal condicionante se deriva de la compatibilidad del diseño con las necesidades de área barrida.

#### [7.9.2.2] Enlace con la A-8058. Nudo de conexión con Coria del Río y Palomares del Río

Para este enlace se justificó en la fase de anteproyecto una tipología tipo trébol parcial y que ha llevado a definir los siguientes elementos:

⇒ Ramales directos de giro a la derecha (Ramales 1,2,3 y 4)

⇒ Ramales en lazo (Ramales 6 y 7)

- ⇒ Ramales en círculo (Ramal 5)
- ⇒ Glorietas (Norte y Sur)
- ⇒ Eje entre glorietas (Reposición A-8058)

Los ejes en los que se apoya el trazado junto con los estándares utilizados se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 55. Enlace del Copero. Estándar de diseño y vehículo tipo.

ENLACE A-8058			
NOMBRE DEL EJE	LONGITUD	Vp (km/h)	Vehículo diseño
RAMAL-1	354,648	60	Tren de carretera
RAMAL-2	426,952	60	Tren de carretera
RAMAL-3	346,419	60	Tren de carretera
RAMAL-4	533,517	60	Tren de carretera
RAMAL-5	1.387,365	70	Tren de carretera
RAMAL-6	479,482	50	Tren de carretera
RAMAL-7	451,794	40	Tren de carretera
GLORIETA NORTE	251,327	30	Camión articulado / autobus rígido / furgón
GLORIETA SUR	157,080	30	Autobus rígido / turismo
REPOSICION A-8058 OESTE	1.387,365	70	Tren de carretera
REPOSICION CTRA. SE-3301	367,213	40	Vehículo articulado
REPOSICION CTRA. CORIA DEL RÍO-SEVILLA	79,146	40	Autobús rígido
REPOSICION A-8058 SUR	129,260	40	Tren de carretera
REPOSICION A-8058 NORTE	141,755	60	Camión articulado / autobús rígido / furgón
REPOSICION A-8058 ESTE	1.674,600	40	Furgón

Los movimientos principales se localizan en las conexiones de salida en sentido directo y las de entrada en el inverso con intensidades diarias superiores a 20.000 veh/día (se configuran como una entrada/salida de dos carriles). El otro movimiento a destacar desde este punto de vista es el giro a izquierdas definido con un ramal en círculo. El trazado del nudo responde consecuentemente a la distribución de los tráficos.

En cuanto a los dos lazos previstos en uno de ellos se ha limitado la velocidad de proyecto a 40 km/h. Esto es debido al condicionante geométrico que impone el Ramal en círculo, cuyo radio se ha preferido sea constante y de un valor lo más alto posible, y a la necesidad de intentar adelantar la conexión al tronco que en este punto presenta una altura considerable y una pendiente elevada (4,55%). Además, compactando este cuadrante se limitan las afecciones al entorno.

El ramal en círculo gobierna de manera dominante la morfología del nudo y en planta se define con un radio constante que se ha intentado sea superior al mínimo para limitar la amplitud de la berma de despeje a un valor aceptable.

En alzado, se han establecido subidas y bajadas para adaptar la rasante al cruce con el resto de viales. En algún caso, no se alcanza el requerimiento de la distancia entre vértices de la Norma y que no representa problemas de funcionalidad.

Otro inconveniente es que debido a su recorrido por tres cuadrantes define muchas interferencias que han limitado sus prestaciones geométricas y que se ha intentado sean las mayores para favorecer el nivel de servicio.

En referencia a las glorietas, los diferentes estudios realizados han justificado el trazado propuesto y cuyo principal condicionante ha sido el estudio de consistencia de velocidades y el guiado y orientación de los vehículos en las trayectorias naturales.

En las siguientes imágenes se pueden observar los resultados:


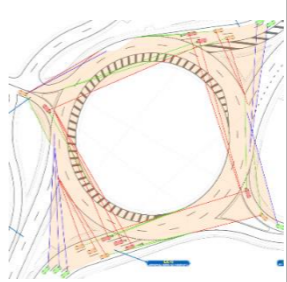
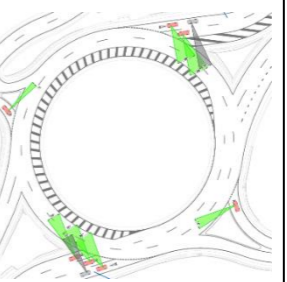
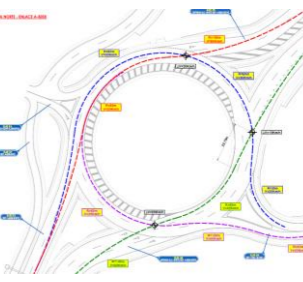
			
<p><b>Áreas Barridas</b></p> <p>Compatibles con las dimensiones de los elementos</p>	<p><b>Estudio de visibilidad</b></p> <p>Áreas libres de obstáculos</p>	<p><b>Ángulos de giro hacia la izquierda</b></p> <p>Se alcanzan los máximos recogidos en la Guía de Nudos Viarios en caso asimilable (130g)</p>	<p><b>Consistencia de velocidades</b></p> <p>Se diseñan curva en las entradas para moderar las velocidades y compatibilizar los perfiles de velocidad con los requerimientos de consistencia.</p>

Imagen 28. Enlace con las A-8058. Glorieta norte: alternativas de gestión de la circulación. Fuente: elaboración propia.


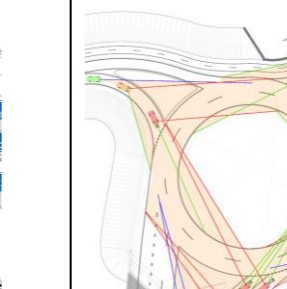

		
<p><b>Áreas Barridas</b></p> <p>Compatibles con las dimensiones de los elementos</p>	<p><b>Estudio de visibilidad</b></p> <p>Áreas libres de obstáculos. Se dispone de una berma de despeje.</p>	<p><b>Ángulos de giro hacia la izquierda</b></p> <p>Se alcanzan los máximos recogidos en la Guía de Nudos Viarios en caso asimilable (130g)</p>

Imagen 29. Enlace con la A-8058. Estudios realizados en glorieta sur. Fuente: elaboración propia.

En la reposición de la A-8058 se han gestionado las conexiones de los ramales de enlace de acuerdo a los tráficos previstos.

En todos los casos se satisfacen las distancias funcionales de separación entre enlaces.

### [7.9.3] Sección tipo

La sección transversal tipo del tronco de la autovía está compuesta por los siguientes elementos:

- Nº calzadas: 2
- Calzadas de cuatro carriles: 14,0 m.
- Arcenes exteriores: 2,5 m.
- Arcenes interiores: 1,0 m.
- Bermas exteriores: 1,3 m.
- Bermas interiores: 1,0 m (puntualmente 0,8 m).
- Mediana: variable (mínimo 2,0 m, máximo 10,0 m).

Una parte importante del desarrollo del eje principal se define con sección en viaducto donde se adopta una sección especial de acuerdo a la Norma y que propone una reducción de los arcenes exteriores a 1 m. En esta fase se han considerado todos los elementos de la sección transversal con incidencia en la ocupación de las obras.

### Viaducto de aproximación este

La sección sobre viaducto del tronco (Eje 1) entre el P.K. 1+246 y 2+076 cuenta con la siguiente configuración:

- Viaducto de dos cajones con un tablero de 19,00 m de ancho en la calzada izquierda y 19,30 m en la derecha. Cada calzada tiene 4 carriles de 3,5 m, un arcén interior y exterior de 1,0 m. En los lados que corresponde se suma un espacio adicional de 0,3 m para un caz de drenaje. En el caso de la calzada derecha el exterior presenta, aunque es una curva a izquierdas, este mismo espacio adelantando el necesario para el bombeo posterior. Para los sistemas de contención, de acuerdo a los riesgos identificados, se disponen espacios de 0,8 m en todas las márgenes. Para otros elementos de la sección tipo: 0,40 m luminarias (altura limitada), 0,70 m pantalla antiviento más luminaria e igual dimensión para pantalla opaca más luminaria.
- Además en la calzada izquierda viene adosado un espacio para el carril bici y acerado de 4,95 m con la siguiente configuración (de interior a exterior): 0,3 m de separación con malla antivandálica de 0,1 m, separación de 0,4 m, carril bici de 2 m, espacio de 0,15 m, acera de 1,8 m y espacio de 0,2 m para la valla antisuicidio.
- En la anterior descripción no se incluyen las variaciones debidas a las inserciones de los carriles de cambio de velocidad.

### Viaducto de acceso este

La sección sobre viaducto del tronco (Eje 1) entre el P.K. 2+076 y 2+922 cuenta con la siguiente configuración:

- Viaducto cajón con un tablero único de anchura variable con un máximo de 20,60 m de ancho por calzada separadas por una mediana de 4 m de anchura. La calzada tiene 4 carriles de 3,5 m y arcenes de 1,0 m. Incluye un espacio para los sistemas de drenaje de 0,30 m, 0,8 m para los sistemas de contención y 0,7 m para las luminarias más la pantalla antiviento. Además, en la calzada izquierda viene adosado un carril bici de 2,55 m y una acera peatonal más barrera antisuicidio de 2 m de anchura. En la anterior descripción no se incluyen las variaciones debidas a las inserciones de los carriles de cambio de velocidad.

### Tramo atirantado

La sección sobre viaducto del tronco (Eje 1) entre el P.K. 2+922 y 3+648 consiste en un tramo atirantado, sin embargo, el pilono, se ubica entre los 4 m de la mediana, por lo que su configuración es igual al tramo precedente.

### Viaducto de acceso oeste

La sección sobre viaducto del tronco (Eje 1) entre el P.K. 3+648 y 3+966 cuenta con la siguiente configuración:

- Viaducto cajón con un tablero único de anchura variable con un máximo de 20,60 m de ancho por calzada separadas por una mediana de 4 m de anchura. La calzada tiene 4 carriles de 3,5 m y arcenes de 1,0 m. Incluye un espacio para los sistemas de drenaje de 0,30 m, 0,8 m para los sistemas de contención y 0,7 m para las luminarias más la pantalla antiviento. Además, en la calzada izquierda viene adosado un carril bici de 3,55 m y una acera peatonal más barrera antisuicidio de 1,40 m de anchura. En la anterior descripción no se incluyen las variaciones debidas a las inserciones de los carriles de cambio de velocidad.

### Viaducto de aproximación oeste

La sección sobre viaducto del tronco (Eje 1) entre el P.K. 3+966 y 4+812 cuenta con la siguiente configuración para la calzada derecha:

- Viaducto cajón con tablero variable entre 22,30 y 29,05 m. La calzada del tronco cuenta con 4 carriles de 3,5 m y una vía colectora que varía entre 1 y 2 carriles de 3,5 m. La terciaria presenta un valor máximo de 1,7 m. Con respecto a los arcenes, el interior es de 1,2 m (incluye 0,2 m como berma de visibilidad), y uno exterior de 1,0 m. Incluye un espacio para los sistemas de drenaje de 0,30 m, 0,8 m para los sistemas de contención y 0,7 m para las luminarias más la pantalla antiviento.

La sección sobre viaducto del tronco (Eje 1) entre el P.K. 3+966 y 4+822 cuenta con la siguiente configuración para la calzada izquierda:

- Viaducto cajón con tablero de 18,60 m. La calzada cuenta con 4 carriles de 3,5 m y arcenes de 1,0 m. Incluye un espacio para los sistemas de drenaje de 0,30 m, 0,8 m para los sistemas de contención y 0,7 m para las luminarias más la pantalla antiviento. Por otro lado, se cuenta con un carril bici de 2,55 m y una acera peatonal más barrera antisuicidio de 2 m.

Las secciones tipo del resto de viales se pueden consultar en el Anejo. Otros apartados considerados:

Sobrecanchos. Se han realizado las simulaciones con el software Vehicle Tracking de AUTODESK

Gálibos. Se establece una altura libre mínima bajo pasos superiores sobre cualquier punto de la plataforma de 5,30 m.

Tabla 56. Gálidos verticales en estructuras

ESTRUCTURA	VIAL INFERIOR	VIAL SUPERIOR	GÁLIDO MÍNIMO ENTRE PLATAFORMAS (m)	Canto Estructura (m)	Gálibo Vertical (m)
VIADUCTO APROXIMACIÓN ESTE	RAMAL 1 (EL COPERO)(EJE 2)	TRONCO (EJE 1)	7,89	2,50	5,39
VIADUCTO APROXIMACIÓN OESTE	REPOSICION A-8058 OESTE (EJE 12)	TRONCO (EJE 1)	10,03	2,50	7,53
E-10 (RAMAL EJE 19)	REPOSICION A-8058 OESTE (EJE 12)	RAMAL 7 (EJE 19)	9,71	1,45	8,26
E-8 (PS EJE 17)	REPOSICION A-8058 OESTE (EJE 12)	RAMAL 5 (EJE 17)	6,91	1,10	5,81
E-7 (PI EJE 17)	RAMAL 5 (EJE 17)	TRONCO (EJE 1)	7,65	0,9 (espesor marco)	
E-6 (RAMAL EJE 16)	REPOSICION A-8058 ESTE (EJE 27)	RAMAL 4 (EJE 16)	19,16	1,40	17,76
VIADUCTO APROXIMACIÓN OESTE	REPOSICION A-8058 ESTE (EJE 27)	TRONCO (EJE 1)	16,83	2,50	14,33
E-10 (RAMAL EJE 19)	REPOSICION A-8058 ESTE (EJE 27)	RAMAL 7 (EJE 19)	6,9	1,45	5,45
E-9 (RAMAL EJES 17 Y 20)	REPOSICION A-8058 ESTE (EJE 27)	RAMAL 5 (EJE 17)	9,55	1,40	8,15
E-9 (RAMAL EJES 17 Y 20)	REPOSICION A-8058 ESTE (EJE 27)	RAMAL 3 (EJE 20)	10,04	1,40	8,64

#### [7.9.4] Compatibilidad con otros modos de transporte

En esta fase se ha garantizado la continuidad y seguridad de los itinerarios y puntos de cruce adaptando su diseño a los requerimientos de las normas de aplicación y buenas prácticas. Además, se ha comprobado su compatibilidad con el diseño proyectado.

Los carriles bici que se han proyectado y sus parámetros de diseño vienen recogidos a continuación:

Tabla 57. Criterios de diseño de las vías ciclistas adosadas a flujo motorizado

Denominación	Eje	Longitud aprox. (m)	Velocidad (km/h)	Radio min. <sup>(2)</sup> (m)	Pendiente max. <sup>(3)</sup> (%)
TRONCO	TRONCO	2500	40	30	4.5
ENLACE DEL COPERO	RAMAL 4	373	40	30	4.6
ENLACE DEL COPERO	REPOSICIÓN CTRA. EL COPERO (SUR)	836	40	30	3.1
ENLACE A-8058 <sup>(4)</sup>	RAMAL 3	290	40	30	6.0
ENLACE A-8058	RAMAL 5	300	40	30	6.0
ENLACE A-8058 <sup>(1)</sup>	REPOSICIÓN CTRA. A-8058 (ESTE)	1265	40	30	2.0
ENLACE A-8058	REPOSICIÓN CTRA. CORIA DEL RIO-SEVILLA	80	20	10	6.0

#### [7.10] Movimiento de tierras

En el Anejo nº 9 se incluyen todos los cálculos necesarios para determinar el movimiento de tierras que se ha de realizar en el trazado estudiado para la redacción del Anteproyecto y Proyecto de Trazado "Autovía SE-40. Tramo: Dos Hermanas (A-4 Sur) - Palomares y Coria del Río (A-8058)".

Para ello se han estudiado volúmenes de desmonte y terraplén, así como el volumen de tierra vegetal, de acuerdo a cumplir los siguientes objetivos:

- Establecer la clasificación de las excavaciones en el tramo.
- Establecer el volumen de material de excavación que será aprovechable en la construcción de los terraplenes de la traza, y su lugar de empleo. Establecer asimismo el destino de los materiales excavados no aprovechables.

- Establecer las necesidades de préstamos y vertederos para la construcción de la autovía, identificándose los más aconsejables y los volúmenes necesarios en cada caso.
- Analizar y optimizar la totalidad del movimiento de tierras que deberá realizarse en la obra.

#### [7.10.1] Necesidades para rellenos, explanada y otros usos.

Los rellenos previstos se ejecutarán en su mayor parte con material procedente de préstamo, debido al déficit existente. La valoración de los mismos desde el punto de vista del presupuesto distinguirá entre relleno procedente de la traza (solo de las denominadas excavaciones adicionales) y relleno procedente de préstamo. No obstante, en este punto es preciso realizar un análisis previo a partir de las conclusiones obtenidas tras el estudio de aprovechamiento de materiales de la traza.

El material de la traza se ha clasificado desde suelo tolerable (por encima de la cota de inundación) hasta suelo adecuado/seleccionado (por debajo de la cota de inundación). Esto ha permitido realizar una distinción detallada en el cálculo de volúmenes de los terraplenes. Además, se considera necesario diferenciar el volumen de suelo seleccionado requerido para la formación de la explanada.

Dentro de los distintos tipos de materiales necesarios para completar todas las unidades de obra necesarias en la ejecución del Proyecto que nos ocupa pueden diferenciarse dos grandes grupos:

- Por un lado, el material necesario para los rellenos, que requiere grandes volúmenes, pero con menores exigencias de calidad. Dado que no se aprovechará material de las excavaciones, salvo algunas adicionales como parte de las obras proyectadas, se recurrirá a préstamos, canteras y graveras.
- El segundo grupo corresponde a las explanadas y capas de firme. Aunque el volumen de material necesario es menor que en el caso anterior, las especificaciones a cumplir son más estrictas. Por esta razón, no se utiliza material de las excavaciones adicionales, siendo necesario recurrir a material de canteras y graveras.

Los volúmenes mostrados corresponden al material puesto en obra.

Tabla 58. Resumen del Movimiento de tierras.

<b>Volumen Desmonte Total</b>	<b>107.202,10</b>
Desmonte en Tierra	91.303,80
<b>Vol. préstamo, cantera, gravera para para Terraplén</b>	<b>628.127,19</b>
<b>Volumen Explanada Total</b>	<b>202.044,80</b>
Suelo Est-3	83.159,60
Suelo Adecuado	118.885,20
<b>Vol. préstamo, cantera, gravera para Explanada</b>	<b>202.044,80</b>

A continuación, se realiza una descripción más detallada de los materiales a utilizar en las distintas unidades de obra consideradas. Las prescripciones que deben cumplir cada uno de los tipos de material se recogen en las tablas anteriores.

[7.10.1.1] Rellenos

Como se mencionó anteriormente, los materiales deben ser suelo tolerable (por encima de la cota de inundación) y suelo adecuado/seleccionado (por debajo de la cota de inundación).

El trazado prevé la excavación de 107.202,10 m3 de tierra, que será destinada íntegramente a vertedero. Además, se cuenta con un volumen de terraplén de 346.831,60 m3 por debajo de la cota de inundación y otro de 368.295,60 m3 por encima de dicha cota.

Para compensar este déficit de tierras, será necesario recurrir a material de préstamo y graveras para cubrir los requerimientos de terraplén de la obra.

Tabla 59. Volúmenes de excavación y relleno.

TRAMO	RELLENOS		
	EXCAVACIÓN Desm. Tierra	Adec/Selecc (Bajo CI)	Tolerable (Sobre CI)
TRONCO	9.767,20	99.215,40	155.983,80
ENLACE EL COPERO	21.043,30	97.461,80	57.735,60
ENLACE A-8058	46.938,70	147.405,70	114.507,00
CARRILES BICI	3.037,90	1.738,50	368,00
VÍAS PECUARIAS	2.469,10	921,20	0,00
CUNETONES	7.879,10	0,00	0,00
ACCESOS	168,50	89,00	0,00
Desvíos Provisionales PC1	11.896,60	0,00	39.453,00
Desvíos Provisionales PC2	4.001,70	0,00	248,20
<b>TOTAL</b>	<b>107.202,10</b>	<b>346.831,60</b>	<b>368.295,60</b>
MD	47.217,58	168.969,32	211.402,06
MI	59.984,52	17.7862,27	156.893,53

[7.10.1.2] Explanada

Constituyen, junto al terreno natural subyacente en fondo de excavaciones y al material de aportación en rellenos, el cimientto del firme, sirviendo de apoyo a las capas de firme. Estas capas de asiento pueden estar formadas por materiales de aportación o por la estabilización de los ya existentes.

Aunque la calidad del material a emplear varía según el tipo de vía considerado, la intensidad del tráfico, el tipo de relleno usado en los tramos en terraplén o la calidad del material de los fondos de excavación, en ningún caso podrán usarse para este fin suelos tolerables.

De acuerdo con el Anejo 10, Firmes y Pavimentos. se ha estimado un volumen total de explanada de 202.044,80 m3 (suelo adecuado + suelo estabilizado tipo 3).

El material necesario para la ejecución de la explanada procederá de alguna de las zonas de préstamo localizadas y/o de las graveras inventariadas.

Tabla 60. Necesidades de material para explanada.

TRAMO	EXPLANADA	
	S. Adecuado	S-EST-3
TRONCO	18.699,30	10.917,10
ENLACE EL COPERO	45.916,90	26.122,00
ENLACE A-8058	52.256,60	30.003,60
CARRILES BICI	1.930,40	0,00

VÍAS PECUARIAS	0,00	0,00
CUNETONES	0,00	0,00
ACCESOS	32,70	19,50
Desvíos Provisionales PC1	49,30	12.357,20
Desvíos Provisionales PC2	0,00	3.740,20
<b>TOTAL</b>	<b>118.885,20</b>	<b>83.159,60</b>
MD	60.266,61	45.968,79
MI	58.618,59	37.190,81

[7.10.1.3] Capas de firme

El diseño de las capas de firme se realizará según la norma 6.1-IC Secciones de firme. Dentro de las capas de firme se incluyen la zahorra artificial y las capas de mezclas bituminosas en caliente.

En las proximidades de Sevilla se encuentran varias graveras que extraen materiales para producir zahorras artificiales, áridos para las capas de base, intermedia y de rodadura.

Tabla 61. Necesidades de material para firmes.

TRAMO	Zahorra	AC32baseS	AC22baseS	AC22binS	BBTM11B	AC16surfS
TRONCO	13.271,60	5.949,5	0,0	14.503,8	5.939,1	0,0
ENLACE EL COPERO	16.552,00	99,1	4.601,6	4.352,1	1.905,4	0,0
ENLACE A-8058	21.134,40	0,0	5.430,2	5.329,8	2.374,3	716,7
CARRILES BICI	1.201,00	0,0	0,0	0,0	0,0	188,8
VÍAS PECUARIAS	1.582,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CUNETONES	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ACCESOS	236,10	0,0	0,0	0,6	0,3	0,0
Desvíos Provisionales PC1	6.752,00	0,0	3,5	4,0	0,3	1.003,5
Desvíos Provisionales PC2	2.119,30	0,0	0,0	0,0	0,0	335,1
<b>TOTAL</b>	<b>62.848,40</b>	<b>6048,6</b>	<b>10.035,3</b>	<b>24.190,3</b>	<b>1.0219,4</b>	<b>2.244,1</b>

[7.10.2] Volúmenes obtenidos

En las siguientes tablas se muestra en forma de resumen el volumen de cada unidad de obra por eje de trazado.

Unidad de obra real

Totales

EJE	Excavación convencional	Suelo adecuado. Explanada	S-EST3. Explanada	Tierra Vegetal	Tolerable (CI Arriba)	Suelo Seleccionado/Adecuado (Bajo CI)	Zahorra
nº Ispol	107.202,10	118.885,20	83.159,60	126.586,70	368.295,60	346.831,60	62.848,40

TRONCO DE LA VARIANTE
TRONCO SE-40

	9.767,20	18.699,30	10.917,10	19.299,40	155.983,80	99.215,40	13.271,60
1	9.767,20	18.699,30	10.917,10	19.299,40	155.983,80	99.215,40	13.271,60

ENLACE Y CONEXIONES
<b>ENLACE COPERO</b>
RAMAL 1
GLORIETA NORTE
GLORIETA SUR
REPOSICIÓN CARRETERA EL COPERO NORTE
RAMAL-2
RAMAL-4
RAMAL-5
REPOSICIÓN CONEXIÓN ACCESO SUR AL PUERTO
RAMAL-3
REPOSICIÓN CARRETERA EL COPERO SUR
Entrada Glorieta REP. CONEX. ACCESO SUR AL PUERTO
Entrada Glorieta REP. CARRETERA COPERO SUR
ACCESO BASE MILITAR EL COPERO
<b>ENLACE A-8058</b>
REPOSICION A-8058 OESTE
GLORIETA SUR
GLORIETA NORTE
RAMAL-4
RAMAL-5
RAMAL-2
RAMAL-7
RAMAL-3
RAMAL-1
Salida Glorieta REP. A-8058 NORTE
ACCESO E.D.A.R. ALJARAFESA
REPOSICION A-8058 SUR
REPOSICION CTRA. CORIA DEL RÍO-SEVILLA
REPOSICION CTRA. SE-3301

	67.982,00	98.173,50	56.125,60	103.059,00	172.242,60	244.867,50	37.686,40
	21.043,30	45.916,90	26.122,00	44.258,40	57.735,60	97.461,80	16.552,00
2	51,60	1.158,50	641,30	1.006,70	0,00	1.868,50	381,80
3	0,00	1.452,40	803,20	1.451,20	0,00	5.373,30	534,40
4	0,40	1.074,20	593,70	1.018,40	0,00	2.601,30	385,30
5	7.587,80	13.473,30	7.777,70	11.081,80	410,00	2.419,70	4.974,00
6	0,00	1.258,20	672,70	1.898,70	6.647,80	11.477,60	393,80
7	6,50	1.919,00	1.056,80	2.589,60	13.630,50	11.611,30	476,50
8	230,60	1.798,60	981,70	2.570,20	10.596,40	15.771,70	594,30
9	7.870,60	11.505,00	6.631,50	9.890,20	2,20	12.098,30	4.906,00
10	0,00	2.488,00	1.360,20	4.453,90	25.092,60	29.666,10	855,10
11	4.689,00	7.902,90	4.526,80	6.651,80	593,20	2.530,80	2.293,60
39	0,00	570,10	320,70	528,70	0,00	1.545,20	221,90
42	31,90	317,80	177,30	272,60	0,00	338,90	107,10
50	574,90	998,90	578,40	844,60	762,90	159,10	428,20
	46.938,70	52.256,60	30.003,60	58.800,60	114.507,00	147.405,70	21.134,40
12	22.604,00	19.264,90	11.273,60	17.237,10	19.979,40	34.073,40	8.098,30
13	0,00	1.116,80	628,90	1.395,70	3.833,50	8.142,10	429,70
14	316,50	2.199,30	1.268,90	1.796,70	0,00	727,90	916,50
16	0,10	1.620,20	869,30	2.646,10	21.177,60	5.118,60	519,20
17	14.744,00	5.910,80	3.445,10	7.022,60	16.448,10	20.617,60	2.230,40
18	568,10	1.074,20	603,50	930,20	155,10	901,80	677,40
19	489,10	830,20	469,20	809,80	424,80	1.815,20	291,00
20	74,80	1.646,60	913,30	1.730,70	3.765,50	5.565,90	461,70
21	927,20	1.188,30	676,70	1.161,90	2.025,60	3.346,70	444,00
22	1.621,60	828,70	492,10	0,00	0,00	0,00	351,60
23	366,30	294,20	173,10	75,10	0,00	2,80	103,10
24	570,10	1.109,20	630,00	601,40	1.805,30	2.853,10	389,80
25	114,70	623,30	373,00	507,40	906,90	1.338,50	173,10
26	866,70	3.194,90	1.798,80	2.671,70	0,00	1.935,70	1.122,60

REPOSICION A-8058 ESTE
RAMAL 6
Entrada Glorieta Norte REP. A-8058 OESTE
Entrada Glorieta REP. A-8058 NORTE
Entrada Glorieta Sur REP. A-8058 OESTE
Conexión CB-Acera entre R-3 y REP. A-8058 ESTE
Cono de derrame auxiliar GLORIETA SUR

<b>27</b>	2.074,30	5.075,70	2.881,00	11.877,60	4.576,00	28.803,80	2.708,00
<b>35</b>	2,80	3.200,50	1.714,70	5.750,40	37.677,60	29.710,50	1.015,70
<b>45</b>	315,20	1.228,80	711,60	991,90	0,00	241,80	502,90
<b>46</b>	1.248,70	1.299,10	771,70	1.042,60	0,00	6,10	528,90
<b>47</b>	0,00	460,40	258,10	473,10	1.721,40	2.169,10	170,50
<b>55</b>	34,50	89,30	50,80	71,80	0,00	4,20	0,00
<b>69</b>	0,00	1,20	0,20	6,80	10,20	30,90	0,00

<b>RESTO DE VIALES Y ELEMENTOS</b>
<b>CARRILES BICI</b>
Reposicion Vía Cicloturística Este
Reposicion Vía Cicloturística Oeste
Vía Cicloturística A-8058
<b>REPOSICIÓN VÍAS PECUARIAS</b>
REPOSICIÓN CAÑADA REAL DE ISLA MENOR
<b>Cunetones</b>
Cunetón 1
Cunetón 2
Cunetón 3
Cunetón 4
<b>Accesos</b>
Camino Acceso 1
Camino Acceso 2
Camino Acceso 3
<b>Desvíos Provisionales PC1</b>
Desvío acceso obra 1_Fases 2 y 3
Desvío acceso obra 2_Fases 2 y 3
Desvío camino 1_Fase 3
Desvío camino 2_Fase 3
Desvío_Fase 4
Acceso a Desvío camino 1
<b>Desvíos Provisionales PC1</b>
Desvio Provisional Fase2_norte
Desvio Provisional Fase3_norte
Desvio Provisional Fase2_sur
Desvio Provisional Fase3_sur

	<b>29.452,90</b>	<b>2.012,40</b>	<b>16.116,90</b>	<b>4.228,30</b>	<b>40.069,20</b>	<b>2.748,70</b>	<b>11.890,40</b>
	<b>3.037,90</b>	<b>1.930,40</b>	<b>0,00</b>	<b>1.669,90</b>	<b>368,00</b>	<b>1.738,50</b>	<b>1.201,00</b>
<b>28</b>	276,00	671,20	0,00	452,30	0,00	672,20	385,80
<b>29</b>	1.700,40	877,80	0,00	828,00	368,00	1.066,30	437,50
<b>68</b>	1.061,50	381,40	0,00	389,60	0,00	0,00	377,70
	<b>2.469,10</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>2.258,30</b>	<b>0,00</b>	<b>921,20</b>	<b>1.582,00</b>
<b>48</b>	2.469,10	0,00	0,00	2.258,30	0,00	921,20	1.582,00
	<b>7.879,10</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>54</b>	881,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>60</b>	2.378,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>61</b>	4.345,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>62</b>	273,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>168,50</b>	<b>32,70</b>	<b>19,50</b>	<b>260,40</b>	<b>0,00</b>	<b>89,00</b>	<b>236,10</b>
<b>56</b>	43,80	10,20	6,10	103,50	0,00	11,90	71,20
<b>57</b>	13,20	10,90	6,40	156,90	0,00	77,10	109,50
<b>58</b>	111,50	11,60	7,00	0,00	0,00	0,00	55,40
	<b>11.896,60</b>	<b>49,30</b>	<b>12.357,20</b>	<b>39,70</b>	<b>39.453,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6.752,00</b>
<b>78</b>	137,00	0,00	1.137,10	0,00	3.709,50	0,00	543,40
<b>79</b>	97,30	0,00	1.232,80	0,00	26.004,10	0,00	582,10
<b>80</b>	7.174,90	0,00	3.793,20	0,00	829,90	0,00	2.125,30
<b>81</b>	2.465,60	0,00	2.175,10	0,00	230,20	0,00	1.208,40
<b>82</b>	1.734,10	0,00	3.789,20	0,00	8.678,70	0,00	2.153,80
<b>83</b>	287,70	49,30	229,80	39,70	0,60	0,00	139,00
	<b>4.001,70</b>	<b>0,00</b>	<b>3.740,20</b>	<b>0,00</b>	<b>248,20</b>	<b>0,00</b>	<b>2.119,30</b>
<b>73</b>	953,80	0,00	754,70	0,00	0,00	0,00	439,10
<b>74</b>	1.004,50	0,00	1.447,10	0,00	248,20	0,00	826,50
<b>75</b>	1.145,20	0,00	758,90	0,00	0,00	0,00	446,40
<b>76</b>	898,20	0,00	779,50	0,00	0,00	0,00	407,30

En este caso la obra discurre en su mayor parte por una zona prácticamente llana, además de actuar sobre un enlace existente que se encuentra definido en terraplén. Este hecho provoca que en la solución se defina principalmente con terraplenes importantes que son los que producen el déficit resultante en el balance de tierras.

La primera compensación que se podría analizar en cada perfil en el caso de que éste sea a media ladera, es la denominada compensación transversal. No obstante, en este caso concreto no se produce compensación transversal alguna dado que los materiales provenientes de la traza se eliminan a vertedero y además la obra se define en terraplén principalmente.

Dado que no existe volumen de excavación disponible para la formación de rellenos, la única fuente de material será la proveniente de las excavaciones específicas, con el cual se podrá llevar a cabo una compensación longitudinal.

#### [7.10.3]Préstamos

**P-1, La Puebla.** Situada al oeste de La Puebla del Río, separado 300 m del núcleo urbano. Se accede por el camino a Cerro Pascual o Cañada Real a Isla Mayor. Su conexión con el Enlace A-8058 se realiza por la carretera A-8058, en una distancia aproximada de 8 km, el préstamo inicialmente considerado ha sido plantado con olivos en aproximadamente un 70% de su superficie, por lo que se ha definido un nuevo perímetro más reducido en su esquina superior noreste, que comprende una superficie de aproximadamente 6,50 ha.

No obstante, la propiedad, Arrocerías Herba, no autoriza a realizar nuevos reconocimientos en la zona sin cultivos, al no estar decidido si esa superficie también será destinada a olivar.

Por todo ello, se descarta el uso de este préstamo.

**P-2, La Puebla Este.** Lindando con la extensión anterior, se emplaza la segunda zona de préstamo seleccionada. Tiene su acceso por camino rural desde la Avenida de los Tartesos (La Puebla del Río). Su conexión con el Enlace A-8058 se realiza de forma similar al préstamo anterior por la A-8058. El préstamo P-2 se extiende en una superficie de 6,50 ha.

No se consigue contactar con la propiedad (Construcciones Bocanegra), por lo que no se pueden realizar calicatas para estudiar el aprovechamiento del material. Por ello, se descarta su uso en obra.

**P-3, Los Muleros.** Avanzando hacia el sur este desde la Puebla del Río por la A-8050, se localiza la siguiente zona de préstamo. Se trata de una extensión de 6,50 ha de material de préstamo, en concreto unos 100.000 m<sup>3</sup> de limos y arenas, material apto para suelo tolerable para rellenos. Se encuentra separado del Enlace de Coria del Río 9 km.

**P-4, El Berral.** Se trata de la zona de préstamo más próxima a la obra (3 km de distancia), localizada en la intersección de la SE-657 con la SE-3301, próximo a la localidad de Palomares del Río. En el Proyecto Constructivo del 2009 se consideró una extensión de 50 ha, pero parte de esta área está dentro de los límites del Espacio Protegido "Cornisa del Aljarafe" (Plan Especial del Medio Físico de Sevilla), quedando fuera de esta figura de protección 24 ha.

No se localiza a la propiedad para solicitar permiso de nuevos reconocimientos por lo que no se considera este préstamo para el proyecto.

**P-5, Lugar Nuevo.** Para los trabajos realizados desde la conexión con el tramo más próximo a Dos Hermanas se propone esta zona de préstamo. Su localización se encuentra en el cruce de la carretera nacional Sevilla – Cádiz con la autovía SE-40, en el límite noroeste de la localidad de Dos Hermanas. Su conexión con el ámbito del Proyecto de Trazado se realiza por la propia autovía SE-40. La distancia a

recorrer es, aproximadamente, de 10 km. Cuenta con una superficie de 12 ha que suponen un volumen de 300.000 m<sup>3</sup> de Limos y Arenas que se consideran aptos para su empleo como suelos tolerables para rellenos.

**P-6.** Zona situada al oeste de Dos Hermanas, al noroeste de la Urb. La Motilla, próxima a la A-4 (variante de Bellavista). Es una zona donde se encuentran dos formaciones diferentes: el tramo de areniscas y arcillas del cuaternario ocupando las partes más elevadas y el tramo de arenas basales o arenas limo-arcillosas. Siguiendo las indicaciones de la Dirección General de Carreteras, se propone como préstamo un área en forma de prisma que quedó sin explotar, que cuenta con una superficie de 1 ha y una altura máxima aproximada de 9,5 m, que disminuye progresivamente hacia el norte, se calcula un volumen aprovechable de 20.000 m<sup>3</sup>. La distancia a recorrer es, aproximadamente, de 10 km.

**P-7.** Se trata de una zona localizada entre el Enlace de Dos Hermanas y el Canal del Bajo Guadalquivir, y muy próximas a los anteriormente comentados P-5 y P-6. Por tanto, las formaciones geológicas que se esperan son las mismas que las descritas para estos: el tramo de areniscas y arcillas del cuaternario ocupando las partes más elevadas y el tramo de arenas basales o arenas limo-arcillosas. Esta zona se encuentra actualmente expropiada, y se propone para su utilización como posible préstamo siguiendo las indicaciones de la Dirección General de Carreteras.

No obstante, se indica que esta zona fue utilizada, durante los trabajos del tramo anterior de la SE-40, con fecha de 2014, para el vertido de material sobrante, ya que se trata de una zona ligeramente deprimida respecto a la cota de los terrenos circundantes.

Tampoco se cuenta actualmente con investigaciones geotécnicas, por lo que sería necesario realizar una investigación previa en la zona para evaluar el estado y características de los terrenos.

Tabla 62. Resumen zonas de préstamo y distancias medias a zona de obra.

Préstamos	Superficie (Ha)	Volumen estimado (m <sup>3</sup> )	Materiales	Destino y volumen	Distancia (km)	Uso
P-1 La Puebla	6,5	0	Limos y arenas	-	8	No se usa
P-2 La Puebla Este	6,5	0	Limos y arenas	-	8	No se usa
P-3 Los Muleros	6,5	100.000	Limos y arenas	100.000 m <sup>3</sup> Enlace Copero	9	Relleno Tolerable
P-4 El Berral	24,5	0	Conglomerados, limos y arenas	-	5	No se usa
P-5 Lugar Nuevo	12	300.000	Limos y arenas	106.893,53 m <sup>3</sup> Enlace A-8058	10	Relleno Tolerable
P-6	1	20.000	Limos y arenas	20.000 m <sup>3</sup> Enlace A-8058	10	Relleno Tolerable
P-7	2,7	Por definir	Limos y arenas	-	10	No se usa

[7.10.4]Canteras y graveras

Se ha realizado un inventario de canteras y graveras cercanas al trazado proyectado de las cuales se podrían obtener los materiales necesarios para las distintas unidades de obra. Este inventario puede consultarse en el Anejo nº 3: Geología y Procedencia de Materiales.

Se ha recopilado información sobre un total de 11 canteras. En cuanto a las graveras, destaca la zona de San José de la Rinconada como un importante punto de abastecimiento de áridos para hormigones en la provincia de Sevilla. Esta área se extiende desde la salida de Sevilla capital hasta la localidad de San José de la Rinconada y se caracteriza por la extracción de gravas y arenas provenientes de los depósitos de terraza del río Guadalquivir.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de las canteras y graveras.

Tabla 63. Cuadro resumen de graveras.

Tipo	Código	Nombre	Situación	Coordenadas (29s. 30s)		Distancia a la traza (km)	Empresa	Material explotado	Uso en obra	Empleo en el Proyecto
				X	X					
GRAVERAS	G-1	La Cabaña	San José de la Rinconada	243307	4150479	27	Grupo Sando	Áridos (depósitos aluviales del Guadalquivir)	Zahorras naturales. arenas Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas Áridos para bases drenantes y tratamientos geotécnicos	<b>Enlace El Copero</b> Explanada: 60.266,606 m3 Suelo Adecuado. Explanada:45.968,785 m3 S-EST3. Relleno: 79.402,064 m3 Suelo Tolerable. Relleno: 143.969,323 Adec/Seleccionado.
	G-2	El Toril (Grupo Votorantim)	San José de la Rinconada	244267	4153501	27	Grupo Votorantim	Áridos (depósitos aluviales del Guadalquivir)	Zahorras naturales. arenas Suelos Tolerable. Adecuado. Seleccionado Áridos para hormigón Áridos para bases drenantes y tratamientos geotécnicos	
	G-3	Cortijo Nuevo (Grupo Votorantim)	San José de la Rinconada	239743	4150568	27	Grupo Votorantim	Áridos (depósitos aluviales del Guadalquivir)	Zahorras naturales. arenas Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas Áridos para bases drenantes y tratamientos geotécnicos	
	G-4	Tarazonilla (Hacienda Tarazonilla la Alta)	La Rinconada	250195	4145130	30	Hacienda Tarazonilla la Alta S,L,	Áridos (depósitos aluviales)	Zahorras naturales. arenas Áridos para hormigón	

Tabla 64. Cuadro resumen de canteras.

Tipo	Código	Nombre	Situación	Coordenadas (29s. 30s)		Distancia a la traza (km)	Empresa	Material explotado	Uso en obra	Empleo en el Proyecto
				X	X					
CANTERAS	C-1	Las Majadillas	Alcalá de Guadaira	251583	4134698	25	Firmes y estabilizados del Sur S.L (Grupo Sanchez - Noriega)	Calcarenitas miocenas (albero)	Suelo seleccionado para explanada Suelo adecuado Suelo tolerable para rellenos de terraplén.	<b>Enlace A-8058</b> Explanada: 58.618,594 m3 Suelo adecuado. Explanada: 37.190,915 m3 S-EST3. Relleno: 177.862,270 m3 Adec/Seleccionado.
	C-2	Palito Hincado y Zacatín	Alcalá de Guadaira	251433	4135854	25	Hermanos Salguero S.L.	Calcarenitas miocenas (albero)	Suelo seleccionado para explanada Suelo adecuado Áridos para hormigón Importa zahorra artificial y escollera caliza	
	C-3	Cantera Santo Domingo	Carmona	261622	4146892	50	Canteras Santo Domingo S.L.	Calcarenitas miocenas (albero)	Suelo seleccionado para explanada Suelo adecuado Suelo tolerable para rellenos de terraplén.	

Tipo	Código	Nombre	Situación	Coordenadas (29s. 30s)		Distancia a la traza (km)	Empresa	Material explotado	Uso en obra	Empleo en el Proyecto
				X	X					
	C-4	El Molinillo	Guillena	758245	4160301	30	Granitos y Hormigones S.L. (GRAHOR)	Granitos micáceos y ofitas	Pedraplén. escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base. intermedia y de rodadura).	<b>Enlace El Copero</b> Zahorra: 36.423,687 m3
	C-5	Ficoan	Burguillos	764357	4166849	45	Grupo Garrucho S.L.	Pórfidos diabásicos	Pedraplén. escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base. intermedia y de rodadura).	
	C-6	Las Arenillas	Villanueva del Río y Minas	255582	4174659	52	Grupo Martin Casillas S.L.	Andesita basáltica	Escolleras y zahorras artificiales Arena basáltica. árido basáltico de grano de muy fino a muy grueso Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base. intermedia y de rodadura).	<b>Enlace A-8058</b> Zahorra: 24.424,713 m3
	C-7	Anfersa Trancosa	Villanueva del Río y Minas	256857	4172870	52	Áridos Anfersa	Andesita basáltica	Escolleras y zahorras artificiales Arena basáltica. árido basáltico de grano de muy fino a muy grueso Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base. intermedia y de rodadura).	
	C-8	Cantera Fuenteluenga	El Pedroso	252741	4177754	65	Áridos Anfersa	Caliza	Pedraplén. escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón	
	C-9	Bellavista	Gerena	752664	4158817	38	Eiffage Infraestructuras	Roca granítica	Pedraplén. escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base. intermedia y de rodadura).	
	C-10	Atalaya	Las Cabezas de San Juan - Utrera	25043	4093807	50	Eiffage Infraestructuras	Caliza y dolomía	Pedraplén. escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base. intermedia y de rodadura).	
	C-11	Minera II	Las Cabezas de San Juan	243784	4088591	48	Eiffage Infraestructuras	Ofitas	Pedraplén. escolleras y zahorras artificiales Áridos para hormigón Áridos para mezclas bituminosas (capa base. intermedia y de rodadura).	

#### [7.10.5]Vertederos

Para la ubicación de los vertederos necesarios se tendrán en cuenta una serie de criterios generales tales como:

- Zonas cercanas a la traza, por lo que supone en cuanto a costes ambientales y económicos.
- El impacto visual que pudiera tener en el paisaje la acumulación de estos materiales deberá ser mínimo. En este punto son de especial interés zonas extractivas abandonadas.
- Áreas degradadas o espacios muy alterados.
- Áreas estables desde un punto de vista geológico y geotectónico, para que el aporte de material adicional no represente el incremento de riesgos geológicos en la zona.

Así, a la relación de zonas de préstamo desarrolladas en el apartado anterior, habría que añadir las siguientes zonas de vertedero.

**ZV-1. Zona de Vertido 1: Préstamo P-3 Los Muleros.** Terrenos situados al suroeste de La Puebla, en km. 4 de la A-8050. Cuenta con una superficie aproximada de 6 ha y se encuentra a una distancia de 9,00 km.

**ZV-2. Zona de Vertido 2: Préstamo P-5 Lugar Nuevo.** Situada al noroeste de la Urb. La Motilla, próxima a la A-4 (variante de Bellavista). Cuenta con una superficie aproximada de 12 ha y se encuentra a una distancia de 10,00 km desde el enlace El Copero.

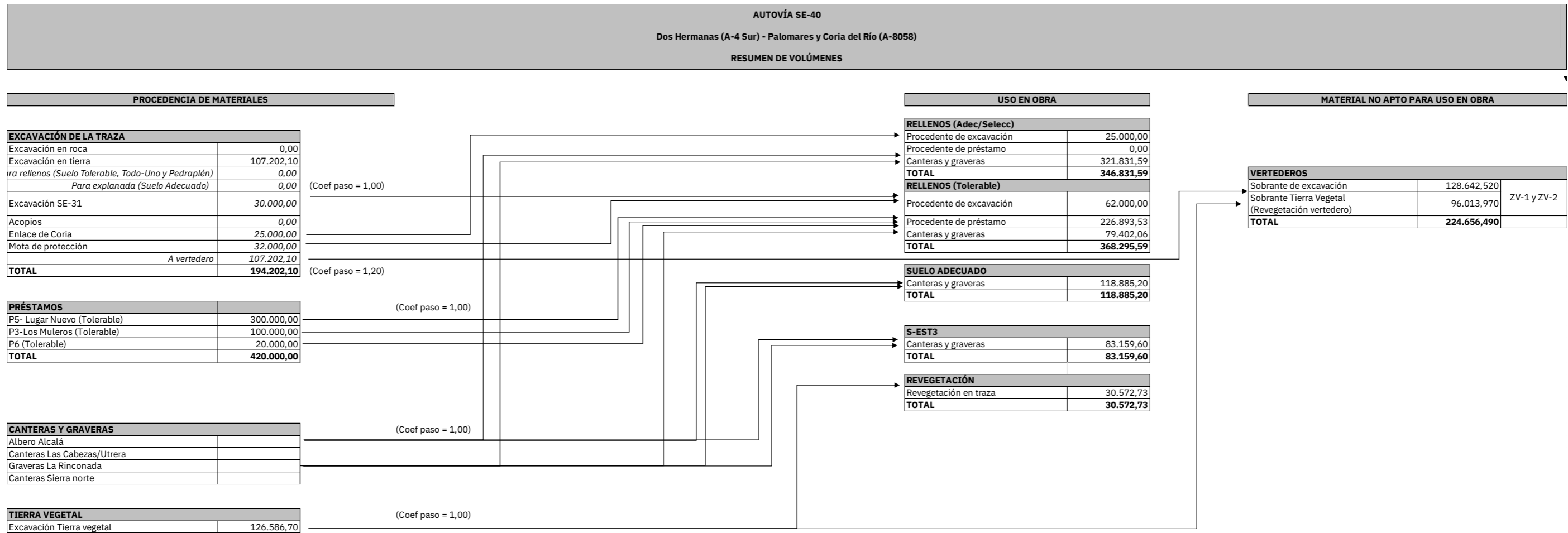
**ZV-3. Zona de Vertido 3.** Terrenos situados al oeste de La Puebla del Río y al norte de la Urbanización Vistasol. Cuenta con una superficie de 14,5 ha y se encuentra a una distancia de 10,50 km desde el enlace A-8058.

**ZV-4. Zona de Vertido 4.** Terrenos situados al noroeste de La Puebla del Río y sur de Almensilla. Se accede por la carretera de Coria-Almensilla. Cuenta con una superficie de 9 ha y se encuentra a una distancia de 7,00 km desde el enlace A-8058.

Los vertederos utilizados han sido el ZV-1, para los materiales de desecho del Enlace A-8048, y el ZV-2, para los materiales del Enlace El Copero. Aunque los demás vertederos también están disponibles, en este caso, los dos mencionados son suficientes para cubrir las necesidades actuales.

Según el Anejo N°16 de Integración Ambiental, se estiman unas necesidades de tierra vegetal de 30.572,73 m3 para las tareas de restauración. Este volumen es suficiente para cubrir dichas necesidades.

Al vertedero ZV-2 se destinarán 56.661,098 m3 (Coeficiente de esponjamiento 1,20 considerado) de material sobrante de excavación y 46.179,050 m3 de tierra vegetal excedente. Por su parte, al vertedero ZV-1 se trasladarán 71.981,422 m3 (Coeficiente de esponjamiento 1,20 considerado) de material sobrante de excavación y 49.834,921 m3 de tierra vegetal excedente.



**[7.11] Firmes y pavimentos**

En el Anejo N°10. Firmes y Pavimentos se estudian, analizan, y comparan desde un punto de vista técnico, constructivo y económico las distintas alternativas de firme para todas las calzadas a proyectar, y se seleccionan y definen las secciones estructurales tipo más idóneas en cada caso.

Para el dimensionamiento y definición de las secciones tipo de firmes se siguen las prescripciones y metodologías contenidas en la Norma 6.1.-IC "Secciones de Firme" aprobada el 28 de noviembre de 2.003.

### [7.11.1] Categoría de tráfico

Se parte del tráfico, así como de consideraciones económicas y de disponibilidad de materiales, para diseñar las secciones de firmes y la explanada. El razonamiento crítico exhaustivo puede consultarse en el citado Anejo nº 10. Firmes y Pavimentos.

A partir de la prognosis realizada en el anejo de Tráfico se deducen los valores de IMD y el porcentaje de vehículos pesados en el año de puesta en servicio, determinándose seguidamente la categoría de tráfico pesado según la clasificación realizada en la Norma 6.1-IC. En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación, se considera que actúa sobre el exterior el 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido, según la norma.

Tabla 65. Categoría de tráfico adoptada para el tronco principal.

Tráfico	Tronco
IMDp carril E-O	2.077
IMDp carril O-E	1.929
Categ. Tráfico	T0
Categ. Tráfico adoptada	T0

A modo de resumen y en justificación a lo anteriormente expuesto, en las siguientes tablas se recogen los resultados de cada enlace, indicando la categoría de tráfico que finalmente se adoptará para el dimensionamiento de cada sección.

### Enlace de Coria

Tabla 66. Categoría del tráfico adoptada en cada uno de los ramales del enlace con la A-8058-Coria y Palomares del Río

	Movimiento	IMD	IMD Pesados	Categoría ramal	Categoría adoptada
Ramales de enlace	SE-40 (Este) a A8058 (Sur)	5.178	352	T2	T2
	SE-40 (Este) a A8058 (Norte)	5.132	226	T2	T2
	SE-40 (Oeste) a A8058 (Sur)	1.177	141	T31	T31
	SE-40 (Oeste) a A8058 (Norte)	1.289	137	T31	T31
	A8058 (Norte) a SE-40 (Oeste)	3.403	439	T2	T2
	A8058 (Norte) a SE-40 (Este)	4.700	136	T31	T2
	A8058 (Sur) a SE-40 (Este)	7.468	538	T2	T2

La configuración del tráfico de las vías colectoras, las confluencias y bifurcaciones depende en cada tramo de las incorporaciones y salidas que tengan lugar a partir de los movimientos de los ramales de los enlaces.

Con objeto de homogeneizar secciones estructurales, se han unificado categorías de tráfico a lo largo de la vía, adaptándose la categoría de tráfico más elevada de las de los tramos que la conforman.

Tabla 67. Categoría del tráfico adoptada confluencias y bifurcaciones para el enlace con la A-8058-Coria y Palomares del Río

	Movimiento	IMD	IMD Pesados	Categoría ramal	Categoría adoptada
Ramales de enlace	SE-40 (Este) a A8058 (Sur) y A8058 (Norte)	10.310	577	T2	T2
	A8058 (Norte) y A8058 (Sur) a SE-40 (Este)	12.168	681	T2	T2
	A8058 (Norte) a SE-40 (Este) y SE-40 (Oeste)	8.103	575	T2	T2

### Enlace Puerto de Sevilla

El tráfico en las glorietas corresponderá a la categoría más alta asignada a las vías que confluyen en la intersección.

Tabla 68. Categoría del tráfico adoptada en cada uno de los ramales del enlace para el Puerto de Sevilla-Base Militar

	Movimiento	IMD	IMD Pesados	Categoría ramal	Categoría adoptada
Ramales de enlace	SE-40 (Este) a Glorieta Norte	754	377	T2	T2
	SE-40 (Oeste) a Glorieta Sur	903	452	T2	T2
	Glorieta Norte a SE-40 (Oeste)	580	290	T2	T2
	Glorieta Sur a SE-40 (Este)	264	132	T31	T31
	Glorieta Norte a Glorieta Sur	859	430	T2	T2
	Glorieta Norte	754	377	T2	T2
	Glorieta Sur	903	452	T2	T2

## Reposición de la A-8058

Se adoptará el criterio de considerar como tráfico de cálculo el correspondiente al sentido más cargado, asimismo, el tráfico en las glorietas será el mismo que en el tronco de la A-8058.

Tabla 69. Categoría del tráfico para la reposición de la A-8058

	Movimiento	IMD	IMD Pesados	Categoría ramal	Categoría adoptada
Ramales de enlace	11.995	673	T2	T2	11.995
	11.995	673	T2	T2	11.995
	11.995	673	T2	T2	11.995

En cuanto a los viales que se conectan con el enlace del Puerto de Sevilla la reposición de la carretera de "Coper Norte" y la conexión con la SE-31 (acceso sur al puerto) se diseñan para una categoría de tráfico T2, mientras que la reposición de "El Coper Sur", con una categoría T31.

Los viales conectados al enlace de Coria, en función del tráfico previsto y para mantener uniformidad con los viales del propio enlace, se diseñan con una categoría T2. Esto incluye la reposición de la carretera Coria del Río-Sevilla y de la SE-3301.

La vía de servicio de acceso a la EDAR Aljarafe, adopta una categoría T42.

### [7.11.2] Explanada

La Dirección General de Carreteras en su nota de servicio 5/2006, sobre explanaciones y capas de firme tratadas con cemento, dictan la colocación de una explanada del tipo E3 para autovías de nueva construcción, independientemente de la categoría de tráfico pesado previsto. Por esta razón, para el tronco de la autovía se toma una tipología de explanada E3.

Asimismo, para los ramales de enlace se optará igualmente por explanada tipo E3 por homogeneidad con el tronco.

De acuerdo con la normativa de firmes, todas las secciones de explanada de categoría E3 involucran la aplicación de suelo estabilizado in situ. Para la formación del suelo estabilizado in "situ" con cemento tipo S-EST3 se recurre al material procedente de los préstamos, verificándose que cumple las prescripciones establecidas en el PG-3 para su estabilización con cemento.

Atendiendo a las conclusiones del Anejo nº 10, para la clase de cimiento y de material utilizado, pueden definirse para cada categoría de explanada las composiciones que figuran en el cuadro siguiente.

Tabla 70. Comparación de las composiciones posibles para la explanada E3

Explanada	Tipo de cimiento	Materiales de la explanada						
		0	1	2	3	S-EST1	S-EST2	S-EST3
E3	0			30				30
E3	0		50					30

Así se adopta de forma general una configuración formada por 30 cm de suelo estabilizado in situ S-EST3 sobre otros 50 cm de Suelo Adecuado. Sobre la capa estabilizada deberá ejecutarse el correspondiente riego de curado.

Dicha configuración servirá tanto para los terraplenes como desmontes, puesto que en ambos casos se tiene Suelo Tolerable como cimiento de la explanada.

### [7.11.3] Sección estructural del firme

Atendiendo a los esquemas de soluciones de firme para cada tipo de sección del catálogo que aparecen en las figuras 2.1 y 2.2 de la citada Norma, se realiza la comparación de precios por metro lineal de plataforma, incluyendo los arcenes, resultantes en las distintas categorías de tráfico pesado, identificadas por su código numeral.

En el proceso de cálculo se evalúa el precio del metro lineal de firme, y se le añade el coste de ejecución de la explanada correspondiente, con objeto de comparar soluciones integrales.

En el Apéndice II del Anejo nº 10 figuran los cuadros comparativos de secciones estructurales de firme según categorías de tráfico pesado y tipo de explanada.

### Tronco SE-40

Atendiendo a todas estas consideraciones, se ha establecido que la categoría de tráfico pesado a considerar en tronco es la T0. Por ello, y según el análisis técnico realizado, se ha elegido la sección estructural 031 del catálogo del apartado 6.1, compuesta por 30 cm de mezclas bituminosas y 25 cm de zahorra artificial.

El espesor total de mezcla bituminosa se subdivide a su vez en las siguientes capas:

- 3,0 cm de mezcla bituminosa discontinua tipo BBTM11B PMB 45/80-65, constituyendo la capa de rodadura.
- 7,0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC22 bin S BC35/50, como capa intermedia.
- 7,0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC22 bin S BC35/50, como capa intermedia.
- 13,0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC32 base S BC35/50, como capa base.

En cuanto al arcén exterior de 2,50 m de ancho, la Norma establece que se continúen las capas de mezcla bituminosas de rodadura e intermedia con el mismo espesor que en la calzada, seguida de una capa de zahorra artificial, enrasando con la capa intermedia bituminosa y llegando a la explanada.

Bajo la capa bituminosa discontinua se dispondrá un riego de adherencia (C60BP3 TER), mientras que entre la capa intermedia y de base se dispondrá un riego de adherencia con empleo de emulsiones convencionales (C60B3 TER)

Sobre la capa de zahorra, se extenderá un riego de imprimación (tipo C50BF4 IMP), mientras que sobre la capa de suelo estabilizado S-EST3 de la explanada, antes de extender la subbase, se aplicará un riego de curado C60B3 CUR.

### Viaductos

Sobre el tablero de hormigón, para dar continuidad al tronco de la autovía y ramales de los enlaces, se proyecta la siguiente configuración de mezcla bituminosa:

- 3.0 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM11B 45/80-65PMB, constituyendo la capa de rodadura.
- 5.0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC 22 bin S BC35/50, en la capa intermedia.

Además, se deberá aplicar un tratamiento de impermeabilización del tablero previo al extendido del firme.

### Enlaces y reposición de carreteras

Para los ramales de enlace con categoría de tráfico T2, se adopta la sección 231, para la calzada y arcén interior ( $\leq 1,25$  m) que consiste en 25 cm de ZA y 20 cm de MBC, la cual está constituida por las siguientes capas:

- 3.0 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM11B PMB 45/80-60, constituyendo la capa de rodadura.
- 7.0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC 22 bin S BC50/70, en la capa intermedia.
- 10.0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC 22 base S BC50/70, como base bituminosa.

Para los ramales de enlace con categoría de tráfico T31, se adopta la sección 3131, para la calzada y arcén interior ( $\leq 1,25$  m) que consiste en 25 cm de ZA y 16 cm de MBC, la cual está constituida por las siguientes capas:

- 3.0 cm de mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM11B PMB 45/80-60, constituyendo la capa de rodadura.
- 5.0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC 22 bin S BC50/70, en la capa intermedia.
- 8.0 cm de mezcla bituminosa semidensa tipo AC 22 base S BC50/70, como base bituminosa.

En cuanto al arcén exterior ( $> 1,25$  m) de acuerdo con las prescripciones contenidas en el apartado 7 de la Norma 6.1 IC indican que, para categorías del tráfico T31 y T2, cuando la capa de rodadura del firme de la calzada conste de una mezcla bituminosa discontinua, el arcén estará compuesta de las mismas capas de rodadura e intermedia que el firme de la calzada. Debajo de este pavimento se dispondrá de una capa de zahorra artificial hasta alcanzar la explanada.

Bajo la capa bituminosa discontinua se dispondrá un riego de adherencia (C60BP3 TER), mientras que entre la capa intermedia y de base se dispondrá un riego de adherencia con empleo de emulsiones convencionales (C60B3 TER)

Sobre la capa de zahorra, se extenderá un riego de imprimación (tipo C50BF4 IMP), mientras que sobre la capa de suelo estabilizado S-EST3 de la explanada, antes de extender la subbase, se aplicará un riego de curado C60B3 CUR.

Con respecto a la reposición de la carretera A-8058 al igual que en el caso de los ramales del enlace se adopta la sección de firme 231. Mismo caso que para los viales que se conectan con el enlace de Coria (Carretera Coria del Río Sevilla y carretera SE-3301) y los que se conectan al enlace del Puerto (Carretera Copero Norte y conexión con la SE-31 – acceso sur al Puerto).

Mientras que para la reposición de la carretera "Copero Sur", se proyecta una sección 3131, con la misma composición que la proyectada para los ramales del enlace.

### Otras secciones firme

Para la vía de servicio de acceso al EDAR Aljarafe, se proyecta la sección 4231 formada por 20 cm de zahorra artificial y 5 cm de AC16surfS.

Con respecto al carril bici, se ha proyectado una explanada E1 conformada por 60 cm de suelo adecuado, y una estructura de firme conformada por 5 cm de AC16surfS sobre 35 cm de zahorra artificial.

Mientras que para la reposición de vías agrícolas se ha optado por proyectar una sección formada por una capa de zahorra artificial de 30 cm que apoyará sobre 30 cm de Suelo Adecuado.

### [7.12] Drenaje

En el presente apartado se aborda la descripción de la red de drenaje proyectada y la metodología seguida para el diseño y dimensionamiento de los distintos elementos de drenaje dispuestos.

La vía objeto de estudio pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir y en el diseño de los distintos elementos de drenaje se ha seguido la Instrucción 5.2 IC "Drenaje Superficial" y los requerimientos de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

La Instrucción 5.2 IC recomienda adoptar períodos de retorno no inferiores a los que se exponen a continuación para cada uno de los siguientes elementos de drenaje:

Tabla 71. Periodos de retorno.

Tipo de Elemento
Drenaje de plataforma y márgenes: veinticinco años ( $T = 25$ años), salvo en el caso excepcional de desagüe por bombeo en que se debe adoptar cincuenta años ( $T = 50$ años).
Drenaje transversal: se debe establecer por el proyecto en un valor superior o igual a cien años ( $T \geq 100$ años) que resulte compatible con los criterios sobre el particular de la Administración Hidráulica competente.

Para la definición de los elementos de drenaje se han considerado los siguientes condicionantes:

- Se ha utilizado un periodo de retorno de 100 años para ODT, de acuerdo con la norma 5.2-IC.
- No se prevén préstamos y vertederos en zona de servidumbre y policía de cauces públicos.
- Se han repuesto los cruces con los diferentes cursos de agua mediante obras de drenaje transversal, manteniendo siempre que ha sido posible su curso natural.

#### [7.12.1] Drenaje Transversal. Cauces principales

Las estructuras analizadas son:

- Viaducto sobre el Arroyo del Porzuna

##### [7.12.1.1] Criterios de diseño

Los criterios que se adoptan en este apartado se basan en la normativa y consideraciones ya desarrolladas en los apartados iniciales del anejo de drenaje.

Seguidamente se exponen los criterios principales que se pueden extraer de los condicionantes mencionados:

- El caudal adoptado será el asociado al periodo de retorno de  $T=500$  años.
- Los estribos de la obra deberán estar ubicados fuera de la vía de intenso desagüe (VID). Será admisible la ubicación de pilas dentro de la VID, disponiéndolas siempre de tal forma que se minimice la alteración del régimen hidráulico. A estos efectos, se comprobará que la sobreelevación producida por la obra para el caudal de cien años de periodo de retorno ( $T = 100$  años) es inferior a la sobreelevación utilizada para el cálculo de dicha vía.
- La máxima sobreelevación admisible provocada por el diseño de los viaductos será de 0,50 metros. Este parámetro es el fijado por la Instrucción de Drenaje 5.2 IC.
- Los puentes deben proyectarse manteniendo los resguardos mínimos que se indican:
  - ( $T=100$  años) = 1,5 m.
  - ( $T=500$  años) = 1 m, salvo que en el proyecto se justifique un valor inferior.
- Los estribos se situarán fuera de la franja del Dominio Público Hidráulico y normalmente también se respetará la franja de 5 m de servidumbre.
- Se colocarán protecciones de escollera en los terraplenes que pudieran verse afectados en los episodios de avenida por la crecida. Además, se diseñarán las protecciones en las cimentaciones de la estructura para evitar problemas de erosión.

#### [7.12.1.2] Datos de caudales

A continuación, se presentan los caudales empleados en la simulación del cauce:

- Q500: 146,576 m<sup>3</sup>/s
- Q100: 107,352 m<sup>3</sup>/s
- QDPH: 43,795 m<sup>3</sup>/s

#### [7.12.1.3] Simulación con HEC-RAS 2D

El objeto del estudio hidráulico es la obtención de un modelo fiable que represente el comportamiento del flujo del cauce tanto en condiciones actuales como una vez implantada la infraestructura.

Se ha realizado una simulación hidráulica con el software HEC-RAS 2D.



Imagen 30. Modelo hidráulico Porzuna. Resultados T500 situación futura. Mapa de calados.

#### 7.12.1.3.1. Parámetros de HEC-RAS 2D

Modelo Digital del Terreno (MDT): Se ha descargado el Modelo Digital del Terreno desde el Centro de Descargas del CNIG, con una resolución de malla de 2 metros. Para representar la situación futura, se ha integrado este MDT con las infraestructuras proyectadas. El modelo utiliza el sistema de referencia geográfica ETRS89 y la proyección UTM en el huso 30.

Mallado: Las celdas de cálculo pueden tener forma de triángulo, cuadrado, rectángulo o incluso ser elementos de cinco o seis lados (el modelo admite elementos de hasta ocho lados). Se ha definido una malla externa de 10 x 10 metros, una malla intermedia de 3 x 3 metros, y una malla refinada de 1 x 1 metro en las zonas donde se requiere mayor detalle.

#### Tiempos de cálculo:

- Instante inicial: 0 s.
- Instante final: 50400 s (14 horas de simulación).
- Intervalo de cálculo: 1 s.

#### Rugosidad:

Para la determinación de la rugosidad de los terrenos inundados se emplea la información facilitada por CORINE Land Cover (CLC), complementada con la información recogida en la visita de campo y en las ortofotos del PNOA.

La tabla con la identificación de los polígonos según la codificación CLC, y el manning introducido en el programa se muestra en la siguiente imagen:

Tabla 72. Modelo hidráulico Porzuna. Coeficientes de rugosidad de manning.

RAS Classification	ID	Manning's n
NoData	0	
111	1	0.016
112	2	0.016
121	3	0.028
133	4	0.028
211	5	0.028
212	6	0.028
222	7	0.03
223	8	0.03
231	9	0.03
242	10	0.028

Caudales de cálculo:

Son los obtenidos en el Anejo 5. Climatología e hidrología

Tabla 73. Modelo hidráulico Porzuna. Caudales considerados.

Qmax (m3/s)	Periodo de retorno (años)	OCURRENCIA
108	100	Probabilidad media u ocasional
147	500	Probabilidad baja o excepcional

### Condiciones de contorno - Condiciones de entrada

Se ha realizado el estudio para las avenidas de 100 y 500 años empleando los siguientes hidrogramas:

Hidrograma para simulación de la avenida de Tr 100 años:

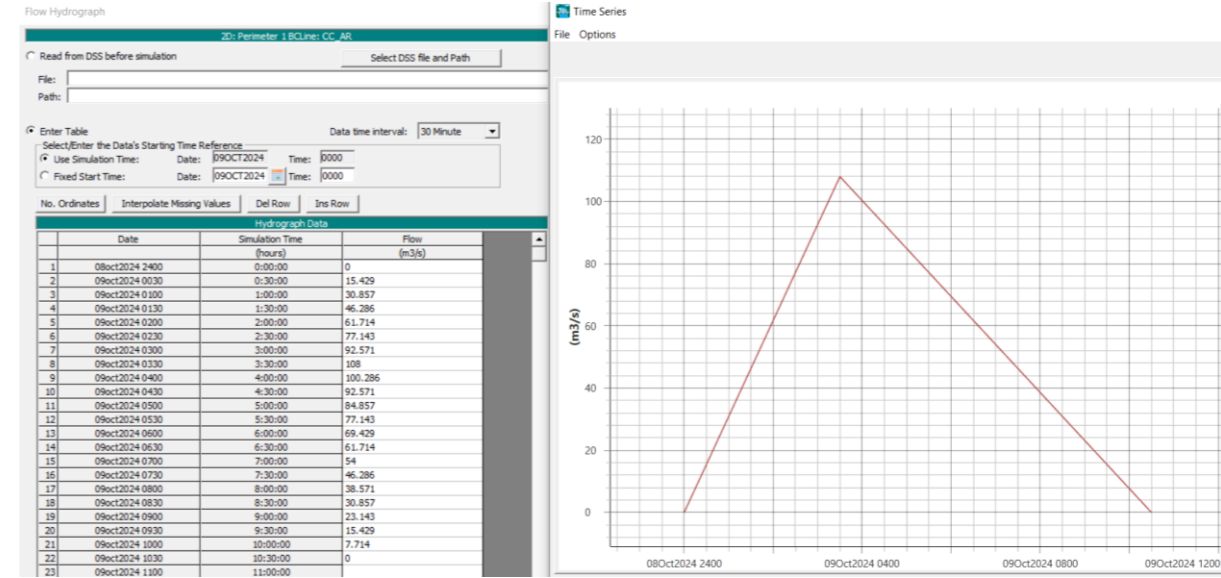


Imagen 31. Modelo hidráulico. Hidrograma de avenida T100.

Hidrograma para simulación de la avenida de Tr 500 años:

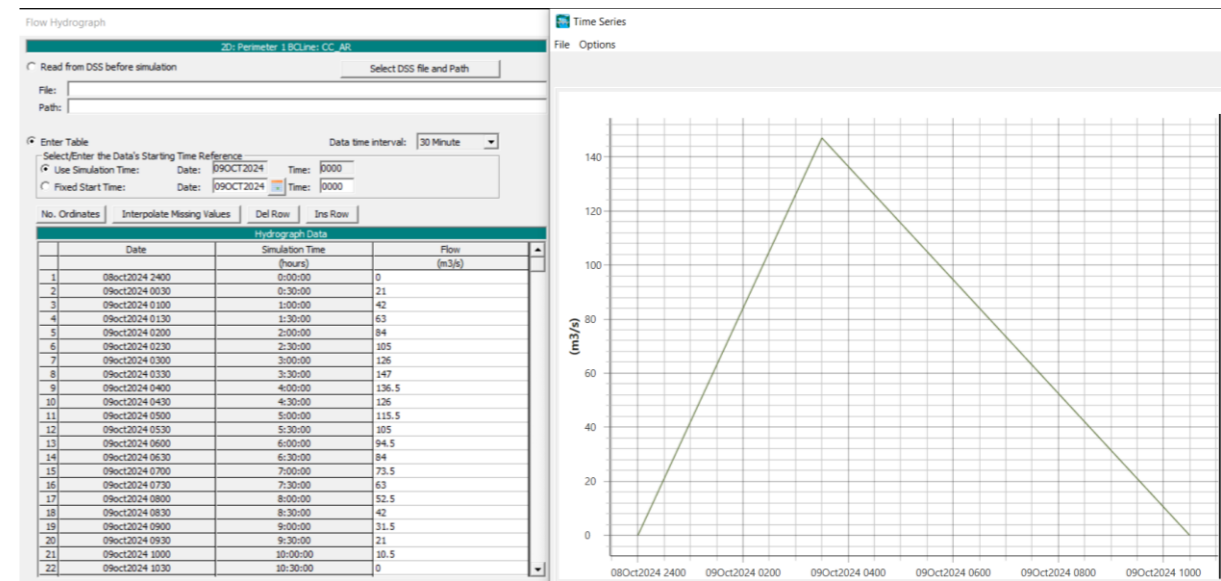


Imagen 32. Modelo hidráulico. Hidrograma de avenida T500.

### Condiciones de contorno - Condiciones de salida

En cuanto a la condición de contorno de salida, se ha adoptado la cota de pleamar del río Guadalquivir, establecida en 1,98 m.

#### 7.12.1.3.2. Modelización hidráulica

Con esta información de partida y parámetros de cálculo se han estudiado dos escenarios.

- Escenario 1 (E1): situación actual.

- Escenario 2 (E2): En el escenario proyectado, se plantea la construcción la nueva carretera que incluye tres estructuras en el punto donde cruza el río Porzuna.

### Escenario E1: situación actual

En el presente escenario, solo se ha introducido una modificación en el terreno, que consiste en definir el canal en áreas del cauce que no estaban adecuadamente representadas, junto con pequeños ajustes topográficos para asemejar mejor la situación.

### Escenario E2: situación futura

La simulación del escenario E2 es esencialmente similar a la de E1, excepto por la incorporación de tres estructuras en la zona donde el río Porzuna cruza cerca de la nueva glorieta sur.

Además, se ha introducido una modificación en el terreno, que consiste en definir el canal en áreas del cauce que no estaban adecuadamente representadas, junto con pequeños ajustes topográficos para asemejar mejor la situación, al igual que en la situación anterior.

En la elección de las dimensiones de las nuevas obras se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

Tabla 74. Modelo hidráulico Porzuna. Dimensiones del estribo E11.

E-11				
Ubicación	x	y	Gálibo (m)	Ancho tablero + Viga (m)
Extremo 1	7.1	8.96	7.21	1.75
Extremo 2	32.7	8.95	7.2	1.75

Tabla 75. Modelo hidráulico Porzuna. Dimensiones del estribo E5A.

E-5A				
Ubicación	x	y	Gálibo (m)	Ancho tablero + Viga (m)
Extremo 1	3.8	9.15	7.4	1.75
Extremo 2	27.1	10.00	8.25	1.75

### 7.12.1.3.3. Resumen de resultados

Tras la modelización de los dos escenarios planteados, se obtienen las siguientes conclusiones.

Tabla 76. Modelo hidráulico del Porzuna. Resultados simulación situación actual.

ESCENARIO E1. SITUACIÓN ACTUAL			
VARIABLE ANALIZADA	Tr (años)	VALOR MÁXIMO	LUGAR EN QUE SE PRODUCE
Calado	100	1,00 m	Varios tramos del cauce.
Velocidad	100	3,10 m/s	Aguas arriba del cruce con la A-8058.
WSE	100	4,36 m	Aguas arriba del cruce con la A-8058.
Calado	500	1,16 m	Varios tramos del cauce.

Velocidad	500	3,51 m/s	Cruce con la A-8058.
WSE	500	4,78 m	Aguas arriba del cruce con la A-8058.

Tabla 77. Modelo hidráulico del Porzuna. Resultados simulación situación futura.

ESCENARIO E1. SITUACIÓN FUTURA			
VARIABLE ANALIZADA	Tr (años)	VALOR MÁXIMO	LUGAR EN QUE SE PRODUCE
Calado	100	1,23 m	Cruce con la A-8058.
Velocidad	100	2,66 m/s	Salida E-11.
WSE	100	4,37 m *	Entrada E-5B.
Caudal	100	108 m3/s	
Calado	500	1,72 m	Cruce con la A-8058.
Velocidad	500	3,19 m/s	Salida E-11.
WSE	500	4,79 m	Entrada E-5B.
Caudal	500	147 m3/s	

### 7.12.1.3.4. Conclusiones al estudio hidráulico

De acuerdo con los resultados obtenidos, los nuevos viaductos propuestos de 25 metros de luz presentan una capacidad hidráulica muy superior a las ODTs actualmente existentes de 5 – 6 m. de luz. Como se desprende de las simulaciones realizadas, la lámina de agua en situación actual no llega a superar la carretera de Coria, lo que teniendo en cuenta el aumento de capacidad hidráulica en situación futura, confirma que no se provoca sobreelevación en el nivel del agua.

### [7.12.2]Obras de drenaje transversal

En el presente apartado de "Drenaje Transversal" se procede a describir y desarrollar la metodología seguida para la definición, a efectos hidráulicos, de la geometría de las distintas Obras de Drenaje Transversal que se proyectan.

#### [7.12.2.1] Cálculo de caudales de proyecto

Los caudales de diseño para las obras de drenaje transversal se obtienen para un periodo de retorno de 100 años tal y como establece la Instrucción 5.2-IC. La siguiente tabla muestra el caudal que debe desaguar cada obra de drenaje transversal, de acuerdo con los obtenidos en el anejo 5 "Climatología e Hidrología".

Tabla 78. Caudal que debe desaguar cada obra de drenaje transversal.

Nº de cuenca	Superficie (Km2)	T = 100				
		Pd	Id	I	C	Q
		(mm/día)	(mm/h)	(mm/h)		
C-0.8	0,409	124,60	5,19	57,97	0,279	1,918

[7.12.2.2] Criterios de diseño de las obras

Las ODTs son las obras de desagüe que se disponen para que la infraestructura proyectada no obstaculice los cauces de agua existentes, así como el fluir del agua por vaguadas, al interponerse y crear puntos bajos en las mismas sin salida.

a) En embocaduras, para acoplar los colectores al terreno en la entrada de las obras de drenaje, se han considerado las incluidas en la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial. Estas son las de "conductos exentos", "con muros de acompañamiento o aletas" y las "ataluzadas". En principio por el mejor funcionamiento que presentan para los desagües al mismo tiempo que protegen los terraplenes y la estabilidad de excavaciones, se tiende a la implantación de embocaduras con aletas o muros de acompañamiento siempre que sea posible. En los puntos 5.6.1 "Criterios de cálculo hidráulico" se justifican los criterios del diseño de las condiciones de entrada de las obras de drenaje.

Con objeto de evitar socavaciones de taludes, arrastres de material en desmontes y, en general, para fijar la llegada de los caudales a desaguar hasta las embocaduras de las obras de drenaje, se han estudiado las medidas a disponer cuando se estiman necesarias (cuencos, soleras hormigonadas, etc.), indicando su disposición en los planos de drenaje. Estas medidas garantizarán que el funcionamiento hidráulico de las obras sea el de diseño, al mantener la entrada en las condiciones para las que se hicieron sus cálculos, y evitarán o reducirán la necesidad de su conservación.

b) Las obras diseñadas son marcos de hormigón armado de 2,00x2,00 m.

Las conducciones se han tratado de diseñar de forma que tengan una única alineación tanto en planta como en alzado para mejorar las características del funcionamiento hidráulico evitando giros y cambios de pendiente que pudieran originar variaciones bruscas del régimen hidráulico en el interior originando daños por depresiones y sobrepresiones, sedimentaciones o erosiones localizadas, etc.

Se ha dispuesto una única sección y se ha mantenido la misma sección en las variantes y caminos adyacentes con el fin de minimizar el riesgo de obstrucción en la entrada de las obras.

c) En las salidas de estas obras se ha seguido análogo criterio que, en las embocaduras, utilizándose muros de acompañamiento o aletas y solera de hormigón o escollera, siempre que esto es posible.

Tabla 79. Características hidráulicas ODT proyectadas.

ID ODT	UBICACIÓN DE LA ACTUACIÓN (i)	PK ACTUA (i)	TIPO DE ACTUACIÓN (ii)	HIDROLOGÍA			
				ID CUENCA	Área [Km <sup>2</sup> ]	Q T100 [m <sup>3</sup> /s] (para Drenaje transversal de la carretera. Ver 2.2.3.4 de la 5.2-IC)	Q100 [m <sup>3</sup> /s] (Para Drenaje Transversal de vías de servicio, caminos, etc. Ver 2.2.3.4 de la 5.2-IC)
ODT-0.8	Tronco (Eje 1)	0+875	ODT	C-0.8	0,409	1,919	-
ODT-0.8.1	Rep. Conexión acceso sur al puerto (Eje 9)	0+632	ODT	C-0.8	0,409	1,919	-

7.12.2.2.1. Criterios de cálculo hidráulico

A continuación, se enumeran las restricciones a los cálculos hidráulicos que han servido de guía en el dimensionado:

- Nivel del agua.

Para las obras de drenaje transversal, se debe adoptar un resguardo mínimo de 0,5 m de la máxima cota de la lámina de agua respecto a la plataforma de la carretera.

- Riesgo de obstrucción.

Se ha considerado un riesgo de obstrucción bajo en todas las obras ya que no es previsible en general el arrastre de objetos de tamaño suficiente para obstruir el desagüe.

- Aterramiento.

Se ha tendido a respetar la pendiente y forma del cauce original para evitar los aterramientos localizados.

Las obras tienen una pendiente mínima de 0,5 % y funcionan con una velocidad mínima de 1 m/s.

Todas las obras en tronco y ramales se han dimensionado respetando una altura mínima que permita una fácil conservación y limpieza, cumpliendo el apartado 4.3.3.1 de la 5.2 IC "Drenaje Superficial".

L (m)	D <sub>L</sub> (m)
L (m) < 3	D <sub>L</sub> (m) ≥ 0,6
3 ≤ L (m) < 4	D <sub>L</sub> (m) ≥ 0,8
4 ≤ L (m) < 5	D <sub>L</sub> (m) ≥ 1,0
5 ≤ L (m) < 10	D <sub>L</sub> (m) ≥ 1,2
10 ≤ L (m) < 15	D <sub>L</sub> (m) ≥ 1,5
L (m) ≥ 15	D <sub>L</sub> (m) ≥ 1,8

7.12.2.2.2. Dimensionamiento hidráulico

En las siguientes tablas se muestra el resumen de los principales resultados de las ODTs.

Tabla 80. Comportamiento hidráulico de ODT Proyectadas.

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LAS ODTs															
ID ODT	OBRA DE PASO TIPOLOGÍA	ODT L proyectada [m]	ODT DIM. PROYECTO [m]	ODT i min [%]	ODT i diseño [%]	n Manning	Cota calzada punto más desfavorable (m)	Cota lámina de agua, agua arriba de la obra (m)	Altura de agua a la entrada de la obra (m)	Resguardo hasta calzada (m)	He/H	Altura en el interior de la obra (m)	Resguardo en el interior de la obra (m)	Velocidad a la salida (m/s)	Control
ODT-0.8.1	Marco	29,65	2,00	0,50	0,50	Solera 0,028 Hastiales 0,016	5,431	3,80	0,79	1,631	0,39	0,62	1,18	1,64	Salida
ODT-0.8	Marco	77,05	2,00	0,50	0,50	0,016	11,991	3,55	0,72	8,441	0,36	0,47	1,53	1,15	Salida

### [7.12.3]Drenaje longitudinal

#### [7.12.3.1] Consideraciones preliminares

Para la definición del drenaje superficial y longitudinal se han seguido las recomendaciones de la Instrucción 5.2 IC.

La mayor parte de los puntos de desagüe se han diseñado de forma que el agua drene hacia donde iría de no existir la carretera. En aquellos casos en los que se disponga de cuneta a pie de terraplén se aprovechará para verter hacia ésta.

Para el dimensionamiento y comprobación hidráulica del sistema de drenaje longitudinal se ha realizado un modelo hidrológico-hidráulico con el software Autodesk Storm and Sanitary Analysis.

#### 7.12.3.1.1. Caz de coronación de terraplén

Este elemento recoge la aportación procedente de una de las plataformas (en general arcén interior + calzada + arcén exterior + berma), desaguando cada cierta distancia a través de un bajante hacia el exterior. Este caz se proyecta en las secciones en terraplén de la vía.

El caz de coronación se sitúa a favor del peralte y desagua a través de bajantes situadas a una determinada distancia que cumpla los condicionantes indicados en la normativa 5.2-I.C:

- La calzada debe tener un resguardo mayor o igual a 5cm, si bien en el proyecto se puede justificar la adopción de un valor inferior.
- La lámina de agua no puede alcanzar el arcén.

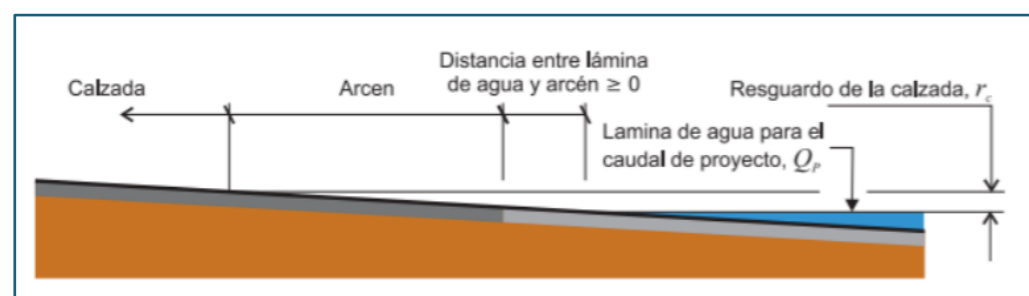


Imagen 33. Parámetros condicionantes para la determinación del caz de coronación de terraplén.

En las tablas incluidas en el Apéndice III del anejo 8, se incluyen los cálculos justificativos de la distancia a la que se deben ubicar las bajantes de terraplén, con el fin de cumplir en la medida de lo posible los condicionantes anteriores.

#### 7.12.3.1.2. Cunetas de plataforma

Cuneta lateral: de seguridad, asociadas al tronco de autovía y ramales de enlace, del tipo triangular con talud exterior 1(V):6(H) y talud interior 1(V):6(H), calado 0,30 m y ancho total 3,60 m, revestida con hormigón en masa C20/25 de 10 cm de espesor.

#### 7.12.3.1.3. Cunetas de pie de terraplén y cunetas de guarda

Se dispone de un tipo de cuneta de pie de terraplén, denominada "Cuneta de pie de terraplén tipo CPT I", con sección trapezoidal de base 0,50m, calado de 0,50m y taludes 1(V):1(H), revestida de hormigón en masa C20/25 de 10 cm de espesor.

#### 7.12.3.1.4. Arquetas y pozos de registro

Las dimensiones mínimas de la arqueta en planta, si su profundidad no excediera de 1,5 m, serán de 80 cm por 40 cm.

Para profundidades mayores se denomina pozo de registro y deberá ser visitable: su tapa deberá tener un diámetro mínimo de 80 cm., y su menor dimensión interior no deberá ser inferior a 1 m.

#### 7.12.3.1.5. Colectores

El diámetro mínimo de colector nuevo se establece en Ø 400 mm.

Para la definición completa de la carretera se proyectarán colectores de dimensiones variables en función del caudal a desaguar en los siguientes puntos:

- En obras transversales de drenaje longitudinal del tronco
- Cuando la cuneta de plataforma se ha quedado sin capacidad y no tiene la posibilidad de evacuar el agua al terreno

#### 7.12.3.1.6. Bajantes tipo teja

Se disponen bajantes de hormigón en aquellos puntos de desagüe en los que se desea proteger las superficies de los taludes de desmonte o terraplén.

Las bajantes están formadas por piezas prefabricadas, ancladas a los taludes, para encauzar los caudales que se concentran en las cabezas de los taludes o que desaguan las boquillas de los caños, cuando estos desaguan a mitad de altura del relleno.

#### 7.12.3.1.7. Balsas de almacenamiento y dilución

Con el fin de evitar el vertido de sustancias contaminantes en los cauces, se ha previsto la disposición de balsas de almacenamiento y dilución destinadas a recoger y tratar la escorrentía generada en los tableros de los viaductos sobre el río Guadalquivir y río Guadaira.

Se ha considerado la disposición de las siguientes balsas:

- P.k. 0+730 Margen izquierda del tronco. Destinada a recoger la escorrentía generada en el tablero del viaducto del Guadaira. Se sitúa por encima del terreno natural vertiendo a la cuneta de pie de terraplén.
- P.k. 1+260 del tronco. Situada junto al estribo 1, bajo el tablero del viaducto. Destinada a recoger la escorrentía generada en el tablero del viaducto entre la pila P10 y el Estribo 1. Se sitúa por encima del terreno natural vertiendo al mismo.
- P.k. 1+680 del tronco. Situada junto a la pila P10. Destinada a recoger la escorrentía generada entre la pila P17 y la Pila P10. Se sitúa por encima del nivel del terreno, vertiendo al mismo.
- P.k. 2+070 del tronco. Situada junto a la pila P17. Destinada a recoger la escorrentía generada entre el punto alto del tablero del viaducto y la pila P17. Se sitúa por encima del nivel del terreno, vertiendo al mismo.
- 4+210 Margen izquierda del tronco. Destinada a recoger la escorrentía generada entre el punto alto del tablero del viaducto y el estribo 2. Se sitúa por debajo del nivel del suelo, vertiendo al área deprimida situada entre las pilas P41 y P49. Se dispone una red de colectores para recoger las bajantes que bajan por las pilas P38, P41, P50, P52 y P54.

#### [7.12.4] Drenaje de las capas de firme

Se estudia el diseño de las capas del firme de acuerdo con los criterios de la normativa correspondiente (en particular la Norma 6.1-IC Secciones de firme. Orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre) el pavimento se puede considerar esencialmente impermeable sin ser necesario ninguna medida adicional para este drenaje subterráneo.

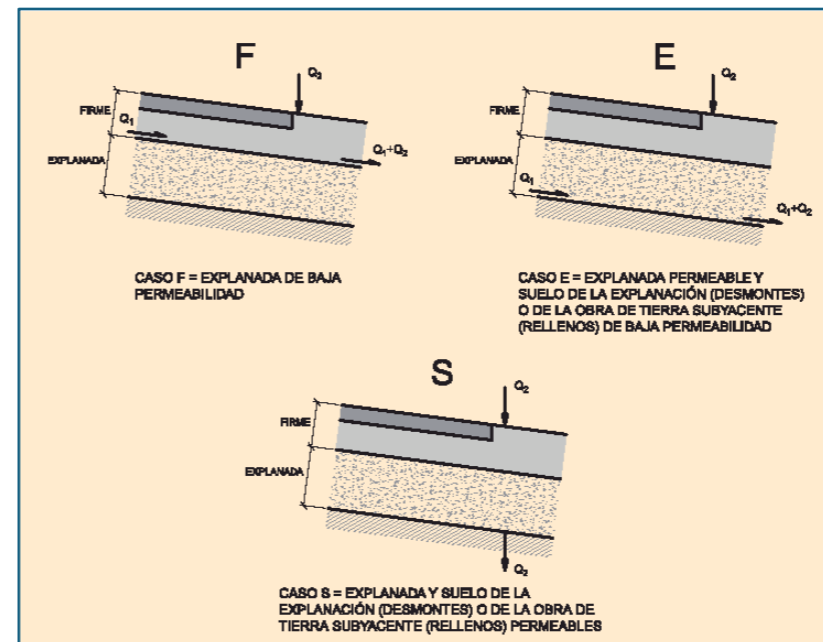


Imagen 34. Recorrido de las aguas infiltradas. Casos F,E,S.

En el caso particular de las secciones de firme definidas para el presente proyecto, la explanada de la carretera está constituida por una capa de 30 cm de suelo estabilizado "in situ" con cemento (tipo S-EST3). El recorrido de las aguas infiltradas según las citadas Recomendaciones se ajustará al CASO F descrito anteriormente.

#### [7.12.4.1] Ubicación y tipos de drenes para la evacuación de las aguas infiltradas

Para la recogida de las aguas infiltradas se ha considerado drenes del tipo zanjas drenantes, compuestas por material drenante en cuyo interior se dispone de un alma drenante, y en el fondo de la zanja una tubería drenante. Toda la zanja se envuelve en geotextil para evitar su contaminación con el material adyacente.

La ubicación de los drenes se dispone bajo la cuneta de desmonte del tronco. Para las labores de conservación y mantenimiento se han considerado arquetas de registro de este elemento dispuestas cada 50 m y siempre que se produce un cambio de dirección o conexión de diferentes conductos.

#### [7.12.4.2] Solución adoptada

A la vista de todo lo expuesto anteriormente, se dispondrán bajo las cunetas de mediana (tronco) drenes de 160 mm de diámetro, cuya misión será la de evacuar el agua infiltrada en las capas del firme.

#### [7.12.5] Drenaje del viaducto del río Guadalquivir

##### [7.12.5.1] Determinación de los caudales de diseño

Se considera un periodo de retorno de 25 años.

Se utiliza el método racional para la estimación de los caudales de diseño.

Se considera un coeficiente de escorrentía 1.

Para el flujo difuso por calzada, se considera un tiempo de concentración de 5 minutos.

#### [7.12.5.2] Elementos de captación

Se ha prevé la disposición de una canaleta de 335 mm. de ancho y 210 mm. de altura en cada una de las calzadas, con desagües de diámetro 200 mm.



Imagen 35. Detalle de canaleta de drenaje en el viaducto del Guadalquivir.

Se prevé una separación máxima entre desagües de la canaleta de 40 metros.

#### [7.12.5.3] Dimensionamiento hidráulico de los colectores de drenaje del viaducto

Para el dimensionamiento hidráulico de los colectores del viaducto, se ha realizado un modelo hidráulico con el software Infodrainage 2023.3.

En el apéndice IV, del anejo 8 se representan los resultados de la modelización.

#### [7.12.5.4] Drenaje de puentes

Se ha previsto la ejecución de caces longitudinales en el pavimento del tablero siguiendo el borde de la barrera, en el que se dispondrán los sumideros necesarios.

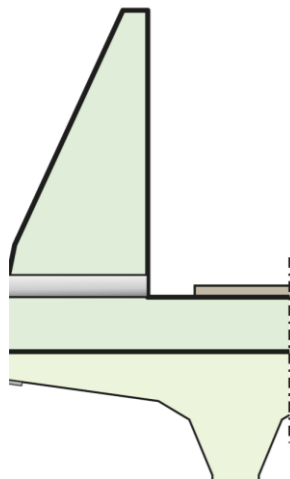


Imagen 36. Detalle de caz longitudinal en tablero de puente.

### [7.13] Estudio de inundabilidad

Como se ha señalado anteriormente, el trazado propuesto para el viaducto de la SE-40 entre Dos Hermanas y Coria cruza el río Guadalquivir y el Guadaíra en una zona sometida a la acción de las

mareas, sobre masas de agua de transición dotadas de dominio público marítimo terrestre (DPMT), pudiendo influir este tipo de estructura en el régimen de las aguas continentales.

En consecuencia, el objeto del presente apartado es evaluar la influencia del trazado propuesto sobre la inundabilidad en el ámbito de estudio y su comparación con la situación primitiva (sin considerar la SE 40).

El estudio hidráulico de referencia en el ámbito de estudio es el correspondiente a los trabajos del Sistema Nacional de Cartografía de zonas inundables (SNCZI), tramo ES050\_APFSR\_BG013-01. Para el desarrollo de dichos trabajos del SNCZI, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG) elaboró un modelo hidráulico bidimensional en 2016.

El modelo se realizó de acuerdo con los criterios generales especificados en la Guía para el Desarrollo del SNCZI. Se empleó un MDT de 2 X 2 m<sup>2</sup> (LIDAR PNOA, año 2014), la batimetría del cauce (año 2012), los coeficientes de rugosidad de Manning según los usos del suelo y la calibración realizada conforme a los criterios de la CHG, las infraestructuras que pudiesen interferir con las avenidas, los caudales de avenidas establecidos por la CHG en los trabajos desarrollados para la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo (MAPRI) del SNCZI y las condiciones de contorno aguas abajo según el estudio de mareas del CEDEX. En particular, el caudal de diseño de las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno es de 7,294 y 10,304 m<sup>3</sup>/s en la zona de estudio, respectivamente, y la cota de contorno aguas abajo es de 5,30 y 5,45 m para sendas avenidas.

El modelo original de la CHG incluye las obras parcialmente construidas de la SE-40 y las precargas provisionales de los túneles. Por tanto, para poder comparar el efecto hidráulico debido únicamente al trazado propuesto, se ha elaborado un modelo base a partir del modelo facilitado por parte de la Comisaría de Aguas (2021), en el que se han eliminado las obras parcialmente construidas de la SE-40 y las precargas provisionales de los túneles, y se han añadido los desvíos norte y sur de acceso al puerto por la SE-30 y SE-40, respectivamente, y las dos nuevas balsas (vaciaderos) en los recintos copero y butano del puerto, copero 2 y butano 3, respectivamente.

En la figura adjunta puede observarse el detalle del MDT del modelo de la Confederación (arriba) y el del modelo base (abajo). Dentro de la zona resaltada en la imagen inferior pueden apreciarse el desvío sur de acceso al puerto por la SE-40 y las dos nuevas balsas (vaciaderos) del puerto, copero 2 y butano 3, en las cuales se ha elevado la cota del MDT hasta la coronación de las mismas, 9,0 y 8,2 m, respectivamente.



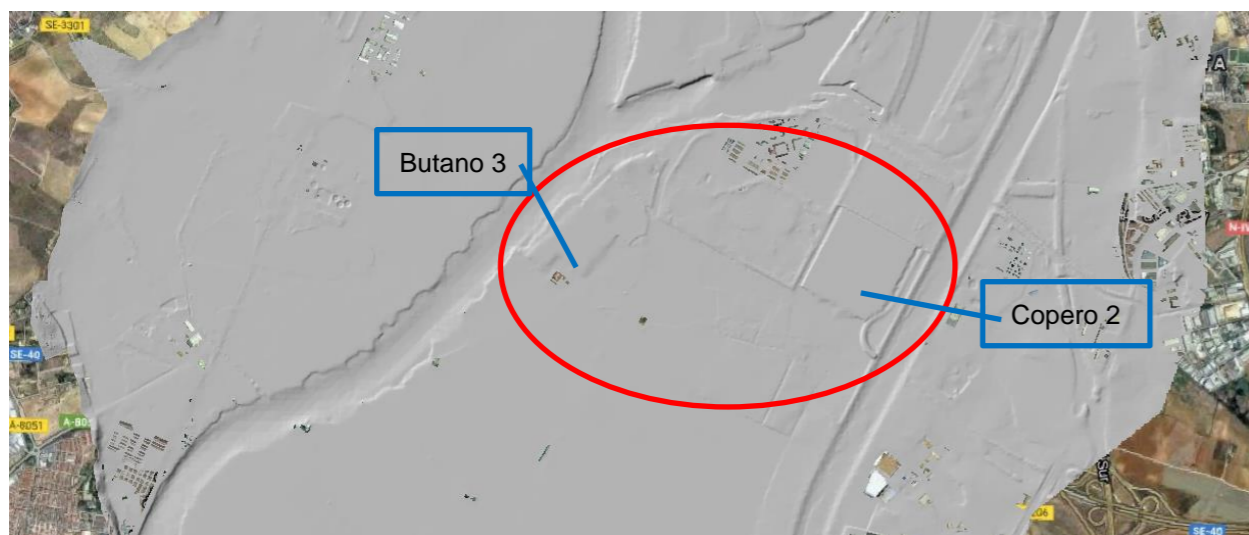


Imagen 37. Detalle del MDT. Modelo de la Confederación (arriba) y modelo base (abajo).

Para simular el trazado propuesto, al modelo base en IBER se le ha incorporado el MDT de dicho trazado, por lo que se ha modificado la cota de la malla existente del modelo base, después de haber subdividido previamente los elementos de la malla en otros de menor tamaño. En la siguiente imagen se puede observar en el modelo del terreno, la situación del terraplén y de los ramales de enlace del trazado propuesto.

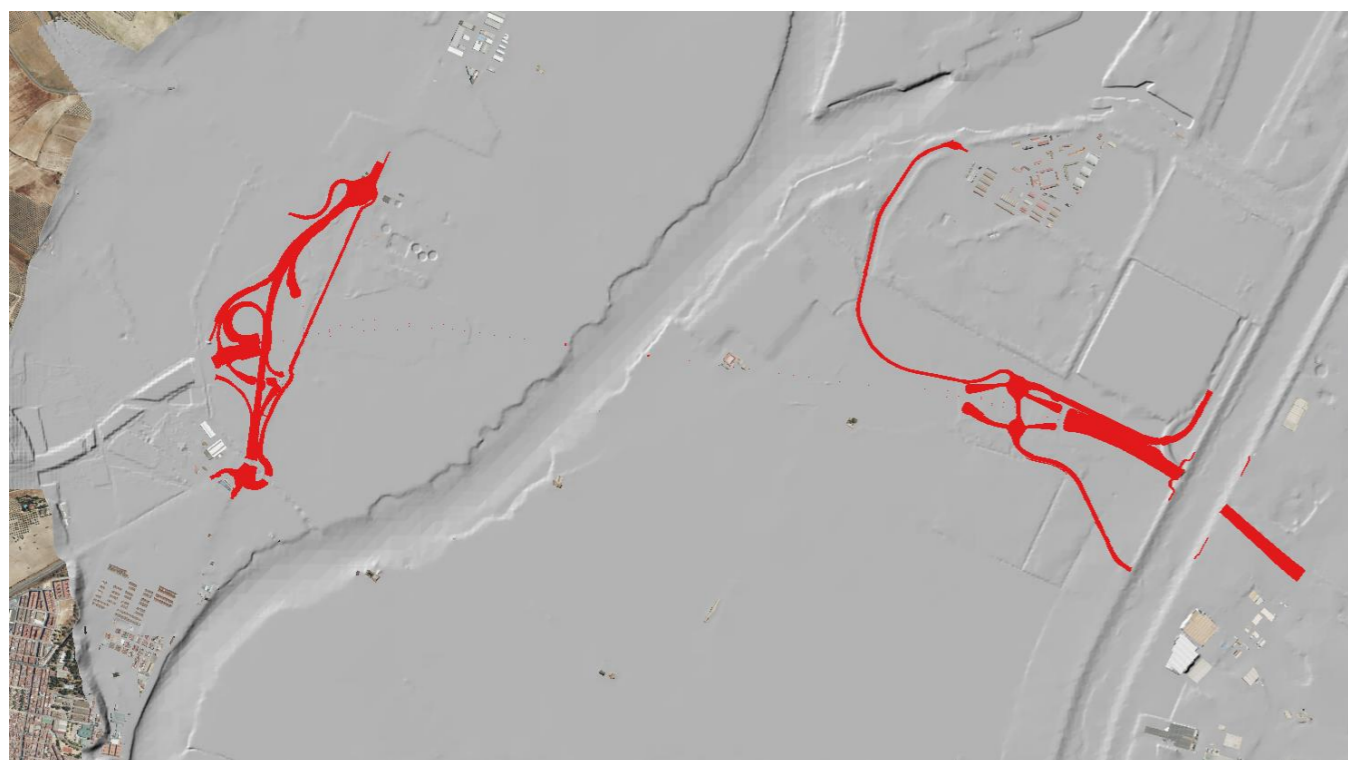


Imagen 38. Modelo del trazado propuesto.

Una vez modificadas las cotas de la malla y consideradas las pilas del viaducto, se simuló en IBER el modelo del trazado propuesto, manteniendo el resto de los parámetros iguales al del modelo base y al de la Confederación. En la figura adjunta se muestra un ejemplo de la interfaz de la aplicación IBER con el modelo hidrodinámico del trazado propuesto.

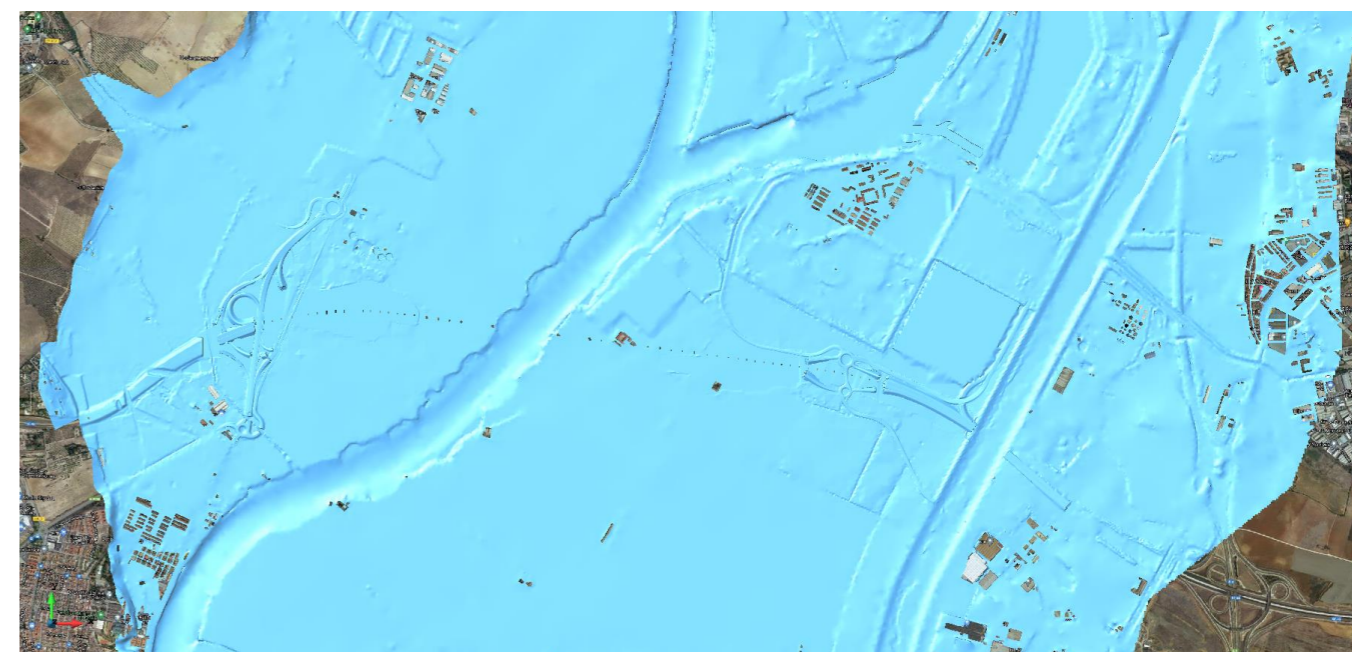


Imagen 39. Interfaz de la aplicación IBER con el modelo hidrodinámico del trazado propuesto.

Al finalizar cada simulación se procedió al postproceso de la misma, obteniéndose diferentes resultados para el modelo base y el trazado propuesto. Del conjunto de resultados obtenidos, los más relevantes son los correspondientes a los máximos calados y velocidades de las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno, junto con la estimación de la Vía de Intenso Desagüe (VID) y la Zona de Flujo Preferente (ZFP).

En lo que respecta a la delimitación de la Vía de Intenso Desagüe (VID), por su definición no tiene una solución única. Habitualmente se determina de forma iterativa mediante la restricción de la zona disponible para el flujo, estrechando la zona que ocupa la avenida de 100 años de periodo de retorno, es decir, no permitiendo el flujo en las zonas más alejadas del eje del río, en las que no es esperable que se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes. Esta delimitación no se encuentra disponible en el visor del SNCZI. Por tanto, al haber múltiples soluciones, se ha estimado la misma en un proceso iterativo. En la siguiente imagen se puede observar la delimitación de la VID que se estima que genera menores sobreelevaciones sin afectar a la estructura existente. Asimismo, también se muestra la Zona de Flujo Preferente (ZFP), la cual ya fue definida en el desarrollo de los trabajos del SNCZI, por lo que en este estudio se ha considerado la delimitación realizada por el MITECO.

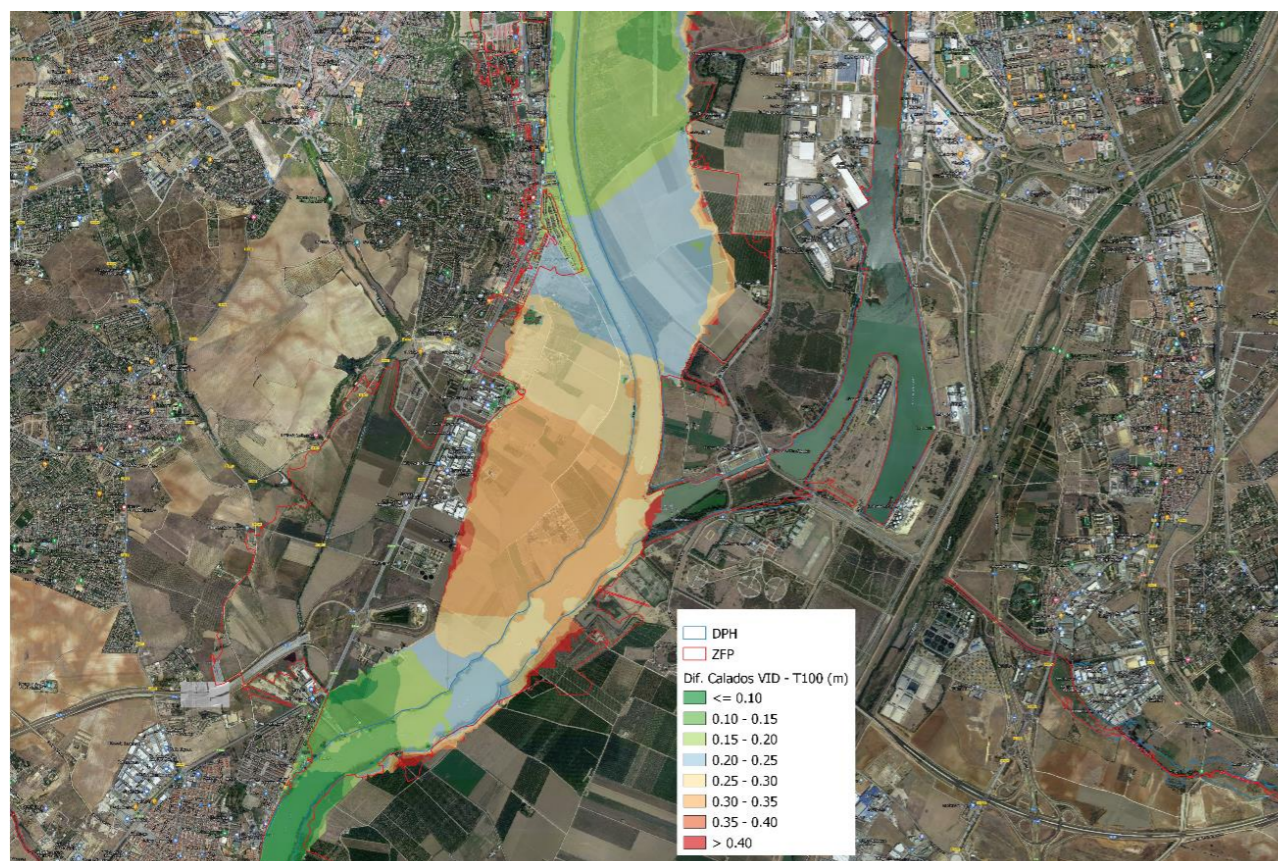


Imagen 40. Estimación de la Vía de Intenso Desagüe (VID). Sin afección a la estructura existente.

Como puede observarse, la sobreelevación máxima de la zona delimitada en relación a la avenida de 100 años de periodo de retorno, es inferior a los 30 cm, salvo en el entorno del emboquille oeste del túnel, donde se incrementa ligeramente hasta los 35 cm. Esta zona, en la que se producen las mayores sobreelevaciones, tiene un uso agrícola, por lo que los daños por inundabilidad serían reducidos.

Cabe reseñar que dicha delimitación de la VID ha sido considerada adecuada por parte de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, en su respuesta a la fase 2 del anteproyecto, con número de referencia 2022-220\_OFI\_COM (10/2022), "teniendo en cuenta que las sobreelevaciones que se producen se dan en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos (apartado 2 del artículo 9 del RDPH aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril)".

En relación con la avenida de 10 años de periodo de retorno, puede observarse en la siguiente imagen, que tanto las pilas (puntos rojos) como las estructuras se han ubicado fuera del límite del DPMT y de la zona inundada por dicha avenida. Por tanto, el futuro viaducto no afectará al régimen de las avenidas ordinarias.



Imagen 41. Detalle de la envolvente de inundabilidad de 10 años de periodo de retorno en la zona oeste (arriba) y en la este (abajo). Fuente: elaboración propia a partir de la cartografía del SNCZI (MITERD).

En lo que respecta a las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno, en las siguientes imágenes se puede observar la diferencia de los calados obtenidos con la simulación del trazado propuesto con respecto al modelo base.

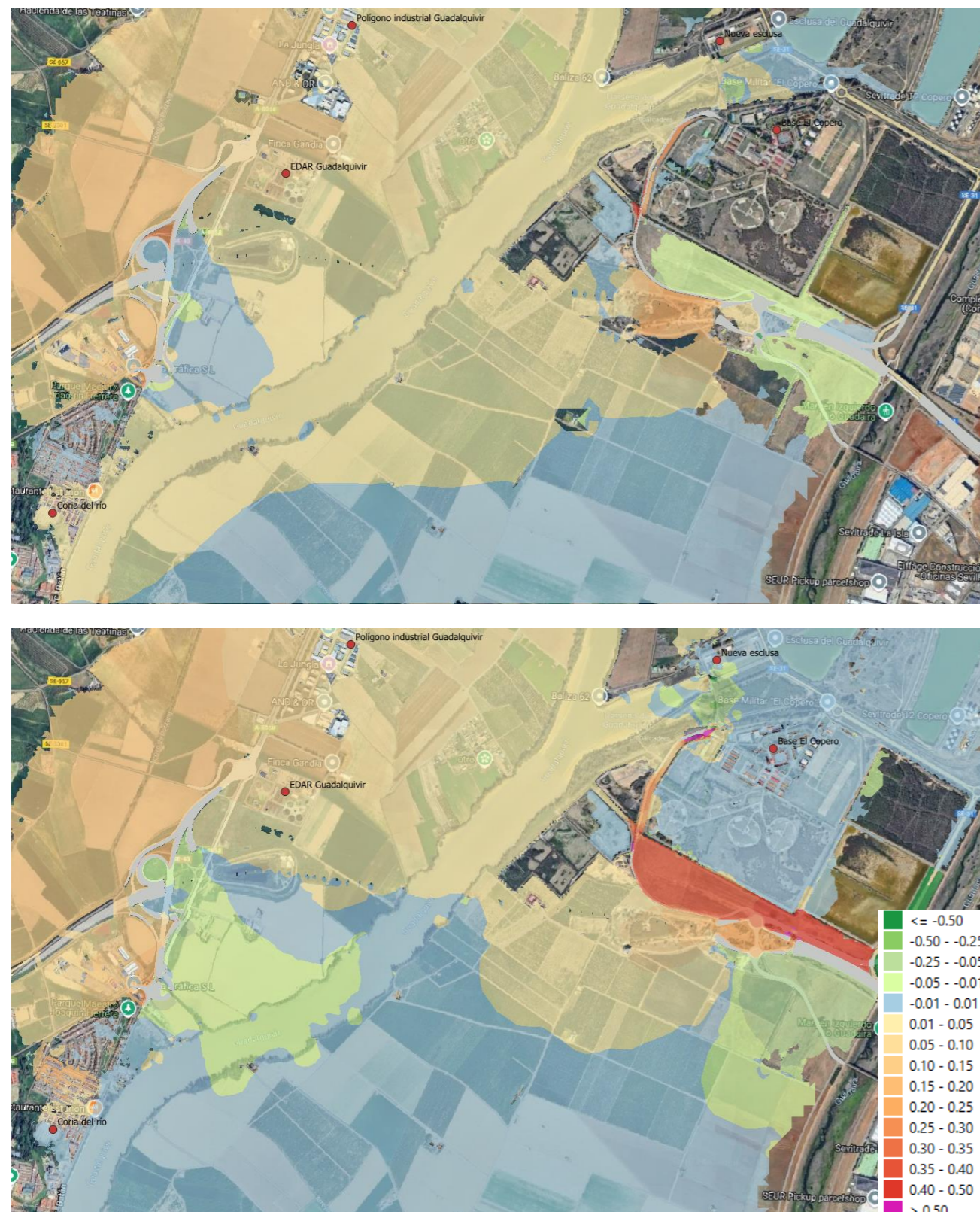


Imagen 42. Diferencia de calados simulados del trazado propuesto con respecto al modelo base. T100 (arriba) y T500 (abajo).

Como puede apreciarse en las imágenes anteriores, las diferencias existentes entre las cotas máximas del modelo del trazado propuesto y el modelo base, serían relativamente pequeñas para la avenida de 100 años de periodo de retorno, 5 cm en la zona del Copero próxima al Guadaíra y 15 cm en el entorno del enlace de Coria, mientras que para la avenida de 500 años de periodo de retorno, las cotas se incrementarían 45 cm en la zona del Copero y 20 cm en la zona de Coria.

En base a la modelización hidráulica realizada se concluye que:

- El trazado propuesto para el viaducto de la SE-40 entre Dos Hermanas y Coria cruza el río Guadalquivir y el Guadaíra en una zona sometida a la acción de las mareas, sobre masas de agua de transición dotadas de dominio público marítimo terrestre (DPMT), pudiendo influir este tipo de estructura en el régimen de las aguas continentales.
- No obstante, lo anterior, tanto las pilas como las estructuras se han ubicado fuera del límite del DPMT y de la zona inundada por la avenida de 10 años de periodo de retorno, por tanto, el futuro viaducto no afectará al régimen de las avenidas ordinarias.
- En el trazado propuesto, la cota de la lámina de agua llegaría a la cota 6,15 y 6,60 m en el estribo oeste para las avenidas de 100 y 500 años de periodo de retorno, respectivamente, y a 5,40 y 6,90 m en el estribo este para sendas avenidas.
- Las sobreelevaciones que se producirían en la zona oeste, en el entorno del enlace de Coria, serían de 15 cm para la avenida de 100 años de periodo de retorno y de 20 cm para la de 500 años. En la zona este, próxima al río Guadaíra, las sobreelevaciones serían de 5 cm para la avenida de 100 años de periodo de retorno y de 45 cm para la de 500 años.
- Comparando las simulaciones del modelo del trazado propuesto con respecto al modelo base, se deduce que los resultados son parecidos, que la sobreelevación máxima es inferior a los 30 cm para la avenida de 100 años de periodo de retorno e inferior a 50 cm para la de 500 años, y no se afecta significativamente a la zona de flujo preferente. Por tanto, las sobreelevaciones del trazado propuesto serían admisibles según la normativa vigente.
- En el cauce del río Guadalquivir, inmediatamente aguas arriba de la infraestructura proyectada, el calado se incrementaría menos de 5 cm, mientras que aguas abajo disminuiría entre 1 y 2 cm en un tramo relativamente corto, como consecuencia del ligero incremento puntual de la velocidad, que se produce por el estrechamiento de la llanura de inundación.
- Aguas arriba del terraplén (zona este) y de los estribos del viaducto (zona oeste), se constata una lógica sobreelevación, derivada del relativo estrangulamiento de la lámina de agua, que disminuiría aguas abajo de estas infraestructuras. Dicho incremento se encuentra localizado y no altera significativamente el caudal circulante en situación de avenidas extraordinarias.
- En términos de velocidad, respecto del modelo base disminuiría aproximadamente 0,3 m/s en ambas avenidas, 100 y 500 años de periodo de retorno, mientras que en la zona de paso aumentaría casi 0,5 m/s en un tramo relativamente pequeño, debido al estrechamiento de la llanura de inundación. No obstante, estos pequeños cambios serían poco significativos y estarían acotados a zonas concretas de las obras de drenaje, pilas y estribos principalmente.
- En relación con el terraplén junto al cauce del río Guadaíra, en el modelo base de la avenida de 500 años de periodo de retorno, hay una zona puntual entre la Base militar El Copero y las balsas del recinto Copero, donde la velocidad está entre 1 y 2 m/s, y que se atenúa rápidamente hacia el sur. Asimismo, se puede comprobar que el terraplén adoptado llega hasta esta zona puntual sin alterar significativamente la velocidad.

- Respecto a la Vía de Intenso Desagüe (VID), cabe señalar que la infraestructura propuesta no ocupa la misma, con excepción de las pilas, y tampoco se altera significativamente la zona de flujo preferente.

### [7.14] Geotecnia cimentación de estructuras

Como primer paso para el estudio de la cimentación de las estructuras se parte del perfil geotécnico longitudinal del corredor (ver Anejo 7), donde se ha volcado toda la información relevante procedente de las prospecciones y los ensayos de laboratorio disponibles. La interpretación de los distintos niveles bajo cada estructura se ha realizado atendiendo a los resultados de los sondeos, CPTU, ensayos presiométricos y ensayos de laboratorio disponibles en cada caso.

Una vez analizados todos los datos del perfil geotécnico se ha definido el tipo cimentación, superficial o profunda, de cada una de las estructuras del tramo en estudio.

#### [7.14.1] Aplicación del Anejo Nacional Español del EC-7

Con excepción de la vía ciclista y de los 3 pasos inferiores de tipo marco, todas las cimentaciones del tramo son de tipo profundo mediante pilotes de hormigón con camisa recuperable.

El Anejo Nacional Español del EC-7 opta por el Enfoque de Proyecto 2 para la mayoría de las actuaciones geotécnicas, incluyendo el cálculo de hundimiento de pilotes. En el Enfoque de Proyecto 2 se mayoran las acciones (o efectos de las acciones) y se minoran las resistencias, dejando sin minorar los valores de los parámetros geotécnicos.

Acción	Efecto	$\gamma_F$
Permanente	Desfavorable	1,35
	Favorable	1,00
Transitoria	Desfavorable	1,50
	Favorable	0,00

Para el caso de pilotes perforados, como se propone en este proyecto, los valores de los coeficientes de minoración de resistencias ( $\gamma_R$ ) son los siguientes:

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	$\gamma_b$	1,55 <sup>(1)</sup>	1,35 <sup>(1)</sup>
Fuste (pilotes a compresión)	$\gamma_s$	1,55 <sup>(1)</sup>	1,10 <sup>(1)</sup>
Total/combinada (pilotes a compresión)	$\gamma_t$	1,40 <sup>(2)</sup>	1,25 <sup>(2)</sup>
Fuste (pilotes a tracción) <sup>(3)</sup>	$\gamma_{s,t}$	1,80 <sup>(4)</sup>	1,10 <sup>(4)</sup>

Nota 1: Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en 7.8.2.3(8)

Para el caso concreto del uso de los ensayos de campo (SPT en arenas y gravas y presiómetros en las margas azules) la resistencia total característica ( $R_{c,k}$ ), obtenida como suma de la resistencia por punta y fuste, será la menor de los dos siguientes valores:

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = \min \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{medio}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

siendo ( $R_{c,cal}$ ) medio y ( $R_{c,cal}$ ) min, los valores medio y mínimo de los valores calculados a partir de los resultados de los ensayos de campo y  $\xi_3$  y  $\xi_4$ , unos coeficientes parciales que dependen del número de "perfiles del terreno" que se hayan obtenido con los ensayos, tal como se refleja en la tabla siguiente:

$\xi$ para n =	1	2	3	4	5	7	10
$\xi_3$	1,40	1,35	1,33	1,31	1,29	1,27	1,25
$\xi_4$	1,40	1,27	1,23	1,20	1,15	1,12	1,08

n: número de perfiles de ensayo

Nota (1): Se refiere fundamentalmente a ensayos de campo realizados en el interior de sondeos (como por ejemplo SPT, ensayo de molinete o ensayo presiométrico) y a ensayos de penetración estática continua, tipo CPT o CPTU.

Una vez obtenida la capacidad portante característica del terreno, la capacidad portante de diseño se obtiene minorando dicho valor por el coeficiente de minoración de resistencias ( $\gamma_t$ ), tal como se indica en la expresión siguiente:

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_t}$$

El valor que se propone en el Anejo Nacional Español para este coeficiente de minoración de resistencia total ( $\gamma_t$ ), que tiene en cuenta de forma conjunta la resistencia por punta y por fuste, es de 1,25.

#### [7.14.2] Criterios aplicados.

- A continuación, de acuerdo con la caracterización geotécnica, los perfiles de cálculo y la metodología descrita, se establecen los criterios seguidos en los cálculos geotécnicos de las cimentaciones profundas.
- Se ha descartado la contribución a la resistencia por fuste en el cálculo de los pilotes del nivel de Aluvial fino (fangos), debido a su muy baja consistencia (incluso nula, con  $N_{SPT}=0$ ).
- El nivel granular (arenas QAI-m + gravas QAI-g) contribuye a resistir cargas por fuste, aunque por lo general no tiene suficiente espesor como para que la punta de los pilotes apoye en él. Para establecer la resistencia por fuste en este nivel granular se empleará la expresión propuesta por las GCOC en función del golpeo en el ensayo SPT.
- Para estimar las resistencias por punta y fuste en las margas se usarán los datos de presiómetros según la metodología establecida en el Eurocódigo 7.
- Según la metodología recogida en el apartado 5.3, los valores medio y mínimo del  $N_{SPT}$  y Presión límite usados en los cálculos son los siguientes:

Grupo Geotécnico	PRESIÓMETRO			N-SPT
	Pf (kg/cm <sup>2</sup> )	PI (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )	
QALm				
ESTADÍSTICA DE DATOS REPRESENTATIVOS				
Nº ENSAYOS	7	8	7	83
MÍNIMO	1,2	3,8	41,3	5
MEDIA REP.	2,8	6,1	46,3	11

Grupo Geotécnico	PRESIÓMETRO			N-SPT
	Pf (kg/cm <sup>2</sup> )	PI (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )	
QALg				
ESTADÍSTICA DE DATOS REPRESENTATIVOS				
Nº ENSAYOS	0	0	0	54
MÍNIMO	-	-	-	21
MEDIA REP.	-	-	-	34

Grupo Geotécnico	PRESIÓMETRO			N-SPT
	Pf (kg/cm <sup>2</sup> )	PI (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )	
TM				
ESTADÍSTICA DE DATOS REPRESENTATIVOS				
Nº ENSAYOS	59	53	55	69
MÍNIMO	18,4	37,7	269,4	20
MEDIA REP.	23,6	46,9	426,3	28

Grupo Geotécnico	PRESIÓMETRO			N-SPT
	Pf (kg/cm <sup>2</sup> )	PI (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep (kg/cm <sup>2</sup> )	
Tmar				
ESTADÍSTICA DE DATOS REPRESENTATIVOS				
Nº ENSAYOS	9	10	9	38
MÍNIMO	20,6	42,9	188,3	24
MEDIA REP.	24,8	53,7	409,2	35

Tabla 81. Valores medio y mínimo del NSPT y Presión límite usados en los cálculos

- Siguiendo las especificaciones del Eurocódigo, se ha comprobado que se obtienen mayores resistencias tomando los valores medios (de NSPT y P<sub>Lim</sub>) aplicando un factor de reducción de 1.25 que tomando el valor mínimo (de NSPT y P<sub>Lim</sub>) y un factor de reducción de 1.08 (ver Tabla 10). Siguiendo las indicaciones del EC-7, se adopta esta última aproximación al cálculo de la resistencia unitaria de los pilotes (opción más conservadora).
- La mayoría de los pilotes deberán apoyarse en el estrato de margas, en el cual resistirán por fuste y por punta. Se deberá tener en cuenta la zona de influencia pasiva, que corresponde parcialmente con el nivel de margas alteradas del orden de 3m.
- La elección de los valores definitivos de resistencia por punta y fuste para el cálculo de la carga de hundimiento se estudiará en cada caso concreto, justificándose en todos los casos la elección realizada.
- Los niveles de fango bajo el nivel freático suponen un riesgo durante la ejecución de los pilotes. Los lodos bentónicos no garantizan el soporte de las paredes en este tipo de material con tan baja consistencia por lo que se recomienda utilizar entubación recuperable y el uso de lodos tixotrópicos hasta una profundidad que supere en al menos dos metros la cota inferior de las margas

- Para anular el rozamiento negativo, se deberán ejecutar en primer lugar los rellenos de los estribos de las estructuras y esperar a que se desarrolle el 90% de la consolidación estimada antes de ejecutar los pilotes.
- Se han diferenciado 8 columnas tipo de terreno, según la zona del trazado. Cada una de estas columnas tipo define el perfil del terreno bajo una o varias estructuras. También se indica los diámetros de pilote previstos [F], según se recoge en el Anejo de Estructuras, en cada una de estas siete zonas diferenciadas

#### [7.14.3]Cimentaciones superficiales

La pasarela ciclista (estructura E-3) discurre por la margen izquierda del nuevo cauce del Guadaíra, sobre arcillas y gravas de la terraza alta del Guadalquivir. En esta zona se dispone de dos sondeos procedentes del proyecto anterior y de la fase de obra (Se-01 y SNV-01). También se dispone de información procedente del proyecto de Conexión Provisional de Acceso Sur al Puerto de Sevilla:

- La potencia del nivel superior de arcillas (QT1.1) se estima en 3 metros, mientras que bajo éstas aparecen las gravas del nivel inferior (QT1.2), con un espesor medido de unos 4 metros.
- Bajo las gravas aparece el sustrato mioceno, constituido por arcillas margosas azules. Los valores de SPT en este material van aumentando progresivamente desde los 14 golpes (techo de las margas) hasta el rechazo.
- Dentro de estas margas aparecen niveles de espesor variable (decimétrico a métrico) de arenas arcillosas compactas. El freático medido en el sondeo SE1 se encuentra entre 6 y 8m de profundidad.

Con estas condiciones se puede optar por una cimentación superficial que, atravesando el nivel superior de arcillas carbonatadas (Q<sub>TC</sub>) se apoye directamente sobre las gravas de la terraza alta (Q<sub>TG</sub>), localizadas a 3 metros de profundidad. El espesor de este nivel oscila entre 4 y 5 metros, por lo que se ha calculado la tensión admisible del terreno tomando unos parámetros geotécnicos equivalentes para todo el terreno y aplicando el método analítico. El valor adoptado es de 240 kPa.

El asiento se ha calculado para una tensión aplicada igual a la admisible (situación más desfavorable), con los métodos ya detallados, obteniéndose un valor de 1,2 cms.

En el caso de la pila (P6) se propone una cimentación profunda (pila-pilote de 0.8m de diámetro) que se analiza el apartado correspondiente.

#### [7.14.4]Pasos inferiores

El diseño de las estructuras contempla tres pasos inferiores que atraviesan el tronco de la autovía:

- Ramal 5 del Enlace de Coria (bajo Pk 4+950)
- Vía ciclista (bajo Pk 0+710)
- Vía ciclista (bajo reposición A-8058)

De acuerdo con los Proyectos de Liquidación de la Autovía SE-40. Tramo: Dos Hermanas (A-4) - Coria del Río (A-8058). Subtramos A y B (Clave: 48-SE-4520-A y 48-SE-4520-B), puestos a disposición del consultor por la Dirección General de Carreteras, ambos pasos inferiores se apoyan sobre un terreno ya tratado con columnas de grava, por lo que no será necesario ningún tratamiento adicional del terreno de cimentación. Únicamente deberá procederse a la colocación de un manto de gravas como colchón de reparto de 0.5m de espesor.

[7.14.5] Cimentaciones profundas

Se han diferenciado 8 columnas tipo de terreno, según la zona del trazado. Cada una de estas columnas tipo define el perfil del terreno bajo una o varias estructuras. También se indica los diámetros de pilote previstos [F], según se recoge en el Anejo de Estructuras, en cada una de estas siete zonas diferenciadas

- Columna Tipo I
- ✓ Aproximación este [F=1.0m; 1.5m]
- ✓ E-1 (P. Sup.) [F=1.0m]
- ✓ E-2 (P. Sup.) [F=1.0m]
- Columna Tipo II
- ✓ Viaducto acceso este [F=1.8m; F=2.0m]
- Columna Tipo III
- ✓ Tramo atirantado [F=2.0; 2.5]
- Columna Tipo IV
- ✓ Viaducto acceso oeste [F=2.0]
- Columna Tipo V
- ✓ Aproximación oeste [F=1.0; 1.5]
- ✓ E-6 (Viaducto) [F=1.0; 1.5]
- Columna Tipo VI
- ✓ E-8 (P. Sup) [F=1.0]
- ✓ E-9 (Viaducto) [F=1.0]
- ✓ E-10 (Viaducto) [F=1.0]
- Columna Tipo VII
- ✓ E-5a (P. Sup) [F=1.0]
- ✓ E-5b (P. Sup) [F=1.0]
- ✓ E-11 (P. Sup) [F=1.0]
- Columna Tipo VIII
- ✓ Pasarela Via ciclista [F=0.8]

En el Apéndice 14 del Anejo 12 se muestra el valor de la carga admisible vs. profundidad para cada diámetro de pilote en cada una de las ocho Columnas tipo definidas. La tabla siguiente muestra el resumen del análisis de las cimentaciones:

Tabla 82. Resumen del análisis de las cimentaciones profundas.

UBICACIÓN	EJE	NOMBRE	ELEMENTO	φ (m)	Nx DISEÑO (kN)	SECCIÓN TIPO GEO	LONG. PILOTES (EC-7)
LADO ESTE	EJE 1	VIADUCTO DE APROX. ESTE	PILAS	1,5	7132	I	28,4
			ESTRIBO 1	1,0	3935	I	28,4
	EJE 6	VIADUCTO DE APROX. ESTE	PILA	1,5	7132	I	28,4
			ESTRIBO	1,0	4998	I	36,2
	EJE 7	VIADUCTO DE APROX. ESTE	PILA	1,5	7132	I	28,4
			ESTRIBO	1,0	4998	I	36,2
	EJE 8	E-1 (PS)	ESTRIBOS	1,0	3301	I	25,6
EJE 10	E-2 (PS)	ESTRIBOS	1,0	5050	I	36,6	
EJE 28	E-3 (PASARELA)	PILA-PILOTE	0,8	2311	VIII	11,1	

UBICACIÓN	EJE	NOMBRE	ELEMENTO	φ (m)	Nx DISEÑO (kN)	SECCIÓN TIPO GEO	LONG. PILOTES (EC-7)
VIADUCTO DE ACCESO ESTE	EJE 1	VIADUCTO DE ACCESO ESTE	P17 A P25	1,8	16880	II	54,7
			P26 A P29	2,0	19513	II	54,5
LADO OESTE	EJE 1	VIADUCTO DE APROX. OESTE	PILAS	1,5	11472	V	46
			ESTRIBO 2	1,0	4998	V	35
	EJE 12	E-5A (P. SUP)	ESTRIBOS	1,0	3654	VII	26,3
	EJE 47	E-5B (P. SUP)	ESTRIBOS	1,0	3056	VII	24
	EJE 16	E-6 (RAMAL)	PILAS	1,5	7929	V	29,6
			ESTRIBO	1,0	3550	V	25,9
	EJE 17	E-8 (P. SUP)	PILA	1,2	5241	VI	29,6
			ESTRIBO	1,0	3503	VI	27,4
	EJE 17 + EJE 20	E-9 (RAMAL)	PILA 1	1,2	6092	VI	33,4
			RESTO PILAS	1,5	10363	VI	41,7
			ESTRIBO	1,0	2973	VI	25,3
	EJE 19	E-10 (RAMAL)	PILA	1,2	6870	VI	37,9
			ESTRIBO 1	1,0	4998	VI	35,9
			ESTRIBO 2	1,2	2685	VI	22,6
EJE 27	E-11 (P. SUP)	ESTRIBOS	1,0	3510	VII	25,8	
VIADUCTO DE ACCESO OESTE	EJE 1	VIADUCTO DE ACCESO OESTE	PILAS	2,0	19513	IV	53,5
TRAMO ATIRANTADO	EJE 1	TRAMO ATIRANTADO	PILAS	2,0	18657	III	50,5
			PILONOS	2,5	35729	III	80,9

[7.14.6] Agresividad

En las diferentes campañas geotécnicas completadas en la zona se han muestras de agua para proceder a su análisis químico. Por tratarse de los valores más recientes disponibles, se muestran a continuación los resultados obtenidos en los sondeos del Anteproyecto (2002) y el Proyecto de Trazado (2024):

PARÁMETRO	SAP-1	SAP-2	SAP-3	SAP-4
pH	8,78	8,24	8,84	8,47
Residuo seco (mg/l)	1910	10483	265	379
Sulfatos (mg/l)	327,4	127,7	101,1	71,1
Magnesio (mg/l)	44,7	37,5	77,8	29,7
CO <sub>2</sub> (mg/l)	0,0	0,0	0,0	0,0
Amonio (mg/l)	0,1	0,1	0,2	0,2
GRADO DE AGRESIVIDAD	No agresivo	No agresivo	No agresivo	No agresivo

PARÁMETRO	S-PT-1	S-PT-02	S-PT-3	S-PT-04
pH	7,23	7,14	7,31	7,06
Residuo seco (mg/l)	318	163	276	889
Ión Sulfato (mg/l)	52,4	45,3	84,4	55,3
Magnesio (mg/l)	33,6	44,3	39,9	37,5
CO <sub>2</sub> (mg/l)	0,0	0,0	0,0	0,0
Amonio (mg/l)	0,2	0,2	0,2	0,2
GRADO DE AGRESIVIDAD	No agresivo	No agresivo	No agresivo	No agresivo

Tabla 83. Análisis químicos de agua freáticas en los sondeos del Proyecto original

En cuanto a la agresividad de los suelos, se cuenta con los siguientes datos de contenido en sulfatos y acidez de Baumman- Gully

Ión Sulfato (mg SO <sub>4</sub> /Kg)	TM	TMar	QAI-g	QAI-m	QAI-f	QII
Valor máximo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Valor mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MEDIA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Acidez Baumman- Gully	TM	TMar	QAI-g	QAI-m	QAI-f	QII
Valor máximo	0.1	0.0	-	28	0.1	0.1
Valor mínimo	0.0	0.0	-	5.4	0.0	0.0
MEDIA	0.0	0.0	-	12.9	0.03	0.03

Tabla 84. Contenido en sulfatos de los suelos de la zona por unidades geotécnicas

Con estos resultados, el tipo de exposición definido, tanto para el agua freática como para los suelos en contacto con las cimentaciones es No Agresivo.

Nombre	Eje	Tipología estructural	Pk inicio	Pk final	Nº Apoyos	Información geotécnica	Perfil del terreno (simplificado)	Tipo de cimentación	Grado de agresividad	Notas
Viaducto de aproximación este	Eje 1 Tronco	Cajón de hormigón	1+246	2+076	22	S-PT-01 (Sondeo) CPTU-1+300	Espesor fangos QAlf: 13m	Pilotes [F=1.0; 1.5]	No agresivo	(1) Se descarta la contribución a la resistencia del nivel de Aluvial fino (fangos).  (2) Los pilotes deberán apoyarse en el estrato de margas. Se deberá tener en cuenta la zona de influencia pasiva, (nivel de margas alteradas del orden de 3-5m)
	Eje 6 Ramal 2		0+180	0+271	2	CPTU-1+450	Espesor granular QAlm+QAlg: 9m			
	Eje 7 Ramal 4		0+057	0+149	2	CPTU-1+750 SN-16 (Sondeo)	Prof. Margas Tm : 25m			
Viaducto acceso este	Eje 1 Tronco	Cajón de hormigón	2+076	2+922	14	SN-16 (Sondeo) STU-3 (Sondeo) STU-4 (Sondeo) SN-2 (Sondeo) S-PT-02 (Sondeo)	Espesor fangos QAlf: 7m Espesor granular QAlm+QAlg: 16m Prof. Margas Tm: 25m	[F=1.8; 2.0]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
Tramo atirantado	Eje 1 Tronco	Cajón de hormigón	2+922	3+648	4	S-PT-02 (Sondeo) S-PT-03 (Sondeo) SN-08 (Sondeo) CPTU-2 S3 (Sondeo) SN-10 (Sondeo)	Espesor fangos QAlf: 4m Espesor granular QAlm+QAlg: 18m Prof. Margas Tm: 25m	[F= 2.0; 2.5]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)

Nombre	Eje	Tipología estructural	Pk inicio	Pk final	Nº Apoyos	Información geotécnica	Perfil del terreno (simplificado)	Tipo de cimentación	Grado de agresividad	Notas
Viaducto acceso oeste	Eje 1 Tronco	Cajón de hormigón	3+648	3+966	6	SN-10 (Sondeo) S1 (Sondeo) SN-11 (Sondeo) SN-12 (Sondeo) CPTU-3 SN-13 (Sondeo)	Espesor fangos QAlf: 3m Espesor granular QAlm+QAlg: 20m Prof. Margas Tm: 26m	[F=2.0]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
Viaducto de aproximación oeste	Eje 1 Tronco	Cajón de hormigón	3+966	4+812 Dcho. 4+822 Izq.	18	SN-13 (Sondeo) SN-14 (Sondeo) STU-5 (Sondeo) SAP-09 (Sondeo) CPTU-9 / CPTU-5 SN-26 (Sondeo) SN-20 (Sondeo)	Espesor fangos QAlf: 6m Espesor granular QAlm+QAlg: 14m Prof. Margas Tm: 23m	[F=1.0; 1.5]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
E-1 (P. Sup.)	Eje 8 Ramal 5	Viga cajón prefabricada	0+140	0+180	2	S-PT-01 (Sondeo) P-PT-03 (DPSH) CPTU-1+300	Espesor fangos QAlf: 13m Espesor granular QAlm+QAlg: 9m Prof. Margas Tm : 25m	[F=1.0]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
E-2 (P. Sup.)	Eje 10 Ramal 3	Viga cajón prefabricada	0+263	0+303	2	S-PT-01 (Sondeo) CPTU-1 CPTU-1+300	Espesor fangos QAlf: 13m Espesor granular QAlm+QAlg: 9m Prof. Margas Tm : 25m	[F=1.0]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
E-3 (Pasarela)	Eje 28 Vía ciclista	Cajón mixto	0+049	0+473	14	SE-01 (Sondeo) SNV-1 (Sondeo)	3m arcillas +4m gravas (Terraza superior QT1)	Pila pilote (P6) Zapata (resto)	No agresivo	(4) Las zapatas apoyan en gravas de terraza través de pozos de cimentación de hormigón en masa T. Admisible: 2,4 kg/cm <sup>2</sup> Asiento:1,2 cm
E-4 (P. Inf.)	Eje 29 Vía ciclista	Marco de hormigón	0+098	0+150.	-	CPTU-0+700	Terreno tratado con columnas de grava.	Directa (losa)	No agresivo	(5) Colocar manto de gravas de 0.5m de espesor
E-5a (P. Sup.)	Eje 12 A8058 O	Puente de vigas doble T	1+306	1+330	2	P-PT-10 (DPSH) S-PT-04 (Sondeo) C-PT-08 (Calicata)	Espesor fangos QAlf: 8m Espesor granular QAlm+QAlg: 17m Prof. Margas Tm: 25m	[F=1.0]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
E-5b (P. Sup.)	Eje 47 A8058 O	Puente de vigas doble T	0+015	0+040	2	P-PT-10 (DPSH) S-PT-04 (Sondeo)	Espesor fangos QAlf: 8m Espesor granular QAlm+QAlg: 17m	[F=1.0]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)

Nombre	Eje	Tipología estructural	Pk inicio	Pk final	Nº Apoyos	Información geotécnica	Perfil del terreno (simplificado)	Tipo de cimentación	Grado de agresividad	Notas
							Prof. Margas Tm: 25m			
E-6 (Viaducto)	Eje 16 Ramal 4	Puente losa de hormigón	0+083	0+275	6	CPTU-9 SN-26 (Sondeo) P-PT-04 (DPSH) CPTU-3	Espesor fangos QAlf: 6m Espesor granular QAlm+QAlg: 14m Prof. Margas Tm: 23m	[F=1.0; 1.5]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
E-7 (P. Inf.)	Eje 17 Ramal 5	Marco de hormigón	0+589	0+652	-	SE-4 (Sondeo) SE-0+050 (Sondeo) PN-3 (DPSH)	Terreno tratado con columnas de grava.	Directa (losa)	No agresivo	Ver (5)
E-8 (P. Sup.)	Eje 17 Ramal 5	Puente losa de hormigón	0+796	0+848	3	CPTU-8 SN-23 (Sondeo) P-PT-05 (DPSH) SN-22 (Sondeo) CPTU-7	Espesor granular QAlm: 12m Espesor fangos QAlf: 7m Espesor granular QAlm+QAlg: 7m Prof. Margas Tm: 26m	[F=1.0; 1.2]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
E-9 (Viaducto)	Eje 17 a Eje 20	Puente losa de hormigón	0+885 (E 17) 0+233 (E 20)	1+208	14	SN-26 (Sondeo) CPTU-9	Espesor granular QAlm: 12m Espesor fangos QAlf: 7m Espesor granular QAlm+QAlg: 7m Prof. Margas Tm: 26m	[F=1.0; 1.2]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
E-10 (Viaducto)	Eje 19 Ramal 7	Puente losa de hormigón	0+000	0+307	9	CPTU-5 SN-26 (Sondeo) CPTU-9	Espesor granular QAlm: 12m Espesor fangos QAlf: 7m Espesor granular QAlm+QAlg: 7m Prof. Margas Tm: 26m	[F=1.0; 1.2]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
E-11 (P. Sup. )	Eje 27 A-8058 E	Puente de vigas doble T	0+080	0+105	2	P-PT-08 (DPSH) C-PT-08 (Calicata)	Espesor fangos QAlf: 8m Espesor granular QAlm+QAlg: 17m Prof. Margas Tm: 25m	[F=1.0]	No agresivo	Ver (1) y (2) y (3)
E-12 (P. Inf.)	Eje 68 Via ciclista	Marco de hormigón	0+020	0+060	-	P-PT-09 (DPSH)	Arcillas de llanura de inundación	Directa (losa)	No agresivo	(6) Sustitución de 1.0m de terreno bajo losa por manto de gravas

## [7.15] Estructuras

La estructura del cierre sur de la SE-40 se convertirá, una vez concluido, en el puente<sup>1</sup> más relevante construido por la DGC en las últimas dos décadas. Con un gálibo excepcional de 70,8 metros, exigido por la Autoridad Portuaria de Sevilla, la estructura se extenderá a lo largo de aproximadamente 3,5 km. Además, la necesidad de ubicar las pilas principales fuera del cauce del río y el ángulo de esviaje, cercano a 45 grados entre el río y el canal de navegación, han requerido que el vano principal alcance más de 360 metros, una de las mayores luces en la red de carreteras de España.

La magnitud de la obra no solo destaca por la longitud y el vano principal, sino también por el ancho inusual de la estructura: además de los cuatro carriles por sentido, incorpora un amplio espacio lateral para ciclistas y peatones, alcanzando un tablero de más de 42 metros de ancho, un valor excepcional en el contexto español. Este puente, de dimensiones extraordinarias, implica una inversión significativa en construcción y mantenimiento, lo que exige un planteamiento de proyecto sólido y bien fundamentado.

A partir de los resultados de los análisis realizados en las fases anteriores del trabajo, la DGC decidió que el vano principal se diseñase con un tablero atirantado de unos pilonos con un fuste central único. El resto de las variables necesarias para definir la forma y configuración de la estructura del cruce, como el tipo y material del tablero, secuencia del resto de vanos, forma de resolver el entronque de los ramales de acceso, etc. son objeto de definición en esta fase de los trabajos, como se verá más adelante.



Imagen 43. Vista del puente desde Coria

### [7.15.1] Consideraciones previas

Este puente es una obra excepcional, tanto por su magnitud como por la repercusión social que tendrá el cierre sur de la SE-40. Esto hace imprescindible un diseño sólido en términos técnicos, económicos y sociales. Este proyecto busca ser ejemplar en el uso eficiente de los recursos, sin una visión cortoplacista, y aborda la inversión considerando no solo los costos de construcción, sino también los de mantenimiento a largo plazo. Además, se pretende que la estructura, dentro del tipo elegido, posea un valor estético y paisajístico reconocido.

<sup>1</sup> Realmente se trata de un viaducto. Se debería llamar puente, a aquellas estructuras que condiciona el trazado, es decir, cuando el puente es el que determina la posición y forma de realizar el cauce sobre el obstáculo y el trazado se supedita por tanto al puente. Por el contrario, viaducto

Como en cualquier diseño, la obra resultante tendrá una utilidad práctica, estética y simbólica. La utilidad práctica del puente y del conjunto de la obra es evidente, como en cualquier proyecto de ingeniería. El valor estético, en cambio, no es tan inmediato; aquí se ha buscado que la estructura sea visualmente atractiva mediante el uso esencial de los recursos y una simplificación que resalte su esencia. Además, como ya se ha mencionado, este será el puente más relevante que la DGC construya en las últimas décadas, dotándolo de un importante valor simbólico. Este valor se manifiesta, en primer lugar, en la voluntad de la DGC de ejecutar una obra ampliamente demandada en Sevilla y el suroeste andaluz, y en segundo, en la ejemplaridad de un proyecto desarrollado con técnicas avanzadas que aseguren, junto a la seguridad y el confort de los usuarios, una vida útil prolongada de la estructura.

### [7.15.2] Ideas rectoras

La filosofía del proyecto expuesta en el apartado anterior se concreta en una serie de ideas rectoras más precisas, que orientan las soluciones propuestas en este proyecto de trazado. Estas ideas fundamentales son:

- **Construcción:** Las soluciones propuestas se fundamentan en sistemas estructurales ampliamente conocidos, tanto por las empresas de construcción españolas como por las subcontratistas especializadas en los medios auxiliares de construcción requeridos en cada caso. La elección de soluciones principalmente en hormigón permite reducir la incertidumbre en cuanto a los costos. Además, se prioriza el uso de técnicas sencillas, ajustadas y proporcionales, con un mínimo consumo de recursos, para asegurar tanto la facilidad constructiva como una calidad visual óptima en las soluciones adoptadas.
- **Diseño orientado al mantenimiento:** El proyecto se ha diseñado con una orientación clara hacia la reducción de costos de mantenimiento. Para lograrlo, se minimiza el número de elementos o componentes cuya vida útil sea inferior a la de la estructura. Se prevé el acceso a todos los puntos críticos desde el punto de vista de la conservación, y el diseño incorpora las medidas necesarias para facilitar el reemplazo de elementos con una vida útil menor, tales como tirantes, aparatos de apoyo o juntas de dilatación.
- **Ejemplaridad:** El principio de ejemplaridad en este proyecto se traduce en la realización de una obra que permita controlar los costos de construcción y mantenimiento, con un impacto visual mínimo en el entorno y respetando el tipo estructural elegido por la DGC. El enfoque en la simplicidad permite diseñar una estructura lo más sencilla posible, pese a la complejidad y magnitud de la obra, demostrando así un uso eficiente y respetuoso de los recursos.

### [7.15.3] Justificación de la solución

El tronco de la SE-40 se proyecta, en esta zona, en una sucesión de estructuras que suman una longitud total de 3.566 metros entre juntas de estribos. Con el objetivo de reducir el número de juntas, se han diseñado tres estructuras consecutivas, de modo que, además de las dos juntas de dilatación en los estribos, solo se requieren dos juntas intermedias adicionales.

La segmentación propuesta responde a las exigencias viarias del tramo. El tramo central, correspondiente al viaducto principal, cuenta con cuatro carriles por sentido, sin variaciones de ancho, salvo en el tramo atirantado, donde la distancia entre líneas blancas de calzada es mayor debido a la presencia de los dos pilonos centrales. Las otras dos estructuras, los viaductos de aproximación, incluyen además del tronco principal, partes de los ramales de entrada y salida, lo que da lugar a tableros de

es la estructura que está supeditada al trazado de la vía. El cruce de la SE40 es un viaducto ya que es la estructura la que está supeditada al trazado.

ancho variable en estas zonas. De esta forma el tronco de la autovía está dividido en tres estructuras, tramos que se muestran en la figura siguiente:

- Viaducto principal: Es una estructura continua de 1.890 m de longitud compuesto por una parte central atirantada de 726 m y dos viaductos de acceso (el este de 846 m y el oeste de 318 m)
- Viaducto de aproximación este (lado El Copero), de 830 m de longitud
- Viaducto de aproximación oeste (lado Coria), de 846 m de longitud

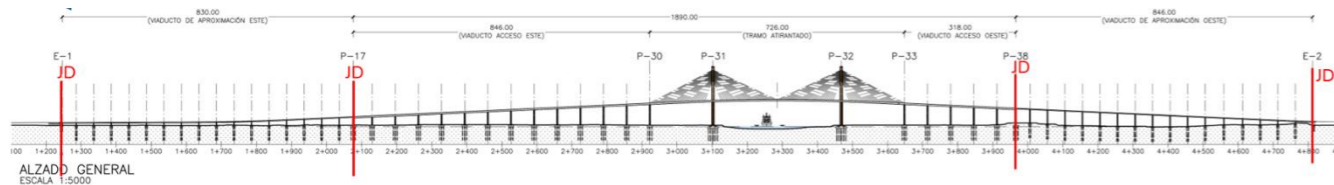


Imagen 44. Segmentación propuesta: nomenclatura

[7.15.3.1] Planteamiento del viaducto principal

En las fases previas del trabajo se realizó un estudio de los posibles tipos estructurales del viaducto que cruza el río Guadalquivir. A partir de esos estudios la DGC decidió que la estructura a desarrollar en esta fase sería un puente atirantado con pilonos con un único fuste central. Hay que indicar que esa solución se ha empleado con frecuencia en puentes con una luz principal en el rango entre los 250 y 450 m.

El diseño que se propone es con costillas postesadas en lugar de con jabalcones para reducir el área expuesta y mejorar las condiciones de mantenimiento.



Imagen 45. Vista inferior de la propuesta: tramo atirantado con tablero con sección con cajón con costillas.

Como se ha indicado anteriormente, la sección funcional de la autovía incluye, en la zona del paso sobre el río, 4 carriles por sentido y un espacio para un carril ciclista bidireccional y una acera para peatones en el borde sur del tablero.



Imagen 46. Vista de la propuesta: 4 carriles por sentido y espacio para ciclistas y peatones

La estructura que soporta ese espacio lateral se resuelve con un sistema ligero de costillas y chapas de acero corten que se empotran en la viga de borde de la sección de hormigón para reducir el peso de esa zona. En la zona central del vano principal se aumenta el ancho para construir un punto de descanso y mirador para peatones y ciclistas.



Imagen 47. Vista inferior del sobrancho empleado para generar el mirador e imagen de este último

La suspensión central del tablero obliga a empotrarlo a torsión en las pilas, como en todos los ejemplos anteriores. Pero, por otro lado, la altura excepcional del tablero permite que también se empotre a flexión en las pilas principales, como se realizó en los puentes anteriores con tableros altos. Esto permite evitar aparatos de apoyo en las pilas principales lo que resulta muy favorable para la conservación de la estructura. De la misma manera las pilas de retenida también pueden empotrarse en el tablero evitando disponer así aparatos de apoyo en unos puntos complejos en los que suelen producirse situación con tiros verticales (tracción en cabeza de pilas).



Imagen 48. Imagen del tramo atirantado

El encaje del tramo atirantado es clásico. Su vano principal tiene una longitud de 366.00 m y los vanos laterales de 180.00 m (ligeramente inferior a la mitad de la longitud del vano central). Los cables se disponen en una configuración en abanico modificado, para dejar lugar a los anclajes de los tirantes en la cabeza de las pilas. Como es práctica habitual hay una zona sin tirantes en las inmediaciones de los apoyos en los pilonos para separar el "punto duro" que suponen esos apoyos frente a la suspensión flexible en los cables.

Otro de los posibles aspectos particulares del diseño es la posible disposición o no de pilas definitivas de retenida para dividir en dos los vanos laterales. La ventaja fundamental de esa disposición es no condicionar el diseño de las pilas principales por el sistema constructivo (en voladizos sucesivos). Sin embargo, esto se puede resolver también disponiendo unas pilas provisionales, como se describe más adelante. Así se eliminan esas posibles pilas intermedias definitivas que estarían sometidas a tracción de forma permanente.

Una de las ideas básicas de la propuesta es hacer la estructura lo más continua posible, por ello el tablero de los vanos de acceso al puente principal se realizan con la misma sección del tramo atirantado. De esta forma hay una continuidad estructural y formal en los 1890 m que componen el viaducto principal. Al no existir obstáculos significativos los tramos de los viaductos de acceso tienen unos vanos más cortos (66.00 m de luz típica) que permiten su construcción mediante autocimbra. Los viaductos de acceso se prolongan todo lo posible hasta llegar a la zona en la que entran y salen ramales de acceso a los enlaces del tramo que obligan a unos anchos mayores que resultan incompatibles con la solución de tablero con un cajón único central con voladizos laterales.



Imagen 49. Imagen del tramo atirantado y los viaductos de acceso



Imagen 50. Vista del tramo atirantado y de los viaductos de acceso

### [7.15.3.2] Viaductos de aproximación

Los dos viaductos de aproximación permiten el acceso tanto del tronco como de los ramales de entrada al mismo desde el este y al oeste al viaducto principal. Esto implica, por una parte, que los anchos en esas estructuras son variables y por otro que la altura del tablero sobre el suelo es ya más pequeña.

Dada la complejidad geométrica de esa zona cada calzada es un viaducto independiente. Los tableros tienen una luz típica de 50.00 m y en general están formados por dos cajones de hormigón pretensado hormigonados "in situ", que llegan a ser tres en algunas zonas en las que confluye un ramal con el tronco. Se han descartado aquí las soluciones prefabricadas ya que no se adaptan bien a los cambios de geometría, requieren siempre más aparatos de apoyo que las soluciones in situ, crean puntos de discontinuidad en los tableros que son siempre conflictivos para el mantenimiento y más costosos a largo plazo.

Los tableros diseñados son continuos y disponen de juntas de dilatación en estribos y en las pilas de transición con el viaducto principal. Los fustes de las pilas son en general de baja altura y se mezclan visualmente con el arbolado de gran porte previsto para el parque corredor que sigue el trazado del viaducto.



Imagen 51. Vista de la zona transición entre el viaducto de aproximación este y el viaducto principal



Imagen 52. Vista aérea de la zona transición entre el viaducto de aproximación este y el viaducto principal



Imagen 53. Vistas del parque en la zona transición entre el viaducto de aproximación este y el viaducto principal

Un punto importante del diseño son las pilas de transición entre el viaducto principal y los viaductos de aproximación. Es el lugar en el que se produce una transición entre el tablero monocajón del viaducto principal y los cuatro cajones del viaducto de aproximación. En los dos casos, los tableros se maclan contra una viga diafragma (una por cada lado) que transmiten la carga a la cabeza de la pila en la que se sitúan los aparatos de apoyo correspondiente. Los diafragmas permiten apoyar correctamente la junta de dilatación y soportan una pasarela ligera que facilita el acceso a la junta desde su cara inferior.

#### [7.15.3.3] Estructuras de los ramales del tronco

Las estructuras en las que los ramales se despegan del tronco se han resuelto, siguiendo los criterios generales de diseño, también con soluciones in situ, en este caso con losas postesadas continuas y con luces más cortas. La descripción en detalle de cada una de las estructuras restantes del tramo se realiza más adelante.

#### [7.15.3.4] Cumplimiento con las ideas rectoras.

##### 7.15.3.4.1. Construcción

Desde una perspectiva constructiva, las soluciones propuestas emplean sistemas ampliamente conocidos. El viaducto principal, con su tramo atirantado, se construirá mediante voladizos sucesivos; los viaductos de acceso se ejecutarán mediante autocimbra; y los viaductos de aproximación seguirán un proceso de construcción tramo a tramo. La utilización de estas soluciones tradicionales favorecerá la

participación de empresas con experiencia en estos métodos, lo que además reducirá la incertidumbre en cuanto a los costos.



Imagen 54. Sistema constructivo del tramo atirantado y de los viaductos de acceso

##### 7.15.3.4.2. Diseño orientado al mantenimiento

El diseño propuesto busca minimizar el número de elementos cuya vida útil sea inferior a la del puente. Se asegura el acceso a todos los puntos críticos desde la perspectiva del mantenimiento, como los aparatos de apoyo, tirantes, juntas de dilatación, entre otros, facilitando así la sustitución de aquellos componentes con una vida útil más corta. Además, el tratamiento y la gestión de aguas son aspectos fundamentales que se detallarán más adelante como parte de la estrategia integral del proyecto.

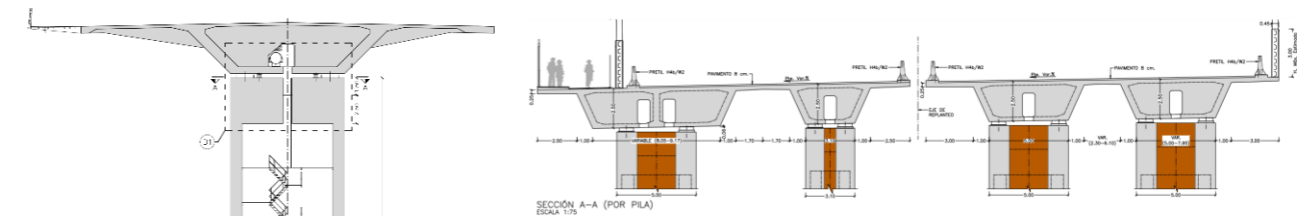


Imagen 55. Acceso a los puntos críticos desde los tableros: viaducto principal y viaductos de aproximación

##### 7.15.3.4.3. Ejemplaridad

Desde una perspectiva de ejemplaridad, el diseño garantiza un control de costos tanto a corto como a largo plazo. Asimismo, se ha trabajado para que el diseño tenga un impacto visual mínimo dentro de la tipología seleccionada. Para lograrlo, se han empleado formas simples y encofrados optimizados, logrando el aspecto deseado con un uso mínimo de recursos.



Imagen 56. Calidad visual con formas sencillas

[7.15.4] Viaducto

El viaducto comprende la estructura de la autovía SE-40 de circunvalación del área metropolitana de Sevilla entre el enlace de El Copero y el enlace de Coria.

El viaducto se divide mediante juntas de dilatación en 3 tramos:

- Viaducto de aproximación este de 830 m de longitud que discurre desde el pk 1+246 al pk 2+076.
- Viaducto principal de 1890 m de longitud situado desde el pk 2+076 al pk 3+966.
- Viaducto de aproximación oeste de 856 m de longitud que discurre desde el pk 3+966 al pk 4+822.

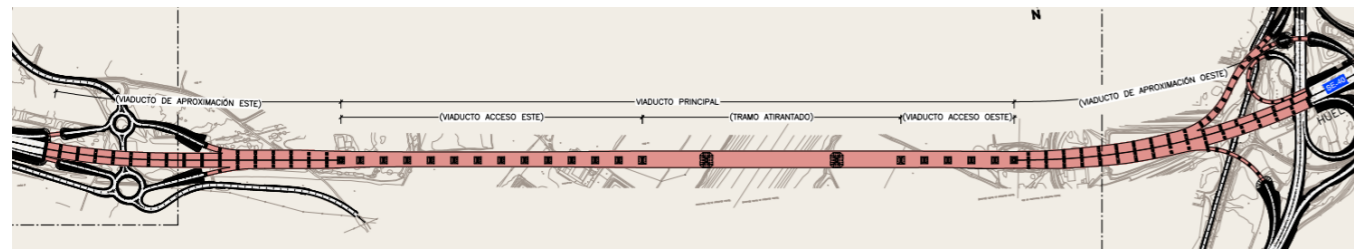


Imagen 57. Viaducto. Planta general

[7.15.4.1] Viaducto principal

El viaducto principal, situado entre los pks 2+076 y 3+966, comprende el tramo central de la estructura y permite salvar el cauce del río Guadalquivir. Esta estructura, a su vez, está dividida en tres tramos:

- Viaducto de acceso este de 846 m de longitud situado entre los pks 2+076 y 2+922.
- Tramo atirantado de 726 m de longitud situado sobre el río Guadalquivir entre los pks 2+922 y 3+648.
- Viaducto de acceso oeste de 318 m de longitud situado entre los pks 3+648 y 3+966.

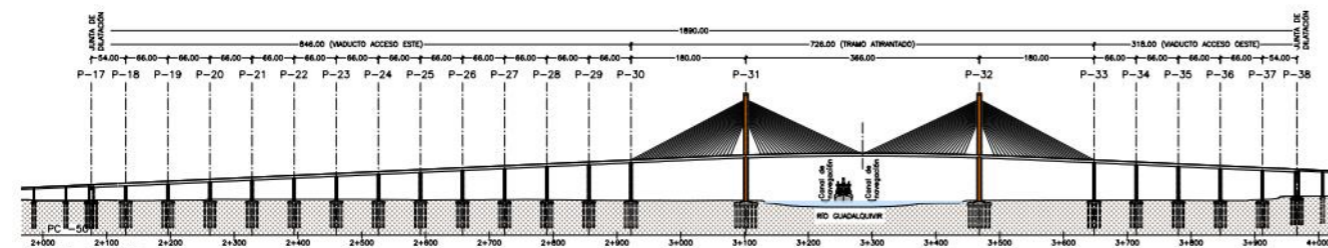


Imagen 58. Vista longitudinal del viaducto principal

[7.15.4.2] Viaductos de accesos

La solución planteada tiene una longitud de 890 m (viaducto de acceso este) y 318 m (viaducto de acceso oeste) dividida en los siguientes vanos:

- Viaducto de acceso este: 54.0 + 12 x 66.0 m
- Viaducto de acceso oeste: 66.0 x 4 + 54 m

El ancho del tablero es variable entre 36.30 m y 42.79 m lo que permite albergar 4 carriles por sentido de 3.5 m, arcenes exteriores y zona destinada a los caces de drenaje de 1.3 m, arcenes interiores de 1.0 m, pretilles laterales, barreras de mediana y espacio destinado a las barreas antiviento y báculos de iluminación, así como para la señalización. Adicionalmente, en su borde izquierdo se dispone un espacio peatonal y ciclista de 4.95 m ancho.

La solución estructural consiste en un tablero de hormigón postesado de sección cajón de 4.51m de canto. El núcleo central de la sección es constante de 20.5 m de ancho formado por las almas del cajón inclinadas a 45°, la losa inferior de 10.0 m de ancho y la losa superior de 20.5 m

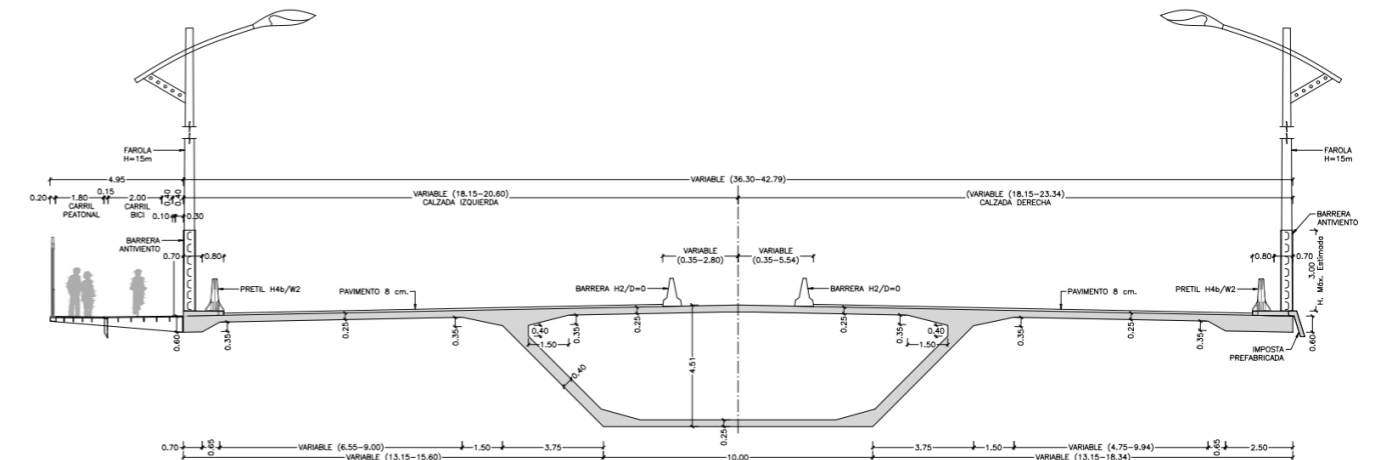


Imagen 59. Viaductos de acceso. Sección tipo

La diferencia de ancho entre las secciones se consigue aumentando la longitud de los voladizos. Debido a la importante luz de los mismos, de hasta 13.09 m de longitud, se plantea una solución estructural mediante costillas transversales postesadas dispuestas cada 6.0 m y de 2.37 m de canto máximo.

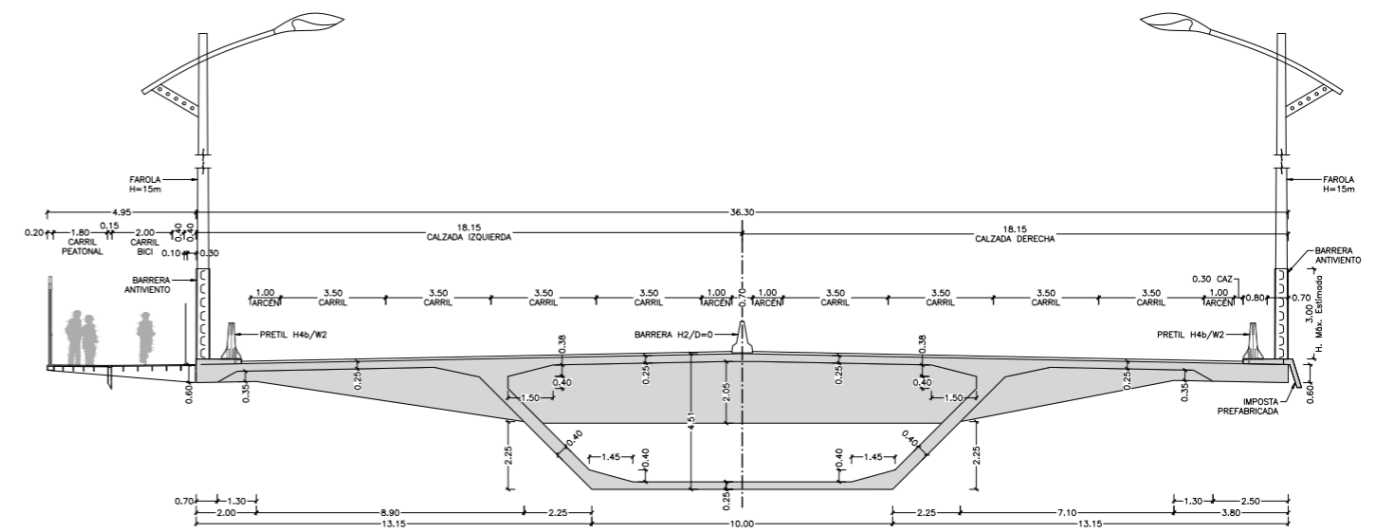


Imagen 60. Viaductos de acceso. Sección tipo de ancho mínimo por costilla transversal

El espacio peatonal se resuelve mediante una estructura metálica empotrada en la viga extrema del voladizo. Para compensar los esfuerzos torsores derivados del peso de esta estructura metálica, se incrementa el ancho de la viga extrema del voladizo derecho. Las pilas de los viaductos de acceso serán monofuste de sección hueca en forma de rombo truncado de 10.0 m de ancho y 3.7 m de canto máximo.

Las dimensiones generales de las secciones transversales de los fustes son iguales en todas las pilas (3.70x10.0) excepto en pila 17 y 38 que son de 8.0x10.0

La altura de pila es variable comprendida entre 22.8 m y 55.2 m

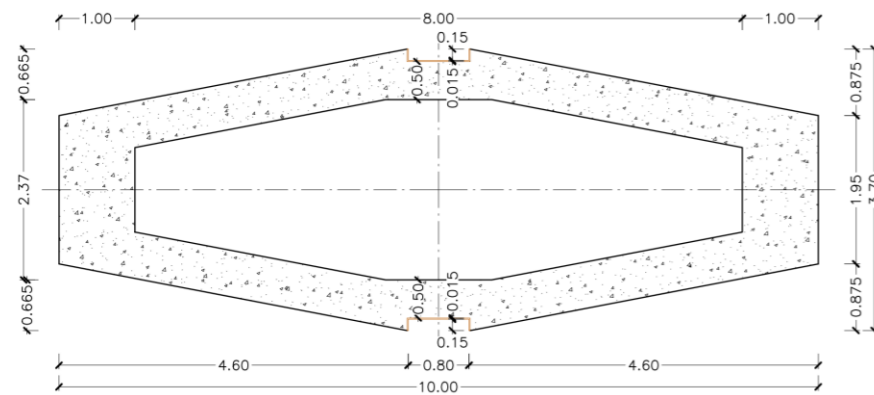


Imagen 61. Viaductos de acceso. Sección tipo de pila

El tablero se apoya en pilas mediante dos apoyos tipo "POT" uno guiado longitudinalmente y otro multidireccional. Para permitir una adecuada inspección de las pilas y los aparatos de apoyo, y facilitar su sustitución, se dispone un acceso a las pilas desde su base y desde el tablero junto con un sistema de escaleras y plataformas. La cimentación de las pilas se ha resuelto mediante encepados de 19.8x19.8x4.0 m con 12 pilotes de 1,8 o 2.0 m de diámetro cada uno. En las pilas extremas (P17 y P38) se aumenta su canto a 8.0 m para permitir el apoyo del viaducto aproximación, la disposición de las juntas de dilatación de largo recorrido y la bajante de la tubería de drenaje del viaducto principal que se sitúa en el interior del cajón.

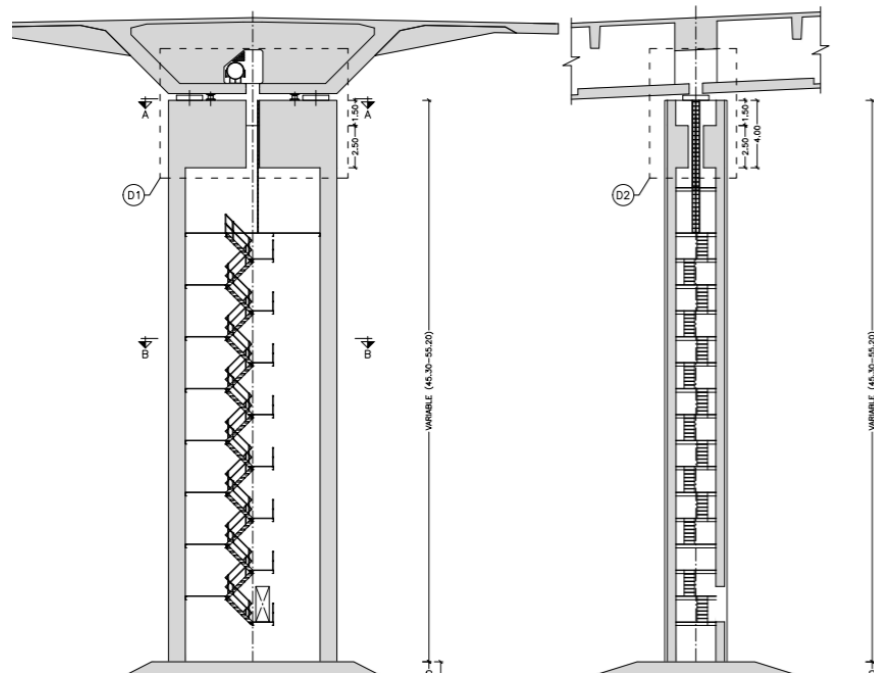


Imagen 62. Viaductos de acceso. Alzado pilas P17 y P38

Las juntas de dilatación están compuestas, en la dirección longitudinal, por un módulo metálico de puenteo, encargado de salvar el espacio libre estructural, y dos módulos de fuelles de caucho y acero,

encargados de acomodarse a los movimientos previstos del tablero. La carrera de las juntas es de 1600 mm.

Se propone, para la construcción del tablero, el empleo de una autocimbra inferior que se apoyará en la cabeza de la pila del tramo y se suspenderá en voladizo en el tramo precedente. La autocimbra ha de tener una rigidez importante para minimizar las deformaciones durante el proceso de hormigonado. Para reducir las sollicitaciones sobre la cimbra y optimizar el diseño, se ha planteado la construcción de la sección transversal por fases. Primero se construirá el núcleo de la sección sin la losa superior. Posteriormente, se hormigonará de losa superior quedando cerrado el núcleo central y por último se construirán los voladizos mediante un carro de alas.

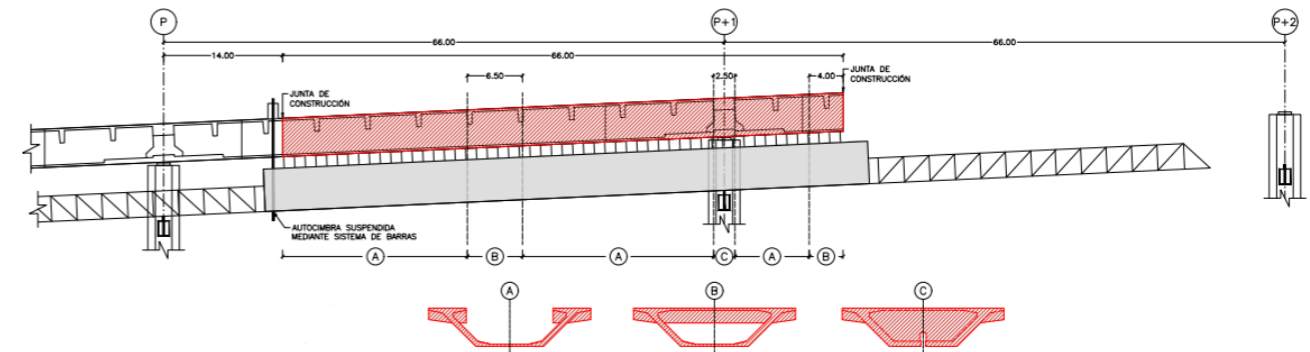


Imagen 63. Viaductos de acceso. Ejecución del tablero mediante autocimbra

[7.15.4.3] Tramo atirantado

La solución planteada tiene una longitud de 726 m dividida en un vano principal de 366 m situado sobre el río Guadalquivir y sendos vanos laterales de 180 m. Los vanos laterales son continuos con los viaductos de acceso.

La solución estructural consiste en un puente atirantado con un único plano central de tirantes y tablero de hormigón postesado de sección cajón.

El ancho del tablero es constante de 41.2 m lo que permite albergar 4 carriles por sentido de 3.5 m, arcenes exteriores y zona destinada a los caces de drenaje de 1.3 m, arcenes interiores de 1.0 m, pretilles laterales, barreras de mediana, espacio destinado a las barreas antiviento y báculos de iluminación, así como para la señalización y un espacio central de 4.0 m destinado a la ubicación del pilono y al anclaje de los tirantes en el tablero. Adicionalmente, en su borde izquierdo se dispone un espacio peatonal y ciclista de 4.95 m ancho. La sección tipo del tablero es igual que la de los viaductos de acceso con un canto máximo de 4.75 m. Y presenta el mismo sistema de costillas transversales postesadas cada 6.0 m.

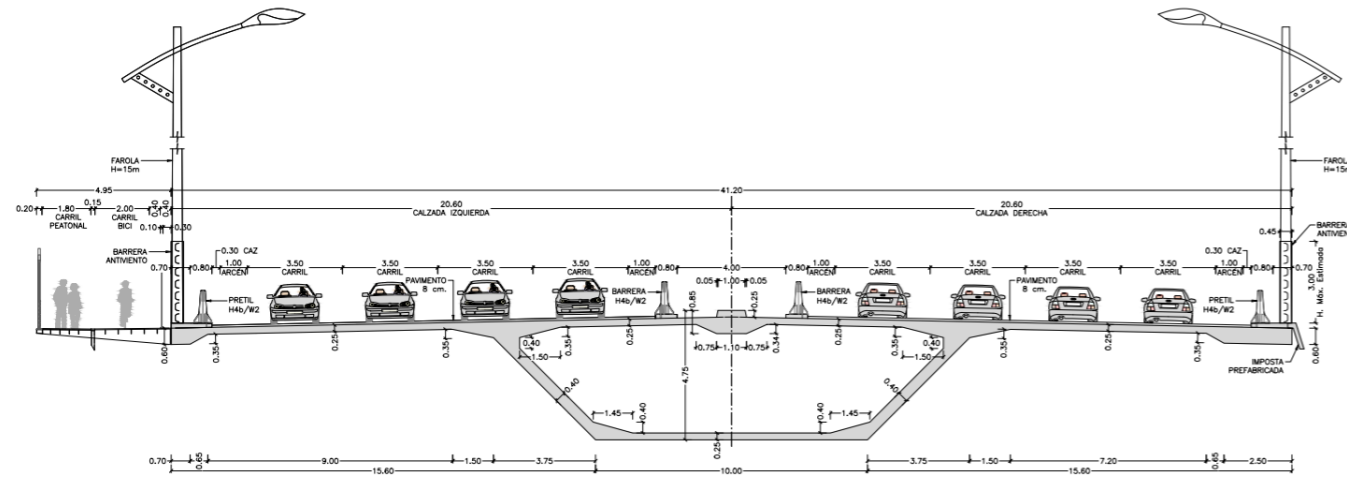


Imagen 64. Tramo atirantado. Sección tipo de tablero

El sistema de atirantamiento se materializa mediante un total de 108 cables que se disponen en el plano vertical que contiene el eje del puente. El número de tonos por tirante varía entre 55 y 115. Los cables atirantan el tablero en tramos de 6.00 m, en correspondencia con la longitud de las dovelas y la distancia entre costillas transversales. El primer tirante de cada vano se sitúa a 24 m del eje del pilono para reducir los picos de momentos que produce la sobrecarga como consecuencia del empotramiento del tablero en los pilonos. Las pilas de retenida se empotran en el tablero para evitar un pretensado vertical ("tie-down") sometido a movimientos impuestos.

El anclaje de los tirantes en el tablero se resuelve mediante una estructura metálica ("delta frame") unida a la losa superior del cajón y a sus esquinas inferiores que permite la transferencia de la carga vertical desde las almas del cajón al tirante.

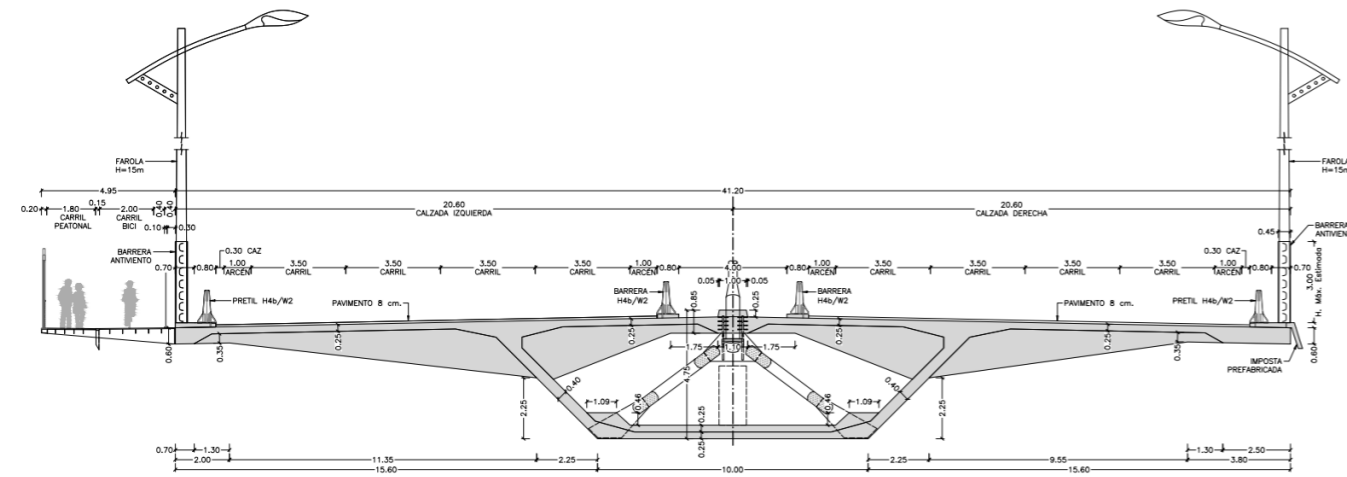


Imagen 65. Tramo atirantado. Sección tipo de tablero por anclaje de tirante

Los pilonos tienen una altura total desde la cara superior del encepado de 168,10 m, de los cuales 95,85 son sobre el nivel del tablero. Serán monofuste de sección hueca en forma de rombo truncado de dimensiones variable en función de la altura.

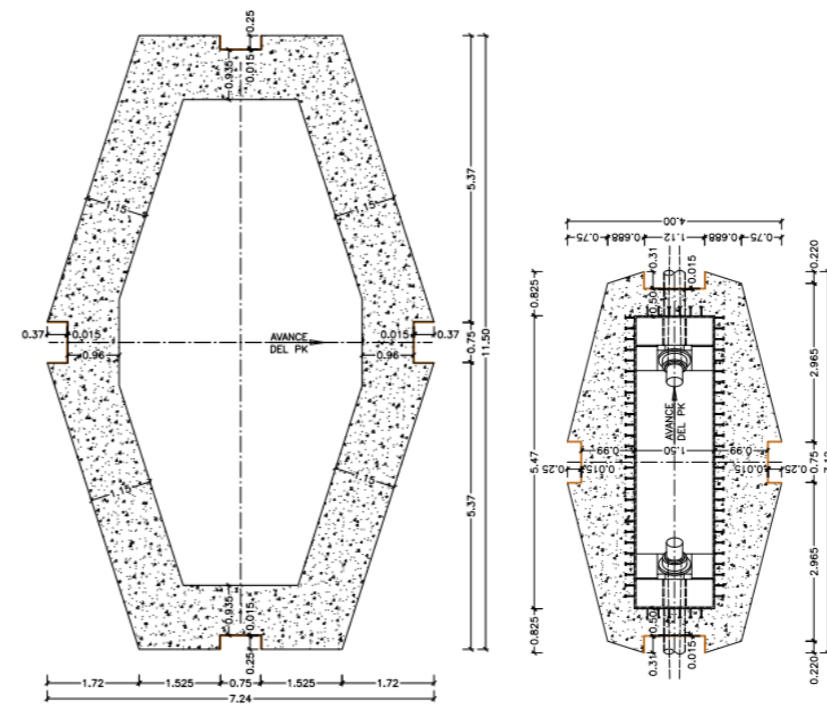


Imagen 66. Pilonos. Sección por el fuste inferior y superior

El anclaje de los tirantes en el pilono se realiza mediante una estructura metálica embebida en el hormigón. Para el acceso a los anclajes de los tirantes, movimiento de material, inspección y mantenimiento se dispone un sistema de escaleras, plataformas, ascensores y polipastos en su interior. Se disponen accesos en el tablero, en la base inferior del fuste y en su cota superior. La cimentación de los pilonos se resuelve mediante un encepado de 42.5x36.25x6.75 m con 38 pilotes de 2.5 m de diámetro.

La construcción del tramo atirantado se realiza mediante el método de voladizos sucesivos, ejecutando dovelas in situ de hormigón armado o pretensado a ambos lados de los pilonos de forma equilibrada, mediante el empleo de cuatro carros. Las dovelas serán de 6.00 m de longitud. A fin de evitar que los fustes de los pilonos se vean condicionados por la fase de construcción es necesario disponer unas torres provisionales en los vanos laterales a 76 m del eje de los pilonos

#### [7.15.5] Viaductos de aproximación

El viaducto de aproximación este, de 830 m de longitud, comprende el tramo situado entre el estribo 1 (pk 1+246) y la pila P17 (pk 2+076). Está formado por dos tableros (un tablero para cada calzada) separados 1.0 m. El ancho por tablero es variable entre 19.0 y 25.46 m. A fin de ajustarse a la variación de anchos y a la incorporación a la estructura de los ramales de entrada y salida se plantea una solución "in situ" con cajones de hormigón postesado de 2.5 m de canto. En función del ancho de la sección se disponen 2 o 3 cajones por calzada de ancho inferior de 3.3 m o de ancho inferior variable de hasta 11.10 m bicelulares. La distribución de luces es de 40 + 15 x 50 + 40 m.

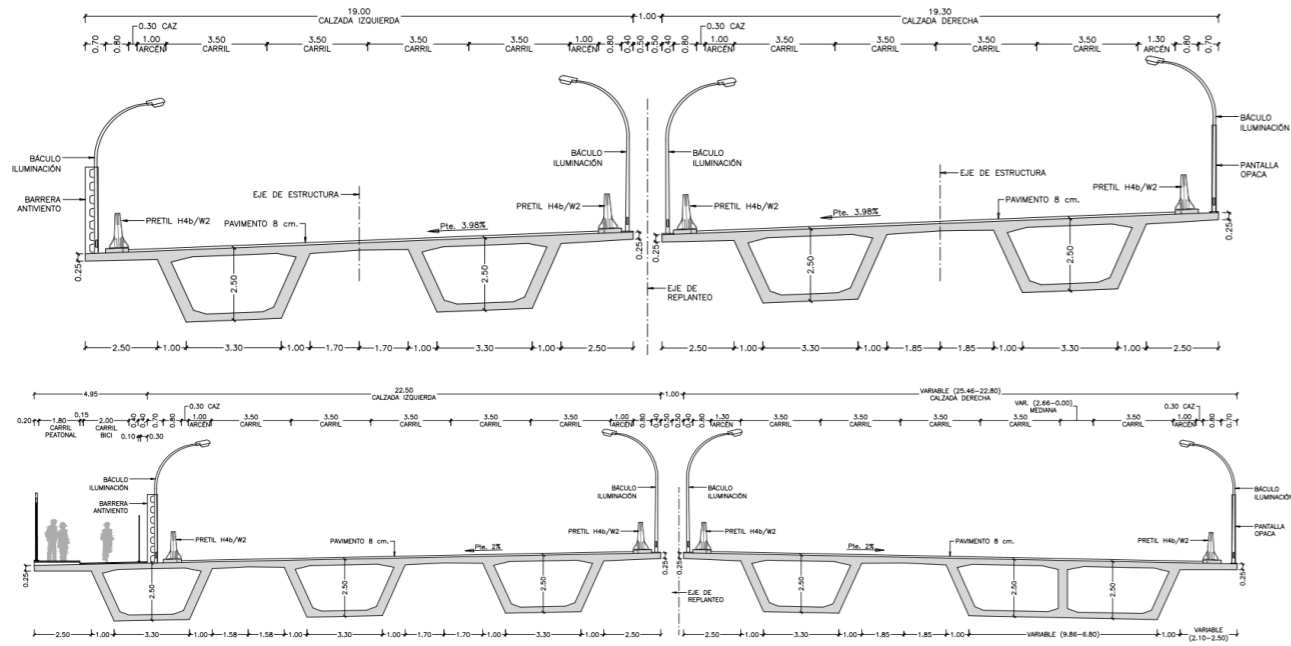


Imagen 67. Viaducto de aproximación este. Sección tipo en función del ancho del tablero

El viaducto de aproximación oeste, de 856 m de longitud, comprende el tramo situado entre la pila P38 (pk 3+966) y el estribo 2 (pk 4+822). Está formado por dos tableros (un tablero para cada calzada) separados 1.0 m. El ancho por tablero es variable entre 18.6 y 40.88 m. A fin de ajustarse a esa variación de anchos y a la incorporación a la estructura de los ramales de entrada y salida se plantea una solución "in situ" con cajones de hormigón postesado de 2.5 m de canto. En función del ancho de la sección se disponen 2 o 3 cajones por calzada de ancho inferior de 3.1 m, 5.0 m o de ancho inferior variable de hasta 19.20 m bicelulares.

La distribución de luces es: calzada izquierda: 40 + 11 x 50 + 47 + 3 x 56 + 51 m. y calzada derecha: 40 + 10 x 50 + 53 + 54 + 3 x 50 + 49 m.

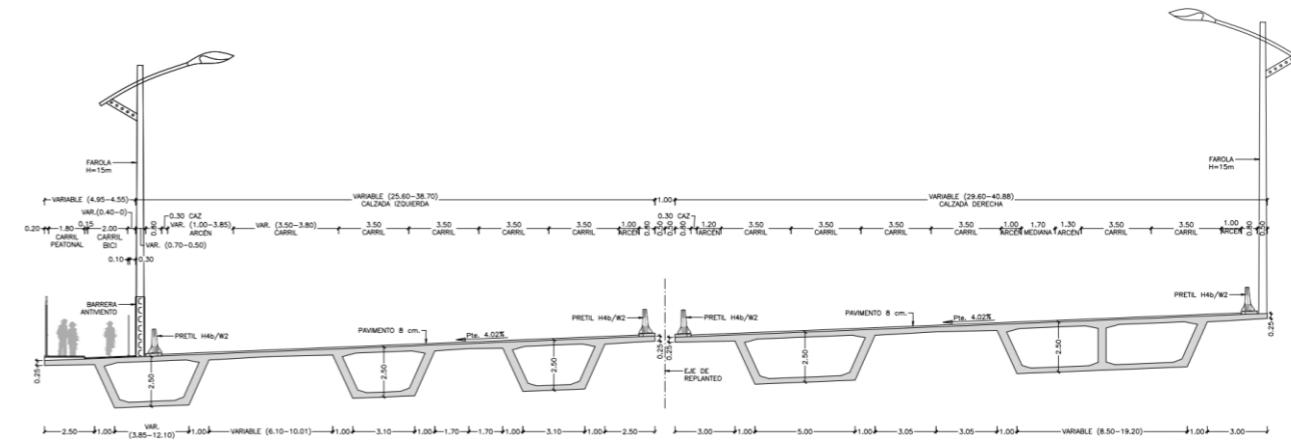
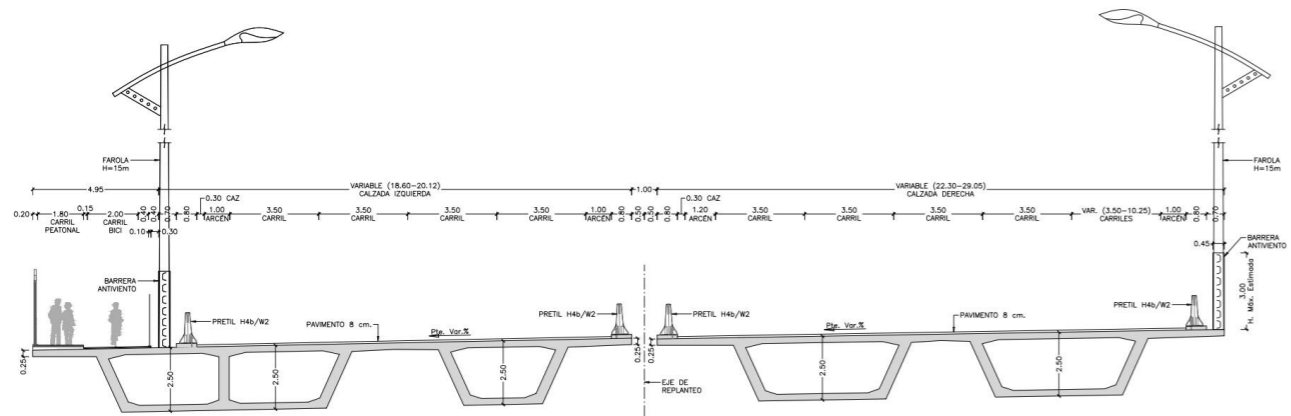


Imagen 68. Viaducto de aproximación oeste. Sección tipo en función del ancho del tablero

Las pilas de los viaductos de aproximación a disponer bajo cada uno de los cajones que conforman el tablero serán monofuste de sección hueca en forma de rombo truncado con anchos y cantos adaptados al ancho del cajón y a la altura de la pila.

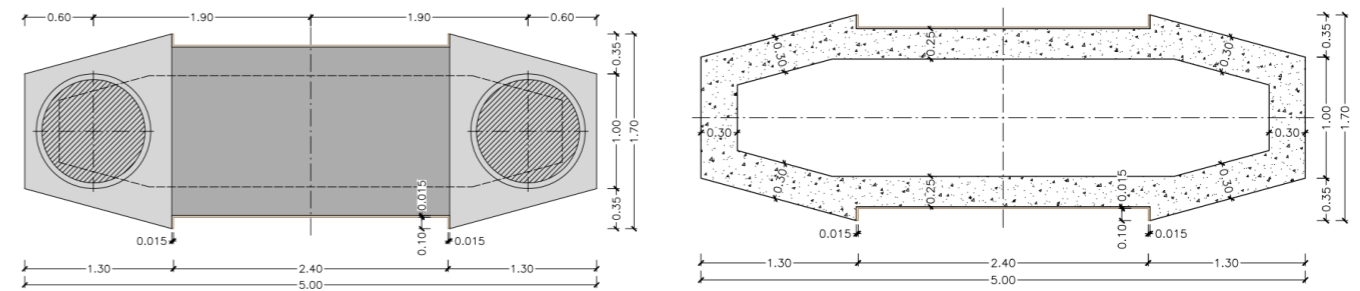


Imagen 69. Viaductos de aproximación. Pila tipo de 5.0 m de ancho y 1.7 m de canto

La cimentación de las pilas se ha resuelto mediante encepados de 2,2 m de canto con pilotes de 1,5 m de diámetro

Salvo en las pilas 7, 8, 9, 50, 51 y 52, los cajones del tablero se apoyan en las pilas mediante dos apoyos tipo "POT" uno guiado longitudinalmente y otro multidireccional. En estas pilas se disponen aparatos de apoyo de neopreno zunchado para materializar el punto fijo longitudinal del puente y además actúan como aisladores para reducir el efecto del sismo longitudinal sobre la estructura.

El proceso constructivo planteado para la ejecución de los tableros es el de ejecución vano a vano mediante cimbra apoyada sobre el terreno que consiste en la ejecución del primer vano más un quinto del segundo, la ejecución del resto del segundo vano más un quinto del tercero y así sucesivamente. En función de la altura del tablero sobre el terreno se plantean dos tipos de cimbra: cimbra cuajada para alturas inferiores a 20 m y cimbra porticada para alturas superiores a 20 m.

Debido a la baja capacidad portante del terreno para la disposición de la cimbra cuajada es necesaria la sustitución del metro superficial de terreno por suelo adecuado/seleccionado compactado al 95% del PM y la ejecución de una losa de 30 cm de hormigón sobre el suelo compactado. Respecto a la cimbra porticada se plantea disponer dos torres interiores por vano cimentadas sobre encepados con pilotes CPI8 de 1.0 m de diámetro.

[7.16] Estructura de los enlaces

[7.16.1]E-1 (PS eje 8)

La estructura planteada consiste en un tablero isostático 40,0 m de luz. El ancho del tablero es de 9,60 m, lo que permite albergar (de izquierda a derecha) un pretil H4b/W2 (0,80), arcén (1,0), carril (4,0), arcén (2,5), pretil H4b/W2 (0,80), y área destinada a los báculos de iluminación (0,40). La solución estructural consiste en un tablero de hormigón formado por una viga cajón prefabricada pretesa de 2.2 m de canto y una losa superior de 30 cm de espesor ejecutada "in situ" sobre prelosas prefabricadas de celosía. El ancho inferior del cajón es de 3.3 m. El tablero se apoya en los estribos mediante aparatos de apoyo tipo neopreno zunchado. Los estribos son cerrados con muros en vuelta. Presentan una cimentación profunda formada por un encepado de 1,5 m de canto con 9 pilotes de 1,0 m de diámetro.

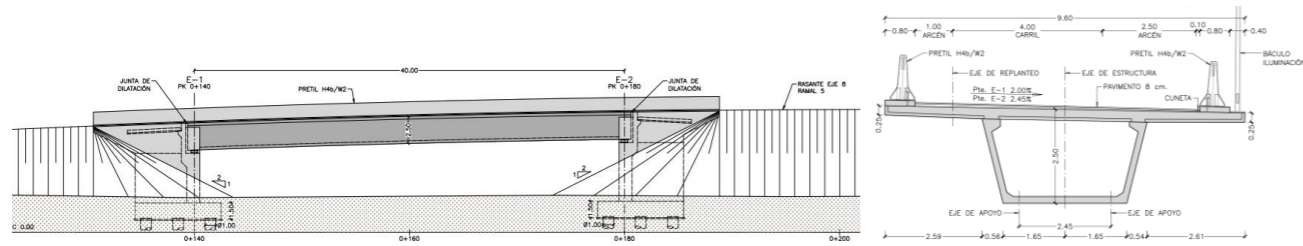


Imagen 70. Estructura E-1. Alzado y sección típica

[7.16.2]E-2 (PS eje 10)

La estructura planteada consiste en un tablero isostático 40,0 m de luz. El ancho del tablero es de 9,80 m, lo que permite albergar (de izquierda a derecha) un pretil H4b/W2 (0,80), arcén (1,0), carril (4,0), arcén (2,5), cuneta (0,10), pretil H4b/W2 (0,80), y área destinada a los báculos de iluminación y a la pantalla opaca (0,60).

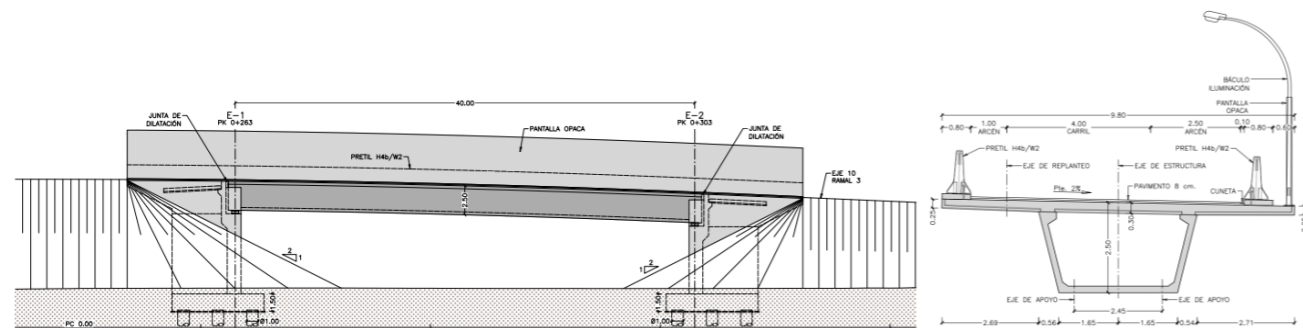


Imagen 71. Estructura E-2. Alzado general

La solución estructural consiste en un tablero de hormigón formado por una viga cajón prefabricada pretesa de 2.2 m de canto y una losa superior de 30 cm de espesor ejecutada "in situ" sobre prelosas prefabricadas de celosía. El ancho inferior del cajón es de 3.3 m. El tablero se apoya en los estribos mediante aparatos de apoyo tipo neopreno zunchado. Los estribos son cerrados con muros en vuelta. Presentan una cimentación profunda formada por un encepado de 1,5 m de canto con 9 pilotes de 1,0 m de diámetro. El estribo 1 es común con el estribo 1 del viaducto de aproximación este.

[7.16.3]E-3 (Pasarela eje 28)

La estructura planteada tiene una longitud de tablero entre ejes de estribos de 310,00 m dividida en trece vanos de 17.5 + 11 x 25.0 + 17.5 m. Y presenta sendas rampas de acceso de 64.0 y 50.0 m

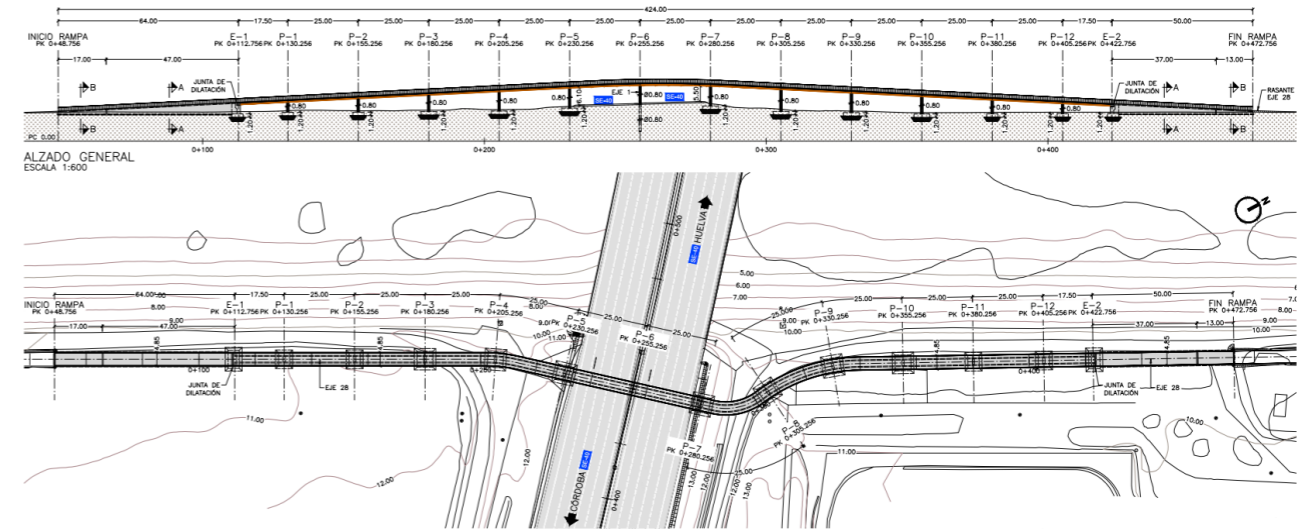


Imagen 72. Estructura E-3. Alzado y planta general

El ancho del tablero es de 4.45 m, lo que permite albergar (de izquierda a derecha) una barandilla (0,20), zona peatonal y ciclista (4,45) y barandilla (0,20).

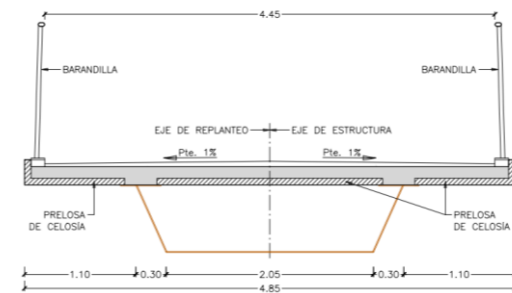


Imagen 73. Estructura E-3. Sección tipo

La solución estructural consiste en un tablero mixto acero-hormigón con un cajón metálico de canto constante de 0,67 m. La losa superior de hormigón tiene un espesor de 0,18 m. El cajón metálico tiene sección trapezoidal con un ancho superior de 2650 mm y un ancho inferior de 2050 mm. En estribos y en las pilas extremas el tablero se apoya mediante aparatos de apoyo tipo POT. Para materializar el punto fijo longitudinal, en las pilas centrales se disponen aparatos de apoyo tipo neopreno zunchado. Las pilas son monofuste apantalladas de 0.8 x 2.05 m con acuerdos circulares de 0.4 m de radio en sus bordes, excepto la pila en la mediana de la SE-40 (pila 6) que es una pila-pilote circular de 0,80 m de diámetro. La cimentación de la pila 6 se resuelve mediante una solución de pila-pilote. En el resto de las pilas, la cimentación es superficial mediante zapatas de 1,20 m de canto que se apoyan en el sustrato de gravas de terraza alta (QTG) a través de pozos de cimentación de hormigón en masa.

[7.16.4]E-4 (PI eje 29)

La solución estructural consiste en un marco de hormigón armado ejecutado "in situ" de 52.8 m de longitud. El ancho interior es de 5.0 m lo que permite albergar una vía peatonal de 2.0 m y una vía ciclista de 2.5 m. El gálibo vertical es de 3.0 m. El espesor de dintel, hastiales y solera es de 0.35 m

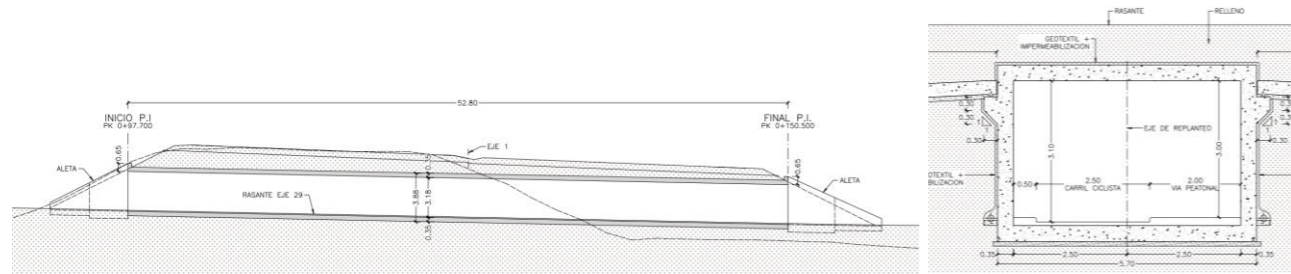


Imagen 74. Estructura E-4. Alzado y sección transversal

[7.16.5]E-5a (PS eje 12)

La estructura planteada para el paso del vial eje 12 sobre el arroyo de Porzuna consiste en un tablero isostático 24.0 m de luz. El ancho del tablero es variable entre 17.8 y 18.28 m, lo que permite albergar (de izquierda a derecha) área destinada a los báculos de iluminación (0.40), pretil H4b/W2 (0.80), arcén (2.50), tres carriles de ancho variable (3.9 a 4.06), arcén (1.0), pretil H4b/W2 (0.80) y área destinada a los báculos de iluminación (0.50). La solución estructural consiste en un tablero de hormigón con 6 vigas "doble T" prefabricadas pretensadas de 1.5 m de canto y una losa superior de 0.25 m de espesor ejecutada "in situ" sobre placas de encofrado perdido dispuestas entre las vigas. El intereje entre vigas es de 3.42 m. Las vigas se apoyan en los estribos a través de aparatos de apoyo tipo neopreno zunchado. Los estribos son cerrados con muro en vuelta en el lado izquierdo y con muro de conexión con los estribos de la estructura E-5b en su lado derecho. Su cimentación es profunda mediante encepados de 1.2 m de canto con pilotes de 1.0 m de diámetro.

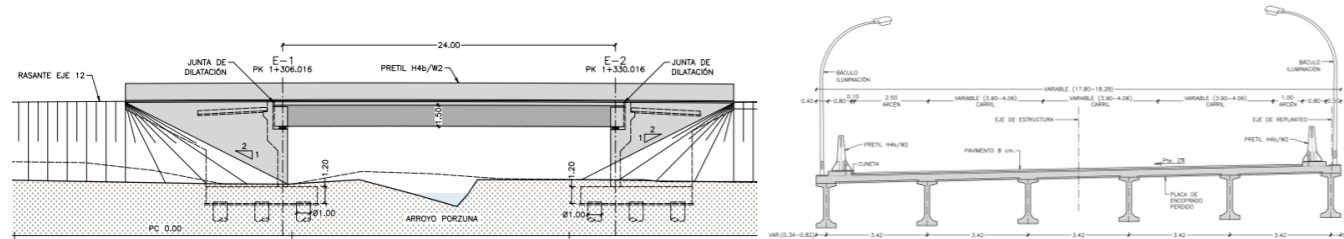


Imagen 75. Estructura E-5a. Alzado y sección transversal tipo

[7.16.6]E-5b (PS eje 47)

La estructura planteada para el paso del vial eje 47 sobre el arroyo de Porzuna consiste en un tablero isostático 22.36 m de luz. El ancho del tablero es variable entre 13.9 y 14.8 m, lo que permite albergar (de izquierda a derecha) área destinada a los báculos de iluminación (0.50), pretil H4b/W2 (0.80), arcén (1.0), dos carriles de ancho variable (3.9 a 4.35), arcén (2.5), cuneta (0,10), pretil H4b/W2 (0.80) y área destinada a los báculos de iluminación (0.40). La solución estructural consiste en un tablero de hormigón con 5 vigas "doble T" prefabricadas pretensadas de 1.5 m de canto y una losa superior de 0.25 m de espesor ejecutada "in situ" sobre placas de encofrado perdido dispuestas entre las vigas. El intereje entre vigas es de 3.2 m. Las vigas se apoyan en los estribos a través de aparatos de apoyo tipo neopreno zunchado. Los estribos son cerrados con muro en vuelta en el lado derecho y con muro de conexión con los estribos de la estructura E-5a en su lado izquierdo. Su cimentación es profunda mediante encepados de 1.2 m de canto con pilotes de 1.0 m de diámetro.

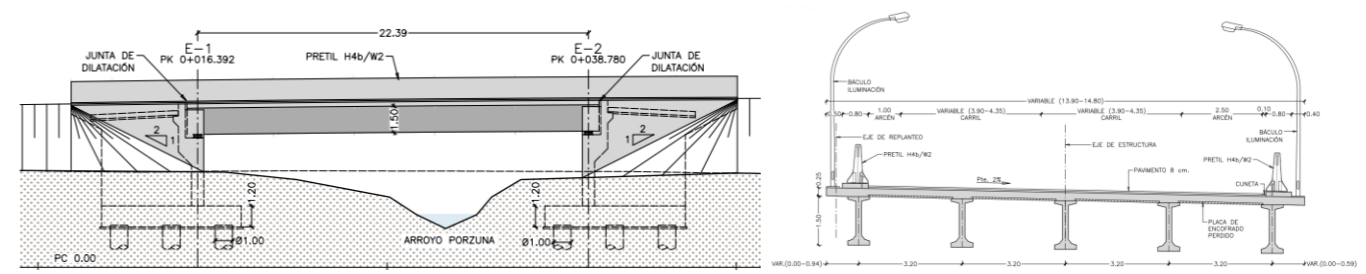


Imagen 76. Estructura E-5b. Alzado y sección tipo

[7.16.7]E-6 (Ramal eje 16)

La estructura planteada para el ramal 4 (eje 16) de salida de la autovía SE-40 en el enlace de Coria tiene 192.0 m de longitud dividida en 6 vanos de 26.0 + 33.0 + 3 x 35.0 + 28.0 m. El ancho del tablero es de 8,90 m, lo que permite albergar (de izquierda a derecha) un pretil H4b/W2 (0.80), arcén (1.0), carril (4.0), arcén y zona destinada a los caces de drenaje (1.8), pretil H4b/W2 (0,80) y área destinada a los báculos de iluminación (0.50). La solución estructural consiste en un tablero de hormigón formado por una losa aligerada postesada de 1.4 m de canto constante. El núcleo central es de 4.9 m y los voladizos de 2.0 m. Presenta dos aligeramientos circulares de 1.10 m de diámetro. En estribos y en las pilas extremas el tablero se apoya mediante aparatos de apoyo tipo POT. Para materializar el punto fijo longitudinal, en las pilas centrales se disponen aparatos de apoyo tipo neopreno zunchado. Las pilas son monofuste apantalladas de 1.50 x 4.20 m (1.6 x 4.2 m en P1) con acuerdos circulares de 0.75 m de radio en sus bordes. La cimentación de las pilas es profunda mediante encepados de 2.2 m de canto con 4 o 6 pilotes de 1.5 m de diámetro. El estribo es cerrado con muros en vuelta. Su cimentación es profunda mediante un encepado de 1.5 m de canto con 9 pilotes de 1.0 m de diámetro.

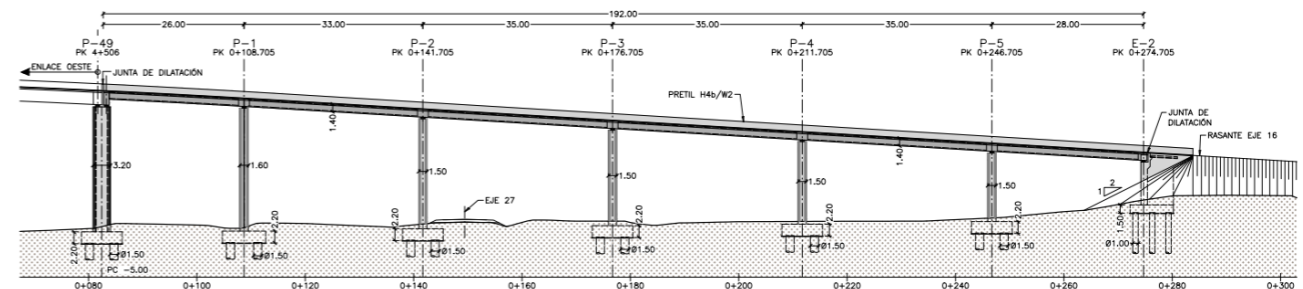


Imagen 77. Estructura E-6. Alzado y planta general

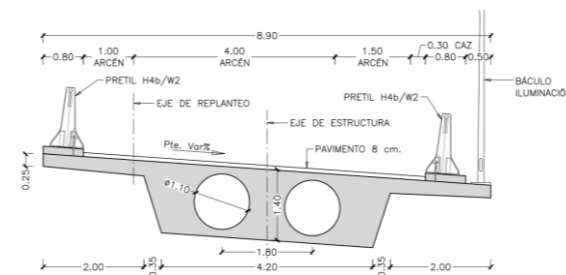


Imagen 78. Estructura E-6. Sección transversal tipo

El proceso constructivo planteado es un tramo a tramo con cimbra cuajada para alturas inferiores a 20 m y cimbra porticada para alturas superiores a 20 m.

[7.16.8]E-7 (PI eje 17)

Para el paso inferior del vial eje 17 bajo la autovía SE-40 en el enlace de Coria se plantea un marco de hormigón armado de 63.22 m de longitud. El marco presenta un ancho interior de 12.51 m lo que permite albergar una cuneta de 1.0 m, berma de 1.3 m, calzada de 8.91 m y berma de 1.30. El gálibo interior es de 5.3 m. Presenta dintel, hastiales y solera de 0.9 m de espesor

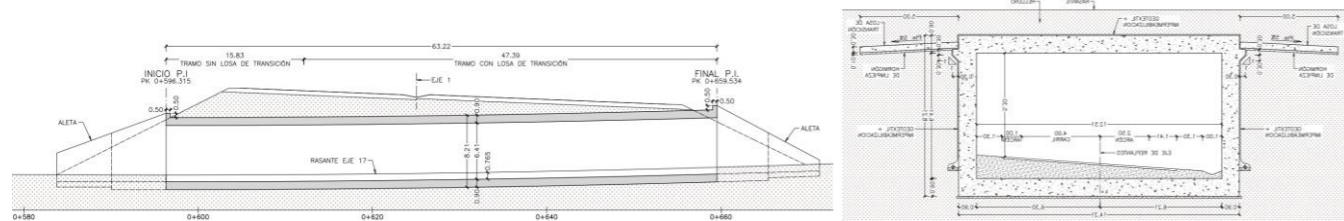


Imagen 79. Estructura E-7. Alzado y sección tipo

[7.16.9]E-8 (PS eje 17)

La estructura planteada tiene una longitud de tablero entre eje de estribos de 52,0 m dividida en dos vanos de 26.0 + 26.0 m. El ancho del tablero es de 11,01 m, lo que permite albergar (de izquierda a derecha) un área destinada a los báculos de iluminación (0.50), pretil H4b/W2 (0.80), calzada (8.91) y un pretil H4b/W2 (0,80). La solución estructural consiste en un tablero de hormigón formado por una losa aligerada postesada de 1.1 m de canto constante. El núcleo central es de 6.61 m y los voladizos de 2.2 m. Presenta cinco aligeramientos circulares de 0.80 m de diámetro. La pila es monofuste apantallada de 0.60 x 5.61 m con acuerdos circulares de 0.3 m de radio en sus bordes. La pila se empotra al tablero. En estribos, el tablero se apoya mediante aparatos de apoyo tipo neopreno zunchado. La cimentación de la pila es profunda mediante un encepado de 1.7 m de canto con 6 pilotes de 1.2 m de diámetro. Los estribos son cerrados con muros en vuelta. Su cimentación es profunda mediante encepados de 1.5 m de canto con 9 pilotes de 1.0 m de diámetro. La construcción es con cimbra cuajada.

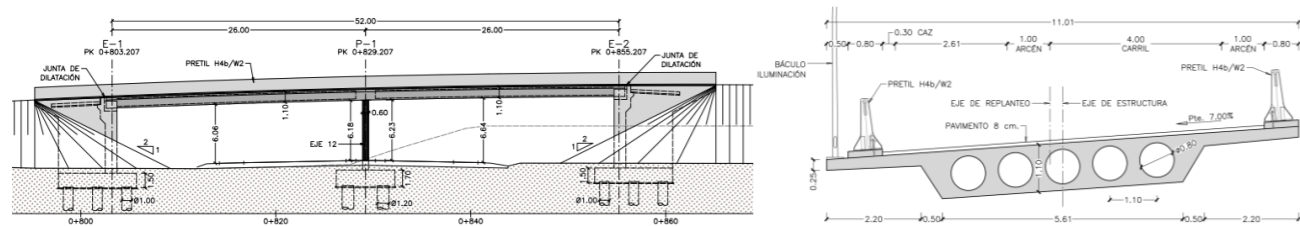


Imagen 80. Estructura E-8. Alzado y sección tipo

[7.16.10] E-9 (Ramal ejes 17 y 20)

La estructura planteada para los ramales 3 (eje 20) y 5 (eje 17) de entrada de la autovía SE-40 en el enlace de Coria tiene 323.0 m de longitud dividida en 10 vanos de 22.0 + 28.0 + 40.0 + 30.0 + 5 x 35.0 + 28.0 m. La estructura se inicia con un tablero para cada eje y se unen en un tablero único al final del segundo vano. El ancho del tablero del ramal 3 hasta el final del segundo vano es de 13,45 m, lo que permite albergar (de izquierda a derecha) un pretil H4b/W2 (0.80), calzada (6.8), pretil H4b/W2 (0,80), área destinada a los báculos de iluminación (0.50) y una vía ciclista y peatonal (4.55). El ancho del tablero del ramal 5 hasta el final del segundo vano es de 11,01 m, lo que permite albergar (de izquierda a derecha) área destinada a los báculos de iluminación (0.50), pretil H4b/W2 (0.80), calzada (8.91) y un pretil H4b/W2 (0,80). Desde el tercer vano hasta el final de la estructura el tablero es de ancho variable comprendido entre 16.3 a 20.38 m.

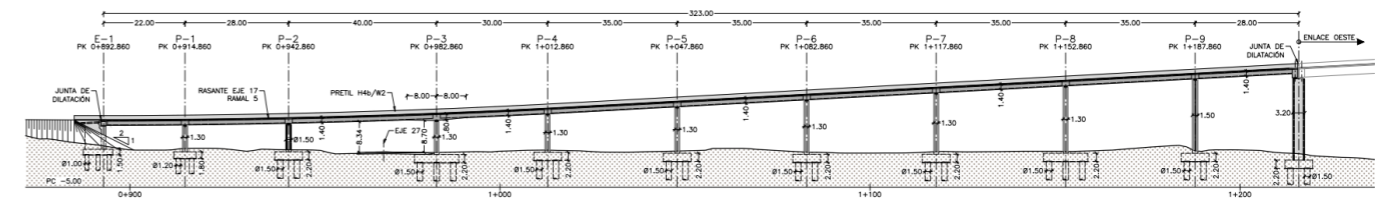


Imagen 81. Estructura E-9. Alzado por eje 17

La solución estructural consiste en un tablero de hormigón formado por una losa aligerada postesada de 1.4 m de canto constante salvo sobre pila P3, en donde se define un tramo acartelado de 16.0 m de longitud con canto variable de 1.4 a 1.8 m. Los aligeramientos son circulares de 1.1 m de diámetro. En estribos y en las pilas extremas el tablero se apoya mediante aparatos de apoyo tipo POT. Para materializar el punto fijo longitudinal, en las pilas centrales se disponen aparatos de apoyo tipo neopreno zunchado.

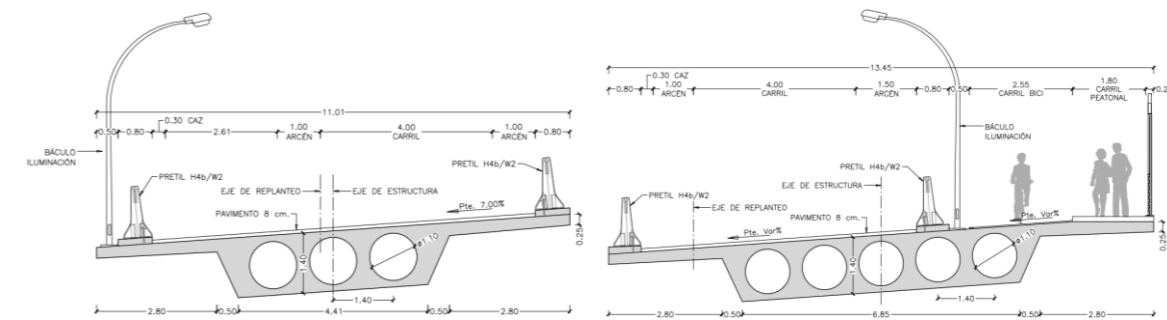


Imagen 82. Estructura E-9. Sección tipo por eje 17 y eje 20

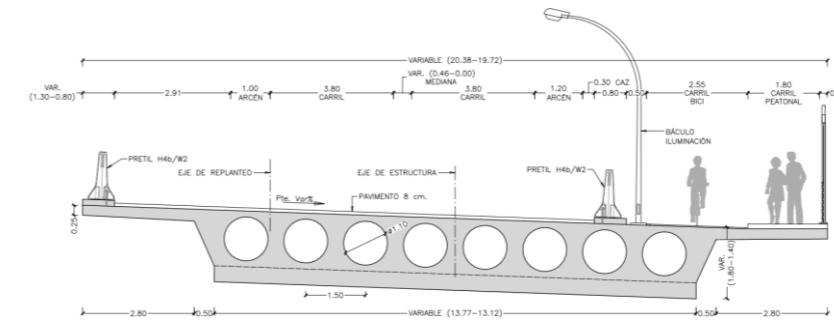


Imagen 83. Estructura E-9. Sección tipo por tablero único

Salvo la pila P2, las pilas son monofuste apantalladas de ancho 4.4 o 6.0 m con cantos de 1.3 o 1.5 m y acuerdos circulares de 0.65 m de radio en sus bordes. La pila P2, para ambos ejes consiste en un fuste circular de 1.5 m de diámetro. La cimentación de las pilas es profunda mediante encepados de 2.2 m o 1.8 de canto con pilotes de 1.2 o 1.5 m de diámetro. Los estribos son cerrados con muros en vuelta. Su cimentación es profunda mediante un encepado de 1.5 m de canto con pilotes de 1.0 m de diámetro. El proceso constructivo planteado es similar al resto de las estructuras de enlace, tipo losa, construidas in situ.

[7.16.11] E-10 (Ramal eje 19)

La estructura planteada para el ramal 7 (eje 19) de salida de la autovía SE-40 en el enlace de Coria tiene 107.0 m de longitud dividida en 9 vanos de 42.0 + 31.0 + 30.0 + 35.0 + 34.0 + 2 x 36 + 35.0 + 28.0 m. El ancho del tablero es variable de 8.9 a 9.1 m lo que permite albergar (de izquierda a derecha) un pretil H4b/W2 (0.80), calzada (variable 6.8 a 7.0), pretil H4b/W2 (0.80) y un área destinada a los báculos de

iluminación (0.50). La solución estructural consiste en un tablero de hormigón formado por una losa aligerada postesada de 1.45 m de canto constante salvo en pila P1, en donde se define un tramo acartelado de 24.0 m de longitud con canto variable de 1.45 a 2.4 m. La sección presenta dos aligeramientos de 1.15 m de diámetro. El núcleo central es variable de 4.9 a 5.1 m ancho y los voladizos son de 2.0 m de largo.

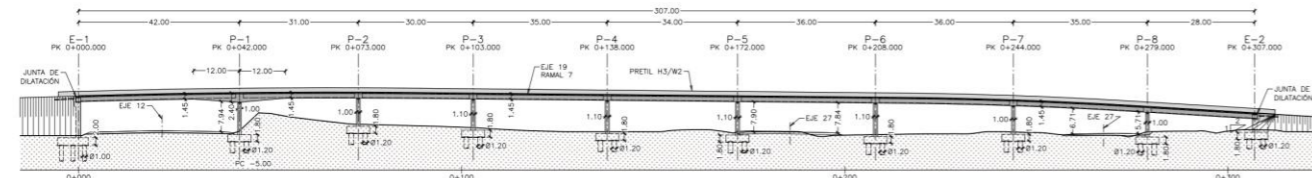


Imagen 84. Estructura E-10. Alzado general

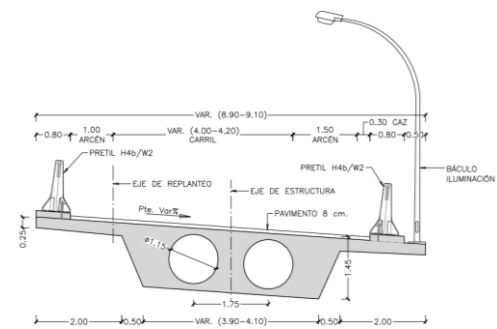


Imagen 85. Estructura E-10. Sección transversal tipo

En estribos y en las pilas extremas el tablero se apoya mediante aparatos de apoyo tipo POT. Para materializar el punto fijo longitudinal, en las pilas centrales se disponen aparatos de apoyo tipo neopreno zunchado. Las pilas son monofuste apantalladas de 4.1 m de ancho y 1.0 o 1.1 m de canto con acuerdos circulares de 0.5 m de radio en sus bordes. La cimentación de las pilas es profunda mediante encepados de 1.8 m de canto con 4 o 6 pilotes de 1.2 m de diámetro. El estribo 1 es cerrado con muro en vuelta en su lado derecho y se une con el estribo 2 del viaducto de aproximación oeste. Su cimentación es profunda mediante un encepado de 2.0 m de canto y pilotes de 1.0 m de diámetro. El estribo 2 es cerrado con muros en vuelta. Su cimentación es profunda mediante un encepado de 1.8 m de canto con 6 pilotes de 1.2 m de diámetro. El proceso constructivo planteado es similar al resto de las estructuras de enlace, tipo losa, construidas in situ.

[7.16.12] E-11 (PS eje 27)

La estructura planteada para el paso del vial eje 27 sobre el arroyo de Porzuna consiste en un tablero isostático 24.0 m de luz. El ancho del tablero es de 14.35 m, lo que permite albergar (de izquierda a derecha) área destinada a los báculos de iluminación (0.50), pretil H4b/W2 (0.80), arcén (0.5), dos carriles (7.0), arcén (0.5), pretil H4b/W2 (0.80) y una vía ciclista y peatonal (4.75). La solución estructural consiste en un tablero de hormigón con 5 vigas "doble T" prefabricadas pretensadas de 1.5 m de canto y una losa superior de 0.25 m de espesor ejecutada "in situ" sobre placas de encofrado perdido dispuestas entre las vigas. El intereje entre vigas es de 2.95 m. Las vigas se apoyan en los estribos a través de aparatos de apoyo tipo neopreno zunchado. Los estribos son cerrados con muros en vuelta. Su cimentación es profunda mediante encepados de 1.2 m de canto y pilotes de 1.0 m de diámetro.

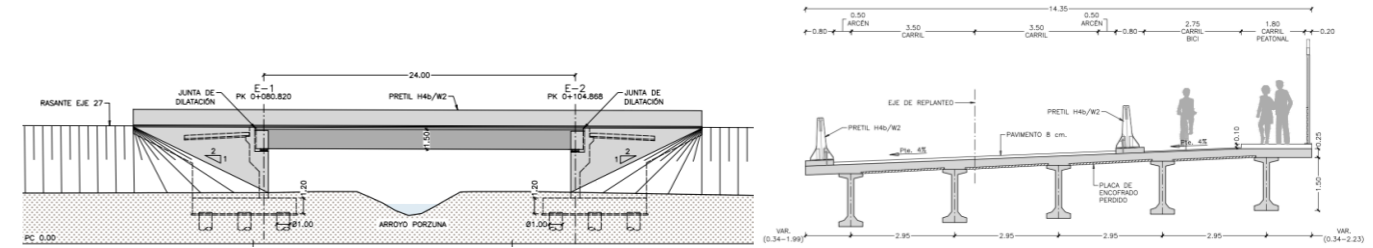


Imagen 86. Estructura E-11. Alzado y sección tipo

[7.16.13] E-12 (PI eje 68)

La solución estructural consiste en un marco de hormigón armado ejecutado "in situ" de 35.76 m de longitud. El ancho interior es de 5.0 m lo que permite albergar una vía peatonal de 2.0 m y una vía ciclista de 2.5 m. El gálibo vertical es de 2.71 m. El espesor de dintel, hastiales y solera es de 0.35 m

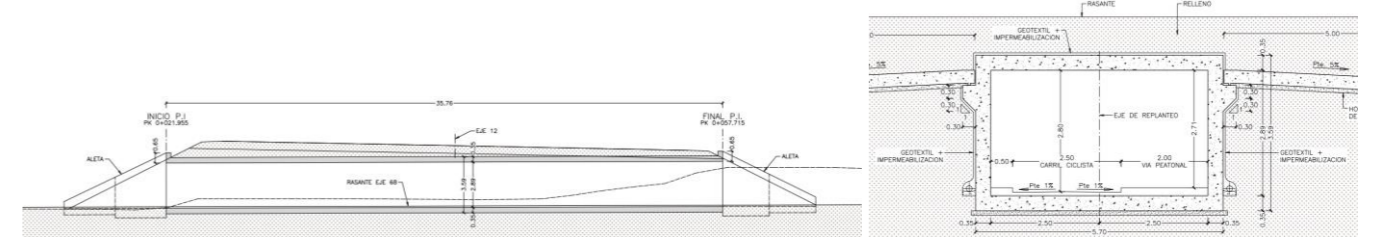


Imagen 87. Estructura E-12. Alzado y sección

[7.17] Reposición de caminos

El proyecto en su trazado discurre interceptando numerosas vías que, sin tener la consideración de carreteras, representan una capa base del sistema de vertebración local del territorio. Este entramado está formado principalmente por caminos agrícolas que permiten el acceso a numerosas parcelas rurales y el desarrollo de actividades agrarias en las mismas.

A efectos de la reposición de caminos, se distinguirán la siguiente tipología de vías:

- Vías pecuarias: Estas vías son caminos de trashumancia que unen los lugares tradicionales de pastoreo de España para que los pastores y ganaderos puedan llevar el ganado caprino, ovino y bovino a los mejores pastos aprovechando la bonanza del clima: a los puertos o zonas de pastos de alta montaña en verano o a zonas más llanas y de clima más templado en inviernos extremos.

Las vías pecuarias identificadas en la zona ya no tienen el uso tradicional para el que fueron diseñadas, sin embargo, constituyen un legado histórico muy valioso y además suponen una red de caminos muy utilizada por los locales tanto para usos agrarios como para uso y disfrute de ocio al aire libre.

La reposición comprende una longitud total de 855 m de camino no pavimentado, con un ancho de 5 m y una pendiente suave a lo largo de todo su recorrido. En las conexiones con la vía pavimentada se establece pavimentar 25 metros del camino medido desde el borde de la carretera asfaltada.

Tabla 85. Reposición de la Cañada Real de Isla Menor.

REPOSICIÓN DE LA CAÑADA REAL DE ISLA MENOR								
EJE	NOMBRE	D.O.INICIAL	D.O.FINAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CAMINO PAVIMENTADO	RADIO MÍNIMO (m)	i (%) MÁXIMA
48	Cañada Real de Isla Menor	0+000,00	0+855,29	855,29	5,00	NO	15	5,50

- Caminos agrícolas: Son aquellos que, sin tener la consideración de vías pecuarias, se establecen para permitir el acceso al parcelario rural.

Se ha tomado en consideración la cartografía catastral para planificar y realizar la reposición de los caminos. De esta manera, se garantiza que todas las parcelas próximas al área donde se lleva a cabo el proyecto mantengan su acceso.

En la zona suroeste, la conexión proyectada de la traza con la carretera de Coria del Río-Sevilla, interrumpe el acceso a varias parcelas al norte del municipio. Los accesos de todas ellas estarán garantizados por la construcción de dos vías pavimentadas a los lados de la carrera de Coria del Río-Sevilla en la C/Batán y de otra vía junto a la carretera A-8058.

Además, en la zona este de la actuación, la reposición de la carretera del Copero implica la adecuación de tres accesos a los caminos de las parcelas contiguas. Uno de ellos está situado en la reposición sur (Eje 11) y los dos restantes en la reposición norte (Eje 5) de la carretera del Copero.

Tabla 86. Reposición de caminos de acceso a las parcelas.

REF. CATASTRAL	USO DEL SUELO	ACCESO POR	D.O.INICIAL	D.O.FINAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CAMINO PAVIMENTADO
2325901QB63 22N0001TF	RESIDENCIAL	C/ BATÁN	0+000,00	0+056,89	56,89	5,00	SI
41070A00500 0060000RF	AGRARIO	C/BATÁN	0+000,00	0+056,89	56,89	5,00	SI
41070A00400 0580001TA	RESIDENCIAL	C/BATÁN	0+000,00	0+037,59	37,59	5,00	SI
2226903QB63 22N0001DF	INDUSTRIAL	C BATÁN A-8058	0+000,00 0+000,00	0+037,59 0+028,65	37,59 28,65	5,00 5,00	SI
2226902QB63 22N0001RF	RESIDENCIAL	A-8058	0+000,00	0+028,65	28,65	5,00	SI

REF. CATASTRAL	USO DEL SUELO	ACCESO POR	D.O.INICIAL	D.O.FINAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CAMINO PAVIMENTADO
41038A01600 0030000HG	AGRARIO	REP. CTRA. EL COPERO NORTE (EJE 5)	0+000,00	1+080,00	25	5,00	SI
41038A01600 0030000HG	AGRARIO	REP. CTRA. EL COPERO NORTE (EJE 5)	0+000,00	0+330,00	25	5,00	SI
441038A0150 01320001JQ	AGRARIO / INDUSTRIAL	REP. CTRA. EL COPERO SUR (EJE11)	0+000,00	0+130,00	25	5,00	SI

- Corredor ecológico del encauzamiento del río Guadaira: Se trata de una vía cicloturista en las márgenes del río Guadaira que conecta el parque periurbano de "La Corchuela" con diversos municipios del entorno metropolitano de Sevilla.

Las actuaciones de reposición del corredor se plantean con el fin de mejorar el trazado de esta vía cicloturista y dar acceso de forma continua al paseo en ambas márgenes del río.

Vía cicloturista oeste (margen derecha). La reposición propuesta consiste en un desvío que atraviese mediante una infraestructura soterrada la autovía para volver a enlazar con el camino existente una vez atravesada

Tendrá una longitud total de reposición de 268m, de los cuales aproximadamente 60 m discurrirán por el paso inferior.

Vía cicloturista este (margen izquierda). La reposición propuesta consiste en conectar los caminos existentes separados por la autovía mediante una pasarela que cruce por encima de la autovía para conectar en el otro lado con el camino existente. La reposición completa tendrá una longitud de unos 520 m de los cuales 440 m pertenecen a la estructura de la pasarela. Se mantendrá el camino existente que gira hacia el este ofreciendo a los transeúntes también la posibilidad de seguir utilizando el camino actual.

Tabla 87. Reposición de la vía cicloturista oeste.

REPOSICIÓN DE LA VÍA CICLOTURISTA								
EJE	NOMBRE	D.O.INICIAL	D.O.FINAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CAMINO PAVIMENTADO	RADIO MÍNIMO (m)	i (%) MÁXIMA
29	Vía Cicloturista Oeste	0+000,00	0+268,15	268,15	5,00	NO	20	5

Vía cicloturista este (margen izquierda). La reposición propuesta consiste en conectar los caminos existentes separados por la autovía mediante una pasarela que cruce por encima de la autovía para conectar en el otro lado con el camino existente. La reposición completa tendrá una longitud de unos 520 m de los cuales 440 m pertenecen a la estructura de la pasarela. Se mantendrá el camino existente que gira hacia el este ofreciendo a los transeúntes también la posibilidad de seguir utilizando el camino actual.

Tabla 88. Reposición de la vía cicloturista este.

REPOSICIÓN DE LA VÍA CICLOTURISTA								
EJE	NOMBRE	D.O.INICIAL	D.O.FINAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CAMINO PAVIMENTADO	RADIO MÍNIMO (m)	i (%) MÁXIMA
28	Vía Cicloturista Este	0+000,00	0+049,00	49,00	4,45	NO	10	5
28	Vía Cicloturista Este	0+049,00	0+472,60	423,60	4,45	SI (PASARELA)	10	5
28	Vía Cicloturista Este	0+472,60	0+519,89	47,29	4,45	NO	10	5

### [7.18] Soluciones al tráfico

El trazado discurre interceptando varias vías de comunicación. Sobre la reposición que se plantea sobre ellas es necesario estudiar las fases de obra necesarias, que permiten su construcción garantizando la correcta circulación del tráfico existente. Así se han estudiado todos los casos, donde en ocasiones en el diseño de la solución definitiva ha sido determinante las situaciones provisionales de obra al tráfico.

De la misma manera la propia obra genera un tráfico que, además de compatibilizarse con el existente, debe poder circular libremente a lo largo de la traza. Por tanto, los cruces con infraestructuras existentes deben resolverse convenientemente, proponiendo si son necesarios los itinerarios alternativos para permitir la permeabilidad longitudinal de la obra.

Sobre este escenario se presentan las siguientes situaciones:

- Cruce con carreteras existentes: El nuevo viaducto sobre el río Guadalquivir cruza a distinto nivel, entre otras vías e infraestructuras, la A-8058. A su vez conecta con la conexión provisional de acceso al Puerto de Sevilla (SE-31).
- Nuevas conexiones a vías existentes: La reposición de la A-8058 conecta con su trazado actual mediante dos glorietas distribuidoras ubicadas en la salida norte de Coria del Río y sobre la intersección con la SE-3301 dando acceso a la EDAR de Aljarafesa.
- En el extremo opuesto de la actuación, dando acceso a El Copero, la SE-40 se conecta mediante enlace de diamante con dos pesas a la actual SE-31 y a la actual carretera de El Copero.
- Para garantizar la accesibilidad a distintos puntos de la obra desde las carreteras existentes se ha estudiado la permeabilidad longitudinal mediante el análisis de la viabilidad del tránsito de los vehículos de obra a través de la red viaria existente, proponiendo diferentes vías de acceso a la traza que eviten problemas en el desarrollo de las labores de ejecución.

Dada la singularidad de la presente actuación, se decide discretizar la actuación en las tres áreas diferenciadas (Enlace del Puerto- Base Militar El Copero, Enlace A-8058 y Viaducto sobre el río Guadalquivir). Para poder mantener el tráfico durante la ejecución de las obras, se ha planteado el siguiente faseado:

- Enlace del Puerto-Base Militar El Copero

- Fase 1: Conexión provisional acceso sur al Puerto (SE-31) y carretera de El Copero

Obra: Ejecución de accesos a obra desde donde se acometerán las glorietas del enlace de El Copero dejando libre el acceso actual y los viaductos de los ramales del enlace. Se repondrán los SSAA externos al viario en servicio y la vía pecuaria junto al río Guadaira. Ejecución de la pasarela y paso inferior en la mitad de la calzada de Pks decrecientes.

Tráfico: Se mantienen los tráficos actuales por la SE-31 y por la carretera de El Copero.

- Fase 2: Ramales enlace El Copero y desvío provisional carretera El Copero

Obra: Ejecución del ramal bidireccional de acceso al puerto hasta llegar a la conexión provisional actual, así como la ejecución del tramo final en curva que no afecta a la SE-31. Con respecto al tronco principal se ejecutará el tramo desde la estructura del Guadaira hasta el final del tramo, incluyendo los ramales de entrada y salida del tronco. Se continuará con los trabajos de viaductos en ramales de enlace y pasarela. Por último, se ejecutarán los desvíos provisionales a carretera de El Copero para mantener acceso a la red de caminos locales y la reposición de la carretera de El Copero que rectifica y no afectan a la actual.

Tráfico: Se mantiene la circulación por la SE-31 actual y la carretera de El Copero para el acceso sur a la base militar.

- Fase 3: Acondicionamiento carretera El Copero y ampliación del ramal provisional

Obra: Ejecución del acondicionamiento de la carretera de El Copero, cierre de glorietas y vial de conexión entre glorietas, así como la continuación de trabajos en ramales de entrada y salida al tronco. Se continuará en los trabajos sobre el tronco desde pasada la estructura del Guadaira hasta el final del tramo y se ejecutará el rasante y afirmado del tablero de la calzada decreciente del viaducto sobre el río Guadaira. Por último, se ampliará el desvío provisional bidireccional de acceso desde la SE-31 al ramal bidireccional de futuro acceso al puerto.

Tráfico: Circulación por SE-40 calzada derecha para conexión actual con SE-31 y desvío de la carretera de El Copero por carretera provisional ejecutada en fase anterior. Queda cortada al tráfico los ramales del enlace ya ejecutados.

- Fase 4: Calzada creciente SE-40 y finaliza el ramal bidireccional de acceso al puerto

Obra: Desmantelamiento del transfer existente entre la SE-40 a SE-31, desplazándose a nuevo transfer por calzada decreciente. Adecuación de calzada decreciente desde el transfer hasta la conexión con el tramo adyacente y de la calzada creciente en la zona no afectada por el transfer. Ejecución del paso inferior restante por calzada creciente. Finaliza la ejecución del ramal bidireccional de acceso al puerto en interferencia con el ramal existente de la SE-31.

Tráfico: Circulación por SE-40 calzada decreciente hacia ramales de enlace El Copero. La SE-31 se repone por el desvío provisional ejecutado en fase posterior liberando el cruce con la carretera existente.

- Fase 5: Restauración del desvío provisional y transfer entre calzadas de la SE-40

Obra: Finaliza el ramal de acceso al puerto desmantelándose el transfer y el desvío bidireccional al puerto restituyéndose el vaciadero afectado por la conexión provisional y demoliéndose los tramos de la SE-31 que quedan en desuso. Con el transfer desmantelado se ejecutan los trabajos de ampliación de carriles por mediana en calzada creciente.

Tráfico: Circulación por calzada decreciente con normalidad desde el ramal de enlace de El Copero hasta conexión con enlace de A-4 y circulación por carriles exteriores de la calzada creciente hasta el enlace El Copero. La conexión con la SE-31 queda repuesto por su configuración final.

- Enlace A-8058
  - Fase 1: Adecuación de medianas y ejecución de desvíos provisionales.

Obra: Adecuaciones de mediana para la ubicación de transfers provisionales de intercambio de tráfico entre calzadas de la A-8058 en los tramos EDAR Aljarafe e intersección A-8058 y SE-661. Ejecución de desvíos provisionales para facilitar la conexión de nuevas vías: SE-3301 y carretera Coria del Río – Sevilla.

Tráfico: Circulación por vías existentes con reducción de anchos de carriles por trabajo en el arcén.

- Fase 2: Ejecución parcial de las glorietas norte y sur del enlace con la A-8058.

Obra: En ambas glorietas del enlace con la A-8058 se ejecutará la mitad que quede fuera del viario existente. En la glorieta norte se aprovecha el transfer ejecutado en la fase anterior para liberar la calzada en sentido Coria del Río. Durante la realización de los trabajos se deberá asegurar en todo momento el acceso a la EDAR Aljarafe. Por su parte, en la glorieta sur se ejecutará la mitad este incluso el ramal de conexión con la futura vía de servicio. Dado la sobreelevación de la futura glorieta sur, será necesario el empleo de sostenimientos temporales para la contención de las tierras.

Tráfico: En glorieta norte por la calzada en sentido Gelves aprovechando la ampliación de mediana. En glorieta sur por el desvío provisional ejecutado en fase anterior.

- Fase 3: Ejecución completa de las glorietas norte y sur del enlace con la A-8058.

Obra: En glorieta norte se ejecuta la mitad este, incluso el acceso a la EDAR Aljarafe y la conexión a la vía de servicio. Para la glorieta sur, se ejecutará sobre el desvío provisional de fase 1 la mitad de la glorieta que conecta con la A-8058 desde el estribo sur del arroyo Porzuna. Se comenzará con la adecuación del tramo existente de la SE-40, para ello se actuará en los carriles interiores de la calzada izquierda. Estas actuaciones implicarán la ejecución del firme y preparación de transfer entre calzadas para fases posteriores.

Tráficos: En glorieta norte por tramo ya ejecutado, se hará un uso parcial de la glorieta por la mitad oeste para dar continuidad al tráfico de la A-8058. Requiere transfer entre calzadas a ambos lados de la misma. Los tráfico de la glorieta sur quedan resueltos por el ramal de conexión con la vía de servicio, requiere el desplazamiento de giro a izquierdas de la intersección actual 60 m al norte. El tráfico de la A-8058 se repone provisionalmente por el desvío ejecutado en la margen derecha.

- Fase 4: Reposición sur de la A-8058 y ramal de salida de la SE-40.

Obra: Ejecución de la mitad sur de la reposición de la A-8058 hasta el actual ramal de conexión con la SE-40. Incluye la ejecución del lazo oeste interior al anillo central del enlace y el ramal sur de conexión con la SE-40 en sentido Coria del Río, quedará completa la estructura para el paso del arroyo Porzuna. Se continuará con los trabajos de adecuación del firme del tramo existente de la SE-40 y su prolongación hasta el estribo oeste de despegue del viaducto central, quedando completado al final de esta fase toda la calzada izquierda (según avance de progresivas).

Tráfico: Se mantienen los desvíos propuestos en la fase anterior.

- Fase 5: Reposición norte de la A-8058 y ramal de entrada a la SE-40.

Obra: Ejecución de la mitad norte del enlace con la A-8058, así como los ramales de conexión con el viaducto central hasta los estribos de despegue. Del tramo existente de la SE-40 se adecuará la calzada derecha.

Tráfico: Conexión con la SE-40 a través del ramal sur, accesibilidad completa a través de la conexión directa con la glorieta sur.

- Fase 6: Reposición norte de la A-8058 y ramal de entrada a la SE-40.

Obra: Ejecución de las conexiones con el viaducto central a partir de los estribos construidos previamente. El antiguo trazado de la A-8058 queda liberado al tráfico por lo que se adecúa para su nueva función a vial de servicio de acceso a propiedades y a la EDAR Aljarafe, durante la ejecución de los trabajos se deberá garantizar en todo momento los accesos a colindantes, para ellos deberán coordinarse las labores manteniendo en todo momento un carril de 5 m abierto a propietarios.

Tráfico: A excepción de las conexiones al viaducto central, el tráfico quedará repuesto a su configuración definitiva por el nuevo trazado de la A-8058 y los ramales de conexión a la SE-40 sentido Almensilla. No se prevén afecciones al tráfico.

- Viaducto sobre el río Guadalquivir

Se identifica el tramo central del viaducto principal, localizado entre el estribo este sobre el futuro enlace de El Copero y la bocana oeste de entrada a la solución del antiguo proyecto de cierre de la SE-40 mediante túnel, la cual dispone de los accesos a obra ya ejecutados y se encuentra en estado de abandono. El tramo en cuestión no genera interferencias con el tráfico existente por lo que puede ejecutarse sin afectar a la circulación actual, de esta forma su desarrollo puede coordinarse con otras fases de obra construyéndose en paralelo

Para facilitar los accesos desde el lado de Dos Hermanas, se incluyen los ramales de entrada y salida al viaducto central desde el enlace de El Copero.

Como punto singular para la construcción del viaducto central se han diseñado los accesos a las zonas de ocupación temporal durante la realización de las obras para garantizar la permeabilidad longitudinal de la obra y garantizar la accesibilidad a los diferentes frentes de avanza del puente. Los accesos a las zonas de obra pueden analizarse en detalle atendiendo al Apéndice I del anejo nº15 Soluciones al tráfico del presente Proyecto de Trazado.

### [7.19] Integración ambiental

El Anejo de Integración Ambiental se redacta con el objeto de incluir y definir con el grado de detalle exigible al proyecto de trazado todas y cada una de las medidas preventivas, protectoras o correctoras, así como compensatorias y complementarias que se aplican en el proceso de definición y ejecución de la infraestructura del tramo Enlace A-4 (Dos Hermanas) – Enlace A-8058 (Coria del Río) de la Autovía SE-40, con la solución seleccionada tras la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) aprobada mediante la *Resolución de 18 de diciembre de 2023, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto «Autovía SE-40. Tramo: Dos Hermanas-Coria del Río»*.

En el Anejo de Integración Ambiental se realiza un análisis de la DIA, indicando a su vez, la forma en la que se da traslado al proyecto el condicionado de la DIA.

A su vez, el Anejo de Integración Ambiental recoge un inventario actualizado de los diferentes elementos del medio, entre los que se encuentran vegetación y flora amenazada, fauna y áreas de interés faunístico,

espacios protegidos y otros espacios de interés ambiental, paisaje, vías pecuarias, vías verdes y patrimonio cultural.

La propuesta de medidas protectoras y correctoras descritas en el AIA, está basada en la consideración de los distintos aspectos ambientales del territorio atravesado, identificados en el inventario actualizado, y en la tipología de las operaciones implicadas en la construcción de la vía que se proyecta, y que tiene como objetivo la eliminación, reducción o compensación de los efectos ambientales negativos que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto, así como la integración ambiental del trazado.

Entre las medidas protectoras y correctoras establecidas, se encuentran:

#### [7.19.1] Medidas preventivas

##### [7.19.1.1] Ubicación de parques de maquinaria y otras instalaciones auxiliares

Para la ubicación de dichas instalaciones de carácter temporal se verán excluidas las siguientes superficies:

- Superficie de los yacimientos arqueológicos identificados y que se describen en el Apéndice III.
- Espacios incluidos en el Plan Especial de Protección del Medio Físico de la provincia de Sevilla.
- Zonas catalogadas por su interés ecológico o paisajístico en el Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla.
- Formaciones de vegetación natural y hábitats de interés comunitario descritas en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**
- Terrenos de alta permeabilidad.
- Vías pecuarias.
- Banda de 100 m a cada margen de los cauces atravesados. Zona de Servidumbre de Protección.

La propuesta inicial de ubicación del parque de maquinaria y las zonas de acopio de materiales se establece en el plano 2.12.1.1. Medidas Correctoras. Planta, así como en la imagen siguiente:

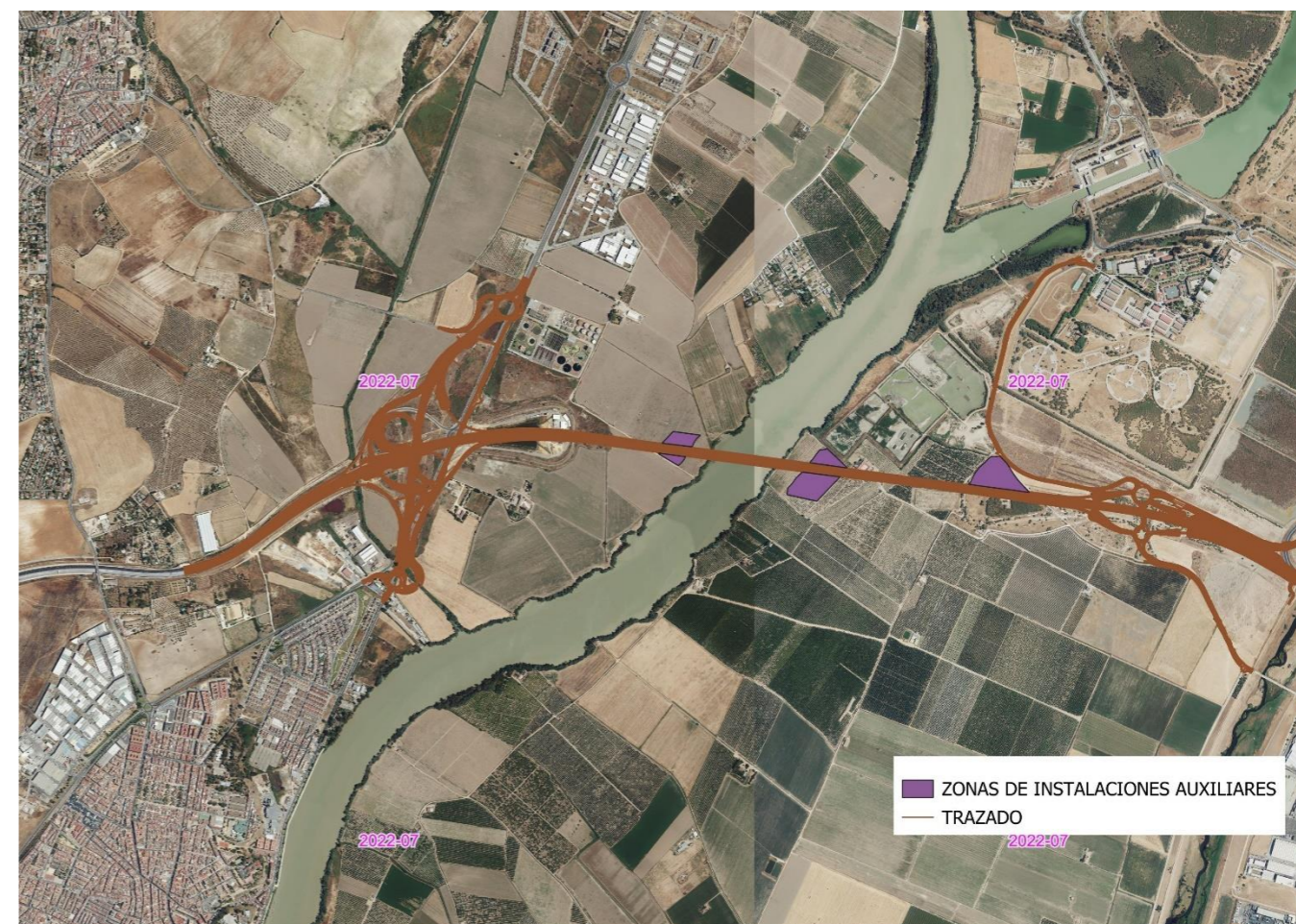


Imagen 88. Propuesta de ubicación del parque de maquinaria y zonas de acopio

##### [7.19.1.2] Localización y explotación de vertederos y zonas de préstamo.

En el Anejo de Integración Ambiental se identifican las zonas de préstamo y vertedero, estableciendo para los mismos las medidas preventivas y protectoras que se engloban en cinco grandes grupos:

- Definición de áreas de exclusión o condicionantes.
- Localizaciones potenciales.
- Criterios de explotación.
- Medidas de recuperación ambiental del área ocupada.
- Control y seguimiento. Informes de desafectación.

##### [7.19.1.3] Medidas relativas al desarrollo y ejecución de actuaciones

- **Minimización de la superficie alterada.**

Como principio director de prevención y corrección de impactos ambientales, y con especial relevancia cuando se dan condiciones de fragilidad y dificultad de recuperación del medio atravesado, deberá garantizarse la ocupación y afección mínima posible de terrenos en la zona de actuación de las obras.

Para ello será preceptivo el replanteo de las zonas de actuación y señalización de sus límites a fin de evitar daños innecesarios en los terrenos limítrofes. Será preciso, en particular, un control de la actividad de la maquinaria, restringiendo ésta a una franja determinada de manera que se evite que las alteraciones se produzcan más allá de la zona comprendida por la obra. En las zonas de mayor calidad y fragilidad ambiental, dicha franja de actuación deberá quedar definida por la superficie ocupada por las actuaciones que hayan de permanecer finalmente en fase de explotación. Entre éstas cabe señalar las áreas de vegetación natural y hábitats de interés comunitario definidos en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**. Asimismo, se evitará la afección a cualquier vía pecuaria en la integridad de su ancho legal.

Se procederá al balizamiento de las zonas de ocupación temporal y permanente, de forma que el movimiento de maquinaria y tránsito de camiones quede ceñido a la superficie autorizada. Si por circunstancias excepcionales fuese necesario salir de este perímetro, se solicitará permiso motivado a la Dirección de Obra.

La delimitación de la zona de obras deberá realizarse mediante estaquillas y cinta plástica, debiéndose informar a los operarios de la prohibición de circular con maquinaria de cualquier tipo, situar acopios, y equipos y otros elementos ligados a las tareas de construcción, fuera de los límites establecidos.

Asimismo, se delimitarán los itinerarios a seguir para el acceso a la obra, zona de acopios y, en general, cualquier actividad que suponga una ocupación temporal de suelo. Se utilizarán, en la medida de lo posible, como accesos y rutas de movimiento de las obras, la propia traza o caminos y carreteras existentes, reduciendo al mínimo la apertura de nuevos viales.

Una vez finalizado el movimiento de tierras se procederá a la retirada del sistema de delimitación previa y a la reutilización de los materiales o traslado a vertedero autorizado.

- **Plan de gestión de la tierra vegetal.**

La retirada de la capa de tierra vegetal en las zonas a ocupar por las obras para su utilización en la restauración, constituye una medida fundamental en el establecimiento posterior de la vegetación. La tierra vegetal retirada ya tiene incorporados los nutrientes y semillas y es apta para soportar el crecimiento de las especies, por lo que si es reutilizada en la restauración de los terrenos, favorecerá la efectividad de los tratamientos vegetales propuestos.

Se considera un espesor de tierra vegetal constante en todo el ámbito de 30 cm.

El volumen total de tierra vegetal que se extraerá en la excavación es de 126.448,90 m<sup>3</sup>. De esta cantidad, a priori se estima unas necesidades de tierra vegetal en las tareas de restauración, de 30.572,73 m<sup>3</sup>. Esto supone que la tierra vegetal extraída es suficiente para cubrir las necesidades de tierra vegetal. Los excedentes de tierra fértil, en caso de que los hubiera, podrán reutilizarse en la restauración de fincas colindantes con autorización previa del propietario, o para la restauración de los préstamos y vertederos utilizados en el proyecto.

La tierra vegetal extraída de las zonas delimitadas como hábitats de interés comunitario será acopiada en montones diferenciados del resto. Esta tierra será extendida preferentemente en los espacios llanos a restaurar (Glorietas, isletas), y posteriormente en los taludes hasta su extensión total. De este modo se pretende compensar la pérdida de hábitat, por ocupación de la variante, extendiendo la tierra vegetal de los HIC lo máximo posible en las zonas neoformadas.

Se establecen a su vez prescripciones para el almacenamiento de suelos o la conservación de los acopios.

- **Terminación de desmontes y terraplenes.**

Para conseguir que se minimicen los impactos que supone la creación de desmontes y terraplenes, y a fin de facilitar la restauración vegetal en ellos, se adoptarán las siguientes medidas:

- Deberán evitarse los cortes rectos en la cabecera y en los extremos de los desmontes y terraplenes, redondeando las zonas de conexión con el terreno natural mediante cambios graduales de pendiente.
- Se evitará el refinado excesivo de los taludes con el fin de no generar superficies totalmente lisas que contrasten fuertemente con la textura de los taludes naturales y que dificulten la colonización posterior de la vegetación.
- En los desmontes, se evitarán los canales paralelos a favor de pendientes producidos por los dientes de las palas al refinar los taludes, reduciendo así la probabilidad de aparición de cárcavas.
- **Protección de terrenos salvados por viaducto.**

El proyecto contempla la ejecución de un puente sobre el río Guadalquivir y la terminación de las obras del viaducto sobre el encauzamiento del Guadaíra, los cuales pueden conllevar unos importantes impactos sobre los cauces atravesados si no se toman las medidas protectoras necesarias.

Por ello, se prestará especial atención a la no afección a dichos cursos de agua, tanto en cuanto a la calidad como a la cantidad de agua que transporta.

El proyecto no contempla pilas en el cauce del Guadalquivir, lo que minimiza considerablemente los efectos del proyecto sobre la calidad de las aguas.

Si bien el diseño del puente respeta la vegetación de ribera, dada la distancia a la que se desarrollan las obras de construcción de las pilas de las formaciones riparias, se extremarán los cuidados con el fin de no producir afecciones sobre éstas.

En las superficies de terreno atravesadas mediante viaducto, que vayan a ser afectadas por el tránsito de maquinaria y las operaciones de construcción de estribos, pilares, etc., se llevará a cabo la operación de retirada de la capa superficial de suelo.

- **Retirada de residuos de obra y limpieza del terreno.**

Una vez terminadas las obras, se llevará a cabo una limpieza general de la zona, que implique la retirada, incluyendo recogida y transporte a vertedero o punto de reciclaje, de todos los residuos de naturaleza artificial existentes en la zona de actuación.

En concreto se prestará atención a restos tales como los excedentes derivados de movimientos de tierra y los restos procedentes de la ejecución de las distintas unidades de obra (embalajes o restos de materiales, piezas o componentes de maquinaria, restos de utensilios, herramientas o equipo de labores manuales, etc.).

La retirada de los residuos y vertidos se considera necesaria como medida para favorecer la integración ambiental del proyecto y conseguir la solución estética favorable del conjunto.

- **Coordinación entre el proyecto de ejecución y el de restauración.**

La integración de la obra puede favorecerse en gran medida mediante una adecuada terminación de las obras, en especial aquellas que implican movimientos de tierras. Esta terminación, que en muchos casos es necesaria para la ejecución de las medidas correctoras, debe realizarse durante la fase de construcción. Es por tanto conveniente que todas aquellas operaciones de restauración que impliquen

movimientos de tierras o requieran utilización de maquinaria pesada se realicen en esta fase, puesto que una vez que se ha finalizado la construcción sería imposible o de un coste muy elevado.

Por otra parte, resulta de gran importancia que la ejecución de los trabajos de restauración se planifique de manera que se reduzcan al mínimo necesario los períodos de tiempo en los que el terreno queda desnudo frente a la acción erosiva. Para ello se programará la ejecución de los trabajos de revegetación de las superficies conforme éstas vayan adoptando sus perfiles definitivos.

#### [7.19.1.4] Prevención de la contaminación durante la fase de construcción.

Durante la construcción se tendrán en cuenta las medidas preventivas que se enumeran en el Anejo de Integración Ambiental, relacionadas con las instalaciones y actividades de obra.

Las medidas aquí relacionadas están encaminadas a la protección hidrológica, al control de la contaminación atmosférica y a la prevención de la contaminación de suelos por actividades e instalaciones de obra, entre las que se encuentran:

- **Campamento de obra.**

Los campamentos de obra deberán dotarse con un saneamiento y una gestión de residuos adecuadas. Dependiendo de su ubicación y tamaño, el saneamiento se podrá realizar mediante conexión a la red de alcantarillado municipal, WC químico, letrinas localizadas a más de 200 m de pozos o de cauces (previo estudio de su ubicación, con el fin de evitar percolaciones), fosa séptica o por cualquier otro sistema que proponga el contratista que asegure que no se producirán contaminación de las aguas y con la correspondiente autorización del organismo competente.

Los residuos se depositarán en contenedores estancos, para su recogida periódica por los gestores autorizados.

El abastecimiento de agua a las obras se realizará a partir de fuentes previamente autorizadas.

- **Plan de gestión de residuos**

Será necesario que el Contratista presente, antes del inicio de las obras, un Programa de Gestión de Residuos, que deberá someterse a la aprobación de la Dirección Ambiental de la Obra. En este Programa se deben establecer los procesos de recogida de residuos y gestión de residuos por parte del gestor o gestores autorizados.

Para la buena gestión de los residuos generados se tendrán en cuenta las siguientes condiciones que deberá llevar incorporado el programa de Gestión de Residuos:

- Las instalaciones de obra deberán estar dotadas de un saneamiento y una gestión de residuos adecuados.
- Todo lo relacionado con el manejo de residuos tanto urbanos y asimilables a urbanos, como peligrosos, se realizará según establece la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Además, será aplicable el conjunto de normativa de la Comunidad Autónoma Andalucía, donde se incluye el Decreto 73/2012, de 22 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Las ordenanzas municipales de los Ayuntamientos de Dos Hermanas y Coria del Río, relativa a gestión de residuos.

- El recinto de las obras deberá disponer de un sistema de puntos limpios donde se depositarán los residuos para su gestión por un gestor autorizado.

Los puntos limpios estarán diseñados acordes al objetivo de un almacenamiento selectivo y seguro de los materiales sobrantes. En el caso de residuos sólidos, el punto limpio consistirá en un conjunto de contenedores, algunos con capacidad de compactación, distinguibles según el tipo de desecho.

Los contenedores que alberguen residuos potencialmente contaminantes deberán situarse sobre superficies impermeabilizadas y cubiertas.

El material que formará cada contenedor variará según la clase, el volumen y el peso esperado de los residuos, así como las condiciones de aislamiento deseables. Para el más fácil y correcto funcionamiento de los puntos limpios, se potenciará la distinción visual, colocando contenedores de distintos colores, de tal modo que colores iguales indiquen residuos de la misma clase. Los contenedores serán, en cualquier caso, impermeables.

Es necesario instalar un punto limpio próximo a las áreas destacables por una actividad importante y prolongada. Como mínimo, se establecerá un punto limpio junto a las instalaciones generales de obra, con los siguientes contenedores:

- Contenedor estanco para recipientes de vidrio.
- Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón.
- Contenedor estanco para envases y recipientes plásticos.
- Contenedor abierto para maderas.
- Contenedor abierto para neumáticos.
- Contenedores para residuos orgánicos.
- Depósitos estancos preparados para residuos tóxicos.
- Contenedores cerrados para pilas alcalinas y pilas botón.
- Contenedor estanco sobre terreno preparado para inertes.

El perímetro de este punto limpio estará vallado y su superficie impermeabilizada. Dispondrá de un sistema de recogida de aguas de escorrentía.

Los residuos generados asimilables a R.S.U. serán trasladados por el promotor al núcleo urbano más cercano con el fin de entrar así en el circuito de recogida y gestión municipal.

Existirá un servicio de recogida periódico y selectivo, de forma que todos los residuos sean gestionados por gestor autorizado.

En cuanto a residuos peligrosos generados en la obra (aceites usados, filtros de aceite, baterías, combustibles degradados, líquidos hidráulicos, disolventes, trapos de limpieza contaminados, etc.) la normativa establece que se deberá:

- Separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos, evitando particularmente aquellas mezclas que supongan un aumento de su peligrosidad o dificulten su gestión.

- Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos en la forma que reglamentariamente se determine.
- Llevar un registro de los residuos peligrosos producidos o importados y destino de los mismos.
- Suministrar la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación, a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos.
- Informar inmediatamente a la autoridad competente en caso de desaparición, pérdida, o escape de residuos peligrosos.

El proyecto constructivo deberá incluir con suficiente grado de detalle el plan para la gestión de los residuos que se vaya a realizar durante la fase de construcción (superficies de acopios temporales, vías de transporte, capacidad de acogida de vertederos, etc.). Esta documentación deberá ser informada por el órgano competente de la Junta de Andalucía en gestión de residuos.

#### • **Medidas de protección contra el polvo.**

Para evitar o disminuir las emisiones de polvo durante la fase de ejecución de las obras, el Contratista llevará a cabo las siguientes medidas:

- Riego con agua de todas las superficies de actuación, lugares de acopio, accesos, caminos y pistas de la obra, de forma que todas estas zonas tengan el grado de humedad necesario y suficiente para evitar, en la medida de lo posible, la producción de polvo. Estos riegos se realizarán a través de un camión cisterna, con periodicidad diaria durante los meses estivales y semanal los meses invernales, y suprimiendo dichos riegos los días de lluvia, o cuando las condiciones de humedad del terreno impidan la presencia de polvo.
- El transporte de áridos por camiones deberá realizarse con la precaución de cubrir la carga con una lona, para evitar la emisión de polvo, tal y como viene exigiendo la legislación vigente.
- Limitación de la velocidad de los vehículos de la obra a 30 Km/h aunque, en general, este límite puede establecerse en 50 Km/h en vías asfaltadas y 40 Km/h en vías sin asfaltar.
- Utilización de equipos de perforación con captadores de partículas en aquellas zonas en las que las características de los materiales lo hagan necesario.
- Los acopios de materiales susceptibles de producir polvo deberán permanecer cubiertos o en su defecto con el suficiente grado de humedad para evitar la producción de nubes de polvo, especialmente en los momentos de fuertes vientos.

#### • **Control de gases y otras sustancias contaminantes.**

Durante el tiempo que duren las obras deberá llevarse a cabo un seguimiento periódico del estado de la maquinaria empleada con objeto de evitar situaciones irregulares en relación a la emisión de contaminantes atmosféricos, vertidos de aceites o gasóleo, o generación de ruido. Se realizará un control, revisión y puesta a punto, de todos los motores de maquinaria utilizada en las obras, para que en ningún momento se superen los niveles máximos de emisión permitidos por la ley. En cumplimiento estricto de lo establecido por la Dirección General de Tráfico en lo referente a lo reglamentado sobre Inspección Técnica de Vehículos (I.T.V.), cuidando de no sobrepasar en ningún caso la fecha límite establecida para cada vehículo. Para ello, se deberá realizar un archivo simple con las fechas en las que cada vehículo debe cumplimentar la I.T.V., lo que permitirá realizar un seguimiento continuo de los vehículos. Todos los trabajos de mantenimiento de maquinaria se llevarán a cabo en zonas habilitadas para tal fin o bien en talleres autorizados.

Igualmente, para el control de la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna se cumplirá con lo establecido en el Reglamento (UE) 2016/1628: requisitos relativos a los límites de emisiones de gases y partículas contaminantes para los motores de combustión interna.

#### *[7.19.1.5] Prevención de efectos de forma particularizada sobre elementos del medio.*

##### • **Prevención de efectos sobre la calidad del aire, población y salud humana.**

El ruido producido por el funcionamiento de la maquinaria durante la fase de construcción puede ser aminorado con un mantenimiento regular de la misma, ya que así se eliminan los ruidos procedentes de elementos desajustados que trabajan con altos niveles de vibración. Se prestará especial atención en las zonas en las que la traza discurre cerca de zonas habitadas, así como en las zonas en las que existe fauna de interés que pueda verse afectada, como es el caso de los cauces, donde se evitará cualquier actividad entre las 23 h y las 7 h.

Durante la obra, se deberán alejar de las zonas habitadas las instalaciones auxiliares con mayor impacto sonoro, como las plantas de hormigonado, el machaqueo o el lavado de áridos.

En fase de proyecto de construcción se elaborará un estudio acústico de detalle que modelice las emisiones de ruido en fase de obra, considerando especialmente las zonas auxiliares de obra (incluidos préstamos y vertederos) y las demoliciones de estructuras. Los resultados obtenidos condicionarán el tipo y número de maquinaria que puede trabajar simultáneamente y la adopción de medidas minimizadoras del impacto sonoro para respetar los niveles de inmisión sobre las zonas habitadas.

En cuanto a la contaminación lumínica, se evitará la instalación de iluminación ornamental, limitándose la iluminación del tramo a los requisitos específicos que establezca la normativa sobre seguridad vial. Se evitará la emisión de luz hacia el cielo, así como la iluminación de la lámina de agua.

##### • **Medidas frente a la contaminación de los suelos**

Como consecuencia del cambio de aceite y lubricantes empleados en los motores de combustión y en los sistemas de transmisión de la maquinaria de construcción, el contratista se convierte en pequeño productor de residuos peligrosos según la lista de residuos peligrosos.

Así pues, los residuos peligrosos generados se declararán y se entregarán a gestor de residuos autorizado conforme a las normas específicas establecidas en la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*.

El contratista vendrá obligado a realizar algunas de las acciones que se mencionan a continuación:

- Efectuar, de forma preferente, el cambio en centros de gestión autorizados (talleres, estaciones de engrase, etc.).
- Efectuar el cambio a pie de obra y entregar los aceites usados a persona autorizada para la recogida.
- Efectuar el cambio a pie de obra y realizar ellos mismos, con la debida autorización, el transporte hasta el lugar de gestión autorizado.
- Realizar la gestión completa mediante la oportuna autorización.

En caso de derrame accidental de aceites, lubricantes o hidrocarburos o cualquier otro producto o residuo peligroso, se llevará a cabo un protocolo de actuación frente a vertidos accidentales, en el cual se especificarán los siguientes aspectos:

1. Neutralización del contaminante.
2. Señalización de zonas contaminada.
3. Construcción de una barrera de contención para evitar la dispersión del vertido
4. Retirada de material contaminado
5. Almacenamiento temporal de material contaminado en contenedores impermeables.
6. Recuperación de zonas afectadas.
7. Gestión de materiales contaminados.

El suelo donde ha producido el vertido accidental se deberá tratar como residuo peligroso.

El proyecto constructivo incluirá todas las medidas de seguridad en el uso, gestión y almacenamiento de determinados productos peligrosos que pueden ser empleados durante la construcción o mantenimiento de la infraestructura.

- **Protección del sistema hidrológico**

- a) Medidas generales de protección de las aguas

Para proceder a la máxima conservación de la vegetación de ribera que se vea afectada por las actuaciones en los cauces, cualquier elemento de la obra de drenaje deberá ubicarse fuera de la servidumbre de los cursos fluviales, como mínimo a 5 metros de la parte externa de la vegetación de ribera.

Asimismo, y previo a cualquier actuación, se procederá a la señalización y balizamiento del límite de afección.

Se limitarán los cortes provisionales de cauces, y se instalarán vados que garanticen el flujo de agua, así como la mínima afección sobre los márgenes.

Se evitará la ubicación de las instalaciones de obra en áreas desde las que directamente, o por erosión o escorrentía, se pueda afectar a ríos, arroyos o acuíferos, como consecuencia de vertidos que se puedan producir en ellas. Para reducir el riesgo de incorporación de materiales finos o gruesos a los cauces por desprendimiento o escorrentía, no podrán realizarse acopios importantes de material o residuos de cualquier tipo en zonas en las que puedan ser arrastrados por las aguas en caso de crecidas o de lluvias intensas ni en zonas de fuertes pendientes. No se podrán mantener taludes desnudos o no estabilizados.

Las instalaciones de obra deberán contar con fosa séptica a la que se conectarán los servicios higiénicos, cunetas perimetrales de recogida de aguas, balsas, y lugares específicos para el almacenamiento de residuos, hasta su traslado a gestores o vertederos autorizados.

Toda actuación que se realice tanto en dominio público hidráulico, como en su zona de policía (100 metros), así como el vertido de aguas residuales al terreno y a los cauces públicos, requerirá de la previa autorización del Organismo de cuenca competente.

En el proyecto constructivo se deberán indicar los terrenos pertenecientes al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo Terrestre afectados por la actuación, así como las tramitaciones realizadas ante la Administraciones competentes, para obtener las correspondientes autorizaciones antes de

realizar cualquier actuación en el Dominio Público, así como en sus zonas de servidumbre o de protección asociada.

En el caso del DPMT, las únicas afecciones se producen en los márgenes del encauzamiento del Guadalquivir puesto que las pilas del puente sobre el Guadalquivir se sitúan fuera del cauce, si bien las pilas más próximas (P-31 y P-32) se localizan en su Zona de Servidumbre de Protección.

Así, tanto las pilas como las estructuras se ubicarán fuera del límite del DPMT y de la zona inundada por la avenida de 10 años de periodo de retorno, por tanto, el futuro viaducto no afectará al régimen de las avenidas ordinarias y por lo tanto a lo que se correspondería con el Dominio Público Hidráulico.

Asimismo, el proyecto constructivo deberá estudiar las alteraciones específicas del flujo del agua que produzcan las pilas en el exterior del cauce.

- b) Barreras de retención de sedimentos y balsas de decantación

Como medida de protección de las aguas superficiales por la contaminación de sólidos en suspensión producidos por los movimientos de tierras y para impedir que se produzcan lixiviados o vertidos susceptibles de alterar la calidad de las aguas durante la construcción de obras de drenaje, de los pilares del viaducto y de terraplenes en las proximidades de los cauces, se dispondrán barreras de retención de sedimentos y balsas de decantación en sus márgenes.

Las **barreras de retención de sedimentos** se realizarán mediante la alineación de balas de paja sujetas mediante estacas de madera. Estas se colocarán en la salida de la obra de fábrica a la que desagua la balsa de decantación, así como en las zonas colindantes con cursos de agua, situándose siempre dentro del jalonamiento. Estas balas permiten la circulación del agua mientras que un 75% de los sólidos quedan retenidos.

Dichas barreras se dispondrán enterradas en el terreno un mínimo de 10 centímetros de profundidad, y fijadas al mismo mediante una estaca de madera o acero hasta 50 o 60 cm de profundidad.

En el caso de las barreras de sedimentos situadas en los cauces y lagunas se colocarán entre la zona de escorrentía de la plataforma y las láminas de agua para evitar el arrastre de los sedimentos y su deposición dentro de estas zonas. Su función es reducir la cantidad de sedimentos y la velocidad de los flujos en las áreas aguas abajo.

Las barreras son estructuras formadas por balas de paja de 100 cm de altura, 110 cm de longitud, y 50 cm de anchura, de acuerdo con la figura abajo indicada (las escalas no son correctas).

El estado de las barreras se revisará periódicamente, al menos una vez al día en la época de lluvias y una vez a la semana en el periodo estival, sustituyéndolo periódicamente.

En los parques de maquinaria y zonas de instalaciones, durante la fase de obras, deberán construirse **balsas de decantación**, para evitar el arrastre de contaminantes como aceites o combustibles que pudieran alcanzar la red de drenaje natural. Los sedimentos decantados serán recogidos periódicamente y gestionados correctamente.

Con el fin de evitar el vertido de sustancias contaminantes en los cauces, se ha previsto la disposición de balsas de almacenamiento y dilución destinadas a recoger y tratar la escorrentía generada en los tableros de los viaductos sobre el río Guadalquivir y río Guadaira.

La proyección de este elemento contempla el vuelco de un camión que transporte sustancias tóxicas. Estas sustancias tóxicas deben evitarse que salgan del área de la plataforma.

Estos elementos se proyectan teniendo en cuenta las calzadas peraltadas y en curva, de forma que cualquier vertido que caiga sobre la calzada sea conducido por la cuneta hacia el punto de salida o sea conducido por el caz de coronación de terraplén desaguardo a las cunetas de pie de terraplén por medio de las bajantes.

Para determinar las dimensiones de la balsa se tiene en cuenta la consideración de un volumen máximo de vertido atendiendo a las dimensiones de los camiones cisternas que transportan sustancias tóxicas. De acuerdo con la norma 5.2-IC, se considera un volumen de 35 m<sup>3</sup>.

Las dimensiones interiores de las balsas serán 5,00x5,00x1,50 m.

La balsa permite ser empleada como sistema desengrasador – desarenador, ya que el sifón permite la salida de la lámina superior de agua impidiendo a su vez el vertido de la lámina inferior donde serán depositados los residuos sólidos.

El interior de la balsa irá protegido con dos capas de pintura epoxi de dos componentes, de 125 µ de espesor cada una, curada con aducto de amina previa aplicación de un sellador a base de barniz epoxi de dos componentes de baja viscosidad.

Se ha considerado la disposición de las siguientes balsas:

- P.k. 0+730 Margen izquierda del tronco. Destinada a recoger la escorrentía generada en el tablero del viaducto del Guadaira. Se sitúa por encima del terreno natural vertiendo a la cuneta de pie de terraplén.
- P.k. 1+260 del tronco. Situada junto al estribo 1, bajo el tablero del viaducto. Destinada a recoger la escorrentía generada en el tablero del viaducto entre la pila P10 y el Estribo 1. Se sitúa por encima del terreno natural vertiendo al mismo.
- P.k. 1+680 del tronco. Situada junto a la pila P10. Destinada a recoger la escorrentía generada entre la pila P17 y la Pila P10. Se sitúa por encima del nivel del terreno, vertiendo al mismo.
- P.k. 2+070 del tronco. Situada junto a la pila P17. Destinada a recoger la escorrentía generada entre el punto alto del tablero del viaducto y la pila P17. Se sitúa por encima del nivel del terreno, vertiendo al mismo.
- 4+210 Margen izquierda del tronco. Destinada a recoger la escorrentía generada entre el punto alto del tablero del viaducto y el estribo 2. Se sitúa por debajo del nivel del suelo, vertiendo al área deprimida situada entre las pilas P41 y P49. Se dispone una red de colectores para recoger las bajantes que bajan por las pilas P38, P41, P50, P52 y P54.
- **Protección de elementos vegetales.**

Previo al inicio y durante la ejecución de las obras, se realizarán prospecciones del terreno por un técnico especializado con objeto de identificar la presencia de especies de flora amenaza y/o vegetación de interés. Si se produjese esta circunstancia, se comunicará al órgano competente de la Junta de Andalucía de forma que se establezcan las medidas de protección adecuadas. Durante los trabajos que conlleven la eliminación de cubierta vegetal se delimitarán aquellas áreas en las que aparezcan especies protegidas de flora. Esta delimitación deberá mantenerse durante todo el período de ejecución de las obras.

Durante la fase de construcción, se minimizará en lo posible la destrucción y/o degradación de la vegetación natural del terreno, evitando el movimiento de tierras y el decapado del suelo en aquellas zonas que no estén directamente ocupadas por las infraestructuras proyectadas. Asimismo, no se

instalarán ni acopios ni instalaciones o superficies auxiliares sobre áreas con HIC y/o con vegetación arbórea o arbustiva de interés.

En las ocasiones en que se localicen actuaciones próximas a ejemplares arbóreos que no sea necesario eliminar, además de extremar los cuidados en los movimientos de la maquinaria y la realización de excavaciones en sus proximidades, convendrá llevar a cabo la instalación de protecciones de forma previa al comienzo de las obras, sobre todo aquellos ejemplares de perímetro superior a 2 m identificados en la franja de 15 m alrededor de la zona de explanación de la traza. La protección tiene como finalidad garantizar la supervivencia de ejemplares que se puedan ver afectados por el desarrollo de las obras.

Para evitar daños será necesario rodear las áreas donde se encuentren estos ejemplares con un cercado fijo de 1,20 a 1,80 m de altura que rodee completamente la zona radical del ejemplar para protegerlos de posibles daños mecánicos como golpes, heridas y otras agresiones a la corteza, la madera o las raíces producidas por vehículos, maquinaria de construcción o por acciones de tipo laboral. Se entiende por "zona radical" la superficie del suelo por debajo de la copa del árbol más un borde de 2 m.

Si por problemas de espacio no fuera posible proteger la zona radical, se rodeará el tronco con un cercado de madera, de 2 m de altura como mínimo, con acolchado por dentro, el cual se instalará de manera que no perjudique al árbol. Las posibles ramas bajas que cuelguen se atarán hacia arriba. Es necesario proteger el lugar de la atadura para no dañar las ramas ni el tronco.

A pesar de ser escasos los ejemplares de flora alóctona invasora detectadas en la zona de actuación y su entorno, principalmente el tabaco moruno (*Nicotiana glauca*) y acacia de tres espinas (*Gleditsia triacanthos*), se deberá vigilar que durante la realización de explanaciones así como en la generación de taludes no se produzca un incremento en la presencia de ejemplares de especies de flora alóctona, para lo cual el proyecto de construcción incorporará un plan de erradicación y control de cada una de dichas especies.

- **Protección de hábitats de interés comunitario según Directiva 92/43/CEE**

Dada la existencia de hábitats de interés comunitario definidos por el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE y por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, de forma previa al inicio de los trabajos de desbroce se replanteará mediante un jalonamiento temporal, procurando evitar, fundamentalmente, a especies de las formaciones vegetales y de los hábitats de interés comunitario del entorno de la zona de actuación.

La vegetación que sea necesario eliminar para la realización de las obras pero que no se vea afectada por la traza (zona de paso, movimiento de maquinaria, etc.), se eliminará mediante desbroce y no por arranque, lo que permitirá que las especies con capacidad de rebrote de cepa o de raíz se recuperen en breve plazo.

Para las instalaciones temporales de obra se buscarán ubicaciones que no supongan afección a la vegetación existente, quedando catalogadas como zonas de exclusión de cualquier ocupación las zonas catalogadas como hábitat de interés comunitario. Su catalogación como zona de exclusión supone que no se permitirá la ubicación de instalaciones auxiliares.

Durante la fase de construcción se extremarán las medidas para no realizar ningún tipo de vertidos ni en cauce ni en sus márgenes, siendo en estas zonas de ribera especialmente escrupulosos en no salirse de los límites estrictos del terreno acotado en el replanteo.

Estará prohibido transitar o situar maquinaria, equipos u otros elementos o materiales de obra sobre canales o cursos de agua, fuera de los estrictamente necesarios para la realización de las obras en dichas zonas.

Una vez que se termine su construcción, se procederá a una limpieza exhaustiva de los terrenos ocupados, retirada a vertedero de restos, y además se preparará el suelo para su posterior revegetación.

Los aceites y sustancias contaminantes que puedan generarse durante la fase de ejecución de las obras, se almacenarán en lugares convenientemente preparados y vigilados, debiéndose además localizar a una distancia de los cauces nunca inferior a 100 m.

En el caso de que se produjeran dichos vertidos o derrames accidentales, éstos deberán ser retirados obligatoriamente por un gestor autorizado de residuos tóxicos y peligrosos.

#### • Protección de la fauna

En primer lugar, todo el conjunto de medidas propuestas para la protección de cauces y vegetación, redundarán positivamente en la prevención de efectos sobre la fauna. Así, se respetarán al máximo las condiciones naturales de los cauces de agua atravesados por la traza de manera que puedan actuar como pasos de fauna naturales. Se evitará particularmente la ubicación de cualquier tipo de instalaciones o la realización de vertidos que puedan afectar a la calidad del agua.

Tal y como recoge la DIA, previo al inicio de las obras, se realizará una prospección del terreno por un técnico especializado en fauna, en la que se identifique la posible presencia de las especies de fauna amenazada, así como nidos y/o refugios, con la finalidad de aplicar las medidas para evitar o minimizar los posibles impactos, en coordinación con el órgano competente de la Junta de Andalucía. Dichas prospecciones se repetirán antes del reinicio de las obras tras la parada biológica establecida.

La parada biológica prevista en las obras de los viaductos, en el entorno de los cauces, entre el 1 de marzo y el 1 de julio, se extenderá sobre todas las actuaciones que se desarrollen a menos de 300 m de distancia de los vaciaderos y de los puntos de interés faunístico identificados en el estudio de impacto ambiental. En dicho periodo tampoco se ejecutarán trabajos de despeje y desbroce, independientemente de la zona y formación vegetal afectada.

Si durante la fase de construcción, se detectara la presencia de fauna silvestre amenazada, nidos o refugios, se paralizarán las obras y se dará aviso a la Delegación Territorial de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul en Sevilla.

#### • Protección del Patrimonio Arqueológico

Como resultado de la ejecución de la prospección arqueológica "Prospección arqueológica superficial del Proyecto de Construcción SE-40. Sector Suroeste. Tramo: Dos Hermanas - Coria del Río", de ORDENA (2007) y, en aplicación de las correspondientes consideraciones recogidas en la Resolución de la Consejería de Cultura, aportada igualmente en el Apéndice III, se propone como medida de protección la realización de un Control de los Movimientos de Tierra en el entorno de Cabañuelas II, Depósito de Gas, El Coper, Molinera 1, Molinera 2 y Molinera 3.

A su vez, atendiendo a lo establecido en el informe sobre la posible afección al patrimonio histórico de la actuación emitido por la Delegación Territorial en Sevilla de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico, de fecha de 27/07/2021, conociendo la existencia de estas entidades patrimoniales y con objeto de garantizar la preservación de dichos bienes, se deberá como medida de conservación preventiva delimitar sus perímetros, así como balizar los mismos.

A fin de reducir el riesgo de destrucción o alteración de los posibles restos arqueológicos, y en consonancia con lo estipulado en la DIA, será necesario realizar una actividad arqueológica preventiva consistente en una prospección superficial en los terrenos afectados por las obras que no hayan sido previamente prospectados. Los resultados de dicha prospección serán informados por el organismo competente de la comunidad autónoma.

En el caso de encontrarse algún resto arqueológico durante los movimientos de tierra se deberá notificar este hecho a la Consejería de Cultura y Deportes de la Junta de Andalucía, deteniendo las obras hasta la adopción de las medidas oportunas.

#### • Mantenimiento de la permeabilidad territorial.

Durante las fases de obras se garantizará la continuidad de los caminos y del Corredor Verde Metropolitano de Sevilla, así como del conjunto de carreteras, estableciendo trazados alternativos con la correspondiente señalización, sin que las actuaciones supongan una disminución en la permeabilidad territorial.

#### [7.19.2] Medidas correctoras

En los apartados que siguen se procede a indicar las medidas correctoras propuestas para reducir los efectos ambientales ocasionados por las acciones del proyecto. El establecimiento y delimitación de las distintas zonas sobre las que resulta necesaria la acción correctora se ha definido basándose en dos cuestiones fundamentales: la existencia y magnitud de un determinado impacto o alteración, y la posibilidad de corrección de dicha alteración.

Las medidas proyectadas se refieren en particular a:

- Corrección del efecto barrera para la fauna
- Medidas de protección del viaducto frente a la colisión de las aves.
- Corrección de la contaminación acústica.
- Reposición de vías pecuarias y vías verdes.
- Revegetación y restauración paisajística.

#### [7.19.2.1] Corrección del efecto barrera para la fauna. Pasos de fauna

La instalación y acondicionamiento de pasos específicos para la fauna tiene por objeto proveer al trazado de la permeabilidad necesaria para reducir el posible efecto barrera o limitación física o etológica al desplazamiento transversal a la vía en ciertas especies o poblaciones.

En la propuesta del presente estudio se siguen las directrices señaladas en la bibliografía especializada sobre la materia, en especial las «Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales» del MITECO, de acuerdo con la cual la tipificación y diseño de las medidas tiene en cuenta: las especies faunísticas sobre las que se pretende actuar, las características del territorio afectado y del propio trazado.

La localización de las actuaciones se ha proyectado considerando diversos aspectos que pueden condicionar su efectiva utilización:

#### • Presencia de otras estructuras.

La actuación se dirige a aquellos tramos en los que la autovía está provista de menor permeabilidad, al no existir estructuras que permitan el fácil movimiento de la fauna, sean éstas drenajes o viaductos.

Es previsible que los drenajes proyectados permitan una cierta permeabilidad transversal, dada su ubicación en terrenos de topografía favorable para el tránsito de animales. Se considera, por tanto, la adecuación de dichos drenajes en cuanto a su diseño, para el paso de fauna.

Por otro lado, el trazado va a discurrir en viaducto unos 2.798 m lo que implica una gran medida para favorecer la permeabilidad transversal para la fauna, sobre todo, considerando que es el río Guadalquivir el corredor faunístico salvado por uno de ellos (PP.KK. 2+076 – 4+8220 aproximadamente), además del encauzamiento del Guadaíra (PP.KK. 0+454 – 0+686), y del viaducto existente del arroyo Porzuna.

- **Tipología y diseño de los pasos de fauna.**

La propuesta de actuación sobre el trazado se estructura, de acuerdo con los criterios anteriores, en dos tipos de medidas:

De una parte, con carácter general para todos los trazados propuestos, las obras de drenaje tendrán una sección mínima de 2 m, complementándolas para permitir el paso de vertebrados: eliminación de arquetas de decantación, instalación de rampas de acceso y salida, y adecuación del vallado para contribuir a dirigir la fauna hacia estos pasos.

Las secciones mínimas adoptadas son susceptibles de ser utilizadas por un amplio elenco de mamíferos de pequeño y mediano tamaño. Respecto a la distancia, considerada en los desplazamientos medios efectuados por la ginetá (Palomares, 1.986), la longitud de los desplazamientos suele incrementarse con el tamaño de la especie, aunque dentro de ella varía mucho entre individuos, estaciones, sexos y estado social, pero también depende de las pautas de comportamiento, sobre todo de los hábitos alimenticios.

Por otro lado, la eficaz utilización de los pasos está condicionada fuertemente por la aplicación de un conjunto de medidas complementarias que tiene por objeto dirigir la fauna existente hacia el paso y facilitar el acceso a su interior:

**Revegetación:** Resulta imprescindible adecuar los terrenos del entorno del paso alterados durante las obras para facilitar el acceso de los vertebrados, debiendo procederse a su revegetación con el fin de crear zonas continuas con el entorno circundante que mejoren su aceptación por la fauna, tal y como se considera en las medidas de Restauración Paisajística.

**Adecuación de drenajes:** En el sistema de drenaje previsto a lo largo del trazado deberán adoptarse algunas medidas tendentes a facilitar el paso de vertebrados de pequeño tamaño (Ministerio de Medio Ambiente 2006):

Deberán acondicionarse las arquetas de entrada del drenaje mediante rampas situadas tanto en el sentido de la corriente como laterales a ésta, de forma que sean suficientemente tendidos (taludes de pendiente < 45°) y rugosos como para permitir el escape de la fauna que accidentalmente caiga en ellos.

Con el fin de evitar la erosión o la formación de cárcavas en las salidas de los drenajes, se instalará una solera plana de hormigón o cemento en dichas salidas que permita el fácil acceso de la fauna al interior del drenaje.

Además, con el fin de evitar el acceso de animales al interior de la autovía, las obras de drenaje transversal no podrán quedar al descubierto a su paso por la mediana.

Por otro lado, para los casos de tubos de sección circular acondicionados como pasos de fauna se debe eliminar el efecto disuasorio del sustrato metálico y disponer franjas laterales que se mantengan secas el mayor tiempo posible para lo cual se han recubierto las bases del drenaje con una solera de hormigón escalonada (Rossell y Velasco, 1999).

Todo este conjunto de medidas cumple con las "Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales" (Ministerio de Medio Ambiente, 2015),

**Adecuación del cerramiento:** Las entradas de los pasos de fauna deberán quedar siempre fuera del cerramiento que acompaña al trazado. Con el fin de dirigir la fauna hacia el paso, el cerramiento deberá disponerse en forma de embudo dirigido hacia la entrada del paso.

Además, el vallado perimetral de la autovía deberá ir enterrado 30 cm como mínimo.

Por otro lado, se dispondrán, en las proximidades del enlace con reposiciones de caminos, dispositivos de escape de la fauna al exterior mediante puerta móvil basculante.

- **Relación de pasos de fauna propuestos.**

Dadas las características del territorio atravesado por la traza, y en relación a ellas, los corredores identificados en el apartado 4.2.3, la mayoría de los pasos de fauna se disponen en cauces interceptados, los cuales presentan viaductos de alta permeabilidad faunística.

Por su parte, los drenajes previstos para éstos tienen una sección mínima de 2.000 mm de Ø, aceptables para micromamíferos, pero la mayoría de ellos, sobredimensionando el caudal a salvar, son atravesados mediante viaductos, lo que permitirá su uso por mesomamíferos e, incluso, mamíferos de mayor talla.

En relación con las obras de drenaje previstas, en la siguiente tabla se presentan los pasos de fauna propuestos asociados a las obras de drenaje:

Tabla 89. Pasos de fauna propuestos asociados a las obras de drenaje.

ODT	TIPOLOGÍA	L proyectada [m]	DIM. PROYECTO [m]
ODT-0.8.1	Marco	28,20	2,00
ODT-0.8	Marco	77,05	2,00

En cuanto a los tubos, estos se adaptarán como pasos conforme las «Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales» del MITECO, con el siguiente diseño y características:

- Se proyectará la adaptación de las superficies de entrada y salida de obras de drenaje, empleando las características de las Prescripciones Técnicas para el Diseño de Pasos de Fauna y Vallados Perimetrales, del Ministerio de Medio Ambiente. Se realizará el enchado de piedra o solera rugosa de hormigón, de tal manera que se evite la formación de cárcavas de erosión, además de realizarse plantaciones que naturalicen el paso.
- La morfología de los accesos se adaptará a la topografía del terreno, favoreciendo la integración del paso en su entorno y facilitando una óptima conexión con los taludes y los terrenos adyacentes.
- Se deberá evitar la presencia de obstáculos en las entradas de los pasos que dificulten los movimientos de los animales.
- La restauración y acondicionamiento de accesos se realizará contando con toda la franja de expropiación asociada a la infraestructura.
- Con el fin de evitar la erosión o la formación de cárcavas en las salidas de los drenajes, se instalará una solera plana de hormigón o cemento en dichas salidas que permita el fácil acceso de la fauna al interior del drenaje.

### [7.19.2.2] Medidas de protección del viaducto frente a la colisión de las aves

Para evitar la colisión de las aves con los vehículos que circulan por el viaducto se dispone de una serie de pantallas a ambos márgenes de éste, que responden a las siguientes características:

En este caso particular, la pantalla tiene una doble función, por un lado, como pantalla anticolidión de las aves y por otro como pantalla antiviento, la cual se instala a lo largo del viaducto principal, a partir del p.k. 1+950. En una de las márgenes, se encuentra ubicada a 0,4 m de la protección continua que delimita el carril bici y a 1,5 m del pretil. En la margen opuesta, la pantalla se sitúa en el extremo del viaducto, también a 1,5 m del pretil.

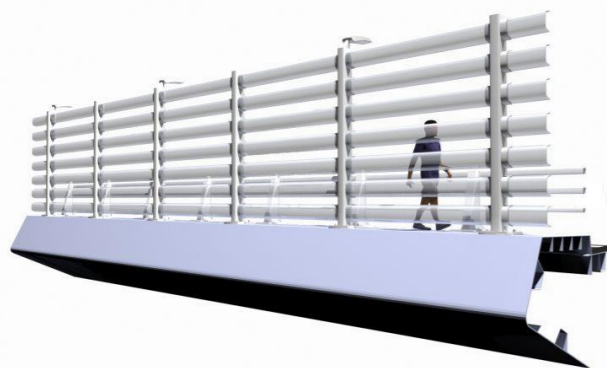


Imagen 89. Tipología de pantalla de protección del viaducto frente a la colisión de avifauna.

### [7.19.2.3] Corrección de la contaminación acústica

Tal y como se recoge en el apéndice II. Estudio acústico del anejo de integración ambiental, los límites aplicables para este estudio son los contemplados en la normativa estatal, que son coincidentes con la normativa autonómica.

La infraestructura en estudio, según la legislación estatal, constituye una nueva infraestructura. Por tanto, se aplican los valores límite de inmisión de ruido contemplados en la tabla A1 del Anexo III, y por otro lado, tal como se establece en el artículo 23 del Real Decreto 1367/2007, se deberá adoptar las medidas necesarias para evitar que, por efectos aditivos derivados directa o indirectamente de su funcionamiento, se superen los objetivos de calidad acústica aplicables a áreas acústicas.

Para la aplicación de estos límites se ha identificado el uso de las edificaciones en una banda de 500 metros a cada lado del eje. En función de estos usos y de los límites establecidos, se ha analizado el cumplimiento de dichos objetivos.

Se ha modelizado la situación actual, considerando los principales ejes viarios existentes. Del análisis de la situación actual no se deriva ningún incumplimiento.

En el escenario futuro, para el estudio de los niveles sonoros, se ha estudiado tanto los niveles sonoros provocados por la infraestructura como el efecto sinérgico que se pudiera producir con otras infraestructuras.

Solo se ha detectado dos incumplimientos de los niveles de inmisión en la zona del enlace de la nueva infraestructura con las carreteras A-8058 y SE-661, en el municipio de Coria de Río.

Si se consideran todas las fuentes se producen incumplimiento de los OCA en 7 edificaciones en el entorno de la A-8058. Sin embargo, se ha comprobado, que la aportación de la infraestructura en estudio se puede considerar despreciable. Es decir, en la situación futura sin considerar la nueva infraestructura

también se darían estos incumplimientos.

Para alcanzar los niveles exigidos en estas edificaciones se ha realizado una propuesta de medidas correctoras consistente en la instalación de 1 pantalla acústica de 130 m y 2,5 metros de altura.

Adicionalmente a los exigido por la legislación en fase de explotación se realiza un análisis de ruido en fase obra, concluyendo que los niveles sonoros que generan los equipos a emplear durante las obras de construcción y demolición inciden en el peor de los casos en un entorno de aproximadamente unos 80 metros de radio y, a partir de esta distancia, todos los equipos generarán niveles sonoros inferiores al nivel del límite diurno y vespertino (65 dBA) correspondiente al uso residencial, que es el mayoritario de las edificaciones localizadas en el ámbito de estudio.

El proyecto constructivo recogerá el plan de vigilancia ambiental en el que se establecerán los controles para constatar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras aplicadas para lograr el cumplimiento de los valores límite de inmisión.

### [7.19.2.4] Reposición de vías pecuarias

El 12/12/2022 se emite Informe del Servicio de Protección Ambiental de la Delegación Territorial de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul en Sevilla, relativo a solicitud de consultas previas a la tramitación de la Autorización Ambiental Unificada de la actuación "Autovía SE-40. Tramo Dos Hermanas – Coria del Río. Provincia de Sevilla. Clave: A0-SE-0010", promovida por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía occidental).

Este Informe incluye como ANEXO IV: INFORME DEL DEPARTAMENTO DE VÍAS PECUARIAS, que está datado en febrero de 2022, y se refiere al plano de ámbito de actuación que la Demarcación de Carreteras remitió a mediados de 2021 para solicitar información a las diversas Administraciones, en el inicio de la redacción de este Anteproyecto.

La vía pecuaria indicada, *Cañada Real de la Isla Menor*, que transcurre paralela a la carretera SE-3206 (carretera de la Isla), se encuentra afectada por el tramo anterior de la autovía SE-40, denominado "Alcalá de Guadaira – Dos Hermanas", cuyas obras ya fueron ejecutadas y se pusieron en servicio en julio 2019, como puede observarse en esta imagen.

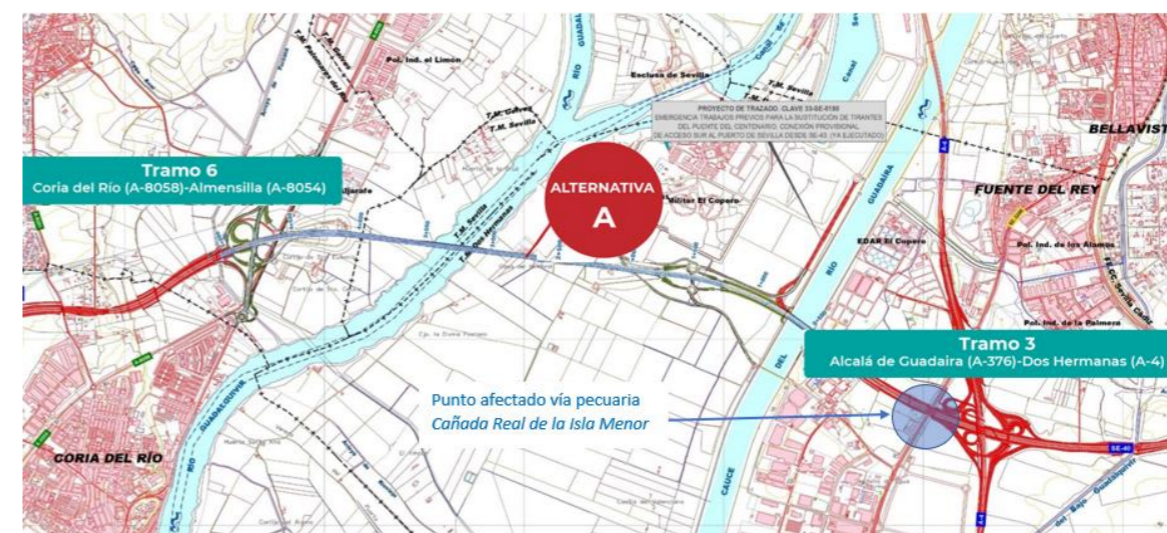


Imagen 90. Zona de afección a la Cañada Real de Isla Menor

En relación con la vía pecuaria referida cabe indicar que la misma queda fuera del ámbito de afección del Anteproyecto objeto de la información pública, *stricto sensu*.

Sin embargo, en el presente proyecto se incluye una propuesta de reposición de la continuidad de dicha vía pecuaria, mediante un camino de 5 m de ancho, que será coordinada con dicho Departamento. Para ello se propone aprovechar el paso inferior existente a apenas 210 m de la carretera SE-3206, tal y como puede observarse en la siguiente figura.



Imagen 91. Reposición de vía pecuaria por el paso inferior de la carretera SE-3206

La reposición propuesta permitirá la conexión de la vía pecuaria con el Corredor Verde Metropolitano de Sevilla mediante los caminos paralelos a ambas márgenes de la autovía.

Como apéndice VI del anejo de integración ambiental se recoge en detalle la propuesta de reposición de la Cañada Real de Isla Menor.

[7.19.2.5] Reposición de vías verdes

Por un lado, el proyecto contempla la reposición del Corredor Verde Metropolitano de Sevilla en el tramo interceptado por el viaducto del Guadaíra mediante un paso inferior en el PK 0+710 aprox.

Dicha reposición irá acompañada por la creación de una pasarela superior, en torno al PK 0+455, que dará continuidad al carril bici en la margen izquierda del encauzamiento.

En ambos casos se seguirán los criterios y dimensiones recogidas en la "Guía de recomendaciones para el diseño de infraestructura ciclista" de julio 2024 del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, tal y como se recoge en las siguientes figuras:

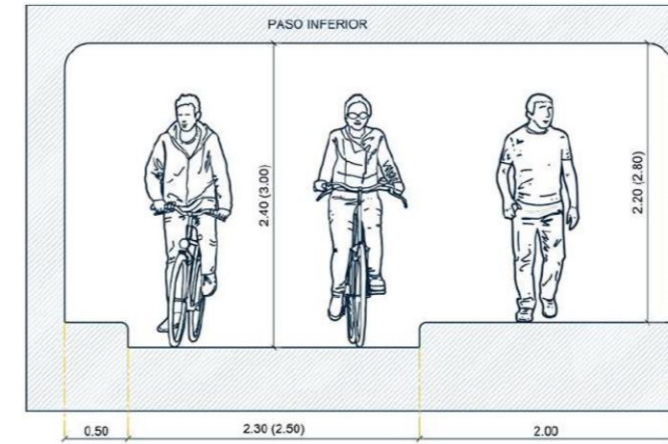


Imagen 92. Sección tipo de paso inferior ciclista y peatonal con tráfico segregado

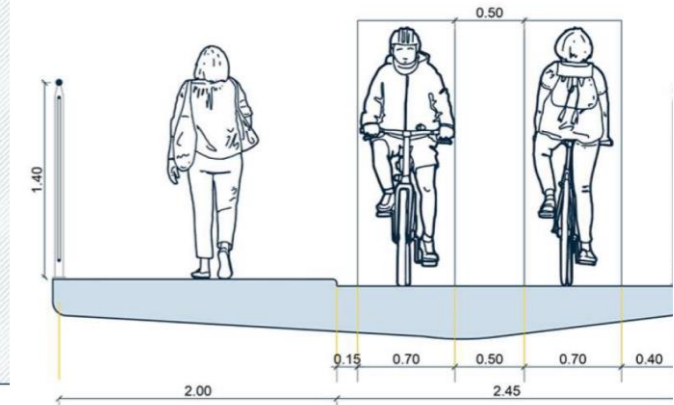


Imagen 93. Sección tipo de la pasarela mixta peatonal y ciclista bidireccional.

Tabla 90. Paso inferior ciclista.

Paso inferior ciclista	Anchura (m)		Gálibo (m)
	Zona ciclista	Peatonal	Zona ciclista
Enlace A-8058	2,5	2,0	2,8
Enlace El Copero	2,5	2,0	3,1

• Conexiones con otras vías ciclistas

En Anteproyecto se ha tenido en cuenta la infraestructura de la red ciclista existente y planificada, dando continuidad a ambas márgenes

Por otra parte, el proyecto desarrolla la conexión ciclista entre ambas márgenes del Guadalquivir mediante un nuevo carril bici. El presente proyecto incluye la definición detallada del carril bici, diferenciándose cuatro tipos de secciones. En primer lugar, se encuentra la sección correspondiente al tronco principal. A esta le siguen las secciones de los ramales de enlace, donde destacan dos ramales específicos: el Enlace de Coria, previsto para conectar con la propuesta Metropolitana de Vía Ciclista, y el Enlace del Puerto, diseñado para enlazar tanto con el Corredor Verde Metropolitano de Sevilla como con el itinerario propuesto para la movilidad no motorizada en el eje del río Guadalquivir.

Además, se consideran dos pasos inferiores: uno ubicado cerca de la EDAR de Aljarafesa, que cruza la A-8058, y otro en una de las márgenes del río Guadaíra, el cual también conectará con el Corredor Verde Metropolitano de Sevilla, al igual que el ramal del Enlace del Puerto. Finalmente, se proyecta una pasarela en la margen opuesta del nuevo cauce del río Guadaíra, reforzando la conectividad ciclista en la zona.

La sección transversal aquí presentada ha sido diseñada siguiendo los lineamientos especificados en la Guía de Recomendaciones para el Diseño de Infraestructura Ciclista, publicada por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en 2024. Esta guía proporciona criterios técnicos y normativos para garantizar la seguridad, accesibilidad y funcionalidad de las infraestructuras ciclistas.

En este estudio, se identifican tres tipos principales de secciones para el carril bici: el tronco principal, la pasarela y el paso inferior. A continuación, se detallan las características específicas de cada una de estas secciones de acuerdo con las normativas establecidas en la guía mencionada.

### Tronco Principal y Ramales de Enlace

La referencia básica es el ciclista, entendido como la combinación de vehículo (bicicleta) y conductor. Las dimensiones de referencia son: la altura y la longitud igual o inferior a 1,90 m, mientras que el ancho se encuentra en el entorno de 0,70 m.

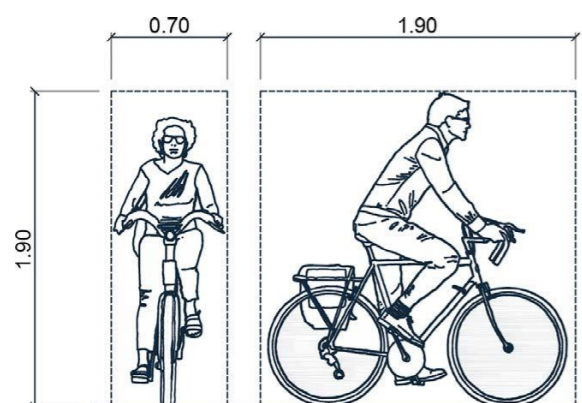


Imagen 94. Dimensiones básicas del ciclista.

No obstante, un ciclista, al circular requiere más espacio debido al balanceo propio de la acción de pedalear para mantener el equilibrio. Por tanto, es necesario establecer unas dimensiones básicas de circulación, que se obtienen al ampliar las medidas originales con un margen de 0,15 m a cada lado y 0,35 m en la parte superior.

Aplicando estos márgenes, el espacio básico de circulación para bicicletas convencionales se define en 1,00 m de ancho y 2,25 m de altura.

En este caso, cuando dos ciclistas circulan en direcciones opuestas, el riesgo aumenta debido a la mayor velocidad relativa en el cruce. Por ello, se añade una separación de 0,2 m entre los espacios de circulación de ambos ciclistas, resultando en un ancho total de 2,2 m para esta situación.

A las dimensiones de la sección tipo es necesario añadir los resguardos correspondientes hasta los elementos contiguos. En este caso, los elementos adyacentes son un bordillo en un lado y, en el otro, un elemento de protección. En el tronco principal, esta protección es del tipo vandalizable, diseñada para proteger la barrera antiviento. En los ramales de enlace, se emplea un elemento continuo con una altura superior a 15 cm.

Por lo tanto, se establece un resguardo de 0,15 m en el lado del bordillo y de 0,40 m en el lado opuesto, dado que el elemento excede los 15 cm de altura. Estos criterios se aplican tanto al tronco principal como a los ramales de enlace.

Tabla 91. Cuadro resumen de distancias de resguardo.

	Distancia de resguardo	Ejemplos
Elementos $h \leq 15$ cm	0,10 m	Separadores rebasables
Bordillos	0,15 m	Bordillo, más de 5 cm y hasta 15 cm.
Elementos discontinuos o puntuales $h > 15$ cm	0,30 m	Árboles, farolas, mobiliario urbano, bolardos, balizas flexibles, etc.
Elementos continuos $h > 15$ cm	0,40 m	Vallas, barandillas, setos, muros, barreras, pretiles, bordillos altos de más de 15cm, etc.

### Pasarela ciclista y peatonal

Cuando se plantea una pasarela mixta para el tránsito peatonal y ciclista, independientemente de la anchura de la acera (anchura mínima recomendable de la acera: 2,00 m), la sección ciclista mínima deberá ser de 2,45 m de ancho. Asimismo, debe preverse la manera de delimitar o separar los flujos (por ej., línea, banda longitudinal táctil, bordillo, hitos flexibles, etc.) en función de sendos volúmenes de tráfico ciclista y peatonal.

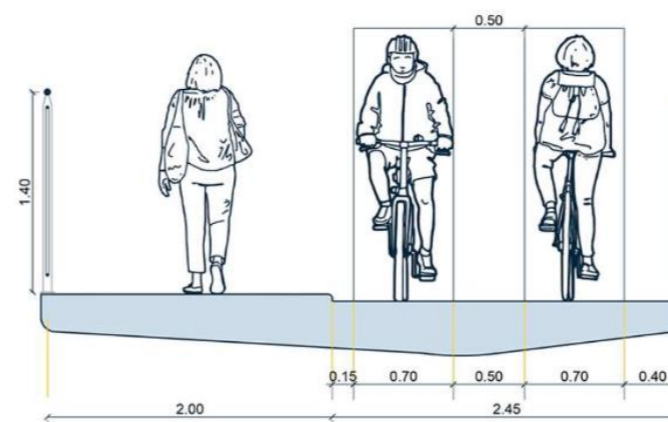


Imagen 95. Gálibo mínimo de una pasarela mixta peatonal y ciclista bidireccional.

### [7.19.2.6] Medidas de revegetación y restauración paisajística.

Se agrupan en este apartado las medidas correctoras destinadas a los siguientes objetivos:

- Proteger el suelo frente a la erosión.
- Restaurar la cubierta vegetal afectada en el entorno del trazado.
- Establecer la conexión visual de la infraestructura con el terreno adyacente.
- Complementar la aplicación de otras medidas correctoras.
- Favorecer la integración paisajística de los elementos asociados a la infraestructura y la mejora de la calidad estética del entorno del trazado.

Los tratamientos básicos propuestos buscan la revegetación de las superficies descubiertas, ya que mediante el empleo adecuado de la vegetación puede conseguirse de forma simultánea los objetivos señalados.

Así, la aplicación de las medidas de restauración se realizará en todas las superficies afectadas por las obras de construcción de la autovía: desmontes, terraplenes, enlaces e isletas, vertederos, zonas de ocupación temporal, etc.

La rigurosidad del régimen de aportación de precipitaciones supone un condicionante de primer orden para el desarrollo de la vegetación. A la limitada aportación de agua se suma la reducida o nula capacidad de retención hídrica de las superficies de talud creadas por la infraestructura, como consecuencia de la fuerte pendiente y de la ausencia de desarrollo edáfico.

Por lo tanto, los tratamientos de revegetación deberán diseñarse finalmente atendiendo a este condicionante, buscando las especies más adaptadas y las formas de implantación con mayor garantía.

La selección de especies vegetales es uno de los aspectos más importantes del proyecto, puesto que, en gran medida, de ella depende el aspecto visual que se consiga a diferentes plazos en cuanto a color y texturas. En un segundo plano, se tendrán que considerar los costes de mantenimiento de las plantaciones efectuadas.

Usualmente, los criterios que se siguen en esta selección vienen determinados por los siguientes factores:

- Las condiciones ecológicas del área en cuestión, tanto en lo que se refiere a características bióticas como abióticas. Solo se revegetará con especies autóctonas especialmente indicadas para la restauración áreas degradadas y que procuren una rápida colonización de los taludes para evitar riesgos de erosión y pérdida de suelo en los mismos.
- Los objetivos que se pretenden de cara a futuros usos territoriales también determinan las especies a utilizar en la revegetación.
- La estructura paisajística del territorio que, además de determinar la forma y disposición espacial de las plantaciones, determina el elenco de especies apropiadas para el medio circundante. Como medida general se diseñarán las plantaciones en forma irregular mediante bosquetes pluriespecíficos evitando las composiciones uniformes.
- La disponibilidad de especies en el mercado, así como la posibilidad de establecer contratos o crear viveros para la reproducción de aquellas especies que, siendo de extremado interés, no se encuentran disponibles ni en forma de semillas, ni en forma de plantones.
- Los costes de mantenimiento, de modo que sean reducidos al mínimo.

Dada la prioridad otorgada a los condicionantes de tipo paisajístico y ambiental, se concede a estos criterios la máxima importancia para la estructuración del diseño y desarrollo del Proyecto.

A continuación, se recogen en primer lugar los criterios de actuación considerados, basados en las características de las superficies creadas por la infraestructura y en la tipología de los terrenos atravesados, para describir después brevemente los tratamientos propuestos y la localización de las unidades de restauración.

Por su parte, adicional a los tratamientos asociados a las zonas asociadas a las áreas de actuación del proyecto, se recoge la restauración paisajística e integración ambiental relativa a las medidas incorporadas en la documentación complementaria y recogidas en el apartado b.7 de la DIA se define a

nivel de proyecto de trazado específicamente en el Apéndice IV del presente documento, desarrollándose posteriormente en fase de proyecto constructivo.

A su vez, el proyecto de restauración paisajística e integración ambiental resultante será informado por el organismo competente en medio ambiente de la Junta de Andalucía.

Teniendo en cuenta los criterios básicos propuestos a, la definición y valoración de las actuaciones necesarias para la recuperación de la cubierta vegetal del entorno, la integración paisajística de la vía y la estabilización de la superficie alterada por las actuaciones, se desarrollarán en los siguientes apartados las medidas de revegetación e integración paisajística de la infraestructura:

- **Operaciones previas.**

Las operaciones previas necesarias para efectuar los tratamientos de revegetación e integración paisajística de las áreas a tratar consisten fundamentalmente en:

- La retirada de escombros y restos de materiales de obra.
- Homogeneización, escarificación y descompactación de terreno, cuando sea necesario, de la superficie de los taludes, previa al extendido de la tierra vegetal.

Estas operaciones deben coordinarse con la ejecución de las obras de la infraestructura, a fin de evitar resultados incompatibles que puedan generar costos innecesarios e, incluso, la imposibilidad de la adecuada ejecución de las medidas correctoras.

En particular se prestará atención a:

- Redondear las zonas de conexión de los taludes con el terreno natural.
- Evitar el refinado excesivo de los taludes.
- Evitar la formación de regueros y cárcavas en los taludes por dejar la superficie desnuda demasiado tiempo.
- Retirada de la capa vegetal superficial del terreno, conservación y extendido final.
- Balance de tierra vegetal.
- **Extendido de la tierra vegetal.**

El extendido de la tierra vegetal debe de haberse realizado sobre el terreno ya remodelado con la maquinaria adecuada que ocasione la mínima compactación. Para proporcionar un buen contacto entre el material superficial existente y la tierra vegetal a añadir se debe escarificar la superficie antes de cubrirla.

Si la tierra no es lo suficientemente fértil y se precisa un abonado, se realizará durante el modelado o con anterioridad a la siembra. Los abonos solubles se incorporarán poco antes de la utilización de la tierra.

El abonado podrá hacerse a base de estiércol, entendiéndose por tal al conjunto de las deyecciones sólidas y líquidas del ganado, mezclado con la paja que forma la cama y todo ello después de sufrir un proceso de fermentación natural superior a un año de duración debiendo presentar un aspecto de masa húmeda y oscura, sin que se manifieste vestigio alguno de los materiales de origen.

El extendido de la tierra vegetal en las glorietas de nueva construcción, formará una pequeña elevación del terreno que tendrá una altura máxima en el centro de 1,5 m respecto a los bordes.

Se puede recurrir también el abonado mediante abonos compuestos, entendiéndose por tal aquellos que contienen, al menos, dos elementos fertilizantes suministrados por cuerpos diferentes: nitrogenados, fosfatados, potásicos, amoniacales, etc.

Deberá tenerse en cuenta que cualquier operación con tierra vegetal (excavar, transportar, acopiar, etc.) no debe hacerse en días de lluvia, para no convertir la tierra vegetal en barro, lo que perjudica e incluso puede llegar a inutilizarla para trabajos posteriores.

• **Hidrosiembra**

Las mezclas de semillas diseñadas pertenecen a las familias de las leguminosas y de las gramíneas correspondiéndose a las cantidades de un 40 y un 60 % respectivamente. Se han tenido en cuenta las familias de leguminosas y gramíneas, debido a que las gramíneas se adaptan a una gran amplitud de condiciones edafológicas y las leguminosas son plantas con un sistema radical profundo que viven en simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno. Las dos compuestas seleccionadas se han incluido al aparecer con frecuencia en los taludes de carreteras cercanas a la traza. Dado que las leguminosas son plantas más agresivas que las gramíneas, el porcentaje no debe superar el 40% en peso total de la mezcla, característica que hemos tenido en cuenta a la hora de realizar los porcentajes.

Las especies seleccionadas son: *Poa bulbosa*, *Dactylis hispanica*, *Cynodon dactylon*, *Brachypodium distachyon*, *Medicago sativa*.

• **Hidrosiembras diseñadas.**

Hidrosiembra HS.- Se realizará este tipo de hidrosiembra en los taludes con una altura superior a 1,5 m. Previamente a la hidrosiembra se aportará una capa de tierra vegetal de 30 cm de espesor según se especifica en el apartado anterior.

Tabla 92. Hidrosiembra diseñada

Nombre científico	Familia	Porcentaje
<i>Poa bulbosa</i>	<i>Poaceae</i>	20%
<i>Dactylis hispanica</i>	<i>Poaceae</i>	20%
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Poaceae</i>	20%
<i>Brachypodium distachyon</i>	<i>Poaceae</i>	20%
<i>Medicago sativa</i>	<i>Fabaceae</i>	20%

Se aplicará esta composición con el fin de obtener una cubierta vegetal que proteja rápidamente el talud en tanto se desarrollan las plantaciones propuestas.

• **Siembra diseñada**

Se ha proyectado la realización de siembras (S) en las zonas neoformadas de los enlaces, entre los ramales, en las glorietas, en los tramos a revegetar de las obras de drenaje y en las zonas de ocupación temporal.

Las especies integrantes de la mezcla de semillas son las siguientes:

Tabla 93. Siembra diseñada



Nombre científico	Familia	Porcentaje
<i>Poa bulbosa</i>	<i>Poaceae</i>	20%
<i>Dactylis hispanica</i>	<i>Poaceae</i>	20%
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Poaceae</i>	20%
<i>Brachypodium distachyon</i>	<i>Poaceae</i>	20%
<i>Medicago sativa</i>	<i>Fabaceae</i>	20%

La cantidad de semilla aporta será de 50 gr/m<sup>2</sup>. La cantidad de semillas se puede aumentar cuando sea de temer una disminución de la germinación por insuficiente preparación del terreno o por abundancia de pájaros o de hormigas.

• **Plantaciones.**

Para efectuar la elección de las especies que se van a utilizar para el diseño de las plantaciones se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Suelos.
- Presencia como vegetación potencial de la zona.
- Fin para el que se realiza la plantación.
- Disposición de las plantas en el mercado.
- Comercialización de las plantas.
- Cuidados necesarios para su conservación.

Así pues, teniendo en cuenta estas premisas se han elegido para los trabajos de plantación especies vegetales de carácter rústico con fácil adaptación a los terrenos existentes y que poseen un fácil desarrollo y correcto porte al ser sometidos al clima de la zona, ya que la mayoría son autóctonas y se encuentran como vegetación espontánea.

Tabla 94. Especies seleccionadas para las plantaciones

Arbustos	Nombre científico
Adelfa	<i>Nerium oleander</i>
Retama	<i>Retama sphaerocarpa</i>
Rosal silvestre	<i>Rosa canina</i>
Zarza	<i>Rubus ulmifolius</i>
Espino	<i>Rhamnus lycioides oleoides</i>
Matagallo	<i>Phlomis purpurea</i>
Mirto	<i>Myrtus communis</i>
Coscoja	<i>Quercus coccifera</i>
Palmito	<i>Chamaerops humilis</i>
Lentisco	<i>Pistacia lentiscus</i>
Arboles	Nombre científico
Acebuches	<i>Olea europaea sylvestris</i>
Pino carrasco	<i>Pinus halepensis</i>
Taraje	<i>Tamarix gallica</i>

Las plantaciones constituyen un tratamiento adicional al de hidrosiembra, y se proponen únicamente para ciertos lugares del trazado que reúnan las condiciones adecuadas para el desarrollo satisfactorio de las mismas. En concreto las siguientes:

#### PT. Plantación en taludes

Se propone un único tipo de plantación de tratamiento destinado a los desmontes y terraplenes de altura superior a 1,5 m, en el que se proponen las siguientes especies:

Tabla 95. Composición de la plantación en taludes

Nombre científico	Nombre común	Porcentaje
<i>Rhamnus lycioides oleoides</i>	Espino	20%
<i>Phlomis purpurea</i>	Matagallo	20%
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	20%
<i>Quercus coccifera</i>	Coscoja	20%
<i>Retama spaherocarpa</i>	Retama	20%

El tratamiento consiste en:

- Extendido de tierra vegetal de 30 cm
- Hidrosiembra
- Plantación de árboles y arbustos en toda la superficie de talud, utilizando las anteriores especies en una densidad en torno a los 1.500 pies por hectárea, distribuyéndolas irregularmente a lo largo de todo el terreno.

#### PEL. Plantación en espacios libres y tramos de carretera fuera de uso.

Este tipo de plantaciones se realizará en las zonas neoformadas de los enlaces previstos y espacios libres entre la futura vía y los caminos y carreteras existentes, además de los tramos de carretera fuera de uso. Para ello se han diseñado grupos de especies que conforman una especie de bosque.

Cada bosque puede ser diseñado alternando especies arbóreas de porte elevado y especies arbustivas de diferentes tamaños, a base de especies similares a las existentes en los espacios libres de las vías actuales y con una densidad de 1 Ud/12 m<sup>2</sup>.

Tabla 96. Composición de la plantación en espacios libres y tramos de carretera fuera de uso

Nombre científico	Nombre común	Porcentaje
<i>Olea europaea sylvestris</i>	Acebuche	25%
<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	25%
<i>Tamarix gallica</i>	Taraje	25%
<i>Retama spaherocarpa</i>	Retama	25%

Todas estas superficies de plantación arriba indicadas habrán sido previamente tratadas mediante modelado del terreno, siembra y aporte de tierra vegetal.

#### PODT. Plantación en ODT

Este tipo de plantación se implantará en la embocadura de las obras de drenaje transversal, al pie de los terraplenes con el fin de reducir al máximo el efecto erosivo de los cauces de agua. Todas las ODTs

proyectadas se van a adaptar como paso de fauna sirviendo esta plantación como guía y refugio de la fauna que utilice los pasos.

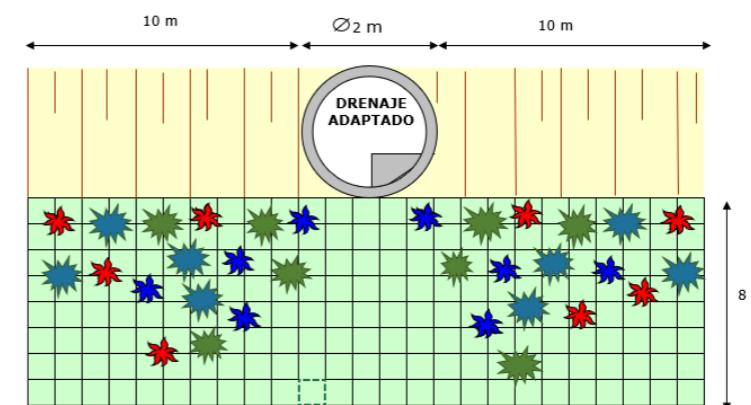
La plantación ocupará los 8 metros existentes entre la carretera y el derrame del terraplén con un ancho a cada lado de la embocadura de 10 m. Las especies se distribuirán en 2 bandas, una primera banda oblicua, la más cercana al cauce, con especies como la adelfa y la zarza. En la segunda banda, más alejada del cauce aparece la presencia de rosal silvestre, junto al taraje. El tratamiento consiste en:






- Escarificado superficial del terreno
- Extendido de tierra vegetal de 30 cm
- Siembra
- Plantación de árboles y arbustos de especies arbóreas y arbustivas formando bandas directoras hacia el ODT con una densidad de 16 ud/80 m<sup>2</sup>. Las especies son las siguientes:

Tabla 97. Composición de la plantación en ODTs

Nombre científico	Nombre común	Ud (pies/80 m <sup>2</sup> )
<i>Rosa canina</i>	Rosal silvestre	4
<i>Tamarix gallica</i>	Taraje	4
<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarza	4
<i>Nerium oleander</i>	Adelfa	4

En la figura siguiente se puede ver la composición y distribución de la plantación.



SIMBOLO	ESPECIES	Nº TOTAL	DENSIDAD
	<i>Nerium oleander</i>	16	4 ud/80 m <sup>2</sup>
	<i>Tamarix gallica</i>	16	4 ud/80 m <sup>2</sup>
	<i>Rosa canina</i>	16	4 ud/80 m <sup>2</sup>
	<i>Rubus ulmifolius</i>	16	4 ud/80 m <sup>2</sup>
	Área tratada : Tierra vegetal + siembra	352 m <sup>2</sup>	

El Nº total corresponde a las 2 márgenes

Imagen 96. Esquema de la plantación tipo ODT

### PG. Plantación en glorietas.

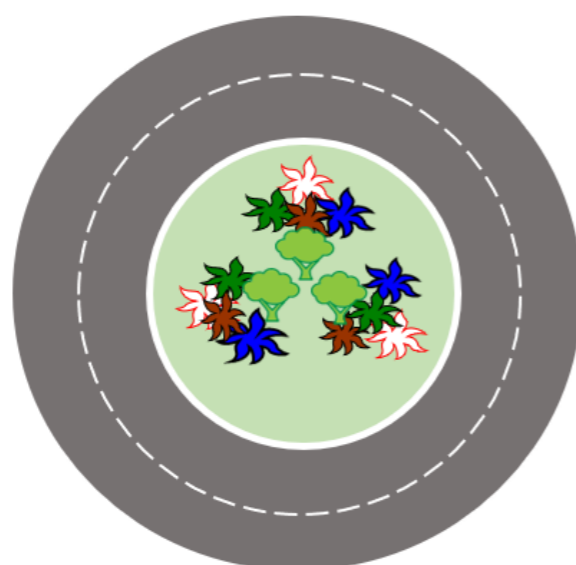
Para el diseño de las plantaciones en las glorietas de los enlaces se han tenido en cuenta los aspectos funcionales de la visibilidad, pero en cualquier caso se deberá comprobar "in situ" de manera previa a la plantación y teniendo en cuenta el tamaño real presentado por las plantas, que la disposición de las unidades no impide la visibilidad de los vehículos que acceden al enlace por cualquiera de sus ramales. Como mínimo se dejarán los 4 primeros metros sin plantar para asegurar la visibilidad que se cubrirán de gravilla sobre malla antihierba.

En la parte central de las glorietas se van a implantar 3 bosquetes de especies arbóreas y arbustivas. Los bosquetes tendrán 25 m<sup>2</sup> compuesto por 5 ejemplares de las siguientes 5 especies:

Tabla 98. Composición de la plantación en glorietas

Nombre científico	Nombre común	Uds
<i>Nerium oleander</i>	Adelfa	3
<i>Olea europaea sylvestris</i>	Acebuches	3
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmito	3
<i>Pistacia lentiscus</i>	Lentisco	3
<i>Retama sphaerocarpa</i>	Retama	3

En la figura siguiente se puede ver la composición y distribución de la plantación.









SIMBOLO	ESPECIES	Nº TOTAL	DENSIDAD
	<i>Olea europaea sylvestris</i>	3	1 ud/25 m <sup>2</sup>
	<i>Nerium oleander</i>	3	1 ud/25 m <sup>2</sup>
	<i>Pistacia lentiscus</i>	3	1 ud/25 m <sup>2</sup>
	<i>Retama sphaerocarpa</i>	3	1 ud/25 m <sup>2</sup>
	<i>Chamaerops humilis</i>	3	1 ud/25 m <sup>2</sup>
	Área tratada : Tierra vegetal + siembra		

Imagen 97. Esquema de la plantación tipo PG

### • Características a presentar por las especies vegetales seleccionadas para las plantaciones.

Las especies vegetales seleccionadas para realizar las plantaciones diseñadas procederán de viveros acreditados y cercanos, entendiéndose como tal los desarrollados en la zona y deberán cumplir los requisitos mínimos definidos en este apartado.

Se debe comprobar por parte del contratista que las especies propuestas para esta actuación pueden conseguirse en los viveros de la zona. En caso contrario ha de preverse la obtención de las plantas con la antelación suficiente a la ejecución de la actuación mediante recolecta de semillas y siembras y posterior mantenimiento en viveros temporales hasta el momento de la plantación.

Para garantizar su implantación y agarre en el terreno, a las plantas seleccionadas es necesario exigirles un nº de años de vida (que en las especies vegetales vienen definidos mediante savias) y unas dimensiones acordes con estas savias. Las dimensiones quedan establecidas por la altura de la planta y el diámetro del tronco principal. El conjunto de estos datos nos proporcionará la información necesaria para conocer si estas han sido obtenidas mediante un correcto desarrollo en vivero desde su siembra, o por el contrario han sido forzadas o si durante su crecimiento han pasado por algún tipo de anomalía (plaga, deficiencias de luz, carencias...etc.) que pudiese poner en peligro su correcta implantación en el terreno.

Por tanto, para cada planta a utilizar en el desarrollo de las plantaciones en talud propuestas se les han definido los parámetros mínimos que en cuanto a características físicas (altura, edad (nº savias) y diámetro) deben presentar para su implantación en el terreno. Ello no significa necesariamente, que la planta que suministre el contratista que resulte adjudicatario de las obras, deba encajar perfectamente con las medidas definidas aquí, sino que debe entenderse que éstas serán las medidas mínimas a presentar para cada planta pedida, pudiendo el contratista suministrar plantas de valores mayores a los referenciados en cada caso. Lo que no se aceptará en ningún caso son plantas con valores inferiores a los definidos.

Tabla 99. Valores para aceptación de plantas

Arbustos	H>=cm	Nº Savias	Hoyo (cm)	Suministro
<i>Nerium oleander</i>	40/60	2	40x40x40	Contenedor forestal C-14 (1,4 litros)
<i>Retama sphaerocarpa</i>	40/60	2	40x40x40	Contenedor forestal C-14 (1,4 litros)
<i>Rosa canina</i>	40/60	2	40x40x40	Contenedor forestal C-14 (1,4 litros)
<i>Rubus ulmifolius</i>	40/60	2	40x40x40	Contenedor forestal C-14 (1,4 litros)
<i>Rhamnus lycioides oleoides</i>	40/60	2	40x40x40	Contenedor forestal C-14 (1,4 litros)
<i>Phlomis purpurea</i>	40/60	2	40x40x40	Contenedor forestal C-14 (1,4 litros)
<i>Myrtus communis</i>	40/60	2	40x40x40	Contenedor forestal C-14 (1,4 litros)
<i>Quercus coccifera</i>	40/60	2	40x40x40	Contenedor forestal C-14 (1,4 litros)
<i>Chamaerops humilis</i>	40/60	2	40x40x40	Contenedor forestal C-14 (1,4 litros)
<i>Pistacia lentiscus</i>	40/60	2	40x40x40	Contenedor forestal C-14 (1,4 litros)
Arboles	H>=cm	Nº Savias	Hoyo (cm)	Suministro
<i>Olea europaea sylvestris</i>	100/125	2	60x60x60	Contenedor forestal C-17 (3,5 litros)

Arbustos	H>=cm	Nº Sabias	Hoyo (cm)	Suministro
<i>Pinus halepensis</i>	100/125	2	60x60x60	Contenedor forestal C-17 (3,5 litros)
<i>Tamarix gallica</i>	60/80	2	40x40x40	Contenedor forestal C-17 (3,5 litros)

- **Tratamientos de restauración, revegetación e integración paisajística de las zonas auxiliares (instalaciones, accesos, etc).**

En todas las superficies de las diferentes zonas de actuación en las que se haya producido una compactación del suelo como consecuencia del desarrollo de las obras (zonas de acopios, caminos provisionales de obra, etc.) se prescribe como medida correctora la realización de las labores necesarias para descompactar dichos suelos. El objetivo es favorecer la implantación de semillas y consecuentemente la regeneración natural.

Posteriormente, el extendido de la tierra vegetal debe de realizarse sobre el terreno ya remodelado de forma que se ocasione la mínima compactación. Para proporcionar un buen contacto entre el material superficial existente y la tierra vegetal a añadir se debe escarificar la superficie antes de cubrirla.

El extendido de la tierra vegetal sobre las superficies creadas por la obra no tendrá un espesor inferior a 30 cm.

Finalmente, se aplicará el tratamiento de revegetación propuesto, consistente en la siembra descrita en el apartado □.

- **Operaciones de conservación y mantenimiento para las plantaciones diseñadas.**

Aunque al elegir las especies vegetales se han seleccionado aquellas que mejor se adapten a las características del medio, es indispensable realizar labores de mantenimiento y conservación para asegurar un desarrollo satisfactorio de los vegetales, al menos hasta que alcancen un estado que no haga necesarias más que ligeras actuaciones periódicas.

Estas labores de conservación y mantenimiento que a continuación se describen, serán valoradas independientemente de los precios unitarios de ejecución de la unidad de plantación.

Con estas operaciones de mantenimiento y conservación se trata de conseguir unos objetivos funcionales y estéticos entre los que destacamos:

- Mantener una capa vegetal, más o menos continua, capaz de controlar la erosión de taludes.
- Impedir que la vegetación obstaculice el drenaje o invada la superficie de la plataforma.
- Mantener la perfecta visibilidad en curvas e intersecciones.
- Mantener despejadas y visibles las señales verticales.
- Limitar el riesgo de incendios y su propagación.
- Controlar la vegetación perjudicial para los cultivos agrícolas adyacentes.
- Crear un entorno que sea agradable al usuario de áreas de servicio y zonas de descanso.
- Realzar el trazado de la carretera y sus elementos más característicos: estructuras, intersecciones, etc.

- Permitir la utilización de medios mecánicos en las operaciones de conservación integral de la carretera.

El conjunto de las labores que han de realizarse para conservar las plantaciones en perfecto estado técnico, funcional y ornamental, son las siguientes:

- Riegos.
- Podas.
- Escardas y binas.
- Mantenimiento de alcorques.
- Instalación de vientos y tutores.
- Abonados.
- Tratamientos fitosanitarios.

*[7.19.2.7] Propuesta para el proyecto de restauración paisajística e integración ambiental*

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, la restauración paisajística e integración ambiental relativa a las medidas incorporadas en la documentación complementaria y recogidas en el apartado b.7 de la DIA se define a nivel de proyecto de trazado específicamente en el Apéndice IV del anejo de integración ambiental, que deberá desarrollarse posteriormente en fase de proyecto constructivo.

Así, complementariamente al diseño del trazado de la autovía SE-40 a su paso sobre los ríos Guadalquivir y Guadaira entre los municipios de Coria del Río y Dos Hermanas, se plantea que, en el espacio resultante bajo éste, se desarrolle un parque periurbano de carácter fundamentalmente natural donde la ciudadanía pueda realizar actividades de ocio.

El espacio disponible para construir el parque bajo este tramo, cuenta con unas noventa y cinco hectáreas y forma parte del plan paisajístico incorporado en el Estudio de Impacto Ambiental presentado.

A pesar de la amplia escala en el territorio, el diseño de este parque periurbano se aborda desde la intención de generar un espacio amplio en el que estar, no un espacio solamente por el que pasar o cruzar. Para suscitar interés en la población y provocar que el parque se utilice como un lugar de estancia, además de los elementos de ambientación (como luminarias, bancos, papeleras, fuentes potables, etcétera), de los elementos de recreación (juegos infantiles y adultos, carril bici, etcétera) y de los elementos de salud e higiene (baños, zonas de residuos, etcétera), es necesario aportar otro tipo de espacios para realizar actividades más arraigadas al lugar. En respuesta a ello, se realizan algunas operaciones extra, como por ejemplo son la rehabilitación de un edificio existente dentro del área de trabajo (y su cambio de uso) para transformarlo en centro de visitantes y en observatorio de aves o la propuesta de generar un área para huertos sociales autogestionados.

Debido a la configuración hidrográfica del emplazamiento, el parque está dividido en dos partes principales, una a cada orilla del río Guadalquivir. La mayor superficie está situada en la margen izquierda (al este) y cuenta con unas sesenta hectáreas. Se trata de la zona "Enterríos", ubicada entre el río Guadalquivir y el río Guadaira, quedando incluida en el término municipal de Dos Hermanas. La otra superficie principal, de menor escala, cuenta con unas treinta y cinco hectáreas aproximadamente. Se sitúa en la margen derecha (al oeste) y queda incluida en los términos municipales de Palomares del Río y de Sevilla.

Dentro de estas dos principales superficies, se delimitan unas áreas que se conciben como espacios principales, caracterizados por estar más urbanizados (con paseos, parterres para jardines, etcétera) y contenidos dentro del vallado, que se diferencian de otras áreas más concebidas como pre-parque, en las que el medio es fundamentalmente natural, como las proximidades a las orillas del río o los taludes de las carreteras. Destaca también la propuesta de un área que estaría entre éstas últimas, en la zona "Entreríos", que sirve como paseo natural y cuya principal función es permitir el paso de fauna entre el río Guadalquivir y río el Guadaira, con ochenta metros de anchura en toda su longitud. Esta franja longitudinal, denominada Corredor Verde o Corredor Ecológico, permite tanto el paso de fauna entre los ríos Guadalquivir y Guadaira como la aproximación a viandantes hasta el río desde el término de Dos Hermanas, en caso de que el vallado de la zona principal del parque estuviese cerrado. El trazado de este vallado de la zona principal de parque no interfiere con el carril bici que incorpora el viaducto para permitir cruzar el río a los ciclistas.

El parque se caracteriza fundamentalmente por la presencia y el impacto paisajístico del viaducto en toda su longitud. Los apoyos estructurales de hormigón son una constante que se deben tener en cuenta en la zonificación de los usos y superficies, así como el aspecto de la cara inferior del tablero y su impacto en el soleamiento.

El paisajismo que se plantea en general pretende respetar y trabajar con las características preexistentes de campiña andaluza (especies, tipos de terreno, etcétera) pero incrementando notablemente la densidad arbórea y arbustiva. Éstas pueden aportar nuevos espacios de sombra, aromas, color y otras posibles cualidades.

Cabe destacarse que como se ha indicado anteriormente dentro de las áreas naturales concebidas como pre-parque, destaca la propuesta de un área que estaría entre éstas últimas, en la zona "Entreríos", que sirve como paseo natural y cuya principal función es permitir el paso de fauna entre el río Guadalquivir y río el Guadaira.

Esta franja longitudinal, denominada Corredor Ecológico o Corredor Verde, tiene como punto de partida para su definición el cumplimiento del condicionado de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), que indica: "El objetivo es realizar una recuperación ambiental del corredor con la realización de hidrosiembras y plantaciones arbóreas, con especies propias de la vegetación de ribera. Con estas medidas se creará una nueva superficie forestal de 317.250 m<sup>2</sup> adicionales a las 72.190 m<sup>2</sup> inicialmente previstas en el estudio de impacto ambiental".

Además de lo indicado en la DIA, se toman como referencia las "Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales" (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015). Este documento establece como anchura mínima para el ecoducto 80 m, cifra que a su vez coincide con la anchura menor que presenta el Corredor Verde del Guadiamar, que forma parte de los grandes corredores ecológicos de Andalucía, y que es el doble de la anchura que el corredor verde del Río Guadaira presenta en buena parte de su trazado.

Con el objetivo de cumplir con estas referencias se ha procedido a incrementar el corredor verde inicialmente propuesto en la DIA de forma que se ha propuesto un corredor verde continuo de 80 metros de ancho, adicionales al resto de las áreas de restauración, con una longitud de 2.427 m entre la ribera del río Guadalquivir y la ribera del río Guadaira.

La constitución de este corredor verde entre el Guadaira y Guadalquivir, supondrá una nueva superficie forestal de 194.207 m<sup>2</sup>, que se sumarían al resto de áreas forestales del proyecto.

Este corredor en la zona más próxima al río Guadalquivir se continuaría con el área natural ribera Guadalquivir, que estará constituida por una franja 20 metros de continuación con la vegetación de ribera existente, con una densidad de plantación muy elevada, en una superficie de 6.770 m<sup>2</sup>.

El resto del área natural, denominada área natural alejada del cauce-zona general, se localizaría anexa a las zonas anteriores y presenta una extensión de 268.707 m<sup>2</sup>. El conjunto de áreas naturales, tendría por tanto una superficie total de 469.684 m<sup>2</sup>, en la margen izquierda del Guadalquivir.

Para facilitar la localización de los diferentes tratamientos en el plano 2.12.2.4 se procede a numerar e identificar cada una de las zonas de actuación.



Imagen 98. Vista del área este del proyecto de restauración paisajística e integración ambiental anexo al viaducto (foto izquierda) y vista del Corredor Ecológico o Corredor Verde de 194.207 m<sup>2</sup> entre la ribera del río Guadalquivir y la ribera del río Guadaira (foto derecha).



Imagen 99. Vistas del parque en la zona transición entre el viaducto de aproximación este y el viaducto principal

## [7.20] Sistemas de Transporte Inteligente (ITS)

La estructura del contexto ITS en este proyecto sigue el modelo de referencia estándar de dos niveles, una metodología común en el desarrollo de sistemas ITS. Este modelo permite una visión estructurada y jerárquica de los sistemas y facilita su integración y operación. En el primer nivel, se definen los sistemas físicos y tecnológicos implementados en la vía; en el segundo nivel, se especifican los servicios y aplicaciones que estos sistemas soportan para la gestión del tráfico y la asistencia al usuario.

- Nivel I - Sistemas ITS: Constituido por los sistemas ITS a desplegar en la carretera, orientados en particular a un dominio funcional específico.
- Nivel II - Infraestructura ITS: Formado por los elementos de uso común al servicio de todos los sistemas de la infraestructura, constituida normalmente por las redes de comunicaciones y el centro de procesamiento y control de la vía o tramo en cuestión.

El Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) propuesto se compone de cámaras móviles con zoom para supervisar en tiempo real los puntos críticos del trazado, como intersecciones y áreas propensas a incidentes, desde el Centro de Procesamiento y Control (CC). La transmisión de la señal de vídeo y las señales de telemando de las cámaras IP al Centro de Control se realizará mediante una red de fibra óptica (F.O.) monomodo, conectando cada cámara al switch más cercano y distribuyendo las señales a través de una VLAN con el apoyo de conversores de medio Ethernet/F.O.

En el Centro de Control, una matriz de video virtual de última generación, integrada en el Sistema Centralizado de Control, permitirá gestionar los permisos de visionado, telemando de las cámaras, así como la grabación y reproducción de las imágenes, optimizando así la supervisión y gestión de tráfico en el trazado.

El sistema de conteo y clasificación de vehículos utiliza sensores piezoeléctricos y lazos inductivos instalados en la vía. La configuración consiste en dos espiras electromagnéticas con un sensor piezoeléctrico de clase II entre ellas. Las espiras inductivas, enterradas en el asfalto, detectan vehículos al captar la perturbación de un campo magnético causada por una masa metálica. Este proceso genera una señal cuando un vehículo pasa sobre el lazo. Los sensores piezoeléctricos, por su parte, clasifican los vehículos contando los ejes. Las Estaciones de Toma de Datos (ETD's) recopilan y procesan la información, transformando el paso de un vehículo en una señal eléctrica digital para su análisis.

## [7.21] Obras complementarias

El presente proyecto tiene elementos, accesorios o complementarios que, sin ser imprescindibles para el funcionamiento básico de la carretera, sí resultan convenientes de cara a la conservación y explotación de la infraestructura.

A nivel de proyecto de trazado se definirán con detalle aquellas obras complementarias que tengan influencia sobre las expropiaciones y afecciones del Proyecto, dejando el resto como reseña a expensas de ser desarrolladas con detalle en fase de Proyecto de Construcción.

En total se han analizado los elementos que se mencionan a continuación:

- Iluminación.
- Cerramiento.
- Poste SOS.
- Pantalla Antisuicidio.

- Pantalla Antiviento.
- Pantalla Opaca
- Carril bici.
- Pasos de mediana

En cada uno de estos elementos se han tenido en cuenta las limitaciones de las superficies aeronáuticas de la Base Militar del Copero.

Estas actuaciones se corresponden con las listadas como obras complementarias habituales en la Nota de Servicio 8/2014 de Recomendaciones para la redacción de los Proyectos de Trazado de Carreteras.

### [7.21.1] Iluminación

La definición de la iluminación se ha realizado conforme a lo establecido en el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior (REEIAE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-EA) EA-01 a EA-07, aprobadas mediante el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre.

Los niveles de iluminación se determinarán específicamente en base a la Instrucción Técnica ITC-EA-02 de este reglamento.

Los resultados se han obtenido utilizando el software DIALux evo 12.1, tomando como referencia el catálogo y la tarifa de iluminación profesional de Philips. Estos resultados pueden consultarse en el Apéndice I del Anejo nº 18.

### [7.21.2] Cerramiento

El cerramiento será de ancho de malla progresivo acompañado de diversos dispositivos de escape con el fin de facilitar la salida de los animales que hubieran podido acceder al interior de la autovía.

El cerramiento longitudinal de la nueva infraestructura será continuo y servirá para dirigir la fauna hacia los pasos. Asimismo, para evitar el acceso de la fauna doméstica a la calzada y su atropello, la valla irá enterrada un mínimo de 30 cm.

La malla alcanzará una altura de 1,60 m (más 30 cm enterrados) para evitar el paso de animales sobre ella. Este vallado irá dispuesto perimetralmente, a 8,0 m de la arista exterior de los taludes de desmonte y terraplén de la autovía. Dicha distancia se reducirá a 3,0 m coincidiendo con los ramales de enlace y a 1,00m en casos de vías de servicio y caminos.

Por su parte, se dispondrán en el cerramiento de la autovía puertas de acceso de doble hoja por razones de explotación y conservación.

La valla de cerramiento está formada por una retícula de alambres de acero galvanizado entrelazados horizontal y verticalmente formando cuadrículas. Esta malla irá sujeta por postes verticales conformados por tubos de acero galvanizado anclados al terreno mediante dados de hormigón HM20.

Por otro lado, hay que considerar el hecho de que a menudo los animales consiguen burlar el cerramiento hacia el interior de la vía, bien porque consiguen atravesarlo (en puntos con desperfectos) o porque se introducen por las discontinuidades que suponen los enlaces con otras carreteras. Si el cerramiento es total, una vez que el animal se encuentra dentro de la vía no puede escapar y al final parece atropellado. Hay que instalar por tanto puertas abatibles, trampillas y rampas de escape que permitan la salida de la

vía (el animal suele recorrer el cerramiento hasta que encuentra una irregularidad en él que le permite escapar). Estos dispositivos de escape son elementos de seguridad vial que complementan el cerramiento, evitando las posibles colisiones de estas invasiones accidentales. Estos dispositivos responden al principio de unidireccionalidad, de forma que siempre puedan salir los animales de la vía hacia las áreas adyacentes, pero nunca pueda utilizarse para introducirse en la carretera.

El cerramiento sirve para impedir el acceso de los animales a la vía y las estructuras de escape minimizarán el riesgo de colisión por la posibilidad de que el vial sea invadido, por lo que se situarán tanto en las proximidades de aquellas zonas donde se espera un mayor trasiego de animales, como en las cercanías de los enlaces viales y poblacionales (donde suelen ser más comunes las invasiones por animales domésticos, tales como perros y gatos) en donde las discontinuidades en el cerramiento incrementen dicho riesgo.

Los dispositivos de escape se colocarán de manera alternada para cada lado de la vía. La distancia recomendada en este caso entre los dispositivos para cada lado de la vía es de 500 a 1000 metros, disponiéndose al trespelillo en cada margen del tronco.

#### [7.21.3] Postes SOS

De acuerdo con las últimas tendencias y las recomendaciones de la Dirección General de Tráfico, la instalación de Postes SOS ha caído en desuso en zonas con cobertura telefónica móvil suficiente, limitando su instalación a tramos de túneles o zonas sin suficiente red.

En el caso del presente proyecto, se ha comprobado que la cobertura móvil mínima (red 2G, suficiente para llamadas de voz) de la red de Movistar es alta en toda la traza del proyecto, por lo que se asegura la cobertura de la red para llamadas de emergencia para cualquier operador de telefonía, justificándose pues la no instalación de postes SOS en el presente proyecto.

#### [7.21.4] Pantalla Antisuicidio

La pantalla antisuicidio es un sistema de seguridad diseñado para prevenir caídas accidentales o intencionadas desde un puente, actuando como una barrera física eficaz. Esta estructura se instala a lo largo de los bordes laterales del puente, protegiendo tanto a peatones como a ciclistas, y restringiendo el acceso a zonas peligrosas. Su implementación resulta especialmente crucial en puentes con un alto flujo de tráfico peatonal o en aquellos ubicados a gran altura, donde el riesgo de caída es considerable.

En este proyecto, la pantalla se instalará en el extremo del viaducto principal que incluye carril bici, garantizando así la seguridad de todos los usuarios de la infraestructura.

#### [7.21.5] Pantalla Antiviento

La pantalla antiviento es una estructura diseñada específicamente para reducir el impacto de los vientos en el puente, garantizando la seguridad de los usuarios y preservando la integridad de la infraestructura. Estas pantallas suelen ubicarse en los puntos más expuestos de la estructura, como los laterales de los viaductos o en las zonas superiores de los estribos, donde el flujo de aire es más intenso y puede representar un riesgo para la seguridad vial y estructural.

En este caso particular, la pantalla antiviento se instala a lo largo del viaducto principal, a partir del p.k. 1+950. En una de las márgenes, se encuentra ubicada a 0,4 m de la protección continua que delimita el carril bici y a 1,5 m del pretil. En la margen opuesta, la pantalla se sitúa en el extremo del viaducto, también a 1,5 m del pretil.

#### [7.21.6] Pantalla Opaca

Una pantalla opaca es una barrera diseñada para bloquear la visibilidad entre dos áreas, impidiendo la transmisión de luz y la observación directa. Estas estructuras se utilizan en diversos contextos para garantizar privacidad, seguridad o para minimizar el impacto visual de ciertas instalaciones.

En este caso, se ha implementado una pantalla opaca con el propósito de reducir la visibilidad desde el exterior hacia las instalaciones militares de la base El Copero.

La pantalla opaca se sitúa en el tronco principal, en el margen derecho, entre los puntos kilométricos 1+246 y 1+950.

#### [7.21.7] Carril bici

El presente proyecto contempla la definición detallada del carril bici, distinguiéndose tres tipos principales de secciones. En primer lugar, se incluyen los ramales de enlace en terraplén, destacándose dos casos específicos: el Enlace A-8058, diseñado para conectar con la propuesta Metropolitana de Vía Ciclista, y el Enlace El Copero, que enlazará tanto con el Corredor Verde Metropolitano de Sevilla como con el itinerario de movilidad no motorizada propuesto en el eje del río Guadalquivir.

En segundo lugar, se prevén dos pasos inferiores: uno situado en las proximidades de la EDAR de Aljarafe, que cruza la A-8058, y otro en una de las márgenes del río Guadaira. Este último también garantizará la conexión con el Corredor Verde Metropolitano de Sevilla, al igual que el ramal del Enlace del Puerto.

Por último, se proyecta una sección destinada a estructuras específicas, como el viaducto principal, el ramal del Enlace El Copero, el Enlace A-8058 y la pasarela ubicada en la margen opuesta del nuevo cauce del río Guadaira, reforzando así la conectividad ciclista en la región.

La sección transversal aquí presentada ha sido diseñada siguiendo los lineamientos especificados en la Guía de Recomendaciones para el Diseño de Infraestructura Ciclista, publicada por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en 2024. Esta guía proporciona criterios técnicos y normativos para garantizar la seguridad, accesibilidad y funcionalidad de las infraestructuras ciclistas.

#### [7.21.8] Pasos de mediana

Los pasos de mediana son interrupciones en la separación física entre los dos sentidos de circulación de una carretera de calzadas separadas. Su función principal es facilitar la comunicación entre ambas calzadas en situaciones específicas, como emergencias, operaciones de mantenimiento o gestión del tráfico en casos de accidentes o congestiones.

Estos pasos permiten desviar temporalmente el tráfico de un sentido al otro, creando carriles adicionales o facilitando el acceso de vehículos de emergencia.

En este caso, se han instalado pasos de mediana en el tronco principal en los p.k. 0+260, 0+900, 2+180 y 3+820.

### [7.22] Replanteo

Para garantizar el correcto replanteo de las obras proyectadas, se han materializado hasta un total de 45 bases cubriendo la banda asociada a la traza, procurando satisfacer los siguientes requisitos de implantación:

- Visibilidad con la base anterior y posterior

- Amplio dominio visual de la traza
- Emplazamiento fuera de los límites de la futura afección de la obra
- Señalización duradera

En el Anejo 2. Cartografía y topografía, se indican los aparatos utilizados, el método de observación, las libretas de campo, los datos necesarios para la perfecta definición de todas y cada una de las bases de replanteo y, por último, la memoria de los trabajos ejecutados.

En el Anejo 19. Replanteo se adjuntan las coordenadas X, Y, Z de las bases de replanteo. También se adjuntan los listados de datos que permiten el replanteo de todos los ejes definidos en el proyecto.

En los viales se replantean los puntos del eje equidistantes entre sí con una cadencia de 20 metros, así como los puntos singulares.

### [7.23] Coordinación con organismos y servicios

En el Anejo 20 "Coordinación con Otros Organismos y Servicios", quedan recogidas todas las comunicaciones mantenidas con los diferentes organismos y compañías contactados. Se incluye a continuación, una relación de los Organismos con los que se ha mantenido contacto, así como un resumen de las respuestas que éstos han proporcionado.

La labor se inició en 2021 como parte de la redacción de la fase 2 del anteproyecto. Las comunicaciones posteriores con las compañías de servicios están registradas en el Anejo 22. Reposición de Servicios Afectados.

### [7.24] Expropiaciones

Para la correcta ejecución de las Obras contenidas en el proyecto, se definen tres tipos de afección: la expropiación propiamente dicha, la imposición de servidumbres y la ocupación temporal.

La expropiación de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios y parámetros de la citada Ley afecta a una superficie de 1.434.299 m<sup>2</sup>, de los cuales 1.347.212 m<sup>2</sup> (93,93%) corresponden a terrenos catalogados como suelo rural y 2.912 m<sup>2</sup> (0,20%) como suelo urbanizado. De los restantes, 84.175 m<sup>2</sup> (5,87%) corresponden a afecciones dominio público.

El desglose de las superficies objeto de expropiación en el proyecto se detalla por municipios en el siguiente cuadro de clases de suelo:

Término Municipal	Suelo Rural (m2)	Dominio público (m2)	Suelo Urbanizado (m2)	Totales (m2)
SEVILLA	25.608	7.439	0	33.047
PALOMARES DE RIO	322.810	32.201	578	355.590
LA PUEBLA DEL RIO	491.010	0	0	491.010
DOS HERMANAS	467.734	44.435	2.333	514.502
CORIA DEL RIO	6	100	0	106
ALMENSILLA	40.044	0	0	40.044

Debe significarse que se afecta una (1) vivienda rural, dos (2) almacenes, una (1) construcción deportiva (piscina) y cinco (5) edificaciones agrarias.

La imposición de servidumbres afecta a una superficie total de 2.656 m<sup>2</sup>, con el siguiente desglose por municipios:



Término Municipal	Suelo Rural (m <sup>2</sup> )		Dominio público (m <sup>2</sup> )		Suelo Urbanizado (m <sup>2</sup> )		Totales (m <sup>2</sup> )
	Aérea	Subterránea	Aérea	Subterránea	Aérea	Subterránea	
SEVILLA	0	0	0	0	0	0	0
PALOMARES DE RIO	0	2.233	0	207	0	117	2.557
LA PUEBLA DEL RIO	0	0	0	0	0	0	0
DOS HERMANAS	99	0	0	0	0	0	99
CORIA DEL RIO	0	0	0	0	0	0	0
ALMENSILLA	0	0	0	0	0	0	0

La superficie de Ocupación Temporal asciende a 93.658 m<sup>2</sup> con el siguiente desglose por municipios (SSAA Reposición Servicios Afectados y desvíos provisionales):

Término Municipal	Suelo Rural (m <sup>2</sup> )	Dominio público (m <sup>2</sup> )	Suelo Urbanizado (m <sup>2</sup> )	Total (m <sup>2</sup> )
SEVILLA	0	0	0	0
PALOMARES DE RIO	1.990	2.030	137	4.157
LA PUEBLA DEL RIO	0	0	0	0
DOS HERMANAS	89.331	0	0	89.311
CORIA DEL RIO	0	170	0	170
ALMENSILLA	0	0	0	0

De la aplicación de los precios unitarios adoptados a las superficies afectadas para los diferentes tipos de aprovechamiento y demás circunstancias, se han obtenido los valores parciales y totales de dichas afecciones, obteniendo un coste de las expropiaciones e indemnizaciones de **CATORCE MILLONES DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS TREINTA EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (14.292.930,44 €)**.

**POR ÚLTIMO Y MUY ESPECIALMENTE HA DE SIGNIFICARSE DE MODO EXPRESO, QUE LA CANTIDAD DETERMINADA ANTERIORMENTE ES EXCLUSIVAMENTE PARA USO Y CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN, Y QUE NECESARIA E INELUDIBLEMENTE HABRÁ DE AJUSTARSE Y CONCRETARSE, DE CONFORMIDAD CON EL MANDATO Y JURISPRUDENCIA CONSTITUCIONAL, EN CADA CASO Y PARA CADA FINCA AFECTADA, EN EL PRECEPTIVO EXPEDIENTE EXPROPIATORIO QUE FORZOSA Y NECESARIAMENTE HABRÁ DE INCOARSE.**

En el Anejo 21 se incluye la información pormenorizada, entre la que se encuentran los planos y la relación individualizada de bienes y derechos afectados.

### [7.25] Reposición de servicios

Los servicios afectados incluidos en este apartado comprenden infraestructuras de las redes de saneamiento, abastecimiento de aguas, hidrocarburos, energía eléctrica y telecomunicaciones.

Partiendo de la información del anteproyecto, se realizaron las comunicaciones pertinentes con las compañías afectadas.

Tras la consulta a INKOLAN, información recogida en la coordinación con otros organismos. y con el fin de identificar los servicios afectados por trazado objeto de este proyecto, se detectó la afección a servicios pertenecientes a Exolum, Enagás, Endesa, Telefónica y Lyntia.

Una vez identificados todos los servicios afectados convenientemente mediante un trabajo exhaustivo de campo que ha comprendido la identificación en cartografía, reportaje fotográfico y coordinación con

las empresas suministradoras y propietarias de dichos servicios, se ha procedido al diseño de las reposiciones y/o protección de cada uno de ellos en los casos que ha sido necesario.

Además, se ha efectuado una campaña topográfica específica de los diferentes elementos de los servicios identificados más singulares, así como de aquellos datos necesarios para confirmar la afección o no, de los mismos.

Cada uno de los servicios afectados se han identificado por compañías suministradoras, denominándolos como a continuación se indica:

- SA-ALJ: Servicios Afectados de Aljarafesa.
- SA-EMA: Servicios Afectados de Emasesa.
- SA-EXO: Servicios Afectados de Exolum
- SA-ENA: Servicios Afectados de Enagás transporte S.A.U.
- SA-END: Servicios Afectados Endesa S.A.
- SA-TEL: Servicios Afectados de Telefónica de España, S.A.U.
- SA-LYN: Servicios Afectados de Lyntia.

#### [7.25.1]• Red de Saneamiento.

La propiedad titular de la red de saneamiento que es afectada es Aljarafesa (SA-ALJ). Se han identificado varias redes de saneamiento en la margen derecha del Río Guadalquivir.

Para asegurar la integridad de las tuberías y facilitar su mantenimiento, se proyecta el desvío y la protección de las tuberías, según proceda. Las propuestas de reposición irán ligadas a adecuarse a las fases de obra del proyecto y además a tratar de afectar lo menos posible al servicio prestado.

Previo a cualquier desviación, se garantizará en todo momento el suministro y vertido montando instalaciones provisionales. Además, los cambios en el trazado producirán un aumento del recorrido y, por lo tanto, una disminución de la pendiente y de la capacidad de evacuación de la red, por lo que se hará necesaria la comprobación de la capacidad y funcionamiento mediante un sistema de modelización y la compenetración con Aljarafesa

#### [7.25.2]• Red de Abastecimiento.

La propiedad titular de la red de abastecimiento que es afectada es Emasesa (SA-EMA). Se han identificado tuberías de 100, 150 y 500 mm de diámetro que discurren paralela y perpendicularmente a la entrada a Coria del Río.

Para asegurar la integridad de las tuberías y facilitar su mantenimiento, se proyecta el desvío y la protección de las tuberías, según proceda. Las propuestas de reposición irán ligadas a adecuarse a las fases de obra del proyecto y además a tratar de afectar lo menos posible al servicio prestado.

#### [7.25.3]• Redes Hidrocarburos

La compañía suministradora titular de los oleoductos que son identificados es Exolum (SA-EXO). El trazado de la nueva carretera y sus ramales no afectará a las tuberías de esta empresa.

Sin embargo, será necesario conocer la localización de estas instalaciones para, siguiendo las condiciones técnicas establecidas por la compañía, respetar la zona de seguridad y de servidumbre permanente.

#### [7.25.4]• Redes de Gas Natural

La compañía suministradora titular de los gaseoductos que son identificados es Enagás Transporte S.A.U. (SA-ENA). Se han identificado tuberías de 500 y 760 mm de diámetro que discurren perpendicularmente bajo la futura entrada a Coria del Río.

La solución propuesta para estas afecciones es la protección de las tuberías con losas de hormigón, siguiendo las recomendaciones de la empresa propietaria.

#### [7.25.5]• Redes Eléctricas

La compañía suministradora titular de las instalaciones eléctricas que son afectadas es Endesa S.A. (SA-END). Las líneas eléctricas afectadas son de media tensión.

Si el terreno y la traza del trazado proyectada lo permiten, la reposición de las líneas eléctricas aéreas se realizará en aéreo, sustituyendo los apoyos existentes por otros que cumplan las distancias tanto horizontales como de gálibo contempladas en el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

La reposición de estos servicios afectados consiste en conectar desde el apoyo que definiremos como de partida (que podría ser existente) teniendo en cuenta su función y los esfuerzos longitudinales soportados, para así realizar el cruzamiento bajo las condiciones óptimas y conectar en el apoyo de referencia siguiente.

Se efectuarán los cruzamientos bajo las condiciones de la normativa vigente.

#### [7.25.6]• Redes de Telecomunicaciones.

Las compañías suministradoras titulares de las instalaciones de telecomunicaciones que son afectadas son Telefónica de España, S.A.U. (SA-TEL) y Lyntia (SA-LYN). Las redes de telecomunicaciones afectadas son de pares trenzados de cobre.

Las líneas aéreas existentes son afectadas por el tronco de la autovía o ramales proyectados por coincidencia de postes en zona terraplenada o en desmonte.

La solución adoptada para la reposición de estos servicios consistirá en retranquear los apoyos afectados y sustituirlos por otros que deberán cumplir la misión de finales de línea, para convertirla en subterránea en el tramo comprendido entre estos dos apoyos y poder efectuar el cruzamiento transcurriendo por canalización bajo tubos de P.V.C. en zanja adecuada, intercalando arquetas de registro tipo "D" del sistema de Telefónica.

Se construirá un prisma de hormigón para proteger los tubos de PVC de  $\square$  110 mm con hormigón en masa de consistencia blanda y compactado por picado con barra, con el fin de evitar coqueras. Así mismo, se utilizarán soportes distanciadores o cintillos para mantener las distancias entre los tubos de PVC.

Los cruzamientos de las canalizaciones subterráneas se realizarán con el tipo de cable y canalización existentes, con tubos protectores de P.V.C  $\square\square$ 110 $\square$ mm. con sus separadores, enterrados en una zanja y rellenos de hormigón, formando un conjunto compacto.

Por último, las canalizaciones paralelas a los ramales contiguos a la autovía proyectada serán protegidas y rectificadas a un lugar más favorable, según proceda.

En conclusión, el presupuesto de servicios afectados para el proyecto, agrupado por compañías afectadas, quedaría definido como se indica a continuación:

Código	Resumen	ImpPres
09	REPOSICION DE SERVICIOS AFECTADOS	1.363.364,54
09.01	SERVICIOS AFECTADOS EMASESA	55.982,14
09.02	SERVICIOS AFECTADOS ALJARAFESA	1.118.002,29
09.03	SERVICIOS AFECTADOS ENAGAS	26.398,55
09.04	SERVICIOS AFECTADOS ENDESA	94.323,35
09.05	SERVICIOS AFECTADOS TELEFÓNICA	63.938,40
09.06	SERVICIOS AFECTADOS LYNTIA	3.851,87

En el Anejo 22 se incluye la información detallada, así como planos de planta con la ubicación de cada servicio en su situación actual y futura, más los cálculos pertinentes y la valoración económica.

#### [7.26] Plan de obra

La Programación aquí incluida, consiste en un diagrama de barras (Cronograma de Trabajos) en el que se dimensiona en tiempos y así se representan, las distintas partes fundamentales en que puede descomponerse la obra, y sus actuaciones parciales que deberán ejecutarse mes a mes.

El plazo estimado para la completa ejecución de las obras consideradas, será de:

VEINTICUATRO (48) MESES.

En el Anejo 25 se realiza una planificación de las fases y los plazos de la obra.

#### [7.27] Estimación de precios

De acuerdo con el artículo 130 del Reglamento General de la ley de contratos de las Administraciones Públicas, cada precio de ejecución material se calcula mediante la fórmula:

$$P_n = \left(1 + \frac{K}{100}\right) C_n$$

En la que:

⇒  $P_n$  = Es el precio de la Ejecución Material de la unidad correspondiente en euros.

⇒  $C_n$ = Es el coste directo de la unidad en euros, considerándose costes directos:

- La mano de obra, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de Obra, con sus cargas, pluses y seguros sociales.
- Los materiales que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución; a los precios que resulten a pie de obra.

- Los gastos debidos a la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra correspondiente.

⇒  $K$ = Es el porcentaje que corresponde a los costes indirectos, fijado en un 6% para obras terrestres y el cual se desglosa a continuación.

En el Anejo 24 se expone detalladamente la justificación del cálculo de los precios adoptados así como el detalle de la composición de los precios.

#### [7.28] Presupuesto

De acuerdo con las mediciones realizadas en el Documento N° 4 de este Proyecto, y por aplicación de los precios justificados en el Anejo 24 a esta Memoria, se ha obtenido el Presupuesto de Ejecución Material de este Proyecto, cuyo resumen por capítulos se adjunta a continuación:

Código	Resumen	ImpPres
<b>01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES Y EXPLANACION</b>	<b>23.422.855,92</b>
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES	1.988.593,77
01.02	EXPLANACION	16.775.951,69
01.03	TRATAMIENTOS GEOTECNICOS	4.658.310,46
<b>Total 01</b>		<b>23.422.855,92</b>
<b>02</b>	<b>DRENAJE</b>	<b>5.552.081,38</b>
02.01	DRENAJE LONGITUDINAL	4.148.771,30
02.02	DRENAJE TRANSVERSAL	790.244,74
02.03	BALSAS DE DECANTACIÓN	463.537,84
02.04	ENCAUZAMIENTOS	149.527,50
<b>Total 02</b>		<b>5.552.081,38</b>
<b>03</b>	<b>FIRMES</b>	<b>12.129.089,08</b>
<b>04</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>	<b>401.239.105,17</b>
04.01	VIADUCTO	370.429.748,94
04.01.01	VIADUCTO PRINCIPAL	212.513.111,47
04.01.01.01	VIADUCTO DE ACCESO ESTE	70.314.672,78
04.01.01.02	VIADUCTO DE ACCESO OESTE	29.677.668,70
04.01.01.03	TRAMO ATIRANTADO	112.520.769,99
<b>Total 04.01.01</b>		<b>212.513.111,47</b>
04.01.02	VIADUCTOS DE APROXIMACIÓN	157.916.637,47
04.01.02.01	APROXIMACIÓN ESTE LADO DER (incluye el eje 6 y estribo E1 completo)	28.587.975,61
04.01.02.02	APROXIMACIÓN ESTE LADO IZQ (incluye el eje 7)	28.507.050,18
04.01.02.03	APROXIMACIÓN OESTE LADO DER	59.044.564,76
04.01.02.04	APROXIMACIÓN OESTE LADO IZQ	41.777.046,92
<b>Total 04.01.02</b>		<b>157.916.637,47</b>
<b>Total 04.01</b>		<b>370.429.748,94</b>
<b>04.02</b>	<b>ESTRUCTURAS DE ENLACE</b>	<b>30.809.356,23</b>
04.02.01	ESTRUCTURAS ENLACE ESTE	5.520.958,66
04.02.01.01	E-1_PS EJE 8 (RAMAL 5)_CAJÓN ISOSTÁTICO 40m	835.809,34

04.02.01.02	E-2_PS EJE 10 (RAMAL 3)_ CAJÓN ISOSTÁCO 40m	1.088.210,87
04.02.01.03	E-3_EJE 28 (PASARELA CICLISTA)	3.310.249,58
04.02.01.04	E-4_EJE 29 PASO INFERIOR CICLISTA (PI CAJÓN)	286.688,87
Total 04.02.01		<b>5.520.958,66</b>
04.02.02	ESTRUCTURAS ENLACE OESTE	<b>25.288.397,57</b>
04.02.02.01	E-5_PS EJE 12_TAB ISOSTATICO ESVIADO 22.39/24 m VIGAS	2.112.843,40
04.02.02.02	E-6_PS EJE 16 (RAMAL 4)_PUENTE LOSA POST DE 192m (sin pila 49)	3.355.182,66
04.02.02.03	E-7_PI EJE 17 PASO INFERIOR	1.309.147,16
04.02.02.04	E-8_PS EJE 17 (RAMAL 5)_PUENTE LOSA POST DE 52m	1.249.800,03
04.02.02.05	E-9_PS EJE 17 (RAMAL 5) + EJE 20 (RAMAL 3)_PUENTE LOSA POST DE 323m (sin pila 49)	11.431.938,29
04.02.02.06	E-10_PS EJE 19 (RAMAL 7)_PUENTE LOSA POST DE 307m	4.756.389,44
04.02.02.07	E-11_PS EJE 27 PK 0+080_TAB ISOSTATICO ESVIADO 24m VIGAS	874.861,15
04.02.02.08	E-12_PI EJE 68 PASO INFERIOR CICLISTA	198.235,44
Total 04.02.02		<b>25.288.397,57</b>
Total 04.02		<b>30.809.356,23</b>
Total 04		<b>401.239.105,17</b>
05	SEÑALIZACION, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	<b>8.828.894,20</b>
05.01	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	166.646,61
05.02	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	834.610,88
05.03	BALIZAMIENTO	152.441,06
05.04	DEFENSAS	7.675.195,65
Total 05		<b>8.828.894,20</b>
06	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRAFICO	214.713,62
07	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	<b>16.252.566,48</b>
07.01	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS	776.379,54
07.02	PROYECTO DE RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA E INTEGRACIÓN AMBIENTAL	<b>13.356.186,94</b>
07.02.01	MARGEN CORIA	4.870.789,67
07.02.02	MARGEN DOS HERMANAS	8.485.397,27
Total 07.02		<b>13.356.186,94</b>
07.03	GESTION DE RESIDUOS	2.120.000,00
Total 07		<b>16.252.566,48</b>
08	OBRAS COMPLEMENTARIAS	<b>6.788.062,24</b>
08.01	CERRAMIENTO Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	4.153.654,80
08.02	SISTEMA DE TRANSPORTE INTELIGENTE (ITS)	<b>838.192,27</b>
08.02.01	OBRA CIVIL CANALIZACIÓN	163.890,47
08.02.02	SISTEMA CCTV	15.836,54
08.02.03	SISTEMA DE DETECCIÓN DE AFORO VEHICULAR (ETD)	48.824,06
08.02.04	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	70.969,79

08.02.05	SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN DINÁMICA (PMV)	203.844,20
08.02.06	ENERGÍA ITS	31.690,76
08.02.07	ERU's	36.584,92
08.02.08	COMUNICACIONES	130.156,96
08.02.09	PROYECTO	136.394,57
Total 08.02		<b>838.192,27</b>
08.03	ILUMINACIÓN	1.541.402,50
08.04	VARIOS	254.812,67
Total 08		<b>6.788.062,24</b>
09	REPOSICION DE SERVICIOS AFECTADOS	<b>1.362.496,60</b>
09.01	SERVICIOS AFECTADOS EMASESA	55.982,14
09.02	SERVICIOS AFECTADOS ALJARAFESA	1.118.002,29
09.03	SERVICIOS AFECTADOS ENAGAS	26.398,55
09.04	SERVICIOS AFECTADOS ENDESA	94.323,35
09.05	SERVICIOS AFECTADOS TELEFÓNICA	63.938,40
09.06	SERVICIOS AFECTADOS LYNTIA	3.851,87
Total 09		<b>1.362.496,60</b>
10	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	2.100.000,00
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		<b>477.889.864,69</b>

Por aplicación de los vigentes porcentajes de Gastos Generales (13%) y Beneficio Industrial (6%) se obtiene el **Presupuesto Base de Licitación** de **568.688.938,98** euros y, añadiendo la partida correspondiente al Impuesto sobre el Valor Añadido (21%), se obtiene un **Presupuesto Base de Licitación más IVA** estimado de la obra de **688.113.616,17** euros.

[8] Cumplimiento de la regulación vigente equivalente al 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 (artículos 121 a 126)

El presente proyecto cumple con la regulación vigente equivalente a los artículos 121 a 126 del 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.

Dicha equivalencia legislativa en su versión más reciente y de plena vigencia legal se encuentra en los Artículos 231 a 236 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

## [9] Documentos que integran el proyecto de trazado

El presente Proyecto de Trazado "Autovía SE-40. Tramo: Dos Hermanas (A-4 Sur) - Palomares y Coria del Río (A-8058)" se encuentra compuesto por los siguientes documentos:

### DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

- MEMORIA
  - ANEJO Nº 1. ANTECEDENTES
  - ANEJO Nº 2. CARTOGRAFIA
  - ANEJO Nº 3. GEOLOGIA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES
  - ANEJO Nº 4. EFECTOS SÍSMICOS
  - ANEJO Nº 5. CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA
  - ANEJO Nº 6. PLANEAMIENTO Y TRÁFICO
  - ANEJO Nº 7. ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR
  - ANEJO Nº 8. TRAZADO
  - ANEJO Nº 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS
  - ANEJO Nº 10. FIRMES Y PAVIMENTOS
  - ANEJO Nº 11. DRENAJE E INUNDABILIDAD
  - ANEJO Nº 12. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CMIENTACIONES
  - ANEJO Nº 13. ESTRUCTURAS
  - ANEJO Nº 14. REPOSICIÓN DE CAMINOS
  - ANEJO Nº 15. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO
  - ANEJO Nº 16. INTEGRACIÓN AMBIENTAL
  - ANEJO Nº 17. SISTEMAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE
  - ANEJO Nº 18. OBRAS COMPLEMENTARIAS
  - ANEJO Nº 19. REPLANTEO
  - ANEJO Nº 20. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS
  - ANEJO Nº 21. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES
  - ANEJO Nº 22. REPOSICIÓN DE SERVICIOS
  - ANEJO Nº 23. PLAN DE OBRA
  - ANEJO Nº 24. ESTIMACIÓN DE PRECIOS
  - ANEJO Nº 25. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

### DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

### DOCUMENTO Nº 3: PRESUPUESTOS

- 3.1. MEDICIONES
- 3.2. CUADROS DE PRECIOS
- 3.3. PRESUPUESTOS

## [10] Conclusiones

Con todo lo anterior se considera suficientemente explicado y justificado el Proyecto de Trazado que se somete a la Superioridad para su aprobación.

El Ingeniero Director del Proyecto

Fdo.: D. F. Julio Domingo de la Blanca

El Ingeniero Autor del Proyecto

Fdo.: D. Fidel San Emeterio Irastorza

El Ingeniero Autor del Proyecto

Fdo.: D. José Romo Martín