

MEMORIA

ÍNDICE

<p>1. DATOS PREVIOS..... 4</p> <p> 1.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS.....4</p> <p> 1.2. OTROS ANTECEDENTES. ANTECEDENTES TÉCNICOS.....5</p> <p>2. OBJETO DEL PROYECTO DE TRAZADO..... 6</p> <p>3. SITUACIÓN ACTUAL 6</p> <p> 3.1. ASPECTOS TOPOGRÁFICOS6</p> <p> 3.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS6</p> <p> 3.3. ASPECTOS DE USOS DEL SUELO7</p> <p> 3.4. RED DE COMUNICACIONES EXISTENTE7</p> <p>4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO..... 8</p> <p> 4.1. PROBLEMÁTICA Y PROPUESTA DE ACTUACIÓN 8</p> <p> 4.1.1. Principales condicionantes de trazado8</p> <p> 4.1.2. Propuesta de actuación8</p> <p> 4.2. CARTOGRAFÍA UTILIZADA12</p> <p> 4.3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LOS TERRENOS ATRAVESADOS.....13</p> <p> 4.3.1. Geología local13</p> <p> 4.3.2. Resumen de procedencia de materiales14</p> <p> 4.3.3. Riesgos geológicos.....16</p> <p> 4.4. GRADO DE SISMICIDAD16</p> <p> 4.5. DATOS CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS16</p> <p> 4.5.1. Climatología.....17</p> <p> 4.5.2. Características pluviométricas.....17</p> <p> 4.5.3. Características térmicas17</p> <p> 4.5.4. Diario meteorológico.....17</p> <p> 4.5.5. Índices Climáticos18</p> <p> 4.5.6. Coeficientes mensuales para la determinación de días trabajables18</p> <p> 4.5.7. Hidrología18</p> <p> 4.5.8. Máximas precipitaciones diarias18</p> <p> 4.5.9. Caudales de diseño.....19</p> <p> 4.6. DATOS DE PLANEAMIENTO Y TRÁFICO20</p> <p> 4.6.1. Información de planeamiento urbanístico20</p> <p> 4.6.2. Estudio de tráfico23</p> <p> 4.6.3. Datos de partida23</p> <p> 4.6.3.1. Demanda futura24</p> <p> 4.6.3.2. Niveles de servicio24</p> <p> 4.6.4. Análisis del cambio de velocidad en el tronco.....26</p> <p> 4.6.5. Categoría del tráfico pesado para el dimensionamiento del firme27</p> <p> 4.6.6. Conclusiones.....28</p>	<p> 4.7. GEOTECNIA DEL CORREDOR 28</p> <p> 4.7.1. Materiales de la traza 28</p> <p> 4.7.2. Estudio de Rellenos..... 31</p> <p> 4.7.3. Estudio de Desmontes 34</p> <p> 4.8. TRAZADO 35</p> <p> 4.8.1. Consideraciones iniciales 35</p> <p> 4.8.2. Condicionantes de diseño 36</p> <p> 4.8.3. Descripción de la solución adoptada 38</p> <p> 4.8.4. Resumen de parámetros en planta..... 39</p> <p> 4.8.5. Resumen de parámetros en alzado..... 41</p> <p> 4.8.6. Características particulares en alzado..... 41</p> <p> 4.8.7. Sección transversal 42</p> <p> 4.8.8. Definición geométrica de las secciones tipo del proyecto 48</p> <p> 4.8.8.1. Arcenes y bermas..... 48</p> <p> 4.8.8.2. Calzadas 48</p> <p> 4.8.8.3. Peraltes 48</p> <p> 4.8.8.4. Taludes..... 48</p> <p> 4.8.8.5. Cunetas 48</p> <p> 4.8.9. Carriles de cambio de velocidad 49</p> <p> 4.8.10. Ganancias o pérdidas de carril 49</p> <p> 4.8.11. Sobreanchos en curva 50</p> <p> 4.8.12. Otras consideraciones..... 50</p> <p> 4.8.12.1. Aprovechamiento de firmes 50</p> <p> 4.8.12.1. Estudio de visibilidad 50</p> <p> 4.9. MOVIMIENTO DE TIERRAS..... 50</p> <p> 4.10. FIRMES Y PAVIMENTOS 54</p> <p> 4.10.1. Datos de firme existente 55</p> <p> 4.10.2. Tráfico 55</p> <p> 4.10.3. Explanada..... 55</p> <p> 4.10.4. Secciones de firme 55</p> <p> 4.10.5. Análisis de aprovechamiento de firmes 63</p> <p> 4.10.6. Aspectos constructivos 64</p> <p> 4.11. DRENAJE 64</p> <p> 4.11.1. Drenaje transversal 64</p> <p> 4.11.2. Drenaje longitudinal..... 65</p> <p> 4.11.3. Drenaje de la plataforma 65</p> <p> 4.11.4. Drenaje de las áreas adyacentes..... 67</p> <p> 4.12. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS 67</p> <p> 4.12.1. ESTRUCTURA E-1..... 67</p> <p> 4.12.2. ESTRUCTURA E-2..... 68</p> <p> 4.12.3. ESTRUCTURA E-3..... 69</p> <p> 4.12.3.1. Apoyos intermedios 69</p> <p> 4.12.3.2. Estribos 69</p> <p> 4.12.4. ESTRUCTURA E-4..... 70</p> <p> 4.12.5. MUROS..... 70</p> <p> 4.12.1. RECOMENDACIONES ADICIONALES 71</p> <p> 4.12.2. OTRAS ESTRUCTURAS 71</p>
--	---

4.13.	ESTRUCTURAS	73	5.	CUMPLIMIENTO DE LA LEY 9/2017, DE 8 DE NOVIEMBRE, DE CONTRATOS DEL SECTOR PÚBLICO, Y DEL R.D. 1098/2001 DEL REGLAMENTO GENERAL DE CONTRATOS DE LA ADMINISTRACIONES PÚBLICAS (ARTÍCULO 125)	100
4.13.1.	Estructura E-1	73	6.	NORMATIVA APLICADA	100
4.13.2.	Estructura E-2	74	7.	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO DE TRAZADO	102
4.13.3.	Estructura E-3	74	8.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	102
4.13.4.	Estructura E-4	75			
4.13.5.	Muro	75			
4.13.6.	Muro de mediana	76			
4.13.7.	Estructuras soporte de las luces de aproximación del aeropuerto de Sevilla	76			
4.13.8.	Pantallas acústicas	77			
4.13.9.	Obras de drenaje	77			
4.14.	REPOSICIÓN DE CAMINOS	78			
4.14.1.	Descripción de los ejes	78			
4.15.	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	79			
4.15.1.	Fase 1	79			
4.15.2.	Fase 2	80			
4.15.3.	Fase 3	80			
4.15.4.	Fase 4	80			
4.15.5.	Fase 5	81			
4.15.6.	Fase 6	81			
4.15.7.	Secciones de firme a emplear	82			
4.16.	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	82			
4.16.1.	Señalización horizontal	82			
4.16.2.	Señalización vertical	82			
4.16.3.	Pórtico señalización variable	82			
4.16.4.	Balizamiento	82			
4.16.5.	Defensas	82			
4.17.	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	83			
4.17.1.	Descripción del medio	84			
4.17.2.	Medidas preventivas y correctoras	84			
4.17.3.	Programa de Vigilancia Ambiental	84			
4.18.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	84			
4.18.1.	Cerramiento de la Autovía	84			
4.18.2.	Cerramiento del aeropuerto de Sevilla	84			
4.18.3.	Hitos de deslinde	84			
4.19.	REPLANTEO	85			
4.20.	COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS	85			
4.20.1.	Análisis de afección al Aeropuerto de Sevilla	93			
4.21.	EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES	94			
4.22.	REPOSICIÓN DE SERVICIOS	95			
4.23.	PLAN DE OBRA	97			
4.24.	ESTIMACIÓN DE PRECIOS	99			
4.25.	PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	99			

MEMORIA

El presente documento recoge de forma resumida los aspectos más relevantes del Proyecto de Trazado de la "Reforma del enlace de la Autovía del Sur (A-4) con la SE-20 (p.k. 0)." Provincia de Sevilla. (Clave: TS/25-SE-15100).

1. DATOS PREVIOS

En el Anejo 1, *Antecedentes*, se recoge y analiza toda la información y documentación disponible, tanto desde el punto de vista técnico como administrativo, relacionada con la redacción del Proyecto de Trazado de la "Reforma del enlace de la Autovía del Sur (A-4) con la SE-20 (p.k. 0)", que por su contenido supone influencia en la elaboración del mismo. A continuación, se incluye una reseña de los más relevantes.

1.1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

Con fecha **21 de octubre de 2011** el Subdirector General de Explotación y Gestión de Red informa favorablemente, en lo referente a su afección a la Red de Carreteras del Estado, como consulta previa de viabilidad, la ejecución del "Enlace de la SE-35 con la A-4, Autovía del Sur, en el p.k. 534. Tramo: Aeropuerto-Sevilla", de la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, con las siguientes prescripciones:

- Se deberá presentar un proyecto de construcción para la autorización de las obras, que se someterá al trámite de información pública.
- Deberá programarse la cesión de la carretera SE-20 al Ayuntamiento de Sevilla, para lo que debería cumplir:
 - Que el siguiente tramo a ejecutar sea el tramo "SE-20 a A-4".
 - Que previamente al inicio de las obras del enlace entre SE-35 y A-4 se haya formalizado el convenio por el que el Ayuntamiento de Sevilla asuma la titularidad en su totalidad de la carretera estatal SE-20

Con fecha **20 de septiembre de 2012** se firmó el **Protocolo de colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla para la ejecución del proyecto "Ronda Urbana "SE-35", tramo comprendido entre la Avenida Emilio Lemos y la carretera A-8008"** y para la cesión de la carretera SE-20, y de otros dos tramos urbanos de la N-630, al Ayuntamiento de Sevilla, en el que se fijaba el marco general, las pautas y metodología para:

- Establecer la participación del Ministerio de Fomento en la ejecución y financiación de la actuación "Ronda Urbana "SE-35", tramo comprendido entre la Avenida Emilio Lemos y la carretera A-8008", así como fijar la titularidad del enlace futuro entre A-4 y SE-35, su conservación y explotación.
- La cesión de la titularidad de la SE-20 y de dos tramos urbanos de la N-630 al Ayuntamiento de Sevilla.

Con fecha **15 de Julio de 2013** el Ayuntamiento de Sevilla presentó el Documento Técnico para la Información Pública del "Proyecto de Ronda Urbana SE-35. Tramo: Avenida Emilio Lemos-Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)", a la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, al objeto de que se inicie el trámite de información pública.

Con fecha **19 de agosto de 2013**, el Subdirector General de Explotación y Gestión de Red, resolvió autorizar a la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental para proceder al **trámite de información pública del Documento Técnico relativo al "Proyecto de Ronda Urbana SE-35. Tramo: Avda. Emilio Lemos-Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)"** a los efectos del art. 104.5 del Reglamento General de Carreteras y de la Disposición Cuarta de la Orden FOM/2873/2007.

Durante el trámite de información pública, se procede a la publicación del Anuncio de la misma en el BOE (10-10-2013) y en el BOP de Sevilla (2-11-2013), así como a su exposición en el tablón de edictos del Ayuntamiento (18-09-2013).

Con fecha **27 de junio de 2014**, la Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla presenta un escrito en la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental, en el que se indica que la tramitación de este expediente se ha visto interrumpida por diversas cuestiones jurídicas referentes a la interpretación del carácter vinculante de la Declaración de Impacto Ambiental que da cobertura a la aprobación del P.G.O.U. de Sevilla, en el entorno del Parque Tamarguillo, ubicado al Sur de la autovía A-4.

Con objeto de avanzar en la ejecución del sistema general viario y cumplir con los compromisos adquiridos por el Ayuntamiento de Sevilla vinculados al Plan General, el Ayuntamiento definió una solución que permitía ejecutar una primera fase del "Proyecto de Ronda Urbana SE-35. Tramo: Avenida Emilio Lemos-Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)", para lo cual se requería la modificación del enlace entre la carretera SE-20 y la autovía A-4.

Con fecha **27 de junio de 2014** la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla solicitó informe de viabilidad al documento técnico de título "Reforma del Enlace de la "Ronda Supernorte" SE-20 con la "Autovía del Sur" A-4. "Ronda Urbana SE-35" (Fase 1ª) Sevilla", en el que se define una solución que desarrolla la primera fase de la SE-35, modificando el actual enlace entre la autovía A-4 y la carretera SE 20, compatible con la futura SE-35.

Con fecha **31 de julio de 2014**, el Director General de Carreteras, P.D. en el Subdirector General de Explotación y Gestión de Red, resolvió "informar desfavorablemente la consulta previa de viabilidad del proyecto "Reforma del enlace de La SE-20 con La A-4, Ronda Urbana SE-35. 1ª Fase", presentado por la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, al afectar a los ramales directos del enlace existente, introduciendo una glorieta, reduciendo el número de carriles e incumpliendo la Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC "Trazado", en algunos conceptos.

En esta resolución se indicaba que "El informe podría ser favorable si, mediante un convenio de colaboración entre el Ayuntamiento de Sevilla y el Ministerio de Fomento, la SE-20 pasase a ser de titularidad municipal, permaneciendo los carriles de cambio de velocidad y las vías colectoras de la A-4 de titularidad del Estado. En este caso, el proyecto debería someterse a información pública, de acuerdo con la Orden FOM/2873/2007, de 24 de septiembre, e incluir un estudio de tráfico que justifique la solución propuesta en cuanto a capacidad".

El 2 de octubre de 2014 se publicó en el Boletín Oficial de la Provincia de Sevilla la aprobación definitiva del **Plan Parcial del SUS-DMN-03 "SAN NICOLÁS OESTE"**, ubicado en los terrenos colindantes al enlace en su margen Este.

El día 4 de mayo de 2015 se firmó un **"Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla para la ejecución de la reforma del enlace de la A-4 con la SE-20 y otras actuaciones en Red de Carreteras del Estado"**; en cuya estipulación primera se indica que:

"El objeto de este convenio es el desarrollo coordinado entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla de las siguientes actuaciones:

- *El proyecto denominado "Reforma del Enlace de la SE-20 y la A-4". Esta propuesta de remodelación de enlace de las dos carreteras que forman parte de la RCE, incorporará igualmente las conexiones viarias necesarias para garantizar la futura accesibilidad a la primera fase del desarrollo del sector San Nicolás Oeste "SUS-DMN-03", según el diseño informado favorablemente el 31 de julio de 2014 por el Ministerio de Fomento..."*.

Con fecha 8 de octubre de 2015, el Director General de Carreteras, de la Secretaría General de Infraestructuras del Ministerio de Fomento, resolvió aprobar la **Orden de Estudio del Proyecto de Trazado y Construcción "REFORMA DEL ENLACE DE LA AUTOVÍA DEL SUR (A-4) CON LA SE-20 (P.K. 0)"** en la provincia de SEVILLA, objeto del presente proyecto.

Con fecha 18 de noviembre de 2015, el Consejo de Gobierno de la Gerencia Municipal de Urbanismo de Sevilla, suspende la ejecución del Proyecto de Construcción de la "Ronda Urbana SE-35, en su tramo: Avenida de Lemos – Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)" y se compromete a que una vez que el Ayuntamiento de Sevilla decida la ejecución de la SE-35 con la propuesta redactada, u otra, se someterá al trámite de Evaluación Ambiental de forma previa a cualquier acto de ejecución o redacción y aprobación de nuevo proyecto.

El 5 de diciembre de 2016, el Director General de Carreteras, resolvió aprobar la **Modificación de la Orden de Estudio del presente Proyecto** por la que:

- a) Se establece un nuevo presupuesto base de licitación de las obras de DIECIOCHO MILLONES DOSCIENTOS DIEZ MIL EUROS (18.210.000, 00 €), IVA incluido.
- b) Se estima que los proyectos podrán estar finalizados en diciembre de 2017, teniendo en cuenta los plazos a que pueda dar lugar el procedimiento ambiental.
- c) Por lo demás, seguirá siendo de aplicación para la redacción de los proyectos lo establecido en la Orden de estudio aprobada por la Dirección general de Carreteras el día 8 de octubre de 2015.

El 12 de diciembre de 2016, el Subdirector General de Evaluación Ambiental remite a la Subdirectora General de Estudios y proyectos un documento denominado "Planteando modificaciones a proyecto para evitar impactos ambientales significativos" en el que señala una serie de aspectos a considerar, antes de emitir una resolución ambiental definitiva.

El 12 de septiembre de 2017, el Director General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, de acuerdo a la Orden APM/623/2017, de 28 de junio, por la que se determina el régimen de suplencia temporal de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, firma la **"Resolución de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente por la que se formula Informe de Impacto Ambiental del "Proyecto de Trazado y Construcción de Reforma del Enlace de la Autovía del Sur (A-4) con la SE-20 (P.K. 0). Sevilla"**.

1.2. OTROS ANTECEDENTES. ANTECEDENTES TÉCNICOS.

Los Antecedentes de carácter técnico previos a la redacción del presente proyecto, son los siguientes:

- Informe-Propuesta de Orden de Estudio de Proyecto de Trazado y de Construcción: "Reforma del enlace de la Autovía del Sur, A-4 (p.k. 535), con la SE-20 (p.k. 0)", mayo de 2015.
- Estudio de trazado "Reforma del enlace de la "Ronda Supernorte" SE-20 con la "Autovía del Sur" A-4. "Ronda Urbana SE-35" (Fase 1ª) Sevilla". Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla.
- Documento Técnico para Información Pública "Ronda Urbana SE-35, Tramo: Avda. Emilio Lemos – Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)", junio de 2013. Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla.
- Proyecto de Construcción "Ronda Urbana SE-35, Tramo: Avda. Emilio Lemos – Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)", noviembre 2013. Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla.
- Proyecto de Construcción del *Eje Ferroviario Transversal de Andalucía. Tramo Sevilla Santa Justa. Aeropuerto de San Pablo*, de Ferrocarriles de la Junta de Andalucía, Consejería de Obras públicas y Transportes, de marzo de 2009. (Paralizado)

Durante la redacción de la maqueta de Fase 3, se localizó la existencia de una amplia zona de terreno empleado como vertedero incontrolado, a través de la que se trazan los ramales de los ejes 2 y 3 del enlace (conexión autovía A-4 con glorieta principal en ambos sentidos). Con objeto de reducir el tratamiento geotécnico necesario para mejorar el apoyo de los nuevos ejes, se han tanteado diferentes alternativas de trazado en dicha zona, cuyas características principales se indican a continuación:

- Alternativa 1 (desarrollada en noviembre de 2018):
 - Los ejes 2 y 3 discurren sobre los ejes 4 (conexión glorieta principal y glorieta desarrollo urbanístico) y 31 (camino de servicio de acceso a instalaciones de iluminación de emergencia del aeropuerto de Sevilla).
 - Se propone una posible optimización de la estructura E-1, independizando el eje 4 del camino del eje 31.
- Alternativa 2:
 - Los ejes 2 y 3 discurren bajo los ejes 4 y 31.
 - Los ejes 2 y 3 dejan de ser coplanarios para disminuir la altura de terraplenes, siempre teniendo en cuenta la compatibilidad con la solución del drenaje superficial

- Se modifica el trazado en alzado de la glorieta del desarrollo urbanístico.
- Alternativa 3
 - los ramales 4 y 5, de conexión entre la glorieta principal del enlace y la glorieta de acceso al polígono “San Nicolás Oeste”, discurren fuera de la zona en la que se localiza el vertedero incontrolado.
 - Se elimina la estructura E-1.
 - Asimismo, se propone modificar la reposición que da acceso a las instalaciones del aeropuerto, dando continuidad al mismo por el sur de la actuación.

Con fecha 14 de marzo de 2019, se celebra una reunión de la Comisión de Seguimiento del Convenio de Colaboración, entre la Demarcación de Carreteras de Andalucía Occidental y representantes de la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla. En la citada reunión se analiza y selecciona el desarrollo de la Alternativa 2 y con la disposición de la glorieta de San Nicolás en un plano inclinado, por ello, se propone para su desarrollo la Alternativa 2, con las siguientes particularidades:

- Se incluyen en el Proyecto los ejes 4, 5 y 6 (glorieta de acceso al desarrollo urbanístico).
- El camino de acceso a las instalaciones de aeropuerto se repondrá por el sur de la actuación.

Posteriormente, la Dirección del Proyecto ha convenido con el Ayuntamiento de Sevilla, que los viales representados por los ejes 4, 5 y 6, así como el camino representado por el eje 39 y parte del camino representado por el eje 31 (zona entre pp.kk. 1+656 y 2+050), no formen parte del presente Proyecto. No obstante, en el Proyecto se incluirán datos relativos a estos ejes únicamente con carácter informativo, ya que las actuaciones relativas a los mismos no serán presupuestadas.

Asimismo, las reposiciones relativas a los servicios afectados de titularidad de EMASESA (abastecimiento y saneamiento), serán incluidas en el Proyecto a título informativo, sin ser incluidas en el Presupuesto del Proyecto.

2. OBJETO DEL PROYECTO DE TRAZADO

La solución desarrollada en este proyecto se basa en el diseño incluido en el Anexo 1 del “Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla para la ejecución de la reforma del enlace de la A-4 con la SE-20 y otras actuaciones en Red de Carreteras del Estado”; el cual procede del Estudio de trazado “Reforma del enlace de la “Ronda Supernorte” SE-20 con la “Autovía del Sur” A-4. “Ronda Urbana SE-35” (Fase 1ª) Sevilla”. Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, cuyos planos se adjuntan en el Apéndice 8, del Anejo 1, *Antecedentes*.

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1. ASPECTOS TOPOGRÁFICOS

La zona de estudio se sitúa en la provincia de Sevilla, en la zona de la depresión del Guadalquivir. La cuenca del Guadalquivir es una depresión abierta al mar que va desde su desembocadura hasta Córdoba, donde se han depositado sedimentos neógenos marinos y transgresivos sobre paleozoico peneplanizado.

La topografía es suave, con un descenso hacia el Sur (Océano Atlántico). Dada la situación geográfica el clima presenta condicionado, tanto por los fenómenos atmosféricos como por las características físicas de su relieve.

La posición orográfica de Sevilla, determina las características de su clima: la situación en la depresión del Guadalquivir abierta y orientada al Océano Atlántico y no a mucha distancia de la costa matizan su clima mediterráneo continental, suavizándolo, con inviernos templados, veranos calurosos y precipitaciones moderadas.

De manera general, en relación a la geomorfología en Sevilla, se pueden distinguir dos áreas bien diferenciadas, delimitadas aproximadamente por el río Guadalquivir. La zona Este posee un paisaje dominado por las formas onduladas, modeladas sobre los sedimentos neógenos, con amplios valles bordeados por terrazas. La morfología es generalmente suave, con pendientes que oscilan entre el 0 y el 20 %, siendo más frecuentes los valores inferiores al 10 %. Su estabilidad natural es buena y tan sólo la erosión fluvial en contacto con las terrazas del Guadalquivir puede dar lugar a pequeñas cárcavas y abarrancamientos de poca importancia. A partir del Mapa Geomorfológico escala 1:200.000 se concluye que su estabilidad es buena tanto frente a los agentes naturales como ante acción antrópica.

En el área de estudio no se observan morfologías alomadas, presentando un relieve casi horizontal con ligera pendiente hacia el Suroeste (generado por los depósitos cuaternarios de terrazas fluviales). La altitud es también bastante uniforme, en torno a la cota 20-25.

3.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La zona en estudio, se localiza geográficamente al Noreste de la ciudad de Sevilla, en un tramo carretero de la autovía del Sur A-4, entre Sevilla y Carmona.

Geológicamente se sitúa en la unidad morfológicas de la Depresión Bética o Depresión del Guadalquivir que corresponde a la gran llanura del valle del río Guadalquivir, que se ensancha ampliamente hacia el oeste (Marismas) y se estrecha hacia el este hasta terminar en las lomas de Úbeda en las faldas de la Sierra de Cazorla; su altitud media al oeste de Córdoba es inferior a 200 m, mientras que en su extremo oriental es de unos 400 m. Esta formación descansa sobre formaciones Andalucenses y zonas de aluviales en las proximidades de los arroyos.

La descripción de la geología de la zona se desarrolla en apartados posteriores.

3.3. ASPECTOS DE USOS DEL SUELO

El planeamiento vigente en el término municipal de Sevilla es el Plan General de Ordenación urbana probado por Resolución de la Consejera de Obras públicas y Transporte de fecha 19/07/06 y Texto refundido, aprobado por Resolución de la Consejera de Obras Públicas y Transportes de fecha 15/03/07.

Según el plano de ordenación estructural OE-01 de Clasificación y Categorías de Suelo Urbano y Urbanizable, los terrenos incluidos en el ámbito tienen la clasificación de suelo urbanizable sectorizado.

El plano OE-04 de Estructura del Territorio Sistema Generales distingue en el ámbito los siguientes sistemas generales:

- Sistema General de Espacio Libres
- Sistema General de Transportes e Infraestructuras básicas
- Sistema General de Equipamientos y Servicios Públicos.

Según el plano de ordenación estructural OE-05 de Usos Globales OE-05, se distinguen en el ámbito los siguientes usos globales:

- Uso global dotacional
- Uso global actividades productivas
- Uso global terciario.

3.4. RED DE COMUNICACIONES EXISTENTE

El enlace actual de la autovía A-4 con la carretera SE-20 es del tipo trompeta, con dos únicos movimientos directos: *Córdoba (A-4)/Carretera SE-20* y *Carretera SE-20/Córdoba (A-4)*. El movimiento *Sevilla (A-4)/Carretera SE-20*, se resuelve actualmente a través de la carretera A-8008 (de titularidad de la Junta de Andalucía) y el movimiento *carretera SE-20 hacia Sevilla*, se hace a través de un ramal que se une con el tráfico de la carretera A-8008, para confluir en la glorieta localizada bajo la autovía.

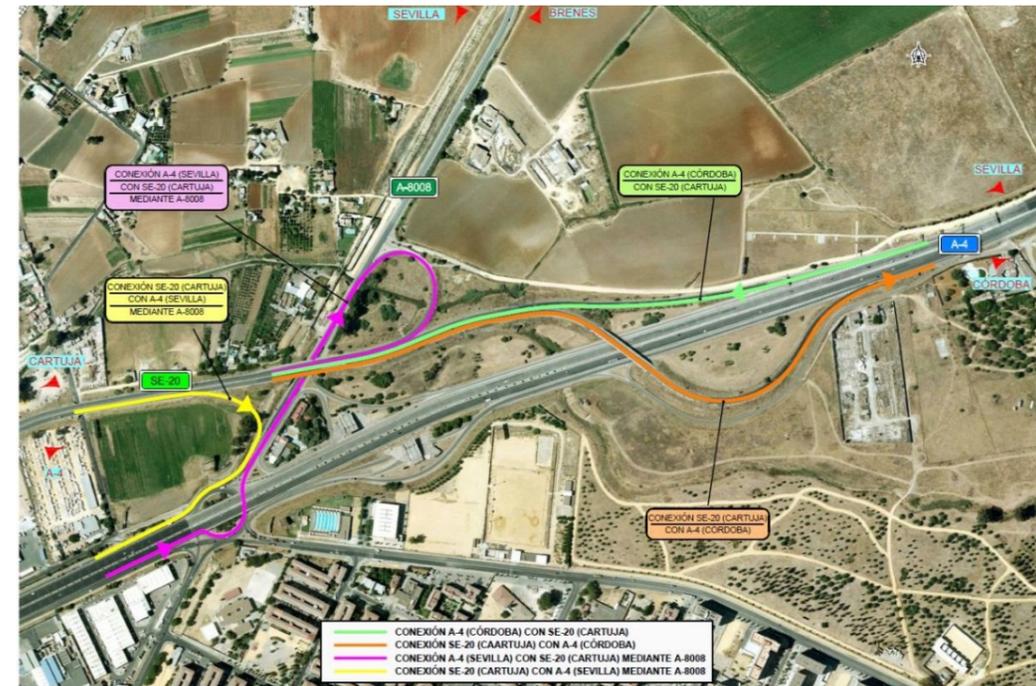


Figura 1. Movimientos actuales

En la imagen siguiente se incluye un plano facilitado por la Dirección General de Infraestructuras de la Junta de Andalucía, en la que se muestra la titularidad de los viales afectados por el proyecto.



Figura 2. Titularidad de los viales afectados

La propuesta de la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Occidental de actuar en este emplazamiento se fundamenta en los acuerdos plasmados en el Convenio firmado con el Ayuntamiento de Sevilla, que consiste en la Reforma del enlace para completar los movimientos actuales, añadiendo a estos los correspondientes a los tránsitos Carretera SE-20/Sevilla (A-4) y Sevilla (A-4)/Carretera SE-20, independizándolos de la carretera de la Junta de Andalucía A-8008 (Sevilla-Brenes).

Por este motivo, se plantea una remodelación del Enlace de la Autovía del Sur A-4 con la carretera SE-20, que mejore la conectividad entre ellas, y que optimice los movimientos posibles para poder abarcar todas las posibilidades de conexión entre autovías, incorporando una glorieta en la margen norte de la autovía A-4 que permitiría la conexión de los futuros viarios previstos en el planeamiento vigente, de acuerdo a la Orden de Estudio.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. PROBLEMÁTICA Y PROPUESTA DE ACTUACIÓN

4.1.1. Principales condicionantes de trazado

A fecha de redacción de este documento se identifican como principales condicionantes de trazado, las siguientes:

1. La existencia y uso del paso superior existente sobre la A-4 en el p.k. 534+650, lo que condiciona los trazados de los nuevos viales que soporta.
2. La indefinición en los plazos de ejecución de los desarrollos urbanísticos próximos a la zona del proyecto, definidos en el P.G.O.U. del Ayuntamiento de Sevilla, que modificarían la red de infraestructuras de la zona y el reparto de tráfico en la misma.
3. El futuro trazado de la Ronda Urbana SE-35, en el cual figura la glorieta principal de este Enlace, y que atraviesa de norte a sur el presente estudio.

El día 4 de mayo de 2015 se firmó un “Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla para la ejecución de la reforma del enlace de la A-4 con la SE-20 y otras actuaciones en Red de Carreteras del Estado”. En la estipulación segunda *Condicionantes de diseño*, se indica que “...el trazado y criterios de diseño adoptados para el citado proyecto, asegurarán la compatibilidad funcional con las previsiones del PGOU y en concreto las previsiones del proyecto “Proyecto de Ronda Urbana “SE-35”, tramo comprendido entre la avenida Emilio Lemos y la Carretera A-8008”.”

En la Orden de Estudio del proyecto que nos ocupa, se indica en su instrucción particular 7 lo siguiente “La reforma del enlace será compatible con el planeamiento vigente del Ayuntamiento de Sevilla y con las previsiones de la futura SE-35”.

4. El futuro desarrollo urbanístico “San Nicolás Oeste”, el cual se conecta a este enlace a través de una de las glorietas (GLC – Eje 6) y una serie de viales de conexión, lo que también limita la zona de actuación.

En el “Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla para la ejecución de la reforma del enlace de la A-4 con la SE-20 y otras actuaciones en Red de Carreteras del Estado”, se indica en su estipulación primera que:

“El objeto de este convenio es el desarrollo coordinado entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla de las siguientes actuaciones:

- *El proyecto denominado “Reforma del Enlace de la SE-20 y la A-4”. Esta propuesta de remodelación de enlace de las dos carreteras que forman parte de la RCE, incorporará igualmente las conexiones viarias necesarias para garantizar la futura accesibilidad a la primera fase del desarrollo del sector San Nicolás Oeste “SUS-DMN-03”, según el diseño informado favorablemente el 31 de julio de 2014 por el Ministerio de Fomento...”.*

5. El límite al sur de la actuación, conformado por el camino de servicio colindante al Parque de San Ildefonso, conocido como “Parque del Tamarguillo”, al cual se procura afectar lo mínimo posible, manteniendo su acceso a la vía de servicio sur.
6. La cercanía del Enlace al aeropuerto, en el p.k. 533, y la necesidad de encajar la entrada a tronco de autovía del ramal procedente de la SE-20 y la vía de servicio sur en una longitud de aproximadamente 1.000 m.
7. El Proyecto de Construcción del nuevo cauce de los arroyos Tamarguillo y Ranillas, de la Dirección General del Agua, de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, de Clave: SE-3051, de 2005.
8. La existencia de numerosos servicios de suministro, puesto que el proyecto se desarrolla en una zona periurbana.

En la solución propuesta se han tenido en cuenta todos los condicionantes aquí señalados, tratando de encajar un trazado acorde con la Normativa de Trazado vigente en el momento de la firma de la Orden de Estudio.

4.1.2. Propuesta de actuación

Como se ha comentado, el diseño proyectado en planta parte de un estudio previo del enlace. Sobre dicho estudio existe un informe en el que se ponen de manifiesto una serie de incumplimientos de la normativa vigente, los cuales se solucionan en el presente estudio. La premisa fundamental es proyectar un enlace en el que sean posibles todos los movimientos entre la autovía A-4 y la carretera SE-20 sin hacer uso de la carretera A-8008, respetando el trazado del Proyecto de la SE-35 y permitiendo la conexión con el sector San Nicolás Oeste.

Actualmente, la A-4 y la SE-20 se unen de manera directa, aunque solo es posible realizar dos de los movimientos (Cartuja- Córdoba, Córdoba-Cartuja). Dado que la futura SE-35 interrumpe estas trayectorias, se opta por la solución de que dichos ramales de conexión pasen por una glorieta que estará a distinto nivel del tronco de la futura ronda. Esta premisa condiciona el resto del estudio.

La zona de actuación es angosta, los movimientos están muy limitados y existen muchos condicionantes, como suele ser habitual en zonas urbanas.

La solución finalmente seleccionada, consta de las siguientes actuaciones principales:

- Se prevé la ejecución de un cuarto carril adosado a la plataforma existente hasta la d.o. 1+450 del **Eje 29**, en el que se separa del tronco existente. Se separa mediante una salida tipo paralelo, el Ramal A4SEV-GL2 (**Eje 2**), que conecta la margen derecha de la autovía A-4 con la glorieta2 (**Eje 7**). El ramal se diseña con dos carriles, con el fin de aumentar la capacidad del mismo, y el movimiento tiene continuidad con el ramal GL2-SE20 (**Eje 11**), que completa el movimiento A-4 margen derecha-SE-20 dirección Sevilla.
- El movimiento contrario, es decir SE-20/A-4 margen izquierda, se proyecta con un ramal similar al actual, incluso aprovechando el paso superior existente (**Eje 14**).
- Uno de los dos movimientos principales restantes, entre la SE-20 y a la autovía A-4, que no es posible en la actualidad es el SE-20/A-4 dirección Sevilla. Dicho movimiento se comienza con el Ramal SE-20-GL2 (**Eje 13**), y se continúa con el Ramal GL2-A4 Sevilla (**Eje 3**), incorporándose a la vía colectora-distribuidora de forma paralela y adosándose a la misma formando un nuevo carril, que permitirá la incorporación a la autovía A-4 en dirección Sevilla, o continuar por la vía de servicio existente, pudiendo acceder a través de esta a la carretera comarcal A-8008.
- Finalmente, la conexión entre la margen izquierda de la autovía A-4 (origen Sevilla), y la carretera SE-20 es solucionado mediante el ramal A-4 Cordoba-GL2 (**Eje 10**), el cual finaliza en la Glorieta 2 (**Eje 6**), y a través de esta se continua el movimiento por el anteriormente mencionado ramal GL2-SE20 (**Eje 11**).

Además de estos ramales principales, se proyecta la conexión entre la futura glorieta del desarrollo del Sector San Nicolás Oeste y la glorieta del presente enlace (**Eje 5**), así como el trayecto inverso (**Eje 4**).

Se plantea la reposición de un camino existente en la margen Norte (**Eje 31**), que se modifica adaptándolo al trazado, y manteniendo el acceso a las estructuras de soporte del Sistema de Aproximación del aeropuerto.

En el extremo Sur del Enlace, en la margen izquierda de la autovía A-4, se estudia la conexión de la vía de servicio existente con la autovía A-4 dirección Madrid, reponiéndose todas las vías existentes. A la vía de servicio se le incorpora la reposición de un camino existente (**Eje 19**), de manera paralela y con su correspondiente carril de aceleración. Este camino además de ser utilizado para el acceso a unas fincas particulares, es parte del plan de emergencia del aeropuerto.



Figura 1. Planta general del proyecto 1/2



Figura 2. Planta general del proyecto 2/2

4.2. CARTOGRAFÍA UTILIZADA

Los trabajos realizados para la obtención de la cartografía de este proyecto han sido:

- Vuelo fotogramétrico digital de GSD 5 cm específico para la realización de cartografía a escala 1/500, realizado el 3 de diciembre de 2015.
- Enlace a Red Geodésica e Implantación de Red Básica, diciembre de 2015.
- Apoyo de campo y Aerotriangulación, diciembre de 2015
- Restitución Fotogramétrica. Diciembre de 2015.
- Ortofotografía, diciembre de 2015
- Trabajos complementarios. Diciembre de 2015 y abril de 2018:
 - Levantamiento taquimétrico de ODTs existentes
 - Toma de coordenadas de las luces de aproximación del aeropuerto
 - Toma de línea blanca de arcones exteriores, comprobación bondad vuelo
 - Implantación de Bases de replanteo

A continuación, se incluye el listado de las bases de replanteo colocadas.

Enlace A4 -SE20			
LISTADO DE COORDENADAS DE LAS BASES DE REPLANTEO. UTM H30 ETRS89			
ID	X	Y	H
BR01	240812,942	4145066,674	25,369
BR02	240933,543	4145193,766	18,946
BR03	241154,572	4145153,222	20,151
BR04	241370,948	4145174,795	20,996
BR05	241588,079	4145245,415	20,871
BR06	241816,214	4145345,433	21,462
BR07	241944,897	4145425,946	21,195
BR08	242124,471	4145514,334	21,583
BR09	242265,315	4145602,498	22,983
BR10	242476,247	4145712,218	23,153
BR11	242644,818	4145783,183	24,228
BR12	242822,543	4145913,183	25,094
BR13	242980,736	4145968,493	25,285
BR14	243109,547	4146109,275	24,563
BR15	241031,392	4145372,724	19,449
BR16	241242,541	4145467,22	21,235
BR17	241400,69	4145313,697	19,449
BR18	241623,385	4145544,985	22,752
BR19	240930,965	4144966,145	19,073
BR19BIS	240908,001	4144948,575	18,800
BR20	241178,159	4145036,902	19,200
BR21	241330,833	4144951,39	18,789
BR22	241537,839	4145129,469	20,182

4.3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LOS TERRENOS ATRAVESADOS

4.3.1. Geología local

Como ya se ha señalado, la zona en estudio, se localiza geográficamente al Noreste de la ciudad de Sevilla, en un tramo carretero de la autovía del Sur A-4, entre Sevilla y Carmona.

Geológicamente se sitúa en la unidad morfológicas de la Depresión Bética o Depresión del Guadalquivir que corresponde a la gran llanura del valle del río Guadalquivir, que se ensancha ampliamente hacia el oeste (Marismas) y se estrecha hacia el este hasta terminar en las lomas de Úbeda en las faldas de la Sierra de Cazorla; su altitud media al oeste de Córdoba es inferior a 200 m, mientras que en su extremo oriental es de unos 400 m. Esta formación descansa sobre formaciones Andalucenses y zonas de aluviales en las proximidades de los arroyos.

La zona de proyecto se localiza, desde el punto de vista geológico, en la denominada Depresión del Guadalquivir, en donde, los materiales quedan representados por materiales terciarios que se encuentran cubiertos, de forma discordante, por los depósitos cuaternarios.

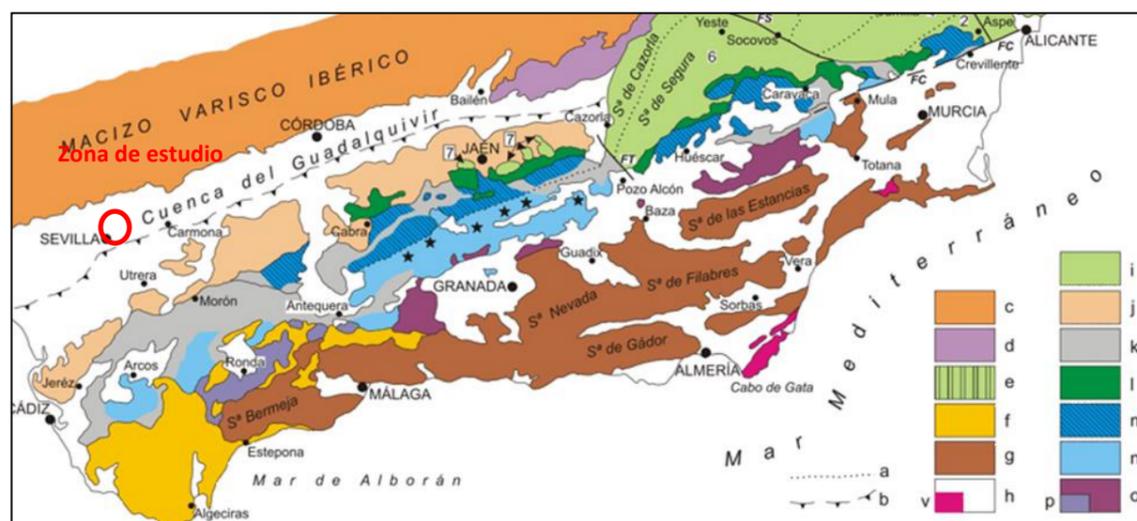


Figura 3. Encuadre regional de la Zona de estudio. Elaborado a partir del mapa de López-Garrido y Vera (1979).

Se han diferenciado los siguientes tipos de materiales, cuyas características más significativas son las que a continuación se detallan, siguiendo una ordenación secuencial, de más antigua a más moderna.

Margas del Mioceno. Andalucense (Tm). La zona de estudio tiene a muro la serie de las típicas margas azules del Andalucense, pudiéndose encontrar alterada en sus primeros metros presentando una coloración ocre y unas características geotécnicas más desfavorables. Estas margas son, si se encuentran in situ, compactas, duras, en estado de sequedad, con fractura concoidea, sobre todo aquellos tramos donde su contenido en carbonato cálcico es elevado. Localmente pueden considerarse como arcillas calcáreas. Ocasionalmente pueden ser fétidas en fractura fresca.

Formaciones superficiales (Cuaternario). Estos depósitos en la zona de estudio presentan una gran extensión superficial, destacan por importancia en el área de estudio los depósitos de terraza asociados al río Guadalquivir y afluentes. Se encuentran representadas en el tramo en estudio las terrazas media e inferior. A lo largo del trazado se pueden distinguir tres facies distintas, según predominen las arenas, limos o arcillas, aunque ambas pertenecen a la formación de las terrazas del Guadalquivir:

1. Arcillas y arcillas limo-arenosas (QTA). Es el material predominante: En líneas generales, en la mayoría del tramo proyectado, aparece material de grano fino, compuesto por arcillas versicolores alteradas y limos, con intercalaciones arenosas y con abundantes carbonatos.
2. Arenas limo-arcillosas con gravas (QTAR). Compuesto de arenas con arcillas y/o limos de colores anaranjados con indicios de gravas y con abundantes carbonatos.
3. Gravas con matriz arenosa (QTG). Esta facies se encuentra en casi todo el trazado a techo y en contacto discordante con las arcillas grises miocenas. Está formada por material granular (gravas y arenas) en algunos casos con matriz arenosa o arcillosa arenosa, con cantos de considerable tamaño, alcanzando hasta 10 cm, en su mayoría cuarcíticos.

Depósitos aluviales recientes (QAL). Los arroyos denudan y depositan restos de las formaciones en las que se encajan, dando incluso pequeños niveles de terrazas. Los materiales que lo forman son limos, arenas y arcillas.

Rellenos antrópicos (R). Se trata de un conjunto de materiales originados por la actividad humana, dentro de los cuales se han distinguido los siguientes tipos:

- Rellenos antrópicos sin compactar (R1). Dentro de la zona de estudio se ha localizado una parcela donde se ubicaba una antigua gravera y que tras su explotación fue rellenada por residuos industriales no peligrosos (en su mayor parte), incontroladamente y sin compactar, el episodio de rellenado del hueco de la gravera se finalizó con una capa de sellado también sin compactar sobre la que actualmente se cultiva algodón.
- Rellenos antrópicos compactados (rellenos estructurales) (R2). Dentro de este grupo se engloban los terraplenes de las distintas vías de comunicación que aparecen en el tramo y los rellenos situados debajo del firme de las principales vías de comunicación, independientemente de si la calzada en ese tramo discurre terraplenada, apoyada sobre terreno natural, o sobre rellenos antrópicos de cualquier otro tipo.
- Rellenos de explanaciones de zonas urbanas (R3). Dentro de esta unidad se han englobado las zonas sobre las que se asientan los núcleos de población, urbanizaciones, así como aquellas que están sufriendo importantes movimientos de tierra para urbanizar y/o edificar actualmente o en un futuro próximo. Lógicamente, dentro de estas zonas pueden existir localmente áreas ocupadas por depósitos antrópicos del grupo R2, o bien que aflore el sustrato terciario, o sobre depósitos cuaternarios.

4.3.2. Resumen de procedencia de materiales

A continuación, se incluye un cuadro resumen extraído del anejo de movimiento de tierras del presente proyecto, en donde se indican la cantidad y el tipo de material necesario para el desarrollo del proyecto.

RESUMEN DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS	
UNIDADES	VOLUMEN (m ³)
DESBROCE (m ²)	140.771,74
EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL	41.046,00
EXCAVACIÓN	103.786,90
EXCAVACIÓN EN DESMONTE TRAZA	53.465,80
EXCAVACIÓN LOCALIZADA MURO	9.528,00
EXCAVACIÓN SANEOS	40.793,10
NECESIDAD DE MATERIAL RELLENOS	254.310,22
TERRAPLÉN (suelo tolerable para núcleo)	186.685,60
CUÑAS DE TRANSICIÓN (suelo seleccionado)	5078,22
RELLENO EN CAMINOS (suelo adecuado)	6.201,10
RELLENO LOCALIZADO ZAP. MURO (suelo seleccionado)	8.722,30
RELLENO SANEOS (suelo tolerable)	12.401,70
RELLENO SANEOS (material drenante)	35.221,30
NECESIDAD DE EXPLANADA E3	69.661,30
SUELO ESTABILIZADO TIPO S-EST3	34.971,60
SUELO SELECCIONADO	34.689,70

Una mínima parte del suelo tolerable requerido podrá ser obtenido de las unidades QTA y R₂ excavadas en la traza. La tierra vegetal se reutilizará para revegetación de taludes. Además, se realizan las siguientes propuestas:

Material para rellenos

Los materiales necesarios tipo suelo tolerable o adecuado para la construcción del núcleo del terraplén se podrán obtener de las canteras de calcarenitas inventariadas, recomendado por proximidad las canteras C-3 y C-7.

En relación al material drenante (tipo zahorra natural), que se coloca encima de las columnas CMC, se recomienda, la gravera GR-5 como proveedor, a 10 km del trazado.

Materiales para la constitución de explanada

En relación al suelo seleccionado, se recomienda por proximidad, al igual que en el caso anterior, las canteras C-3 y C-7.

El material necesario para los saneos a aplicar para la cimentación de estructuras también procederá de estas canteras C-3 y C-7.

El suelo estabilizado "in situ" con cemento del tipo S-EST2, se podría obtener igualmente de las canteras C3 y C7. También es posible disponer de este material de la gravera GR-2, pero sobre este material no se han realizado ensayos de contraste.

Áridos para zehorras

Las zehorras artificiales procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural. El material tratado en la gravera GR-5 y en la cantera C-6, cumplen las especificaciones para zehorras artificiales, siendo la GR-5 la más cercana al trazado, a 10 km.

También es posible disponer de este material de la gravera GR-4, pero sobre este material no se han realizado ensayos de contraste.

Áridos para hormigones

Los áridos para hormigones procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural. El material tratado en todas las graveras, así como la cantera C-6, cumplen todas las especificaciones para áridos para hormigones.

Los áridos para hormigones se pueden obtener de todas las graveras inventariadas, encontrándose la más próxima, GR-3, a 9,3 km de la traza.

Áridos para mezclas bituminosas en capa base e intermedia

Los áridos para mezcla bituminosa en capa base e intermedia, procederán del machaqueo en planta. Los áridos para capa base tendrán para nuestro caso, una proporción de partículas trituradas del árido grueso superior al 90 %. El coeficiente de Desgaste Los Ángeles será inferior a 30. Para el caso de los áridos destinados a capa intermedia, deberán presentar una proporción de partículas trituradas del árido grueso del 100% e índice de Desgaste de Los Ángeles inferior a 25.

Los áridos para las distintas capas del firme, se pueden obtener de la Cantera C-6. De esta cantera se han realizado ensayos de contraste, que ponen de manifiesto su viabilidad.

Áridos para mezclas bituminosas en capa de rodadura

La exigencia de calidad de estos áridos con bajos valores de Desgaste los Ángeles y elevado coeficiente de pulimiento acelerado hace que los valores obtenidos en la mayoría de las canteras y graveras inventariadas no cumplan los requerimientos exigidos para capa de rodadura.

En nuestro caso se recomienda la cantera C-6, ya que el material obtenido en los ensayos de contraste cumple las prescripciones de zehorra artificial y áridos para mezclas bituminosas incluido el árido para capa de rodadura drenante. En caso de que en obra el material procedente de esta cantera no cumpliera alguno de los requisitos requeridos podría plantearse el suministro de la cantera C-4 Sidemosa y C-5 Atalaya, a 68 y 76 km de la obra respectivamente.

Relleno de impermeabilización de bermas

Aunque no se disponen de ensayos de contraste, este material se localiza en las monteras de los afloramientos de albero o calcarenitas, por lo que se proponen como fuente de suministro de este material, las canteras de albero activas, esto es, las canteras C-3 y C-7.

Los rellenos de impermeabilización de bermas se pueden obtener de las canteras de albero, proponiendo como cantera de referencia por la abundancia de este material, la cantera C-7.

En la siguiente tabla se indica un resumen del tipo y cantidad de material necesario para el desarrollo del proyecto y la cantera de procedencia de dicho material, así como las reservas de material disponibles.

TIPO DE MATERIAL	MATERIAL NECESARIO EN PROYECTO (m³)	RESERVAS DISPONIBLES (Ton)			
		C-3 PELUSA-MAJADILLAS. ALCALA G.	C-7_HNOS. SALGUERO. ALCALA G.	C-6_MARTÍN CASILLAS. VVA. RIO Y MINAS	GR-5_MANUEL CASTRO BRAVO. SAN JOSÉ R.
Relleno granular drenante	35.221,30			3.000.000	2.000.000
Suelo Seleccionado	45.572,10	2.000.000	1.600.000		
Suelo Estabilizado S-EST-3	34.971,60				
Suelo Adecuado	6.201,10				
Relleno de terraplén (Suelo Tolerable)	145.478,66				

A continuación, se presenta tabla resumen con las graveras y canteras inventariadas y el material disponible:

DENOMINACIÓN	CANTERA	COORDENADAS WGS 84		DISTANCIA media a la obra (Km)	EMPRESA	MATERIAL
		X - 30S	Y			
GR-1	ARIPRESA	238.823	4.150.076	8	Aripresa	Áridos (aluviales del Guadalquivir)
GR-2	EL TORIL	244.186	4.153.393	13	Desarrollos y Construcciones 2005	Áridos (aluviales del Guadalquivir)
GR-3	PREBETONG ÁRIDOS_GRUPO VOTARIM	239.656	4.150.679	9,3	Prebetong Áridos, S.L.U., (Grupo Votorantim)	Áridos (aluviales del Guadalquivir)
GR-4	TRANSASUR	246.805	4.156.017	18	Transasur	Áridos (aluviales del Guadalquivir)
GR-5	MANUEL CASTRO BRAVO	236.940	4.148.365	10	Explotaciones Majadallana S.L.	Áridos (aluviales del Guadalquivir)
C-1	ZACATÍN Y PALITO HINCADO	249.670	4.138.410	19	Fábrica de Cemento Portland-Valderribas	Calcarenitas
C-2	ALVEREDA	246.865	4.138.233	16	Alvereda S.L.	Calcarenitas

DENOMINACIÓN	CANTERA	COORDENADAS WGS 84		DISTANCIA media a la obra (Km)	EMPRESA	MATERIAL
		X - 30S	Y			
C-3	PELUSA – LAS MAJADILLAS	251.000	4.134.500	16	Hnos. Sánchez Noriega S.L.	Calcarenitas
C-4	SIDEMOSA	278.125	4.107.376	68	SIDEMOSA	Calizas
C-5	ATALAYA	250.373	4.093.822	76	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS	Calizas
C-6	MARTÍN CASILLAS	255.800	4.174.200	42	Áridos y Recuperaciones S.L.U. (Grupo Martín Casillas S.L.)	Andesitas basálticas
C-7	HERMANOS SALGUERO	251.266	4,135.600	16	Hermanos Salguero Marín S.L.	Calcarenitas

A continuación, se presenta tabla resumen con las plantas de suministro inventariadas:

DENOMINACIÓN	PLANTA	EMPRESA	LOCALIDAD	COORDENADAS WGS 84		Distancia media a la obra (Km)
				X 30S	Y	
PH-1	HORVASA	HYMPSA	Alcalá de Guadaira	246.214	4.138.595	18
PH-2	ÁRIDOS Y HORMIGONES HISPALENSES	Áridos y Hormigones Hispalenses S.A.	Alcalá de Guadaira	249.977	4.136.302	18
PH-3	HORMIGONES UTRERA	Hormigones Utrera S.L.	Utrera	251.622	4.120.368	33
PA-1	MBC2	Firmes y Asfaltados del Sur S.L.	San José de la Rinconada	242.361	4.152.427	10
PA-2	MCB3	Aldilop S.L.	Villanueva del Río y Minas	(29S) 757.959	4.161.719	27
PA-3	MCB1. Planta de Atalaya	Rus .- Eiffage Infraestructuras	Utrera	253.256	4.115.321	39

El excedente de tierras y los residuos procedente de demoliciones durante la ejecución de las obras deberán ser retirados a vertedero. La empresa Fermovert dispone de dos vertederos en la provincia de Sevilla, una planta de transferencia y una planta de reciclaje. El Vertedero "La Cabaña" es el más cercano a la obra. Se encuentra a 8 km hacia el nordeste por Ctra. Sevilla-Brenes/A-8008. Se ha verificado que dicho vertedero tiene capacidad ilimitada a efectos del presente proyecto.

4.3.3. Riesgos geológicos

Existen riesgos geológicos derivados de la presencia de un nivel freático somero. Dada la morfología llana de la zona de estudio, existe riesgo de encharcamiento en ciertos puntos debido a la baja escorrentía superficial y al posible efecto barrera que producen las obras y estructuras lineales de la zona. Estas zonas encharcables, se corresponden geomorfológicamente a las inmediaciones del cauce del Arroyo Tamarguillo. Este arroyo se encuentra encauzado antes y después de intersectar con la zona de proyecto, por lo que las avenidas se encuentran reguladas.

Otros riesgos geológicos son el carácter expansivo de la unidad de margas azules del andalucense, la cual presenta una expansividad alta.

Y, por último, destacar la presencia de rellenos antrópicos, que ocupan una antigua gravera y que están conformados por una mezcla muy heterogénea de arenas y arcillas con restos antrópicos de todo tipo y procedencia (plásticos, maderas, escombros...), los cuales deberán ser eliminados o tratados adecuadamente, en aquellas zonas en donde la traza intersecta con ellos.

4.4. GRADO DE SISMICIDAD

Se aplica la “Norma de Construcción Sismorresistente: puentes (NCSP-07)”, aprobada en el Real Decreto 637/2007 de 18 de mayo. Esta norma tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en la realización de los diferentes proyectos.

Según el apartado 2.8. de la Norma NCSP-07, no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las situaciones siguientes:

- Cuando la aceleración sísmica horizontal básica a_b del emplazamiento sea inferior a 0,04 g; siendo g la aceleración de la gravedad.
- Cuando la aceleración sísmica horizontal de cálculo a_c sea inferior a 0,04 g.

La Norma NCSP-07 considera que una aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g no genera solicitaciones peores que las demás hipótesis de carga, dada la diferencia de coeficientes de seguridad y de acciones simultáneas que deben considerarse con el sismo.

El valor de la aceleración sísmica básica, expresada en relación al valor de la gravedad g, se fija para cada zona del territorio español por medio del mapa de peligrosidad sísmica que se incluye en el apartado 3.4. de la Norma NCSP-07 y cuyo listado por términos municipales para valores iguales o superiores a 0,04 g se recoge en el Anejo 1 de la citada norma. Este valor es característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de 500 años.

Tanto el citado mapa como el listado de términos municipales incluyen además el coeficiente K de contribución, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

En este caso, para el término municipal de Sevilla resulta:

$$a_b / g = 0,07 \quad K = 1,10$$

Siendo la aceleración básica para la localidad de Sevilla igual al valor de 0,07·g, será obligatorio considerar la acción sísmica para el diseño.

La aceleración sísmica de cálculo de las estructuras es la reflejada en la última columna de la tabla.

Los valores obtenidos para cada una de las estructuras se resumen en las siguientes tablas según los datos aportados por geotecnia:

500 años						
ESTRUCTURA	c	γ_I	γ_{II}	Municipio	a_b	a_c
Estructura 1	1.560	1.00	1.00	SEVILLA	0.07 g	0.087 g
Estructura 2	1.560	1.30	1.00		0.07 g	0.1136 g
Estructura 3	1.560	1.00	1.00		0.07 g	0.0874 g
Estructura 4	1.560	1.00	1.00		0.07 g	0.0874 g
Señalización	1.560	1.00	1.00		0.07 g	0.0874 g

4.5. DATOS CLIMATOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS

En el Anejo 5, *Climatología e Hidrología*, se caracterizan las condiciones climáticas e hidrológicas del entorno afectado por las obras proyectadas. El alcance del estudio realizado la extensión del enlace proyectado, así como la extensión territorial que forma parte de las cuencas interceptadas por la traza definida.

Para la elaboración el estudio climático de la zona se emplea las siguientes publicaciones:

- Publicaciones:
 - “Datos Climáticos para carreteras” M.O.P. 1964.
 - “Guía Resumida del Clima en España 1981-2010”. Publicación de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).
 - “Caracterización agroclimática de la provincia de Sevilla”. Publicado en 1989 por el anteriormente denominado Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (actualmente Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente”).
 - “Caracterización de las comarcas agrarias de España”. Publicado en 2014 por el anteriormente denominado Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (actualmente Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente”).
 - “Atlas Climático Ibérico”. Publicado por la Agencia Estatal de Meteorología en 2011.
 - “Atlas Hidrogeológico de Andalucía”. Publicado por el Instituto Tecnológico Geominero de España; Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía; Consejería de Trabajo e Industria de la Junta de Andalucía en 1998.

- Información ambiental de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio de la Junta de Andalucía.
- Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir (2015 – 2021)

Así como los datos proporcionados por los siguientes Organismos:

- Organismos:
 - Agencia Estatal de Meteorología (AEMET): Datos de las estaciones termoplumiométricas próximas al área de estudio facilitados por dicho organismo.
 - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
 - Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

Se enumeran a continuación los principales objetivos alcanzados en el Anejo 5, *Climatología e Hidrología*:

- Caracterización del área de estudio desde el punto de vista climático (termometría, pluviometría, meteoros, índices climáticos, etc.)
- Determinación de los coeficientes medios de reducción por días de climatología adversa, para el cálculo de días laborables en las diferentes actividades incluidas en el proyecto.
- Cálculo de la precipitación máxima diaria, variable necesaria para el dimensionamiento de los elementos de drenaje.
- Delimitación de las cuencas hidrológicas cuyo desagüe natural se ve interrumpido por el trazado proyectado y determinación de los datos físicos asociados a éstas, necesarios para el cálculo de caudales de diseño.
- Descripción del método meteorológico utilizado para la obtención de los caudales de diseño, según la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial" de la Instrucción de Carreteras, aprobada mediante Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero.
- Cálculo de los caudales máximos de avenida asociados a diferentes periodos de retorno, a partir de los datos de precipitaciones recogidos y de la caracterización de las cuencas interceptadas.

Para la consecución de los objetivos indicados, se seleccionan las siguientes estaciones meteorológicas de la red de la AEMET:

C. Hidrográfica	Código	Denominación	UTM X (m)	UTM Y (m)	Altitud (m)	Prec Nº años	Precip Serie compl	Tem Nº años	Temp Serie compl
Guadalquivir	5783	SEVILLA /SAN PABLO	243.049	4.145.924	34	64	1951 - 2015	64	1951 - 2015
Guadalquivir	5790X	SEVILLA (TABLADA AUTOMÁTICA)	233.769	4.139.704	9	5	2004 - 2009	5	2004 - 2009
Guadalquivir	5790Y	SEVILLA 'TABLADA AUT THIES'	233.801	4.139.513	9	6	2009 - 2015	6	2009 - 2015
Guadalquivir	5790	SEVILLA (TABLADA)	233.572	4.139.710	8	34	1970 - 2004	-	-
Guadalquivir	5811M	SEVILLA (SANIDAD VEGETAL)	238.822	4.138.614	14	16	1994 - 2006 2010 - 2014	22	1993 - 2015

4.5.1. Climatología

4.5.2. Características pluviométricas

El clima andaluz se caracteriza por una acusada escasez de precipitaciones anuales. La pluviometría andaluza muestra valores muy desiguales, en estrecha relación con lo compartimentado de su relieve. Así, entre el oeste y el este del territorio (ligeramente al sur del paralelo 37º) se dan los contrastes más acusados, entre los que se produce el máximo gradiente vegetal y pluviométrico.

Del análisis de los datos, se puede concluir que la zona de estudio soporta una pluviometría mínima de 563,7 mm registrada en la estación 5811M "Sevilla (Sanidad Vegetal)" y un máximo de 566,4 mm en la estación 5790 "Sevilla (Tablada)"

En ninguno de los meses se superan los 10 días de lluvia, registrándose en los meses estivales de julio y agosto menos de 1 día de lluvia como media de los valores registrados. Como media de las estaciones estudiadas, anualmente se producen 67 días de lluvia al año, siendo diciembre el mes donde más días de lluvia se registran.

4.5.3. Características térmicas

En el clima andaluz, la temperatura media anual adopta valores muy diversos, que reflejan un gradiente costa-interior y, sobre todo, un fuerte gradiente altitudinal, de forma tal que los valores más bajos (inferiores a 8–10 °C) se encuentran en los enclaves montañosos del interior de las cadenas Béticas (Sierra Cazorla y Segura, Sierra Nevada, etc.) El flanco occidental de estas cadenas, más abierto a la influencia atemperante del Atlántico, y el conjunto de Sierra Morena, presentan valores más elevados, que oscilan entre 12°C y 14°C. En la costa atlántica se superan los 16°C, y en el valle del Guadalquivir, y algunos puntos de la costa mediterránea se pueden rebasar los 18°C, alcanzándose incluso 20°C en algunos enclaves del litoral almeriense, que se constituye en uno de los puntos más cálidos de España

En la totalidad de las estaciones, la temperatura media anual se aproxima a los 20°C; observándose las mínimas temperaturas medias mensuales en los meses de diciembre, enero y febrero (con valores próximos a 11°C) y las máximas temperaturas medias mensuales en los meses de julio y agosto (con valores superiores a 27°C).

Respecto a la media de las temperaturas máximas registradas, se observa un valor máximo en el mes de julio y agosto con valores en torno a los 46°C y respecto a los valores de extremos de las temperaturas mínimas, los mínimos registrados se sitúan por debajo de los 0º en los meses de diciembre, enero y febrero; por lo que se puede concluir que las temperaturas extremas son bastante dispares a las temperaturas medias a lo largo del año.

4.5.4. Diario meteorológico

Se presenta en este apartado el estudio de una serie de variables que recogen los resultados del análisis de los datos del diario meteorológicos, expresado en número de días de presentación de un fenómeno. Los valores recogidos corresponden, a los valores medios obtenidos de los registros de las estaciones seleccionadas para el estudio climático.

AÑOS	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	ANUAL
Días de lluvia	7,6	7,6	9,5	8,4	6,8	7,6	7,5	5,2	2,2	0,3	0,8	3,7	67,2
Días de nieve	0,4	0,5	0,8	0,7	0,6	0,6	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	4,8
Días de granizo	0,3	0,4	0,8	0,4	0,6	0,8	0,6	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	4,8
Días de tormenta	1,2	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	1,4	1,7	0,7	0,4	0,4	1,3	10,6
Días de niebla	2,1	2,2	2,9	3,1	3,2	2,5	2,0	1,2	0,6	0,5	0,5	0,9	21,7

4.5.5. Índices Climáticos

Los índices climáticos analizados para el área de estudio reflejan las características climáticas del mismo.

Índice	Expresión	Valor	Clasificación
Precipitación media anual			
Estación 5783	P	565,29	---
Estación 5790	P	566,42	---
Estación 5811M	P	563,68	---
Temperatura media anual			
Estación 5783	T	19,69	---
Estación 5790	T	19,15	---
Estación 5811M	T	18,90	---
Aridez de Martonne			
		Zona de transición, con escorrentías temporales	
Estación 5783	$I_a = \frac{P}{T + 10}$	19,04	Zona de transición, con escorrentías temporales
Estación 5790		19,43	Zona de transición, con escorrentías temporales
Estación 5811M		19,50	Zona de transición, con escorrentías temporales
Dantín-Revenga			
		Zona árida	
Estación 5783	$I_{DR} = \frac{100 \times T}{P}$	3,48	Árida
Estación 5790		3,38	Árida
Estación 5811M		3,35	Árida
Pluviosidad de Lang			
		Zona árida	
Estación 5783	L=R/T	28,71	Árida
Estación 5790		29,58	Árida
Estación 5811M		29,82	Árida

Según Dantín–Revenga, el clima puede calificarse fundamentalmente como árido. En esta misma línea, Martonne clasifica al terreno como zona de transición con escorrentía temporales. Asimismo, Lang corroboran las clasificaciones anteriores, atribuyendo al ámbito de estudio caracteres de zona árida.

Según la clasificación climática de Köppen, la zona de estudio se caracteriza por tener un clima **Csa (templado con verano seco y caluroso)**. Este tipo de clima abarca la mayor extensión de la Península Ibérica, ocupando aproximadamente un 40 % de la superficie. Se extiende por la mayor parte de la mitad sur y de las regiones costeras mediterráneas, a excepción de las zonas áridas del sureste.

4.5.6. Coeficientes mensuales para la determinación de días trabajables

Se determinan los días útiles para la ejecución de los diferentes trabajos utilizando los datos de las estaciones meteorológicas consultadas y se han completado con los mapas de isolíneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo, editados por la Dirección General de Carreteras. En la tabla que se adjunta a continuación se presenta el coeficiente medio anual de reducción climatológica obtenido para cada tipo de obra, resultado de ponderar los coeficientes de reducción de los días laborables de cada mes con sus propios días laborables.

Tipo de obra	Ene	Feb	Marz	Abril	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic
Hormigones	20	17	18	19	20	21	22	21	19	20	18	13
Explanaciones	18	16	17	18	19	20	22	21	19	18	17	13
Áridos	20	17	18	19	20	21	22	21	19	20	18	13
Riegos y tratamientos	6	5	10	14	18	20	22	21	18	17	10	10
Mezclas bituminosas	14	12	16	16	18	20	22	21	18	17	15	6

4.5.7. Hidrología

La finalidad de este estudio hidrológico es determinar los caudales de referencia de las cuencas interceptadas por el trazado de las distintas alternativas, que permitan dimensionar las obras de drenaje de la vía.

El ámbito de estudio se sitúa en la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. La cuenca del Guadalquivir comprende las cuencas del Guadalquivir y la de los ríos Guadalete y Bárbate. Es la cuenca más extensa de Andalucía. En el siguiente gráfico se muestra el porcentaje de superficie de cada provincia con respecto a la superficie total de la cuenca del Guadalquivir (fuente Plan Hidrológico del Guadalquivir).

4.5.8. Máximas precipitaciones diarias

La precipitación máxima diaria (Pd) es uno de los datos necesarios para el cálculo de los caudales de avenida en una determinada cuenca. Para la determinación de la Pd para los distintos periodos de retorno considerados, para cada estación considerada, se utiliza la siguiente metodología:

- Aplicación de la metodología de la publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”
- Aplicación de estudios estadísticos SQRT-ET max y Gumbel.

De las precipitaciones máximas obtenidas, se toman como valores de cálculo, las mayores al considerarse más conservadoras. En la siguiente tabla se indican los valores de las precipitaciones máximas diarias para cada estación:

Estación Pluviométrica		Proceso de cálculo	Períodos de retorno T (años)				
			T = 5 años	T = 10 años	T = 25 años	T = 100 años	T = 500 años
Código	Nombre		Pd (mm)	Pd (mm)	Pd (mm)	Pd (mm)	Pd (mm)
5783	SEVILLA AEROPUERTO	Ajuste Gumbel máx	68	80	94	115	139
		Ajuste SQRT-ET máx	69	83	101	132	173
		Máximas llluvias E.P.	67	80	96	124	139
5790	SUPERPOSICIÓN SEVILLA TABLADA	Ajuste Gumbel máx	63	73	85	103	125
		Ajuste SQRT-ET máx	63	75	92	118	153
		Máximas llluvias E.P.	67	80	96	124	139
5811M	SEVILLA (SANIDAD VEGETAL)	Ajuste Gumbel máx	71	82	96	118	142
		Ajuste SQRT-ET máx	67	78	94	118	150
		Máximas llluvias E.P.	67	80	96	124	139

Según se deduce del estudio de la influencia de las estaciones meteorológicas siguiendo la metodología de los Polígonos de Thiessen, existe una total influencia de la estación 5783 "Sevilla (Aeropuerto)" sobre la superficie de las cuencas definidas.

4.5.9. Caudales de diseño

Para la determinación de los caudales de diseño, se siguen las indicaciones expuestas en el Capítulo 2, *Cálculo de caudales*, de la Norma 5.2-IC "Drenaje superficial".

A falta de que la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir comunique sus criterios de dimensionamiento de drenaje transversal se tomará el periodo de retorno de 500 años, por tratarse del criterio más conservador.

Para el drenaje longitudinal se considerará un periodo de retorno de 25 años.

En las siguientes tablas, se incluye los caudales de cálculo para cada una de las cuencas interceptadas por el trazado.

CAUDALES (m³/s) DE DISEÑO SEGÚN EL MÉTODO RACIONAL DE LA NORMA 5,2-IC DRENAJE SUPERFICIAL

CARACT. FÍSICA	CUENCA	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8
	PENDIENTE (%)	0,46	0,54	0,16	0,13	0,30	0,25	0,26	0,27
	t _c de cálculo	0,680	0,705	1,588	1,936	1,699	2,258	2,306	2,319
	K _t	1,042	1,044	1,113	1,140	1,122	1,165	1,169	1,170
	ÁREA (km ²)	0,578	0,623	0,706	1,466	1,481	4,069	4,122	4,130
I(T,t _c)	I(T,t _c)	23,088	22,651	14,394	12,690	13,699	11,240	11,100	11,060
Caudales T = 2 años	Q _{DT} (T=2 años)	0,63	0,67	0,64	1,11	1,19	3,87	4,01	4,02
	Q _{CM} (T=2 años)	0,58	0,61	0,60	1,04	1,11	3,69	3,82	3,83
Caudales T = 5 años	Q _{DT} (T=5 años)	1,18	1,27	1,80	3,61	3,58	13,45	14,00	14,08
	Q _{CM} (T=5 años)	1,11	1,19	1,70	3,41	3,39	12,87	13,41	13,50
Caudales T = 10 años	Q _{DT} (T=10 años)	1,59	1,68	1,48	2,63	2,82	8,51	8,72	8,74
	Q _{CM} (T=10 años)	1,50	1,58	1,41	2,50	2,68	8,16	8,38	8,39
Caudales T = 25 años	Q _{DT} (T=25 años)	2,14	2,25	1,95	3,50	3,75	11,10	11,35	11,38
	Q _{CM} (T=25 años)	2,02	2,13	1,86	3,33	3,56	10,67	10,93	10,95
Caudales T = 50 años	Q _{DT} (T=50 años)	2,62	2,77	2,37	4,27	4,58	13,39	13,68	13,67
	Q _{CM} (T=50 años)	2,49	2,62	2,27	4,07	4,36	12,89	13,18	13,18
Caudales T = 100 años	Q _{DT} (T=100 años)	3,17	3,35	2,85	5,14	5,51	15,93	16,23	16,25
	Q _{CM} (T=100 años)	3,02	3,18	2,73	4,91	5,26	15,36	15,66	15,68
Caudales T = 500 años	Q _{DT} (T=500 años)	4,72	4,99	4,17	7,56	8,10	22,92	23,30	23,33
	Q _{CM} (T=500 años)	4,51	4,76	4,00	7,25	7,77	22,15	22,54	22,57

Siguiendo las indicaciones de las “Recomendaciones para la Redacción de los Proyectos de Trazado de Carreteras” de la Nota de Servicio 8/2014 se incluye la caracterización de las cuencas interceptadas:

CUENCAS INTERCEPTADAS

Cuenca interceptada	ODT	Área (km ²)	Longitud escorrentía (km)	Desnivel cabecera – desagüe (m)	Pendiente media (%)	Umbral de escorrentía (mm)	Caudal [m ³ /s] (Q ₅₀₀ años)	Sección
Cuenca 01	ODT E05 0+380	0,578	0,765	3,5	0,46	14,60	4,72	Marco 2 x 2 m
	ODT E33 0+525							Marco 2 x 1 m
Cuenca 02	ODT E07 0+110	0,623	0,835	4,5	0,16	14,62	4,99	Marco 2 x 2 m
	ODT E07 0+290							Marco 2 x 2 m
Cuenca 03	ODT E02 0+370	0,706	1,792	2,9	0,54	14,02	4,17	THA Ø1.80 m
Cuenca 04	ODT E31 0+370	1,466	2.208	2,9	0,13	14,13	7,56	Marco 2 x 1 m
Cuenca 05	ODT E 10 0+125	1,481	2,292	6,8	0,30	14,15	8,10	Marco 3 x 2 m
Cuenca 06	ODT Existente Eje A-4 p,k, 534+750 (prolongación aguas arriba)	4,069	3,184	8,0	0,25	11,79	22,92	3 vanos 1,5 x 3 m
Cuenca 07	ODT E14 0+155 (prolongación ODT de la SE-20 en el p,k, 0+050)	4,122	3,305	8,5	0,26	11,65	23,30	Marco 6 x 6 m
Cuenca 08	ODT E11 0+230	4,130	3,362	9,1	0,27	11,63	23,33	Marco 6 x 6 m

4.6. DATOS DE PLANEAMIENTO Y TRÁFICO

4.6.1. Información de planeamiento urbanístico

El trazado de la Remodelación del enlace de la autovía A-4 con la carretera SE-20, discurre completamente por suelo del Término Municipal de Sevilla.

En el cuadro siguiente se muestra las figuras de planeamiento vigente y su fecha de aprobación definitiva, así como la fecha de su publicación en el Boletín Oficial de la Provincia de Sevilla.

MUNICIPIO	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO VIGENTE		
	TIPO (*)	FECHA APROBACIÓN DEFINITIVA	FECHA PUBLICACIÓN BOJA
SEVILLA	PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA	19/07/2006	07/09/2006

Los usos de suelo sobre los que se asentará la actuación principalmente son de tipo dotacional.

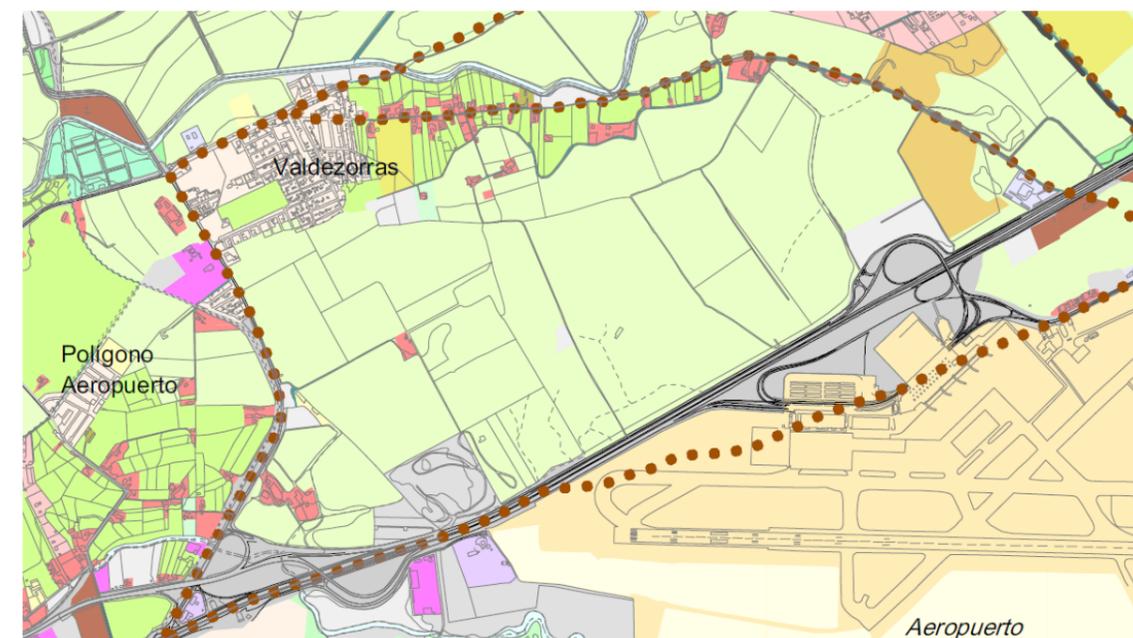


Figura 4. Fragmento del Plano i 2.1 Usos del Suelo en el territorio Municipal

- Vías Pecuarias
- Canteras, escombreras y vertederos
- Cauces y riberas
- Masas de agua
- Masas forestales
- Eriales y pastizales
- Herbáceos de secano
- Olivar
- Regadíos extensivos
- Regadíos intensivos
- Cítricos y frutales
- Viveros
- Improductivos agrícolas
- Ganadero
- Puerto, aeropuerto y centros de transporte
- Vías de acceso y principales rondas urbanas
- Infraestructuras hidráulicas
- Otras infraestructuras
- Grandes equipamientos urbanos
- Parques urbanos y espacios libres
- Industriales y económico productivos
- Servicios de la construcción
- Desguaces y chatarrerías
- Servicios del transporte
- Hostelería y turismo
- Grandes superficies comerciales
- Urbano y urbanización
- Parcelaciones urbanísticas
- Viviendas rurales y cortijos
- Solares degradados, improductivos y vacantes

Leyenda

Para la recopilación de la información urbanística necesaria se ha procedido a efectuar consulta al Ayuntamiento de Sevilla, como queda reflejado en el correspondiente apartado de Organismos Afectados del presente documento, así como a la consulta de la información disponible en la página web de del Ayuntamiento de Sevilla (<http://www.pgou.eu/Sevilla.htm>).

El 14 de enero de 2016, La Jefa del Servicio de Urbanismo de la Delegación Territorio de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio en Sevilla, suscribió un informe en el que indicaba lo siguiente:

“El planeamiento vigente en el término municipal de Sevilla es el Plan General de Ordenación urbana probado por Resolución de la Consejera de Obras públicas y Transporte de fecha 19/07/06 y Texto refundido, aprobado por Resolución de la Consejera de Obras Públicas y Transportes de fecha 15/03/07.

Según el plano de ordenación estructural OE-01 de Clasificación y Categorías de Suelo Urbano y Urbanizable, los terrenos incluidos en el ámbito tienen la clasificación de suelo urbanizable sectorizado.

El plano OE-04 de Estructura del Territorio Sistema Generales distingue en el ámbito los siguientes sistemas generales:

- Sistema General de Espacio Libres
- Sistema General de Transportes e Infraestructuras básicas
- Sistema General de Equipamientos y Servicios Públicos.

Según el plano de ordenación estructural OE-05 de Usos Globales OE-05, se distinguen en el ámbito los siguientes usos globales:

- Uso global dotacional
- Uso global actividades productivas
- Uso global terciario.”

La actuación objeto del presente proyecto es colindante con los terrenos incluidos en el Plan Parcial “San Nicolás Oeste”. Dicho Plan Parcial fue aprobado definitivamente por el Ayuntamiento Pleno, el día 27 de septiembre de 2013.

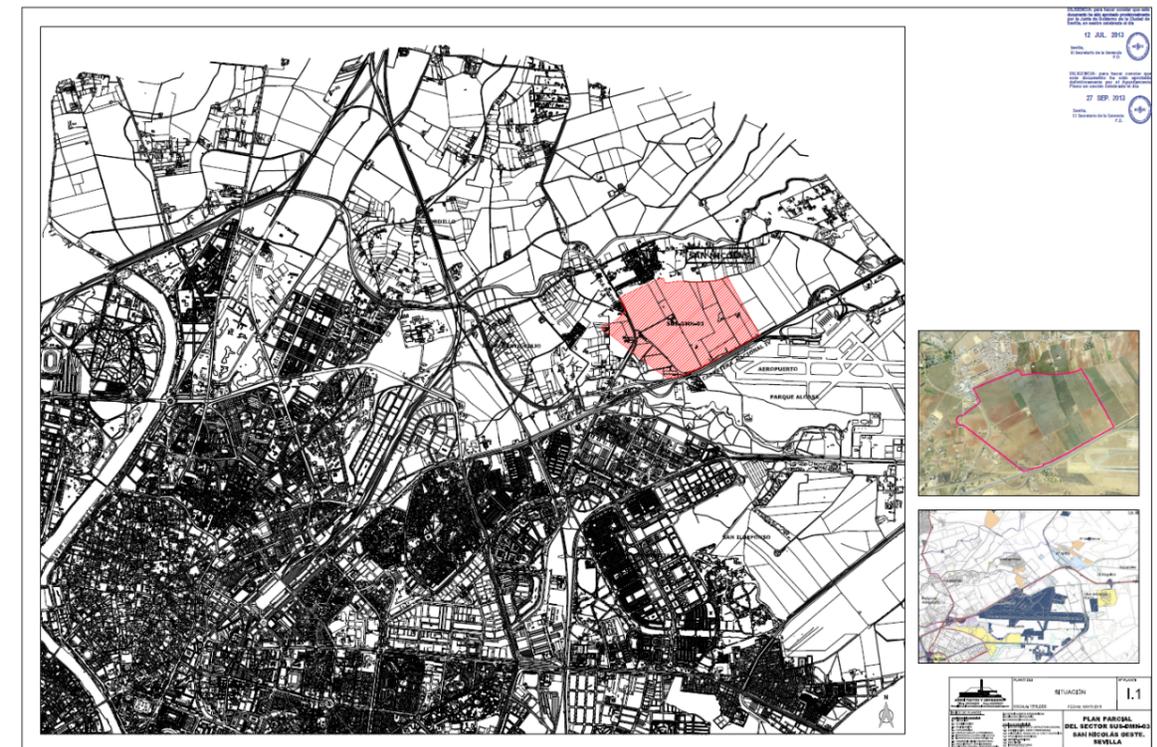


Figura 5. Plano de Información I.1. “Situación.” Del P.P. San Nicolás Oeste

Los terrenos comprendidos por dicho plan, así como los correspondientes a los viales de la reforma del enlace A-4/SE-20, están clasificados en el P.G.O.U. de Sevilla como “Suelo Urbanizable Sectorizado”, según lo representado en el plano de Información I.2 “Calificación según el P.G.O.U. vigente”

En el plano de I.3 “Calificación de suelos según el P.G.O.U. vigente”, se observa que los suelos por los que discurrirán los nuevos viales previstos están clasificados como Suelos dotacionales, de “espacios libres asociados al viario” y en un pequeño porcentaje ocupan suelos de “equipamientos y servicios públicos”.

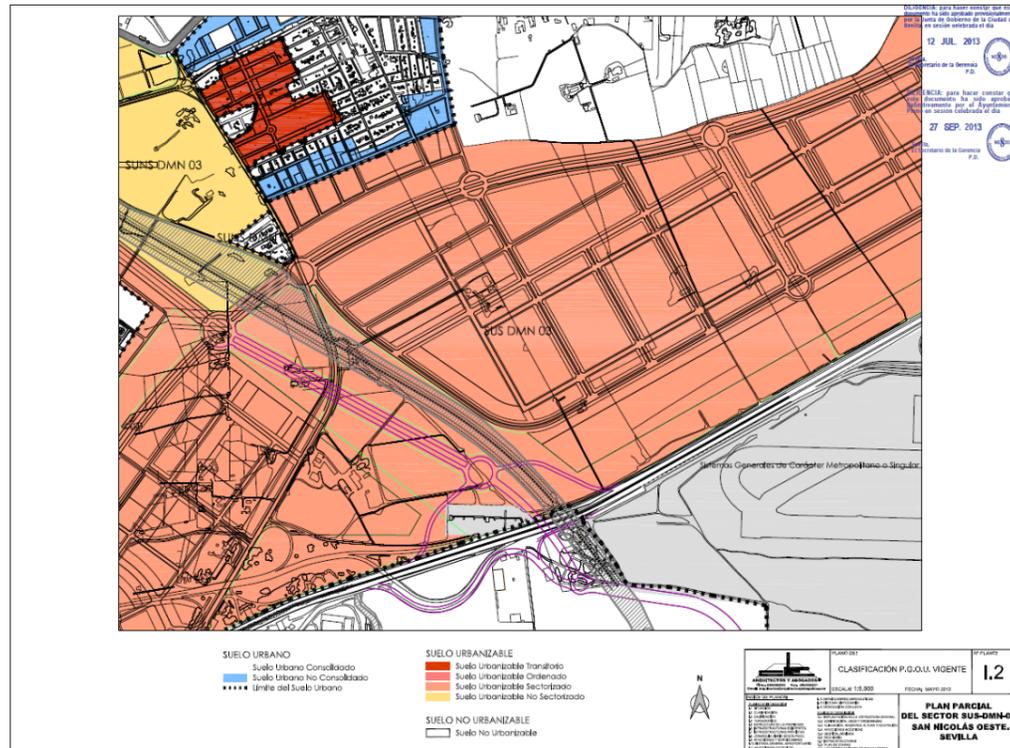


Figura 6. Plano de Información I.2. “Clasificación P.G.O.U. vigente.” Del P.P. San Nicolás Oeste

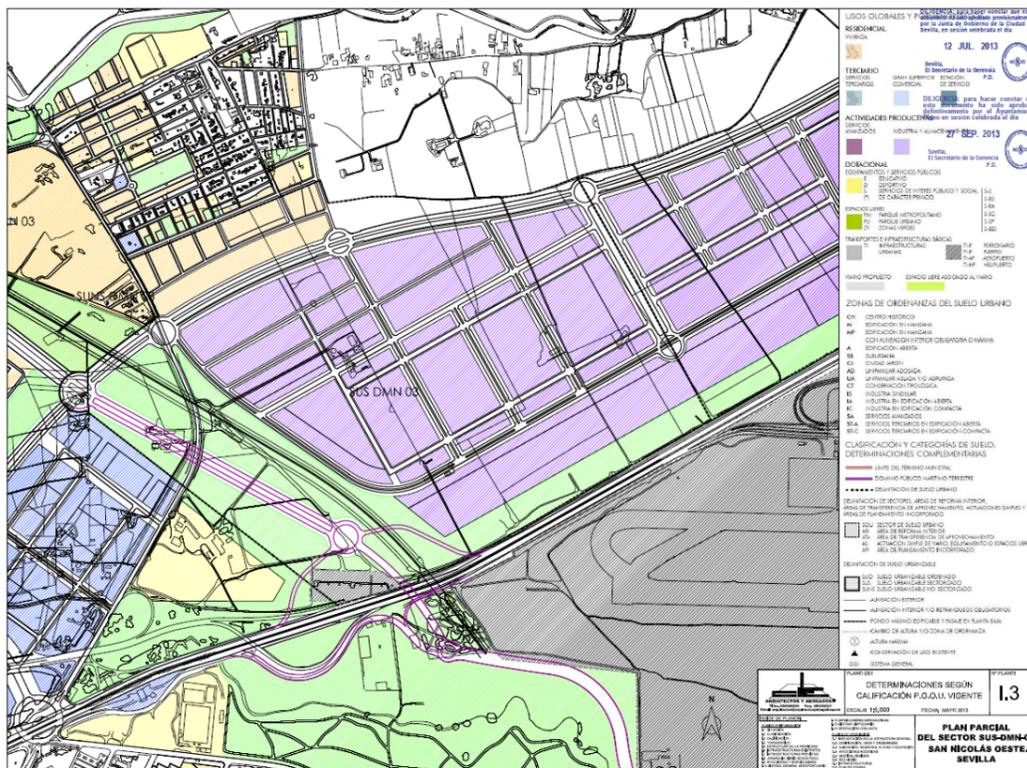


Figura 7. Plano de Información I.3. “Calificación P.G.O.U. vigente.” Del P.P. San Nicolás Oeste

Como puede observarse en la siguiente imagen, este plan parcial ha tenido en cuenta en su desarrollo el Proyecto de Construcción “Ronda Urbana SE-35, Tramo: Avda. Emilio Lemos – Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)”, noviembre 2013. Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, en el que se contemplaba la ejecución de viales de conexión con este plan parcial, los cuales conectaban al mismo mediante una glorieta.

Como se ha recogido en el Anejo 2. *Antecedentes*, con fecha 18 de noviembre de 2015, el Consejo de Gobierno de la Gerencia Municipal de Urbanismo de Sevilla, suspende la ejecución del Proyecto de Construcción de la “Ronda Urbana SE-35, en su tramo: Avenida de Lemos – Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)” y se compromete a que una vez que el Ayuntamiento de Sevilla decida la ejecución de la SE-35 con la propuesta redactada, u otra, se someterá al trámite de Evaluación Ambiental de forma previa a cualquier acto de ejecución o redacción y aprobación de nuevo proyecto.



Figura 8. Plano de Ordenación O.1. “Implantación en la estructura general.” Del P.P. San Nicolás Oeste

A continuación, se incluye una imagen del plano de Conjunto de Proyecto de Construcción “Ronda Urbana SE-35, Tramo: Avda. Emilio Lemos – Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)”, en que se representan los citados viales, así como la glorieta de conexión con el Plan Parcial.

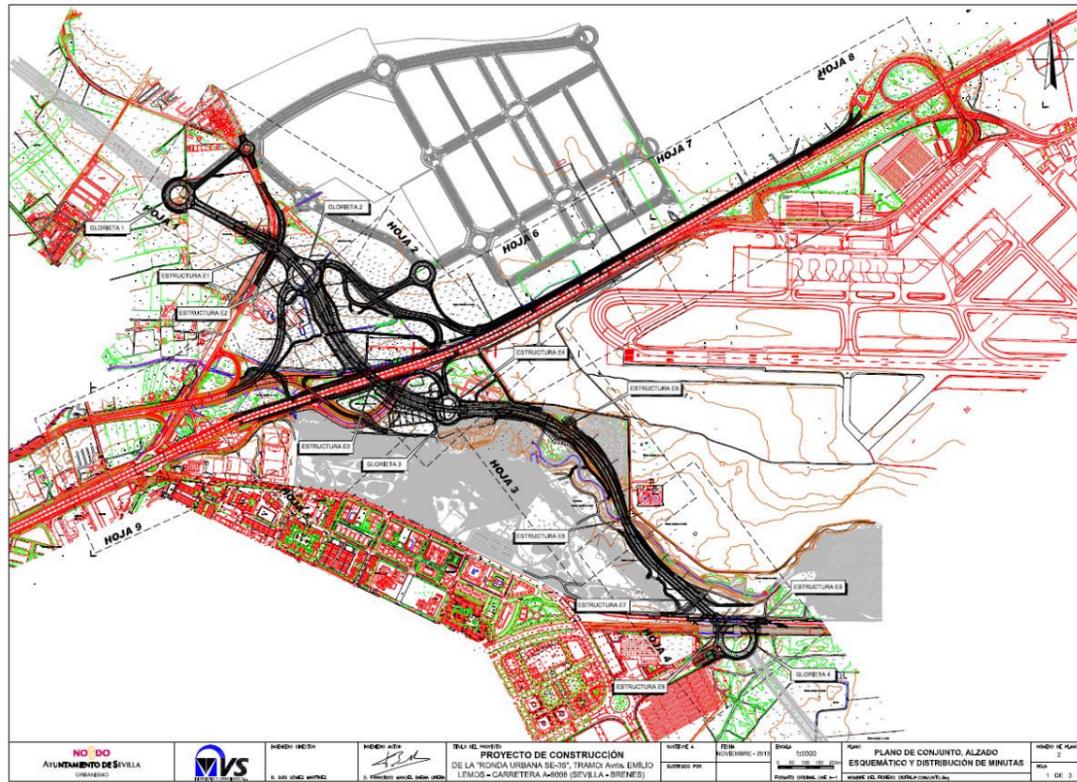


Figura 9. Plano 3. "Plano de Conjunto. Alzado esquemático y distribución de Minutas". Proyecto de Construcción "Ronda Urbana SE-35, Tramo: Avda. Emilio Lemos – Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)"

En el presente proyecto, la conexión con el Plan Parcial San Nicolás Oeste sigue realizándose en el mismo punto que el Proyecto de Construcción "Ronda Urbana SE 35, Tramo: Avda. Emilio Lemos – Carretera A-8008 (Sevilla-Brenes)".

Como puede observarse en el apartado siguiente, se ha mantenido comunicación con el Servicio de Coordinación del desarrollo urbanístico y programas de vivienda de la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, con la intención de coordinar el desarrollo del presente proyecto con el del Plan Parcial, de manera que la ubicación de la glorieta de conexión entre ambos proyectos quede igualmente definida en ambos.

En el Apéndice nº1 del Anejo 6. *Planeamiento y Tráfico*, se incluyen planos de información y ordenación del P.G.O.U. de Sevilla, así como del Plan Parcial San Nicolás Oeste. Asimismo, se incluye un plano en el que se muestra la traza del enlace proyectado sobre el plano de clasificación del suelo.

La actuación propuesta, la cual ha sido vista por la dirección técnica de la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, durante su concepción, es compatible con el planeamiento vigente.

4.6.2. Estudio de tráfico

A pesar de que la ejecución de los ejes 4 y 5 no se contempla en el presente Proyecto, su influencia se mantiene en el análisis de tráfico, debido a que su ejecución irá aparejada al desarrollo del sector urbanístico San Nicolás Oeste, prevista tras la ejecución del este Proyecto.

4.6.3. Datos de partida

En este apartado se estima tráfico que tendrá que soportar la "Reforma del enlace de la Autovía del Sur (A-4) con la carretera SE-20", en el término municipal de Sevilla. La reforma propuesta permitirá realizar todos los movimientos actuales y evitará tener que utilizar la carretera A-8008 (Junta de Andalucía) para efectuar los siguientes movimientos:

- De la autovía A-4 sentido Córdoba a la carretera SE-20
- De carretera la SE-20 a la autovía A-4 sentido Sevilla

El enlace reformado incorporará una glorieta en la margen derecha de la autovía A-4 para permitir la conexión de los futuros viarios municipales previstos en el planeamiento vigente.

Para la caracterización de la demanda actual, además de analizarse el tráfico en las estaciones de aforo del Ministerio de Fomento incluidas en el Mapa de Tráfico de 2016 de interés para futuro enlace, se llevó a cabo una campaña de campo el martes 24 de noviembre de 2015 consistente en:

- 8 puntos de aforo en los ramales del enlace entre la autovía A-4 y la carretera SE-20, así como en las vías de servicio de la autovía A-4 en las proximidades del enlace (24 horas)
- 1 aforo en tramo troncal de la autovía A-4 (24 horas).

Como resumen se obtuvieron los siguientes resultados de IMDs:

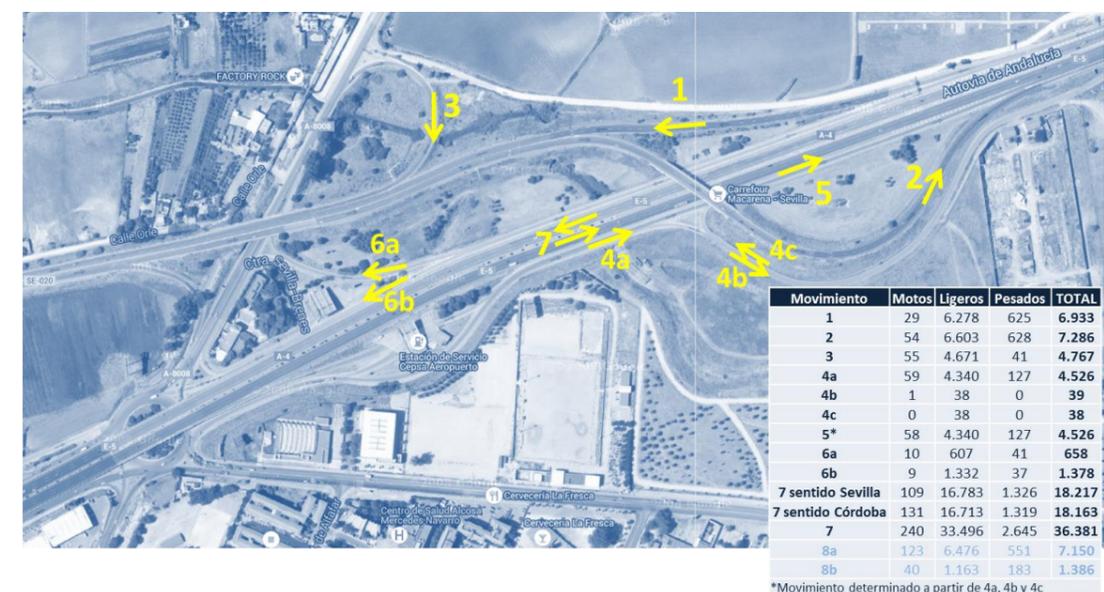




Figura 10. Secciones de cálculo de IMD

4.6.3.1. Demanda futura

Para la estimación de la demanda futura se han tenido en cuenta las indicaciones recogidas en la Nota de Servicio 5/2014 Prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de los Estudios Informativos, Anteproyectos y Proyectos de carreteras. Además, se ha considerado la demanda adicional generada por el desarrollo urbanístico San Nicolás, muy próximo a la zona de estudio y cuyo desarrollo generará flujos de tráfico que hay que tener en cuenta en el dimensionamiento del enlace. En la estimación de vehículos generados por el nuevo desarrollo urbanístico se consultaron dos fuentes de información:

- Trip generation Manual 8th Edition: Este manual proporciona estadísticas utilizadas en el cálculo de ratios de generación de vehículos para una amplia variedad de usos del suelo, basado en la experiencia de más de 4.000 estudios de generación de viajes. En el apéndice 3 se incluye el manual completo.
- Memoria Anual de 2014 de Ikea: Memoria de las tiendas en España, que contiene información de clientes y empleados.

Debido a que este proyecto se engloba en un Convenio de colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla, se ha mantenido una reunión con la Dirección técnica de la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, para fijar criterios a la hora de la realización del estudio de tráfico, puesto que la evolución del desarrollo urbanístico de la zona condiciona de manera notable el funcionamiento del enlace objeto del proyecto.

- El año de puesta en servicio del enlace: 2021. Los tráficos considerados son los obtenidos de la campaña de aforos realizada en noviembre de 2015, proyectados a este año.

4.6.3.2. Niveles de servicio

De acuerdo a lo indicado por la Dirección Técnica de la Gerencia de Urbanismo, en el estudio de la capacidad y niveles de servicio del enlace, se ha considerado lo siguiente:

- A partir de que el enlace esté en funcionamiento, se comenzarán las obras de urbanización del Plan Parcial San Nicolás Oeste, que finalizarán aproximadamente en el año 2022.
- En el plan parcial se contempla la implantación de una gran superficie comercial, que se supone estará en servicio en el año 2022. En este año, los tráficos considerados son los obtenidos de la campaña de aforos realizada en noviembre de 2015, proyectados a este año, más los de atracción de este comercio.
- Se supone que en el año 2025 estarán en servicio todos los comercios previstos en este plan parcial. En este año, los tráficos considerados son los obtenidos de la campaña de aforos realizada en noviembre de 2015, proyectados a este año más los de atracción de toda la superficie comercial.

Desde que las obras de urbanización estén finalizadas, hasta el año 2041, se considera además un crecimiento lineal del tráfico, debido a la implantación del resto de servicios previstos en el Plan Parcial.

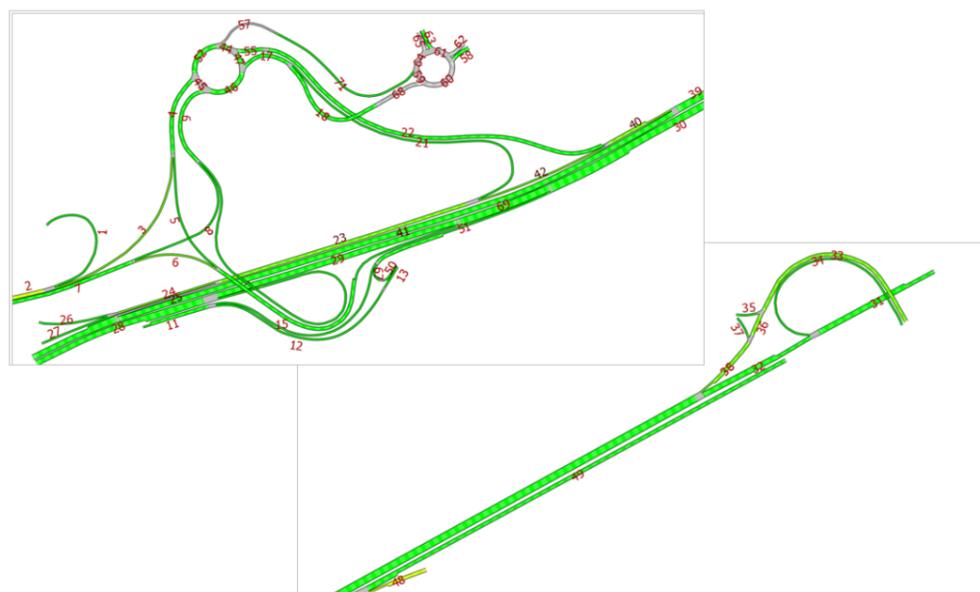
Asimismo, el Ayuntamiento tiene previsto ejecutar diversos viales, de acuerdo con el desarrollo urbanístico de las zonas próximas a este proyecto y según lo recogido en el P.G.O.U. del Ayuntamiento de Sevilla, que modificarían los flujos de tráfico analizados para el presente proyecto.

Para el trazado propuesto se han evaluado los siguientes años futuros:

- Año 2021: año de puesta en servicio del nuevo enlace.
- Año 2041: año horizonte del proyecto.

Para estos años se han estimado intensidades para la I100, IMDs y Niveles de Servicio en toda la red evaluada.

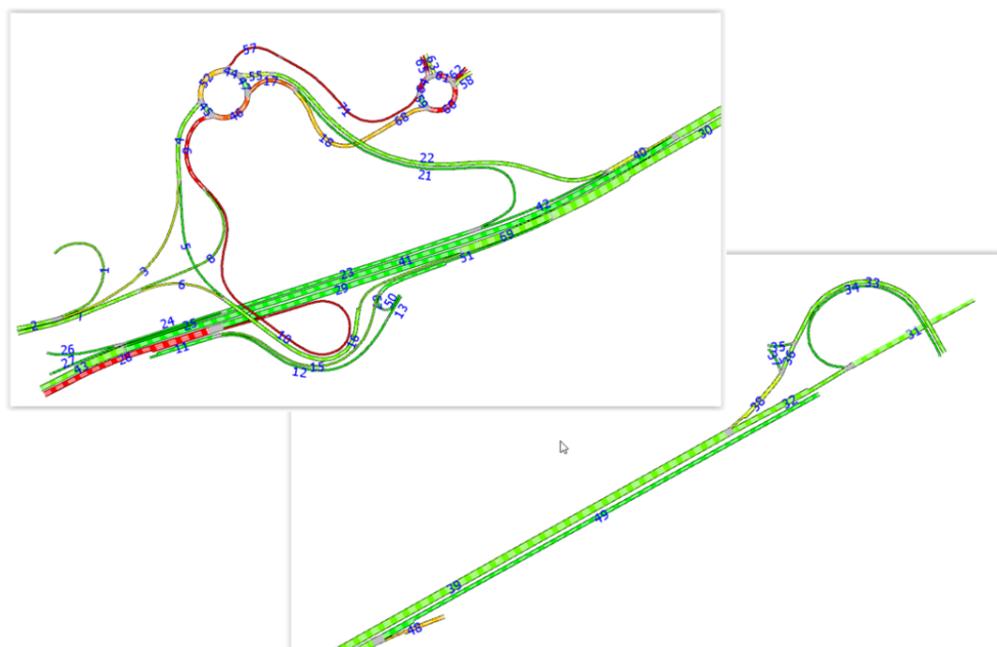
Niveles de Servicio Año 2021



SECCIÓN SIMULACIÓN	Flujo IH100 ligeros	Flujo IH100 pesados	IMD ligeros	IMD pesados	NIVEL DE SERVICIO
1	391	3	5,376	41	B
2	930	54	12,804	752	C
3	541	51	7,439	718	B
4	543	52	7,478	723	A
5	0	0	0	0	A
6	531	47	7,301	659	B
7	531	47	7,301	664	A
8	0	0	0	0	A
9	49	4	674	60	A
10	49	5	672	63	A
11	360	12	4,959	171	A
12	4	0	54	0	A
13	4	0	54	0	A
15	357	12	4,908	171	A
16	532	47	7,326	657	A
17	0	0	0	0	A
18	0	0	0	0	A
21	0	0	0	0	A
22	500	50	6,875	696	A
23	159	7	2,193	94	B
24	159	9	2,188	122	B
26	48	3	666	46	A
27	110	6	1,517	90	A
28	1,413	101	19,448	1,411	A
29	1,364	96	18,766	1,352	A
30	2,244	151	30,888	2,120	A
31	1,343	130	18,479	1,829	A
32	1,247	120	17,166	1,678	A
33	796	38	10,954	539	B
34	96	14	1,327	198	A

SECCIÓN SIMULACIÓN	Flujo IH100 ligeros	Flujo IH100 pesados	IMD ligeros	IMD pesados	NIVEL DE SERVICIO
35	7	1	99	18	A
36	790	37	10,870	522	B
37	25	5	337	65	A
38	815	41	11,212	581	B
39	2,060	157	28,350	2,198	A
40	667	55	9,179	772	B
41	1,376	99	18,941	1,389	A
42	160	7	2,205	94	B
43	1,374	99	18,908	1,388	A
44	547	52	7,529	727	A
45	0	0	0	0	A
46	49	4	673	59	A
47	49	4	672	59	A
48	1,447	36	19,912	511	C
49	788	113	10,844	1,588	A
50	3	0	47	0	A
51	358	12	4,920	173	A
52	546	52	7,508	724	A
55	499	48	6,865	668	A
57	0	0	0	0	A
58	0	0	0	0	A
59	0	0	0	0	A
60	0	0	0	0	A
61	0	0	0	0	A
62	0	0	0	0	A
63	0	0	0	0	A
64	0	0	0	0	A
65	0	0	0	0	A
67	1	0	19	0	A
68	0	0	0	0	A
69	1,895	143	26,080	2,006	A
71	0	0	0	0	A

Niveles de Servicio Año 2041



SECCIÓN SIMULACIÓN	Flujo IH100 ligeros	Flujo IH100 pesados	IMD ligeros	IMD pesados	NIVEL DE SERVICIO
1	525	7	7,226	101	B
2	1,792	103	24,664	1,438	C
3	1,267	99	17,438	1,393	C
4	1,792	130	24,657	1,824	B
5	524	31	7,216	429	A
6	722	61	9,943	856	C
7	1,241	96	17,083	1,343	A
8	519	35	7,136	487	B
9	2,124	132	29,231	1,846	F
10	1,607	97	22,118	1,364	F
11	486	13	6,693	177	A
12	5	0	63	0	A
13	5	0	63	0	A
15	482	13	6,639	177	B
16	1,246	92	17,152	1,285	B
17	4,135	247	56,908	3,458	E
18	2,578	155	35,486	2,173	C
21	1,556	92	21,412	1,285	B
22	1,202	94	16,537	1,315	B
23	1,771	98	24,375	1,375	B
24	216	9	2,967	132	B
25	1,555	92	21,405	1,285	B
26	66	4	902	56	A
27	150	7	2,065	104	A
28	3,427	230	47,169	3,227	F
29	1,820	133	25,045	1,863	A
30	3,549	237	48,850	3,322	B

SECCIÓN SIMULACIÓN	Flujo IH100 ligeros	Flujo IH100 pesados	IMD ligeros	IMD pesados	NIVEL DE SERVICIO
31	2,210	192	30,423	2,691	B
32	2,083	175	28,672	2,448	B
33	1,138	54	15,668	751	B
34	127	18	1,747	257	A
35	14	4	198	60	A
36	1,129	52	15,539	732	B
37	33	6	457	84	A
38	1,158	54	15,938	760	B
39	3,239	228	44,585	3,203	B
40	1,418	100	19,512	1,406	C
41	1,821	128	25,060	1,797	A
42	216	8	2,969	118	B
43	3,376	220	46,461	3,082	B
44	1,261	99	17,350	1,395	A
45	2,070	121	28,493	1,693	A
46	4,194	252	57,722	3,540	A
47	59	11	813	150	A
48	2,063	55	28,387	776	D
49	1,486	181	20,457	2,545	A
50	5	0	66	0	A
51	484	13	6,663	177	A
52	3,862	251	53,153	3,517	A
55	1,202	94	16,537	1,315	A
57	2,602	151	35,807	2,123	F
58	1,290	77	17,751	1,073	C
59	0	1	0	14	A
60	2,578	155	35,481	2,172	A
61	2,593	154	35,682	2,156	B
62	1,305	76	17,954	1,059	F
63	1,288	78	17,729	1,096	B
64	2,603	151	35,826	2,123	E
65	1,299	76	17,879	1,065	F
67	4	0	52	0	A
68	2,578	155	35,482	2,172	A
69	3,066	224	42,197	3,148	B
71	2,602	151	35,814	2,123	F

4.6.4. Análisis del cambio de velocidad en el tronco

Adicionalmente se ha hecho una comprobación en las secciones del tronco en las que se ha propuesto una reducción de velocidad de 120km/h a 100km/h. Se presenta a continuación unas tablas con la comparación de los Niveles de servicios obtenidos según las características de cada sección. La comparación se ha hecho para el año de puesta en servicio 2021 y para el año horizonte 2041.

Tabla 1. Comparación de Niveles de Servicio debido al cambio de velocidad en el tronco 2021

Año de puesta en servicio 2021	ID Secciones	Velocidades existentes en el Escenario Base			Cambio de velocidad (Fase III)		
		Velocidad (Km/h)	Densidad (veh/km/carril)	Nivel de Servicio	Velocidad (Km/h)	Densidad (veh/km/carril)	Nivel de Servicio
Sentido Sevilla	43	120	4.53	A	100	4.98	A
Sentido Córdoba	69	120	6.27	A	100	6.90	A
	30	120	5.88	A	100	6.46	A

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Comparación de Niveles de Servicio debido al cambio de velocidad en el tronco 2041

Año horizonte 2041	ID Secciones	Velocidades existentes en el Escenario Base			Cambio de velocidad (Fase III)		
		Velocidad (Km/h)	Densidad (veh/km/carril)	Nivel de Servicio	Velocidad (Km/h)	Densidad (veh/km/carril)	Nivel de Servicio
Sentido Sevilla	43	120	9.80	B	100	10.78	B
Sentido Córdoba	69	120	9.00	B	100	9.90	B
	30	120	8.26	B	100	9.09	B

Fuente: Elaboración propia

Se comprueba que el nivel de servicio no se ve afectado por el cambio de velocidad en ninguna sección.

4.6.5. Categoría del tráfico pesado para el dimensionamiento del firme

Con los resultados de las IMDs estimadas, específicamente la IMD de pesados por cada sección se puede distinguir la categoría de tráfico que permitirá establecer la sección estructural del firme.

Según la Norma 6.1 IC de "Secciones de Firme" se establece que "la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMD_p) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado".

Para este caso se ha estudiado el año 2025, teniendo en cuenta que para este año ya se encuentra en servicio el 100% de la gran superficie comercial y servicios terciarios, así como casi el 50% del resto del plan parcial San Nicolás.

Tabla 3. Categorías de tráfico pesado de T00 a T42. Norma 6.1 Secciones de Firmes.

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

A continuación, se presenta un resumen con los resultados de IMDp y categorías de tráfico según las dos alternativas planteadas para el proyecto.

Tabla 4. Categorías de tráfico pesado por secciones.

Sección	IMD sección	IMDp	Categoría de tráfico
1	5,763	73	T32
2	16,733	920	T1
3	11,011	877	T1
4	13,368	1,000	T1
5	2,284	123	T31
6	8,824	731	T2
7	11,268	846	T1
8	2,447	114	T31
9	10,674	439	T2
10	8,238	325	T2
11	5,424	147	T31
12	56	0	T42
13	56	0	T42
15	5,376	147	T31
17	19,483	766	T2
18	12,270	484	T2
21	7,082	275	T2
22	10,499	833	T1
23	9,586	352	T2
24	2,580	119	T31
25	7,031	274	T2
26	766	45	T41
27	1,823	88	T32
28	29,697	1,537	T1
29	21,444	1,262	T1
30	37,789	2,101	T0
31	23,471	1,671	T1
32	21,793	1,467	T1
33	12,665	631	T2
34	1,687	248	T2
35	159	39	T41
36	12,533	607	T2
37	450	74	T32
38	12,894	654	T2
39	34,606	2,012	T0
40	13,163	919	T1
41	21,192	1,209	T1
42	2,579	105	T31
44	11,259	755	T2

Sección	IMD sección	IMDp	Categoría de tráfico
45	9,635	324	T2
46	20,285	698	T2
47	807	70	T32
48	22,454	606	T2
49	15,153	1,573	T1
50	65	0	T42
51	5,424	161	T31
52	23,032	1,176	T1
55	10,486	833	T1
57	11,812	498	T2
58	6,075	234	T2
59	271	2	T42
60	12,495	410	T2
61	12,492	426	T2
62	6,106	254	T2
63	6,125	244	T2
64	12,584	432	T2
65	6,278	254	T2
67	51	0	T42
68	12,252	484	T2
69	32,511	1,983	T1
71	11,989	506	T2

Fuente: Elaboración propia

4.6.6. Conclusiones

Como conclusiones del análisis y resultados del estudio de tráfico, se deducen los siguientes:

Escenario base

Actualmente el enlace no presenta problemas de congestión, aunque el nivel de servicio en la sección de la carretera SE-20 en dirección Sevilla presenta un nivel de servicio C, no implica un mal funcionamiento de dicha vía, ya que se debe a la confluencia de los dos viarios y la reducción de velocidad que se presenta.

El nivel de servicio más desfavorable es para la incorporación a la vía de servicio en dirección Córdoba, por el resultado en el tiempo de espera, sin embargo, no genera congestiones importantes, ni problemas en la vía de servicio ni en la autovía.

Escenarios futuros

La alternativa seleccionada es una combinación de los mejores resultados de las alternativas valoradas, sin tener en cuenta la posible ejecución de los viales previstos por el Ayuntamiento, puesto que a día de hoy no están ejecutados.

Los niveles de servicios resultantes en el año de puesta (2021) en servicio del enlace son satisfactorios al obtenerse niveles de servicio A, B o C en todos los ramales y secciones del enlace. La solución planteada es válida para medio plazo, pero los resultados obtenidos para el año horizonte 2041 reflejan la necesidad de ejecución de estos viales previstos en el P.G.O.U a largo plazo.

4.7. GEOTECNIA DEL CORREDOR

Los trabajos de campo y laboratorio han pretendido contrastar y ampliar la información ya recopilada en trabajos anteriores. Dichos trabajos se han realizado conforme a la nota de Servicio 3/2012 sobre *Recomendaciones sobre la campaña geotécnica en los proyectos de la Dirección General de Carreteras*.

Los trabajos de campo sido realizados por la UTE GEOTREN y supervisados y dirigidos por GEOLEN INGENIERÍA. La campaña realizada se ha llevado a cabo durante los meses de febrero y mayo y junio de 2018 y ampliada en febrero de 2019 para la zona del vertedero. Esta campaña sido propuesta por INECO y supervisada continuamente por los geólogos de GEOLEN.

A lo largo de la traza se han realizado 38 calicatas mecánicas, 1 zanja continua de 3 metros de profundidad y 345 metros de longitud (en el vertedero R1), 40 ensayos de penetración dinámica, 11 sondeos mecánicos a rotación con recuperación de testigo, 12 ensayos presiométricos, 1 perfil sísmico de 430 m de longitud (en el vertedero R1), 5 testigos de firme en la autovía A-4 y los correspondientes ensayos de laboratorio.

Además, se ha tenido en cuenta la información aportada por las prospecciones realizadas para el Estudio de Caracterización Medioambiental del vertedero, en febrero de 2019.

4.7.1. Materiales de la traza

A continuación, se describen las principales unidades geotécnicas diferenciadas.

Terciario (mioceno). Margas gris azuladas, TM.

Estos materiales no afloran en la zona de estudio, pero se encuentran bajo las unidades cuaternarias afectadas por el trazado, a unas profundidades comprendidas entre 5,50 y 11,80 m desde la superficie. Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo CH, es decir, arcillas de plasticidad elevada.

Arcillas y arcillas limo-arenosas, QTA

Se trata de los niveles predominantemente arcillosos de la serie de depósitos de las terrazas del río Guadalquivir. Esta unidad se identifica con la terraza media del Guadalquivir. Este tipo de materiales, son los predominantes en los tramos más superficiales, junto con afloramientos del nivel de arenas limo-arcillosas con gravas QTAR.

Con espesores que oscilan entre 2,85 y 6,70 metros aproximadamente, con una potencia media aproximada de 4,8 metros. Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo 71 % CL, 4 % CH, 18 % SC y 7% SM. El 75% de las muestras es de naturaleza cohesiva, mientras que el 25% restante es de naturaleza granular.

Arenas limo-arcillosas con gravas, QTAR

Se trata de los niveles predominantemente arenosos de la serie de depósitos de las terrazas del río Guadalquivir. Esta unidad se identifica con la terraza inferior del Guadalquivir. Este tipo de materiales, son los predominantes en los tramos más superficiales, junto con afloramientos del nivel de arcillas limo-arenosas QTA.

De las investigaciones disponibles realizadas en el entorno de la actuación, el muro se encuentra entre 1,5 y 5,9 metros aproximadamente, con una potencia media de 3,50 metros. Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo 53 % SC, 6 % SM, 18% SC-SM, 6 % GC y 17% CL. El 82% de las muestras es de naturaleza granular, mientras que el 18% restante es de naturaleza cohesiva.

Arenas y limos de color marrón QAL

Son los depósitos localizados en las inmediaciones del arroyo del Tamarguillo. Estos depósitos aluviales encajan y solapan sobre las formaciones QTAR y QTA y apoyan sobre la formación QTG..

Se trata de un multinivel constituido predominantemente por arenas y limos de color marrón, con algo de gravas, y ocasionalmente, por niveles de arcillas de color gris-negro, de textura fangosa, de forma intercalada.

De las investigaciones realizadas se deduce que el muro de esta formación se encuentra en torno a 2,2 m de profundidad. Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo 57 % SM, 14% SC, 14 % GC y 15% CL. El 85% de las muestras es de naturaleza granular, mientras que el 15% restante es de naturaleza cohesiva.

Gravas con arenas, QTG

Se trata del nivel de granulometría más gruesa de la serie de depósitos de las terrazas del río Guadalquivir, se dispone como el nivel más profundo de la serie cuaternario, a techo de los niveles Terciarios de Margas Gris-Azuladas. Se ha detectado a partir de profundidades que oscilan entre 2,20 y 8,20 metros, con espesores que oscilan entre 1,5 y 5,8 metros aproximadamente, con una potencia media aproximada de 3,50 metros. Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo 56 % GM, 22 % SM, 11 % GP y 11 % GC.

Rellenos compactados, R2.

Estos rellenos, fundamentalmente relacionados con las carreteras y caminos existentes muestran un estado de compacidad importante. La capacidad portante de estos materiales queda puesta de manifiesto, por lo que podrán reutilizarse en obra.

De las investigaciones realizadas se deduce que el muro de esta formación varía entre 0,4 y 2,2 m de profundidad. Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo 50 % SC, 33 % CL y 17 % GC.

Rellenos sin compactar, R1.

El material de relleno del vertedero se describe como rellenos vertidos sin ningún tipo de control y sin compactación. Se observa una capa superficial de sellado (R1s) de 1,3 m de espesor medio bajo la que se encuentra el vertedero propiamente dicho (R1v), compuesto principalmente por restos de basura muy heterogéneos, tales como plásticos, telas, trozos de neumáticos, restos de madera, restos de materiales de construcción, metales, cristales, incluso muy puntualmente fragmentos de losas de hormigón, etc.

El espesor de los residuos no peligrosos R1v, varía desde cero en los bordes de la parcela hasta un máximo de 9,1 metros, con una media de 6,1 metros. El conjunto de vertidos y capa de sellado (descartando los datos de los bordes de parcela) presenta un espesor de entre 10,4 y 6,0 metros con una media de 7,7 metros.

Según la clasificación U.S.C.S. se trataría de un suelo 50 % SC, 33 % CL y 17 % GC. El 67 % de las muestras analizadas son de naturaleza granular y el 33 % de naturaleza cohesiva. Se considerará que estos materiales tendrán un comportamiento eminentemente granular, con un contenido en finos bajo, del orden del 20-25%.

Se incluye a continuación un cuadro resumen, en el que se recogen los parámetros geotécnicos que podrían adoptarse de forma genérica para cada formación geotécnica.

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS MEDIOS	TIPO DE SUELO	Golpeos N ₃₀	Granulometría		Límites de Atterberg			SUCS	SO ₄ (mg/kg)	ABG	Reutilización	Excavabilidad	PN (kN/m ³)	CBR 95% PN	HL %	Col %	Parámetros resistentes					E (kN/m ²)	v
			% finos	LL	LP	IP	Resistencia a compresión simple q _u (kN/m ²)										Resistencia al corte sin drenaje c _u (kN/m ²)	Cohesión efectiva C' (kN/m ²)	Ángulo de fricción φ (°)	γ _{ap} (kN/m ³)			
Margas gris azuladas, TM	Cohesivo	15-45	95,6	57,9	21,6	36,3	CH	62	2	Marginal	Directa	-	-	-	-	200-700	100-350	30-90	20-22	20	14.000-30.000	0,35	
Arcillas y arcillas limo-arenosas, Q _{TA}	Cohesivo	10-15	68,6	35,3	15,9	19,4	CL	67	7	Tolerable	Directa	18,32	3,7	1,2	0,04	110-220	60-110	15-25	25-26	20	10.000-15.000	0,35	
Arenas limo-arcillosas con gravas, Q _{TAR}	Granular	10-20	32,3	29,5	16,2	13,2	SC	83	0,5	Tolerable	Directa	18,22	3,4	1,2	0,05	-	-	2-5	29-32	20	11.000-18.000	0,30	
Arenas limosas, Q _{AL}	Granular	10-16	36,3	28,2	17,6	10,6	SM	-	1,2	Tolerable	Directa	19,77	6,2	0,2	0,0	-	-	2-5	29-30	20	11.000-14.000	0,30	
Gravas con arenas, Q _{TG}	Granular	16-R	8,0	NP	NP	NP	GM	96	1,2	-	Directa	-	-	-	-	-	-	2	34-35	21	14.000-35.000	0,30	
Rellenos antrópicos compactados, R ₂	Granular	15-20	45,3	33,2	16,8	16,4	SC	110	2,5	Tolerable	Directa	19,86	2,9	1,2	0,0	-	-	20	31-34	20	14.000-18.000	0,30	
Rellenos antrópicos sin compactar, R ₁	Vertedero	3-10 (6)	20-25	-	-	-	SC	2418	3,4	Inadecuado	Directa	-	-	-	-	-	-	0,1	22	17	4.000	0,4	

Tabla resumen de parámetros geotécnicos medios adoptados

SUCS: Clasificación de suelos
 SO₄: Contenido en sulfatos
 ABC: Acidez Bauman-Gully
 PN: Densidad máxima del ensayo próctor Normal
 CBR: Ensayo CBR referido al 95% del ensayo PN
 HL: Hinchamiento Libre
 Col: Índice de Colapso
 q_u: Resistencia a compresión simple
 c_u: Resistencia al corte sin drenaje
 C: Cohesión a corto plazo
 φ: Ángulo de fricción a corto plazo
 γ_{ap}: Densidad aparente
 E: Módulo de deformación
 v: Módulo de Poisson

4.7.2. Estudio de Rellenos

Con respecto al estudio de rellenos se propone un talud 2H:1V en todos los casos. Estos terraplenes alcanzan una altura máxima de 10,60 m en el p.k.0+220 del eje 11. Los asientos máximos obtenidos serán del orden de 20 cm, pero se producirán al mismo tiempo que se ejecuta la obra, debido al comportamiento eminentemente granular de los terrenos afectados.

El listado completo de rellenos por ejes, junto con su altura e investigaciones realizadas para su estudio, se muestra en la siguiente tabla:

TABLA RESUMEN DE RELLENOS PRINCIPALES CON INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS					
EJE	P.K. INICIO/FINAL	MARGEN	ALTURA MÁXIMA EN EJE (m).	INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS REALIZADAS Y RECOPIADAS DE PYTOS. PREVIOS	LITOLÓGIA CIMIENTO
1	0+000 - 0+200 0+280 - 0+740	Derecho	< 1,0	Realizadas: S-3, P-16, P-17, C-10, C-12	Coexistiendo a lo largo del eje: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA}) Relleno antrópico compactado (R ₂)
2	0+000 - 0+843	Ambos	3,7	Realizadas: S-1, S-, S10, P-1, P-10, P-11, P-12, P-26, P-37, P-39, P-40, P-41, P-42, P-43, C-6, C-7, C-12, C-24, C-29, C-40. Zanja continua. PS-1. SMA-1y SMA-2. Recopiladas: S-1, S-5, P-9, C-36, C-30	De 0+130 a 0+515: Relleno antrópico sin compactar (R ₁)
					De 0+000 a 0+130 y 0+515 a 0+843: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
3	0+000-0+724	Ambos	3,7	Realizadas: S-1, S-9, S-11, P-1, P-10, P-11, P-12, P-16, P-37, P-39, P-40, P-41, P-42, P-43, C-6, C-7, C-12, C-24, C-32, C-40. Zanja continua. PS-1. SMA-1y SMA-2. Recopiladas: S-1, S-5, P-9, C-36, C-30, C37	De 0+000 a 0+320: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
					De 0+320 a 0+670: Relleno antrópico sin compactar (R ₁)
					0+670 – 0+724: Relleno antrópico compactado (R ₂)
4	0+0000+451	Ambos	8,8	Realizadas: S-1, S-9, S-11, C-7,C-33, P-11, P-26, P-35, P-36 Recopiladas: S-4, C-36, C-37b	0+000-0+305: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
					0+305-0+451: Relleno antrópico sin compactar (R ₁)
5	0+000-0+471	Ambos	3,5	Realizadas: C-1, C-29, P-25, P-26, P-36 Recopiladas: S-4, S-2, C-30, C-36	0+000-0+005: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
					0+005-0+115: Relleno antrópico sin compactar (R ₁)
					0+115-0+471: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
6	0+000-0+254	Ambos	3,2	Realizadas: P-34 y P-36	0+000-0+065: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
					0+065-0+225: Relleno antrópico sin compactar (R ₁)
					0+225-0+254: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
9	0+000 - 0+448,7	Ambos	10,0 y 4,7	Realizadas: S-2, S-3, S-4, S-8, P-2, P-8, P-9, P-17, P-18, C-3, C-5, C-18, C-19, C-28	De 0+000 a 0+035: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
					De 0+035 a 0+355: Depósito aluvial de terraza granular (Q _{TAR})
					De 0+355 a 0+448,7: Relleno antrópico compactado (R ₂)
10	0+220 - 0+370	Ambos	7	Realizadas: S-7, S-5, S-4, S-3,P-21, P-18, P-17, P-7, P-8, P-4, P-23, P-3, C-2, C-4, C-9, C-18, C-20	De 0+000 a 0+250; 0+350 a 0+680; 0+785 a 0+850: Relleno antrópico compactado (R ₂)
	0+420 - 0+530				De 0+250 a 0+350 y 0+680 a 0+690: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
	0+610 - 1+026,9				De 0+690 a 0+785 y 0+850 a 1+018,99: Depósito aluvial de terraza granular (Q _{TAR})
11	0+000 - 0+340	Ambos	9,2	Realizadas: S-6, S-8, P-2, C-9, 0-14, C-8, C-28, C-19, C-39, P-13, P-14	De 0+190 a 0+220 y 0+230 a 0+407,170: Relleno antrópico compactado (R ₂)
					De 0+000 a 0+190: Depósito aluvial de terraza granular (Q _{TAR})

TABLA RESUMEN DE RELLENOS PRINCIPALES CON INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS					
EJE	P.K. INICIO/FINAL	MARGEN	ALTURA MÁXIMA EN EJE (m).	INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS REALIZADAS Y RECOPIADAS DE PYTOS. PREVIOS	LITOLOGÍA CIMIENTO
13	0+140 - 0+389,4	Ambos	5,4	Realizadas: P-15, C-3, P-9, S-2, C-5, P-4, S-7, C-2, P-3, S-8	De 0+140 a 0+225 y 0+355 a 0+389,4: Relleno antrópico compactado (R ₂)
					De 0+225 a 0+355: Depósito aluvial de terraza granular (Q _{TAR})
14	0+400 - 0+800	Ambos	3,8	Realizadas: S-3, S-4, S-5, P-17, P-19, P-20,	De 0+000 a 0+600 y 0+690 a 1+490,18: Relleno antrópico compactado (R ₂)
				P-22, C-20, C-22	
				Recopiladas: S-4,	De 0+600 a 0+690: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
15	0+280 - 0+530	Derecho	1	Realizadas: S-5, P-19, P-20, P-22, C-11, C-17, C-21, C-22	De 0+280 a 0+530 y 0+710 a 1+023,1: Relleno antrópico compactado (R ₂)
	0+605 - 0+695			Recopiladas: S-4, S-4, SR-2	De 0+605 a 0+640: Depósito aluvial de terraza arcilloso (Q _{TA})
	0+770 - 1+023,1				De 0+640 a 0+710: Depósito aluvial de terraza granular (Q _{TAR})

Con respecto a los ejes que discurren sobre vertedero, esto es, varios tramos de los Ejes 2, 3, 4, 5, 6, 31 y 39, cabe decir que, debido a las malas características geotécnicas del material del vertedero R1, ya no solo por su alta heterogeneidad y composición irregular, sino también por su escasa resistencia y la alta deformabilidad, además de su difícil caracterización geotécnica para asignar parámetros medios que sean representativos, y lo más importante de todo, por el carácter impredecible de los asientos a largo plazo que se producen en asociados a la lenta degradabilidad de la materia orgánica presente (maderas y textiles) especialmente en el espesor donde varía estacionalmente el nivel freático, se descarta desde el inicio, la ejecución de rellenos e incluso plataformas en rasante, directamente sobre estos materiales, excepto en el caso de los caminos 31 y 39.

Es de destacar el carácter evolutivo ya citado, de estos materiales, es decir, la degradación de la materia orgánica con el paso del tiempo, con lo cual su comportamiento no se trata únicamente de una cuestión de la magnitud de asientos esperables en el momento de ejecutar los terraplenes, sino del comportamiento de estos materiales a largo plazo, algo de muy difícil anticipación.

Otro de los problemas que acompañan este tipo de materiales es el riesgo de generación de colapsos, ya sea por la propia degradación de la materia orgánica, o por la propia densificación de los materiales vertidos sin compactar, o por las fluctuaciones y/o corrientes de aguas freáticas con posibilidad de arrastres de finos y zonas más débiles, o por una mezcla de todos estos factores.

Resulta imprescindible, por tanto, la realización de algún tipo de mejora del terreno, que limite las incertidumbres asociadas a este tipo de vertido.

En esta zona, además de la mala calidad geotécnica de los materiales del sustrato, existen tres condicionantes importantes que limitan el tipo de tratamiento propuesto:

- Existencia de restos orgánicos de lenta degradación (maderas y textiles) englobados de manera arbitraria dentro del vertedero, aunque las últimas prospecciones realizadas en febrero de 2019 indican que al menos en los tres primeros metros más superficiales existe una mayor concentración de este tipo de residuos entre los pp.kk. 0+300 y 0+440 del Eje 2. Estos materiales son susceptibles de descomposición con el paso del tiempo, concretamente en la franja afectada por las variaciones estacionales del nivel freático, pudiendo generar unos asientos diferidos, de magnitud que es muy difícil cuantificar puesto que se trata de un material totalmente heterogéneo, de distribución irregular y una naturaleza variada.
- Existencia de niveles arbitrariamente distribuidos donde la resistencia de los residuos del vertedero es inferior a la media (de los quince ensayos DPSH realizados, siete de ellos: P-28, P-29, P-31, P-35, P-37, P-39 y P-43, presentan tramos decimétricos con golpes inferiores a 3).
- Existencia ocasional de fragmentos de hormigón que pueden tener dimensiones métricas y distribución aleatoria.
- El nivel freático se encuentra en la zona entre un mínimo de 3,9 y un máximo de 5,6 metros de profundidad, dependiendo de la época del año y de la zona de la parcela. Es más superficial en la zona Sureste y más profundo en la Noroeste. Este nivel sufre variaciones estacionales de entre 0,8 y 1,7 metros. Este nivel freático se engloba dentro de la masa de agua subterránea Sevilla-

Carmona. Esta masa tiene una extensión importantísima, unas elevadas permeabilidades (en torno a 10^{-2} m/s y 5×10^{-4} m/s) y caudales de explotación de 20 a 40 l/seg.

- En la zona del vertedero existe, en principio, una limitación de gálibo de entre 10 y 18 metros de altura (restricciones impuestas por AESA, Agencia Española de Seguridad Aeroportuaria, debido a la cercanía al aeropuerto de San Pablo). Estos gálibos están pendientes de confirmación por parte de AESA, y podrían ser incluso más reducidos, del orden de 4 metros. Esta situación condiciona de manera muy importante las posibles soluciones para el tratamiento del vertedero, en cuanto a la altura de la maquinaria a utilizar.

Se ha analizado la posible aplicación de las distintas técnicas de mejora del terreno más habitual concluyéndose que la más adecuada para el tipo de material a tratar y para los condicionantes específicos de la zona es la ejecución de mallas cuadradas de inclusiones rígidas de mortero, bajo todos los terraplenes que discurren sobre el vertedero.

Las mallas recomendadas variarán desde un máximo de 2,5x2,5 metros hasta un mínimo de 1,5x1,5 metros, en función de la altura del terraplén, además se prevé la construcción de un colchón de reparto de naturaleza granular (S4, ZA o ZN) entre la cabeza de las inclusiones y el apoyo de los terraplenes.

En la siguiente tabla se incluyen las mediciones auxiliares resultantes de la aplicación de inclusiones rígidas y los colchones de reparto calculados para cada espaciado de malla:

EJE	TRAMO	LONGITUD DEL TRAMO (m)	ALTURA TERRAPLÉN	ESPACIADO O MALLA	ESPESOR COLCHÓN DE REPARTO (m)	ÁREA CELDA (m ²)	SUPERFICIE TRATAMIENTO (m ²)	LONGITUD MEDIA INCLUSIÓN* (m)	Nº INCLUSIONES	M.L. INCLUSIÓN RÍGIDA
2	0+190-0+280	90	<2,0 m	2,5X2,5	2	6,25	968	6,7	155	1.038
	0+280-0+450	170	2,0-3,7 m	2,0X2,0	1,5	4	2.239	7,2	560	4.030
	0+450-0+490	40	<2,0 m	2,5X2,5	2	6,25	505	6,7	81	541
3	0+350-0+410	60	<2,0 m	2,5X2,5	2	6,25	526	6,7	84	564
	0+410-0+550	140	2,0-3,7 m	2,0X2,0	1,5	4	1.421	7,2	355	2.558
	0+550-0+640	90	<2,0 m	2,5X2,5	2	6,25	1.067	6,7	171	1.144
4	0+305-0+390	85	4,5-6,7 m	1,5X1,5	1	2,25	1.978	7,7	879	6.769
	0+390-0+451	61	3,0-4,5 m	2,0X2,0	1,5	4	1.096	7,2	274	1.973
5	0+005-0+115	100	2,5-3,5 m	2,0X2,0	1,5	4	1.308	7,2	327	2.354
6	0+065-0+180	115	2,0-3,5 m	2,0X2,0	1,5	4	3.126	7,2	782	5.627
31	1+820-1+880	60	4,7-6,7 m	1,5X1,5	1	2,25	693	7,7	308	2.372
TOTALES		590					6.726		1.407	9.876

A medida que se desarrollen los trabajos de construcción de los terraplenes de mayor altura, será preciso contar con medidas de instrumentación y control que permitan el control de los asientos experimentados en los rellenos ejecutados en el presente Proyecto y verificar los resultados de asientos obtenidos. Las medidas de instrumentación propuestas abarcarán las siguientes técnicas: Instalación de hitos topográficos y Placas de asiento.

Con respecto al estudio de desmontes, a continuación, se muestra una tabla con las características de los desmontes proyectados a lo largo de la traza.

EJE	P.K. INICIO /FIN	ALTURA MÁXIMA (m)	INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS REALIZADAS Y RECOPIADAS DE PYTOS. PREVIOS	LITOLÓGIA	TALUD RECOMENDADO	EXCAVABILIDAD	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL EXCAVADO	APROVECHAM. EN RELLENOS	CLASIFICACIÓN PG-3 FONDO DESMONTE
10	0+340-0+445	1,0	Próximas: C-20, C-22, P-18, S-4, S-5.	Rellenos antrópicos compactados (R2)	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	100% tolerable
14	0+060-0+200 y 0+420-0+570	1,0	Recopilada S-4 (2009) Próximas: C-21, C-22, S-4, S-5, P-20.	Rellenos antrópicos compactados (R2)	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	100% tolerable
15	0+500-0+570	4,0	C-20, P-20, S-5, P-20 Recopiladas: S-4 (2008)	Rellenos antrópicos compactados (R2)	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	100% tolerable
19	0+020-0+020	3,0	Recopiladas: S-4 (2008)	Rellenos antrópicos compactados (R2)	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	100% tolerable

4.7.3. Estudio de Desmontes

La totalidad de los desmontes previstos se harán sobre materiales correspondientes a los rellenos compactados existentes (R2) para los que se propone adoptar un talud 2H/1V en todos los casos. Hay que señalar que los desmontes de mayor altura se van a realizar sobre terraplenes existentes y que en dichos desmontes se va a producir la retirada casi completa del terraplén existente, por tanto, la altura de los desmontes resultantes será inferior a 1 metro. Esta situación ocurre en el desmonte del Eje 19. En el Eje 15 se ejecuta un muro de contención de tierras por lo que tampoco se ejecuta desmonte alguno.

EJE	P.K. INICIO /FIN	ALTURA MÁXIMA (m)	INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS REALIZADAS Y RECOPIADAS DE PYTOS. PREVIOS	LITOLÓGIA	TALUD RECOMENDADO	EXCAVABILIDAD	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL EXCAVADO	APROVECHAMIENTO EN RELLENOS	CLASIFICACIÓN PG-3 FONDO DESMONTE
10	0+340-0+445	1,0	Próximas: C-20, C-22, P-18, S-4, S-5.	Rellenos antrópicos compactados (R2)	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	100% tolerable
14	0+060-0+200 y 0+420-0+570	1,0	Recopilada S-4 (2009) Próximas: C-21, C-22, S-4, S-5, P-20.	Rellenos antrópicos compactados (R2)	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	100% tolerable
15	0+500-0+570	4,0	C-20, P-20, S-5, P-20 Recopiladas: S-4 (2008)	Rellenos antrópicos compactados (R2)	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	100% tolerable
19	0+020-0+020	3,0	Recopiladas: S-4 (2008)	Rellenos antrópicos compactados (R2)	2H:1V	Medios mecánicos convencionales	100% tolerable	100% núcleo y cemento de terraplén	100% tolerable

Con respecto a la formación de la explanada, la clasificación del material existente en el fondo de los desmontes, se considera como tolerable. En estas condiciones, para una explanada E3, según la instrucción de firmes 6.1-IC, si se opta por la sección de menor espesor, habría que colocar sobre el fondo de la excavación una capa de suelo seleccionado tipo 2 (CBR \geq 10), de 30 cm de espesor, sobre la que apoyaría otra de suelo estabilizado in situ con cemento (S-EST3), también con un espesor de 30 cm.

Para el caso de los rellenos, dado que su núcleo se formará con material al menos clasificado como tolerable según el PG-3, por lo que las secciones posibles para formar una explanada E3, serían por tanto las mismas indicadas para los desmontes.

Los materiales para la formación de la primera capa de la explanada, tanto en el caso de desmontes como de rellenos, deberán ser traídos de las canteras localizadas en el estudio de procedencia de materiales, ya que los suelos necesarios para su formación, suelos clasificados como adecuados o seleccionados según el PG-3, no se encuentran en los desmontes proyectados.

Tampoco se encontrarán, materiales que cumplan con las especificaciones del PG-3 para su estabilización con cemento (S-EST3), necesario en cualquiera de las secciones de explanada posibles, por lo que también deberán ser materiales de aportación.

Con respecto al estudio de desmontes, a continuación, se muestra una tabla con las características de los desmontes proyectados a lo largo de la traza. Estos datos se ampliarán y ajustarán una vez se realice la campaña geotécnica pendiente.

4.8. TRAZADO

Los planos relativos a la definición en planta y alzado del presente Proyecto se encuentran en el Documento 2, Planos.

En el desarrollo del proyecto se ha aplicado la normativa vigente, no obstante, dadas las características del enlace, el cual se puede considerar periurbano, no siempre ha sido posible cumplirla en todos sus aspectos.

La normativa de referencia principal es la Instrucción 3.1-IC *Trazado*, de 2016, del Ministerio de Fomento. Asimismo, también se tienen en cuenta las indicaciones de la publicación *Guía de nudos viarios*, de diciembre de 2012, del Ministerio de Fomento, que en realidad compila y completa las publicaciones de *Recomendaciones para el proyecto de Intersecciones*, *Recomendaciones sobre el Proyecto de Enlaces*.

4.8.1. Consideraciones iniciales

Debido a que las distancias resultantes entre enlaces no cumplen lo indicado en la norma de trazado, se realiza el estudio de trazado teniendo en cuenta una disminución de la velocidad del tronco de la autovía a 100 km/h en ambas calzadas.

Para la justificación de dicha medida, se describe la situación actual, indicando las velocidades señalizadas, analizando las diferentes situaciones que se dan actualmente, y se señalan los condicionantes que generan la solución propuesta, que llevan a proponer la reducción de velocidad en este tramo.

Sentido Córdoba:

- P.k. 535+300 señalizado a 100 km/h
- P.k. 534+850 señalizado a 120 km/h

Se ha proyectado el comienzo del carril de deceleración del ramal de salida de la Autovía A-4 hacia la carretera SE-20 en el p.k. 534+980. Si se considerase una velocidad de tronco de 120 km/h en esta zona, la longitud del carril de deceleración se vería ampliada en 95 m, alcanzando una zona en la que la visibilidad disminuye y se afectaría notablemente a los terrenos de la estación de servicio.

Actualmente, la longitud del carril de trenzado de la incorporación vía de servicio con el ramal de salida enlace aeropuerto de 1.050 m y la distancia entre final de carril de aceleración del ramal procedente de la carretera SE-20 y la sección característica de 1,00 m del carril de deceleración del enlace aeropuerto es de 677 m.

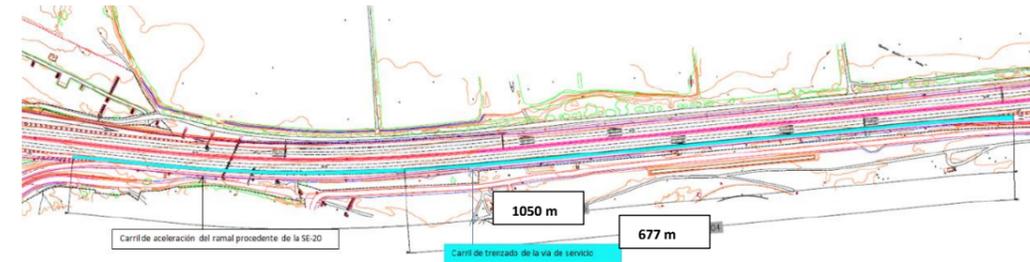


Figura 11. Situación actual

Con la configuración propuesta, considerando una Velocidad de tronco de 100 km/h, la longitud del carril de trenzado entre final de carril de aceleración del ramal procedente de la carretera SE-20 con el ramal de salida enlace aeropuerto es de 1.044 m y la distancia entre final de carril de aceleración del ramal procedente de la vía de servicio y la sección característica de 1,00 m del carril de deceleración del enlace aeropuerto es de 431 m. Si la velocidad del tronco de la autovía A-4 en ese punto fuera de 120 km/h, dicha longitud se vería reducida en 160 m, a causa del aumento de longitud del carril de cambio de velocidad de incorporación de la vía de servicio en el tronco, lo que disminuiría notablemente el espacio para el trenzado libre entre los tres flujos y aumentaría el riesgo de colisión en la zona.

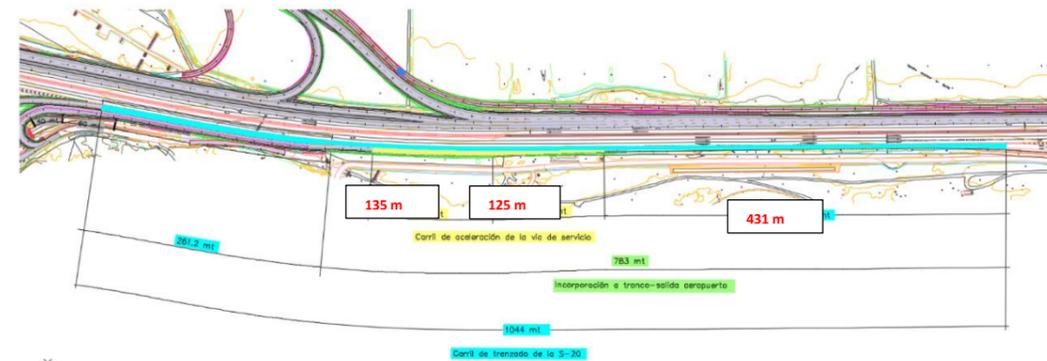


Figura 12. Situación Projectada VTronco a 100 km/h

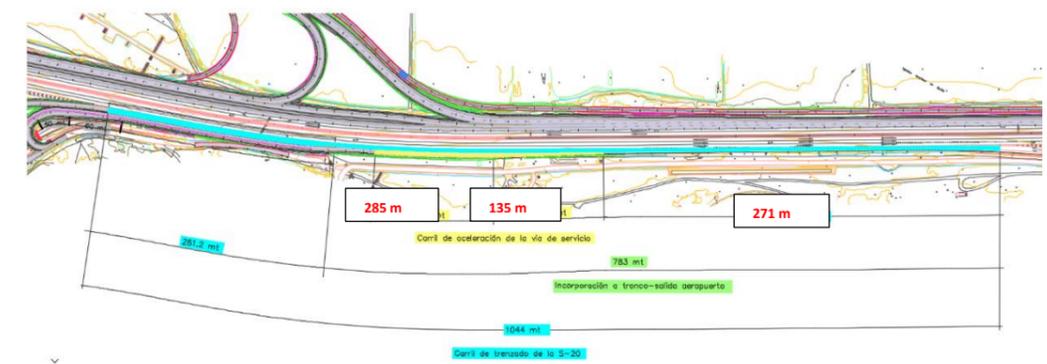


Figura 13. Situación Projectada VTronco a 120 km/h

DISTANCIA ENTRE INCORPORACIÓN VÍA DE SERVICIO Y SALIDA A AEROPUERTO

VELOCIDAD (km/h)	DISTANCIA (m)
100	431
120	271

Se propone mantener la señalización de velocidad a 100 km/h hasta el p.k. 533+000 a una distancia de 1.850 m del punto actual.

Sentido Sevilla

- P.k. 534+900 señalizado a 100 km/h
- P.k. 535+300 señalizado a 80 km/h

Desde la incorporación del ramal de entrada desde el aeropuerto al tronco de la autovía A-4 se genera un carril de trenzado de 980 m aproximadamente, del que parte una vía colectora-distribuidora y el ramal de conexión con la carretera SE-20. Se considera que la disminución de la velocidad del tronco en esta zona mejorará los tiempos de reacción en esta zona y por tanto, la seguridad de los conductores.

En la incorporación de la vía colectora-distribuidora al tronco de la A-4 se ha tenido en cuenta la limitación que supone el cambio de rasante que se produce en el tronco en el p.k.534+900, punto en el que comienza el muro de la margen exterior.

En esta fase se ha revisado el trazado de la incorporación de la vía colectora-distribuidora, con la intención de que el desarrollo del carril de aceleración sea mayor que el propuesto en Fase 2. Como puede observarse en la imagen siguiente, las cotas amarillas señalan las dimensiones de dicho carril para velocidad de tronco de 100 km/h y para 120 km/h las cotas naranjas. En el caso de considerar una velocidad de tronco de 100 km/h, no se alcanza el punto donde comienza el muro. Si se tomara una velocidad de tronco de 120 km/h, se superaría dicho punto y se vería afectado el vial de acceso a la estación de servicio, como puede apreciarse en la fotografía superior. Se considera que, con una disminución de velocidad, laafección se minimiza y la implicación no es muy significativa, puesto que, como también puede apreciarse en dicha fotografía, actualmente la velocidad se limita a 100 km/h en ese punto.

Se propone por tanto adelantar la colocación de la señal de 100 km/h, al p.k. 534+600, 300 m antes de donde se encuentra actualmente. De esta forma, los conductores disminuirán su velocidad ante la entrada de los vehículos procedentes de la vía colectora-distribuidora.

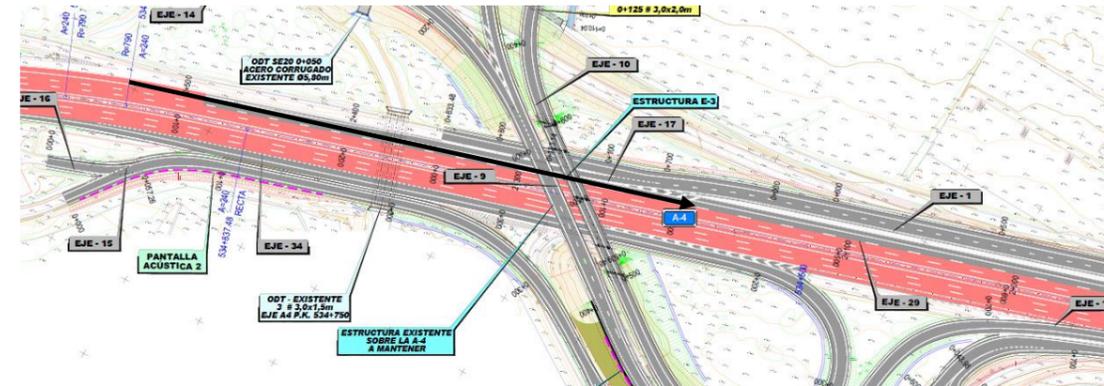


Figura 14. Propuesta de adelanto de señal de velocidad máxima 100 km/h

Análisis del cambio de velocidad del tronco a los niveles de servicio

En el apartado 6.26.2, *Análisis del cambio de velocidad en el tronco, del Anejo 6*, Planeamiento y tráfico, se ha hecho una comprobación en las secciones del tronco en las que se ha propuesto una reducción de velocidad de 120 km/h a 100 km/h. Se presenta a continuación unas tablas con la comparación de los Niveles de servicios obtenidos según las características de cada sección. La comparación se ha hecho para el año de puesta en servicio 2021 y para el año horizonte 2041.

Se comprueba que el nivel de servicio no se ve afectado por el cambio de velocidad en ninguna sección.

4.8.2. Condicionantes de diseño

El trazado proyectado parte del Estudio de trazado "Reforma del enlace de la "Ronda Supernorte" SE-20 con la "Autovía del Sur" A-4. "Ronda Urbana SE-35" (Fase 1ª) Sevilla, de la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, de acuerdo a la delimitación del ámbito de actuación incluido en el "Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla para la ejecución de la reforma del enlace de la A-4 con la SE-20 y otras actuaciones en Red de Carreteras del Estado", incluido en el Apéndice 4 del Anejo 1, *Antecedentes*. Se ha analizado dicho trazado, modificándolo y mejorándolo, sobre todo en lo que se refiere a incumplimientos de la normativa vigente, descritos en apartados posteriores.

Los condicionantes que se han tenido en cuenta a la hora de proyectar este trazado son los siguientes:

1. El uso del paso superior existente sobre la autovía A-4 en el p.k. 534+650.
2. El futuro trazado de la SE-35, en el cual figura la glorieta principal de este enlace, y que atraviesa de norte a sur el presente estudio.

El día 4 de mayo de 2015 se firmó un "Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla para la ejecución de la reforma del enlace de la A-4 con la SE-20 y otras actuaciones en Red de Carreteras del Estado". En la estipulación segunda *Condicionantes de diseño*, se indica que "...el trazado y criterios de diseño adoptados para el

citado proyecto, asegurarán la compatibilidad funcional con las previsiones del PGOU y en concreto las previsiones del proyecto “Proyecto de Ronda Urbana “SE-35”, tramo comprendido entre la avenida Emilio Lemos y la Carretera A-8008”.

En la Orden de Estudio del proyecto que nos ocupa, se indica en su instrucción particular 7 lo siguiente *“La reforma del enlace será compatible con el planeamiento vigente del Ayuntamiento de Sevilla y con las previsiones de la futura SE-35”.*

3. El límite al sur de la actuación, conformado por el camino de servicio colindante al Parque de San Ildefonso, conocido como “Parque del Tamarguillo”, al cual se procura afectar lo mínimo posible, manteniendo su acceso a la vía de servicio sur.
4. El futuro desarrollo urbanístico “San Nicolás Oeste”, que se conecta a este enlace a través de una de las glorietas (GLC), -la cual se ha replanteado de acuerdo al Proyecto del Plan Parcial para su coordinación, pero que no entra a formar parte del presente proyecto, y una serie de viales de conexión, lo que también limita la zona de actuación.

Asimismo, en el presente Proyecto se incluye la descripción geométrica de los ejes 4 y de 5, de conexión entre la glorieta mencionada y la glorieta Eje 7, pero la ejecución de estos ejes no se presupuesta, puesto que la Dirección del Proyecto ha convenido con el Ayuntamiento que estos ejes se ejecutarán en fases posteriores.

En el “Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla para la ejecución de la reforma del enlace de la A-4 con la SE-20 y otras actuaciones en Red de Carreteras del Estado”, en cuya ESTIPULACIÓN PRIMERA se indica que:

“El objeto de este convenio es el desarrollo coordinado entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla de las siguientes actuaciones:

- *El proyecto denominado “Reforma del Enlace de la SE-20 y la A-4”. Esta propuesta de remodelación de enlace de las dos carreteras que forman parte de la RCE, incorporará igualmente las conexiones viarias necesarias para garantizar la futura accesibilidad a la primera fase del desarrollo del sector San Nicolás Oeste “SUS-DMN-03”, según el diseño informado favorablemente el 31 de julio de 2014 por el Ministerio de Fomento...”.*
5. La cercanía del Enlace del aeropuerto, en el p.k. 533, y la necesidad de encajar la entrada a tronco de autovía del ramal procedente de la carretera SE-20 y la vía de servicio sur en una longitud de 1.000 m aproximadamente.
 6. A lo largo de la traza se han detectado instalaciones y servicios existentes que se ha intentado evitar su afección o, al menos, minimizar la misma:
 - Se estudia la coordinación con el futuro trazado de un canal, recogido en el “Proyecto de Construcción del nuevo cauce de los arroyos Tamarguillo y Ranillas. T.M. Sevilla (Clave: SE-3051)”, el cual atraviesa parte de la traza, en concreto los ejes 2, 3, 4, 5 y 31

comprobando que se cumplen gálibos verticales de 4,5 y 7,5 m entre ejes, de acuerdo a la información aportada por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

Se ha definido una estructura tipo “Losa Pilotada” bajo los ejes 2, 3 y 31, en previsión de la ejecución de dicho proyecto. Se ha previsto que el gálibo disponible desde la cota del canal hasta la losa sea de 4,00 m, mientras que el ancho libre bajo la estructura será de 14,00 m. Los detalles de esta estructura pueden consultarse en el apartado 12.10, *Estructura sobre el nuevo canal del arroyo del Tamarguillo*, del Anejo 12, *Cimentación de estructuras*, así como en el Anejo 13, *Estructuras*.

- Asimismo, se ha tratado de minimizar la afección a un colector existente paralelo al camino de servicio de la margen derecha de la autovía A-4. Para ello se ha aumentado la distancia entre el camino y el ramal procedente del aeropuerto, de manera que el servicio quede entre ellos.
7. En la zona de actuación existen unas estructuras que dan soporte al sistema de señalización de aproximación al aeropuerto, pertenecientes a AENA, las cuales requieren un mantenimiento constante. Para ello, se repone el camino de servicio existente en la margen derecha, conectándolo con una de las glorietas proyectadas (GLC) y se evita que dichas balizas queden situadas en la isleta formada por los Ejes 2 y 3, dotándoles de esta forma de acceso.
 8. Condicionante geotécnico: Los ejes 2 y 3, transcurren parcialmente por una zona en la que se ha detectado la presencia de rellenos vertidos sin ningún tipo de control y sin compactación, por lo que ha sido necesario estudiar el tratamiento de este terreno.

En el Anejo 7, *Geotecnia del corredor*, se detalla el tratamiento previsto en esta zona, consistente en una saneo de 3,5 m y posterior tratamiento, mediante inclusiones rígidas.

Cabe mencionar la existencia del “Proyecto de Construcción del Eje Ferroviario Transversal de Andalucía. Tramo: Sevilla Santa Justa – Aeropuerto de San Pablo (Junta de Andalucía)” en el que se plantea la ejecución de túnel para la línea de ferrocarril subterránea, que conectará el aeropuerto con la ciudad, en la zona de ubicación del enlace.

Tal y como se muestra en la imagen siguiente, las cimentaciones de las estructuras previstas no afectan al trazado de dicho proyecto de construcción

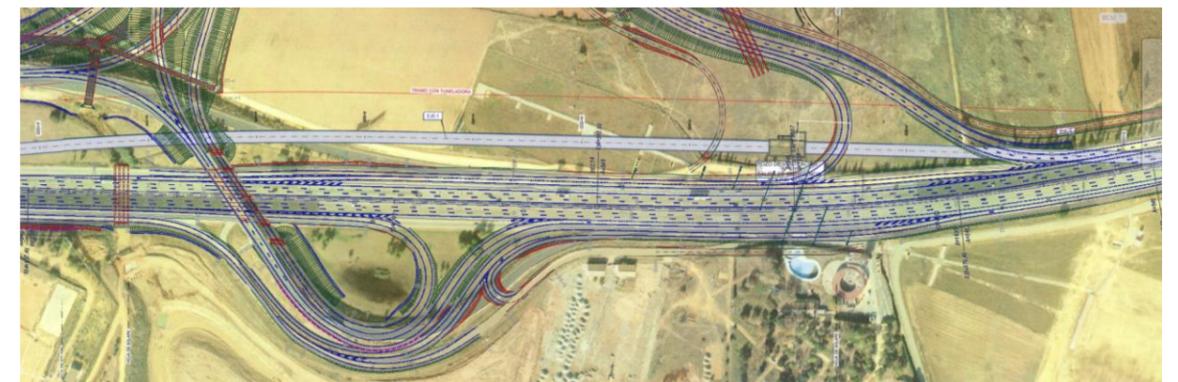


Figura 15. Montaje de planta del Proyecto del Eje ferroviario transversal de Andalucía y del presente proyecto

El tratamiento del terreno previsto (afecta entre los pp.kk. 4+730 y 4+750 del Proyecto del ferrocarril) no impide el paso de una tuneladora, puesto que las tuneladoras tienen capacidad de perforación suficiente para atravesar las inclusiones rígidas propuestas, siempre que se disponga de útiles de corte adecuados. Durante la ejecución del túnel, deberá ajustarse la velocidad de perforación y definir los tratamientos necesarios para no afectar la estabilidad del presente proyecto.

4.8.3. Descripción de la solución adoptada

Como se ha comentado, el diseño proyectado en planta parte de un estudio previo del enlace. Sobre dicho estudio existe un informe en el que se ponen de manifiesto una serie de incumplimientos de la normativa vigente, los cuales se procuran solucionar en el presente estudio. La premisa fundamental es proyectar un enlace en el que sean posibles todos los movimientos entre la autovía A-4 y la carretera SE-20 sin hacer uso de la carretera A-8008, respetando el trazado del Proyecto de la SE-35 y permitiendo la conexión con el sector San Nicolás Oeste.

Actualmente, la autovía A-4 y la carretera SE-20 se unen de manera directa, aunque solo es posible realizar dos de los movimientos (SE-20 Cartuja- A-4 Córdoba, A-4 Córdoba- SE-20 Cartuja). Dado que la futura SE-35 interrumpe estas trayectorias, se opta por la solución de que dichos ramales de conexión pasen por una glorieta que estará a distinto nivel del tronco de la futura ronda. Esta premisa condiciona el resto del estudio.

El presente trazado consta de 30 ejes con un desarrollo total de 20.791 m, discurre con orientación norte-sur, en su mayoría en el extremo norte entre los pp.kk. 534 y 535 de la autovía A-4. Se incluye un eje en el tronco de la autovía A-4 con progresivas oficiales para referencia de las obras, dos transferes para desvíos provisionales y tres ejes de cunetas de guarda. Existen 6 ejes para reposición de caminos los cuales serán descritos en el Anejo 15, y 2 ejes utilizados para los Desvíos provisionales y para el trazado de cunetas que serán descritos en sus respectivos anejos.

En la tabla siguiente se incluye la equivalencia entre el número de eje y el ramal al que corresponde:

GRUPO	EJE	P.K. inicial	P.K. final	Longitud (m)	V. Proyecto	NOMBRE
0 Tronco						
	8	532326	535389	3.028,16		Tronco A4 (eje auxiliar)
	29	0	3.004,33	3.004,33	100 Km/h	A4 MD
	34	0	1.270,93	1.270,93	100 Km/h	A4 MI
1 Vía Colectora						
	1	0	654,479	654,479	80 Km/h	Vía Colectora Derecha
	17	0	253,007	253,007	80 Km/h	Transfer Vía colectora MD
	58	0	202,518	202,518	80 Km/h	Vía Colectora Derecha B
2 Ramales Enlace						
	2	0	843,060	843,060	50/40 Km/h	R_A4SEV-GL2
	3	0	724,899	724,899	50/40 Km/h	R_GL 2-A4 SEV
	4	0	451,200	451,200	40 Km/h	R_GL2-GLC
	5	0	471,560	471,560	40 Km/h	R_GLC_GL2
	6	0	254,469	254,469	40 Km/h	GLC
	7	0	320,442	320,442	40 Km/h	GL2
	9	0	539,482	539,482	40 Km/h	R GL2-A4 COR
	10	0	1017,486	1017,486	40 Km/h	R A4 COR-GL2
	11	0	418,052	418,052	60 Km/h	R GL2-SE20
	13	0	421,880	421,880	40 Km/h	R SE20-GL2
	14	0	766,630	766,630	40 Km/h	R SE20-A-4
	15	0	1094,221	1094,221	40 Km/h	RAMAL CONEX A4 COR
	16	0	57,260	57,260	40 Km/h	R GASOLINERA- A4COR
	23	0	535,995	535,995	80 Km/h	R CONEX A4SEV- VIA COLEC MD
3 Caminos						
	18	0	59,180	59,180	40 Km/h	Camino 1
	19	0	70,560	70,560	40 Km/h	Camino 2
	20	0	164,014	164,014	40 Km/h	Camino 3
	31	0	2750,524	2750,524	40 Km/h	Camino 4
	33	0	872,807	872,807	40 Km/h	Camino 5
	38	0	192,906	192,906	40 Km/h	Camino 6
	39	0	105,017	105,017	40 Km/h	Camino 7
3 Desvíos Provisionales						
	44	0	262,131	262,131	40 Km/h.	Fase 4 Transfer
	45	0	189,68	189,68	40 Km/h.	Fase 5 Transfer
4 Cunetas Drenaje						
	50	0	143,831	143,831	---	Cuneta 1
	48	0	523,015	523,015	---	Cuneta 2

Los ejes 4, 5 y 6 no presupuestados en el presente proyecto), permitirán, en un futuro, la conexión del desarrollo urbanístico San Nicolás Oeste al enlace proyectado, en el contexto del "Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla para la ejecución de la reforma del Enlace de la A-4 con la SE-20 y otras actuaciones en la Red de Carreteras del Estado", de 4 de mayo de 2015.

La numeración no es correlativa debido a que se han reservado ejes durante las fases de trabajo para ejes auxiliares. A continuación, se incluye una planta del enlace con los ejes numerados.

La solución finalmente seleccionada, consta de las siguientes actuaciones:

- Se prevé la ejecución de un cuarto carril adosado a la plataforma existente hasta la d.o. 1+507 del **Eje 29**, punto en el que se separa del tronco mediante una salida tipo paralelo, conformando el eje *vía colectora dcha A-8008 (Eje 1)*. Antes de que dicho cuarto carril se separe del tronco y se convierta en vía colectora (**Eje 1**), se proyectan dos carriles de cambio de velocidad, según se indica en el apartado 10.7.5, *Conexión de los ramales de enlace de dos carriles con el tronco*, de la Norma 3.1-I.C. *Trazado*, con carriles de deceleración proyectados para reducción de 100 Km/h a 80 Km/h y de 80 Km/h a 50 Km/h. Los nuevos carriles de deceleración conectan la margen derecha de la autovía A-4 con la glorieta (**Eje 7**). El ramal se diseña con dos carriles, con el fin de aumentar la capacidad del mismo (y mantener la capacidad actual de dicho movimiento), y el movimiento tiene continuidad con el ramal *GL2-SE20 (Eje 11)*, que completa el movimiento de la autovía A-4 margen derecha con la SE-20 dirección Sevilla.
- El movimiento contrario, es decir SE-20/A-4 margen izquierda (dirección Córdoba), se proyecta con un ramal similar al actual, aprovechando el paso superior existente (**Eje 14**).
- Otro de los dos movimientos principales restantes, entre la SE-20 y a la autovía A-4, que no es posible en la actualidad es el SE-20/A-4 dirección Sevilla. Dicho movimiento se comienza con el Ramal *SE-20-GL2 (Eje 13)*, y se continúa con el Ramal *GL2-A4 Sevilla (Eje 3)*, el cual se incorpora a la vía colectora-distribuidora de forma paralela y se adosa a la misma formando un nuevo carril, que permitirá la incorporación a la autovía A-4 en dirección Sevilla, o continuar por la vía de servicio existente, pudiendo acceder a través de esta a la carretera comarcal A-8008.
- Finalmente, la conexión entre la margen izquierda de la A-4, y la SE-20 se soluciona mediante el *ramal A-4 Cordoba-GL2 (Eje 10)*, el cual finaliza en la *Glorieta 2*, y a través de esta se continúa el movimiento por el anteriormente mencionado ramal *GL2-SE20 (Eje 11)*.

De esta manera se completarían todos los movimientos principales.

Además de estos ramales principales, se proyecta la conexión entre la futura glorieta del desarrollo del Sector San Nicolás Oeste y la glorieta del presente enlace, mediante los **Ejes 4 y 5**.

Se plantea la reposición de caminos a través de 7 ejes (Ejes 18, 19, 20, 31, 33, 38 y 39). Estos ejes serán descritos en el Anejo 15: *Reposición de Caminos*. Esta reposición contempla la vía de servicio existente en la margen izquierda de la A4, acceso a huertos comunitarios y accesos de emergencia y mantenimiento de instalaciones del aeropuerto de Sevilla *San Pablo*.

4.8.4. Resumen de parámetros en planta

En la tabla siguiente, se muestran los parámetros máximos y mínimos de cada eje:

EJE	DENOMINACIÓN	Rmáx.	Rmín.	CI máx.	CI min.	Vel Proy. (km/h)	Longitud (m)
8	Tronco A4	60.000	790	545	240	---	3.028,164
29	A4 MD	60.000	825	535	196	100	3.004,333
34	A4 MI	50.000	50.000	260	260	100	703,970
1	Vía colectora derecha	3.438	545	110	90	80	654,479
17	Transfer Vía colectora MD	2.500	2.500	---	---	80	133,139
58	Vía colectora derecha B	1000	1000	173	173	80	202.518
2	R_A4SEV-GL2	304	33	145	65	50/40	843,060
3	R_GL 2-A4 SEV	308	50	145	55	50/40	724,899
4	R_GL2-GLC	70	35	55	25	40	451,200
5	R_GLC_GL2	95	30	65	45	40	471,560
6	GLC	40,5	40,5	---	---	40	254,469
7	GL2	51	51	---	---	40	320,442
9	R GL2-A4 COR	183	50	95	70	40	539,482
10	R A4 COR-GL2	250	40	120	45	40	1017,486
11	R GL2-SE20	400	225	155	125	60	418,052
13	R SE20-GL2	140	84	85	60	40	421,880
14	R SE20-A-4	150	58	90	50	40	766,630
15	RAMAL CONEX A4 COR	2.300	80	80	45	40	1094,221
16	R GASOLINERA- A4COR	80	50	45	45	40	57,260
23	R CONEX A4SEV- VIA COLEC MD	350.000	140	140	80	80	535,995
44	Fase 4: Transfer	500	500	100	100	60	262,131
45	Fase 5: Transfer	500	500	100	100	60	189,680

Para los ramales definidos en el enlace, así como para las distintas vías adicionales proyectadas, puede considerarse una velocidad de proyecto, que en función de diversos condicionantes, oscilaría entre 40 y 60 Km/h, procurando cumplir en toda su totalidad los valores fijados en la norma en planta, alzado y peraltes. Todos los ejes que comparten plataforma con la autovía existente, son definidos como una ampliación de la misma, es decir reproducen su definición geométrica tanto en planta, como en alzado.

El **Eje 1**, define la vía colectora-distribuidora derecha de la A-4, tras la separación del cuarto carril, el cual continúa como un único carril hasta la incorporación del Eje 3, cuya incorporación implementa en 2 carriles la vía colectora. El carril formado a partir de la incorporación del Eje 3, tiene continuidad con el carril de acceso a la carretera A-8008 (**Eje 58**), mientras que el carril proveniente del cuarto carril de tronco, vuelve a incorporarse a este mediante transfer definido en el Eje 17.

Los **Ejes 2 y 3** han sido definidos teniendo en cuenta varios condicionantes, uno de ellos, es que en el interior de la isleta que generan ambos al unirse al Eje 1, no se queden asiladas las estructuras que dan soporte al sistema de aproximación de la pista 10 del aeropuerto. Otro de los condicionantes, esta vez en alzado, es el mantener el galibo mínimo entre ramales con los **Ejes 4 y 31**, y entroncar con la glorieta 2 (**Eje 7**), cuya rasante es prácticamente la misma que la del proyecto de la SE-35. Estos ramales conectan la glorieta con la margen derecha de la autovía.

El **Eje 4** tiene la particularidad de conectar la glorieta 2 con la diseñada en el plan parcial, lo que provoca la proximidad entre la salida de la glorieta 2, y el inicio del ramal, incumpliendo los 250 m libres de conexiones a lo largo del **Eje 3**.

La conexión de **Eje 5** a la glorieta se encuentra condicionada por ramales previstos por el Ayuntamiento de Sevilla en el **Estudio de trazado "Reforma del enlace de la "Ronda Supernorte" SE-20 con la "Autovía del Sur" A-4. "Ronda Urbana SE-35" (Fase 1ª) Sevilla**. Este eje enlaza la glorieta prevista en la ejecución del plan parcial con la glorieta diseñada en el presente Proyecto.

El **Eje 6** es una glorieta cuya definición en planta se ha obtenido literalmente del proyecto del desarrollo urbanístico San Nicolás Oeste. Este eje se tiene en cuenta en la concepción del presente Proyecto, puesto que condiciona la definición de los viales que lo configuran, pero no forma parte del mismo, por lo que no se ha tenido en cuenta en la valoración de la actuación.

Asimismo, la glorieta del **Eje 7** es una copia de la definida en el **Estudio de trazado "Reforma del enlace de la "Ronda Supernorte" SE-20 con la "Autovía del Sur" A-4. "Ronda Urbana SE-35" (Fase 1ª) Sevilla. Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla**, salvo una modificación en alzado, provocada por una mejor adaptación a la cartografía y una mejora del drenaje, y la disminución de un carril. La glorieta se proyecta sobre un plano horizontal con peralte del 2% hacia afuera.

El **Eje 9** tiene su inicio en la glorieta 2, después conecta con el Eje 14, se fusiona y entroncan con la margen izquierda de la autovía A-4, dando lugar a un tramo de trenzado entre el enlace en estudio y el siguiente, que da acceso al aeropuerto.

El **Eje 10** es un ramal de salida de la autovía A-4 en la margen izquierda, que conecta con la Glorieta 2. El carril de cambio de velocidad se ha dimensionado teniendo en cuenta una velocidad en la autovía de 100 km/h. Aunque ahora mismo la velocidad es de 120 km/h, se prevé la reducción de esta a 100 km/h en toda la zona de actuación, debido a la complejidad del enlace y a la escasa distancia entre este y el enlace del aeropuerto.

Se proyecta un nuevo paso superior paralelo al existente, cuya definición pertenece al Eje 10. A la altura de la d.o. 0+750.

El **Eje 11** conecta la glorieta 2 con la margen derecha de la SE-20 (sentido Cartuja).

El **Eje 13** (el Eje 12 no existe) conecta la margen izquierda de la SE-20 con la glorieta 2, y provoca la construcción de un paso inferior, al pasar por debajo del eje 9, manteniéndose el galibo marcado por la Norma 3.1-I.C.

Mediante el **Eje 14** se conecta la carretera SE-20 en su margen izquierda con la misma margen de la autovía A-4 (dirección Córdoba), procurando respetar lo máximo posible el ramal existente. El alzado está condicionado por la conexión con la SE-20, el paso superior existente, el Eje 10, y la autovía A-4. Debido a la proximidad del Eje 15 y su diferencia de altura, se proyecta un muro entre ambos ejes entre las dd.oo. 0+395 y 0+583 del Eje 14 de una altura máxima de 9,70 m y 188 m de longitud. Debido a las condicionantes de espacio detallados más arriba, se incumplen algunos parámetros de la normativa de trazado.

La reposición de la vía de servicio existente en la margen izquierda de la autovía se realiza mediante el **Eje 15**, el cual discurre por su trazado existente hasta su unión con el eje 14 y posterior conexión con la A4. Transcurre por zonas de espacio restringido y debido a los condicionantes de la zona el trazado no puede ajustarse a la normativa de trazado.

El **Eje 16** no tiene ninguna particularidad, se trata del acceso desde la gasolinera a la vía de servicio.

La vía colectora-distribuidora de la margen derecha tiene su continuidad en el **Eje 17**, que hace de conexión entre la vía colectora y el Eje 29, accediendo de esta forma a la A-4.

El **Eje 23** (no existen los Ejes 21 y 22) define el nuevo acceso del enlace del aeropuerto de San Pablo con la A-4 en su margen derecha. El ramal de enlace se diseña en paralelo a la A-4, para cumplir con la distancia de 250 m a salvaguardar entre el punto característico de 1 m de los Ejes 23 y 29, y el cambio de sección de la autovía A-4 donde pasa de 2 a 3 carriles.

El **Eje 29** (el Eje 28 no existe) define el ensanchamiento de plataforma al inicio del proyecto de dos carriles a tres de la A-4 en su margen derecha, adelantando dicha ampliación respecto a la situación existente, de tal manera que cuando se incorpora el ramal procedente del enlace del aeropuerto, la autovía ya tiene 3 carriles. A su vez absorbe todos los ensanches producidos por carriles de cambio de velocidad del tronco. En su margen izquierda se utiliza para definir el fresado y mejora del firme de la calzada existente.

El **Eje 34** define la línea de pintura exterior de la margen izquierda de la A 4. Este eje se utiliza para el diseño de todos los ensanches del tronco debido a carriles de cambio de velocidad o ganancia de carril. La margen izquierda del eje se utiliza para definir el fresado de la calzada existente.

Los **Ejes 44 y 45** se proyectan como desvíos provisionales en Fases 4 y 5 de construcción. Los **Ejes 48 a 50** definen tres cunetas de guarda de terraplén que por su importancia en el sistema de drenaje se describen en el presente Anejo.

4.8.5. Resumen de parámetros en alzado.

Las principales características en alzado se indican en la tabla siguiente:

EJE	DENOMINACIÓN	Acuerdos cóncavos		Acuerdos convexos		Pendientes	
		KV máx.	KV Mín.	KV máx.	KV Mín.	I máx. (*)	I mín. (*)
8	Tronco A4 (1)	---	---	---	---	---	---
29	A4 MD (1)	---	---	---	---	---	---
34	A4 MI (1)	---	---	---	---	---	---

1	Vía colectora derecha (1)	---	---	---	---	---	---
17	Transfer Vía colectora MD (1)	---	---	---	---	---	---
58	Vía colectora derecha B (1)	---	---	---	---	---	---

2	R_A4SEV-GL2	7.150	1.660	2.462	2.300	2,500	0,800
3	R_GL 2-A4 SEV (2)	2.078	1.200	3.555	1.834	2,850	0,200
4	R_GL2-GLC	4.054	1.646	929	929	3,500	2,000
5	R_GLC_GL2 (3)	2.667	1.146	2.000	1.534	2,000	1,000
6	GLC (5)	2.256	2.256	2.256	2.256	2,000	2,000
7	GL2	---	---	---	---	---	---
9	R GL2-A4 COR (2)	3.500	1.150	750	750	4,500	0,510
10	R A4 COR-GL2 (2) (4)	3.400	850	6.200	1.300	3,500	0,000
11	R GL2-SE20 (2)	2.800	2.800	1.400	1.400	3,700	0,980
13	R SE20-GL2 (2)	760	760	683	517	6,200	1,380
14	R SE20-A-4 (2)	1.941	1.650	3.035	1.514	3,590	0,590
15	RAMAL CONEX A4 COR (2)	9031	6000	6.000	6.000	1,16	0,500
16	R GASOLINERA- A4COR (2)	0	0	450	450	3,000	1,440
23	R CONEX A4SEV- VIA COLEC MD (2)	7.619	7.619	0	0	0,400	0,390

44	Fase 4: Transfer (1)	---	---	---	---	---	---
45	Fase 5: Transfer (1)	---	---	---	---	---	---

(1) La definición en alzado se adapta a la calzada existente, por lo que no se muestra información correspondiente a sus parámetros de definición.

(2) Parte de la definición en alzado se adapta a la calzada existente o se adapta a la rasante de otro eje.

(4) La pendiente longitudinal no supera el 0,25% min recomendado para que la estructura proyectada o existente.

(5) La pendiente longitudinal no supera el 0,25% min recomendado. Al tratarse de datos provenientes del estudio de trazado "REFORMA DEL ENLACE DE LA "RONDA SUPERNORTE" SE-20 CON LA "AUTOVÍA DEL SUR" A-4. "RONDA URBANA SE-35" (FASE 1ª) SEVILLA.", no se han modificado

(6) La pendiente depende de la cotas de entrada y salida de las ODT que conecta.

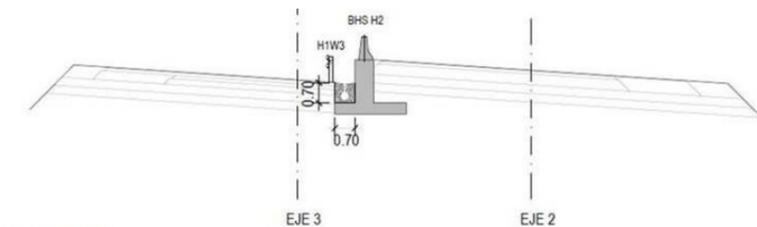
4.8.6. Características particulares en alzado

A continuación, se resumen las características fundamentales del trazado en alzado de todos los ejes proyectados.

Para la definición del Eje 1, la rasante se proyecta a partir de la rasante del Eje 29 entre las dd.oo. 1+498 a 2+276, sobre la línea blanca exterior de la vía colectora, de tal manera que sus datos se extrapolan. Por lo que la rasante del Eje 1 es una poligonal de tramos rectos que se ajusta a la proyección de la plataforma del Eje 29.

En el caso de los **Ejes 2 y 3**, ambos se encuentran condicionados por:

- Ambos ejes son solidarios entre sí, es decir, son paralelos en buena parte del trazado, y aunque se definen con plataformas independientes, son coplanarios entre la glorieta (eje7) y las inmediaciones de la estructura E1 (p.k. 0+230 del eje 3), donde ambas plataformas tienen la misma altura máxima para optimizar gálibos y altura de terraplén:



Posteriormente a partir del p.k. 0+460 del eje 3 vuelven a ser coplanarios hasta que dejan de ser paralelos.

El alzado del **Eje 4** (no presupuestado en este proyecto) viene condicionado por su entronque con el Eje 3, en sus primeros 55 m. Posteriormente forma un paso superior (Estructura E1) junto al eje 31 que discurre sobre los ejes 2 y 3 manteniendo el galibo mínimo entre calzadas (5,3 m), teniendo en cuenta el canto de la losa de dicho paso superior.

El alzado del **Eje 5** (no presupuestado en este proyecto) se ve condicionado por su entronque a las dos glorietas.

Los **Ejes 6 y 7** proceden del estudio de trazado "REFORMA DEL ENLACE DE LA "RONDA SUPERNORTE" SE-20 CON LA "AUTOVÍA DEL SUR" A-4. "RONDA URBANA SE-35" (FASE 1ª) SEVILLA." No obstante, y para facilitar el drenaje en los abocinamientos de la glorieta definida por el eje 7, se ha modificado la rasante de esta, diseñándola mediante una alineación horizontal con peraltes al 2% hacia afuera.

Sin embargo, el eje 6 (no presupuestado en este proyecto) que estaba definido con una rasante horizontal con peralte hacia fuera, se ha diseñado en un plano inclinado al 2% para facilitar el entronque en alzado con el eje 4, permitiéndose así el diseño del paso superior con pendientes máximas del 3,5%.

El **Eje 9**, parte de la rasante de la glorieta 2, pasa por encima del Eje 13, respetando el galibo mínimo entre calzadas, y se ajusta a la estructura existente.

Para la configuración del trazado del **Eje 10**, al igual que en el caso del Eje 1, se extrapolan datos discretos de la rasante del eje 34 coincidente con la línea blanca exterior de la calzada izquierda, de tal manera que este define el carril de deceleración. Más adelante se encuentra el **Eje 14**, el cual hay que tener en cuenta para no invadirlo y crear una plataforma lo más solidaria posible. Así mismo se ha procurado ajustar la rasante del nuevo paso superior de manera que sea lo más paralelo posible al existente. A partir de la d.o. 0+870, se incorpora el Eje 13, pasando a una calzada de doble carril hasta su conexión con la Glorieta 2. Ya en su final entronca con la glorieta. En el siguiente esquema se muestra el perfil longitudinal del Eje 10 con lo descrito anteriormente:

El **Eje 11**, no presenta cualidades excepcionales.

El **Eje 13** en su inicio ha de acoplarse a la plataforma existente, para más tarde pasar por debajo del Eje 9, manteniendo el galibo mínimo entre plataformas y teniendo en cuenta el canto de la losa superior de la estructura. Finalmente se adosa paralelamente al Eje 10 copiando su rasante y peraltes.

El **Eje 14** en su inicio y su final se adapta a la plataforma existente, y sobre la d.o. 0+275 se adapta al paso superior existente, copiando su rasante y peraltes.

El **Eje 1**, en sus primeros 235 m, se adapta a la vía de servicio existente, copiando tanto su rasante como sus peraltes tanto en su inicio como al final del eje. A partir de la d.o. 0+660 la rasante viene dada por la proyección de la rasante del Eje 29, conformando así ambos ejes una plataforma única.

El resto de los ejes no presenta singularidades.

4.8.7. Sección transversal

La estructura en la definición de la sección transversal de los ejes que integran el proyecto difiere con respecto a la presentada en entregas anteriores, puesto que se ha querido sintetizar a la vez que ampliar la información al respecto. Así pues, hemos dispuesto más adelante de tablas que resultan de gran utilidad a la hora de tramificar y definir los anchos tanto de carril, como de arcenes y bermas.

La definición de las secciones tipo se realiza en función de los siguientes valores:

- 1) **Taludes en desmonte y terraplén:** para su diseño se realiza un estudio geológico y geotécnico en el que se determinan la inclinación de los taludes a aplicar en cada uno de los tramos del trazado proyectado. Se adjunta en el anejo geológico-geotécnico los taludes finales adoptados, recogiendo en el presente Anejo su resumen.
- 2) **Ancho de berma:** el ancho de berma viene estipulado en la Instrucción de Carreteras, Norma 3.1-IC "Trazado" en función de la clase de carretera a la que pertenezca la vía, el número de calzadas y la velocidad de proyecto, así como por la aplicación de la O.C. 35/2014 "Sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos". Se tiene

en cuenta así mismo, las necesidades de sobre-anchos de bermas por necesidades de visibilidad de parada, según normativa vigente.

- 3) **Sistema de drenaje longitudinal:** en función de los caudales obtenidos en el Anejo de Climatología e Hidrología, se realiza un Estudio del Drenaje, en el que se dimensionan los distintos elementos a proyectar para la correcta evacuación de las escorrentías superficiales que puedan incidir sobre los viales.
- 4) **Ancho de arcén exterior:** se estipula con un valor fijo según la normativa vigente y de acuerdo a las circunstancias actuales de cada zona singular.
- 5) **Carriles.** Se definen las siguientes características para cada una de las calzadas:
 - Ancho de carril: viene establecido por la Instrucción de Carreteras para cada tipo de vía.
 - Número de carriles: en función del tramo considerado, depende del nivel de servicio que se pretenda obtener (también estipulado en la normativa vigente para cada tipo de vía).
 - Nivel de servicio: para su obtención se ha realizado un estudio de tráfico que determina las características del tráfico el año de puesta en servicio y en años intermedios.
- 6) **Ancho de arcén interior:** se estipula según:
 - Normativa vigente: prescribe un rango concreto con un máximo y un mínimo.

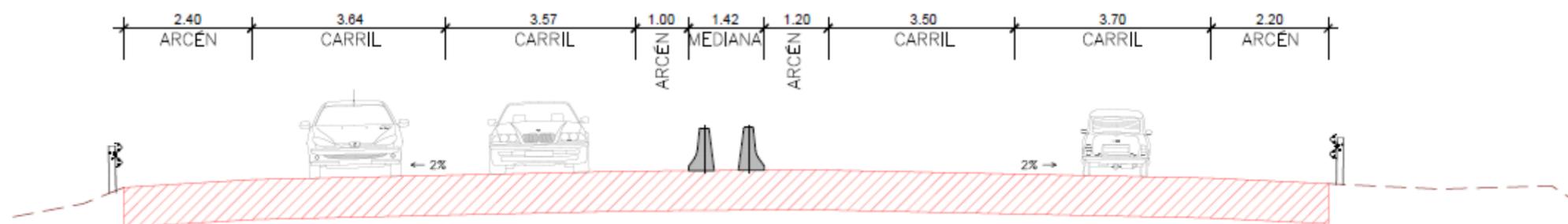
En el Documento 2, *Planos*, se adjuntan los Planos de Secciones Tipo con la definición geométrica de cada una de las secciones tipo diseñadas para cada una de las tipologías de los viales proyectados, estas son las que definiremos en este apartado. Podemos encontrar las siguientes secciones tipo:

- Sección tipo en glorieta.
- Ramales unidireccionales
- Ramales unidireccionales de dos carriles
- Caminos pavimentados
- Caminos sin pavimentar
- Estructuras: pasos superiores, pasos inferiores.

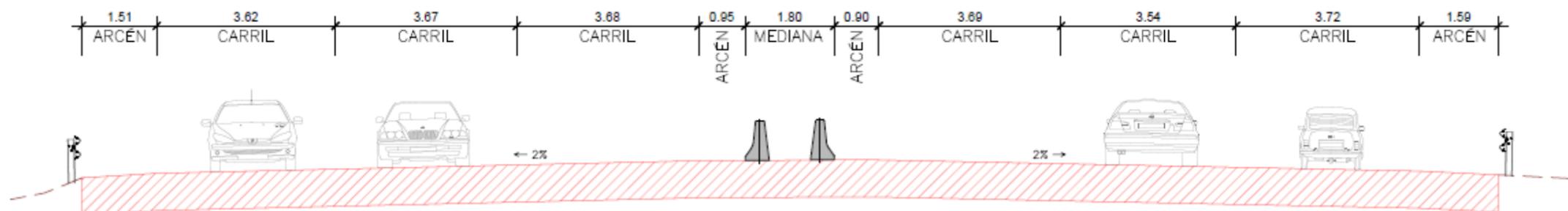
Dada la singularidad de algunas de las secciones que definen el proyecto se ha optado por incluir en el citado Documento 2 Planos, secciones características conjuntas en algunos puntos determinados que se considera oportuno tener en cuenta.

Para la definición geométrica de las distintas secciones tipo incluidas en el Proyecto, se han tomado los valores de la Tabla 7.1. *Dimensiones de la Sección Transversal*, que se incluye en la Norma de Trazado "Instrucción de Carreteras. Norma 3.1-IC" en su versión de 2016.

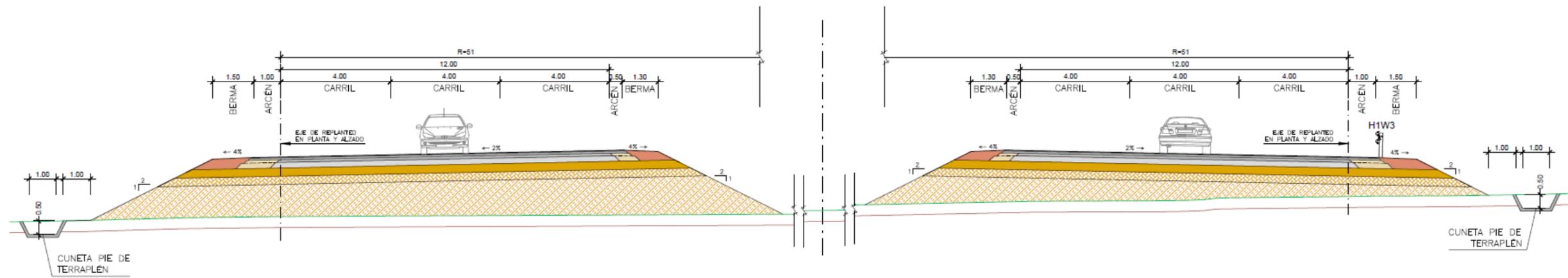
A continuación, se presentan las diferentes secciones tipo que integran el proyecto:



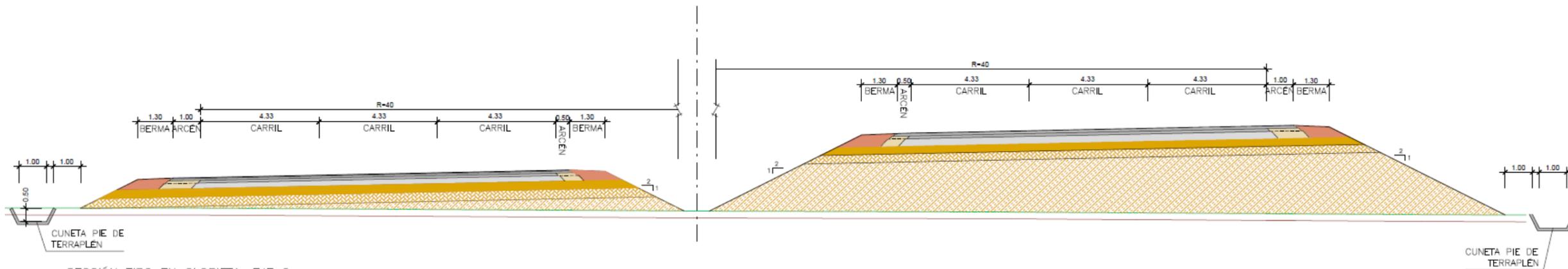
TRONCO AUTOVÍA A-4 CON 2 CARRILES POR SENTIDO (INICIO ACTUACIÓN SEGÚN AVANCE PKS)



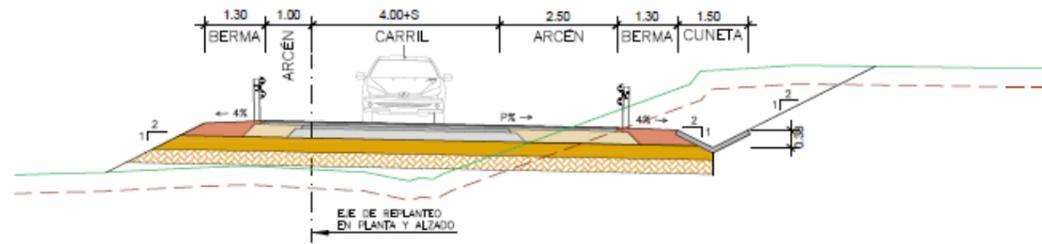
TRONCO AUTOVÍA A-4 CON 3 CARRILES POR SENTIDO (FINAL ACTUACIÓN SEGÚN AVANCE PKS)



SECCIÓN TIPO EN GLORIETA. EJE 7
ESCALA 1:75

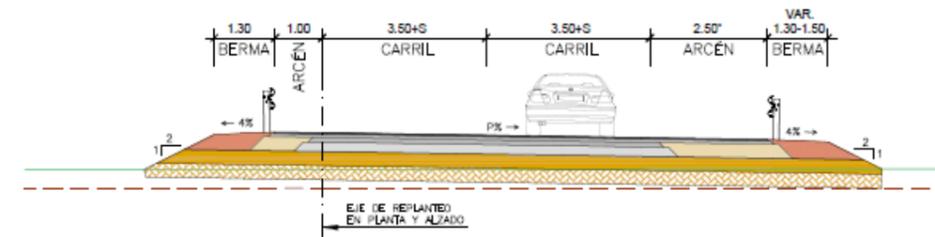


SECCIÓN TIPO EN GLORIETA. EJE 6
ESCALA 1:75



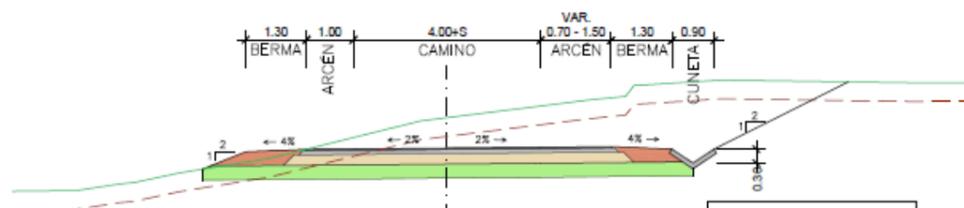
SECCIÓN TIPO RAMAL UNIDIRECCIONAL
ESCALA 1:75

EJE 3	PP.KK. 0+152 A 0+700
EJE 9	PP.KK. 0+196 A 0+420
EJE 10	PP.KK. 0+000 A 0+870
EJE 11	PP.KK. 0+045 A 0+130
EJE 13	COMPLETO
EJE 14	PP.KK. 0+126 A 0+230
EJE 23	COMPLETO



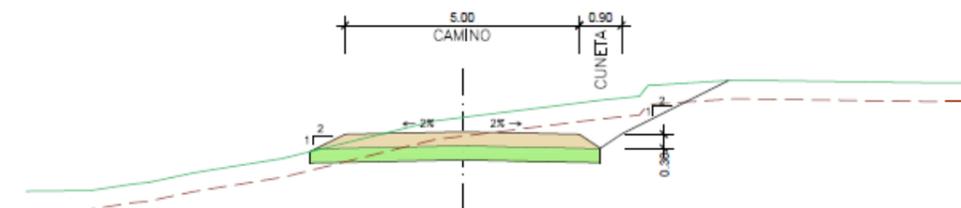
SECCIÓN TIPO RAMAL UNIDIRECCIONAL DOS CARRILES
ESCALA 1:75

EJE 4	PP.KK. 0+110 A 0+451.2
EJE 9	PP.KK. 0+000 A 0+196
EJE 10	PP.KK. 0+870 A 1+017
EJE 11	PP.KK. 0+210 A 0+418
EJE 14	PP.KK. 0+000 A 0+126



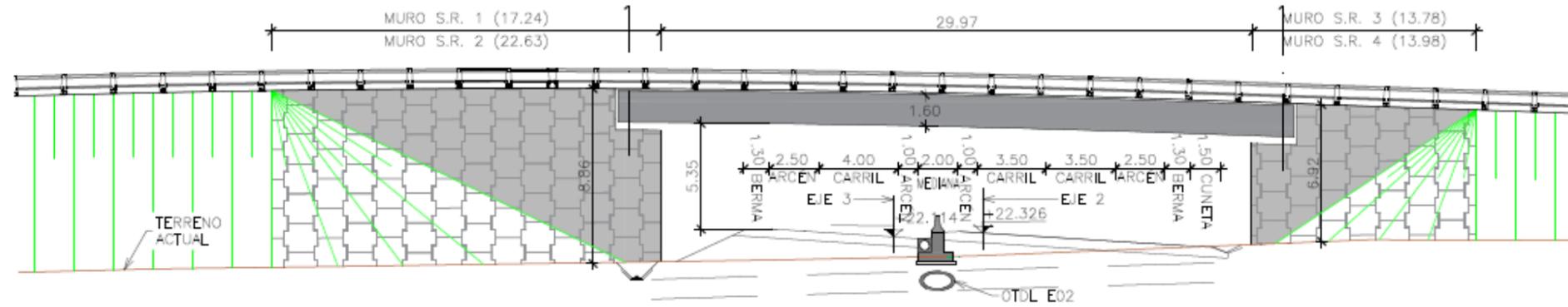
SECCIÓN TIPO EN CAMINO PAVIMENTADO
ESCALA 1:75

EJE 16	COMPLETO
EJE 18	COMPLETO
EJE 19	COMPLETO
EJE 20	COMPLETO

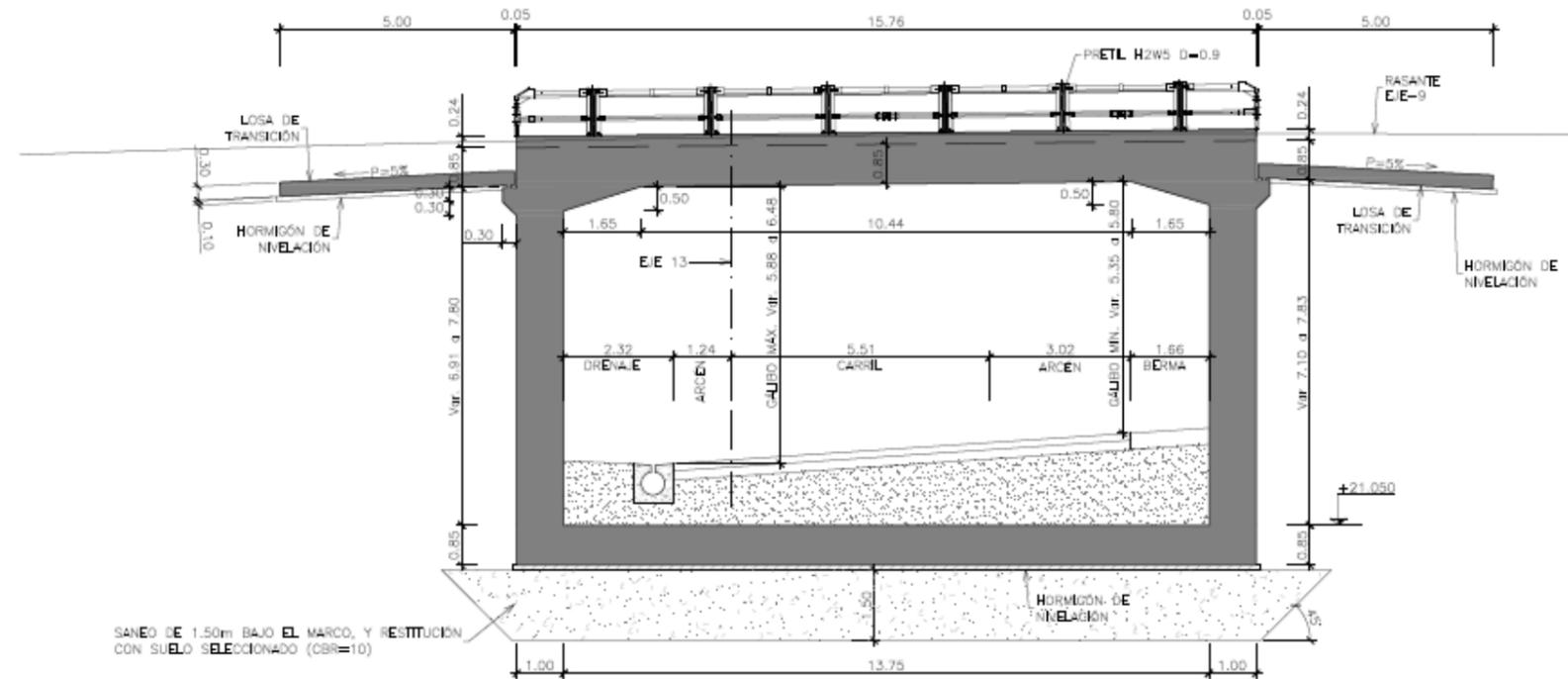


SECCIÓN TIPO EN CAMINO SIN PAVIMENTAR
ESCALA 1:75

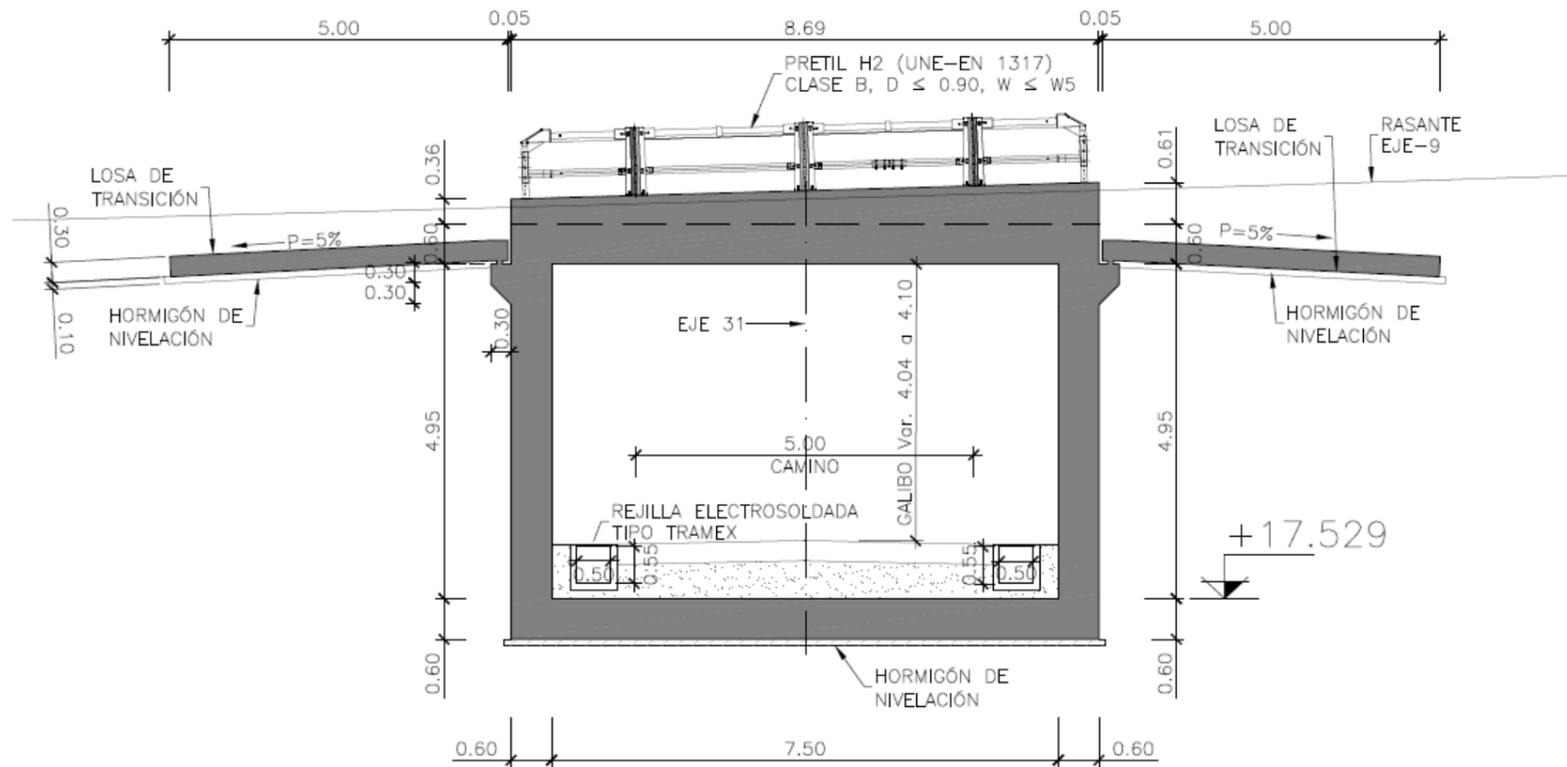
EJE 31	0+025 A 2+203.98
EJE 33	0+000 A 0+872.80
EJE 39	0+000 A 0+080



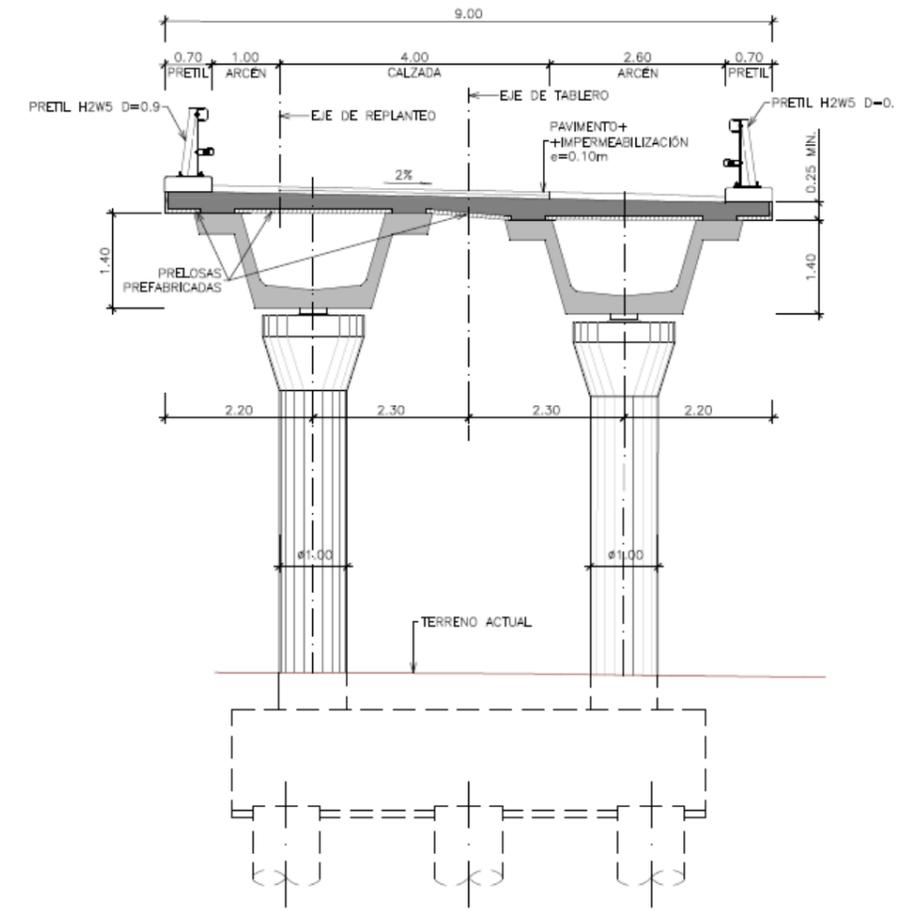
ESTRUCTURA E-1
 ESCALA 1:150
 (NOTA: COTAS EN METROS)



ESTRUCTURA E-2
 ESCALA 1:75
 (NOTA: COTAS EN METROS)



ESTRUCTURA E-4
 ESCALA 1:75
 (NOTA: COTAS EN METROS)



ESTRUCTURA E-3
 ESCALA 1:50
 (NOTA: COTAS EN METROS)

La relación de las estructuras a lo largo del trazado, es la siguiente:

ESTRUCTURA	TIPOLOGÍA	EJE	P.K. inicio	P.K. final	LONGITUD (m)
ESTRUCTURA 1	Losa postesada	4	0+282,532	0+315,652	33,12
ESTRUCTURA 2	Marco	13	0+211,66	0+223,91	12,25
ESTRUCTURA 3	Vigas artesa	10	0+507,30	0+603,10	95,80
ESTRUCTURA 4	Marco	39	0+477,15	0+493,40	16,25
MURO 1	Ménsula	14	0+395,00	0+583,00	188,00

4.8.8. Definición geométrica de las secciones tipo del proyecto

4.8.8.1. Arcenes y bermas

Para el análisis del dimensionamiento de las secciones tipo de los diferentes viales que conforman este proyecto, se ha tenido en cuenta lo indicado en la tabla 7.1, *Dimensiones de la sección transversal*, de la Norma 3.1-IC *Trazado*.

Las bermas generales establecidas son de 1,30 m. En el contorno exterior de los ejes 2, 7, 9 y 11, se ha dejado una berma de 1,50 m, en previsión de la posible colocación de báculos de iluminación y/o pantallas antirruído.

En el apartado 8.3.8.4. *Arcenes y bermas*, del Anejo 8, se incluye una tabla en la que se describe pormenorizadamente la situación y dimensiones tanto de arcenes como de bermas para todos y cada uno de los ejes que conforman el proyecto:

4.8.8.2. Calzadas

La calzada es la parte de la carretera destinada a la circulación de los vehículos. El número de carriles de cada calzada va en función de la previsión de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, así como del nivel de servicio deseado y, en su caso, de los estudios económicos pertinentes.

Además, se producen pérdidas o ganancia de anchos adicionales, a causa de los carriles de cambio de velocidad en las entradas y salidas de los ramales. En efecto, en estos casos se producen sobreeanchos transferidos al tronco, desde los ramales que entran/salen de él, pues hasta la denominada sección de un metro, en que borde de calzada exterior de tronco, e interior de ramal, se hallan separadas un metro, se considera que el ramal forma parte aún del tronco. Por eso, el tronco experimenta un sobreeancho adicional, derivado de absorber el ancho del ramal, y con objeto además de definir hasta ese punto, la misma sección de firme en el ramal que posee el tronco.

Cabe destacar que según lo indicado en el apartado 7.3.5 de la Norma de Trazado 3.1-I.C., se han aplicado los sobreeanchos correspondientes a aquellas curvas menores a 250 m siguiendo el criterio que se expone a continuación, por esta causa, podemos encontrar incrementos puntuales de los anchos que se van a definir en este documento, en tramos donde el radio de la curva lo exige.

En el apartado 8.3.8.5. *Calzadas*, del Anejo 8, se incluyen tablas que presentan tramificados los anchos y número de carriles empleados para todos y cada uno de los ejes principales que conforman el proyecto, tanto por la izquierda como por la derecha del eje geométrico.

4.8.8.3. Peraltes

La definición de los peraltes de cada calzada depende también de la velocidad de proyecto considerada, entendiéndose por velocidad de proyecto la así definida en la Norma 3.1.-IC de Trazado.

Es importante aclarar que para el peralte de los ejes en los que se aprovecha la calzada existente se han considerado los peraltes reales obtenidos entre las líneas de pintura centrales de la calzada y las líneas de pintura de los arcenes según datos de la cartografía obtenida.

La transición de los peraltes se ha realizado combinando las siguientes condiciones:

- Características dinámicas adecuadas para los vehículos.
- Evacuación rápida de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

En algunas situaciones, en el entronque con una calzada existente, al igual que sucedía en alzado, la ley de peraltes se halla determinada por una línea poligonal, formada por pequeños segmentos.

4.8.8.4. Taludes

Los taludes de desmonte y terraplén, dependen de la litología del terreno. En este caso, se han tomado valores que vienen definidos en el Anejo 7, *Estudio geotécnico del corredor*. En el presente proyecto se han empleado los siguientes taludes:

- Terraplén: 2H/1V.
- Desmonte: 2H/1V.

4.8.8.5. Cunetas

A continuación, se adjuntan se hallan definidas las distintas tipologías de cuneta utilizadas para el presente proyecto:

Cuneta lateral Tipo I (A-4)

Sección: 2,5 m
 Talud desmonte: 4H:1V
 Talud plataforma: 6H:1V
 Calado 0,25 m

Cuneta lateral Tipo II (Ramales)

Sección: 1,5 m
 Talud desmonte: 5H:2V
 Talud plataforma: 5H:2V
 Calado 0,30

Cuneta lateral Tipo III (camino)

Sección: 0,9 m

Talud (plataforma): 1H:1V

Talud desmonte: 2H:1V

Calado 0,30 m

Cuneta de pie de terraplén / Cuneta de guarda en desmonte

Sección: 1,5 m

Trapezoidal

Base inferior 1 m

Taludes 1H:1V

Calado 0,50 m

4.8.9. Carriles de cambio de velocidad

En las conexiones con el tronco de la carretera se podrán proyectar carriles o cuñas de cambio de velocidad para facilitar los movimientos de entrada y salida de los vehículos.

Los carriles de cambio de velocidad proyectados son de tipo paralelo, en los que el carril, adosado a la calzada de la autovía, incorpora una transición de anchura variable linealmente en el extremo contiguo de dicha calzada.

Las longitudes de los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo se medirán entre la sección con un ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) adosada a la cuña de transición y la sección característica de un metro (1,00 m), sin considerar la longitud de las cuñas de transición.

Las longitudes de los carriles de cambio de velocidad (deceleración) de tipo directo se medirán entre la sección característica de cero metros (0,00 m) y la sección característica de un metro (1,00 m).

En la Tabla 8.2 de la Norma 3.1-I.C. *Trazado*, se indican las longitudes en metros (m) de los carriles de aceleración y deceleración para valores discretos de la inclinación i de la rasante en tanto por ciento (%) y de las velocidades inicial y final y en kilómetros por hora (km/h), tanto para aceleración como para deceleración. Los valores situados por debajo de las diagonales corresponden a las longitudes de los carriles de deceleración y los valores situados por encima de las diagonales corresponden a las longitudes de los carriles de aceleración. Se podrán interpolar valores en dicha Tabla.

Para calcular el valor de i se tomará, salvo justificación en contrario, el valor medio de las inclinaciones de las rasantes existentes entre las secciones características inicial y final de los carriles de cambio de velocidad.

En este proyecto, nos encontramos en terreno llano, con inclinación comprendida entre -2% y +2%.

En las conexiones con el tronco de la carretera se podrán proyectar carriles o cuñas de cambio de velocidad para facilitar los movimientos de entrada y salida de los vehículos.

A continuación, se incluye un cuadro resumen con todos los carriles de cambio de velocidad dispuestos, y las longitudes de carriles y cuñas proyectados, todo ello conforme a la Norma 3.1-IC.

EJES	PK PUNTO C	VP INICIAL	VP FINAL	CUÑA 1 (m)	LONG 1 (m)	CUÑA 2 (m)	LONG 2 (m)
EJE 34 -10 DECELERACIÓN	EJE 34 0+339	100 Km/h	40 Km/h	125	214		
EJE 15 -34 ACELERACIÓN	EJE 34 0+996,6	60 Km/h	100 Km/h	125	135		
EJE 29 -2 DECELERACIÓN	EJE 29 1+499,47	100 Km/h*	40 Km/h*	125	70	100	96
EJE 17 - 29 ACELERACIÓN	EJE 29 2+276,98	80 Km/h	105 Km/h	128	85		
RAMAL EXISTENTE - EJE 23 ACELERACIÓN	EJE 23 0-024,00	40 Km/h	80 Km/h	100	85		
EJE 15 - 20 DECELERACIÓN	EJE 15 0+429,42	40 Km/h	40 Km/h	40	30		
EJE 19 - 15 DECELERACIÓN	EJE 15 0+429,42	40 Km/h	60 Km/h	60	35		
EJE 9 - 14 ACELERACIÓN	EJE 14 0+262,06	40 Km/h	40 Km/h	77	116		

* Se considera una V_p intermedia de 80 km/h para el diseño del carril de deceleración de dos carriles, 20km/h menos que la V_p del eje 29, de acuerdo al apartado 10.7.5 de la Norma 3.1-I-C 'Conexión de los ramales de enlace de dos carriles con el tronco.

** De acuerdo con la dirección de proyecto se ha sobredimensionado la cuña de aceleración incrementando en 5 km/h la velocidad de proyecto del tronco.

4.8.10. Ganancias o pérdidas de carril

A continuación, se aporta una tabla con las longitudes empleadas en ganancias o pérdidas de carril diseñadas en el proyecto, además de las longitudes a cumplir según ambos criterios establecidos por la Norma 3.1-I-C, concluyendo que se cumplen dichas longitudes teniendo en cuenta el criterio más restrictivo de los anteriormente presentados.

GANANCIAS Y PÉRDIDAS DE CARRIL						CRITERIOS NORMA 3.1.IC	
Número de Eje	Vp	Tipología	Pk inicio	Pk fin	Longitud	$L \geq 40 \cdot vT$	Cuña
Eje 04	40 km/h	Ganancia	0+049,450	0+124,450	75 m	74,83 m	25 m
Eje 11	60 km/h	Ganancia	0+129,783	0+210,783	81 m	74,83 m	60 m
Eje 29	100 km/h	Ganancia	0+158	0+283	125 m	74,83 m	125 m

4.8.11. Sobreanchos en curva

Según lo indicado en el apartado 7.3.5 de la Norma de Trazado 3.1 I.C., se han aplicado los sobreanchos correspondientes a aquellas curvas menores a 250 m siguiendo el criterio que se expone a continuación, por esta causa, podemos encontrar incrementos puntuales de los anchos que se van a definir en este documento, en tramos donde el radio de la curva lo exige:

Como criterio general podemos resumir que los viales diseñados con un solo carril son de 4 m, y en los viales con más de un carril, estos son de 3,5 m.

Para el cálculo de los sobreanchos se ha utilizado como vehículo patrón el Vehículo Articulado con longitud total de 16,5 m. No se definen los sobreanchos para un Tren de Carretera usando la fórmula citada más arriba ya que, para los radios existentes en el proyecto, se generarían anchos totales de calzada superior a 6 m. Según indica al apartado 10.4.6 de la Norma de trazado 3.1 I.C., una calzada con ancho superior a 6 m puede ser erróneamente percibida como si se tratase de dos carriles. Dado que las condicionantes del proyecto no permiten modificar el trazado en planta, se verifican las trayectorias de las distintas curvas para cumplir lo establecido en el apartado 7.3.5 de la citada norma.

4.8.12. Otras consideraciones

4.8.12.1. Aprovechamiento de firmes

En el Apartado 8.3.13. *Aprovechamiento de firmes*, del Anejo 8 se indica que, según los datos proporcionados por la empresa Conservadora del tramo, así como por el resultado de la ejecución de toma de testigos de firmes (incluidos en el Anejo 10, *Firmes y pavimentos*), el firme existente en la autovía A-4 en la zona de actuación tiene un espesor total de 0,70 m y 0,75 m con una capa de rodadura discontinua de 3 cm tipo BBTM 11B.

El presente proyecto incorpora como aspecto importante el análisis del posible aprovechamiento del pavimento de las calzadas existentes, en los tramos donde se discurre sobre ellas.

4.8.12.1. Estudio de visibilidad

En el Apartado 8.3.14. *Estudio de visibilidad*, del Anejo 8 se indica que se ha realizado el estudio completo de la visibilidad entre un observador y un punto, o un segmento de referencia a partir de los ficheros de perfiles transversales de la obra lineal, teniendo en cuenta la rasante, cunetas, desmontes y terraplenes.

4.9. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El objetivo del Anejo 9, *Movimiento de tierras*, es el estudio del movimiento de tierras originado por las obras del Proyecto de Trazado: *Reforma del Enlace de la "Autovía del Sur", (A-4) con la SE-20 (P.K. 0). Provincia de Sevilla*, con los siguientes objetivos:

- Determinar la clasificación de las excavaciones en función del tipo de material a excavar.
- En función del grado de aprovechamiento del material a excavar, establecer cuál es el balance entre el volumen de tierra extraído y el reutilizado de nuevo en la obra en forma de terraplén y otros rellenos.
- Determinar la necesidad de buscar material de préstamos o canteras, o bien recolocar los excedentes en vertedero.

Clasificación y aprovechamiento de los materiales a excavar

De acuerdo a la información del Anejo 3, *Estudio Geológico-Geotécnico y Procedencia de Materiales*, los materiales que se prevé excavar en la traza pueden tener asociado un aprovechamiento y clasificación según lo descrito en la tabla siguiente.

UNIDAD ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN	TIPO DE SUELO	CLASIFICACIÓN SEGÚN PG-3	POSIBLE APROVECHAMIENTO
R1	Rellenos antrópicos vertidos	Granular	Inadecuado	Vertedero
R2	Rellenos antrópicos compactados	Granular	Tolerable	Núcleo, Cimiento
QTA	Arcillas y arcillas limo-arenosas	Cohesivo	Tolerable	Núcleo, Cimiento
QTAR	Arenas limo-arcillosas con gravas	Granular	Tolerable	Núcleo, Cimiento
QAL	Depósitos aluviales recientes		Marginal o Inadecuado	Vertedero

Considerando las características de los materiales atravesados en los distintos desmontes de entidad del trazado, se obtiene como conclusión un posible aprovechamiento del 80% del total de los productos de la excavación obtenidos.

Procedimientos de excavación previstos

Dadas las características de los materiales afectados por los desmontes de la traza, se podrán excavar todos ellos con medios mecánicos convencionales.

Coefficientes de paso y esponjamiento

Teniendo en cuenta las características geológico-geotécnicas de los materiales que se excavarán y, a partir de las investigaciones previas realizadas, se han asignado los siguientes coeficientes de paso a terraplén y a vertedero:

Formación	Densidad seca natural (t/m ³)	Densidad seca compactada (t/m ³)	Coefficiente de Paso
R2	1,85	1,86	0,99
QTA	1,72	1,83	0,94
QTAR	1,76	1,82	0,96

Los coeficientes de esponjamiento de cada formación, son los siguientes:

Formación	Densidad aparente natural (t/m ³)	Densidad material excavado sin compactar (t/m ³)	Coefficiente de Esponjamiento
R1	1,70	1,30	1,31
R2	2,05	1,69	1,21
QTA	2,00	1,66	1,18
QTAR	2,05	1,69	1,21

Explanada

De acuerdo con lo expuesto en el Anejo 10, *Firmes y pavimentos* se adopta una explanada de categoría E3 para toda la traza.

Se proyecta una sección, colocando sobre el fondo de la excavación una capa de suelo seleccionado tipo 2 (CBR \geq 10), de 30 cm de espesor, sobre la que apoyaría otra de suelo estabilizado in situ con cemento (S-EST3), también con un espesor de 30 cm.

Préstamos, canteras y plantas de suministro

Una vez seleccionados los yacimientos y canteras más importantes en las proximidades de la zona de estudio, se realiza una ficha, en la que figura, situación y características de explotación.

En total se ha recopilado información de 5 graveras y 7 canteras, no habiéndose previsto la explotación de nuevos préstamos.

Vertederos y Plantas de Gestión de residuos

El Vertedero "La Cabaña" es el más cercano a la obra, a unos 8 km aproximadamente, estimándose éste como el más adecuado, para el depósito del material no aprovechable precedente de la excavación.

Resumen de movimiento de tierras

Atendiendo a lo anteriormente expuesto y a partir de los listados que proporciona el programa ISTRAM-ISPOL, incluidos en las mediciones auxiliares del *Documento 4 Presupuesto*, se extraen las siguientes cubricaciones totales que se resumen en el siguiente cuadro:

RESUMEN DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS	
UNIDADES	VOLUMEN (m ³)
DESBROCE (m ²)	140.771,74
EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL	41.046,00
EXCAVACIÓN	103.786,90
EXCAVACIÓN EN DESMONTE TRAZA	53.465,80
EXCAVACIÓN LOCALIZADA MURO	9.528,00
EXCAVACIÓN SANEOS	40.793,10
NECESIDAD DE MATERIAL RELLENOS	254.310,22
TERRAPLÉN (suelo tolerable para núcleo)	186.685,60
CUÑAS DE TRANSICIÓN (suelo seleccionado)	5.078,22
RELLENO EN CAMINOS (suelo adecuado)	6.201,10
RELLENO LOCALIZADO ZAP. MURO (suelo seleccionado)	8.722,30
RELLENO SANEOS (suelo tolerable)	12.401,70
RELLENO SANEOS (material drenante)	35.221,30
NECESIDAD DE EXPLANADA E3	69.661,30
SUELO ESTABILIZADO TIPO S-EST3	34.971,60
SUELO SELECCIONADO	34.689,70

Saneos en suelos inadecuados

Se detecta en la zona de proyecto un vertedero incontrolado. En el Anejo 18, *Integración Ambiental*, se incluye el informe completo de la caracterización del mismo.

Atendiendo al Anejo 7, *Estudio Geotécnico del corredor*, se ha proyectado un saneo de espesor variable en determinadas zonas. El material proveniente de la excavación en saneo será trasladado a vertedero de tipología adecuada, tras la caracterización del material extraído.

Posteriormente, se procederá al relleno de dicho saneo del siguiente modo:

Ubicación	Relleno
Saneos dentro de la zona del vertedero incontrolado	Suelo granular compactado (Seleccionado S4, zahorra artificial o zahorra natural) sobre 0,5 m de macadam compactado
Saneos fuera de la zona de vertedero incontrolado	Suelo tolerable

Los trabajos de campo realizados para la campaña de investigación ambiental han permitido concluir en el Anejo 7, *Estudio geotécnico del Corredor*, que durante la excavación de los ejes que discurren sobre el vertedero incontrolado se distinguirá entre la capa de sellado y la capa de residuo.

De acuerdo con el Anejo 7, *Estudio Geotécnico del corredor*, se ha proyectado un saneo de espesor variable, en las zonas requeridas, que se trasladarán en su totalidad a vertedero, de la siguiente manera:

Volumen a vertedero (de la zona de vertedero incontrolado existente)
Saneos: $32.485,50 \text{ m}^3 - 286,4 \text{ m}^3 = 32.199,1 \text{ m}^3$
X 1,31 ^(*) (coeficiente de esponjamiento)
42.181,34 m ³

(*) Se ha utilizado el coeficiente correspondiente a la formación R1

Se estima que la capa de residuo conforma el 43% del total de la excavación y que el 4% de este, será peligroso, localizados en una zona próxima al P.K. 0+200 del eje 2.

Volumen a vertedero de residuos peligrosos (de la zona de vertedero incontrolado existente en Eje 2)
286,46 m ³ (16.655,00 m ³ *43%*4%)
X 1,31 ^(*) (coeficiente de esponjamiento)
375,26 m ³

(*) Se ha utilizado el coeficiente correspondiente a la formación R1

Además, el total de los saneos previstos fuera de la zona de vertedero, es el siguiente:

Volumen a vertedero (tierras)
Saneos fuera de vertedero (8.307,6 m ³) + Desmorte no aprovechable (12.598,76 m ³) = 20.906,36 m ³
X 1,227 ^(*) (coeficiente de esponjamiento)
25.652,10 m ³

(*) Se ha utilizado un coeficiente, media de los determinados en el apartado 9.6.5 del Anejo 9, *Movimiento de tierras*

Excavación

De la excavación total 103.786,90 m³ son potencialmente útiles, la suma de la excavación procedente de la traza (53.465,80 m³) y la procedente del muro (9.528,00 m³): 62.993,80 m³, a los que habrá de aplicarse un coeficiente de aprovechamiento del 80%; resultando un desmorte útil de 50.395,04 m³ y un volumen a vertedero (20% de la excavación), de 12.598,76 m³ (sin coeficientes de paso).

El volumen de desmorte aprovechable tendrá una clasificación mínima de suelo tolerable, y podrá emplearse para la formación de terraplenes.

Rellenos

El valor acumulado del terraplén según los listados es 186.685,60 m³. A este valor hay que descontar 5.078,03 m³ de relleno en cuñas de transición (relleno con suelo seleccionado) resultando un total de 181.607,57 m³, de volumen total de suelo tolerable necesario.

A la medición anterior habrá que añadir los rellenos localizados de los muros (8.722,30 m³), el correspondiente al relleno de saneo de cimiento de terraplenes con tratamiento especial de inclusiones rígidas (35.221,30 m³) y el relleno de saneo sin tratamiento de inclusiones rígidas (12.401,7 m³).

Explanada

De acuerdo con el Anejo 10, *Firmes y pavimentos*, se conseguirá explanada E3 mediante la aportación de 30 cm de Suelo Estabilizado tipo S-EST3 (34.971,60 m³) previa disposición de una capa de 30 cm de suelo seleccionado en el fondo de la explanación y coronación de terraplenes (34.689,70 m³).

Balance de tierras estimado

De la excavación total 103.786,90 m³ son potencialmente útiles, la suma de la excavación procedente de la traza (53.465,80 m³) y la procedente del muro (9.528,00 m³): 62.993,80 m³, a los que habrá de aplicarse un coeficiente de aprovechamiento del 80%; resultando un desmonte útil de 50.395,04 m³ y un volumen a vertedero de 12.598,76 m³ (sin coeficientes de paso).

Desmonte útil (tolerable)
50.395,04 m ³
X 0,963 ^(*) (coeficiente de paso)
48.530,42 m ³

(*) Se ha utilizado un coeficiente, media de los determinados en el apartado 9.6.5 del Anejo 9, *Movimiento de tierras*

La tierra vegetal se reutilizará en la restauración de taludes, ZIAs, áreas degradadas y viales en desuso, del siguiente modo:

TRATAMIENTOS DE REVEGETACIÓN	Superficie (m ²)	Espesor (m)	Volumen (m ³)
Restauración de taludes	41.204,00	0,20	8.240,80
Restauración de ZIA	10.280,48	0,50	5.140,24
Restauración de áreas interiores de enlace degradadas	43.386,08	0,50	21.693,04
Restauración de viales en desuso	2.149,00	0,50	1.074,50
Plantación lineal	392,00		
Tratamiento complementario	1.971,29		
Tratamiento de glorieta	4.020,47		
TOTAL TIERRA VEGETAL ACOPIADA			41.045,90
Sobrante			4.897,32

El sobrante de la tierra vegetal, 4.897,32 m³, que afectado del coeficiente de paso (1,1) asciende a un volumen de 5.387,05 m³, que se pondrá a disposición del Ayuntamiento, para obras de la zona.

De este modo, resulta la siguiente tabla de compensación:

BALANCE DE SUELO TOLERABLE

FORMACIÓN DE NÚCLEO DE TERRAPLÉN + RELLENO SANEADO en zonas fuera del vertedero incontrolado	VOLUMEN (m ³)
Núcleo de terraplén	186.685,60
Relleno saneo sin tratamiento de inclusiones rígidas	12.401,70
Cuñas de transición, a deducir	-5.078,22
Volumen total necesario	194.009,08
Volumen total reutilizable de la traza (con coef. de paso a terraplén)	-48.530,42
Déficit de suelos tolerables a obtener de canteras y graveras	145.478,66

Los volúmenes de material necesarios procedentes de canteras y graveras se recogen en la siguiente tabla:

MATERIAL DE PRÉSTAMO

Material procedente de canteras y graveras	VOLUMEN (m ³)
Suelos tolerables (núcleo terraplén)	145.478,66
Suelo adecuado (relleno en caminos)	6.201,10
Suelo estabilizado S-EST3 (explanada)	34.971,60
Suelo seleccionado (cuñas de transición, relleno zapata muros, explanada)	45.572,10
Suelo granular drenante (Seleccionado S4, zahorra artificial o zahorra natural)	29.762,04
Macadam	5.459,25

Capacidad de canteras y graveras

TIPO DE MATERIAL	MATERIAL NECESARIO EN PROYECTO (m ³)	RESERVAS DISPONIBLES (Ton)			
		C-3 PELUSA-MAJADILLAS. ALCALA G.	C-7_HNOS. SALGUERO. ALCALA G.	C-6_MARTÍN CASILLAS. VVA. RIO Y MINAS	GR-5_MANUEL CASTRO BRAVO. SAN JOSÉ R.
Relleno granular drenante	35.221,30			3.000.000	2.000.000
Suelo Seleccionado	45.572,10	2.000.000	1.600.000		
Suelo Estabilizado S-EST-3	34.971,60				
Suelo Adecuado	6.201,10				
Relleno de terraplén (Suelo Tolerable)	145.478,66				

Distancia de transporte

Las canteras que se proponen (C-3 y C-7) se sitúan a una distancia aproximada de 16 Km a la obra.

El Vertedero “La Cabaña” es el más cercano a la obra, a unos 8 Km aproximadamente.

No será de aplicación Suplemento por transporte por el exceso sobre una distancia de transporte de 10 km en el caso de préstamos o vertederos y de 30 km en el caso de canteras, ya las distancias de las canteras propuestas a la obra y el vertedero son inferiores a las establecidas para su aplicación según la Base de Precios de la DGC.

Diagrama de masas

Tal y como puede comprobarse en el anterior análisis del balance de tierras y atendiendo a las particularidades constructivas de la obra, se trata de una actuación claramente deficitaria en tierras, de modo que el material útil (suelo tolerable con su correspondiente coeficiente de paso, 0,97) sólo serviría para compensar un mínimo volumen (18,5%) de los 264.261,87 m³ de suelo tolerable necesario.

Es por ello que no se plantea compensación longitudinal en la obra objeto del presente Proyecto.

Gestión de residuos de vertedero incontrolado existente

En el Apéndice 3 del Anejo 18, *Integración Ambiental*, se incluye el informe completo de la caracterización del vertedero incontrolado detectado en la zona de proyecto, para eliminar posibles incertidumbres sobre el comportamiento del subsuelo, así como para recabar datos exploratorios sobre la calidad del suelo y realizar un análisis de riesgos.

Los objetivos principales del estudio han sido:

1. Verificar la posible existencia de indicios o evidencias de una probable contaminación del suelo y elaborar un modelo conceptual inicial de la problemática del emplazamiento, incluyendo una hipótesis preliminar sobre la posible presencia de contaminantes y su distribución espacial.
2. Caracterización de los residuos y pruebas de admisión en vertedero, para en fases posteriores poder determinar el destino último de disposición y el coste asociado de la retirada del residuo.

De acuerdo a las conclusiones de este estudio, se ha tenido en cuenta la existencia de residuos peligrosos, localizados en una zona próxima al p.k. 0+200 del eje 2.

Para el cálculo de las toneladas de los diferentes tipos de residuos que se gestionarán tras la excavación en esta zona, se ha considerado el volumen en banco, con una densidad de 1,7 t/m³.

De acuerdo con el informe de caracterización del vertedero, en el capítulo de Gestión de Residuos del Documento 4, *Presupuesto*, se ha incluido la realización de pruebas de admisión en vertedero según lo establecido en la Orden AAA/661/2013, de 18 de abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero en cada 200 m³ de material de excavación susceptible de estar contaminado.

Estas operaciones serán realizadas por laboratorios acreditados por ENAC para cada uno de los parámetros exigidos en la Orden AAA/661/2013. Los laboratorios acreditados por ENAC tomarán muestras compuestas de al menos 10 submuestras por cada 200 m³ de material excavado susceptible de estar contaminado previamente a su retirada por camiones desde los acopios y serán analizadas en laboratorio.

Demoliciones

Se ha contemplado en el Proyecto de Trazado las siguientes labores de demolición y retirada de los elementos que se verán afectados por las obras de ampliación de calzada y rectificación del trazado.

- Demolición de firmes de tramos en desuso
- Levantamiento de barrera metálica
- Retirada de valla de cerramiento existente
- Desmontaje de barandillas, pórticos, banderolas y señales existentes

4.10. FIRMES Y PAVIMENTOS

En el *Anejo 10, Firmes y pavimentos*, en base a los datos de tráfico y a la explanada existente, se detalla la sección de firme más idónea a disponer en todos los viales definidos en el “Proyecto de Trazado y Construcción de la Reforma del enlace de la Autovía del Sur (A-4) con la SE-20 (P.K. 0) (Clave: T5/25-SE-15100)” conforme a la Norma 6.1-IC “Secciones de Firme”, de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre.

4.10.1. Datos de firme existente

Se dispone de información de la campaña de testigos realizada el mes de junio de 2018 para comprobar los espesores reales del firme existente en los tramos de la autovía A-4 donde se prevé su ampliación. Dicha campaña se puede consultar en el *Apéndice N° 5.- Informe de recopilación de Sondeos*, del Anejo 10.

Se han ejecutado un total de 5 sondeos a rotación, para la extracción continua de testigos de firme, 4 de ellos hasta el terreno natural y uno de mezclas bituminosas en caliente.

El espesor de capas de mezcla bituminosas en caliente detectadas oscila entre los 37 y 38 cm sentido Córdoba y 36 a 38 cm sentido Sevilla y el espesor del firme (pavimento de mezcla bituminosa + base granular de zahorra artificial) oscila entre 2,20 y 2,38 m sentido Córdoba y entre 0,80 y 0,85 m sentido Sevilla. De este modo, existe una capa de subbase de zahorra artificial cuyo espesor oscila entre los 1,32 y 2,00 m sentido Córdoba y entre 0,44 y 0,48 m sentido Sevilla.

4.10.2. Tráfico

En el *Anejo nº 6, Planeamiento y tráfico*, para la modelización de la demanda en una situación futura, se considera el año 2022 como el año de puesta en servicio del nuevo enlace. Por un lado, el enlace diseñado para la intersección entre la autovía A-4 y la carretera SE-20 plantea movimientos que actualmente no están permitidos (como por ejemplo el movimiento hacia la carretera SE-20 desde la autovía A-4 Sentido Córdoba). También se ha considerado el tráfico inducido por el Desarrollo Urbanístico San Nicolás Oeste, estando previsto para el año 2025 que estén en servicio numerosos comercios en una nueva gran superficie comercial. Para este año 2025 los tráficos considerados son los obtenidos de la campaña de aforos realizada en noviembre de 2015, proyectados a este año más los de atracción de toda la superficie comercial.

Por tanto, en este proyecto se ha considerado la IMDp en el año 2025 para establecer la categoría de tráfico pesado, teniendo en cuenta que para este año ya se encuentra en servicio el 100% de la gran superficie comercial y servicios terciarios, así como casi el 50% del resto del plan parcial San Nicolás. En el *Anejo 10, Firmes y pavimentos* se presentan tablas con las categorías de tráfico pesado asignadas a cada uno de los elementos viarios en estudio.

4.10.3. Explanada

Según se indica en los *Anejos 3 Geología y procedencia de materiales* y *7 Geotecnia del corredor*, el terreno natural subyacente se puede calificar como Tolerable (0) según la clasificación establecida en el PG-3 y en la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, en toda la longitud del tronco y viales proyectados.

En el caso de los desmontes y/o excavaciones, la explanada natural corresponde a la definida por la calidad del material existente en el fondo de excavación, debiéndose valorar esta según los criterios expuestos en el artículo 330 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Teniendo en cuenta que se ha considerado una categoría de firme de T0 en el tronco de la A-4, en base al firme existente, según la figura 2.1. de la Norma 6.1.-I.C. "Secciones de firme", únicamente se puede

proyectar el paquete de firmes sobre una explanada de tipo E3 ($E_{v2} \geq 300\text{MPa}$) en los tramos donde se amplíe su sección. Por uniformidad en las distintas capas, y por minimizar, en la medida de lo posible, el número de unidades de obra, se ha decidido adoptar una categoría de explanada E-3 en el resto de viales del proyecto, resultando la alternativa más económica la de disponer una capa de **30 cm de S-EST-3 sobre una capa de 30 cm de Suelo Seleccionado**, en tramos de desmonte y de relleno.

4.10.4. Secciones de firme

Para la determinación de las distintas secciones de firme se realiza la comparación de las secciones propuestas en la Norma 6.1-IC en función de factores técnicos y económicos.

Se ha tenido en cuenta lo indicado en el Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso aprobado el 5 de octubre de 2001, establece que "en las obras públicas en que su utilización sea técnica y económicamente viable se dará prioridad a los materiales procedentes del reciclaje de NFU".

Una vez obtenidas las posibles soluciones de secciones estructurales, conforme al Catálogo de Secciones Estructurales de la Norma 6.1-IC para la categoría de tráfico que corresponda al vial analizado y tipo de explanada E3, se ha realizado una valoración económica de las alternativas estudiadas. Este estudio económico se desarrolla y justifica en el *Anejo 10, Firmes y Pavimentos*, donde se ha evaluado el coste de construcción de un metro de vial tipo (tronco, ramal, etc.). El resto de costes, por ser proporcionales al de construcción no se considera necesario evaluarlos al detalle, debido a que, al ser precisamente proporcionales a este coste, no establecen diferencia entre las diferentes secciones de firme. Estos costes son:

Sección con tráfico T00 y/o ampliación de autovía A-4

Tal como se ha expuesto en el apartado 10.3.1. *Datos del firme existente*, del Anejo 10, el espesor de capas de mezcla bituminosas en caliente detectadas en la campaña de realización de testigos realizada en la autovía A-4 oscila entre los 37 y 38 cm sentido Córdoba y 36 a 38 cm sentido Sevilla y el espesor del firme (pavimento de mezcla bituminosa + base granular de zahorra artificial) oscila entre 2,20 y 2,38 m sentido Córdoba y entre 0,80 y 0,85 m sentido Sevilla. De este modo, existe una capa de subbase de zahorra artificial cuyo espesor oscila entre los 1,32 y 2,00 m sentido Córdoba y entre 0,44 y 0,48 m sentido Sevilla.

Se ha adoptado una solución coincidente con la existente, correspondiente a un tráfico T00.

Considerando por tanto la sección de firme existente en la autovía A-4, en los tramos donde se prevé la ampliación de calzada, la solución adoptada, teniendo en cuenta la sección de firme existente y capa de rodadura en estos tramos (38 cm de espesor máximo de mezclas bituminosas en caliente + espesores variables de zahorra artificial) es la siguiente:

CAPAS (*)	SECCIÓN 0031 EN AMPLIACIÓN DE CALZADA (38 cm de MBC + 25 cm de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - Betún PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación mínima de ligante 5% en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,24 t/m ³ - Árido fino y grueso: síliceo
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - 100 % de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 % - Dotación mínima de ligante 4,50 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ²
Intermedia	10 cm	Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S (Antigua S-20) - Betún BC 35/50 - 100 % de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 %. - Dotación mínima de ligante 4,50 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³ - Árido fino y grueso: calizo
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ²
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G (antigua G-25) - Betún BC 35/50 - 100 % de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 %. - Dotación mínima de ligante 4,00 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,42 t/m ³ - Árido fino y grueso: calizo
Riego		- Imprímación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G (antigua G-25) - Betún BC 35/50 - 100 % de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 %. - Dotación mínima de ligante 4,00 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,42 t/m ³

CAPAS (*)	SECCIÓN 0031 EN AMPLIACIÓN DE CALZADA (38 cm de MBC + 25 cm de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
		-- Árido fino y grueso: calizo
Riego		- Imprímación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

(*) La norma 6.1-IC "Secciones de firme" de la Instrucción de Carreteras contempla un pavimento de MBC de 35 cm de espesor en este tipo de sección.

Se consigue adoptando la sección 0031 del homogeneizar las distintas secciones de firme en los tramos de ampliación y entronque

Se ha considerado, por razones constructivas, un espesor total de mezclas bituminosas de 38 cm, en vez de los 35 cm previstos en el catálogo de secciones de firme contemplado en Norma 6.1-IC "Secciones de firme" de la Instrucción de Carreteras, dando continuidad a toda la sección de firme de existente del tronco de la autovía A-4 en ambos sentidos.

De esta manera, en el caso de la sección de firme para tráfico T00 para el vial de eje 34 que entronca con la autovía A-4, lo que se proyecta es la misma sección de firme que la existente actualmente en la autovía A-4, para dar continuidad a la misma y mantener las características y naturaleza del firme existente, disponiendo los mismos espesores existentes. Para ello, se ha tomado como base la información aportada por los testigos de firmes realizados en ambas calzadas. En el caso de los tramos de entronque de los ejes 17 y 29, con la autovía A-4, con categoría de tráfico pesado inferior, se han considerado los mismos criterios anteriormente expuestos.

La capa de rodadura será de tipo discontinua, con mezcla del tipo BBTM 11 B PMB 45/80-65 (antigua M-10). La densidad de estas mezclas es de aproximadamente 2,24 t/m³.

Para capa intermedia superior, se ha elegido la mezcla densa de tipo AC22 bin BC35/50 D (antigua D-20). Se trata de una mezcla cerrada, que garantiza la impermeabilidad necesaria para proteger las capas inferiores. La densidad de esta mezcla es de aproximadamente 2,45 t/m³.

En la capa intermedia inferior, se ha elegido la mezcla semidensa tipo AC22 bin BC35/50 S. En capas intermedias, se trata del tipo de mezcla que mejor resiste la formación de rodadas. La impermeabilidad de esta capa también es óptima, sirviendo para proteger las capas inferiores. La densidad de esta mezcla es de aproximadamente 2,45 t/m³.

En la capa base se utilizará una mezcla gruesa de tipo AC32 base BC35/50 G, con curvas granulométricas que empiezan a alejarse sensiblemente de la máxima compacidad. La densidad de esta mezcla es de aproximadamente 2,42 t/m³.

Los arcenes exteriores proyectados en las ampliaciones, al ser de una anchura superior a 1,25 m, se dimensionan conforme a la Norma 6.1-IC, disponiendo una sección de firme en ellos diferente a la planteada en los carriles. La configuración de capas se muestra en la siguiente tabla:

CAPAS	ARCENES > 1,25 METROS DE ANCHURA	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - Betún PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 %. - Dotación mínima de ligante 5 % en masa sobre el total de la mezcla, incluido el polvo mineral. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,24 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 D (Antigua D-20) - Betún BC 50/70 - 100 % de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 %. - Dotación mínima de ligante 4,00 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S (Antigua S-20) - Betún BC 35/50 - 100 % de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 %. - Dotación mínima de ligante 4,50 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³ - Árido fino y grueso: calizo
Riego	- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	20+25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Secciones con tráfico T1.

Las secciones de firme adoptadas para tráfico T1, correspondientes a los ejes 2, 7, 9, 11 y 14 (pp.kk. 0+000 a 0+283,35) son las siguientes:

- Sección tipo 131:

CAPAS	SECCIÓN 131 (25 cm de MBC + 25 cm de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - Betún PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 % - Dotación mínima de ligante 5 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,24 t/m ³ - Árido fino y grueso: síliceo
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S (Antigua S-20) - Betún BC 35/50 - 100 % de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 % - Dotación mínima de ligante 4,50 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³ - Árido fino y grueso: calizo
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Base	12 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 35/50 G (antigua G-25) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación ≥ 50 % - Dotación mínima de ligante 4,00 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral. - 2,50 % de filler de aportación. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,42 t/m ³ - Árido fino y grueso: calizo
Riego	- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Los arcenes exteriores proyectados de una anchura superior a 1,25 m se dimensionan conforme a la Norma 6.1-IC, disponiendo una sección de firme en ellos diferente a la planteada en los carriles. La configuración de capas se muestra en la siguiente tabla:

CAPAS	ARCENES > 1,25 METROS DE ANCHURA	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-65 C - Betún PMB 45/80-65 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 % - Dotación mínima de ligante 5 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,24 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S (Antigua D-20) - Betún BC 35/50 - 100 % de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 % - Dotación mínima de ligante 4,00 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral. - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	12+25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Se opta por una capa de rodadura mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM 11B, dando continuidad a la nueva capa de rodadura prevista en la autovía A-4 y conexión con ramales de salida y entrada.

Secciones con tráfico T2.

Las secciones de firme adoptadas para tráfico T2 son las siguientes:

- Sección tipo 231 correspondiente a los ejes 1, 3, 10, 13, 14 (PP.KK. 0+372,56 a 0+766,63), 23 y 58:

CAPAS	SECCIÓN 231 (20 cm de MBC + 25 cm de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 C - Betún PMB 45/80-60 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 % - Dotación mínima de ligante 5 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,24 t/m ³ - Árido fino y grueso: síliceo
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S (Antigua S-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación ≥ 50 %, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,50 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³ - Árido fino y grueso: calizo
Riego	- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Base	10 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 50/70 G (antigua G-25) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación ≥ 50 % - Dotación mínima de ligante 4,00 % en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - 2,50 % de filler de aportación. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,42 t/m ³ - Árido fino y grueso: calizo
Riego	- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Los arcenes exteriores proyectados de una anchura superior a 1,25 m se dimensionan conforme a la Norma 6.1-IC, disponiendo una sección de firme en ellos diferente a la planteada en los carriles. La configuración de capas se muestra en la siguiente tabla:

CAPAS	ARCENES > 1,25 METROS DE ANCHURA	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 C - Betún PMB 45/80-60 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100 % - Dotación mínima de ligante 5 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,24 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S (Antigua S-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación ≥ 50 %, partículas fracturadas 90 % - Dotación mínima de ligante 4,00 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego		- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²
Subbase	10+25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Se opta por una capa de rodadura mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM 11B, en orden de homogeneizar la capa de rodadura prevista para secciones con categoría de tráfico T0 y T1.

La capa de rodadura será de tipo discontinua, con mezcla del tipo BBTM 11 B PMB 45/80-60, dando así continuidad al extendido de mezclas bituminosas discontinuas en caliente de las ampliaciones del tronco de la autovía A-4 y ramales con tráfico T1. Tomando el mismo criterio para la capa intermedia inferior, se ha elegido la mezcla semidensa tipo AC22 bin BC35/50 S y en la capa base mezcla gruesa de tipo AC32 base BC 50/70 G atendiendo a las prescripciones del PG-3.

- Sección tipo 231 correspondiente a los ejes 4, 5 y 6:

CAPAS	SECCIÓN 231 (20 cm de MBC + 25 cm de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 16 surf BC 50/70 S - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación ≥ 50%, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación mínima de ligante 4,5% en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³ - Árido fino y grueso: silíceo
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²
Intermedia	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 35/50 S (Antigua S-20) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación ≥ 50 %, partículas fracturadas 90% - Dotación mínima de ligante 4,50 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³ - Árido fino y grueso: calizo
Riego		- Adherencia: Emulsión C60B3 ADH con dotación residual 0,50 kg/m ²
Base	8 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 50/70 G (antigua G-25) - Betún BC 35/50 - Polvo mineral de aportación ≥ 50 % - Dotación mínima de ligante 4,00 % en masa respecto al total de la mezcla incluido el polvo mineral - 2,50 % de filler de aportación. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,42 t/m ³ - Árido fino y grueso: calizo
Riego		- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Los arcenes exteriores proyectados de una anchura superior a 1,25 m se dimensionan conforme a la Norma 6.1-I.C., disponiendo una sección de firme en ellos diferente a la planteada en los carriles. La configuración de capas se muestra en la siguiente tabla:

CAPAS	ARCENES > 1,25 METROS DE ANCHURA	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 16 surf BC 50/70 S - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación $\geq 50\%$, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación mínima de ligante 4,5% en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³ - Árido fino y grueso: silíceo
Riego	- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	15+25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

En el caso de la capa de rodadura, debido a que los viales a construir con estas secciones de firme están en su mayoría situados en ramales de enlace, acceso a intersecciones o glorietas, la capa de rodadura elegida ha sido la AC16 Surf BC50/70 S (antigua S-12). Estas capas de rodadura semidensas se comportan mejor frente a sollicitaciones de continuos arranques y frenadas de vehículos en tramos con fuertes curvaturas, que las capas delgadas. Por esta razón, además de ser la opción más económica, y de acuerdo a la normativa vigente, se ha decidido disponer esta mezcla en capa de rodadura. La densidad de esta mezcla es de aproximadamente 2,35 t/m³.

Secciones con tráfico T31.

Las secciones de firme adoptadas para tráfico T31, previsto en los ejes 15, 16 y 19, son las siguientes:

- Sección tipo 3131:

CAPAS	SECCIÓN 3131 (16 cm de MBC + 25 cm de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 C - Betún PMB 45/80-60 C - Polvo mineral de aportación $\geq 50\%$ - Dotación mínima de ligante 5 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,24 t/m ³ - Árido fino y grueso: silíceo
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Intermedia	6 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 50/70 D (Antigua D-20) - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación $\geq 50\%$, partículas fracturadas 90 % - Dotación mínima de ligante 4,00 % en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Tipo de árido: calizo - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,10 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,45 t/m ³
Riego	- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²	
Base	7 cm	- Mezcla bituminosa en caliente tipo AC 32 base BC 50/70 G (antigua G-25) - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación $\geq 50\%$ - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - 2,50 % de filler de aportación. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,42 t/m ³ - Árido fino y grueso: calizo
Riego	- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²	
Subbase	25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Ángeles < 30.

Los arcenes exteriores proyectados de una anchura superior a 1,25 m se dimensionan conforme a la Norma 6.1-IC, disponiendo una sección de firme en ellos diferente a la planteada en los carriles. La configuración de capas se muestra en la siguiente tabla:

CAPAS	ARCENES > 1,25 METROS DE ANCHURA	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	3 cm	- Mezcla bituminosa discontinua en caliente, tipo BBTM 11B PMB 45/80-60 C - Betún PMB 45/80-60 C - 100% de filler de aportación, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación mínima de ligante 5% en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,24 t/m ³
Riego		- Adherencia: Emulsión C60BP3 ADH, con dotación residual 0,50 kg/m ²
Intermedia	6 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 22 bin BC 50/70 D (Antigua D-20) - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación ≥ 50% - Dotación mínima de ligante 4,00% en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - 2,50 % de filler de aportación. - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,00 - Densidad de la mezcla sin betún de 2,42 t/m ³ Árido fino y grueso: calizo
Riego		- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²
Subbase	7+25 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Angeles < 30.

Se opta por una capa de rodadura mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo BBTM 11B, en orden de homogeneizar la capa de rodadura prevista para secciones con categoría de tráfico T00, T1 Y T2. En la capa base se opta por mezcla gruesa de tipo AC32 base BC 50/70 G atendiendo a las prescripciones del PG-3.

Secciones con tráfico T42.

La sección de firme adoptada para tráfico T42, prevista en ejes 18, 20 y 38, es la siguiente:

- Sección tipo 4231:

CAPAS	SECCIÓN 4231 (5 cm de MBC + 20 cm de ZA)	
	Espesor	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD
Rodadura	5 cm	- Mezcla bituminosa en caliente, tipo AC 16 surf BC 50/70 S - Betún BC 50/70 - Polvo mineral de aportación ≥ 50%, partículas trituradas árido grueso 100% - Dotación mínima de ligante 4,5% en masa sobre el total de la mezcla incluido el polvo mineral - Relación ponderal polvo mineral y ligante = 1,20 - Densidad de la mezcla de 2,35 t/m ³ - Árido fino y grueso: silíceo
Riego		- Imprimación: Emulsión C50BF4 IMP, dotación 1,00 Kg/m ²
Subbase	20 cm	- Zahorra artificial - No plástico - EA>40 - Coeficientes de Los Angeles < 30.

En el caso de la capa de rodadura, debido a que los viales a construir con estas secciones de firme están en su mayoría situados en ramales de enlace, acceso a intersecciones o glorietas, la capa de rodadura elegida ha sido la AC16 Surf BC50/70 S (antigua S-12). Estas capas de rodadura semidensas se comportan mejor frente a solicitudes de continuos arranques y frenadas de vehículos en tramos con fuertes curvaturas, que las capas delgadas. Por esta razón, y de acuerdo a la normativa vigente, se ha decidido disponer esta mezcla en capa de rodadura. La densidad de esta mezcla es de aproximadamente 2,5 t/m³.

A continuación, se incluye una tabla resumen de las secciones seleccionadas para aquellos ejes de trazado que se ven afectados:

Eje Nº	Eje de trazado	PP.KK.	Categoría de tráfico seleccionada	Categoría de explanada seleccionada	Sección tipo de firme seleccionada
TRONCO					
29	A-4 Margen Derecha	0+158 – 2+489,97	T00	E3	0031
34	A-4 Margen Izquierda	0+000 – 1+270,93	T00	E3	0031
VÍA COLECTORA					
1	Vía colectora derecha	0+042,04 – 0+654,48	T2	E3	231
17	Transfer vía colectora	0+070,64 – 0+182,29	T00	E3	0031
58	Vía colectora derecha B	0+019,05 – 0+202,52	T2	E3	231
RAMALES DE ENLACE					
2	A-4 Sentido Sevilla – Glorieta 2	0+040,96 – 0+843,06	T1	E3	131
3	Glorieta 2 – A-4 Sentido Sevilla	0+000 – 0+697,55	T2	E3	231
4	Glorieta 2 a Glorieta C	0+030,79 – 0+451,20	T2	E3	231
5	Glorieta C a Glorieta 2	0+000 – 0+471,56	T2	E3	231
6	Glorieta C	0+000 – 0+254,47	T2	E3	231
7	Glorieta 2	0+000 – 0+320,44	T1	E3	131
9	Glorieta 2 – A-4 Sentido Córdoba	0+000 – 0+424,41	T1	E3	131
10	A-4 Sentido Córdoba – Glorieta 2 (*)	0+083,78 – 1+017,49	T2	E3	231
11	Glorieta 2 – SE20	0+045,41 – 0+418,05	T1	E3	131
13	SE20 – Glorieta 2	0+126,56 – 0+387,62	T2	E3	231
14	SE20 – Estructura sobre A-4	0+000 – 0+283,35	T1	E3	131
	Estructura sobre A-4 – A-4	0+372,56 – 0+766,63	T2	E3	231
15	Conexión con A-4 Sentido Córdoba	0+000 – 1+052,87	T31	E3	3131
16	Gasolinera – A-4 Sentido Córdoba	0+000 – 0+057,26	T31	E3	3131
23	Conexión A-4 Sentido Sevilla – Vía colectora MD	0+000 – 0+465,29	T2	E3	231
CAMINOS					
18	Camino 1	0+000 – 0+059,18	T42	E3	4231
19	Camino 2	0+000 – 0+057,67	T31	E3	3131
20	Camino 3	0+017,40 – 0+163,79	T42	E3	4231
31	Camino 4	0+000 – 2+750,52	-	E3	Camino
38	Camino 5	0+000 – 0+192,91	T42	E3	4231
39	Camino 6	0+000 – 0+105,02	-	E3	Camino
DESVIOS PROVISIONALES					
44	Fase 4: Transfer	0+000 – 0+210	T0	-	Transfer
45	Fase 5: Transfer	0+000 – 0+189,68	T0	-	Transfer

(*) Excepto sobre nueva estructura.

Fresado y reposición del firme en el tronco de la autovía A-4

De la información obtenida de los testigos extraídos en el tronco de la autovía A-4, contenida en el apartado 10.3.1.1. de este Anejo, se determinó que el firme existente en la actualidad puede asimilarse al correspondiente a una categoría de tráfico pesado T00, por lo que el firme de los ejes 29 y 34, correspondientes a ampliaciones del tronco de autovía, con un tráfico pesado previsto de T0 y T1 respectivamente, se ha diseñado teniendo en cuenta esta circunstancia, considerando lo indicado en el artículo 12.3 de la Norma 6.3 IC de la Instrucción de Carreteras:

“Los ensanches deberán proyectarse con una sección estructural de capacidad resistente similar a la del resto de la sección de firme [...]”.

La actual capa de rodadura en el tronco de la autovía tiene un espesor de 10 cm de mezcla bituminosa en caliente, compuesta por dos capas de entre 4 y 6 cm, resultantes de recrecidos realizados en diferentes años. Dada esta configuración de espesores, se descarta la idea de fresar únicamente 3 cm en los carriles sobre los que no se actúa, puesto que se dejaría una capa de debilidad en la base de la capa de rodadura. Con el fin de conseguir una sección de firme lo más homogénea posible en el tronco de la autovía A-4, se prevé dar continuidad a las nuevas capas de rodadura e intermedia previstas en los ejes 29 y 34, en los carriles contiguos existentes a las futuras ampliaciones y arcén interior. Se evita así también la formación de escalones entre distintas capas de firme en estos tramos.

De este modo, en estos tramos de actuación, se llevará a cabo un fresado de 8 cm de los carriles contiguos a las nuevas ampliaciones y arcén interior de la autovía A-4 y posterior reposición con mezcla bituminosa en caliente tipo AC22 bin BC 35/50 D de 5 cm de espesor y mezcla bituminosa en caliente discontinua tipo BBTM 11B de 3 cm de espesor en capa de rodadura igual a la proyectada en las ampliaciones.

Firme en estructuras

En general sobre las estructuras se dispondrán una o varias capas de mezclas bituminosas en caliente directamente sobre el tablero. Estas capas de mezcla bituminosa serán continuación, en la medida de lo posible, de las capas de la calzada adyacente, de modo que se mantenga una perfecta continuidad estructural del firme.

La sección estructural de firme proyectada para las estructuras, será la siguiente, en función de la categoría de tráfico pesado:

Tráfico T1 (en el eje 14, sobre estructura existente):

- 3 cm de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua tipo BBTM 11 B PMB 45/80-65 C (antigua M-10).
- Riego de adherencia modificado tipo C60BP3 ADH.
- Previamente se ejecutará un fresado de 3 cm de espesor.

Tráfico T2 (eje 4 eje 31, sobre nueva estructura):

- 3 cm de capa de rodadura de mezcla bituminosa tipo AC 16 surf BC 50/70 S (antigua S-12).
- Riego de adherencia modificado tipo C60BP3 ADH.
- 7 cm de capa intermedia de mezcla bituminosa semidensa tipo AC 22 bin BC 35/50 S (antigua S-20).

Tráfico T2 (en el eje 10, sobre nueva estructura):

- 3 cm de capa de rodadura de mezcla bituminosa discontinua tipo BBTM 11 B PMB 45/80-65 C (antigua M-10).
- Riego de adherencia modificado tipo C60BP3 ADH.
- 7 cm de capa intermedia de mezcla bituminosa tipo AC22 bin BC 35/50 D (antigua S-20).

Para todos los tráfico, sobre el tablero se aplicará una impermeabilización con solución bicapa (3 mm de espesor), cuyas características y composición se detallan a continuación:

- Riego de adherencia o imprimación del tablero formado por una emulsión de rotura lenta con polímeros (0,8 – 1,2 Kg/m²).
- Capa de impermeabilización, con una capa de protección para evitar que esta se dañe durante los trabajos de construcción formado por dos capas de mastico en frío (4-6 Kg/m²) compuesto por emulsión.

Firme en reposición de caminos

Las reposiciones de caminos no irán en general pavimentadas, salvo en los entronques con las glorietas y las vías de servicio, durante los 25 m anteriores al entronque.

Por esta razón, se adoptan las siguientes secciones de firme para las reposiciones de caminos:

Caminos sin pavimentar (todos excepto las entradas a las glorietas) según O.C. 306/89 Sobre calzadas de servicio y accesos a zonas de servicio y Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios (en lo relativo a esta parte):

- Capa de rodadura de 30 cm de zahorra artificial.
- Capa de base de 30 cm de suelo adecuado.

Caminos pavimentados (en las entradas a glorietas):

- Capa de rodadura de 5 cm de mezcla bituminosa tipo AC16 surf BC 35/50 S (antigua S-12).
- Capa intermedia granular de 30 cm de zahorra artificial.
- Capa de base de 30 cm de suelo adecuado.

Anteriormente se ha descrito la sección de firme adoptada para tráfico T42, prevista en ejes 18, 20 y 38, considerados como caminos.

Firme en desvíos provisionales

El firme en desvíos provisionales, contemplados en el Anejo 16, *Soluciones propuestas al tráfico*, ha sido dimensionado de acuerdo al tráfico de pesados que circulará durante las obras. En el caso particular del presente proyecto los dos desvíos provisionales van a ir apoyados en buena parte de su trazado en viales existentes.

Se prevé la ejecución de dos desvíos provisionales no coincidentes en el tiempo durante la ejecución de las obras, afectando parte de los mismos a pequeños tramos del tronco de la autovía A-4, en ambos sentidos.

El primer desvío previsto permitirá la continuidad de los tráfico desde la vía de servicio de la margen sur hacia la autovía A-4, durante el momento en el que los tráfico de la carretera SE-20 sentido Córdoba se encuentran desviados por la vía de servicio, confluyendo los tráfico existentes del eje 14 (SE-20, sentido Córdoba) y eje 15 (Estación de servicio en margen izquierda de A-4 hacia autovía A-4, sentido Córdoba). Considerando que la sección de la plataforma en la A-4 en este tramo, incluyendo la vía de servicio anexa al tronco, dispone de una sección de firme con categoría de tráfico pesado asimilable a T0, será suficiente la ejecución de un refuerzo de firme en el tramo de la vía de servicio destinado a desvío provisional consistente en una capa de rodadura tipo BBTM 11 B PMB 45/80-65 C de 4 cm de espesor, consiguiendo así, además de un incremento de la capacidad estructural del firme, una regularidad superficial adecuada.

En el segundo desvío previsto, se permitirá la salida desde la calzada creciente de la autovía A-4, aproximadamente en el P.K. 534+950, hacia la carretera A-8008 y hacia Sevilla Este, siendo necesario levantar las defensas existentes en la margen existente entre el tronco de la autovía A-4 y la vía de servicio de la margen norte, además de nivelar el firme actual para permitir un paso cómodo desde el tronco de la calzada creciente de la autovía A-4 hacia la vía de servicio. No se incrementará por tanto el tráfico previsto en este tramo por lo que se opta por una solución similar a la contemplada para el primer desvío provisional, con la misión añadida de conseguir una nivelación adecuada del firme entre la autovía A-4 y el ramal de enlace con la carretera A-8008 en esta parte de comienzo de la divergencia entre ambas calzadas.

4.10.5. Análisis de aprovechamiento de firmes

El presente proyecto incorpora como aspecto importante, el análisis del posible aprovechamiento del pavimento de las calzadas existentes, en los tramos donde coincide sobre ellas.

En el presente proyecto, encontramos 4 situaciones que se describen y analizan a continuación:

- 1- Ampliación de plataforma para la construcción de nuevos carriles, ya sea por una ampliación de capacidad de un vial o por la ejecución de carriles de cambio de velocidad.
En estos casos la situación será de demolición de los arcenes para la ampliación progresiva de la calzada por la derecha, por la izquierda o por ambas márgenes, con un fresado total del vial con el fin de dar continuidad a la capa de rodadura.
- 2- Aprovechamiento estricto de vial existente, en aquellos dónde se discurre estrictamente en planta y alzado sobre la calzada existente, y, por tanto, la actuación consiste en un fresado y nuevo extendido de la capa de rodadura.

- 3- Aprovechamiento de la plataforma existente como parte de la explanada o como apoyo de capas bituminosas.
- 4- Resto de casos, donde resulta necesaria la demolición del firme existente, ante la imposibilidad de aprovecharlo, o bien ante la aparición de tramos alternos que no resultan constructivos, de aprovechamiento y demolición, cuya longitud no sea suficientemente extensa.

Por último, todos los firmes existentes y alcanzados por la ocupación de las tierras en planta, son demolidos y medidos a tal efecto.

4.10.6. Aspectos constructivos

En el caso de los tramos con ensanches, se ha tenido en cuenta no sólo de no perjudicar el drenaje del firme, sino de mejorarlo, siempre que sea posible, realizando el ensanche con un material realmente drenante o colocando dispositivos adecuados de drenaje del firme.

Los ensanches se han proyectado con una sección estructural de capacidad resistente similar a la del resto de la sección de firme. Deberán compactarse convenientemente los materiales para que no se produzcan asientos diferenciales, un escalón o una grieta longitudinal. Además, el contacto entre el firme existente y el ensanche nunca deberá coincidir con la futura zona de rodada de los vehículos pesados.

Con el fin de conseguir una sección de firme lo más homogénea posible en el tronco de la autovía A-4, se prevé dar continuidad a las nuevas capas de rodadura e intermedia previstas en los ejes 29 y 34, en los carriles contiguos existentes a las futuras ampliaciones y arcén interior. Se evita así también la formación de escalones entre distintas capas de firme en estos tramos. De este modo, en estos tramos de actuación, se llevará a cabo un fresado de 8 cm de los carriles contiguos a las nuevas ampliaciones y arcén interior de la autovía A-4 y posterior reposición de espesor en capa de rodadura igual a la proyectada en las ampliaciones.

4.11. DRENAJE

Los objetivos principales desarrollados en el Anejo 11, *Drenaje*, son los que se enumeran y describen brevemente a continuación:

- Detallar la metodología utilizada y los cálculos necesarios para la definición de los distintos elementos de drenaje del trazado proyectado.
- Definición y dimensionamiento hidráulico de las obras de drenaje transversal que permitan la circulación de la escorrentía interceptada por la traza.
- Definición de la red de drenaje superficial que garantice la evacuación de la escorrentía superficial de la plataforma y de los márgenes que viertan hacia ella, mediante un sistema de drenaje, donde siempre que es posible, desaguan en régimen libre.

En el Anejo 11, *Drenaje*, se expone la metodología utilizada en el diseño del drenaje de esta autovía, basada en la Norma 5.2.-IC "Drenaje Superficial", aprobada mediante Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero y publicada el jueves 10 de marzo de 2016, en el Boletín Oficial del Estado y en los datos hidrológicos obtenidos en el Anejo 5, *Climatología e Hidrología*, para el posterior dimensionamiento de cada una de las obras de drenaje.

La zona de actuación se sitúa dentro de la demarcación de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, siendo el principal y único cauce interceptado, por las actuaciones de este Proyecto, el arroyo del Tamarguillo. El arroyo Tamarguillo, actualmente está canalizado y transcurre por el arco noreste de la ciudad de Sevilla sirviendo de límite entre esta y las huertas agrícolas situadas en la vega norte.

Dada la configuración actual del cauce, la ejecución de las obras correspondientes a este Proyecto, implica la prolongación de una obra de drenaje transversal que da paso a este arroyo, y la ejecución de una nueva obra de drenaje para dar paso a este cauce bajo a un nuevo vial (Eje 11).

No obstante, el proyecto "Nuevo Encauzamiento de los Arroyos Tamarguillo y Ranillas", define la ejecución de un nuevo encauzamiento de una ubicación más alejada y al norte de la actual, modificando el cauce actual. Para dar factibilidad al dicho Proyecto, también se tiene en cuenta el nuevo cauce definido en el proyecto "Nuevo Encauzamiento de los Arroyos Tamarguillo y Ranillas".

Mediante el escrito recibido el pasado 27 de junio de 2019, el Jefe de Área de Gestión de proyectos y obras, de la Dirección Técnica de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, comunica que las rasantes del presente Proyecto son compatibles con el cruce del futuro cauce previsto en el mencionado proyecto de encauzamiento.

Asociados a viales y caminos que no forman parte de este Proyecto (representados por los ejes 4, 5 y 6 así como por el eje 39 y parte del camino representado por el eje 31 entre pp.kk. 1+656 y 2+050) se define el eje 48, como cuneta de protección de talud en la margen este del eje 31 entre los pp.kk. 1+900 - 1+980 y el eje 50 que define la reposición del canal/acequia existente conectando la salida de la obra de drenaje definida en el eje 5 con la entrada de la obra de drenaje definida en el eje 7. No obstante, en el Proyecto se incluirán datos relativos a estos ejes únicamente con carácter informativo, ya que las actuaciones relativas a los mismos no serán presupuestadas

4.11.1. Drenaje transversal

Se incluyen en este apartado todas las obras que permiten la circulación de la escorrentía que se ven interceptados por el trazado proyectado.

Como base previa para el diseño de la red de drenaje transversal se realizaron visitas a la zona por donde discurre la traza, con la finalidad de ubicar las obras de fábrica existentes en la actualidad y evaluar su posible aprovechamiento y comparar su funcionalidad respecto a las nuevas obras de drenaje a proyectar. Se realiza el levantamiento topográfico de las obras de drenaje existentes (coordenadas, fotografías y dimensiones), que se incluye en el Anejo 11, *Drenaje*. En la siguiente tabla se resumen las características de las obras de drenaje existentes en la zona de actuación:

Denominación	Sección hidráulica	Estado de conservación	Actuación prevista
ODT de la A-4 en el p.k. 534+750	3 vanos (sección abovedada) Gálibos: 1,55 m -1,45 m Luz: 3,05 m	Buen estado de conservación. Necesarias labores de conservación; desbroce en las embocaduras	Prolongación aguas ARRIBA: Debida a la ampliación del eje 15
ODT de la SE20 en el p.k. 0+050	Tubo de acero corrugado ø5,80 m	Buen estado de conservación.	Prolongación aguas abajo: Debida a la ejecución del eje 13

Denominación	Sección hidráulica	Estado de conservación	Actuación prevista
ODT vial de enlace entre A-8008 y la SE-20	Tubo de acero corrugado $\varnothing 5,80$ m	Buen estado de conservación. Necesarias labores de conservación; desbroce en las embocaduras	No es necesaria su prolongación: No se modifica el eje donde se aloja esta ODT

Según lo recogido en el epígrafe 1.3.2. "Caudal de proyecto" de la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial" el periodo de retorno mínimo a considerar para el cálculo de las obras de drenaje transversal, sería 100 años. No obstante, a falta de premisas de organismo de cuenca competente (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir), se toma como parámetros de dimensionamiento del drenaje transversal en viales, los caudales asociados a 500 años de periodo de retorno.

Una vez determinada la sección transversal necesaria para cada obra de drenaje (dimensionamiento hidráulico), se define su ubicación. Para ello, se han seguido las directrices de la Norma 5.2-IC. Las secciones definidas son:

- Tubo de hormigón armado de 1,8 m de diámetro
- Marcos unicelulares de 2 m x 1 m (camino) ; 2 m x 2 m y de 3 m x 2 m.
- Marcos unicelulares de 6 m x 6 m, para dar continuidad a la escorrentía del arroyo Tamarguillo.

Una vez determinadas las cuencas interceptadas, y conocidas las obras de drenaje transversal existentes, se diseña la nueva red de drenaje transversal, que se resume en la siguiente tabla:

ODT	Cuenca interceptada	Ubicación	Caudal [m ³ /s] (Q _{500 años})	Longitud [m]	Pendiente [%]	Sección
ODT E05 0+380	Cuenca 01	Eje 05 p.k. 0+381.448	4,72	16.73	0,50 %	Marco 2 x 2 m
ODT E33 0+525	Cuenca 01	Eje 33 p.k. 0+523.293	4,72	6.80	0.612 %	Marco 2 x 1 m
ODT E07 0+110	Cuenca 02	Eje 7 p.k. 0+110.519	4,99	20.00	0,50 %	Marco 2 x 2 m
ODT E07 0+290	Cuenca 02	Eje 7 p.k. 0+288.385	4,99	22.79	0,50 %	Marco 2 x 2 m
ODT E02 0+370	Cuenca 03	Eje 2 p.k. 0+371.294 Eje 3 p.k. 0+472.232	4,17	29,26	0,36 %	THA $\varnothing 1.80$ m
ODT E31 0+370	Cuenca 04	Eje 31 p.k. 2+419.080	7,56	6.31	0,50 %	Marco 2 x 1 m
ODT E 10 0+125	Cuenca 05	Eje 10 p.k. 0+125	8,10	111.55	0,619 %	Marco 3 x 2 m
ODT Existente Eje A-4 p,k, 534+750 (prolongación aguas arriba)	Cuenca 06	Eje 15 p.k. 0+200	22,92	53,00 +2,60	0,538 %	3 vanos 1,5 x 3 m
ODT E14 0+155 (prolongación ODT de la SE-20 en el p,k, 0+050)	Cuenca 07	Eje 14 p.k. 0+155	23,30	39 + 11,30	0,507 %	Marco 6 x 6 m
ODT_E11 0+230	Cuenca 08	Eje 11 p.k. 0+230	23,33	85,90	0,241 %	Marco 6 x 6 m

4.11.2. Drenaje longitudinal

El drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera comprende la recogida, conducción y desagüe de los caudales de escorrentía correspondiente al drenaje longitudinal.

Los elementos de la red de drenaje longitudinal pueden dividirse en dos grandes grupos, según su función:

- Red de drenaje de la plataforma: Formada por aquellos elementos que recogen la lluvia que cae en la plataforma, conduciéndola hacia el punto de desagüe.
- Red de drenaje de las áreas adyacentes: Formado por los elementos que conducen la escorrentía de las áreas adyacentes que inciden en la infraestructura, evitando que el deterior de los taludes.

Los elementos que conforman se diseñan, generalmente, con la misma pendiente longitudinal que la rasante, salvo que sea necesario modificar dicha pendiente para mejorar la capacidad de desagüe.

La cota inferior del vértice de las cunetas adosadas a la plataforma se dispone 20 ó 30 cm por debajo del borde inferior de la berma (según el tipo de cuneta).

Siguiendo la O.C. 17/2003 "Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carreteras", se coloca una red de subdrenaje de las capas del firme, que evacue el agua que se filtra desde la superficie.

4.11.3. Drenaje de la plataforma

Los elementos que conforman se diseñan, generalmente, con la misma pendiente longitudinal que la rasante, salvo que sea necesario modificar dicha pendiente para mejorar la capacidad de desagüe.

La cota inferior del vértice de las cunetas adosadas a la plataforma se dispone 20 ó 30 cm por debajo del borde inferior de la berma (según el tipo de cuneta).

Cuneta lateral en viales

El desmonte lleva una cuneta entre él mismo y la plataforma, cuya misión es interceptar y conducir el agua que escurre por el talud de la trinchera y que recibe la calzada cuando el peralte de la misma, hace que ésta sea tributaria. Esta cuneta se ejecuta siempre revestida para asegurar un mejor mantenimiento de la misma.

Como cuneta de lateral en vía colectora – distribuidora, se adopta una sección triangular asimétrica de 2,50 m de anchura total, con taludes 6H/1V en el lado de la calzada y 4H/1V en el lado del desmonte y una profundidad de revestimiento de 0,25 m. Se denomina "Cuneta de lateral tipo I"

La adopción de esta cuneta está ligada al criterio de atender preferentemente a las condiciones de franqueamiento seguro del perfil transversal de la misma por los vehículos que se salgan de la plataforma.

La cuneta de desmontes de los ramales unidireccionales o bidireccionales se dispone una sección triangular simétrica de 1,50 m de ancho total, con taludes 5H/2V y una profundidad de revestimiento de 0,30 m. Se denomina "Cuneta de desmonte tipo II"

En la misma sección transversal, bajo la cuenta de desmonte, se implanta una tubería drenante de \varnothing 150 mm con la misión de intercepción del agua que se infiltre en el firme. La disposición de esta cuneta responde a las recomendaciones en relación al drenaje subterráneo y secciones tipo recogidas en la Orden Circular 17/2003 “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”.

Cuneta lateral en caminos

Cuando la sección de los caminos genere desmonte, se diseña una cuneta lateral de sección triangular, con ancho de 0,90 m y taludes asimétricos, donde el talud próximo a la plataforma del camino es 2H:1V y el talud próximo al talud de desmonte es 1H:1V y un calado de 0,30 m. Esta sección no está revestida. Se denomina “Cuneta lateral tipo III”

En el Camino 7 Eje 39, se define una cuneta rectangular, de base 0,50 m y calado de 0,55 m. Sobre esta cuneta se acopla una rejilla electro soldada tipo tramex. Se aumenta la capacidad hidráulica de la cuneta lateral en este camino, ya que sobre esta cuneta se desagua la escorrentía que se produce sobre los ejes 9 y el eje 13.

Caces prefabricados

Cuando, por motivos de espacio o debido a la presencia de muros de contención o la presencia de puntos bajos dentro de estructuras, no se puede trazar la cuneta de desmonte adosada a la berma de la plataforma, se dispondrá caces prefabricados dentro de la berma y tas la barrera de seguridad. El caz se sitúa siempre tras la barrera y fuera de la zona de circulación, para recoger la escorrentía según el peralte de las calzadas del proyecto.

Se disponen 2 tramos de caz:

- Caz \varnothing 300 mm entre los pp.kk. 0+540 al 0+455 del eje 15

Para compatibilizar el trazado del eje 15 y el eje 10, se define un muro en la margen norte del eje 15 y en el tramo entre pp.kk. 0+540 – 0+455 no es posible disponer la cuneta lateral tipo 2 adosada a la berma de la plataforma del eje 15. Este eje está peraltado hacia el norte, por tanto, para dar continuidad a la cuneta lateral de la margen norte de este eje, y recoger la escorrentía producida en el tramo de pp.kk. del 0+540 al 0+455 se proyecta un tramo de caz de diámetro 300 mm.

- Caz \varnothing 500 mm entre los pp.kk. 0+200 al 0+275 del eje 13

El eje 13 tiene un punto bajo en el p.k. 0+238. Este eje, en este tramo se encuentra en la estructura E-2. Con el fin de dotar a este eje de un elemento de drenaje que cuente con pendiente para evitar la acumulación de la escorrentía en la estructura E-2; se proyecta un tramo de caz entre los pp.kk. 0+200 – 0+275 con una pendiente de 0,5%. Una vez superada la estructura E-2, este caz se desagua mediante una bajante prefabricada.

- Entre los pp.kk. 0+400– 0+610 del eje 2

Las calzadas del Eje 2 y del Eje 3 están definidas con distintas rasantes, situándose el Eje 03 a una cota inferior respecto a la rasante del Eje 02. Por ello, se dispone un muro en mediana que evitará

el derrame de tierras del eje 02 sobre el eje 03 y para recoger la escorrentía generada en la plataforma del eje 3, se dispone un caz de 500 mm de diámetro en la berma del eje 03, tal y como se representa en el siguiente detalle extraído del plano 6.6.2., *Estructuras. Muro Medianera*.

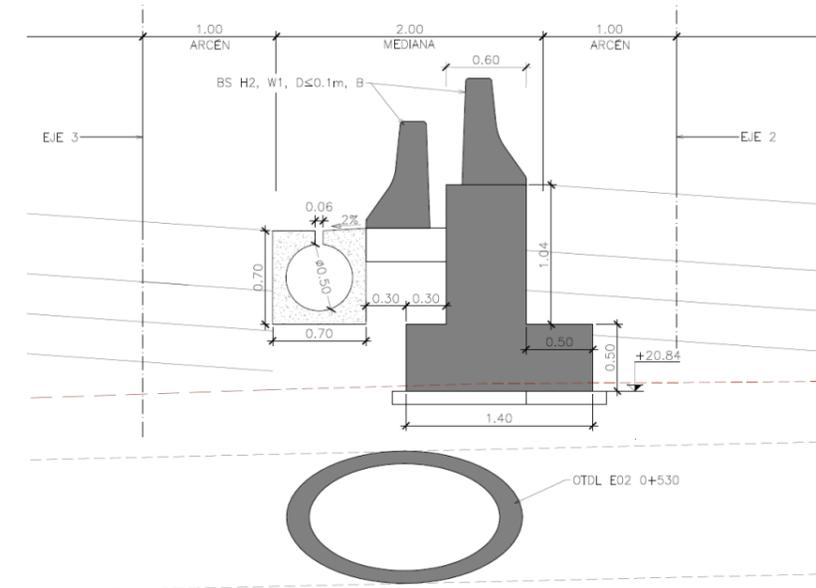


Figura 16. Detalle de drenaje

Estará formado por piezas prefabricadas de hormigón con 500 mm de diámetro interior, y tendrán la forma y dimensiones que se representa en los planos de detalle.

Las piezas se colocarán alineando su garganta con la línea exterior de la barrera rígida de mediana y enrasándolas con la superficie final.

El desagüe de los caces se realizará a algunos de los siguientes elementos:

- A otro tramo de cuneta en desmonte (conectados mediante una arqueta sumidero)
- A otro tramo de cuneta entre taludes, a través de una bajante prefabricada.

Bordillo de terraplén

En terraplén, cuando las áreas de la calzada viertan hacia el borde exterior del terraplén, se disponen bordillos en la coronación del terraplén, de forma que se evite el vertido del caudal procedente de la En las transiciones de peralte, el bordillo de terraplén se prolonga por la zona en que teóricamente deja de ser necesario (por anularse o haber cambiado de signo) un mínimo de 20 metros.

Bajantes prefabricadas

Las funciones de las bajantes prefabricadas son diversas. Se disponen como desagüe de los bordillos de protección en terraplenes. Estas bajantes reconducen el agua a las cunetas de protección de talud o se vierten al terreno.

Las bajantes de recogida de aguas procedentes de los bordillos según se vio en el apartado anterior recogerán caudales máximos de 0,467 m³/s.

4.11.4. Drenaje de las áreas adyacentes

La red drenaje longitudinal de las áreas adyacentes está formada por los siguientes elementos:

Cuneta de protección de talud

Siguiendo las indicaciones de la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial", como criterio general, se dispondrá una cuneta revestida al pie del terraplén. Estas cunetas recogen la escorrentía que proviene de:

- Las bajantes que desaguan el bordillo de coronación
- El talud del terraplén
- Los terrenos aladaños que vierten hacia el talud
- Otras cunetas a las que dan continuidad

Se disponen cunetas revestidas con 10 cm de hormigón, de sección trapezoidal, con base inferior de 1 m de ancho, calado de 0,50 m y taludes simétricos 1H:2V

Cuneta entre taludes

En algunos de los casos, los taludes de dos ejes continuos interceptan, de modo que la escorrentía generada en la plataforma escurre según el peralte de la misma, discurre bien por las bajantes prefabricadas, en los casos donde la altura del terraplén es mayor de 3 m, o mediante el propio talud de terraplén, cuando la altura de terraplén es inferior a 3 m. Para evitar la infiltración de esta agua en los terraplenes, se revisten el pie de los dos terraplenes que interceptan, formando una cuneta entre taludes. Esta cuneta tiene una altura de revestimiento de 0,50 m.

La escorrentía de estas cunetas se desagua, de forma generalizada, a las cunetas de pie de terraplén.

Obras transversales de drenaje longitudinal (OTDL) y pasos salvacunetas

Cuando es necesario salvar la continuidad de una cuneta bajo viales de importancia reducida, se dispondrán pasos salva cunetas consistentes en tubo de hormigón armado de 0,40 m de diámetro.

En los casos donde es necesario desaguar la escorrentía que transportan las cunetas de desmonte, o desaguar la escorrentía que incide en un determinado eje, se disponen obras transversales de drenaje longitudinal, el diámetro de los mismos será de 0,80 m.

Arquetas de conexión y registro

Las arquetas son elementos de conexión y registro de colectores y conexión de elementos superficiales, como cunetas o caces con obras transversales de drenaje longitudinal.

Las arquetas definidas en el Proyecto, se proyectan para desagüe de cunetas a OTDL, presentan una planta rectangular y adaptan la forma de sus paredes a la sección de la cuneta lateral que desagua en ellas. Las arquetas estarán tapadas con rejas metálicas.

4.12. ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

Las estructuras proyectadas son las siguientes:

ESTRUCTURA	TIPOLOGÍA	EJE	P.K. inicio	P.K. final	LONGITUD (m)
ESTRUCTURA 1	Pórtico 1 vano	4	0+282,53	0+315,65	33,12
ESTRUCTURA 2	Marco	13	0+211,66	0+223,91	12,25
ESTRUCTURA 3	Vigas artesa	10	0+507,30	0+603,10	95,80
ESTRUCTURA 4	Marco	39	0+477,15	0+493,40	16,25
MURO 1	Ménsula	14	0+395,00	0+583,00	188,00
MURO DE MEDIANA	Ménsula	2	0+400,00	0+610,00	210

4.12.1. ESTRUCTURA E-1

Esta estructura está conformada por los ejes 4 y 31, los cuales no forman parte del presente Proyecto. No obstante, se incluye información relativa a los mismos, puesto que condicionan en trazado propuesto.

La estructura E-1 se resuelve mediante una losa aligerada postesada sobre cargaderos, estos cargaderos se ejecutarán sobre sendos muros de tierra armada. Esta estructura soluciona el paso de los Ejes 4 y 31 sobre los Ejes 2 y 3.

De acuerdo con las prospecciones realizadas en el entorno de esta estructura: sondeos S-1, S-9, S-11, calicatas C-6, C-7 y C-39 y ensayos de penetración dinámica P-10 y P-11, se observa que el apoyo de cada uno de los muros de tierra armada se va a producir sobre sustratos totalmente diferentes entre sí, ya que justamente entre ambos macizos, en el p.k. 0+305 del Eje 4 se encuentra el contacto entre el vertedero (R1) y el terreno natural que en esta zona está constituido por las arcillas aluviales QTA.

Bajo el muro del Estribo 1 el sustrato está conformado por un nivel superficial de arcillas aluviales QTA con un espesor de 6,6 metros. Debajo de la capa de arcillas se encuentran las gravas aluviales del Guadalquivir QTG, con un espesor de 2,6 metros. Y por último encontramos el sustrato de margas azules del Guadalquivir (TM), a partir de los 9,2 metros de profundidad, y que se prolongan al menos (según el sondeo S-11) hasta los 35 m de profundidad.

Bajo el muro del Estribo 2 el sustrato está compuesto por los rellenos sin compactar del vertedero (R1) que alcanzan un espesor máximo bajo el macizo reforzado de 7 metros acunándose hacia el p.k. 0+305 donde desaparecen. Debajo de estos rellenos se encuentran las gravas aluviales del Guadalquivir QTG, con un espesor que varía entre de 2,6 y 3 metros. Y por último encontramos el sustrato de margas azules del Guadalquivir (TM).

El nivel freático en esta zona se encuentra a 5 metros de profundidad.

Se han elaborado los siguientes perfiles geotécnicos representativos del sustrato en el apoyo de estos muros de tierra armada (ver también perfil geotécnico de la estructura E-1 en Apéndice 1 de este anejo).

MURO ESTRIBO 1

PERFIL DE CÁLCULO PARA EL ESTRIBO 1							
Prof.(m)	Formación	USCS	γ_{ap} (kN/m ³)	E (kN/m ²)	U	C' (kN/m ²)	ϕ (°)
0-6,6	QTA	CL	20	14.000	0,35	25	25
6,6-9,2	QTG	GP/GM/ SM	21	30.000	0,30	0	35
>9,2	TM	CH	19	16.000	0,35	30	20

MURO ESTRIBO 2

PERFIL DE CÁLCULO PARA EL ESTRIBO 2							
Espesor(m)	Formación	USCS	γ_{ap} (kN/m ³)	E (kN/m ²)	U	C' (kN/m ²)	ϕ (°)
Variable (3-7)	R1 (Vertedero)		17	4.000	0,40	0,1	22
Variable (0-4,3)	QTA	CL	20	14.000	0,35	25	25
Variable (1,7-3,5)	QTAR	SC/SM	20	17.500	0,35	5	32
3,0	QTG	GP/GM/ SM	21	30.000	0,30	0	35
>10	TM	CH	19	16.000	0,35	30	20

Se ha realizado el análisis de la estabilidad global de ambos muros de tierra armada para una carga transmitida a los cargaderos de 20 t/m², así como la estimación de los asentos que se generarán.

Los factores de seguridad obtenidos en ambos muros son suficientes para asegurar su estabilidad global, como se puede observar en la siguiente tabla:

MURO	ESTABILIDAD		
	FS CORTO PLAZO	FS LARGO PLAZO	FS SISMO
ESTRIBO 1	1,35	1,84	1,56
ESTRIBO 2	2,0	1,94	1,66

De acuerdo con el análisis de los asentos que se producirán en ambos muros de tierra armada, se ha concluido que estos se producirán como muro en el primer mes desde su construcción y serán del orden de 16,5 cm en el estribo 1 y de 9 cm en el estribo 2. Posteriormente debido a la carga transmitida por la estructura se producirán asentos adicionales de entre 5 y 3 cm también muy rápidos.

En cualquier caso, se estima que, dada la entidad de los asentos, especialmente en el caso del muro de tierra armada del estribo 1, podrían darse desajustes en el paramento o en los flejes de estos muros, por lo que se recomienda la construcción de un terraplén continuo de 9 metros de altura máxima en la zona que ocuparán posteriormente los muros. Se aconseja dejar este terraplén a modo de precarga durante un tiempo no inferior a un mes e ir controlando los elementos de auscultación previstos en el Anejo 7.

Una vez se hayan producido los asentos esperables asegurando que la curva de asentos se vuelve asintótica, se retirarán las tierras de este terraplén y se procederá a la construcción de ambos muros.

4.12.2. ESTRUCTURA E-2

Esta estructura consiste en un marco para el paso inferior del Eje 9 sobre el Eje 13, en torno al p.k. 0+360 del primero. Tendrá unas dimensiones de 14,5 m de ancho y 15,8 m de largo y una altura 8.2 m. Sobre este marco no existirá sobre carga de tierras, puesto que el Eje 9 discurrirá en rasante sobre esta estructura.

Para el conocimiento del sustrato en la ubicación de esta estructura se dispone del sondeo S-2 y los ensayos de penetración dinámica DPSH P-8 y P-9. También se encuentran cerca de la futura estructura las calicatas C-3 y C-5, que están pendientes de ejecutar.

En base a las investigaciones disponibles, se observa que el sustrato geológico está conformado por un primer nivel más superficial de arcillas aluviales (QTAR arcilloso) de 1,5 metros de espesor, al que le sigue un nivel de arenas aluviales QTAR con un espesor de 2,5 metros. Por debajo encontramos las gravas aluviales QTG, con una potencia de 4 metros y, por último, como ocurre en todos los casos, bajo las gravas, el sustrato de margas azules del Guadalquivir que aparecen a partir de los 8,0 metros de profundidad y como mínimo se extienden hasta los 14,4 metros según el sondeo S-2.

El nivel freático según lo observado en el sondeo S-2 se encuentra a 2,8 m de profundidad.

A partir de las investigaciones mencionadas y los ensayos de laboratorio disponibles se ha elaborado el siguiente perfil representativo del sustrato para los cálculos posteriores:

Prof.(m)	Formación	USCS	N _{DPSH}	N _{SPT}	Qu (kN/m ²)	Cu (KN/m ²)	γ_{ap} (kN/m ³)	E (kN/m ²)	ν	C' (kN/m ²)	ϕ (°)
0,0-1,5	QTAR1	CL/SC/SM	5				20	9500	0,35	2	28
1,5-4,0	QTAR2	SC/SM	10	8			20,8	12000	0,35	3	29
4,0-8,0	QTG	GP/GM/ SM		58; 16; 50			21	20000	0,3	2	34
>8,0	TM	CH		18; 24; 20	300	150	19,7	15250	0,35	30	20

El nivel freático se encuentra a 2,8 m de profundidad.

La cimentación de este paso inferior se realizará mediante una losa armada, cuya cara inferior se situará, no sobre el terreno natural, sino sobre el terraplén del futuro Eje 13, que en esta zona tiene una altura de 1,6 metros. A este espesor habría que añadir otros 0,6 cm de saneo (según los saneos para terraplenes indicados en el Anejo 7 de este proyecto). Por tanto, entre la losa de cimentación y el terreno natural habrá 2,2 m de terraplén interpuesto.

Como se puede observar en el perfil de cálculo elaborado, el primer nivel del terreno natural son unas arcillas arenosas de baja resistencia (QTAR arcilloso) con NDPSH de 5. Por tanto, con el objeto de mejorar la capacidad portante del terreno se recomienda **augmentar el saneo ya previsto** bajo el terraplén el Eje 13, de 0,6 metros a 1,5 metros bajo la losa. De esta manera se eliminaría el nivel superficial QTAR arcilloso. El material a utilizar en este saneo sería un suelo seleccionado S2. Para el relleno de terraplén del eje 13 se empleará un suelo Tolerable, no obstante, justo para la zona de interacción con el presente marco, se recomienda el empleo de suelo seleccionado S2, para dotar de rigidez el apoyo de la losa.

Teniendo en cuenta este saneo, la losa de este paso inferior apoyará sobre un espesor total de 3 metros de suelo seleccionado S2 (1,6 m de núcleo de terraplén y 1,5 m de saneo). Bajo este relleno compactado se encontrarían los siguientes niveles geotécnicos definidos (QTAR, QTG y TM).

Siguiendo la metodología de cálculo para cimentaciones superficiales en terrenos granulares expuesta en el apartado 12.4.1 de este Anejo y considerando un NSPT representativo de 14, para los primeros 7 metros del sustrato (3 metros de relleno S2 con CBR=10 y NSPT=20 y 2,5 m de QTAR con NSPT=8, se obtiene una **carga admisible de 1,2 Kg/cm²**, para un asiento limitado a 2,5 cm.

Aunque el asiento viene limitado en la propia formulación utilizada para el cálculo de carga admisible, en este caso, se ha llevado a cabo también una estimación con los métodos de Burland y Burbigde y de Schmertmann, para suelos granulares, considerando que la mayor parte del bulbo de tensiones generado bajo la losa se agotará dentro de los niveles granulares. Con estas formulaciones se obtienen valores muy variables, entre 1,0 y 7,44 cm, por lo que se considera que los **2,5 cm e incluso 3 cm de asientos**, podrían ser valores esperables y en la media con los datos anteriores.

La cimentación de esta estructura, losa, se apoyará sobre un relleno de sustitución conformado por suelos seleccionados S2, por lo que la agresividad de este suelo para el hormigón según la EHE será Nula.

Considerando que la losa de cimentación apoyará sobre un suelo seleccionado S2 con un NSPT representativo de 20, se recomienda tomar un coeficiente de balasto $K_{30}=8\text{Kg/cm}^3$. Partiendo de este valor y contemplando la formulación indicada en la metodología de este Anejo para suelos granulares, el coeficiente de balasto vertical es de $2,1\text{ kg/cm}^3$.

4.12.3. ESTRUCTURA E-3

Esta estructura consiste en un paso superior de 80 metros de longitud para el paso del Eje 10 sobre los Ejes 1, 17, 29 y 34, entre los pp.kk. 0+530 y 0+610 del Eje 10. Este paso superior tendrá 4 vanos, con dos estribos durmientes y tres pilas intermedias.

En esta zona se han realizado los sondeos S-3 y S-4, y los ensayos de penetración dinámica P-17 y P-18.

El terreno bajo los apoyos intermedios estará conformado por un nivel superficial de rellenos tipo R2 cuya profundidad varía entre 1,20 m en S-3 y 2,20 m en S-4. Por debajo de estos rellenos se encuentra la capa de arenas QTAR bajo el sondeo 3, hasta una profundidad de 5,90 m. En el sondeo S4 no aparece esta capa por lo que se interpreta que se acuña lateralmente. Por debajo del nivel QTAR en S3 y por debajo del relleno R2 en el sondeo S-4, se localiza la capa de gravas QTG, hasta 8,90 m en S-3 y hasta 8,40 m en S4. Y por último, por debajo del nivel QTG se encuentra el sustrato arcilloso correspondiente a las margas azules del Guadalquivir TM, que se prolongarán al menos hasta los 37,20 metros alcanzados en el sondeo S-4.

Dado que la formación QTAR presenta un NSPT del lado de la seguridad de 26 y la formación QTG presenta una NSPT del lado de la seguridad de 28, se considera, efectos de cálculo, una única capa granular de 9,0 m de espesor que engloba a las formaciones R2, QTAR y QTG, compuesta por terrenos granulares con un NSPT de 26.

Habrà que tener en cuenta que, en la zona de los estribos, en la actualidad existen sendos terraplenes sobre el sustrato que se ha comentado, que serán ampliados para la construcción de este paso superior y sobre los que apoyarán los estribos durmientes.

En función de lo anteriormente expuesto, se considera que el sustrato en la zona de los apoyos intermedios podría estar conformado por los siguientes niveles geotécnicos:

Prof.(m)	Formación	USCS	NSPT representativo	Qu (kN/m ²)	Cu (KN/m ²)	γ _{ap} (kN/m ³)	Presión Límite (kN/m ²)	E (kN/m ²)	ν	C' (kN/m ²)	φ (°)
0,0-9,0	QTAR y QTG	SC/SM/GC/GM	26			21	1300	21000	0,30	2	32
9,0-20,0	TM1	CH	12	300-500	150	20	3000	15000	0,35	25	22
> 20,0	TM2	CH	20	500-600	250	20	4000	30000	0,35	55	22

4.12.3.1. Apoyos intermedios

Debido a la escasa capacidad portante de los primeros cinco metros del terreno y a las elevadas cargas transmitidas por la estructura a los apoyos intermedios, se propone que la cimentación de dichos apoyos se realice mediante pilotes.

De acuerdo con la metodología de cálculo para pilotes, la carga admisible para pilotes de diámetro 1,0 m, y a 37 metros de profundidad, serán de 314 Tn.

4.12.3.2. Estribos

Por otro lado, los estribos durmientes de esta estructura se construirán sobre los nuevos terraplenes adosados a los existentes. Como ya se ha comentado se estima que estos nuevos rellenos se realizarán con un suelo seleccionado, como mínimo S2 (según el PG3). Por tanto, estos apoyos se proyectan con una cimentación de tipo zapata aislada con un ancho de 3,6 metros.

El espesor de estos terraplenes bajo el apoyo de las zapatas será de 3,5 metros, por debajo de estos rellenos compactados encontraremos el perfil del terreno natural estimado en el apartado "Perfil de cálculo" de esta estructura.

La carga admisible para estas zapatas se ha calculado siguiendo el método para cimentaciones superficiales en suelos granulares expuesto en el apartado 12.4.1, y considerando que el NSPT representativo para los rellenos compactados S2 (CBR mínimo 10) será de 20 golpes.

Por tanto, la **carga admisible será de 1,95 Kg/cm²**, limitando, en la formulación, el asiento a una pulgada o 2,5 cm. Cabe decir que estos asientos se producirán de forma inmediata.

De acuerdo con los ensayos químicos realizados sobre las muestras de las distintas formaciones geológicas y agua freática, se puede concluir que tanto los materiales presentes en el sustrato presentarán una agresividad Nula para el hormigón según la EHE08.

4.12.4. ESTRUCTURA E-4

Esta estructura consiste en dos marcos adyacentes, uno para el paso del Eje 39 bajo el Eje 9 y a continuación otro para el paso del Eje 39 bajo los Ejes 10 y 13 y se sitúa en torno al p.k. 0+500 del Eje 39. Ambos marcos presentan la misma anchura (8,9 metros) y altura (6,25 metros) pero longitudes ligeramente distintas, de 14 y 16,6 metros, respectivamente.

Sobre estos marcos los ejes 9, 10 y 13 discurren en rasante por lo que no existirá sobre carga por tierras en estas estructuras.

Para el conocimiento del sustrato en la situación de esta estructura se dispone del sondeo S-8, los ensayos de penetración dinámica DPSH P-2 y P-21 y las calicatas C-9 y C-28.

En base a estas investigaciones, se ha determinado que el sustrato geológico está conformado por un primer nivel más superficial de rellenos antrópicos compactados denominado R2, de apenas un metro de espesor, por debajo encontramos un nivel de arenas aluviales QTAR, de 5,5 metros de espesor donde se observa una importante acumulación de carbonatos en los 3,3 metros más profundos. El nivel infrayacente está conformado por las gravas aluviales QTG con 2,5 metros de espesor y por último aparece el sustrato de margas azules del Guadalquivir a partir de los 8 metros prolongándose como mínimo hasta los 12,6 m, según el sondeo S-8.

El nivel freático según lo observado en el sondeo S-8 se encuentra a 4,2 m de profundidad.

A partir de las investigaciones mencionadas y los ensayos de laboratorio disponibles se ha elaborado el siguiente perfil representativo del sustrato para los cálculos posteriores:

Prof.(m)	Formación	USCS	N _{DPSH}	N _{SPT}	Qu (kN/m ²)	Cu (kN/m ²)	γ _{ap} (kN/m ³)	E (kN/m ²)	ψ	C' (kN/m ²)	∅ (°)
0,0-2,2	QTAR ₁	SC/SM	5;8				20	10000	0,35	2	28
2,2-5,5	QTAR ₂	SC	12;15	36			20	17000	0,35	3	29
5,5-8,0	QTG	GP	R	50			21	40000	0,3	0	35
8,0-10,0	TM 1	CH		14	200	100	19.5	15000	0,35	25	20
>10,00	TM 2	CH		21	450	225	19.5	20000	0.35	55	20

La cimentación de este paso inferior se realizará mediante dos losas armadas, una para cada marco. Dada la baja compacidad del primer tramo superficial de terreno se prevé la retirada del primer tramo de QTAR₁, hasta 2,2 metros de profundidad y sustituir por un suelo seleccionado tipo S2.

Teniendo en cuenta este saneo, la losa de este paso inferior apoyará sobre un espesor total de 2,2 metros de suelo seleccionado S2. Bajo este relleno compactado se encontraría el segundo nivel geotécnico QTAR₂.

Siguiendo la metodología de cálculo para cimentaciones superficiales en terrenos granulares expuesta en el apartado 12.4.1 de este Anejo y considerando un NSPT representativo de 18 para el nivel de suelo S2 y QTAR₂, se obtiene una **carga admisible de 1,6 Kg/cm²**, para un asiento limitado a 2,5 cm.

Finalmente se han calculado los asientos que se producirían en los niveles granulares QTAR y QTG, que, según Schmertmann serán de 1,4 cm y según Burland y Burbigde 1,7 cm. Por otro lado, el asiento en las arcillas TM según Steinbrenner será de 3,5 cm, por lo que según estos cálculos los **asientos totales variarán entre 4,9 y 5,2 cm**.

De acuerdo con los ensayos químicos realizados sobre las muestras de las distintas formaciones geológicas, se puede concluir que todos los materiales presentes en el sustrato presentarán una agresividad Nula para el hormigón según la EHE08.

Considerando que la losa de cimentación apoyará sobre unas arenas aluviales QTAR₂, con un NSPT representativo de 18, se recomienda tomar un coeficiente de balasto K30=7,2 Kg/cm³. Partiendo de este valor y contemplando la formulación indicada en la metodología de este Anejo para suelos granulares, el coeficiente de balasto vertical es de 1,93 kg/cm³.

4.12.5. MUROS

Este muro se desarrolla entre los pp.kk. 0+395 – 0+583 del Eje 14, consta de una longitud de 188,00 m y una altura variable con 9,40 m de altura máxima.

Se trata de un muro de 9,40 m de altura máxima con una zapata de 6,00 m de ancho y 1,00 m de canto. El espesor del alzado es variable, siendo de 0,80 m en los primeros 5,00 m y 0,40 m en los metros restantes hasta alcanzar la altura total del alzado.

Para la definición del sustrato sobre el que apoyará la cimentación de este muro, se dispone de los siguientes ensayos: sondeo S-5, ensayos de penetración dinámica P19 y P-20 y calicatas C-20 y C-22.

De acuerdo con la información disponible, se estima que el sustrato geológico en la zona de emplazamiento del muro estará conformado por un nivel superficial de arenas aluviales QAL, con un espesor de 2 metros, por debajo se encontrarán las gravas aluviales QTG con una potencia de 6 metros y, por último, bajo las gravas se encuentran las margas azules TM, que se prolongarán varias decenas de metros.

El nivel freático en esta zona se sitúa en torno a los 2,0 metros.

En función de lo anteriormente expuesto, y también teniendo en cuenta la caracterización general de las distintas formaciones realizada en el Anejo 7 de este proyecto, se considera que el sustrato en la zona del muro podría estar conformado por los siguientes niveles geotécnicos:

Prof.(m)	Formación	USCS	N _{DPSH}	NSPT (=1.3xNSPT)	Qu (kN/m ²)	Cu (kN/m ²)	γ _{ap} (kN/m ³)	E (kN/m ²)	ψ	C' (kN/m ²)	∅ (°)
0.0-2,0	QAL	SC/SM	10	13	-	-	20	12.000	0,3	3	29
2,0-8,0	QTG	SM/GP	25	30	-	-	21	22.000	0,3	2	35
> 8,0	TM	CH		17	250	125	20	16.000	0,35	25	22

El nivel freático se sitúa aproximadamente en torno a los 2,0 metros de profundidad.

Como ya se ha comentado, la cimentación de este muro consistirá en una zapata corrida de 5,5 metros de ancho. Dado que la capa superficial QAL presenta una compacidad Floja, se recomienda apoyar el cimiento sobre la capa de gravas, situada a partir de 2 m de profundidad.

Por tanto, el apoyo se producirá sobre la formación de gravas aluviales QTG a la que se ha asignado un NSPT representativo de 30. De acuerdo con la formulación expuesta en el apartado 12.4.1 para suelos granulares, la carga admisible será de 2,80 Kg/cm², limitando el asiento a 2,5 cm en dicha formulación.

Dado el ancho de esta zapata y el espesor de QTG bajo la misma, se estima que la mayor parte de la carga transmitida (entorno al 58 % se agotará dentro de la formación granular). Por tanto, a techo del nivel superior de las margas azules llegará el 42% de la carga transmitida por la losa (es decir 1,1 Kg/cm²).

Por tanto, transmitiendo por la zapata una carga de 2,8 kg/cm², llegará al techo de la marga una carga de 1,1 kg/cm² y esta carga producirá un asiento en la capa de margas de 2,8 cm. Además, se ha hecho una estimación de asientos en el estrato granular de 0,8 cm, por lo que los asientos totales serán de 3,6 cm.

Del mismo modo se han realizado varios cálculos de asientos, para diferentes valores de carga transmitida, estimando los asientos producidos en el estrato de las gravas por el método Schmertmann y Burland y Burbigde, y los producidos en la capa de margas por el método de Steimbrenner. En la siguiente tabla se indican los valores obtenidos:

Carga transmitida kg/cm ²	Asiento producido en capa de gravas QTG (cm)	Asiento producido en capa de margas TM (cm)	Asiento total (cm)
2,80	0,8	2,8	3,6
2,50	0,7	2,6	3,3
2,0	0,5	2,1	2,6
1,5	0,4	1,9	2,3

De acuerdo con los ensayos químicos realizados sobre las muestras de las distintas formaciones geológicas, todos los materiales presentes en el sustrato presentarán una agresividad Nula para el hormigón según la EHE08.

4.12.1. RECOMENDACIONES ADICIONALES

Se recomienda la ejecución de un sondeo en Fase de Obra para la pila central de la estructura E-3. Se ha decidido posponer este sondeo para esta Fase de Obra debido a la complejidad del acceso a la mediana de la Autovía del equipo de sondeo este sondeo.

4.12.2. OTRAS ESTRUCTURAS

Se recogen en este epígrafe otras estructuras menores tales como obras de drenaje transversales que se resuelven mediante un marco cimentado de forma directa. En la siguiente tabla se incluye su denominación, localización, prospecciones realizadas en su entorno, formación geológica sobre la que se emplazan, recomendaciones de saneo o profundidad de apoyo a alcanzar, características del estrato de empotramiento, carga admisible y coeficiente de balasto vertical.

ODT	Localización	Prospecciones	Formación	Observaciones	Prof. Apoyo (m)	Estrato empotramiento	N DPSH	Ancho Marco (m)	Carga admisible (kg/cm ²)	Coeficiente de balasto	
										K30 (kg/cm ³)	K (kg/cm ³)
ODT-E10	Eje 10 pk 0+675, Eje 9 pk 0+359 y Eje 13 pk 0+185	C3, C4, P7, P8	R2	Retirar materiales sueltos hasta 2,0 m	2,2	QTAR	12	3,7	1,2	4,8	1,4
ODT-E11	Eje 11 pk 0+232	C8, C36, P13, P14	R2	Retirar materiales sueltos hasta 2,9 m	2,5	QAL	16	7,0	1,4	6,4	1,7
ODT-E13	Eje 13 pk 0+160	C36, P15	R2	Retirar materiales sueltos hasta 2,0 m	2,0	QTAR	20	7,0	1,8	8,0	2,2

En la siguiente tabla se incluye un resumen de la cimentación de las estructuras principales:

Estructura	Localización	Tipo de Estructura	Prospecciones	Formación	Tipo de cimentación	Observaciones	Carga admisible	Agresividad
E-1	Eje 3 pk 0+275	Paso superior de 32,5 m de longitud, con dos estribos y un apoyo intermedio	S1, S9, S11, C6, C7, C39, P10, P11	QTA	Pilotes	-	314 Tn, Diámetro 1 m, Longitud 35m.	Nula
E-2	Eje 9 pk 0+360	Paso inferior 14,5x15,8 m	S2, p8, P9	QTAR	Losa	Saneado de suelo seleccionado tipo S2 de 3 m de espesor	1,2 kg/cm ²	Nula
E-3	Eje 10 pk 0+530 a 0+610	Paso superior de 80 m de longitud, con 4 vanos, 2 estribos durmientes y 3 pilas intermedias	S3, S4, P17, P18	R2/QTAR y QTG	Pilotes para pilas intermedias	-	314 Tn, Diámetro 1 m, Longitud 37m.	Nula
					Zapatas para estribos durmientes	Zapatas de 3,6 m de ancho sobre suelo seleccionado tipo S2	1,95 kg/cm ²	
E-4	Eje 31 pk 0+500	2 marcos adyacentes de 14x8,9 m y 16,x6,25m	S8, P2, P21, C9, C28	QTAR	Losa	Saneado de suelo seleccionado tipo S2 de 2,2 m de espesor	1,6 kg/cm ²	
Muro	Eje 14 pk 0+400 a 0+635	Muro de 235 m de longitud	S5, P19, P20, C20 y C22	QTG	Zapata corrida de 5,5 m de ancho y 1,0 m de canto	-	2,8 kg/cm ² . Ver tabla Capítulo 12.9.3	Nula

4.13. ESTRUCTURAS

Este Proyecto incluye un total de cuatro estructuras, un muro y siete pórticos para soporte de luces de señalización del aeropuerto. Además, se incluyen en este anejo las ODT's de mayor tamaño que requieren de un cálculo estructural, así como la cimentación correspondiente a las cuatro alineaciones de pantallas acústicas (una de ellas sobre el muro).

En la siguiente tabla se resume las estructuras desarrolladas en el proyecto:

ESTRUCTURA	TIPOLOGÍA	EJE	P.K. INICIO	P.K. FIN	LONGITUD (m)
ESTRUCTURA E-1	LOSA ALIGERADA	4	0+282,53	0+315,65	33,12
ESTRUCTURA E-2	MARCO "IN SITU"	13	0+211,66	0+223,91	12,25
ESTRUCTURA E-2	VIGAS ARTESA	10	0+507,30	0+603,1	95,80
ESTRUCTURA E-4	MARCO "IN SITU"	39	0+477,15	0+493,40	16,25
MURO M-1	MÉNSULA H.A.	14	0+395,00	0+583,00	188,00
MURO MEDIANA	MÉNSULA H.A.	2	0+400,00	0+610	210,00

4.13.1. Estructura E-1

Este paso superior de un único vano se desarrolla entre los PP.KK. 0+282.53 – 0+315.65 del Eje 4, con una luz de cálculo de 33,12 m y una longitud total de 34,20 m.

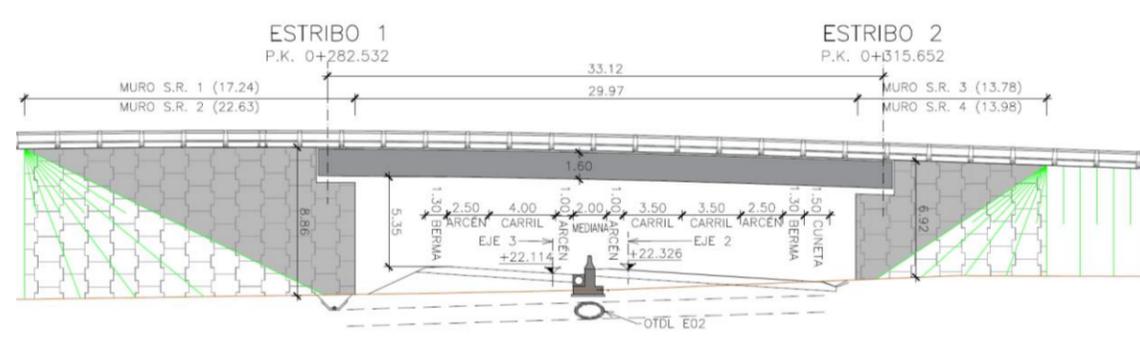


Figura 17. Alzado de la Estructura 1

Se resuelve mediante una losa de hormigón postesado con aligeramientos centrales de nueve secciones circulares de 1,20 m de diámetro.

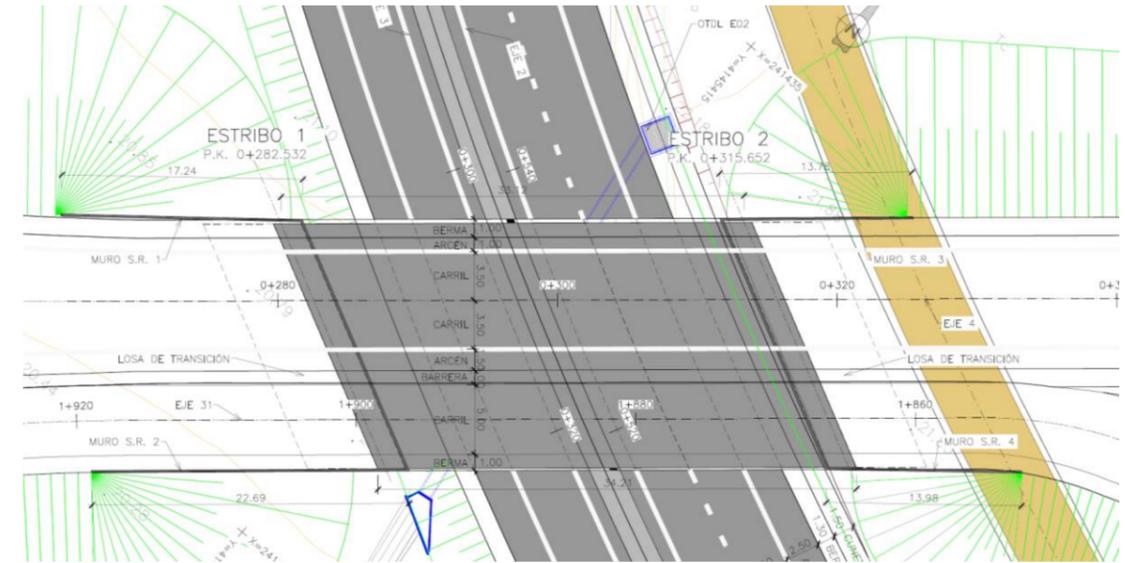


Figura 18. Alzado de la Estructura 1

El ancho total del tablero es de 17,50, repartidos entre tres carriles, dos de ellos de 3,50 m y otro de 5,00 m para la circulación en el otro sentido, separados por una barrera de 1,00 m, la calzada izquierda consta de dos arcenes de 1,00 y 1,50 m respectivamente y la derecha de un arcén de 1,00 m, la sección se completa con sendas barreras de 1,00 m que permiten alojar los pretilos. El ancho de la sección en la parte inferior es de 14,45 m tiene un canto de 1,60 m y voladizos laterales de 1,55 m de longitud con un canto mínimo de 0,25 m.

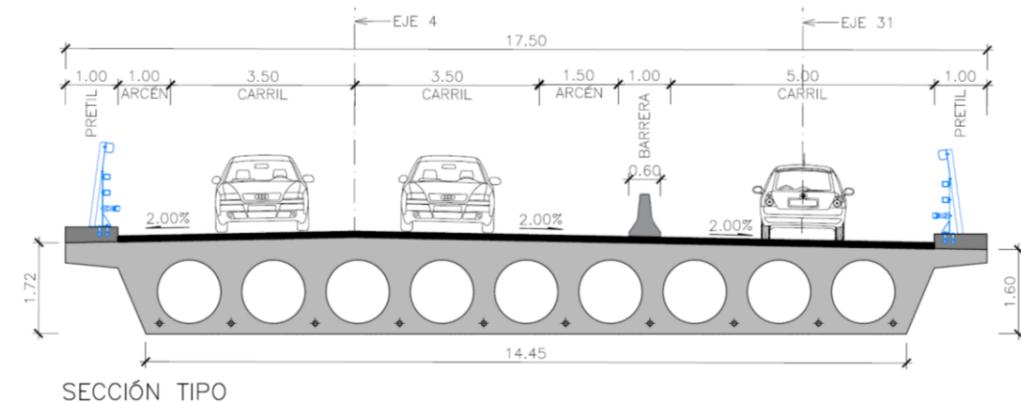


Figura 19. Sección transversal de la Estructura 1

Los estribos se resuelven mediante cargaderos con cimentación directa de 1,00 m de canto, se completan con cuatro aletas en vuelta y muros frontales de suelo reforzado. Debido a la longitud del paso superior, se ha optado por disponer apoyos de neopreno zunchado para conectar el tablero con los estribos.

Debido a las características del terreno de apoyo, se obtienen asientos elevados. Para paliar estos asientos una vez entre en servicio la estructura, se propone acelerar los mismos con una precarga de tal manera que los asientos remanentes a largo plazo, sean los mínimos posibles. Para la realización de esta precarga

se propone la ejecución del terraplén de los ejes 4 y 31 hasta la coronación. Una vez construido el terraplén, se espera el tiempo necesario para que se dé el mayor porcentaje posible de asentamientos estimados en el anejo de geotecnia antes de proceder a ejecutar el tablero. Una vez alcanzados los asentamientos previstos, se excava el terraplén y se procederá a ejecutar los muros de Suelo Reforzado.

4.13.2. Estructura E-2

Se trata de un paso inferior tipo marco de hormigón armado de ancho libre esviado de 13,75 m por una longitud de 13,00 m respetando un gálibo mínimo vertical de 5,35 m. El ancho del paso inferior permite alojar una sección transversal constituida por un carril de 5,51 m, arcenes de 1,24 y 3,02 m y berma de 1,68 m, además de una zona de drenaje de 2,32 m. El derrame de tierras tiene un talud 3H:2V.

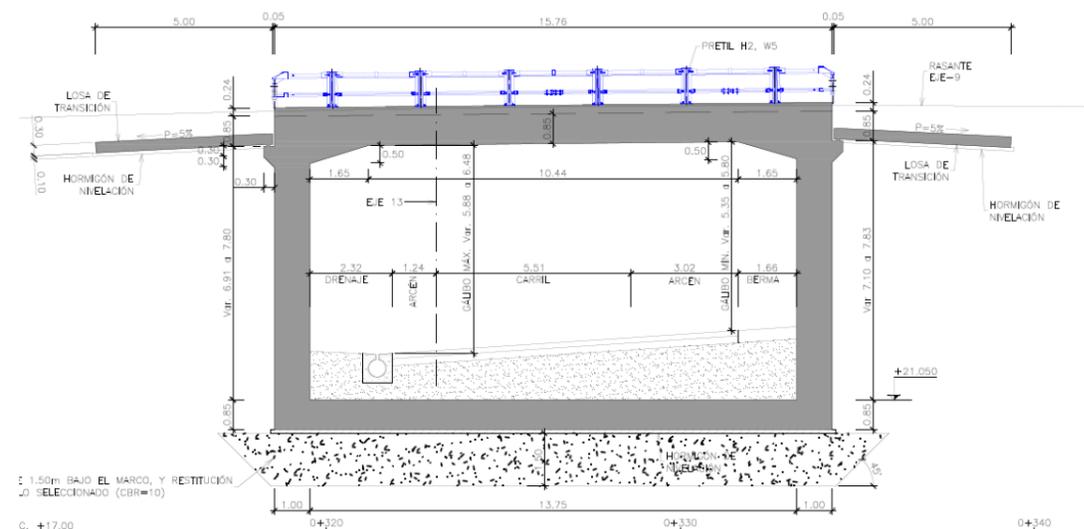


Figura 20. Alzado Estructura 2

Las losas superior e inferior del marco tienen 0,85 m de canto, mientras que los hastiales tienen 1,00 m de canto. El paso inferior se completa con cuatro aletas, también de hormigón in situ. Realizadas de dos en dos con forma de U para evitar la afección de la cimentación de las aletas a los terrenos contiguos.

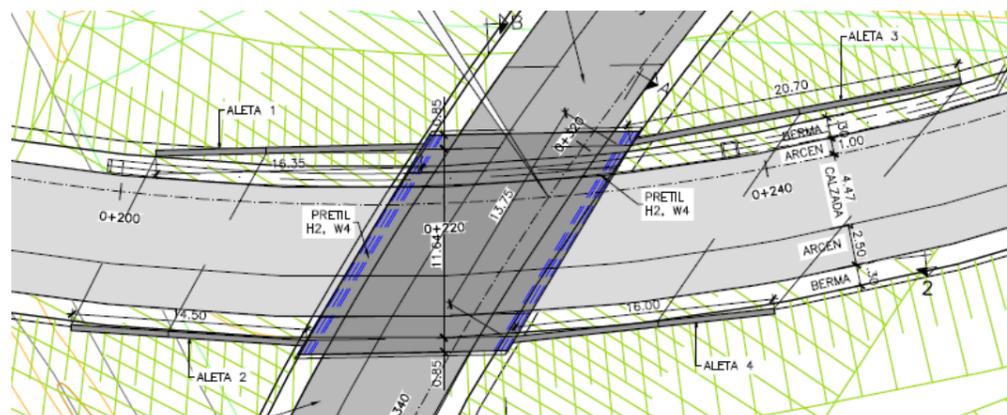


Figura 21. Planta Estructura 2

Para la ejecución de esta estructura primero se realizaría un relleno inicial para alcanzar la cota de la rasante del eje 13. Después de eso se pasaría a la construcción del marco y de las aletas para posteriormente realizar los rellenos correspondientes para alcanzar la cota de la rasante del eje 9.

Con este tipo de ejecución se consiguen menores asentamientos en el terreno natural debido a la precarga que se le induce con el primer relleno. Además de ello este tipo de estructuras tienen poco peso, por lo que las cargas al terreno serán menores.

4.13.3. Estructura E-3

La solución propuesta para el paso superior P.S. E-3 consiste en un encaje de cuatro vanos isostáticos con luces de 16,90-31,00-31,00-16,90 m y una longitud total de 95,80 m. Apoyará en sendos cargaderos de hormigón armado apoyados en los terraplenes, que derraman sobre estos vanos laterales sin incidir en las calzadas y dotando de mayor visibilidad a la estructura, ajustándose a la ya existente. Los vanos salvan la autovía A-4, que en esta zona consta de tres carriles dirección Sevilla y cuatro carriles dirección Córdoba, así como un ramal en cada margen.

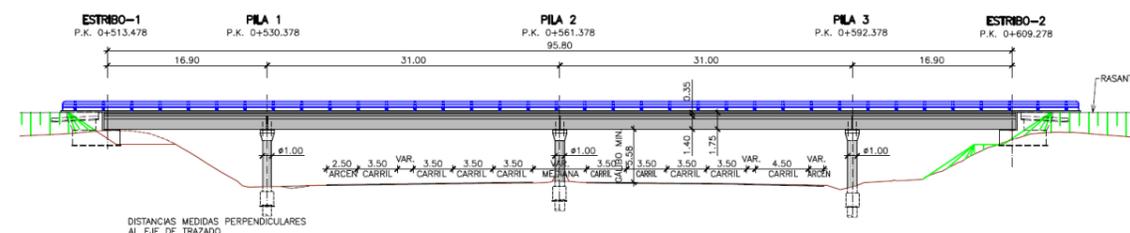


Figura 22. Alzado Estructura 3

El ancho del tablero es de 8,90 m, lo que permite la disposición de una calzada de un carril de 4,00 m, unos arcenes de 1,00 y 2,50 m respectivamente y sendos pretiles metálicos de 0,70 m.

Desde el punto de vista estructural, los vanos son isostáticos y están constituidos por dos vigas prefabricadas tipo artesa de 1,40 m de canto. La sección se completa con una losa de hormigón, hormigonada sobre prelosas, con un espesor mínimo de 0,25 m. El canto total del tablero es de 1,65m y proporciona una relación canto/luz de valor 1/18,8.

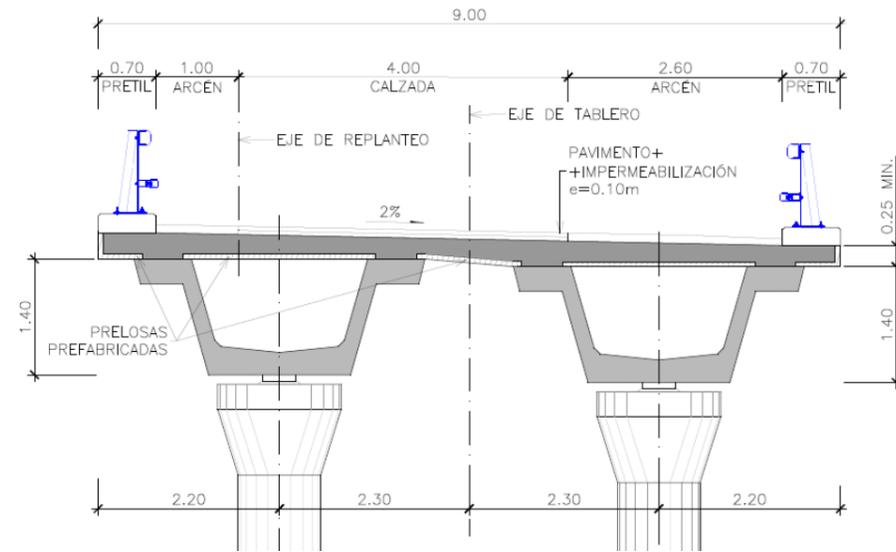


Figura 23. Sección transversal Estructura 3

Las tres pilas constan de dos fustes circulares de 1,00 m de diámetro, uno para cada alineación de vigas. La cimentación de la pila es profunda a base de un encepado con tres pilotes alineados en el sentido de los apoyos, evitando así la excavación en mediana de una cimentación superficial, que incidiría en mayor medida en la afección al tráfico de la A-4 durante su ejecución.

Los estribos consisten en dos cargaderos que permiten el derrame natural de tierras en los vanos extremos.

4.13.4. Estructura E-4

La solución estudiada se trata de un paso inferior tipo marco de hormigón armado dividido en dos tramos y unidos en el centro por un muro de sección en U.

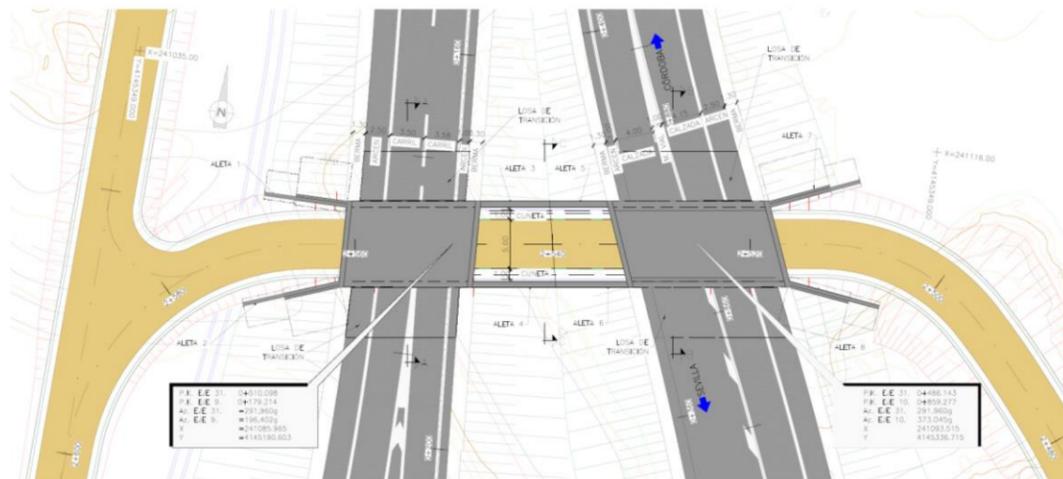


Figura 24. Planta Estructura 4.

La longitud del marco bajo el Eje 9 es de 13,55 m, la longitud del marco bajo el Eje 10 es de 15,97 m y la sección U tiene una longitud de 14,29 m. Las dimensiones interior libres son 7,50 m en horizontal y 4,95 m en vertical. La longitud del paso inferior permite alojar una sección transversal constituida por un carril de 5,00 m y sendas zonas de drenaje de 1,25 m, así como un derrame de tierras con talud 3H:2V.

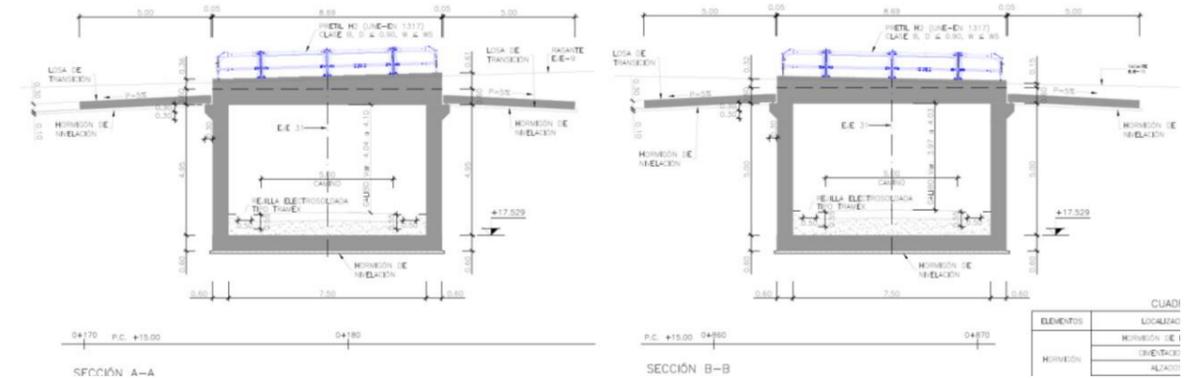


Figura 25. Alzado Estructura 4.

Las losas superior e inferior del marco tienen 0,60 m de canto, mientras que los hastiales tienen 0,60 m de canto. El paso inferior se completa con cuatro aletas, también de hormigón in situ.

La sección de muro en U entre los marcos tiene un canto de losa inferior de 0,60 m y los hastiales un espesor de 0,60 m con una altura variable de 2,65 m a 6,20 m.

4.13.5. Muro

Este muro se desarrolla entre los pp.kk. 0+395 – 0+583 del Eje 14, consta de una longitud de 188,00 m y una altura variable con 9,40 m de altura máxima.

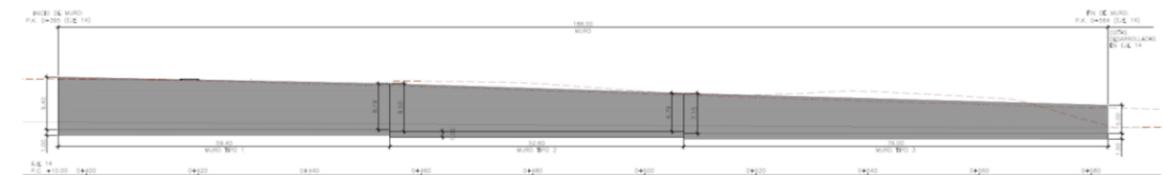


Figura 26. Alzado muro eje 14.

Su ejecución es necesaria para evitar la afección de los derrames derivados de la construcción de la vía superior sobre la carretera inferior.

Se diferencian tres secciones tipo de muro dependiendo de la altura máxima del módulo:

- Tipo 1: Se trata de un muro de 9,40 m de altura máxima con una zapata de 6,00 m de ancho y 1,00 m de canto. El espesor del alzado es variable, siendo de 0,80 m en los primeros 5,00 m y 0,40 m en los metros restantes hasta alcanzar la altura total del alzado. Se extiende en una longitud de 59,40 m.

- Tipo 2: Muro de altura máxima 8,50 m, con espesor de zapata de 1,00 m y un ancho de 5,50 m. El espesor del alzado es variable, siendo de 0,80 m en los primeros 5,00 m y 0,40 m en los metros restantes, hasta alcanzar la altura total del alzado. Se extiende en una longitud de 52,60 m.
- Tipo 3: Tiene una altura máxima de 7,15 m, el espesor del alzado es variable, 0,80 m en los primeros 5,00 m y 0,40 m en los metros restantes, hasta alcanzar la altura total del alzado. La zapata consta de un ancho de 4,80 m y un canto de 1,00 m.

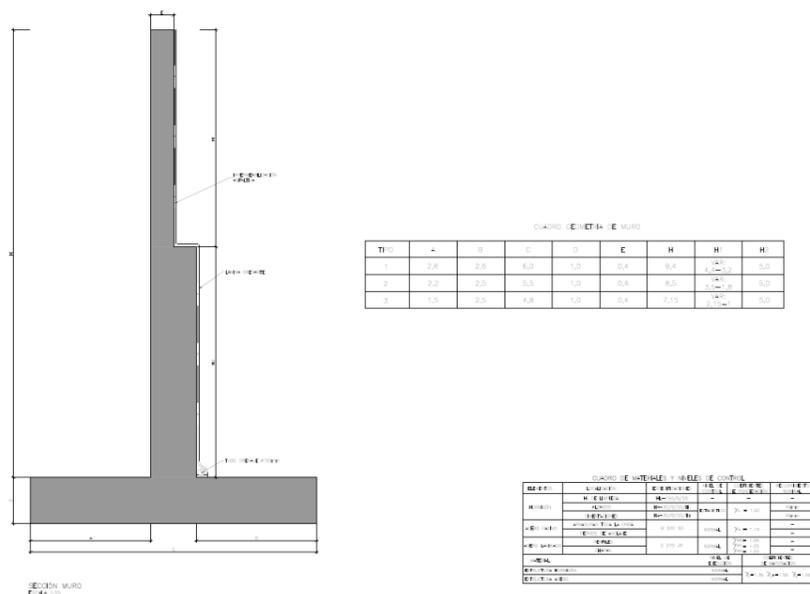


Figura 27. Sección muro

4.13.6. Muro de mediana

Este muro se desarrolla entre los PP.KK. 0+400 -0+610 del eje 2, con una longitud total de 210 m. Surge para evitar la afección de los derrames de tierras derivados de la construcción de la vía que discurre por el eje 2 sobre la que se desarrolla en el eje 3.

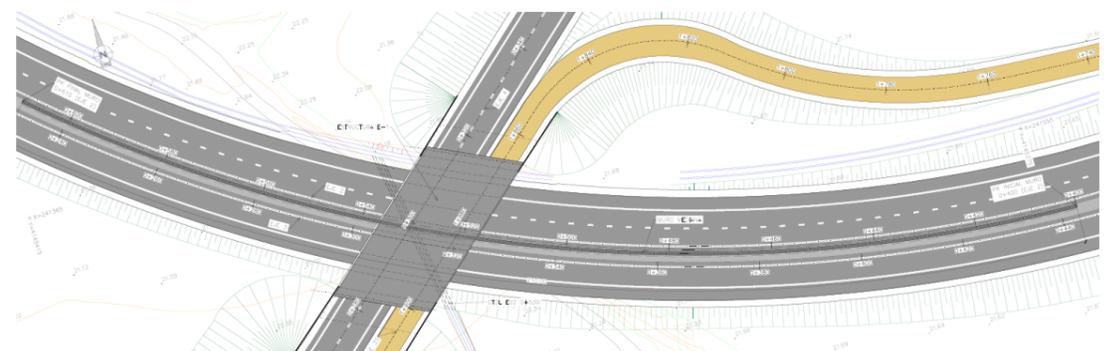


Figura 28. Planta muro mediana

Se resuelve mediante un muro de hormigón armado con 1,30 m de altura máxima, su zapata es de 1,40 m con un canto de 0,50 m. El espesor del alzado es de 0,60 m para poder alojar una barrera sobre él.

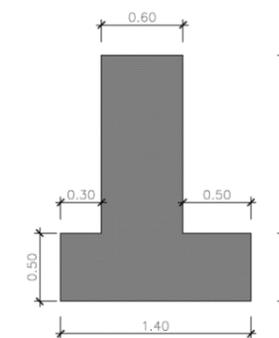


Figura 29. Sección muro mediana.

4.13.7. Estructuras soporte de las luces de aproximación del aeropuerto de Sevilla

Se proyectan un total de 7 estructuras de diferente tipología según su longitud que servirán como soporte a los diferentes puntos de luz que componen el sistema de Iluminación de Aproximación del aeropuerto de Sevilla

Las banderolas y pórticos se confeccionan con perfiles laminados de acero de diferente tipología en función de cada tipo de estructura. La cimentación se realiza mediante pilotes de 5 m de longitud y 1,20m de diámetro

Las estructuras descritas como banderolas, se componen de dos pilares dobles arriostrados entre sí sobre los que se apoya una viga en celosía en voladizo de diferente longitud. Las estructuras porticadas a su vez, se componen de un pilar en cada extremo de vano sobre el que se apoya la viga en celosía.

Las diferentes estructuras son las siguientes:

- Banderola (B1): Longitud de la viga en voladizo: 10,55 m
- Banderola (B2): Longitud del brazo: 10,55m.
- Banderola (B3): Longitud del brazo: 22,05 m.
- Pórtico (P1): Pórtico de un vano de longitud 36,9 m.
- Pórtico (P2): Pórtico de 80,7 m de longitud, formado por 2 vanos de 35,7 m y 45 m respectivamente.
- Pórtico (P3): Pórtico de un vano de longitud 36,9 m.
- Banderola (B4): Longitud del brazo 14,00 m.

SOPORTE SEÑALIZACIÓN	TIPOLOGÍA	LONGITUD (m)
BANDEROLA (B1)	Metálica	10,55
BANDEROLA (B2)	Metálica	10,55
BANDEROLA (B3)	Metálica	22,05
PÓRTICO (P1)	Metálica	36,90
PÓRTICO (P2)	Metálica	80,70
PÓRTICO (P3)	Metálica	36,90
BANDEROLA (B4)	Metálica	14,00

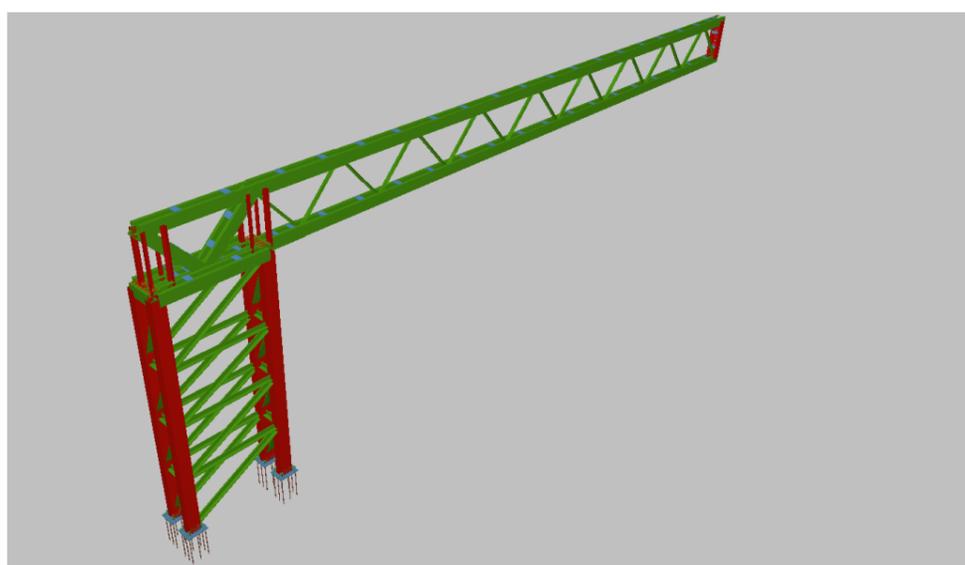


Figura 30. Banderola B3

4.13.8. Pantallas acústicas

En el presente proyecto se desarrolla un único tramo de pantalla acústica, de acuerdo al Estudio de Ruido incluido en el Apéndice 4 del Anejo 18, *Integración Ambiental*. Para su ejecución se han empleado paneles metálicos fonoabsorbentes de 3,00 m de longitud entre perfiles.

PANTALLA	H (m)	Nº TRAMOS	LONGITUD (m)
PANTALLA 1	2,00	36	107

En todas las pantallas la estructura metálica de soporte consiste en perfiles laminados tipo HEB 180. Los perfiles se sustentan sobre una placa base de dimensiones de 350x350x20 con agujeros para los pernos, anclajes o tornillos para su conexión con la cimentación o estructura de apoyo.

Para la cimentación de los perfiles y los módulos de las pantallas acústicas se ha considerado cimentación profunda sobre pilotes.

La separación entre perfiles adoptada dependerá de la tipología de pantalla y, en consecuencia, de la ubicación, como situación general se ha considerado una separación entre perfiles de 3,00 m, cualquier otra necesidad de separación requerirá la evaluación de la estructura portante.

Todas las pantallas se sitúan en plataforma.

- Pantalla acústica 1

La pantalla 1 se localiza en el margen derecho del eje 09 entre los pp.kk. 0+069 – 0+171 y consta de una longitud total de 107 m y una altura de 2,00 m.

La estructura metálica de soporte calculada se trata de perfiles laminados tipo HEB 180 colocados cada 3,00 m. Por este motivo, finalmente se presupuestan 36 módulos de 3 m de longitud, que resulta en 108 m de panel fonoabsorbente.

La cimentación de esta pantalla consiste en pilotes cortos de L=2,50 m y Ø 0,80 m.

4.13.9. Obras de drenaje

En el proyecto de construcción del Enlace A-4/SE-20 en Sevilla se prevén una serie de actuaciones para la mejora y adaptación de las obras de drenaje existentes, entre las que se incluyen las siguientes:

ESTRUCTURA	TIPOLOGÍA	EJE	Estatus	Sección Interior	LONGITUD (m)
ODT Eje10	Marco	10	Nueva	3x2	111.55
ODT Eje11	Marco	11	Nueva	6x6	85.90
ODT Eje13	Marco	13	Ampliación	6x6	11.30
ODT bajo A4	Marco 3 ojos	15	Ampliación	3x(3.65x1.65)	2.60

La actuación en la ODT bajo la A4 se trata de una ampliación de 2,60m para dar cabida al nuevo carril.

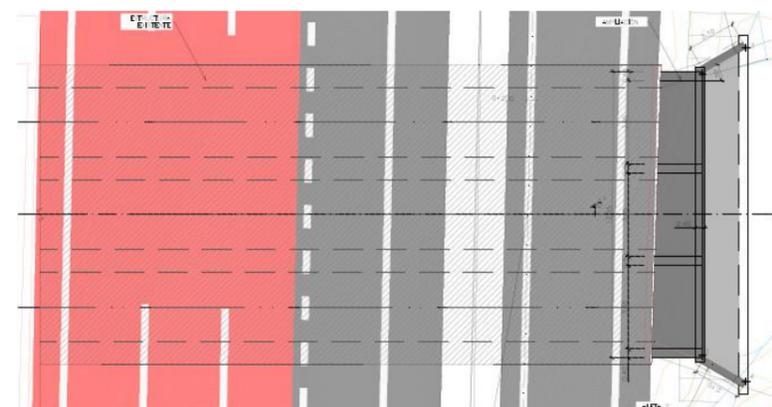


Figura 31. Ampliación ODT bajo la Autovía A-4

Las obras de drenaje eje 10 y eje 13 confluyen en un punto para posteriormente desembocar en la del eje 11. Se genera una zona de confluencia de las aguas bajo la rasante del terreno natural.

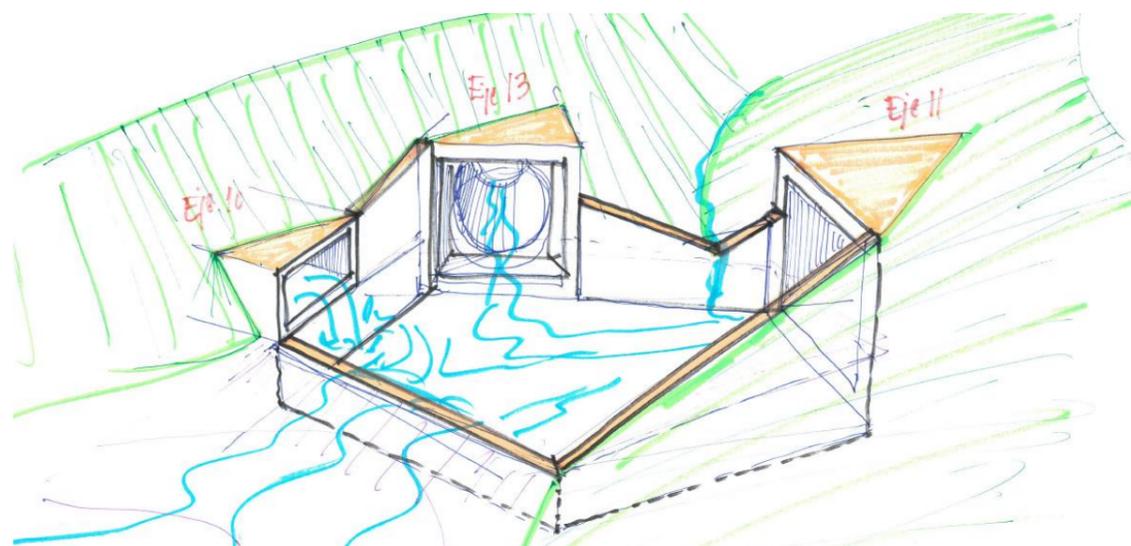


Figura 32. Confluencia de ODTs

Se genera una zona de confluencia de las aguas bajo la rasante del terreno natural.

A continuación se incluyen tablas resumen de las cimentaciones propuestas para cada estructura.

ESTRUCTURA	TIPO DE CIMENTACIÓN	PROFUNDIDAD	DIMENSIONES			CARGA ADMISIBLE	
			Largo	ancho	alto		
E-1	Cargaderos sobre muros de tierra armada	-	-			300 Kpa	
E-2	DIRECTA - LOSA HORMIGÓN ARMADO	-	15,75 m	13,00 m	0,85 m	120,00 KPa	
E-3	ESTRIBOS DIRECTA - CARGADERO	-	11,15 m	4,97 m	1,50 m	195,00 KPa	
	PILA	PROFUNDA - PILOTES	27,50 m	Ø1,00 m		3.297,00 KN	
E-4	MARCO 1	DIRECTA - LOSA HORMIGÓN ARMADO	-	14,07 m	8,70 m	1,00 m	170,00 KPa
	MARCO 2	DIRECTA - LOSA HORMIGÓN ARMADO	-	16,64 m	8,70 m	1,00 m	170,00 KPa
MURO EJE 14	TIPO 1	DIRECTA - ZAPATA CORRIDA	-	59,40 m	6,20 m	1,00 m	280,00 KPa
	TIPO 2	DIRECTA - ZAPATA CORRIDA	-	52,60 m	5,70 m	1,00 m	280,00 KPa
	TIPO 3	DIRECTA - ZAPATA CORRIDA	-	76,00 m	5,00 m	1,00 m	280,00 KPa

ESTRUCTURA	TIPO DE CIMENTACIÓN	PROFUNDIDAD	DIMENSIONES
BANDEROLA B1	PILOTES CORTOS	5,00 m	Ø1,20 m
BANDEROLA B2	PILOTES CORTOS	5,00 m	Ø1,20 m
BANDEROLA B3	PILOTES CORTOS	5,00 m	Ø1,20 m
BANDEROLA B4	PILOTES CORTOS	5,00 m	Ø1,20 m
PÓRTICO P1	PILOTES CORTOS	5,00 m	Ø1,20 m
PÓRTICO P2	PILOTES CORTOS	5,00 m	Ø1,20 m
PÓRTICO P3	PILOTES CORTOS	5,00 m	Ø1,20 m
PANTALLA 1	PILOTES CORTOS	2,50 m	Ø0,80 m

4.14. REPOSICIÓN DE CAMINOS

Se considera para la reposición de caminos una velocidad de proyecto mínima de 40 km/h. Se utilizarán como referencia los parámetros mínimos de la Instrucción 3.1-IC *Trazado*, de 19 de febrero de 2016, no obstante, se considera que esta instrucción no es de obligado cumplimiento dado el tipo de viales que se diseña. El trazado se ajusta en su mayor parte a condicionantes como son:

- Distancia mínima a ocupación de tronco 8 m y 3 m en caso de ramales.
- Paso sobre la estructura E1
- Paso bajo la estructura E2
- Condicionantes de espacio en la zona sur del enlace.
- Redes de saneamiento y abastecimiento

4.14.1. Descripción de los ejes

Se plantea la definición de 7 ejes, 4 localizados en el lado sur del enlace y 3 en el lado norte. La reposición busca reconectar los caminos locales afectados por el nuevo trazado del Enlace.

En la tabla siguiente se incluye la equivalencia entre el número de eje y el ramal al que corresponde:

GRUPO	EJE	PK inicial	PK final	Longitud (m)	V. Proyecto	NOMBRE
3						Reposición Caminos
	18	0	59,180	59,180	40 Km/h	Camino 1
	19	0	43,977	43,977	40 Km/h	Camino 2
	20	0	163,789	163,789	40 Km/h	Camino 3
	31	0	2.750,524	2.750,524	40 Km/h	Camino 4
	33	0	872,807	872,807	40 Km/h	Camino 5
	38	0	192,906	192,906	40 Km/h	Camino 6
	39	0	105,017	105,017	40 Km/h	Camino 7

Los ejes 18, 19, 20 y 38 sirven de reposición al denominado *Camino de los huertos*, el cual es parte del itinerario de emergencia del aeropuerto de Sevilla y da acceso a huertos comunitarios ubicados en el interior del Parque de San Ildefonso (más conocido como *Parque del Tamarguillo*).

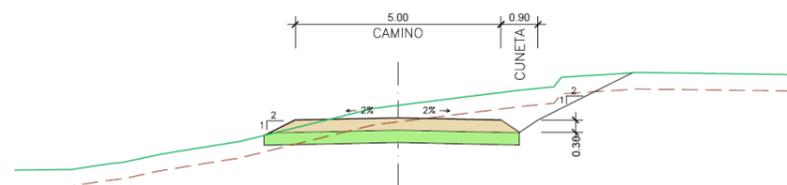
El Eje 20 soluciona el nuevo acceso al camino de los huertos una vez que el Eje 15 del enlace ocupa el actual entronque. Más adelante se trazan los ejes 18 y 19, que resuelven el movimiento de incorporación desde la vía de emergencia del aeropuerto a la vía de servicio y posteriormente a la autovía A-4 sentido Córdoba. El Eje 38 repone el tramo final del camino afectado por las ampliaciones del tronco generadas por los ejes 14 y 15 del enlace.

En el lado norte se repone con el Eje 31 el camino que, partiendo del actual enlace del aeropuerto con la autovía A-4, discurre paralelo a la autovía, y continúa sobre la estructura E-1, conectando con la zona en la que se ubican las estructuras de soporte del Sistema de Aproximación de la pista 10 del aeropuerto de Sevilla. A continuación, discurre paralelo a la traza del enlace, hasta alcanzar la estructura E-4, discurrendo bajo esta hasta su conexión con el camino que da acceso a la carretera A-8008. Debido a que la estructura E-1 se elimina de este proyecto, por convenio entre Dirección de proyecto y el Ayuntamiento de Sevilla, este camino no se ejecuta ni presupuesta entre los pp.kk. 1+656 y 2+050, haciendo necesaria la previsión de otro camino provisional perimetral, denominado *Eje 33 Camino 5*, hasta que se realice la ejecución de la estructura E-1, el eje 4 y el 5 (que es incompatible con este camino provisional). Este camino perimetral, representado por el Eje 33, conecta el p.k. 1+656 del eje 31, con la estructura E-4, por el exterior del enlace propuesto.

El Eje 39 define un camino que conecta el Eje 31 a la glorieta definida en el plan parcial. Este eje se ha trazado para garantizar un itinerario alternativo en caso de colapso del eje 31 o para casos de emergencia del aeropuerto. Este eje no se presupuesta en el presente proyecto.

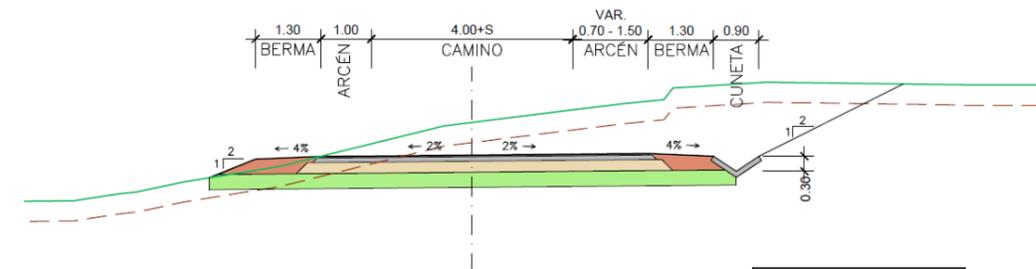
Secciones transversales

Ejes 31, 33 y 39: Presentan la sección para caminos no pavimentados con el siguiente detalle:



SECCIÓN TIPO EN CAMINO SIN PAVIMENTAR
ESCALA 1:75

Ejes 16, 18, 19 y 20: Presentan la sección para caminos pavimentados con el siguiente detalle:



SECCIÓN TIPO EN CAMINO PAVIMENTADO
ESCALA 1:75

EJE 16	COMPLETO
EJE 18	COMPLETO
EJE 19	COMPLETO
EJE 20	COMPLETO
EJE 38	COMPLETO

El eje 16, vial de salida de la estación de servicio existente, que se incorpora a la vía de servicio, tiene sección de tipo de camino pavimentado, pero se define en el Anejo 8, *Trazado geométrico*.

El eje 38 consiste en la reposición del tramo del camino que únicamente da acceso al aeropuerto, para salidas en caso de emergencias, así como para el mantenimiento de las estructuras soporte de la iluminación. No tiene una sección de camino pavimentado al uso, únicamente reproduce lo existente, que consiste en 5 m de camino pavimentado, sin arcenes.

La definición de los firmes de todos los caminos pavimentados queda justificada en el Anejo 10, *Firmes y pavimentos*.

4.15. SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las actuaciones proyectadas dan lugar a diferentes interferencias con las vías existentes y el tráfico que por ellas circula, definiéndose 6 fases provisionales de circulación del tráfico durante la ejecución de las obras.

El estudio efectuado tiene en cuenta lo estipulado en la Norma de Carreteras 8.3.-IC "Señalización, balizamiento y defensa de obras" y en el "Manual de ejemplos de señalización de obras fijas del Ministerio de Fomento".

4.15.1. Fase 1

En esta fase está previsto mantener en servicio la carretera SE-20, la autovía A-4 y el camino existente que recorre la margen derecha de la autovía A-4 hasta su confluencia en la carretera autonómica A-8008, con objeto de permitir la circulación de los camiones en la obra, así como el transporte y acopio de materiales en las zonas interiores al enlace.

En la tabla se muestran los ejes a ejecutar, teniendo en cuenta los pp.kk. entre los que es posible llevar a cabo la fase constructiva.

FASE CONSTRUCTIVA 1.				
EJE	PK _i	PK _f	NOMBRE	Grado de ejecución/comentario
RAMALES				
2	0+000,00	0+842,79	R_A4SEV-GL2	100%. Todos estos ramales se podrán ejecutar en su integridad. Comprende la ejecución del paso inferior E-1. Ejecución total dentro de la zona A, limitado por el enlace de la calzada creciente de la carretera SE-20. Ejecución de la estructura E-2.
3	0+000,00	0+724,90	R_GL 2-A4 SEV	
9	0+000,00	0+300,00	R GL2-A4 COR	
10	0+720,00	1+017,49	R A4 COR-GL2	
11	0+000,00	0+190,00	R GL2-SE20	
13	0+260,00	0+421,88	R SE20-GL2	
GLORIETA				
7	0+000,00	0+320,44	GL2	100%
CAMINOS				
31	1+360,00	2+750,52	Camino 4	100%
33	0+000,00	0+872,807	Camino 5	100%

Fase 1

4.15.2. Fase 2

Tras concluirse la fase 1, se procede a ejecutarse la fase 2, que atiende principalmente a la ampliación de calzada en la calzada creciente de la autovía A-4. Las actividades a realizar son:

- Demolición del arcén derecho de la calzada sentido Sevilla.
- Desmontaje de la barrera existente.
- Desmontaje y reposición de las farolas.
- Desmontaje de pórticos y banderolas existentes y montaje de nuevos pórticos.

Junto a estas actividades, se podrá ir ejecutando en paralelo la reposición del camino de servicio (eje 31) que discurrirá en la margen derecha del actual (sentido Sevilla).

En la tabla se muestran los ejes a ejecutar, teniendo en cuenta los pp.kk. entre los que es posible llevar a cabo la fase constructiva.

FASE CONSTRUCTIVA 2.				
EJE	PK _i	PK _f	NOMBRE	Grado de ejecución/comentario
A-4				
29	0+200,00	1+500,00	A4 MD	Ejecución del nuevo carril del tronco de la autovía A-4, desde la incorporación del aeropuerto hasta la ejecución del nuevo enlace de la carretera SE-20
RAMALES				

FASE CONSTRUCTIVA 2.				
EJE	PK _i	PK _f	NOMBRE	Grado de ejecución/comentario
23	0+000,00	0+502,04	R CONEX A4SEV-VIA COLEC MD	100%
CAMINOS				
31	0+000	1+360,00	Camino 4	100%

Fase 2

Como medida de solución en las zonas afectadas por la ampliación de carril, se procede al cierre del tercer carril, y por lo tanto la transferencia del tráfico de la calzada creciente de la autovía A-4 hacia los dos carriles restantes.

4.15.3. Fase 3

En esta fase se procede a finalizar el eje 11, correspondiente a la zona B, siendo necesario desviar los tráficos de la calzada creciente de la carretera SE-20, hacia la calzada opuesta. Para ello es necesario cortar el tráfico de la calzada decreciente en la carretera SE-20 hacia la autovía A-4 en sentido Córdoba, mediante el ramal que conecta con la glorieta situada al inicio de la carretera autonómica A-8008, que enlaza con la autovía A-4 y el barrio de Parque Alcosa. Una vez en la glorieta, se propone tomar la cuarta salida, para posteriormente incorporarse a la autovía A-4 mediante la vía de servicio que rodea la estación de servicio.

En esta fase se puede iniciar la ejecución de la pila central del nuevo paso superior proyectado, que se construirá sobre la mediana de la autovía A-4, como medida de solución al tráfico en la zona de ejecución de la pila del nuevo paso superior se procede a desviar el tráfico de los carriles interiores de ambas calzadas hacia los exteriores.

En la tabla se muestran los ejes a ejecutar, teniendo en cuenta los pp.kk. entre los que es posible llevar a cabo la fase constructiva.

FASE CONSTRUCTIVA 3.				
EJE	PK _i	PK _f	NOMBRE	Grado de ejecución/comentario
RAMALES				
10	0+560	0+560	R A4 COR-GL2	Ejecución de pila
11	0+190,00	0+418,05	R GL2-SE20	100%

Fase 3

Es conveniente que las fases 1, 2 y 3 concluyan simultáneamente, permitiendo de esta manera la continuidad a la fase 4.

4.15.4. Fase 4

En esta fase se mantiene el corte de la calzada decreciente de la carretera SE-20 hacia la autovía A-4 en dirección Córdoba, mientras que se abre el nuevo enlace ejecutado por medio de los eje 2, 7, 9 y 11.

Se procede a ejecutar el inicio de la ampliación a tercer carril (eje 29), adecuación de la isleta de entrada a la autovía A-4 desde el enlace del aeropuerto, el enlace desde la carretera SE-20 hacia la autovía A-4, y la vía de servicio de acceso de la margen sur de la autovía A-4.

En la tabla se muestran los ejes a ejecutar, teniendo en cuenta los pp.kk. entre los que es posible llevar a cabo la fase constructiva.

FASE CONSTRUCTIVA 4.				
EJE	PK _i	PK _f	NOMBRE	Grado de ejecución/comentario
RAMALES				
9	0+300,00	0+538,39	R GL2-A4 COR	100%
10	0+646,12	0+720,00	R A4 COR-GL2	
	0+260,00	0+480,00	R A4 COR-GL2	
13	0+000,00	0+260,00	R SE20-GL2	
14	0+000,00	1+379,35	R SE20-A-4	
15	0+000,00	1+093,23	RAMAL CONEX A4 COR	
29	0+160,00	0+220,00	A4 MD	
CAMINOS				
18	0+000,00	0+059,18	Camino 1	100%
19	0+000,00	0+043,97	Camino 2	
20	0+000,00	0+163,79	Camino 3	
38	0+000,00	0+209,75	Camino 6	
TRANSFER				
44	0+000,00	0+262,13	Fase 4 Transfer	100%

Fase 4

A causa de las actuaciones previstas en la vía de servicio, se procede a cerrar el carril que permite derivarse hacia el camino de los huertos del parque de San Ildefonso, estableciéndose como acceso alternativo a los huertos la entrada peatonal existente en la avenida Séneca.

Durante la ejecución del eje 14, se procede a efectuar el corte del carril exterior de la calzada creciente de la autovía A-4, siendo necesario trazar mediante un desvío provisional la incorporación en el tronco de la autovía A-4 de los traficos de la vía de servicio.

4.15.5. Fase 5

En esta fase se procederá a ejecutar la zona D, así como la ejecución del nuevo paso superior, que provocará el cierre de los carriles exteriores de ambas calzadas de la autovía A-4.

En la tabla se muestran los ejes a ejecutar, teniendo en cuenta los PP.KK. entre los que es posible llevar a cabo la fase constructiva.

FASE CONSTRUCTIVA 5.				
EJE	PK _i	PK _f	NOMBRE	Grado de ejecución/comentario
A-4				
1	0+000	0+833,48	Vía Colectora Derecha	100%
17	0+000	0+126,74	Transfer Vía colectora MD	100%. Ampliación arcén de la calzada existente

FASE CONSTRUCTIVA 5.				
EJE	PK _i	PK _f	NOMBRE	Grado de ejecución/comentario
29	1+500,00	2+430,96	A4 MD	100%
34	0+000,00	0+500,00	A4 MI	100%
58	0+000,00	0+202,51	Vía Colectora Derecha B	100%
RAMALES				
10	0+000	0+646,12	R A4 COR-GL2	100%
TRANSFER				
45	0+000	0+189,68	Fase 5 Transfer	100%

Fase 5

Como medidas de solución al tráfico en la calzada creciente de la autovía A-4 se procede a pasar el tráfico de tres carriles a dos carriles, cortando el carril exterior, hasta una vez superada la estructura E-3; se traza un desvío provisional para permitir el acceso a la carretera A-8008 y a Sevilla Este.

En la calzada decreciente de la autovía A-4, se procede a cortar el carril exterior, por lo que se pasa el tráfico de tres a dos carriles, además en la vía de servicio se procede al corte de la margen izquierda.

4.15.6. Fase 6

Para finalizar la ejecución de las actuaciones llevadas a cabo en la autovía A-4, se procede a efectuar un fresado del firme de la zona que no se ejecuta, para igualar la calzada existente con la zona de nueva construcción.

Por ello se procede a efectuar la fase 6, en tres subfases A, B y C. Se ha previsto que la ejecución de los trabajos se lleve a cabo en horario nocturno, durante las horas de baja demanda de la autovía A-4:

- Subfase A, la calzada creciente será fresada en toda la zona F entre los pp.kk. 0+000,00 y 1+800,00 del eje 29. Se procede a cerrar al tráfico la calzada creciente afectada y la entrada del aeropuerto dirección Sevilla, como alternativa se propone desviar el tráfico de la calzada creciente a la decreciente; para ello es necesario levantar la barrera de hormigón existente en la mediana entre ambas calzadas en dos puntos para realizar el desvío, además de incorporar a los vehículos que salen del aeropuerto sentido Córdoba en la autovía A-4, hasta el cambio de sentido que existe en la salida 528 de la autovía A-4, para que se dirijan a Sevilla.
- Subfase B, la calzada creciente de la zona D será fresada, entre los pp.kk. 1+800,00 y 2+600,00 del eje 29. Se procede a cerrar al tráfico la calzada creciente afectada y la salida hacia la carretera SE-20 y hacia la carretera A-8008 desde la autovía A-4; como alternativa se propone desviar el tráfico de la calzada creciente a la decreciente; para ello es necesario levantar la barrera de hormigón existente en la mediana entre ambas calzadas en dos puntos para realizar el desvío, además de proponer como trazado alternativo para llegar a la Isla de la Cartuja la carretera SE-30 en sentido Mérida.

La alternativa para acceder desde la calzada creciente de la autovía A-4 hacia la carretera A-8008, consiste en entrar en la carretera SE-30 dirección Mérida, para invertir el sentido en la primera glorieta, para incorporarse a la autovía A-4 dirección Córdoba y salir en la salida 535.

- Subfase C, se procede a fresar la calzada decreciente de la zona D, entre los pp.kk. 2+600,00 y 1+800,00 del eje 29. Se procede a cerrar al tráfico la calzada decreciente afectada y la salida hacia la carretera SE-20 desde la autovía A-4; como alternativa se propone desviar el tráfico de la calzada creciente a la decreciente; para ello es necesario levantar la barrera de hormigón existente en la mediana entre ambas calzadas en dos puntos para realizar el desvío, además de proponer como alternativa al enlace cerrado, la desviación desde la SE-20 a la glorieta de la carretera A-8008, para entrar a la autovía A-4 en la calzada creciente, entrar a la carretera SE-30 en sentido Mérida, para invertir la dirección, y poder entrar a la A-4 en sentido Córdoba.

Se ha previsto la reutilización de señales, elementos de balizamiento y de contención en las diferentes fases consideradas.

4.15.7. Secciones de firme a emplear

En el caso particular del presente proyecto los dos desvíos provisionales van a ir apoyados la totalidad de su trazado en viales existentes.

Desvío Provisional 1

El desvío provisional 1 permitirá la continuidad de los tráficos desde la vía de servicio de la margen sur hacia la autovía A-4, durante el momento en el que los tráficos de la carretera SE-20 sentido Córdoba se encuentran desviados por la vía de servicio., confluyendo los tráficos existentes del eje 14 (SE-20, sentido Córdoba) y eje 15 (Estación de servicio en margen izquierda de A-4 hacia autovía A-4, sentido Córdoba). Considerando que la sección de la plataforma en la A-4 en este tramo y el tramo de vía de servicio anexa al tronco, disponen de una sección de firme con categoría de tráfico pesado asimilable a T0, será suficiente la ejecución de un refuerzo de firme en el tramo de la vía de servicio destinado a desvío provisional consistente en una capa de rodadura tipo BBTM 11 B PMB 45/80-65 C de 4 cm de espesor, consiguiendo así, además de un incremento de la capacidad estructural del firme, una regularidad superficial adecuada.

Desvío Provisional 2

En el segundo desvío previsto, se permitirá la salida desde la calzada creciente de la autovía A-4, hacia la carretera A-8008 y hacia Sevilla Este, siendo necesario levantar las defensas existentes en la margen existente entre el tronco de la autovía A-4 y la vía de servicio de la margen norte, además de nivelar el firme actual. No se incrementará por tanto el tráfico previsto en este tramo por lo que se opta por una solución similar a la contemplada para el primer desvío provisional, con la misión añadida de conseguir una nivelación adecuada del firme entre la autovía A-4 y el ramal de enlace con la carretera A-8008.

4.16. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

Este apartado es preliminar, se desarrollará y completará en fases posteriores.

4.16.1. Señalización horizontal

En relación con la señalización horizontal, se presentan las marcas viales a utilizar y los criterios que se han seguido para su elección, justificando su uso en función de los criterios fijados por la Instrucción de Carreteras 8.2.-I.C. "Marcas Viales" de marzo de 1987 publicada por la Dirección General de Carreteras. Asimismo, también se presentan los tipos de pintura a emplear en la realización de las diferentes marcas viales.

Discontinuas	Continuas	Flechas	Inscripciones	Transversales	Otras Marcas
M-1.1	M-2.4a	M-5.1 y M-5.2	M-6.5	M-4.1	M-7.1
M-1.3	M-2.4b	M-5.3.1		M-4.2	M-7.2
M-1.6 y M-1.7	M-2.5	M-5.3.2		M-4.3	
M-1.11 y M-1.12	M-2.6	M-5.3.3			

4.16.2. Señalización vertical

Se trata de los siguientes tipos de señales: advertencia de peligro, de reglamentación y de indicaciones generales.

En lo que respecta a la señalización vertical fija, se han descrito las características más importantes de las señales de código a utilizar en el presente proyecto (reflectancia, tamaño, materiales constitutivos, etc.) de acuerdo con la 8.1- I.C., *Señalización Vertical*, aprobada por Orden Ministerial de 20 de marzo de 2014 y los catálogos de señales de circulación publicados por la Dirección General de Carreteras en marzo y junio de 1.992.

4.16.3. Pórtico señalización variable.

En el tramo objeto del proyecto se localiza un pórtico de señalización variable en la calzada norte que resulta afectado por la ampliación de sección del tronco. Es por el por ello que se ha previsto su traslado a su nueva posición.

4.16.4. Balizamiento.

Los elementos a utilizar para el correcto balizamiento de la vía de acuerdo con la normativa vigente son los siguientes:

- Hitos de arista.
- Hitos Captafaros reflectantes.
- Hitos de vértice.
- Balizas cilíndricas.
- Hitos kilométricos

4.16.5. Defensas.

Para la determinación de los tramos donde tendrá que instalarse barrera de seguridad y que tipo disponer, se han seguido las recomendaciones siguientes que establece el Ministerio de Fomento:

- O.C. 35/2014 sobre “Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos”.
- En cuanto a los modelos a emplear, desde el 1 de enero de 2011 es obligatorio el marcado CE también en barreras y pretiles de hormigón. En consecuencia, desde esta fecha y al carecer de sentido el actual catálogo de sistemas de hormigón, sólo aquellas barreras y pretiles de hormigón que habiendo sido ensayadas y cumpliendo todos los requisitos, posean el correspondiente certificado de conformidad CE según la norma UNE-EN-1317, se podrán disponer en la red de carreteras del Estado.

Para la elección del tipo de barrera a emplear se han tenido en cuenta los siguientes factores o condicionantes:

- Tipo de vía.
- Ancho de berma.
- Trazado en desmonte o terraplén y sus taludes.
- Presencia y tipos de obstáculo.
- Distancia al obstáculo.
- Gravedad del hipotético accidente.
- IMD total y de vehículos pesados IMDp.

Identificación de las zonas con elementos o situaciones potenciales de riesgo.

Con objeto de evaluar la necesidad de barrera y el nivel de contención, se procede en primer lugar a identificar aquellas zonas que se den en el proyecto indicando las progresivas o distancias al origen (D.O.) inicial y final, así como el margen de la calzada donde se localizan.

Las situaciones potenciales de riesgo que se encuentran a lo largo del trazado y el riesgo de accidente que supone cada una, se desarrollan en el anejo 17.

Barreras dispuestas.

Una vez seleccionados los parámetros más adecuados en cada caso, es decir, clase y nivel de contención, índice de severidad, tipo (simple o doble), anchura de trabajo y deflexión dinámica, se ha establecido el sistema a instalar.

Todos los sistemas de contención deben poseer el correspondiente marcado CE. Las barreras deberán cumplir los ensayos marcados por la Norma UNE-EN 1317, así como la O.C. 35/2014 en sus apartados 1 al 7.

La longitud del sistema elegido en cada caso debe ser superior a la longitud mínima ensayada.

Los sistemas de contención seleccionados no deben incluir elemento separador.

En el Proyecto que nos ocupa se han considerado las posibilidades de accidente muy grave, grave y normal, escogiendo los diferentes tipos de barreras utilizadas según el nivel de contención necesario en cada caso.

Definidas las zonas con riesgo de accidente y su categoría conforme a lo expuesto en la nueva Orden Circular, se han aplicado en cada caso las barreras de seguridad metálicas más apropiadas en función de su deflexión dinámica y ancho de trabajo.

Las barreras utilizadas serán las siguientes:

- BD H1 $W \leq W3$ (MÁX 1,00), $D \leq 0,80$ m, A utilizada en zonas en las que el riesgo de accidente puede ser grave o normal.
- BS H1 $W \leq W3$ (MÁX 1,00), $D \leq 0,90$ m, A utilizada en zonas en las que el riesgo de accidente puede ser grave o normal.
- BS N2, $W \leq W4$ (MÁX 1,30), $D \leq 1,10$ m, A utilizada en zonas en las que el riesgo de accidente puede ser normal.
- BHD H2 $W \leq W3$ (MÁX 1,00), $D \leq 0,30$ m, B utilizada para la separación física de calzadas (ejes 4 y 31).
- BS H2, $W \leq W1$ (MÁX 0,60), $D \leq 0,12$ m, B utilizada en zonas en las que el riesgo es grave y el espacio de instalación del sistema reducido. Este sistema de contención será instalado sobre el alzado del muro en mediana entre los Ejes 2 y 3. En el resto de casos, será instalado “en tierras” sobre una zapata corrida de dimensiones 60x25 cm. Esta cimentación ha sido recogida separadamente en el Documento nº 4 del Proyecto.
- BS H2, $W \leq W4$ (MÁX 1,30), $D \leq 1,20$ m, A utilizada en la anticipación de los pretiles de la Estructura E-1 y en otros riesgos graves como, por ejemplo, la protección de pilas de pórtico en la autovía A-4.
- Pretil H2, $W \leq W5$ (MÁX 1,70), $D \leq 0,90$ m, B utilizado en las zonas de accidente grave donde se localizan estructuras y en el riesgo de accidente muy grave a fin de evitar la caída desde el muro que separa los ejes 14 y 15.
- Pretil H2, $W \leq W2$ (MÁX 0,80), $D \leq 0,60$ m, B utilizado en la estructura E-1.

4.17. INTEGRACIÓN AMBIENTAL

El objetivo principal de los trabajos recogidos en el Anejo de Integración Ambiental es conseguir una adecuada integración del Proyecto y su proceso constructivo en el entorno sin causar impactos significativos que mermen la calidad ambiental de la zona de actuación.

Durante esta fase se identifican los principales valores ambientales que pudieran condicionar el trazado de la actuación.

Asimismo, se identifican las actuaciones necesarias para lograr una correcta integración ambiental de la nueva infraestructura, tanto en la fase de construcción como en la de funcionamiento, para lo cual también se han enumerado las acciones de vigilancia necesarias para una correcta integración ambiental de la infraestructura.

Además, el 12 de septiembre de 2017, el Director General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, de acuerdo a la Orden APM/623/2017, de 28 de junio, por la que se determina el régimen de suplencia temporal de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, firma la “Resolución de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente por la que se formula Informe de Impacto Ambiental del “Proyecto de

Trazado y Construcción de Reforma del Enlace de la Autovía del Sur (A-4) con la SE-20 (P.K. 0). Sevilla". Este informe de impacto ambiental es la tramitación ambiental previa asociada al proyecto. Todos los aspectos indicados en dicho informe se han tenido en cuenta de forma que se garantice la integridad del medio.

4.17.1. Descripción del medio

Se ha elaborado un inventario ambiental en el que se han relacionado e identificado todos los elementos y condicionantes ambientales. A continuación, se destacan los principales elementos del medio.

Las actuaciones proyectadas interceptan el Arroyo Tamarguillo. Se intercepta el arroyo en las mismas zonas en las que actualmente ya existe intercepción por parte de la autovía A-4 y de la carretera SE-20. En esos puntos el arroyo no se encuentra encauzado aunque sí presenta cierto grado de desnaturalización por la presencia de las infraestructuras lineales citadas.

Según la guía ambiental del parque el Tamarguillo (entorno muy próximo a la zona de proyecto) se ha detectado la presencia de la especie en las inmediaciones del área de estudio, en concreto en el interior del parque citado. Destacar que no se va a generar ningún tipo de afección directa sobre el parque en el que se ha citado la presencia del alzacola.

Según el escrito remitido por Ecologistas en acción, en el cual adjuntan un listado de especies de fauna que han sido citadas en la Consejería de Medio Ambiente, la Asociación Española de Herpetología a través del programa SARE y la Sociedad Española de Ornitología o bien han sido anilladas en el Parque del Tamarguillo, o se ha documentado la reproducción o están bajo algún tipo de amenaza y catalogados en el Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía o en los Anexos de la Directiva Hábitats o en la Ley 42/2007, incluye el aguilucho cenizo entre las especies presentes en el ámbito de estudio. Pese a que no se hayan detectado avistamientos no puede ser descartada la potencial presencia de ejemplares en hábitats adecuados para el aguilucho, pese a que su presencia es relativamente poco probable se propone una serie de medidas preventivas a desarrollar durante la ejecución de la obra con objeto de minimizar posibles afecciones sobre la especie.

4.17.2. Medidas preventivas y correctoras

Todas las consideraciones anteriores se han sintetizado en el reconocimiento y diagnóstico de los aspectos ambientales más significativos, para dar lugar a la definición de las medidas preventivas y correctoras y al Programa de Vigilancia Ambiental.

De esta forma, las medidas preventivas proyectadas en fase de obras se han agrupado en los siguientes apartados:

- Localización de zonas auxiliares de obra, temporales y permanentes.
- Protección y conservación de suelos.
- Protección atmosférica.
- Prevención del ruido.
- Protección de las aguas y el sistema hidrológico.
- Protección de la fauna.

- Gestión de residuos.
- Protección y conservación de la vegetación.
- Protección y conservación de Espacios Naturales de Interés.
- Protección del Patrimonio Cultural.
- Mantenimiento de la permeabilidad territorial y los servicios existentes.

Todas estas actuaciones protectoras y correctoras se han identificado en el Proyecto.

4.17.3. Programa de Vigilancia Ambiental

Finalmente se ha definido el Programa de Vigilancia Ambiental, cuya función básica es establecer un procedimiento que garantice la correcta ejecución y cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras, así como la detección de impactos imprevistos y la aplicación de medidas complementarias.

4.18. OBRAS COMPLEMENTARIAS

4.18.1. Cerramiento de la Autovía

Se demolerán aquellos tramos de valla de cierre existentes que entren en conflicto con el nuevo trazado proyectado. Actualmente, en gran parte del trazado, el cerramiento se localiza adosado a las defensas, en la arista exterior del arcén.

El cerramiento longitudinal de la nueva infraestructura será continuo, de malla progresivo y acompañado de diversos dispositivos de escape que servirá para facilitar la salida de los animales que hubieran podido acceder al interior de la autovía. Asimismo, para evitar el acceso de la fauna doméstica a la calzada y su atropello, la valla irá enterrada un mínimo de 30 cm.

Otros cerramientos afectados son, el de la Finca 28, descrita en el anejo 23, *Expropiaciones* y el vallado perimetral del parque de San Ildefonso o *Tamarguillo*.

4.18.2. Cerramiento del aeropuerto de Sevilla

En aeropuerto de Sevilla es colindante a la margen sur de la autopista A-4, siendo su cerramiento común en algunas zonas. Todo el cerramiento afectado será repuesto con cerramiento seguridad de aeropuerto.

En general todas las actuaciones relativas a vallados de seguridad del proyecto cumplirán las especificaciones del Módulo 2 'Requisitos Técnicos y de Diseño de Vallados Perimetrales' del 'Manual de Seguridad para el Diseño de Aeropuertos' publicado por Aena Aeropuertos en 2010, así como del documento '*IGEP 2017-ANEXO 5-PPTP33_Vallado seguridad aeroportuaria*' de las Instrucciones Generales para la Elaboración de Proyectos, publicadas por Aena Aeropuertos en 2017.

4.18.3. Hitos de deslinde

Se señalará con hitos de deslinde el límite de la expropiación originada por la ejecución de la Obra, siempre que dicho límite no coincida con la línea de cerramiento.

Los hitos serán prefabricados de hormigón blanco de dimensiones 1,15 m. de altura, 19x19 cm. en la base inferior, 16x16 cm. en extremo superior, acabado en punta piramidal para facilitar el deslizamiento del agua, 80 kg. de peso. Tendrán 4 varillas de acero corrugado B500S de 8 mm. de diámetro y 1,30 m. de largo asomando por la base inferior 15 cm. aproximadamente para el posterior hormigonado en el hoyo de ubicación.

4.19. REPLANTEO

El método utilizado para el replanteo de los ejes que define la plataforma (transversales y longitudinales), es el conocido como replanteo por bisección.

Para el cálculo de las coordenadas U.T.M. de estos puntos se ha utilizado el programa Istram ISPOL V. 18.01.01.30 de Buhodra.

En los listados de replanteo, incluidos en el Anejo 21, desde bases aparecen las estaciones de referencia BR y BO con sus respectivas coordenadas "X", "Y", "Z", el coeficiente de anamorfosis "K", así como el azimut de la base estacionada y la distancia entre ésta y la base visada.

En esta fase del proyecto únicamente se han materializado los vértices de la Red Básica. Se ha implantado una Red Básica constituida por cuatro vértices, denominados del BR01 al BR22. Estos puntos se encuentran materializados mediante clavos de acero, lo que garantiza su estabilidad y permanencia.

4.20. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

Los organismos y compañías suministradoras con las que se ha establecido contacto para el presente proyecto son las siguientes:

Organismos Oficiales

La relación de los organismos consultados, a nivel estatal, autonómico y municipal, es la siguiente:

- MINISTERIO DE FOMENTO. DIRECCIÓN GENERAL DE FERROCARRILES.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIOAMBIENTE. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR.
- MINISTERIO DE INTERIOR. DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO.
- MINISTERIO DE FOMENTO. ENTIDAD ESTATAL DE SUELO (SEPES).
- MINISTERIO DE DEFENSA. DELEGACIÓN DE DEFENSA DE ANDALUCÍA.
- ADIF. ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURA FERROVIARIAS. DELEGACIÓN DE MANTENIMIENTO DE LÍNEAS SUR.
- AENA. AEROPUERTOS ESPAÑOLES Y NAVEGACIÓN AÉREA.
- AESA. AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AEROPORTUARIA.
- CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA. AGENCIA DE VIVIENDA Y REHABILITACIÓN DE ANDALUCÍA (AVRA), ANTIGUO EPSA.
- CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA. AOPJA. FERROCARRILES DE LA JUNTA.
- CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA. DELEGACIÓN TERRITORIAL DE SEVILLA.

- CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA. DELEGACIÓN TERRITORIAL DE SEVILLA. SERVICIO DE CARRETERAS.
- CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES. DELEGACIÓN TERRITORIAL. INSTITUTO ANDALUZ DE PATRIMONIO HISTÓRICO.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. GERENCIA DE SEVILLA.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIOAMBIENTE. DELEGACIÓN DE SEVILLA.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIOAMBIENTE. SECRETARÍA GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE E INFORMACIÓN AMBIENTAL.
- DIPUTACIÓN DE SEVILLA ÁREA DE COHESIÓN TERRITORIAL. SERVICIO DE CARRETERAS Y MOVILIDAD.
- GERENCIA DE URBANISMO DEL AYUNTAMIENTO DE SEVILLA.
- DELEGACIÓN TERRITORIAL DE CULTURA, TURISMO Y DEPORTE EN SEVILLA. SEDE DE CULTURA Y DEPORTE.
- SERVICIO DE PARQUES Y JARDINES DEL AYUNTAMIENTO DE SEVILLA

Compañías suministradoras

La relación de las compañías suministradoras consultadas, es la siguiente:

- SEVILLANA ENDESA DE ELECTRICIDAD ALTA TENSIÓN.
- SEVILLANA ENDESA DE ELECTRICIDAD MEDIA Y BAJA.
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (REE).
- EMASESA.
- ENAGAS, S.A.
- GAS NATURAL DE ANDALUCÍA.
- COMPAÑÍA LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS CLH.
- TELEFÓNICA.
- ONO/VODAFONE.
- FRANCE TELECOM/ORANGE.
- SOCIEDAD ESTATAL DE CORREOS Y TELÉGRAFOS.
- REPSOL.
- CITYNET.
- BT ESPAÑA.
- JAZZTEL.
- COLT TELECOM ESPAÑA.
- CEPESA.

Otros contactos

- COMUNIDAD DE REGANTES DEL VALLE INFERIOR DEL GUADALQUIVIR.
- BC ESTUDIOS (DESARROLLO DE SAN NICOLÁS OESTE).

A continuación, se adjunta una tabla con las comunicaciones mantenidas con cada uno de los organismos y servicios.

REFORMA DE ENLACE DE LA AUTOVÍA DEL SUR (A-4) CON LA SE-20 (P.K.0)

	ORGANISMO	INFORMACIÓN SOLICITADA		INFORMACIÓN RECIBIDA			CONTACTO			OBSERVACIONES
		FECHA SOLICITUD	DOCUMENTACIÓN	RESPUESTA	CANAL DE RESPUESTA	FECHA RESPUESTA	PERSONA DE CONTACTO	DIRECCIÓN	e-mail	
1	Ministerio de Fomento. Dirección General de Ferrocarriles	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	Carta	04/12/2015	Jorge Ballesterero Sánchez	Plaza de los Sagrados Corazones, nº7. 28071 Madrid		No afecta
2	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	Carta	Reunión el 04/12/15 Carta 30/11/15 Carta 10/12/15 Reunión 29/05/19 Carta 19/06/19	Miguel ángel Llamazares Juan Lluch Peñalver	Dirección Técnica Plaza de España, Sector II 41071 Sevilla		Aportan CD con planos "Proyecto de construcción del nuevo cauce de los arroyos Tamarguillo y Ranillas. T.M. Sevilla" (Clave SE-3051) CHG da conformidad, por carta y por reunión, a las actuaciones prevista en el Proyecto
3	Ministerio de Interior. Dirección General de Tráfico	16/11/2015 20/02/2018 15/05/2018	Carta y Plano de situación Carta e Infraestructuras afectadas sobre la planta de trazado Soluciones propuestas para las afecciones detectadas	Sí	E-mail	11/01/16	Antonio García Martín	C/Páez de Ribera, 4 41071 Sevilla	agarciam@gdt.es	Aportan planos-croquis de equipamiento.
4	Ministerio de Fomento. Entidad Estatal de Suelo (SEPES)	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	Carta	14/12/15	Rodrigo Díez Fernández	Paseo de la Castellana, 91 28046 Madrid		No afecta
5	Ministerio de Defensa. Delegación de Defensa de Andalucía	16/11/2015 26/04/2016	Carta y Plano de situación	Sí	Carta	24/06/16		Avda/ Eduardo Dato, 21 41005 Sevilla		No hay afección
6	Admones. Estatales ADIF. Administrador de Infraestructura Ferroviarias. Delegación de Mantenimiento de Líneas Sur	16/11/2015 26/04/2016	Carta y Plano de situación	Sí				Avda/ Kansas City, s/n 41007 Sevilla		No hay afección
7	AENA. Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea	16/11/2015 20/02/2018 15/05/2018 15/05/2018	Carta y Plano de situación Carta e Infraestructuras afectadas sobre la planta de trazado Soluciones propuestas para las afecciones detectadas	Sí	E-mail	Reunión 14/01/16 E-mail 15/01/16 04/03/16 04/04/16 19/01/17 Reunión 26/03/18 E-mail 26/03/18 27/03/18 03/04/18 05/04/18	Roberto Serrano	A/A Director del Aeropuerto Crta. N-IV. Madrid- Cádiz, km 532 41020 Sevilla	rserrano@aena.es	En la reunión del 14/01/2016 se establece que AENA facilita información acerca del sistema de iluminación que atraviesa la A-4, sobre las servidumbres aeronáuticas y sobre los tráficos estimados en la ampliación del aeropuerto. Posteriormente aportan: - "Documentación final de obra de sistema de iluminación de aproximación en cabecera 10 en el aeropuerto de Sevilla" - "Plan exterior (Zona E) del aeropuerto de Sevilla" - "Plan Especial del Sistema General aeroportuario de Sevilla" - Planos de servidumbres aeronáuticas - Plano de servidumbres aeronáuticas en coordenadas En la reunión del 26/03/2018, se analiza la reposición de las estructuras soporte de las luces aproximación del aeropuerto, accesos para evacuación en caso de accidente aéreo y análisis de las servidumbres aeronáuticas Se aportan fichas técnicas de balizas y mástiles Se aporta ficha técnica del cable Se indica que interesarían que las luces de aproximación quedasen dentro del pórtico

REFORMA DE ENLACE DE LA AUTOVÍA DEL SUR (A-4) CON LA SE-20 (P.K.0)

	ORGANISMO	INFORMACIÓN SOLICITADA		INFORMACIÓN RECIBIDA			CONTACTO			OBSERVACIONES	
		FECHA SOLICITUD	DOCUMENTACIÓN	RESPUESTA	CANAL DE RESPUESTA	FECHA RESPUESTA	PERSONA DE CONTACTO	DIRECCIÓN	e-mail		
40	Admones. Estatales	05/04/19	Primer Envío documento estudio Servidumbres aeronáuticas y obstáculos mayores de 100m				María de los Ángeles Cuevas	Avda. General Perón, 40 Edf. Mapfre 28020 Madrid	magcuevas@seguridadaerea.es	Envío de formulario de solicitud para la Tramitación de servidumbres Aeronáuticas y obstáculos mayores de 100 m, con documento de estudio adjunto.	
		03/06/19	Mail previo a reunión para enviar listados Excel de alturas								
		04/06/19	Reunión en las dependencias de AESA con María de los Ángeles García-Cuevas. Solicitan modificaciones en los Excel que se envían por mail y posteriormente, por vía oficial	sí	e-mail teléfono reunión		María de los Ángeles Cuevas				Roberto Serrano (AENA) indica a la Directora de Proyecto que AESA solicita aclarar algunos de los datos del Estudio de Servidumbre. Estos se envían por mail antes de la reunión del día 04/06/19. En dicha reunión se aclaran algunas necesidades de AESA para realizar su estudio, y se envían nuevos datos por mail los días 5 y 6 de junio del 19.
		05 y 06/06/19	Mails con más información solicitada por AESA en la reunión								
		25/06/19	Envío de documento completo corregido <i>Estudio Servidumbres aeronáuticas y obstáculos mayores de 100m</i> (Incluido en Apéndice 4 de este Anejo)	sí			María de los Ángeles Cuevas			El Estudio de Servidumbres aeronáuticas definitivo se envía de manera oficial	
8	Agencia de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía (AVRA), antiguo EPSA	16/11/2016 04/04/2016	Carta y Plano de situación	No			Avda/ Grecia s/n Edif "Los Bermejales" 41013 Sevilla			- Se vuelve a enviar debido al cambio de denominación del organismo -El proyecto afecta al PGOU de Sevilla al SUS-DMN-04, a 2 SSGG de EELL (SGEL 12-Parque S. Nicolás –Valdeorras; S.GEL 13-Parque S.Ildelfonso) y al SG Aeropuerto de Sevilla	
9	Consejería de Fomento y Vivienda. AOPJA. Ferrocarriles de la Junta	16/11/2015 26/04/2016	Carta y Plano de situación	No			Avda/Diego Martínez Barrio, 10 41013 Sevilla			Se envía información sobre un Proyecto de Construcción del eje ferroviario transversal de Andalucía. Tramo: Sevilla Santa Justa – Aeropuerto de San Pablo.	
10	Consejería de Fomento y Vivienda. Delegación Territorial de Sevilla.	16/11/2015 26/04/2016	Carta y Plano de situación	No			Pza. San Andrés, 2 y 4 41003 Sevilla			Indican que la actuación afectaría al viario urbano planteado por el Ayuntamiento de Sevilla	
11	Consejería de Fomento y Vivienda. Delegación Territorial de Sevilla. Servicio de Carreteras	16/11/2015 04/04/2016	Carta y Plano de situación	No			C/ Jesús del Gran Poder nº 30 41071 Sevilla			-Se reenvía por falta de respuesta -El proyecto no afecta a la A-8008, sin ser clara la afección que producirían unos viales desde la glorieta hacia la A-8008. -Se adjunta plano de delimitación de competencias Ministerio/Junta	
12	Consejería de Cultura. Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	Carta	04/12/15	Román Fernández-Baca Casares	Camino de los Descubrimientos s/n 41092 Sevilla		Indican que hay que dirigirse a la Delegación Territorial de Cultura , Turismo y Deporte	

REFORMA DE ENLACE DE LA AUTOVÍA DEL SUR (A-4) CON LA SE-20 (P.K.0)

	ORGANISMO	INFORMACIÓN SOLICITADA		INFORMACIÓN RECIBIDA			CONTACTO			OBSERVACIONES
		FECHA SOLICITUD	DOCUMENTACIÓN	RESPUESTA	CANAL DE RESPUESTA	FECHA RESPUESTA	PERSONA DE CONTACTO	DIRECCIÓN	e-mail	
13	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio. Agencia de Medio Ambiente y Agua. Gerencia de Sevilla	16/11/2015 26/04/2016	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail	27/05/16 18/08/16		C/ Américo Vespucio s/n 41092 Sevilla	solicitudes.informacion.ambiental.cmaot@juntadeandalucia.es	Indican dónde conseguir información en su nube.
14	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio. Delegación de Sevilla	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	Carta	28/12/15	Salvador Camacho Lucena	Avda/Grecia s/n 41071 Sevilla		No hay afecciones
15	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio. Secretaría General de Medio Ambiente y Agua. Dirección General de Desarrollo Sostenible e Información Ambiental	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	email carta	14/12/15 12/01/16 03/06/16		Avda/ Manuel Siurot, nº 50 41013 Sevilla		Se adjunta información REDIAM
12 B	Delegación Territorial de Cultura, Turismo y Deporte en Sevilla. Sede Cultura y Deporte	13/01/2016	Carta y Plano de situación	Sí	carta	08/03/16	Juan José Hinojosa Torralbo José Castiñeira Sánchez	C/Castelar, nº22 41001 Sevilla		No consta inscripción en el ámbito de estudio del proyecto. Se Solicita control arqueológico del movimiento de tierras
16	Diputación de Sevilla Área de Cohesión Territorial. Servicio de Carreteras y Movilidad	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	carta	26/02/16	Esther Revelles José Pedro Mora Fernández	C/ Menéndez y Pelayo, 32 41004 Sevilla		No se afecta a ningún servicio o infraestructura de su titularidad
17	Admones. Locales Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	Carta	03/12/15	Luis Gómez Martínez	Avda/ Carlos III s/n. Isla de la Cartuja. 41092 Sevilla		Aportan CD con PP San Nicolás Oeste Se comenta el resultado del nuevo análisis de alternativas, decidiendo desarrollar la alternativa en la que los ejes 2 y 3 discurren bajo el eje 4.
	Servicio de Parques y Jardines del Ayuntamiento de Sevilla	13/02/2017 07/03/2018	Carta y Plano de situación. Proceso de Tramitación Ambiental Carta e Infraestructuras afectadas sobre la planta de trazado	Sí	e-mail	e-mail 02/02/2017 Reunión 08/02/2017	Merche Ruano Rodríguez Cristina Valpuesta Tundidor	Avda. de Molini, nº 4 41012 Sevilla	m.ruano.jardines@sevilla.org	En la reunión se establece que no existen límites del parque, solicitar a Gerencia Municipal de Urbanismo. Inventario de Flora y Fauna. Normativa específica del parque. Ante la preocupación del impacto visual y acústico, se tiene en cuenta restauración paisajística de la zona.
18	Servicios Comunidad de Regantes del Valle Inferior del Guadalquivir	16/11/2015 20/02/2018 15/05/2018	Carta y Plano de situación Carta e Infraestructuras afectadas sobre la planta de trazado Soluciones propuestas para las afecciones detectadas	Sí	E-mail	01/12/15 19/02/16 Reunión 07/01/16	Antonio Morales Medina 954 21 13 15	C/ Trajano, nº2 41002 Sevilla	amm@crvig.es	Aportan croquis de posibles afecciones

REFORMA DE ENLACE DE LA AUTOVÍA DEL SUR (A-4) CON LA SE-20 (P.K.0)

	ORGANISMO	INFORMACIÓN SOLICITADA		INFORMACIÓN RECIBIDA			CONTACTO			OBSERVACIONES
		FECHA SOLICITUD	DOCUMENTACIÓN	RESPUESTA	CANAL DE RESPUESTA	FECHA RESPUESTA	PERSONA DE CONTACTO	DIRECCIÓN	e-mail	
19	BC ESTUDIOS (Desarrollo de San Nicolás Oeste)	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail	01/12/20	Javier Bernal	C/ Juan de Vera 9 Bº Izq, 41003 Sevilla	bcestudio@bcestudio.net	Remiten a la Gerencia de Urbanismo
20	Sevillana Endesa de Electricidad Alta Tensión	16/11/2015 06/03/2018	Carta y Plano de situación Carta e Infraestructuras afectadas sobre la planta de trazado	Sí	E-mail Carta	30/11/15 20/03/18	Jose Antonio González Matador	Avda/ Doctor Fedriani, S/N 41009)Sevilla	joseantonio.gonzalez@enel.com	Aportan planos líneas. SE OBTIENE INFORMACIÓN DE INKOLAN No afecta. Pasan Información a la Unidad de Red de Media Tensión para su estudio
21	Sevillana Endesa de Electricidad Media y Baja	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail	30/11/15	Jose Antonio González Matador	Avda/ de la Borbolla, 5 41004 Sevilla	joseantonio.gonzalez@enel.com	Aportan planos líneas. Se obtiene información de INKOLAN
22	Red Eléctrica de España (REE)	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	Carta	28/12/15	Elena Nogueroles Laguia	Paseo del Conde de los Gaitanes, 117 28109 Alcobendas, Madrid		No afecta.
23	EMASESA	16/11/2015 20/02/2018 15/05/2018 24/10/2018	Carta y Plano de situación Carta e Infraestructuras afectadas sobre la planta de trazado Soluciones propuestas para las afecciones detectadas Respuesta a los condicionantes de propuesta de reposición de servicios afectados	Sí	Carta Carta email	03/12/15 Reunión 22/01/16 Reunión 07/03/18 Reunión 24/07/18 06/09/18 Reunión 13/03/19 14/01/19	Antonio Javier García López Jefe de Nuevos Desarrollos 955 47 70 59 - 654301554 Diego Martín Berbel 955477113 Jose Manuel Puerto	C/ Escuelas Pías, 1 41003 Sevilla Demarcación de Carreteras	ajgarcia@emasesa.com	Aportan CD con redes de saneamiento, abastecimiento y fibra óptica. Francisco Fernández: 955477026-607636308 En la Reunión se analizan las afecciones a la red de abastecimiento y saneamiento posteriormente se recibe un informe, el cual se ha tenido en cuenta en la definición de las reposiciones Algunos requerimientos de detalle que se tendrán en cuenta en Fase 4 Se revisa la reposición prevista para el colector de Saneamiento de la Marge Norte y EMASESA solicita: - revestir el tubo de 1800 mm con lámina de polietileno - Que el cruce bajo la A-4 pueda ser visitable desde ambas márgenes, en alineación recta. - Incluir cuenta en margen norte de camino 31. Se incluyen planos y pozos de afección a la red de saneamiento
24	ENAGAS, S.A.	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail	01/12/15	María del Carmen López García 954 93 00 22	Enagás Transporte SAU. P.I. La Isla. Crta. Isla Menor, km.6 41703 Dos Hermanas, Sevilla	mclopez@enagas.es	No afecta.
25	Gas Natural de Andalucía	16/11/2015 06/03/2018	Carta y Plano de situación Carta e Infraestructuras afectadas sobre la planta de trazado	No				Servicios Técnicos. Departamento de Proyectos y Construcción. P.I. Pineda- Crta. N-IV SE-CA km 547,00. Fase II, Parcela 4, Calle E, 41012 Sevilla		Se obtiene información de INKOLAN

REFORMA DE ENLACE DE LA AUTOVÍA DEL SUR (A-4) CON LA SE-20 (P.K.0)

	ORGANISMO	INFORMACIÓN SOLICITADA		INFORMACIÓN RECIBIDA			CONTACTO			OBSERVACIONES
		FECHA SOLICITUD	DOCUMENTACIÓN	RESPUESTA	CANAL DE RESPUESTA	FECHA RESPUESTA	PERSONA DE CONTACTO	DIRECCIÓN	e-mail	
26	Compañía Logística de Hidrocarburos CLH	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail	09/12/15	Margarita Fernández Guijarro	C/ Titán nº 13 Planta 1ª 28045 Madrid	mfernandezg@clh.es	No afecta.
27	Telefónica	16/11/2015 20/02/2018 15/05/2018	Carta y Plano de situación Carta e Infraestructuras afectadas sobre la planta de trazado Soluciones propuestas para las afecciones detectadas	Sí	E-mail	DEVUELTA 04/04/16		Gerencia Planta Externa Sur C/ Bami, 31 1ª planta 41013 Sevilla	mpe.malaga@telefonica.com	SE OBTIENE INFORMACIÓN DE INKOLAN
28	Ono	16/11/2015 17/12/2015	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail	DEVUELTA 29/12/15	Cristóbal Delgado	Avda/Cardenal Bueno Monreal s/n Edif. Columbus 41013 Sevilla	cdelgado@ono.es	Aportan información de redes
29	Vodafone	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail	29/12/15	Cristóbal Delgado	Avda. Cardenal Bueno Monreal s/n. Ed. Columbus 41013 Sevilla	cdelgado@ono.es	Aportan información de redes
30	France Telecom/Orange	16/11/2015 04/04/2016	Carta y Plano de situación	No				Parque Empresarial La Finca. Paseo del Club Deportivo, nº1 Edif 8 y 9 28223 Pozuelo de Alarcón Madrid		Se envía de nuevo a C/ Ulises, 99. 4ª planta. 28043 MADRID
31	Sociedad Estatal de Correos y telégrafos	16/11/2015 04/04/2016	Carta y Plano de situación	No				Delegado Territorial Zona Sur C/ Cruz Conde nº15, 1ª planta 14001 Córdoba		
34	REPSOL DELEGACIÓN DE SEVILLA	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	Carta	21/12/15	Ciete, S.A. Ingenieros	Avda/ San Francisco Javier, nº 15 Planta 3ª 41005 Sevilla		Contesta la Asistencia Técnica y aportan CD Rom
35	CITYNET	16/11/2015 17/12/2015 13/01/2016	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail	DEVUELTA 26/01/2016	Jose Manuel Calero	C/ de la Azalea Nº1, Edif B Planta Baja El soto de la Moraleja 28019 Alcobendas, Madrid	jmcadero@citynet.es	No afecta
36	British Telecom ESPAÑA	16/11/2015 04/04/2016	Carta y Plano de situación	No			Jorge Sanz Abad Tel. fijo: 911 839 651 Móvil: 640 366 498	C/Salvador de Madariaga, Nº 1 28027 Madrid		Se envía de nuevo a c/ Isabel de Colbrand. 6-8. planta Baja. Edif. Licasa. 28050-MADRID
37	JAZZTEL	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail	18/12/15		C/Anabel Segura nº 11 , Edificio C Edif. C Albatros Planta 2ª 28108 Alcobendas, Madrid	ServiciosFO-Afectado@jazztel.com	Aportan Planos
38	COLT TELECOM ESPAÑA	16/11/2015	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail y Carta	02/12/15		C/Telémaco, nº 5 28027 Madrid	serviciosafectados@colt.net	No Afecta

REFORMA DE ENLACE DE LA AUTOVÍA DEL SUR (A-4) CON LA SE-20 (P.K.0)

	ORGANISMO	INFORMACIÓN SOLICITADA		INFORMACIÓN RECIBIDA			CONTACTO			OBSERVACIONES
		FECHA SOLICITUD	DOCUMENTACIÓN	RESPUESTA	CANAL DE RESPUESTA	FECHA RESPUESTA	PERSONA DE CONTACTO	DIRECCIÓN	e-mail	
39	CEPSA	02/12/2015	Carta y Plano de situación	Sí	E-mail	21/01/16	Genis Petit	Avda/Américo Vespucio, nº5 Bloque 3 1ª planta, módulos 1-7 41092 Sevilla	genispetit@yahoo.es	Reciben información pero no hacen comentarios
OROS CONTACTOS	INKOLAN									Descarga de planos de: - Endesa (líneas eléctricas) - Telefónica (canalizaciones subterráneas y trazado aéreo de líneas de telecomunicaciones) - Gas Natural

4.20.1. Análisis de afección al Aeropuerto de Sevilla

En el apéndice 4 del anejo 22 se realiza un análisis de las afecciones que se producen con el aeropuerto de Sevilla, puesto que es colindante a la autovía A-4 en su margen sur.

Afección a la zona de servicio del Aeropuerto de Sevilla, definida en su Plan Director

Se dispone de la información del Plan Director del Aeropuerto de Sevilla en cuanto a la Zona de Servicio del aeropuerto de Sevilla. Esta información ha sido contratada con la planta del presente Proyecto, para comprobar en qué puntos se invaden los terrenos de aeropuerto.

Se comprueba que se afectan 3.066,66m², divididos en tres bloques:

1. Margen norte, afección al terreno de ubicación de estructuras soporte de las luces de aproximación del aeropuerto
2. Margen sur, afección a la zona de ubicación de una de las puertas del cerramiento
3. Margen sur, afección a franja de terreno entre el camino de servicio del aeropuerto y el tronco de la autovía A-4.

Afección a la posición de las estructuras soporte de las luces de aproximación

Debido a la ampliación de la sección transversal del tronco de la autovía se afectan a los siguientes elementos:

- dos conjuntos de dos torres aisladas
- cuatro banderolas
- un pórtico

Afección del trazado a las servidumbres aeronáuticas

Se ha realizado un estudio de afección a las servidumbres aeronáuticas vigentes del Aeropuerto de Sevilla, actualizadas por el Real Decreto 764/2017, de 21 de julio.

El ámbito de afección del Proyecto de Enlace de la A-4 y SE-20 es contiguo a los terrenos en los que se sitúa el aeropuerto de Sevilla, por lo que debe analizarse la afección del mismo a las servidumbres del aeropuerto.

Afección a la servidumbre de aeródromo

Del análisis de la distribución de alturas libres obtenida, se observa que no existen vulneraciones sobre las servidumbres de aeródromo. En la zona más restrictiva existe un margen de altura libre de hasta 4,99 m sobre las superficies de aproximación RWY 09 y transición RWY 09-27.

Afección a las servidumbres radioeléctricas

En este caso, se estudian por separado las zonas de seguridad y las zonas de limitación de alturas.

SUPERFICIES DE LIMITACIÓN DE ALTURAS

Del análisis de la distribución de alturas libres obtenida, se observa que no existen vulneraciones sobre la superficie de limitación de alturas del GP (Senda de Planeo) del ILS ISE, en las proximidades de la cabecera 09. La menor de las alturas libres analizadas, queda a una distancia de 0,38 m de dicha superficie.

ZONAS DE SEGURIDAD

En este caso no hay diferencias sustanciales, ya que independientemente de la vulneración, el artículo 15 del Decreto 584/72 establece que en la zona de seguridad se prohíbe cualquier construcción o modificación temporal o permanente de la constitución del terreno, de su superficie o de los elementos que sobre ella se encuentre, sin previo consentimiento del Ministerio del Aire (AESA en la actualidad).

El Proyecto afecta a las Zonas de Seguridad del NDB SA y del Localizador STA.

Afección de la operación de aeronaves

Del análisis de la distribución de alturas libres obtenida, se observa que existen vulneraciones de hasta 3,07 m sobre las superficies de aproximación final y aproximación frustrada del ILS RWY 09

Conclusiones

- El Decreto 584/72 establece en sus artículos 7 (para servidumbres de aeródromo) y 15 (para El Decreto 584/72 establece en sus artículos 7 (para servidumbres de aeródromo) y 15 (para radioeléctricas) que no se podrán superar en altura los límites de las SS.AA. Adicionalmente, en su artículo 18 establece que ningún nuevo obstáculo podrá sobrepasar la superficie de aproximación frustrada de la maniobra ILS. No obstante, en el artículo 33 del Decreto se establece que se podrán autorizar con carácter excepcional la construcción de edificaciones o instalaciones en aquellos casos en los que quede acreditado que no se compromete la seguridad a juicio del órgano competente (AESA) y que a tales efectos los promotores podrán presentar un estudio aeronáutico de seguridad que lo acredite.
- En el estudio realizado, se han tenido en cuenta las alturas del trazado proyectado, no teniendo en cuenta los incrementos de altura que representarían los vehículos, ni otro tipo de elementos que se pudieran instalar, de los que no está aún definida su ubicación (el análisis de la afección de este tipo de elementos se analiza en apartados posteriores). Del análisis anterior se concluye que, con un gálibo inferior a 4,5 m, los vehículos vulnerarían las servidumbres aeronáuticas. Debido a esto, para que AESA conceda acuerdo previo favorable, será necesario contar con un estudio aeronáutico de seguridad que podría imponer condicionantes adicionales al trazado.
- El proyecto se encuentra afectado por la zona de seguridad del Localizador LLZ ISV y de la Senda de Planeo GP ISE, en donde se requerirá previo consentimiento de AESA para la ejecución del proyecto.
- Puesto que se requiere obtener acuerdo previo favorable de AESA anterior a la ejecución del proyecto, se ha enviado toda la información requerida por este organismo: primer envío el día 05/04/19, reunión el día 04/06/19 y segundo envío de información el día 25/06/19, tal como se recoge en el Apéndice 4 de Anejo 22, *Coordinación con otros organismos y servicios*.

Afección de diferentes elementos a las servidumbres aeronáuticas

Una vez analizada la afección del trazado a las servidumbres aeronáuticas se pasa a analizar la afección de diferentes elementos que formarán parte del enlace:

- Pórticos y carteles laterales de señalización
- Pórtico de señalización variable (p.k. 0+920 eje 29)
- Columna de iluminación de glorieta 18 m
- Estructuras soporte de las luces de aproximación del aeropuerto
- Pantallas acústicas (3,5 m)

Como resultado del análisis del punto anterior, se obtiene una nube de puntos en la que cada uno de ellos representa la altura libre existente entre las cotas de cada punto del trazado y las servidumbres aeronáuticas.

Como resumen de los resultados obtenidos, se ha elaborado una tabla en la que se muestra la altura máxima de comparación de cada uno de los elementos, así como las alturas libres de las diferentes servidumbres aeronáuticas analizadas.

En el caso de los pórticos y los carteles laterales se muestra el gálibo inferior y la altura de los carteles diseñados. La altura de comparación será la suma de ambas dimensiones.

Cuando las alturas libres de las servidumbres son inferiores a las alturas máximas de comparación de los elementos, se ha marcado en rojo la altura sobrepasada.

ELEMENTO	Hmax COMPARACIÓN	AERÓDROMO	RADIOELÉCTRICA	OPERACIÓN
SEÑALIZACIÓN VERTICAL				
PÓRTICO 1	10,4	50	13	31
PÓRTICO 2	9,88	28	12	42
PÓRTICO 3a	10,4	6,5	5,5	2
PÓRTICO 3b	8,83	6,5	5,5	2
PÓRTICO 4	8,65	14	5,5	3,5
PÓRTICO 5	8,83	19	9	5,5
PÓRTICO 6	8,65	22	12,5	11
PÓRTICO 7	10,4	31	20	26
PÓRTICO 8	8,48	24	14	19
PÓRTICO 9	8,48	24	14	17
PÓRTICO 10	8,48	22	11	10,5
PÓRTICO 11	10,75	30	20	26
PÓRTICO 12	8,48	25	15,5	22
CARTEL LATERAL 1	4,8	23,36	13,4	71
CARTEL LATERAL 2	4,8	27	17	19,5
CARTEL LATERAL 3	3,75	28	14	74

ELEMENTO	Hmax COMPARACIÓN	AERÓDROMO	RADIOELÉCTRICA	OPERACIÓN
CARTEL LATERAL 4	3,93	18	8	4
CARTEL LATERAL 5	4,8	18	16	19
PÓRTICO ITS	7,4	40	15	38
ESTRUCTURAS SOPORTE LUCES APROXIMACIÓN				
B1	7	16	6,5	4
B2	7	15	5	4
B3	7	14	4	3,5
P1	7,3	13	3	3
P2	7,3	11,5	1,8	3
P3	7,3	11	1,7	2
B4	7	10	1	1,6
PANTALLAS ACÚSTICAS				
Eje 9 - 11	2,00	23,5	13,50 - 17,00	17,00-24,50

4.21. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

La actuación desarrollada en el presente Proyecto corresponde a la definición de las obras relativas la ejecución de las obras correspondientes a la "Reforma del Enlace de la Autovía del Sur (A-4) con la SE-20 (P.K. 0). Provincia de Sevilla".

Para la correcta ejecución de las obras contenidas en el presente Proyecto, se definen tres tipos de afección: la expropiación, la servidumbre y la ocupación temporal.

Expropiación

Se expropia el pleno dominio de las superficies que requiera la actuación conforme a la vigente Ley de Carreteras, sus elementos funcionales y las instalaciones permanentes que tengan por objeto una correcta explotación, así como todos los elementos y obras anexas o complementarias definidas en el Proyecto que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él, y en todo caso las superficies que sean imprescindibles para cumplimentar la normativa legal vigente para este tipo de obras.

La expropiación de los terrenos resultantes de la aplicación de los criterios y parámetros de la citada Ley afecta a una superficie de 285.200 m², de los cuales 111.982 m² corresponden a terrenos clasificados como suelo urbanizable; 4.365 m² a suelos urbanos consolidados y 168.853 m² como sistemas generales (viario y aeroportuario).

El desglose de las superficies objeto de expropiación en el proyecto, se detalla en el siguiente cuadro:

SUPERFICIES EXPROPIACIÓN (m²)				
TERMINO MUNICIPAL	SUELO URBANIZABLE	SUELO URBANO	SISTEMAS GENERALES	TOTAL EXPROPIACIÓN
SEVILLA	111.982	4.365	168.853	285.200

Del total del suelo afectado por expropiación, 169.949 m² son pertenecientes a dominio público y 115.251 m² son de titularidad de particulares.

SUPERFICIES EXPROPIACIÓN (m ²)			
TERMINO MUNICIPAL	DOMINIO PÚBLICO	PARTICULARES	TOTAL EXPROPIACIÓN
SEVILLA	169.949	115.251	285.200

4.22. REPOSICIÓN DE SERVICIOS

Se ha contactado por correo ordinario y electrónico con todas las compañías distribuidoras en la zona de actuación y se ha realizado la descarga de información de redes del portal "inkolan".

A demás el equipo redactor ha reconocido in situ todas las instalaciones existentes, incluso con servicios técnicos de compañías afectadas.

Esta información se ha superpuesto con el trazado proyectado para deducir las afecciones resultantes.

Estas afecciones se han analizado de forma pormenorizada, proyectando reposiciones que aseguran la continuidad del suministro, las labores de mantenimiento y la correcta integración con todos los elementos singulares existentes y proyectados, sin detrimento de la legislación vigente y las prescripciones de cada compañía u organismo.

Las reposiciones proyectadas se han enviado a los servicios técnicos de las compañías y organismos afectados, para su coordinación.

Como ya se ha indicado anteriormente, las reposiciones planteadas para las afecciones a redes de EMASESA, no forman parte del presente proyecto, no obstante, se incluyen en el presente anejo las actuaciones planteadas únicamente con carácter informativo.

A continuación, se exponen de forma resumida las afecciones resultantes y sus reposiciones:

CÓDIGO DE AFECCIÓN	P.K./EJE AFECCIÓN	CLASE DE SERVICIO	REPOSICIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE TRAFICO			
DGT.101	Actuación completa	Canalización tráfico	<p>Existe una canalización que acompaña la A-4, para suministro de equipos y sistema de control y vigilancia del tráfico.</p> <p>La canalización se encuentra afectada en toda la actuación, y algunos de sus equipos.</p> <p>Se proyecta transformar la actual con canalización "a precario" mediante protección de una capa de hormigón en una longitud de 2.340m de hormigón HM-20, para protegerla y garantizar el servicio mientras se produzcan los escenarios provisionales de obra.</p> <p>La canalización definitiva formada por 4c.PVC110 se ejecutará ceñida al nuevo contorno de la autovía A-4 con una longitud de 2.605 m.</p> <p>Los equipos afectados se reubicara o remplazaran por otros nuevos según proceda</p>
EMASESA			
EMA.101	1+240 eje 14 y 1+210/1+380 eje 31	Colector HAø800/ HA OV I 1500 +F.O.	<p>Existe un colector con pendiente hacia el Este, que tras cruzar bajo la A-4 con HAø800 continua con Ovoide HA-1500. Este colector dispone en su interior de cableado de F.O.</p> <p>Resulta afectado por coincidencia en planta con los ejes 31 y 14.</p> <p>Se proyecta anular el pozo de registro coincidente con el eje 14 y ubicar uno nuevo fuera de afección.</p> <p>La afección del eje 31 se resuelve con 270 m. de nuevo colector HAø1800, 9 pozos de registro y tres arquetas para empalme y registro de fibra óptica.</p> <p>Esta reposición se ha coordinado con otra de abastecimiento EMA.204</p>
EMA.102	0+060/0+480 eje 31	Colector HA OV I 1500 +F.O.	<p>Colector paralelo a la actual A-4 afectado por coincidencia con ampliación autovía y camino de servicio.</p> <p>Se proyectan 440m. de nuevo colector Haø1800 y 11 pozos de registro, en paralelo al nuevo camino de servicio.</p>

CÓDIGO DE AFECCIÓN	P.K./EJE AFECCIÓN	CLASE DE SERVICIO	REPOSICIÓN
EMA.201	0+000/0+980 eje 15	FC ϕ 300	Tubería en paralelo al margen sur de la A-4. Resulta afectada por coincidencia con nuevos viales. Se repone en paralelo al borde exterior de las nuevas actuaciones con 1.050 m. de nueva tubería FD ϕ 300 instalada en zanja. Reposición en coordinación con otra de telefónica TF.101.
EMA.202	0+800/0+980 eje15	FD ϕ 500	Tubería afectada por coincidencia con nuevos viales. Se repone con 205 m. de nueva tubería enterrada FD ϕ 500. Reposición en coordinación con otra de abastecimiento EMA.201
EMA.203	0+980 eje15 / 1+500 eje 31	FC ϕ 200	Tubería bajo actual A-4 afectada por ampliación de plataforma y nuevos viales de servicio. Para asegurar su continuidad en todas las fases de obra, se proyecta reponer con 350m. de nueva tubería FD ϕ 300, protegida mediante 95 m. de vaina A0 ϕ 600 ejecutada con perforación horizontal bajo A-4. Reposición en coordinación con otra de abastecimiento CRG.203
EMA.204	1+380/1+180 eje 31	FD ϕ 500	La actual tubería convive con la autovía A-4 en paralelo por su margen Norte, viéndose afectada por ampliación de plataforma. Se repone paralelo al nuevo vial de servicio con 230 m. de tubería enterrada FD ϕ 500, incluido un nuevo elemento de maniobra para desagüe en arqueta de registro. Esta reposición se ha coordinado con otra de saneamiento EMA.101
EMA.205	0+100 eje 31	FD ϕ 500	La actual tubería convive con A-4 en paralelo por su margen Norte, viéndose afectada por coincidencia en planta con nuevo vial de servicio. Se proyecta proteger la tubería existente con 65m. de losa HA-25 de 20cm. De espesor y 1,50m. de anchura para aislar a la tubería de la nueva transferencia de masas del nuevo vial

CÓDIGO DE AFECCIÓN	P.K./EJE AFECCIÓN	CLASE DE SERVICIO	REPOSICIÓN
TELEFÓNICA			
TF.101	Ejes 14 y 15	Canalización telefónica	Canalización existente en paralelo con actual A-4. La ampliación de la misma y los nuevos viales coinciden en planta con la canalización. Se proyectan 1.380 m. de nuevo prisma telefónico con 8 c PVC 110, HM-20 instalado en zanja, paralelo al borde exterior de los nuevos viales y 8 cámaras de registro. Reposición en coordinación con otra de abastecimiento EMA.201 a su paso por encauzamiento (Eje 15 del trazado). Paso aéreo-subterráneo afectado. Se proyecta nuevo paso aéreo-subterráneo desde cámara de registro proyectada a poste telefónico existente.
ELECTRICIDAD			
END.101	0+920 eje 10	Línea eléctrica subterránea baja tensión	Canalización para alimentación eléctrica de pozo para riego. Los terrenos actualmente regables se van a ver expropiados íntegramente. Se proyecta anular el servicio existente por expropiación del mismo.
COMUNIDAD DE REGANTES GUADALQUIVIR			
CRG.101	0+100 y 0+500 eje 2 / 1+140 a 1+400 eje 31 / 0+250 eje 33	Acequia	Parte de los viales proyectados recaen sobre terrenos con sistema de riego que se alimentan desde una acequia con terminación en tierra. Estos viales afectan a la acequia, que se repone con 1.042 m. de nueva acequia ajustada al borde exterior de la actuación, coordinada con otra afección de aguas EMA.101, EMA.203 y EMA.204. La nueva acequia se proyecta en tierra con talud 1H:1V y 1,50m. de altura.
CRG.102	0+800 eje 10	Pozo de riego	Existe un pozo de captación de agua para riego en una finca que se va a expropiar íntegramente. Como tras las obras el pozo carecerá de utilidad se prevé su anulación.

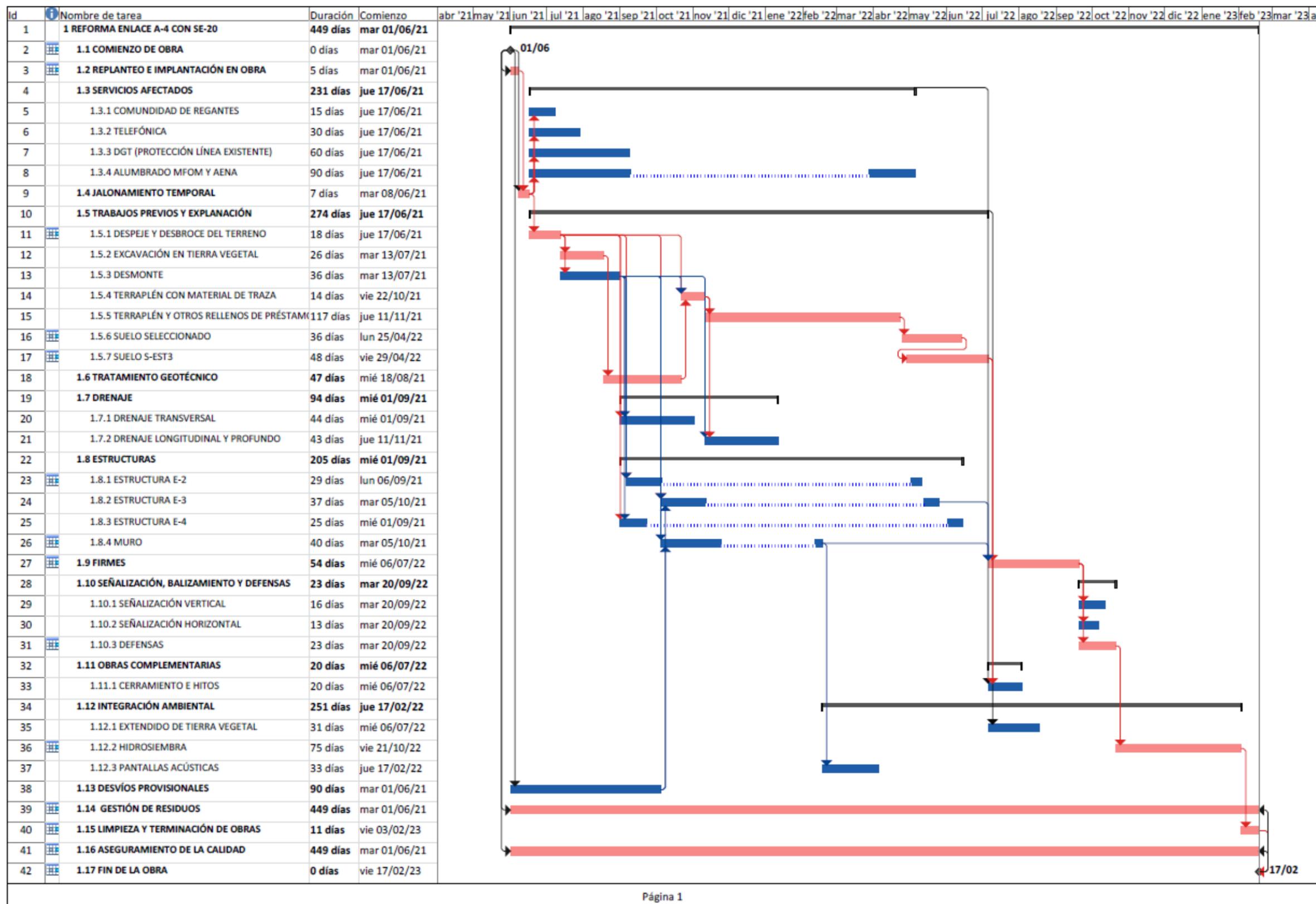
CÓDIGO DE AFECCIÓN	P.K./EJE AFECCIÓN	CLASE DE SERVICIO	REPOSICIÓN
AENA			
AEN.101	0+140 / 0+400 eje 1	Sistema de iluminación del aeropuerto de Sevilla	<p>El alumbrado de aproximación al aeropuerto ocupa parte de la actual A-4. Estas luminarias existen sobre estructuras tipo columnas, pórticos y banderolas compatibles con los viales. Los nuevos viales coinciden con estas estructuras, resultando el alumbrado afectado.</p> <p>Según indicaciones de Aena, las luminarias existentes son inamovibles, por lo que se proyecta sustituir las estructuras afectadas, por otras compatibles con los viales proyectados. Se emplazarán nuevas luminarias, en la misma posición y altura que las existentes según las prescripciones de Aena. Las luminarias se alimentan desde el aeropuerto y se proyectan 415 m. de canalización 4PEØ90mm. + 3PEADØ40mm.</p>
MINISTERIO DE FOMENTO			
FOM.101	0+080 / 1+270 eje 29	Alumbrado viario	<p>Actualmente la autovía A-4 se dispone de alumbrado viario en su conexión con el aeropuerto de Sevilla.</p> <p>Resultan afectadas las luminarias ubicadas en su margen Norte, previendo su desmontaje.</p> <p>Estas luminarias serán reemplazadas por otras nuevas adaptándose al nuevo viario.</p> <p>En total se anulan y remplazan un total de 30 luminarias.</p>

4.23. PLAN DE OBRA

En este apartado se presenta un programa de trabajos que pretende dar una idea del desarrollo secuencial de las principales unidades básicas de la obra.

Responde a un planteamiento de desarrollo ideal de la obra, que en la práctica puede sufrir múltiples alteraciones. Por estos motivos el programa aquí indicado debe ser tomado a título orientativo, pues su fijación a nivel de detalle corresponderá al adjudicatario de la obra, habida cuenta de los medios con los que cuente y del rendimiento medio que dispongan los equipos que emplee y que se trasladaría a un nuevo Programa de Trabajos que deberá ser aprobado por la Dirección de la Obra.

Se ha estimado una duración aproximada de **449** días (20 meses).



4.24. ESTIMACIÓN DE PRECIOS

En el anejo 27, *Estimación de precios*, se presentará la justificación del cálculo de los precios estimados y las bases fijadas para la valoración de las unidades de obra.

4.25. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

De acuerdo con las mediciones realizadas en el Documento Nº 4, se ha obtenido el Presupuesto de Ejecución Material del proyecto, cuyo resumen por capítulos se adjunta a continuación.

El Presupuesto de Ejecución Material del presente Proyecto de Construcción asciende a **DOCE MILLONES TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS CUARENTA Y UN EUROS CON VEINTITRÉS CÉNTIMOS (12.386.541,23 €)** con el siguiente desglose por capítulos:

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL		
PROYECTO DE TRAZADO DE LA REFORMA DE ENLACE DE LA AUTOVÍA DEL SUR A-4 CON LA SE-20 P.K. 0		
CAPITULOS		
1	EXPLANACIÓN	2.207.718,66 €
2	DRENAJE	1.061.004,93 €
3	FIRMES Y PAVIMENTOS	2.777.519,02 €
4	ESTRUCTURAS Y MUROS	1.714.595,68 €
5	GEOTECNIA	265.341,50 €
6	SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS	1.569.883,66 €
7	REPOSICIÓN DE SERVICIOS	1.207.413,79 €
8	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO	198.815,98 €
9	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	400.477,36 €
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS	328.929,38 €
11	GESTIÓN DE RESIDUOS	562.908,56 €
12	EJECUCIÓN DE MEDIDAS INFORME DE AUDITORÍA S. VIARIA	3.000,00 €
13	LIMPIEZA Y TERMINACIÓN DE OBRAS	27.000,00 €
14	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	61.932,71 €
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL		12.386.541,23 €

Asciende el presente presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de:
DOCE MILLONES TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS CUARENTA Y UN EUROS CON VEINTITRÉS CÉNTIMOS (12.386.541,23 €)

Sevilla, septiembre de 2019

La Ingeniera Autora del Proyecto	La Ingeniera Directora del Proyecto
Fdo: Dña. Ana Cristina Basáñez	Fdo: Dña. María José Martínez-Tirado

Aplicando al Presupuesto de Ejecución Material el coeficiente de Gastos Generales (13%) más el Beneficio industrial (6%) se obtiene el Presupuesto de Licitación (con IVA) que asciende a **DIECISIETE MILLONES OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS OCHENTA EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS (17.835.380,71 €)**

Para obtener el Presupuesto de Licitación con IVA se aplica el tipo vigente de éste (21%) sobre el anterior importe, el cual asciende a **TRES MILLONES NOVENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y SEIS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS (3.095.396,65 €)**.

PRESUPUESTO DE LICITACIÓN		
PROYECTO DE TRAZADO DE LA REFORMA DE ENLACE DE LA AUTOVÍA DEL SUR A-4 CON LA SE-20 P.K. 0		
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL		12.386.541,23 €
13 %	GASTOS GENERALES	1.610.250,36 €
6 %	BENEFICIO INDUSTRIAL	743.192,47 €
PRESUPUESTO PARCIAL		2.353.442,83 €
PRESUPUESTO DE LICITACIÓN		14.739.984,06 €
21 %	IVA	3.095.396,65 €
PRESUPUESTO DE LICITACIÓN (CON I.V.A.)		17.835.380,71 €

Asciende el presente Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de:
DIECISIETE MILLONES OCHOCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS OCHENTA EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS (17.835.380,71 €)

Sevilla, septiembre de 2019

La Ingeniera Autora del Proyecto	La Ingeniera Directora del Proyecto
Fdo: Dña. Ana Cristina Basáñez	Fdo: Dña. María José Martínez-Tirado

Añadiendo al Presupuesto de Licitación con IVA, el presupuesto de Expropiaciones e Indemnizaciones, (en este caso es nulo, puesto que el Ayuntamiento de Sevilla realizará todas las gestiones precisas, y a su cargo, para la puesta a disposición del Ministerio de Fomento de los suelos necesarios para la ejecución de las obras, y que no formen parte ya del dominio público viario actual, de acuerdo al "Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento y el Ayuntamiento de Sevilla para la ejecución de la reforma del Enlace de la A-4 con la SE-20 y otras actuaciones en la Red de Carreteras del Estado", de 4 de mayo de 2015.) y la partida presupuestaria correspondiente a los trabajos de Conservación del Patrimonio Histórico Español, así como el presupuesto del Programa de Vigilancia Ambiental (128.000 €), resulta un **Presupuesto de Inversión de DIECIOCHO MILLONES CIENTO CUARENTA Y NUEVE MIL CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS (18.149.178,83 €)**.

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN		
PROYECTO DE TRAZADO DE LA REFORMA DE ENLACE DE LA AUTOVÍA DEL SUR A-4 CON LA SE-20 P.K. 0		
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		12.386.541,23 €
13 %	GASTOS GENERALES	1.610.250,36 €
6 %	BENEFICIO INDUSTRIAL	743.192,47 €
	PRESUPUESTO PARCIAL	2.353.442,83 €
21 %	IVA	3.095.396,65 €
PRESUPUESTO DE LICITACIÓN (CON I.V.A.)		17.835.380,71 €
	EXPROPIACIONES	- €
	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	128.000,00 €
	1,5% CULTURAL SOBRE P.E.M. (Orden FOM/25/2019, TRABAJOS DE CONSERVACIÓN O ENRIQUECIMIENTO DEL PATRIMONIO ARTÍSTICO ESPAÑOL)	185.798,12 €
PRESUPUESTO DE INVERSIÓN (CON I.V.A.)		18.149.178,83 €
Asciende el presente presupuesto de Inversión (con I.V.A.) a la expresada cantidad de:		
DIECIOCHO MILLONES CIENTO CUARENTA Y NUEVE MIL CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS (18.149.178,83 €)		

5. CUMPLIMIENTO DE LA LEY 9/2017, DE 8 DE NOVIEMBRE, DE CONTRATOS DEL SECTOR PÚBLICO, Y DEL R.D. 1098/2001 DEL REGLAMENTO GENERAL DE CONTRATOS DE LA ADMINISTRACIONES PÚBLICAS (ARTÍCULO 125)

En relación con Ley 9/2017 de 8 de noviembre, de Contratos del Sector público se hace constar el cumplimiento del presente proyecto con los artículos 231 a 236, dentro del TÍTULO II “De los distintos tipos de contratos de las Administraciones Públicas”, CAPÍTULO I “Del contrato de obras”, Sección 1.ª Actuaciones preparatorias del contrato de obras siendo, por lo tanto, una obra completa, susceptible de ser entregada al uso público una vez terminada. Estos artículos son:

- Artículo 231. Proyecto de obras.
- Artículo 232. Clasificación de las obras.
- Artículo 233. Contenido de los proyectos y responsabilidad derivada de su elaboración.
- Artículo 234. Presentación del proyecto por el empresario.
- Artículo 235. Supervisión de proyectos.
- Artículo 236. Replanteo del proyecto.

El presente Proyecto también cumple con lo establecido en los artículos 124 al 133 del Reglamento General de Contratación del Estado, aprobado por Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre siendo vigente en lo que no contradiga a la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

6. NORMATIVA APLICADA

En la redacción de este proyecto ha sido de aplicación la siguiente normativa:

- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
- Reglamento General de Carreteras aprobado por Real Decreto 1812/1994.
- Real Decreto 1231/2003 por el que se modifica la nomenclatura y el catálogo de las autopistas y autovías de la Red de Carreteras del Estado.
- Orden circular 14/2003 para la aplicación de la nueva nomenclatura de autopistas y autovías.
- Orden del Ministerio de Fomento de 16 de diciembre de 1997, por la que se aprueban los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios, modificada por Orden Ministerial de 13 de septiembre de 2001 del Ministro de Fomento, por Orden FOM/392/2006 y por Orden FOM/1740/2006.
- Orden del Ministerio de Fomento FOM/3317/2010, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la Eficiencia en la ejecución de las obras públicas de Infraestructuras Ferroviarias, Carreteras y Aeropuertos y la ley 2/2011 de 4 de Marzo de Economía sostenible.
- Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre sobre Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de contratos del sector público.
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001 de 12 de Octubre).
- Ordenes Circulares vigentes de la Dirección General de Carreteras. (O.C.)
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero de 2016, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC “Trazado” de la Instrucción de Carreteras (BOE del 4 de marzo de 2016).
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial (BOE del 10 marzo de 2016, corrección de errores BOE del 28 de julio de 2016). La Orden FOM/185/2017 modifica la Orden FOM/298/2016. Actualizada por Resolución de 26 de marzo de 2018 de la Dirección General de Carreteras.
- Orden Circular 17/2003, de 23 de diciembre, sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera.
- Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02), aprobada por Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre (BOE del 11 de octubre de 2002).
- Norma de construcción sismorresistente: puentes (NCSP-07), aprobada por Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo (BOE del 2 de junio de 2007).

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11) aprobada por Orden, del Ministerio de Fomento, de 29 de septiembre de 2011 (BOE de 21 de octubre de 2011).
- Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carreteras. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Norma 6.1. – IC “Secciones de firme”, aprobada mediante orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre.
- Norma 6.3 – IC “Rehabilitación de firmes”, aprobada por Orden FOM/3459/2003 de 28 de noviembre.
- Cuadro de Precios de referencia de la Dirección General de Carreteras, de enero de 2016.
- Orden FOM/25/2019, de 10 de enero, por la que se regula la asignación de recursos, procedentes de las obras públicas financiadas por el Ministerio de Fomento y por las entidades del sector público dependientes o vinculadas, a la financiación de trabajos de conservación o enriquecimiento del Patrimonio Histórico Español o de fomento de la creatividad artística.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
- Señalización horizontal.
 - Real Decreto 1428/03 por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación, publicado en el BOE del 23 de diciembre de 2003
 - Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2- I.C. sobre marcas viales, (BOE del 4 de agosto y 29 de septiembre de 1987).
- Señalización vertical
 - Norma 8.1-IC “Señalización vertical” aprobada por Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo.
 - Catálogo de señales de circulación del M.O.P.T. de mayo y junio de 1992.
- Balizamiento.
 - O.C. 309/90 C y E de 15 de Enero sobre Hitos de arista.
- Defensas
 - Orden Circular 35/2014 sobre “Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos”.
- Instrucción 8.3-I.C. sobre señalización, balizamiento, defensas, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado.
- Ordenes circulares sobre modificación de servicios en los proyectos de obras.
- Manual de plantaciones en el entorno de la carretera.
- Catálogo de especies vegetales a utilizar en plantaciones de carreteras.
- Ley 37/2003 del Ruido.
- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.
- Real Decreto 1513/2005 por el que se desarrolla la ley 37/2003 en lo referente a la evaluación y gestión del ruido.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, con sus sucesivas actualizaciones de artículos mediante órdenes ministeriales.
- Normas UNE referidas al PG-3. AENOR.
- Normas NLT referidas al PG-3.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Instrucción de hormigón estructural EHE.
- Guía de aplicación de la Instrucción de Hormigón estructural. Edificación.
- Orden Circular 4/87 de la Dirección General de Obras Públicas sobre la obligatoriedad de incluir en el Proyecto un plan de obras.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. (R.E.B.T.), aprobado en Decreto de 2 de agosto de 2002.
- O.C. 276/S.G. de 1979 sobre relaciones con la Compañía Telefónica Nacional de España.
- Orden Circular 36/2015, de 24 de febrero, sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Tomos I y II.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Orden Circular 41/2017, de 10 de noviembre de 2017, por la que se establece la partida alzada de abono íntegro para "Ejecución de medidas como consecuencia del informe de auditoría de seguridad viaria en la fase inicial en servicio" a incluir en los proyectos de la Red de Carreteras del Estado”.
- Nota de servicio 8/2014 Recomendaciones para la redacción de los proyectos de trazado de carreteras, del MFOM.
- Ley de 16 de diciembre de 1954, sobre expropiación forzosa.

7. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO DE TRAZADO

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA:

ANEJO Nº 1.- ANTECEDENTES

ANEJO Nº 2.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO Nº 3.- GEOLOGÍA Y PROCEDENCIA DE MATERIALES

ANEJO Nº 4.- EFECTOS SÍSMICOS

ANEJO Nº 5.- CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

ANEJO Nº 6.- PLANEAMIENTO Y TRÁFICO

ANEJO Nº 7.- ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CORREDOR

ANEJO Nº 8.- TRAZADO GEOMÉTRICO

ANEJO Nº 9.- MOVIMIENTO DE TIERRAS

ANEJO Nº 10.- FIRMES Y PAVIMENTOS

ANEJO Nº 11.- DRENAJE

ANEJO Nº 12.- ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CIMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS

ANEJO Nº 13.- ESTRUCTURAS

ANEJO Nº 15.- REPOSICIÓN DE CAMINOS

ANEJO Nº 16.- SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

ANEJO Nº 17.- SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS (ESTUDIO PRELIMINAR)

ANEJO Nº 18.- INTEGRACIÓN AMBIENTAL

ANEJO Nº 20.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

ANEJO Nº 21.- REPLANTEO

ANEJO Nº 22.- COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS

ANEJO Nº 23.- EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

ANEJO Nº 24.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS

ANEJO Nº 25.- PLAN DE OBRAS

ANEJO Nº 27.- ESTIMACIÓN DE PRECIOS

ANEJO Nº 28.- PRESUPUESTO DE INVERSIÓN

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

DOCUMENTO Nº 3. PPTP (Drenaje, Movimiento de Tierras y Firmes)

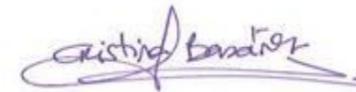
DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Con la presentación de los documentos que constituyen el presente Proyecto de Trazado "Reforma del Enlace de la Autovía del Sur (A-4) con la SE-20 (P.K. 0). Provincia de Sevilla", se consideran suficientemente definidas las obras al nivel requerido (según recomendación nº6 de 1983 para la redacción de Estudios del Ministerio de Fomento, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del contrato para la redacción del Proyecto y teniendo en cuenta el cumplimiento de la Instrucción de eficiencia de la Orden FOM/3317/2010) para el nivel de Proyecto de Trazado.

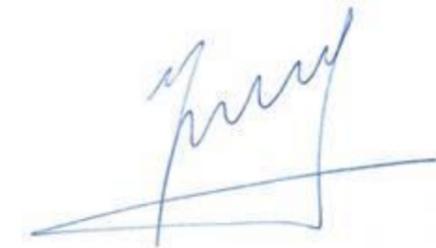
Sevilla, septiembre de 2019

La Autora del proyecto:



D^a. Ana Cristina Basáñez Agarrado
Ingeniera de Caminos Canales Puertos

La Directora del proyecto:



D^a. María José Martínez Tirado
Ingeniera de Caminos Canales Puertos del Estado
Jefa de Servicio de Planeamiento, Proyectos y Obras
Demarcación de Carreteras Andalucía Occidental
Ministerio de Fomento