
MEMORIA Y ANEJOS

DOCUMENTO

1

MEMORIA

ÍNDICE

1. Introducción y Objeto	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objeto	2
2. Antecedentes	3
3. Marco general ferroviario de partida	6
3.1. Línea Actual Sevilla-Huelva	6
4. Descripción de alternativas	8
5. Estudios temáticos	16
5.1. Cartografía y topografía	16
5.1.1. Vuelo fotogramétrico digital de GSD 28 cm,.....	16
5.1.2. Enlace a Red Geodésica e Implantación de Red Básica	16
5.1.3. Apoyo de campo y Aerotriangulación	16
5.1.4. Restitución Fotogramétrica	17
5.1.5. Ortofotografía.....	17
5.2. Geología y geotecnia	17
5.3. Estudio de materiales	21
5.3.1. Introducción	21
5.3.2. Balance de materiales	22
5.3.3. Caracterización de desmontes	22
5.3.4. Terraplenes.....	25
5.4. Condicionantes ambientales	25
5.4.1. Vegetación.....	25
5.4.2. Fauna.....	26
5.4.3. Aves	26
5.4.4. Peces.....	27
5.4.5. Mamíferos.....	27
5.5. Hidrología y drenaje	32
5.5.1. Climatología.....	32
5.5.2. Hidrología	35
5.5.3. Drenaje	37
5.6. Trazado y superestructura de vía	40
5.6.1. Condicionantes de partida	40
5.6.2. Parámetros de trazado	40
5.7. Superestructura de vía.....	44
5.7.1. Tipología de vía	45
5.7.2. Características de la vía	45
5.8. Estaciones y PAET's	50
5.8.1. Criterios generales.....	50
5.8.2. Emplazamiento de PAETs.....	51
5.9. Movimiento de tierras.....	54

5.10. Estructuras	54	6.2. Exposición de las alternativas estudiadas	100
5.10.1. Elección de la tipología de las estructuras.....	55	6.3. Inventario ambiental.....	101
5.10.2. Falsos túneles	62	6.4. Identificación, caracterización y valoración de impactos.....	101
5.10.3. Relación de estructuras. Viaductos.....	63	6.4.1. Resumen de la valoración de impactos.....	101
5.10.4. Cuadros resumen estructuras.....	64	6.4.2. Evaluación de alternativas.....	110
5.11. Túneles.....	75	7. Medidas preventivas y correctoras	115
5.11.1. Estructura de la traza	75	7.1. Medidas preventivas de carácter general	115
5.11.2. Recorrido geológico-geotécnico.....	75	7.2. Medidas para la protección de la calidad del aire	115
5.11.3. Sección tipo.....	76	7.3. Medidas para la protección de la calidad acústica.....	115
5.11.4. Sección geométrica.....	76	7.4. Medidas para evitar molestias por vibraciones	115
5.11.5. Procedimiento constructivo,	77	7.5. Medidas para la protección de la geología y de la geomorfología ...	116
5.11.6. Impermeabilización y drenaje	79	7.6. Medidas para la protección y conservación de los suelos	116
5.11.7. Revestimiento	79	7.7. Medidas para la protección de la hidrología e hidrogeología.....	116
5.11.8. Salidas de emergencia.....	80	7.8. Medidas para la protección de la vegetación	117
5.11.9. Auscultación.....	80	7.9. Medidas para la protección de las aves esteparias y acuáticas.....	117
5.11.10. Seguridad en túneles.....	83	7.10. Medidas para la protección de la fauna	117
5.12. Instalaciones de señalización y comunicaciones	83	7.11. Adecuación de la infraestructura para permeabilidad para la fauna	117
5.12.1. Introducción.....	83	7.12. Medidas para la protección de la Red Natura	118
5.12.2. Enclavamientos.....	83	7.13. Medidas para la protección de los espacios naturales de interés ...	118
5.12.3. Bloqueos	84	7.14. Medidas para la protección del patrimonio cultural	118
5.12.4. Sistemas de energía	84	7.15. Medidas para la protección y conservación de las vías pecuarias...	118
5.12.5. Sistemas de telecomunicaciones.....	84	7.16. Medidas para la integración paisajística	118
5.13. Electrificación	85	7.17. Medidas para la protección de la población	119
5.14. Planeamiento urbanístico	85	7.18. Medidas para la protección de la productividad sectorial.....	119
5.14.1. Objeto.....	85	7.19. Medidas compensatorias	120
5.14.2. Banda de reserva de la previsible ocupación.	86	7.20. Plan de vigilancia ambiental.....	120
5.14.3. Términos municipales afectados.....	86	8. Valoración económica.....	120
5.15. Servicios existentes.....	87	8.1. Cuadro de precios.....	120
5.15.1. Alcance	87	8.2. Valoración.....	120
5.15.2. Otros datos.....	88	9. Análisis multicriterio	123
5.16. Expropiaciones.....	90	9.1. Descripción general de la metodología de análisis	123
5.16.1. Banda de reserva de la previsible ocupación	90	9.2. Resultado análisis multicriterio.....	124
5.16.2. Términos municipales afectados.....	91	10. Resumen y conclusiones	124
5.16.3. Metodología empleada.....	91	10.1. Condicionantes de partida	124
5.16.4. Resultado de ocupación de suelos por alternativas.....	92	10.2. Características fundamentales de las alternativas.....	125
5.17. Configuración funcional de la nueva LAV.....	93	10.3. Análisis multicriterio y selección de la alternativa más idónea	125
5.17.1. Configuración Funcional	93		
5.17.2. Tráficos Actuales.....	93		
5.17.3. Situación futura. Trazado	94		
5.17.4. Tiempos de Recorrido.....	95		
5.18. Estudio de rentabilidad	96		
5.18.1. Análisis de rentabilidad	96		
6. Estudio de impacto ambiental	99		
6.1. Justificación y objeto del estudio de impacto ambiental	99		

1. Introducción y Objeto

1.1. Introducción

La línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva ya estaba prevista en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transportes 2005-2020 (PEIT), consistiendo en la construcción de una nueva línea ferroviaria de alta velocidad de doble vía, electrificada con ancho internacional entre Sevilla y Huelva, dando continuidad al actual servicio existente entre Madrid y Sevilla.

El PEIT ha sido objeto de revisión por el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, definido para un horizonte 2012-2024 (PITVI), planteándose un nuevo marco de referencia al haberse tenido en cuenta, los cambios significativos acaecidos en el entorno socioeconómico en los últimos años y la nueva definición de la Red Transeuropea de Transporte de diciembre 2013. Dentro de las inversiones planificadas en el PITVI para líneas ferroviarias de alta velocidad se encuentra la Línea Sevilla – Huelva – Frontera Portuguesa.



Su contenido debe ser el necesario para servir de base a los procesos de Información Pública y Audiencia establecidos por un lado en la Ley del Sector Ferroviario y su normativa complementaria, y por otro por la normativa estatal vigente en materia de evaluación ambiental, Ley 21/2013, de 9 de diciembre.

Tras el análisis de los anexos I y II de la Ley 21/2013, se llega a la conclusión de que la línea de alta velocidad Sevilla Huelva objeto de este estudio, se encuentra contemplada en el anexo I, grupo 6. Proyectos de infraestructuras, apartado a) Ferrocarriles, sección 1º Construcción de líneas de ferrocarril para tráfico de largo recorrido, por lo que está sometida a evaluación de impacto ambiental ordinaria.

La evaluación de impacto ambiental ordinaria se desarrollará en los siguientes trámites:

- Solicitud de inicio.
- Análisis técnico del expediente de impacto ambiental.
- Declaración de impacto ambiental.

Asimismo, de forma previa al inicio del procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario, y con carácter obligatorio, el órgano sustantivo, dentro del procedimiento sustantivo de autorización del proyecto, realizará los trámites de información pública y de consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas.

Para ello, tal como recoge la Ley 21/2013, en su artículo 35:

1. El promotor elaborará el estudio de impacto ambiental que contendrá, al menos, la siguiente información en los términos desarrollados en el anexo VI:

- Descripción general del proyecto y previsiones en el tiempo sobre la utilización del suelo y de otros recursos naturales. Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.
- Exposición de las principales alternativas estudiadas, incluida la alternativa cero, o de no realización del proyecto, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- Evaluación y, si procede, cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud

humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y en su caso durante la demolición o abandono del proyecto.

Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000 se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.

d) Medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente.

e) Programa de vigilancia ambiental.

f) Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.

El Estudio de Impacto Ambiental servirá de base a los trámites de información pública y de consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas.

1.2. Objeto

El análisis y desarrollo de alternativas de este Estudio Informativo se ha desarrollado en una sola fase a escala 1:5.000 debido a que, como se ha comentado anteriormente, se parte de gran información recopilada, tanto de estudios como de proyectos anteriores. Se han tomado como base de partida tanto el Estudio Informativo del año 2002, como el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva del año 2015, y la documentación complementaria presentada a raíz de la información pública, teniendo en cuenta los requerimientos del escrito de subsanación y requerimientos generales del MAPAMA de fecha 24 de enero de 2017

Por tanto, la presente Memoria describe los trabajos efectuados en una única fase 1:5.000, en la que se aborda la optimización y definición de las alternativas propuestas y la redacción del Estudio de Impacto Ambiental cuyo objetivo es seleccionar de entre todas las posibilidades existentes la solución más adecuada,

teniendo en cuenta aspectos relacionados con la explotación y funcionalidad ferroviaria, el impacto ambiental, y los costes de inversión.

Una vez fijado el escenario de una Nueva Línea de Alta Velocidad entre Sevilla y Huelva, se caracterizarán los aspectos más relevantes de las alternativas, para posteriormente poder compararlos:

- ✓ Modelización de los escenarios

Una vez definidos los escenarios a estudiar, se procederá a modelizar los trazados de las diferentes alternativas.

- ✓ Estudio de la explotación de la línea

A partir de los datos de demanda facilitados por la Dirección del Estudio, y una serie de hipótesis de diseño establecidas de antemano que definirán la explotación en el citado corredor, se determinan mediante la elaboración de los cuadros de marchas correspondientes la capacidad máxima disponible para la circulación de servicios de viajeros, para cada escenario considerado.

Determinada la capacidad máxima, se transformará ésta en oferta de transporte y se comparará con la demanda estimada en el EI, con objeto de comprobar el cumplimiento de las necesidades de transporte en la línea, y con ello validar los diferentes escenarios planteados.

- ✓ Medición y valoración de los escenarios

En cada escenario considerado se realizarán las mediciones correspondientes a la plataforma ferroviaria (elementos que componen la infraestructura, medio ambiente, e instalaciones ferroviarias), valorándolas mediante los correspondientes macroprecios.

- ✓ Comparación de escenarios

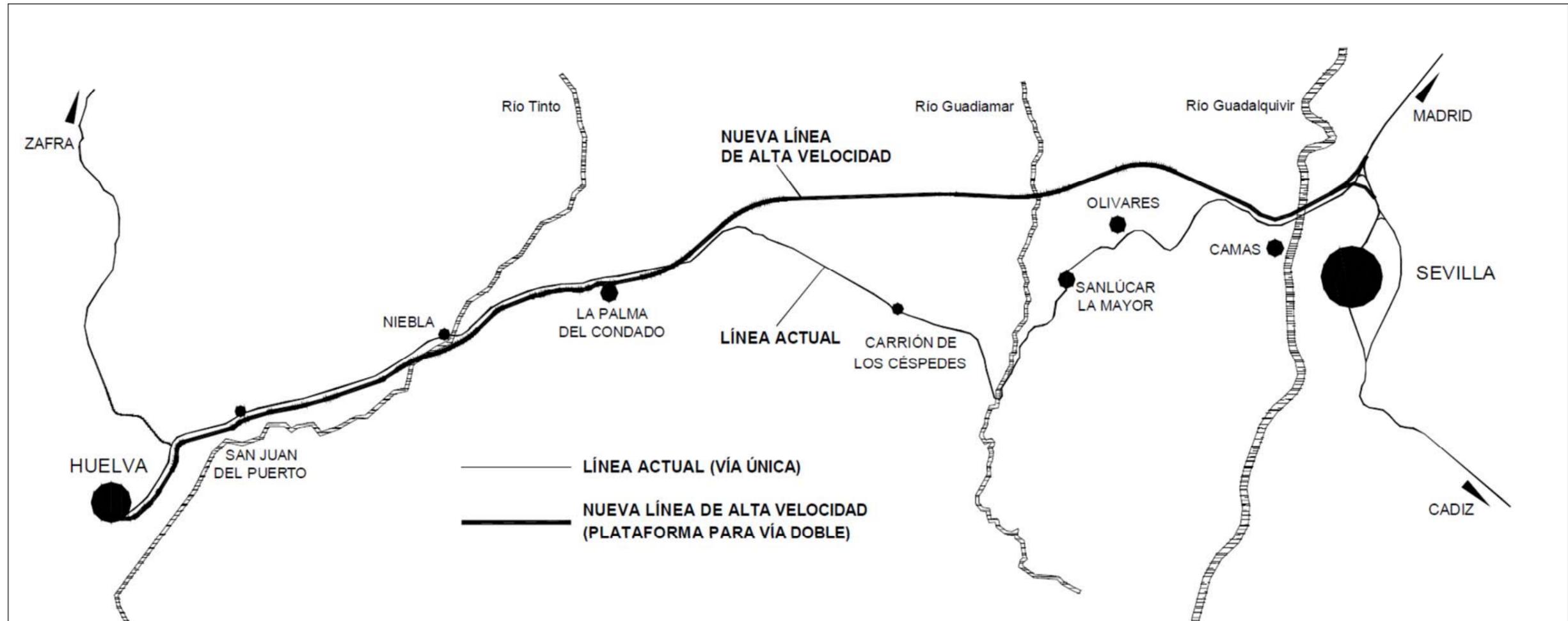
Mediante el análisis multicriterio de los distintos escenarios considerados bajo los aspectos de explotación y funcionalidad ferroviaria, geología y geotecnia, planeamiento urbanístico, impacto ambiental, y costes de inversión de la actuación, se seleccionará el escenario más ventajoso de todos los planteados.

2. Antecedentes

El “Estudio Informativo de la línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva” se desarrolla como resultado de los siguientes antecedentes.

Como antecedente inicial se encuentra el Estudio Informativo del Proyecto del proyecto “Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva” redactado por la UTE constituida por COTAS Internacional, S.A., GHESA Ingeniería y Tecnología, S.A. y TRN Ingeniería en diciembre de 2002. De las seis alternativas de trazado consideradas en dicho Estudio Informativo se tomó como solución propuesta la alternativa denominada “Norte La Palma”.

El procedimiento de evaluación se resuelve, sin embargo, en el año 2008, en cumplimiento del Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de evaluación de impacto ambiental de proyectos, que deroga la Ley 6/2001, motivándose dicho procedimiento por la inclusión del proyecto en el apartado 6.b) del Anexo I, esto es, proyectos sometidos a evaluación de impacto ambiental.



Alternativa seleccionada en el EI 2002

Con fecha 19 de junio de 2008, la Secretaría de estado de Cambio Climático formula la Declaración de Impacto ambiental del proyecto Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva que se publicó en el BOE de 7 de agosto de 2008.

El 27 de septiembre de 2008 se publica en el BOE la Resolución de 4 de septiembre de 2008 de la Secretaría de Estado de Infraestructuras por la que se aprueba el expediente de Información Pública y aprobación definitiva del Estudio Informativo del proyecto “Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva”.

Posteriormente, en 2011 se redactan cinco proyectos constructivos de plataforma que desarrollan la alternativa seleccionada y aprobada del Estudio Informativo, con Declaración de Impacto Ambiental positiva, siendo éstos los siguientes:

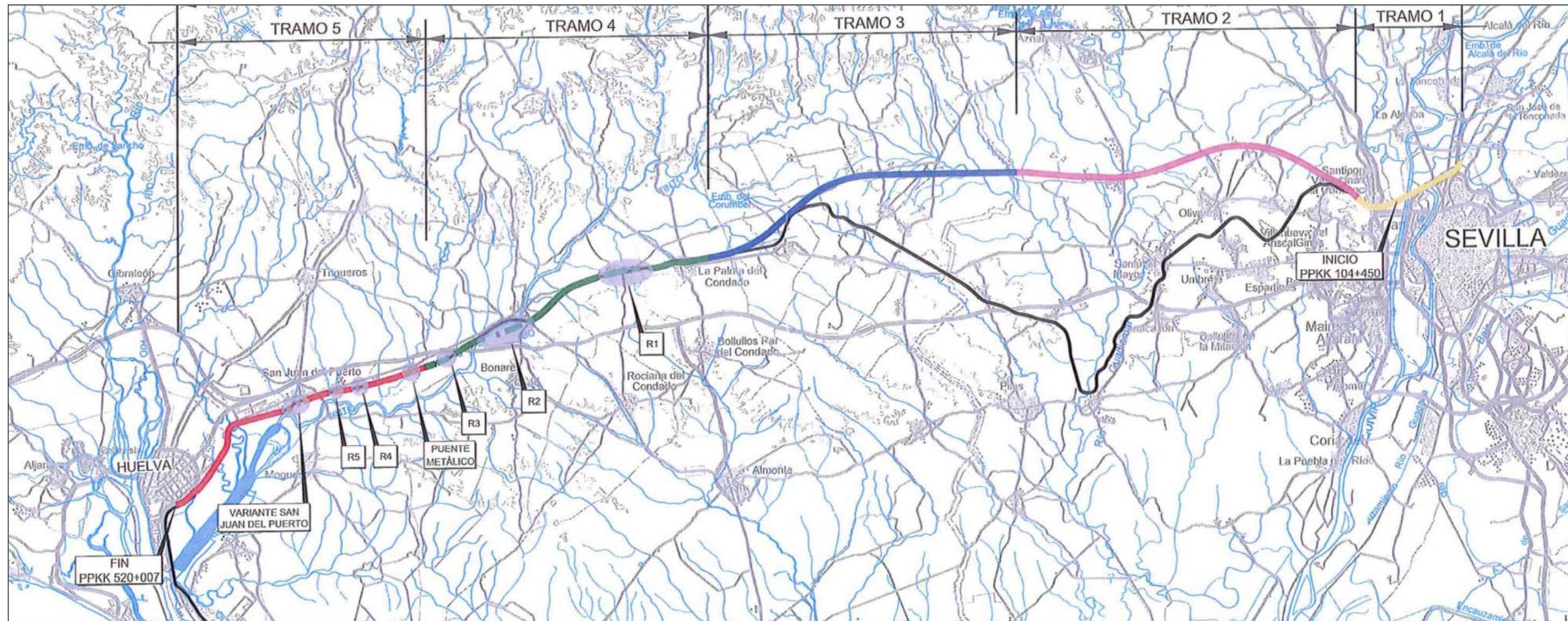
Tramo 1: Majarabique – Valencina de la Concepción

Tramo 2: Valencina de la Concepción – Sanlúcar la Mayor

Tramo 3: Sanlúcar la Mayor – La Palma del Condado

Tramo 4: La Palma del Condado – Niebla

Tramo 5: Niebla - Huelva



Tramificación de los Proyectos de Construcción

Durante la redacción del “Proyecto Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva, tramo 1: Majarabique – Valencina de la Concepción de la Concepción (Sevilla)”, se contempla la modificación del enlace ferroviario de Majarabique respecto del trazado definido en el Estudio Informativo inicial, ya que éste era incompatible con el trazado definido por el Ayuntamiento de Sevilla para la futura autovía SE-35. Paralelamente, se plantea también una modificación de la línea en torno al Templete de San Jerónimo para preservar este elemento patrimonial. En consecuencia, con fecha 28 de abril de 2010 se recibe en la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental el documento ambiental del proyecto que inicia el trámite ambiental y las consultas.

Mediante la Resolución de 8 de noviembre de 2010, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, sobre la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva, tramo 1: Majarabique – Valencina de la Concepción (Sevilla), se concluye no se considera necesaria dicha tramitación.

En base a lo dispuesto en el artículo 14 del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, se establece la caducidad de las declaraciones de impacto ambiental, si no se hubiera comenzado la ejecución del proyecto en el plazo de cinco (5) años desde la fecha de la autorización o aprobación del proyecto, salvo que dentro de ese plazo el promotor hubiera solicitado al órgano ambiental que se pronunciase sobre la vigencia de la Declaración de Impacto Ambiental. Dado que no consta en la Dirección General de Infraestructuras Ferroviarias actuación alguna en ese sentido, la Declaración de Impacto Ambiental mantendría su vigencia hasta el 27 de septiembre de 2013.

Por otro lado, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental (BOE 296, 11 de diciembre de 2013), establece en su Disposición Transitoria lo siguiente:

3. “Las declaraciones de impacto ambiental publicadas con anterioridad a la entrada en vigor de esta Ley perderán su vigencia y cesarán en la producción de los efectos que le son propios si no se hubiera comenzado la ejecución de los proyectos o actividades en el plazo máximo de seis años desde la entrada en vigor de esta Ley. En tales casos, el promotor deberá iniciar nuevamente el trámite de

evaluación de impacto ambiental del proyecto conforme a lo establecido en esta Ley.”

De lo anteriormente expuesto se concluye que, no habiéndose iniciado ninguna actuación relativa a la ejecución del proyecto y estando la Declaración de Impacto Ambiental caducada, el proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva, debe someterse a un nuevo procedimiento de Evaluación Ambiental ordinario, al estar incluido en el Anexo I de la Ley, Grupo 6. Proyectos de Infraestructuras.

Con fecha septiembre de 2015, se encarga a la empresa INECO la redacción de un nuevo Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva, para someterlo a nuevo procedimiento de Evaluación ambiental de acuerdo con la Ley 21/2013 de 9 de diciembre, cuya aprobación por parte de la Secretaría General de Infraestructuras se produce el 28 de septiembre de 2015.

El 16 de octubre de 2015 se publica en el BOE el anuncio de la Subdirección General de Planificación Ferroviaria por el que se somete a información pública el “Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva”.

Posteriormente, y a consecuencia de las alegaciones presentadas durante el proceso de información pública, se redacta por parte de la empresa INECO el documento “Documentación Complementaria a la Información Pública. Estudio de impacto Ambiental del proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva”.

Con fecha 16 de noviembre de 2016 se inicia la Evaluación de Impacto Ambiental ordinaria del proyecto, acompañada del expediente de Evaluación de Impacto Ambiental.

Con fecha del 24 de enero de 2017 la Subdirección General de Evaluación Ambiental (MAPAMA) requirió a la Subdirección General de Planificación Ferroviaria la subsanación de diversas cuestiones relacionadas con la evaluación de impacto ambiental en un plazo de tres meses. Las subsanaciones se referían tanto al procedimiento seguido en la información pública y consultas como al contenido del estudio de impacto ambiental, y finalmente supusieron la necesidad de redactar un nuevo Estudio Informativo.

Con fecha de 21 de junio de 2017 se declara la terminación del procedimiento con el consiguiente archivo del expediente de evaluación del impacto ambiental del proyecto, dando por finalizado el mismo.

Con objeto de continuar con el desarrollo de esta actuación, es necesario redactar un nuevo Estudio Informativo, incluyendo un Estudio de Impacto Ambiental, con el contenido requerido por las legislaciones ferroviaria y medioambiental, que tendrá en cuenta los requerimientos del citado escrito de subsanación y requerimientos generales del MAPAMA.

Con fecha noviembre de 2017 se encomienda a INECO la redacción de un nuevo Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva, objeto del presente documento.

3. Marco general ferroviario de partida

3.1. Línea Actual Sevilla-Huelva

La línea convencional que une los núcleos de Sevilla y Huelva en ancho ibérico está conformada, atendiendo a la denominación de Adif, por la línea 440 Bif. Los Naranjos – Huelva Término y por el tramo Bif. Los Naranjos – Sevilla Sta. Justa de la línea 400 Alcázar de San Juan- Cádiz.

La línea presenta un trazado bastante sinuoso desde Sevilla hasta Aznalcázar, principalmente por motivos topográficos al descender hasta el río Guadiamar desde la cornisa del Aljarafe. Entre las estaciones de Escacena del Campo y Villalba del Alcor la línea debe atravesar un terreno ondulado por lo que vuelve a aparecer una sucesión significativa de curvas en planta. Una vez pasada la población de Villalba del Alcor el trazado es bastante rectilíneo hasta Huelva.



La línea cuenta con una longitud autorizada máxima básica/especial para trenes de mercancías de 500/550 m; sus características principales son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA SEVILLA - HUELVA												
Esquema	Estaciones	Itinerarios	Capacidad apartado	Enclv.	Km (vía)	Distancia parcial	Rampa Máx.	Bloqueo	V. Max.	Electrif.	Asfa	Tren Tierra
	Sevilla - Santa Justa			Eléctrico	571,1							
	Bif. San Bernardo				568,0	3,1	5↓ 4↑	BAB ctc	140	3.000V c.c. Catenaria tipo CA-160 Suministro de energía mediante 6 subestaciones telemandas desde el centro de telemando de Sevilla	ASFA	Tren Tierra
	Bif. Tamarguillo			567,1	0,9	110						
	Bif. Los Naranjos			564,9	2,2	130						
	Bif. San Jerónimo	C2 - C5 - MD - LD - Mercancías		1,2	0,8	60						
	San Jerónimo (Apd)	C2 - C5 - MD - LD - Mercancías		2,8	1,6	140						
	Bif. Cartuja	C2 - C5 - MD - LD - Mercancías		4,7	1,9							
	Alamillo	C5 - MD - LD - Mercancías	2 vías apartado (máx. 487 m)	Eléctrico	4,6	2,2	BAU ctc	140				
	Camas (Apd)	C5 - MD - LD - Mercancías		6,2	1,6							
	Valencina-Santiponce	C5 - MD - LD - Mercancías	1 vía para cruce/apartado Cercanías	Eléctrico	7,9	1,7						
	Salteras	C5 - MD - LD - Mercancías	1 vía para cruce/apartado Cercanías	Eléctrico	12,9	5,0						
	Villanueva del Ariscal y Olivares	C5 - MD - LD - Mercancías	1 vía apartado (560 m)	Eléctrico	18,6	5,7						
	Sanlucar la Mayor (Apd)	C5 - MD - LD - Mercancías		24,1	5,5							
	Benacazón	C5 - MD - LD - Mercancías	1 vía apartado (500 m)	Eléctrico	27,4	3,3						
	Aznalcazar - Pilas	MD - LD - Mercancías	3 vías apartado (máx. 558 m)	Eléctrico	35,6	8,2						
	Huevar (Apd)	MD - LD - Mercancías		40,9	5,3							
	Carrión de los Céspedes	MD - LD - Mercancías	1 vía apartado (435 m)	Eléctrico	45,8	4,9						
	Escacena	MD - LD - Mercancías	1 vía apartado (469 m)	Eléctrico	51,8	6,0						
	La Palma del Condado	MD - LD - Mercancías	3 vías apartado (máx. 529 m)	Eléctrico	68,6	16,8	BLAU ctc	140				
	Villarrasa (Apd)	MD - LD - Mercancías		72,6	4,0							
	Niebla	MD - LD - Mercancías	2 vías apartado (máx. 549 m)	Eléctrico	79,0	6,4						
	Niebla - Puerta del Buey (Apd)	MD - LD - Mercancías		80,6	1,6							
	Las Mallas (Apd)	MD - LD - Mercancías		81,8	1,2							
	San Juan del Puerto (Apd)	MD - LD - Mercancías		96,1	14,3							
	San Juan del Puerto - Moguer	MD - LD - Mercancías	2 vías apartado (máx. 773 m)	Eléctrico	96,7	0,6						
	Huelva -Cargas	MD - LD - Mercancías	2 haces de vías para recep., ordenación y exped. de mercancías	Eléctrico	104,7	8,0						
	Huelva -Mercancías (Apd)	MD - LD - Mercancías		105,6	0,9							
	Huelva - Término	MD - LD		Mec. Boure	109,1	3,5			BT			

4. Descripción de alternativas

Como punto de partida y antecedente técnico se cuenta con el Estudio Informativo del proyecto “Línea de alta Velocidad Sevilla-Huelva” redactado en 2002, en el cual se consideraron seis (6) alternativas de trazado, emitiéndose Declaración de Impacto Ambiental sobre la alternativa seleccionada denominada “Norte La Palma”. Posteriormente, se redactan cinco (5) proyectos constructivos de plataforma que desarrollan la alternativa seleccionada y aprobada del Estudio Informativo inicial, siendo éstos los siguientes:

- Tramo 1 Majarabique – Valencina de la Concepción
- Tramo 2 Valencina de la Concepción – Sanlúcar la Mayor
- Tramo 3 Sanlúcar la Mayor – La Palma del Condado
- Tramo 4 La Palma del Condado – Niebla
- Tramo 5 Niebla - Huelva

En esta fase de redacción se parte de la alternativa desarrollada en dicho Estudio Informativo, así como de los proyectos de construcción redactados, integrando la modificación del enlace ferroviario de Majarabique, tramitado durante la redacción del proyecto del tramo Majarabique-Valencina de la Concepción. A esta alternativa inicial se plantean variantes de trazado tomando en consideración los resultados de la información pública sobre el Estudio de Impacto Ambiental del año 2015, así como las recomendaciones reflejados en el informe del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) del año 2017.

A esta escala 1:5.000 se plantean las siguientes alternativas de trazado:

- Alternativa 1-1 y 1-2
- Alternativa 2-1 y 2-2
- Alternativa 3-1 y 3-2

Las alternativas 1 y 3, desarrollan sus ejes conjuntamente durante los primeros cincuenta kilómetros, dirección Este – Oeste, y al norte de las poblaciones Albaida de Aljarafe, Paterna del Campo y Villalba de Alcor. Este desarrollo está basado en la alternativa seleccionada en el EI anterior denominada “Norte La Palma”. Estas alternativas, se bifurcan una vez sobrepasada la población de Villalba de Alcor, manteniéndose para las soluciones 1, el eje de la nueva LAV sensiblemente

paralelo al corredor del FC actual. Para las soluciones 3, el trazado se situará al norte de la línea del FC evitando así el paso por las poblaciones de Niebla y San Juan del Puerto, para seguidamente buscar la aproximación a Huelva, y entroncar con el eje de la Nueva Estación de Alta Velocidad de Huelva.

Para las soluciones 1, y a su paso por San Juan del Puerto, se han desestimado las soluciones de soterramiento debido a que la cota de inundación del Río Tinto en esa zona para Q100 y Q500, se encuentra a la cota +3, y +3.4, con lo que una cota de soterramiento que estaría en torno a la -8, sería inviable. También se han desestimado las soluciones de grandes viaductos sobre las marismas del Río Tinto debido a la complejidad constructiva y al enorme impacto visual que producirían al entorno.

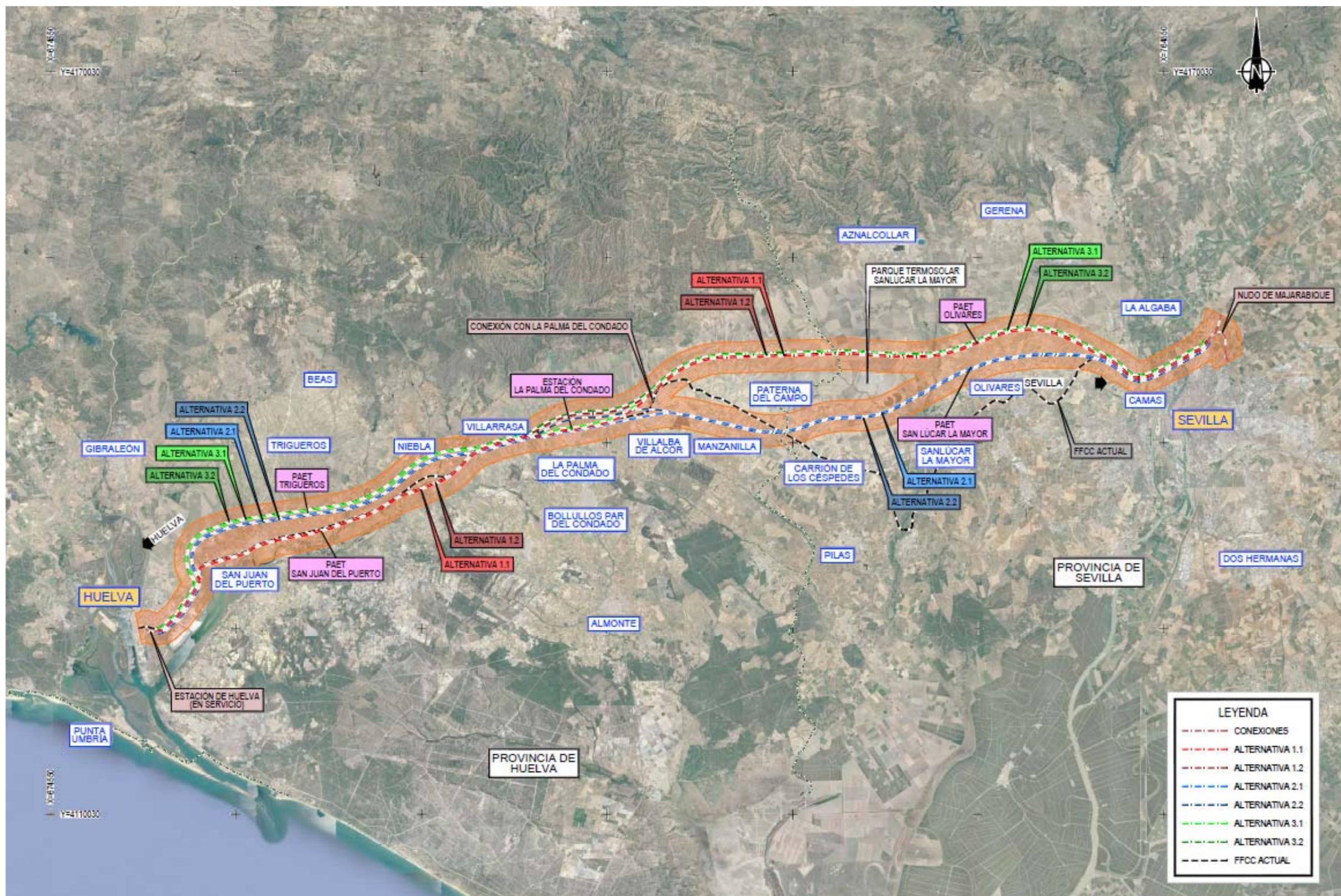
La diferencia entre las soluciones seguidas de -1 y -2 está en el paso por La Palma del Condado, siendo las -1 las que pasan por esta población, y las -2 las que se sitúan al Norte de la misma.

Las soluciones 2 mantienen su eje común con las alternativas 1 y 3 hasta el PK 10+000 aproximadamente en el entorno de la población de Valencina de la Concepción, punto a partir del cual, giran ligeramente al Sur para aproximarse más a las poblaciones de Olivares, Salteras y Villalba de Alcor. Siendo esta zona de orografía más desfavorable que la atravesada por las alternativas 1 y 3, será necesario recurrir a estructuras de consideración en su recorrido.

A partir del entorno de la última población mencionada, la alternativa 2-2 girará al Norte, coincidiendo su eje, a partir de este tramo, con la alternativa 3-2. De igual forma sucederá con la alternativa 2-1 que buscará el corredor de la alternativa 3.1 y coincidirán a partir del entronque en planta y alzado.

Cabe destacar que, aunque la nueva línea de Alta Velocidad es apta para tráfico de viajeros, los parámetros en alzado adoptados con pendientes máximas de 15 milésimas, permitirían perfectamente el tráfico de mercancías

Se realiza a continuación una descripción de todas las alternativas de trazado planteadas en esta fase del estudio, así como exponer los parámetros adoptados para su definición geométrica tanto en planta como en alzado.



- **Nudo ferroviario de Majarabique**

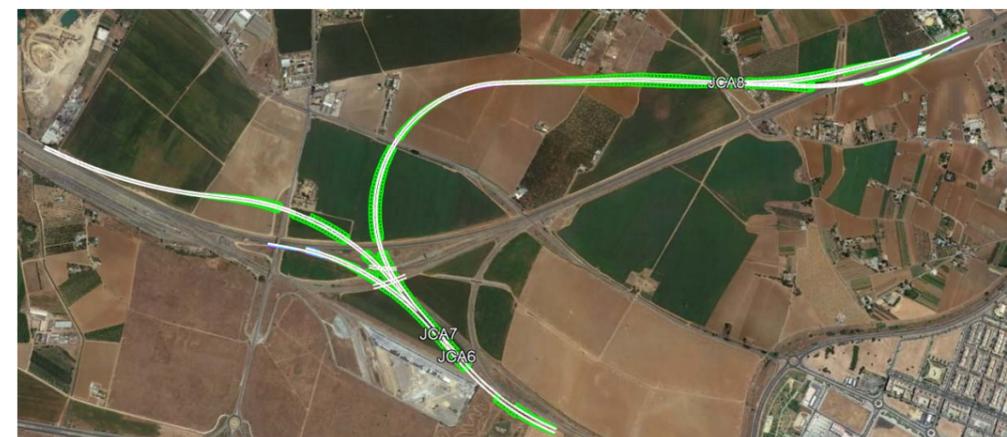
Todas las alternativas planteadas tienen su origen en la zona en donde está ubicado el actual triángulo ferroviario de Majarabique, al norte de la ciudad de Sevilla y a unos 6,3 kilómetros desde la estación de Santa Justa, siguiendo el recorrido de las vías del AVE en sentido Sevilla-Madrid.

Para enlazar con dicha línea, se plantea la necesidad de realizar un nudo de conexión compuesto por ramales de vía única que permiten los 4 sentidos de circulación posibles: Madrid-Huelva, Sevilla-Huelva, Huelva-Madrid y Huelva-Sevilla. Como se comenta anteriormente, la modificación de dicho enlace se tramitó durante la redacción del proyecto constructivo del tramo inicial Majarabique-Valencina de la Concepción, si bien en la presente fase de redacción del Estudio Informativo, y con el fin de optimizar el trazado y los correspondientes movimientos de tierras han sido rediseñados.

Dicho enlace ferroviario está formado por cuatro ramales, que se enumeran a continuación:

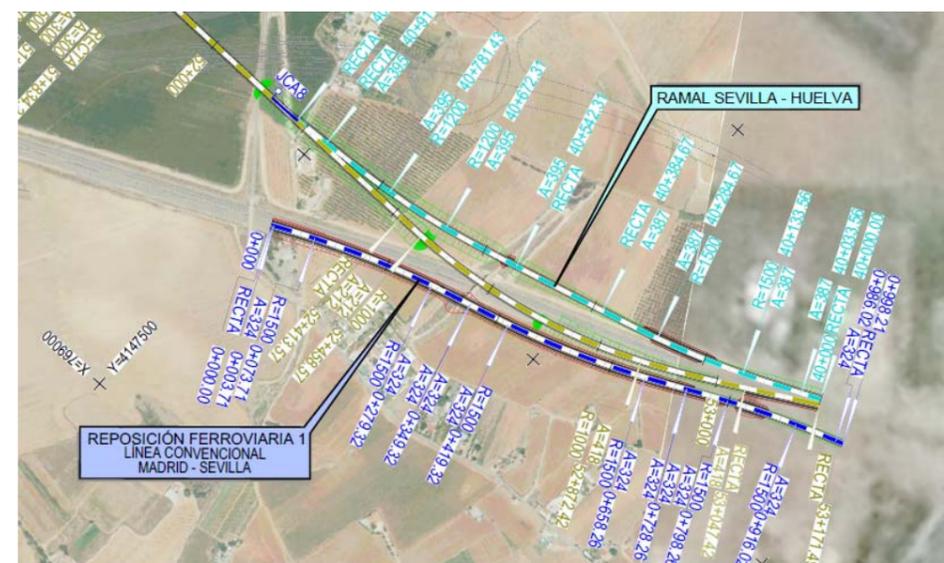
- Ramal Huelva-Madrid
- Ramal Madrid-Huelva
- Ramal Sevilla-Huelva
- Ramal bidireccional Huelva-Sevilla

Los ramales de conexión Madrid - Huelva y Huelva - Madrid conectarán con la L.A.V. Madrid – Sevilla a la altura de la Estación de Mercancías de Majarabique, antes del cambiador de anchos de Majarabique. Una vez superada la zona del nudo ferroviario, estos ramales se juntarán formando una vía doble. En el caso del ramal Madrid-Huelva, el trazado diseñado utiliza parcialmente el de la actual conexión Madrid-Huelva de la línea convencional, por lo que una vez puesto éste en servicio se considera la supresión de la conexión actual.



El ramal de conexión Sevilla-Huelva conecta con el ramal bidireccional Huelva-Sevilla, ambos en vía única, antes de llegar al nudo ferroviario de Majarabique, para proseguir el trazado con vía única dado la frecuencia de tráfico ferroviario esperado, siendo el ramal bidireccional Huelva-Sevilla el que conecta con los ramales Madrid-Huelva y Huelva-Madrid en las proximidades de la actual instalación ferroviaria de carga y descarga de Majarabique. Una vez superada dicha instalación ferroviaria son los ramales Madrid-Huelva y Huelva-Madrid los que conforman el tronco de la LAV Sevilla-Huelva en vía doble.

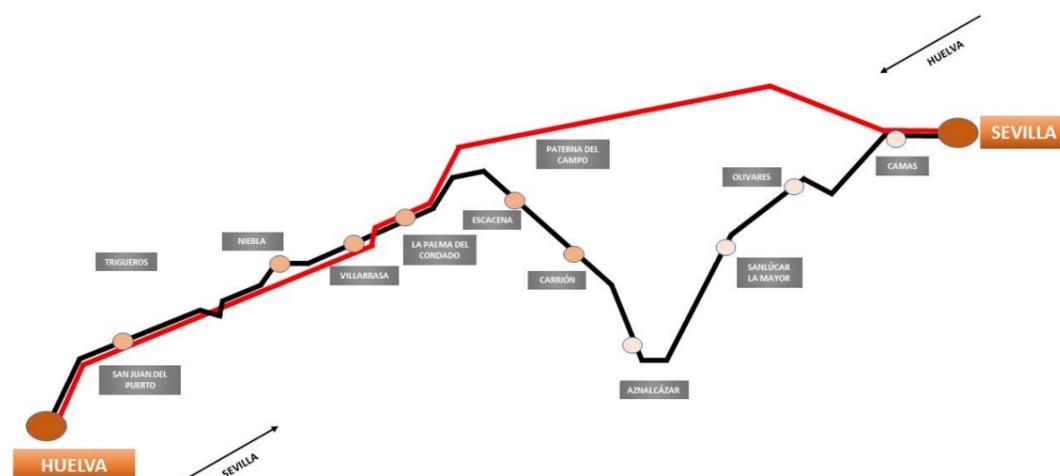
Debido a la conexión del Ramal bidireccional Huelva Sevilla con la LAV Madrid Sevilla, ha sido necesario desplazar la línea de ancho convencional Madrid – Sevilla, paralela a la anterior en una longitud aproximada de 998 m, mediante la “Reposición Ferroviaria 1. Línea convencional Madrid-Sevilla”.



En cuanto al trazado en alzado se ha considerado excepcionalmente una pendiente máxima de 25 milésimas en la rasante de los ramales debido a la necesidad de pasar con gálibo sobre infraestructuras existentes y planificadas, reduciendo al máximo el número y longitud de estructuras, con el fin de optimizar en su totalidad la funcionalidad del nudo ferroviario. Una vez abandonado el nudo de Majarabique, y cuando los ramales Madrid-Huelva y Huelva-Madrid se unen en una única plataforma, la rasante se dispone a cotas similares a la vía actual Sevilla-Huelva.

Designación	PKi	PKf	Longitud (m)
Ramal Madrid-Huelva	20+000	21+399,15	1.399,15
Ramal Huelva-Madrid	30+000	32+431,56	2.431,56
Ramal Sevilla-Huelva	40+000	40+972,27	972,27
Ramal bidireccional Huelva-Sevilla	50+000	53+171,49	3.171,49

- **Alternativa 1**
- **Alternativa 1-1**



Esta alternativa, con una longitud total aproximada de 94,3 km, tiene su origen una vez superado el nudo ferroviario de Majarabique en la provincia de Sevilla hasta el cruce con la Autovía H-30 en la provincia de Huelva, donde se produce

la conexión con el “Proyecto modificado de la infraestructura ferroviaria en la nueva Estación de Huelva”.

En su tramo inicial la Alternativa 1-1 discurre paralela a la línea ferroviaria actual Sevilla-Huelva mediante una sucesión de tramos rectos y curvas circulares a izquierda y derecha con un abanico de radios empleados comprendido entre 1.300 y 5.000 metros hasta aproximadamente el P.K. 8+500 en el que el trazado se separa del corredor de la vía actual mediante una curva a izquierda de radio 5.000 metros con una posterior curva-contracurva (derecha-izquierda) de radio 12.500 metros enlazadas con clotoides de 200 metros de longitud para posteriormente continuar con una curva de orientación suroeste de radio 7.250 y desarrollo de aproximadamente 5.430 metros con longitud de clotoide de 460 metros que da paso a una alineación recta entre los P.K. 19+282 y 21+852 con la misma orientación suroeste de 2.570 metros de longitud en la que ubicar el P.A.E.T. de Olivares (PK 19+650 a PK 21+850).

Tras el P.A.E.T. propuesto el trazado toma orientación oeste con una curva a derecha de radio 10.400 metros y longitud de clotoides de 260 metros salvando el cruce con la carretera A-477, para dar paso a dos alineaciones rectas de 1.538 y 2.311 metros de longitud unidas mediante una alineación curva de radio 11.000 metros. Con este trazado la LAV discurre entre la urbanización “Los Ranchos de Guadimar” y la instalación de generación de energía eléctrica propiedad de Abengoa, manteniendo en todo momento un amplio resguardo horizontal respecto de ambos condicionantes geográficos.

El trazado mantiene alineación recta, tras una curva de radio 7.250 metros, entre los P.K. 31+930 y 41+182, con una longitud de 9.252 metros con la que la Alternativa 1-1 se adentra en la provincia de Huelva y mediante curva-contracurva (izquierda-derecha) de radios 7.250 y 7.600 metros, respectivamente, enlazadas con una alineación recta de aproximadamente 2.340 metros de longitud, conecta con el corredor de la vía actual a la altura de la localidad de La Palma del Condado, aproximadamente, en el P.K. 53+500. El trazado propuesto atraviesa dicha población, en la que está prevista la ubicación, dentro del núcleo urbano de la misma, de la única estación a lo largo del recorrido Sevilla-Huelva entre el PK 54+860 y el PK 55+860.

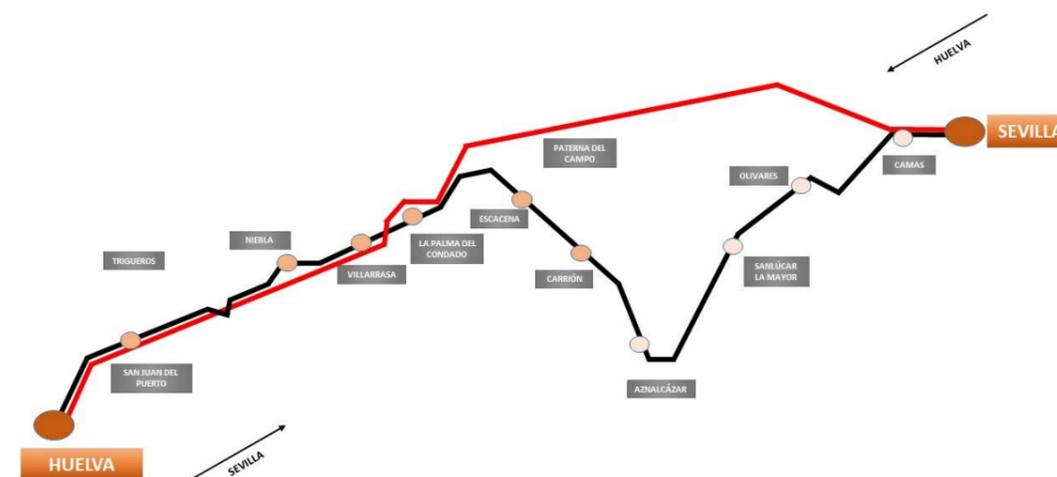
A partir de este punto el trazado discurre atravesando las poblaciones de Villarrasa, Niebla y San Juan del Puerto, manteniéndose la nueva LAV sensiblemente paralela al actual corredor ferroviario Sevilla-Huelva, con una geometría apta para alta velocidad, siendo la zona donde por motivos geométricos más se separan los dos corredores, al sur de la población de Niebla entre los P.K. 66+000 y 71+500. Al final de esta zona y previo al cruce bajo la A-49 (Autovía del V Centenario), los dos ejes ferroviarios, el actual y el proyectado, volverán a tener el mismo encaminamiento.

Posteriormente al cruce bajo la A-49, el trazado de la nueva LAV se mantiene paralelo al actual, hasta el final del trayecto en la entrada a la estación de Huelva en el P.K. 94+353, disponiendo una rasante con cotas similares, reduciendo de este modo el movimiento de tierras asociado, así como el impacto al entorno. Está previsto la ubicación de un P.A.E.T. dentro del término municipal de San Juan del Puerto, estando éste situado fuera del casco urbano de dicha población entre los PK 76+800 y 78+400, garantizando en todo momento la permeabilidad en el entorno urbano mediante la ubicación de pasos a distinto nivel, en el caso de viales que deban ser repuestos, y de pasarelas peatonales que salvarán tanto el FC actual, como la nueva LAV propuesta.

Como se ha comentado anteriormente, y con el objetivo de mantener una geometría apta para alta velocidad a lo largo de la totalidad del itinerario, es inevitable la afección al ferrocarril existente, motivo por el cual se proponen reposiciones ferroviarias de la vía convencional que darán solución a estas afecciones, siendo éstas las siguientes:

Designación	Longitud (m)
Reposición Ferroviaria 2	3.366
Reposición Ferroviaria 3	3.196
Reposición Ferroviaria 4	3.133

• **Alternativa 1-2**



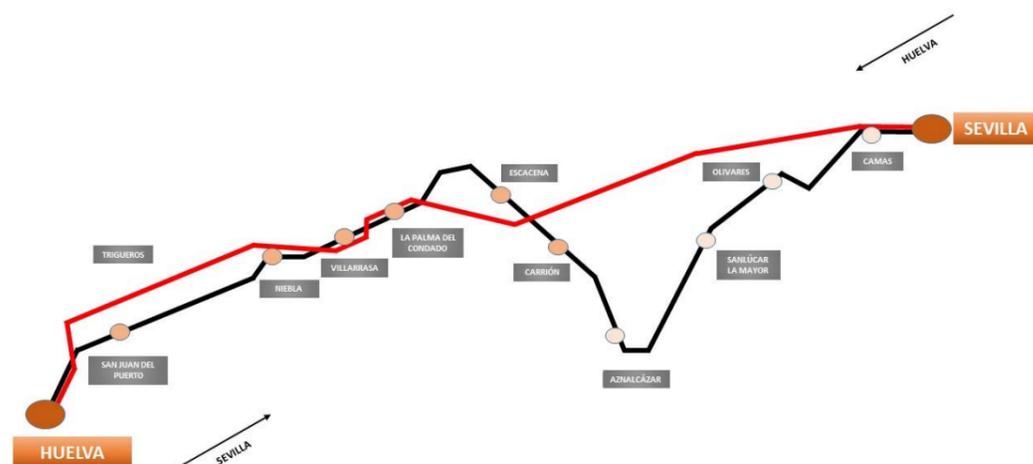
Sobre la alternativa anterior se plantea una modificación del trazado antes de entrar en la población de La Palma del Condado, con el objetivo de evitar algunas alineaciones curvas al atravesar dicha población con radios en planta que no siguen los parámetros geométricos de una LAV. Esta modificación se lleva a cabo desplazando el trazado al norte de La Palma del Condado a partir del P.K. 47+700 mediante la inclusión de una curva-contracurva (derecha-izquierda) de radio 7.250 metros, volviendo a conectar con el trazado propuesto de la Alternativa 1-1 hasta el final del trayecto, en el P.K. en 59+650, en las proximidades de la siguiente población Villarrasa, mediante una curva a derecha de radio 5.350 metros.

La longitud total aproximada de la Alternativa 1-2 es de 94,2 km, compartiendo trazado una vez superada la población de Villarrasa, tal y como se ha comentado anteriormente, con la Alternativa 1-1, siendo por tanto aplicable todo lo expuesto para aquella alternativa.

De igual manera que con la alternativa 1-1, se prevé las siguientes reposiciones ferroviarias:

Designación	Longitud (m)
Reposición Ferroviaria 3	3.196
Reposición Ferroviaria 4	3.133

- **Alternativa 2**
- **Alternativa 2-1**



Esta alternativa, con una longitud total de aproximadamente 95,4 km, tiene el origen común con la Alternativa 1, con la que comparte trazado en los ocho primeros kilómetros tanto en planta como alzado, a partir del cual su desarrollo se separa del de la alternativa seleccionada en el Estudio Informativo redactado en 2002, y toma una orientación suroeste hasta aproximadamente el P.K. 30+000, mediante una sucesión de curvas de radio 7.250 metros con longitud de clotoides de 460 m e intercaladas con alineaciones rectas que permiten en conjunto velocidades de 350 km/h, si bien la orografía más desfavorable en este tramo hará preciso la ejecución de un túnel de 1.850 metros de longitud entre los P.K. 15+160 y 17+010, denominado túnel de La Muela, por ser el nombre del cerro que atraviesa, así como la ejecución de falsos túneles a lo largo del trazado en las zonas de desmontes con trincheras de altura superiores a 10 metros dada la presencia de margas azules y los malos condicionantes geotécnicos de este material.

Una vez sobrepasado el río Guadimar mediante un viaducto de 1.198 metros de longitud, se propone la ubicación de un P.A.E.T. en el término municipal de Sanlúcar La Mayor entre los P.K. 24+400 y 26+600, aprovechando una zona de terreno más favorable que permite la implantación de una pendiente longitudinal de 2 milésimas.

A partir del P.K. 30+000, el trazado discurre paralelo a la carretera A-472 mediante curva-contracurva (izquierda-derecha) de radio 7.250 metros con longitud de clotoides de 460 metros para, posteriormente, dar paso a una recta de 4.767 metros de longitud hasta las proximidades de Villalba del Alcor, con una orografía más favorable y pendiente ascendente del terreno aplicando una rampa ascendente en el trazado de 15 milésimas hasta el punto alto del terreno, aproximadamente, en el P.K. 45+300 en donde el terreno inicia un descenso, aplicando de nuevo 15 milésimas de pendiente descendente hasta aproximadamente el P.K. 48+000, coincidente con la curva a izquierda de radio 7.250 metros mediante la cual el trazado de la alternativa discurre paralelo al corredor ferroviario actual, conectando con el trazado de la Alternativa 1-1 a la altura de la localidad de La Palma del Condado, aproximadamente, en el P.K. 52+500. De igual modo al descrito para la alternativa 1-1, el trazado propuesto para la alternativa 2-1 atraviesa dicha población, en la que está prevista la ubicación, dentro del núcleo urbano de la misma, de la única estación a lo largo del recorrido Sevilla-Huelva entre el PK 54+878 y PK 54+868.

A partir de este punto el trazado discurre atravesando las poblaciones de La Palma del Condado y Villarrasa, y, una vez sobrepasada esta última población, vuelve a separarse del corredor ferroviario actual, para evitar la afección al ámbito de la Gravera de Balastera, situada ésta al suroeste de la población de Niebla.

Esta variante de trazado al norte de Niebla, se realiza mediante una curva-contracurva (derecha-izquierda) de radios 7.250 metros con longitud de clotoides de 460 metros, con la que se cruza sobre el cauce del Río Tinto mediante un viaducto de 560 metros de longitud situado entre los PK 64+653 y 65+213, a la que, posteriormente, se incluye una amplia alineación curva de radio 10.000 metros de orientación suroeste con una longitud de 5.545 metros, con la que la Alternativa 2-1 discurre paralela al norte de la A-49 (Autovía del V Centenario) a lo largo de gran parte del desarrollo de dicha curva y de la alineación recta posterior de 7.081 metros de longitud, en la que está previsto la ubicación de un P.A.E.T. en el término municipal de Trigueros entre los P.K. 76+068 y 78+268.

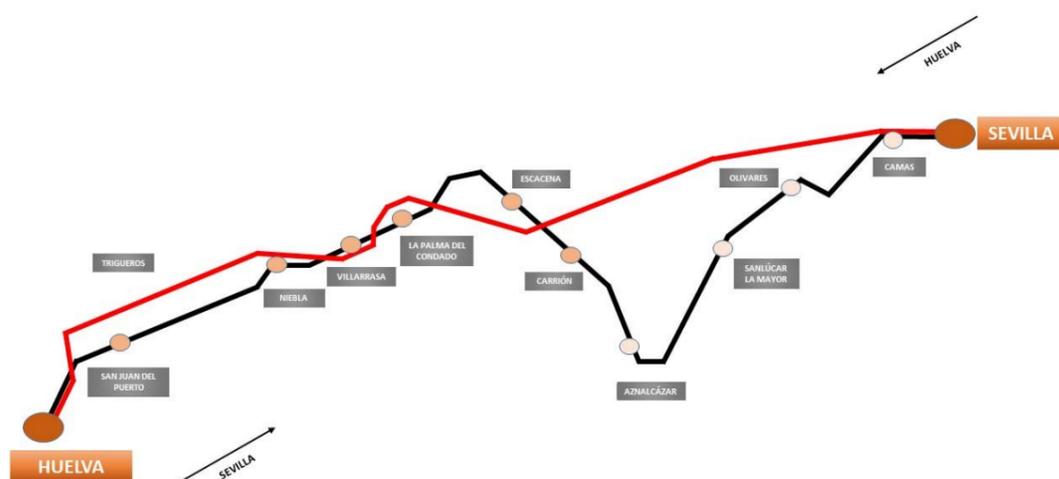
Con esta segunda parte de la variante de trazado propuesta desde el P.K. 80+000 se evita el paso por el casco urbano de San Juan del Puerto, realizándose de este

modo al norte de dicha población y manteniendo paralelismo con la autovía A-49. El cruce sobre la carretera N-435 se produce en el desarrollo de la alineación recta anterior, que da paso a una amplia curva a izquierda de radio 7.250 metros intercalada con otra recta de orientación sur-oeste con lo que la LAV discurre al norte del Centro Penitenciario de Huelva. A lo largo del desarrollo de la curva posterior de radio 2.200 se producen los cruces sobre la autovía A-49, la carretera N-431, la autovía H-31 y la línea ferroviaria en dirección a Zafra, y una vez superadas estas infraestructuras el trazado toma orientación sur mediante una curva a derecha de radio 1.125 metros hasta conectar en el P.K. 90+940 con el corredor de la línea ferroviaria actual y, por tanto, con la Alternativa 1-1, con la que comparte trazado hasta el final del trayecto.

Como se ha comentado anteriormente, y con el objetivo de mantener una geometría apta para la nueva línea alta velocidad a lo largo de la totalidad del itinerario, se producen afecciones y posteriores reposiciones ferroviarias de la línea convencional actual, siendo éstas las siguientes:

Designación	Longitud (m)
Reposición Ferroviaria 2	3.366
Reposición Ferroviaria 4	3.133

- **Alternativa 2-2**

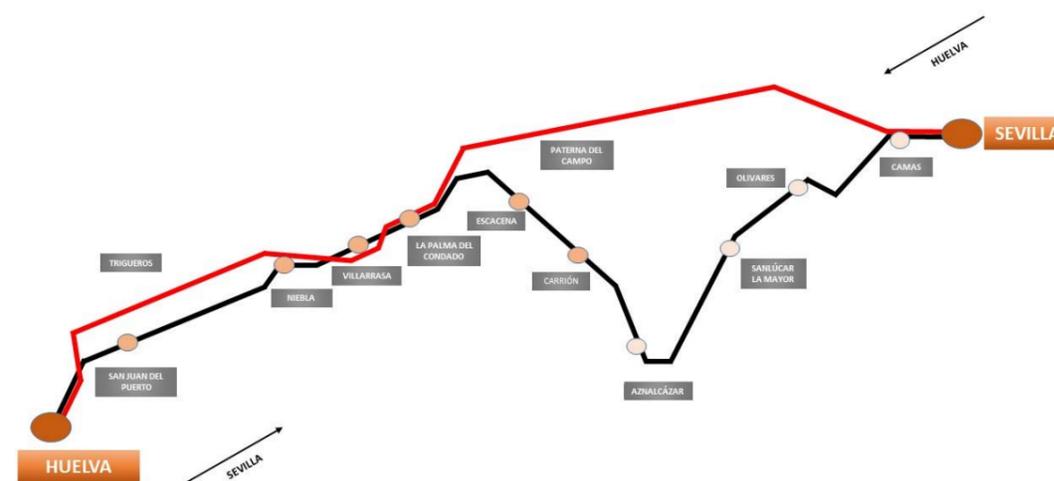


Esta alternativa con una longitud de 95,7 km comparte el mismo trazado que la Alternativa 2-1 hasta el P.K. 44+451, situado al norte de la población de Manzanilla, en la que, con el fin de evitar el paso por La Palma del Condado, toma una orientación este mediante una curva-contracurva (izquierda-derecha) de radios 7.250 metros con la que se conecta con el trazado propuesto de la Alternativa 1-2 con el objetivo de evitar algunas alineaciones curvas al atravesar dicha población con radios en planta que no siguen los parámetros geométricos de una LAV, hasta sobrepasada la población de Villarasa en el PK 59+029, en donde vuelve a separarse del corredor ferroviario actual y mantiene el mismo trazado hasta el final del trayecto que el propuesto para la alternativa 2-1, siendo por tanto aplicable todo lo expuesto para aquella alternativa.

De igual manera que con la alternativa 2-1, se prevé la siguiente reposición ferroviarias:

Designación	Longitud (m)
Reposición Ferroviaria 4	3.133

- **Alternativa 3**
- **Alternativa 3-1**



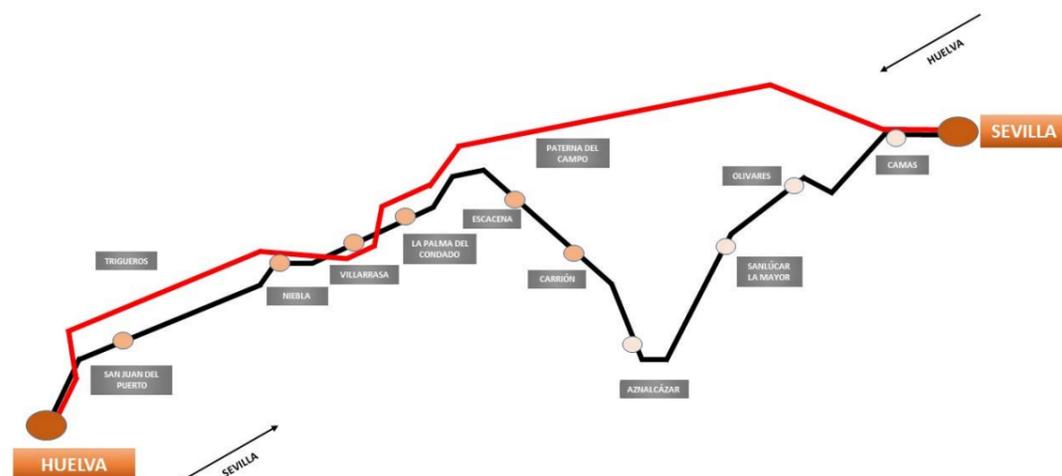
Esta alternativa tiene una longitud total de 96,4 km, compartiendo trazado con el corredor de la Alternativa 1-1 hasta sobrepasar la población de La Palma del Condado, por lo que lo descrito anteriormente para la Alternativa 1-1 es de aplicación a esta Alternativa 3-1.

La Alternativa 3-1 se separa del trazado común aproximadamente en el P.K. 61+500 con el objeto de evitar la afección al ámbito de la Gravera de Balastera, situada al suroeste de la población de Niebla, así como en lo referente a evitar el paso por el casco urbano de San Juan del Puerto. A partir de dicho punto kilométrico esta Alternativa 3-1 comparte trazado hasta el final del trayecto con la Alternativa 2-1, siendo por tanto aplicable todo lo expuesto para aquella alternativa.

Las reposiciones ferroviarias previstas y su longitud a lo largo de la alternativa 3-1 son las que se enumeran a continuación:

Designación	Longitud (m)
Reposición Ferroviaria 2	3.366
Reposición Ferroviaria 4	3.133

• **Alternativa 3-2**



Esta alternativa, con una longitud aproximada de 96,3 km, comparte trazado con la Alternativa 1-2 hasta el P.K. 61+426, una vez sobrepasada La Palma del Condado por el norte de dicha población, por lo que lo descrito para la Alternativa 1-2 es de aplicación a esta alternativa.

La segunda parte del trazado de esta alternativa hasta el final del trayecto es el mismo que el definido para la Alternativa 2-2.

La reposición ferroviaria prevista para mantener el tráfico de la vía actual y su longitud afectada en esta alternativa 3-2 es la que se expone a continuación:

Designación	Longitud (m)
Reposición Ferroviaria 4	3.133

• **Conexión de Alternativas 1 y 3 con la línea actual**

Para el caso de las alternativas 1.1, 1.2, 3.1 y 3.2, se ha estimado la posibilidad de que pueda haber una conexión ferroviaria con la vía actual por funcionalidad ferroviaria.



Se aprovecha la proximidad de los corredores de estas alternativas a la vía actual en el entorno de Villalba de Alcor para realizar esa conexión, de cerca de mil quinientos metros de longitud, que tiene su origen en el P.K. 47+532 de estas.

El trazado de casi mil quinientos metros de longitud, queda definido por una curva (antihoraria) y contracurva (horaria) de 1.100 m y 1.500 m de radio respectivamente.

El trazado en alzado es totalmente descendente desde la L.A.V. hacia la línea actual, empezando con una larga pendiente de 5 milésimas de más de 1,000 metros de desarrollo que se ve sucedida por una pendiente de 12 milésimas y una pendiente final de enlace de 1.2 milésimas.

5. Estudios temáticos

5.1. Cartografía y topografía

El trabajo se ha desarrollado entre octubre y diciembre de 2017, desarrollándose en las siguientes fases:

5.1.1. Vuelo fotogramétrico digital de GSD 28 cm,

El ámbito de la zona de estudio ocupada por este proyecto, se cubrió mediante un vuelo fotogramétrico digital de GSD 28 cm, realizado en condiciones meteorológicas; aceptables:

- Fecha de vuelo: 7 de octubre de 2017.
- Situación del vuelo: Provincias de Sevilla y Huelva.
- Huso: 29.
- H.M.N: 981, 982, 983, 984, 999, 1000.
- Altura media del vuelo:3.908 metros.
- Cámara Ultra Cam X, focal: 100.5.
- Número de pasadas:8.
- Aeronave Cessna T-310-R.
- Recubrimiento Longitudinal: 60%.
- Recubrimiento Transversal: 35%.

5.1.2. Enlace a Red Geodésica e Implantación de Red Básica

Implantación y materialización de la Red Básica constituida por cincuenta y cuatro (54) vértices, observación de la Red Geodésica y Red Básica y cálculo planimétrico y altimétrico de la Red Básica.

5.1.3. Apoyo de campo y Aerotriangulación

Apoyo fotogramétrico en campo, de un vuelo digital de GSD 28 cm, necesario para realizar una aerotriangulación utilizando los datos GPS/INS del vuelo fotogramétrico

5.1.4. Restitución Fotogramétrica

Restitución a escala 1/5000, con equidistancia de curvas de nivel de 5 metros, a partir de un vuelo fotogramétrico digital de 28 cm de GSD

5.1.5. Ortofotografía

Generación de ortofotografías digitales a partir del vuelo fotogramétrico del proyecto, efectuado con gsd 28 cm., con un tamaño de píxel de 0,50 m, y los ortofotomapas generados a través de ésta a la misma escala de salida

5.2. Geología y geotecnia

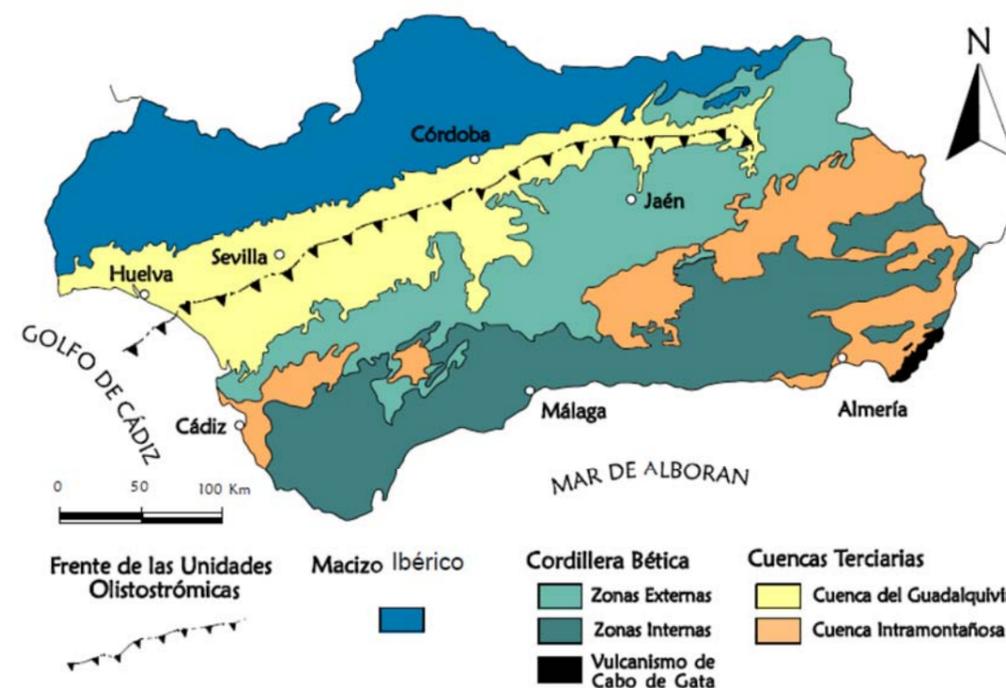
En el Anejo 3 de Geología y Geotecnia se han estudiado y analizado las características geológico-geotécnicas de la zona estudiada, entre las ciudades de Sevilla y Huelva. Tras realizar un esbozo del marco geológico, se ha descrito la Estratigrafía, Tectónica y Sismicidad, Geomorfología e Hidrogeología. También continuación, se han descrito las Unidades Geotécnicas y la Geotecnia de las 6 Alternativas estudiadas. Finalmente se ha realizado un Análisis Geológico-Geotécnico de las Alternativas. Se han incluido 5 Apéndices: Mapa Geológico E 1/200.000, Planta Geológica E 1/5.000, Perfiles Geológicos E 1/5.000, Planta y Perfil geológicos del Túnel de La Muela y finalmente Mapas de situación de los Yacimientos y Zonas de Préstamos seleccionados con una recopilación de las Fichas de los 5 Proyectos Constructivos de 2011 de estos yacimientos.

Para la redacción del Anejo, se han tenido en cuenta publicaciones, estudios, documentos y proyectos, entre los que destacan las cartografías geológicas a diferente escala, del Instituto Geológico y Minero, el Estudio Informativo de 2003 y los 5 Proyectos Constructivos de 2011.

La zona de proyecto se encuentra ubicada desde el punto de vista geológico dentro del ámbito de las Cordilleras Béticas. Esta gran unidad orográfica y geológica del sur y el sureste de la Península Ibérica, se extiende desde Alicante (aunque las Baleares suelen considerarse una extensión dentro del Mediterráneo) hasta el Golfo de Cádiz. Se trata del sistema montañoso más occidental del conjunto de cordilleras que bordean actualmente el Mediterráneo, el llamado

Orógeno Alpino Perimediterráneo, y tiene una historia compleja porque corresponde con el acercamiento y colisión de dos placas tectónicas (Ibérica y Mesomediterránea) como consecuencia de una tercera placa mayor (Africana).

El "Surco Bético" o Cuenca del Guadalquivir se formó a lo largo de una gran depresión alargada en dirección SO-NE, en forma de cuña, que se iba estrechando paulatinamente desde el sector de Huelva-Cádiz hasta el de Jaén. La topografía del fondo tampoco era uniforme, ya que datos sísmicos y de sondeos han permitido poner de manifiesto la existencia de una flexión importante, cuya situación era más o menos paralela al eje de la cuenca y que originó un "escalón" notable en el fondo, siendo la parte más hundida la situada en la mitad suroriental de la depresión



Encuadre geológico del Valle del Guadalquivir.

El relleno de la cuenca se inició hace algo más de 10 Ma, en el Mioceno, aflorando actualmente en superficie tan sólo los materiales correspondientes a la parte superior (de edad Tortoniense superior- Messiniense). El inicio de la sedimentación pliocena en la zona de Huelva se realizó más tarde, cuando la

cuenca marina ya estaba configurada. Todos ellos se encuadrarían dentro de los llamados materiales autóctonos.

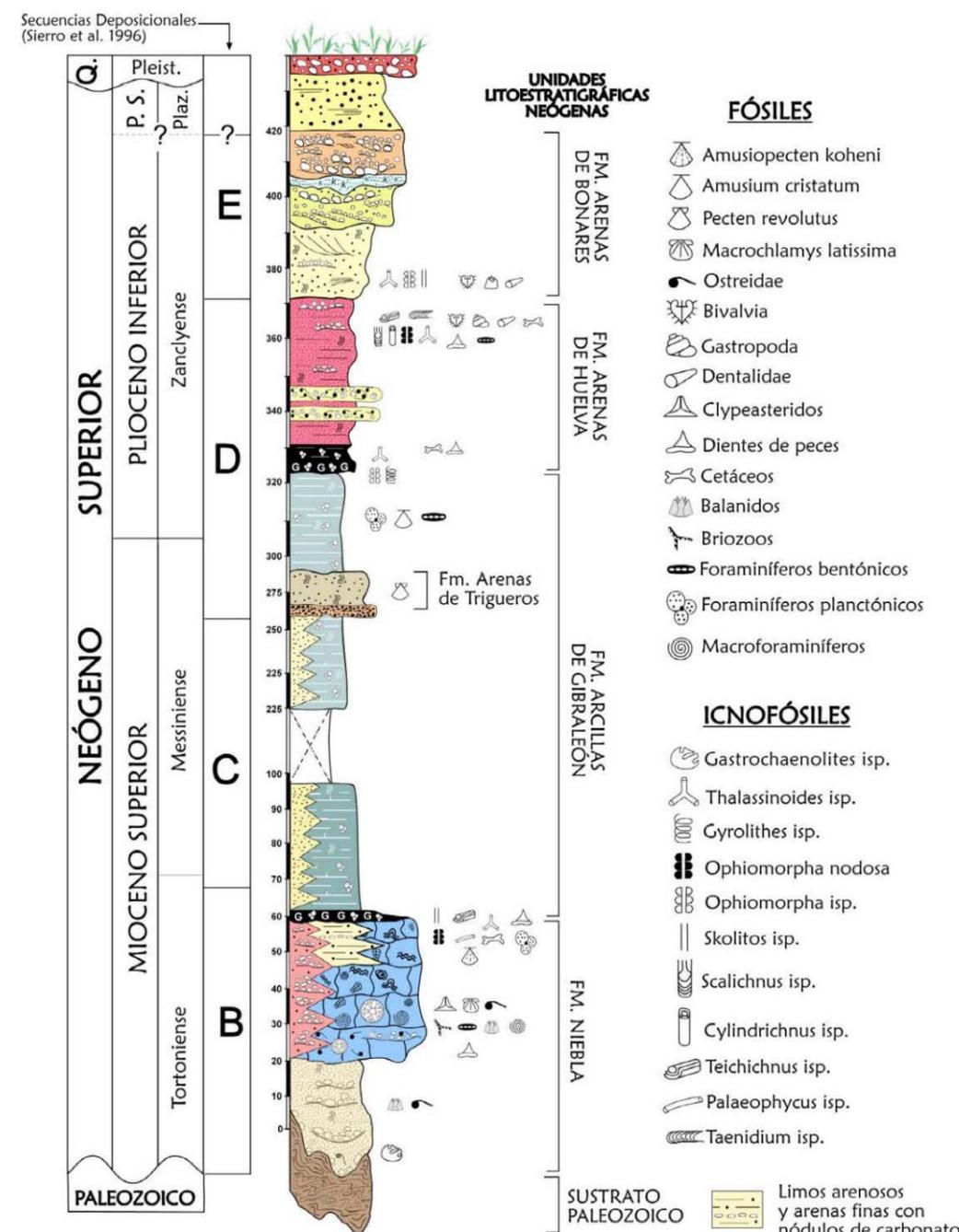
En la zona de estudio y de muro hacia techo, se han definido dentro de la Cuenca del Guadalquivir, cuatro unidades litoestratigráficas terciarias. Estas unidades son:

La Formación Niebla (Calcarenitas miocenas en la planta y perfiles geológicos), anteriormente denominada Fm. Calcarenita de Niebla, a la que se le asigna una edad Tortoniense superior. Se encuentra adosada a los materiales paleozoicos del Macizo Ibérico en la zona norte del área de estudio. Está constituida en su base por 10-20 metros de argilitas, limolitas y arenas y conglomerados de origen fluvial y deltaico. Pasan hacia arriba y lateralmente, mediante un contacto neto y ligeramente erosivo, a unos 30 metros de calcarenitas y calizas, muy ricas en fauna, interpretadas como antiguos sistemas costeros y marinos de plataforma interna y media.

La transición hacia la unidad superior, la denominada **Formación Arcillas de Gibrleón**, equivalente a la **Formación Margas Azules del Guadalquivir** y las **Margas marrones** suprayacentes distinguidas en la planta y perfiles geológicos, viene dada por un nivel de limos con glauconita muy ricos en microfauna planctónica, así como en dientes de seláceos y en restos de cetáceos (vértebras y costillas). Esta Formación Arcillas de Gibrleón, tiene una edad Tortoniense superior-Plioceno inferior, está formada por una serie de arcillas y margas ricas en microfauna planctónica y bentónica. Presenta una gran potencia, que se incrementa hacia el centro, sur y sureste de la cuenca. Se asocia a medios marinos profundos, localizándose su máximo batimétrico próximo al talud. Su tránsito a la formación suprayacente. (Fm. Arenas de Huelva) se realiza, o bien de forma brusca con un contacto neto que representa una paraconformidad sedimentaria, o bien de un modo gradual, pasando de forma lateral y vertical a limos y arenas muy finos.

La transición a la unidad suprayacente también está definida por un nivel condensado, de unos 3 metros de potencia, formado por limos y arenas muy ricos en glauconita, que definen la base de la Formación Arenas de Huelva. La **Formación Arenas de Huelva** (Unidad de limos arenosos en la planta

Geológica), de edad Mioceno superior/Plioceno inferior, está constituida por arenas finas y limos que alcanzan los 30 metros de potencia.



Columna estratigráfica tipo del terciario de la zona de estudio

La **Formación Arenas de Bonares**, que también se agrupa en la unidad de Limos arenosos de la planta geológica y perfiles, se atribuye, al menos, al Plioceno inferior alto (y superior con dudas). Presenta un contacto mediante una suave discordancia erosiva con la formación infrayacente.

Está compuesta por arenas finas a muy finas en la base, progresivamente más gruesas hacia la parte alta, de colores variados, blanco-amarillentas a rojizas, con intercalaciones de pequeños niveles conglomeráticos e hiladas de cantos silíceos. Todos estos materiales se depositaron en un medio marino muy somero (playas) que iba presentando cada vez una influencia más continental (fluvial).

El Cuaternario Se encuentra representado principalmente por los sedimentos de origen aluvial de los valles de los Ríos Guadalquivir, Guadiamar y Tinto, están formados por gravas, arenas con intercalaciones arcillosas. Al suroeste de Niebla, el Río Tinto presenta sedimentos de origen fluvio-mareal, que dan paso a zonas de marisma en las inmediaciones de San Juan del Puerto y Huelva. Además, se encuentran glaciares cuaternarios al norte de Salteras-Olivares y en la zona de La Palma del Condado. Por último, en los valles afluentes a estos ríos se encuentran depósitos de menor importancia de origen aluvial-coluvial (depósitos de fondos de valle).

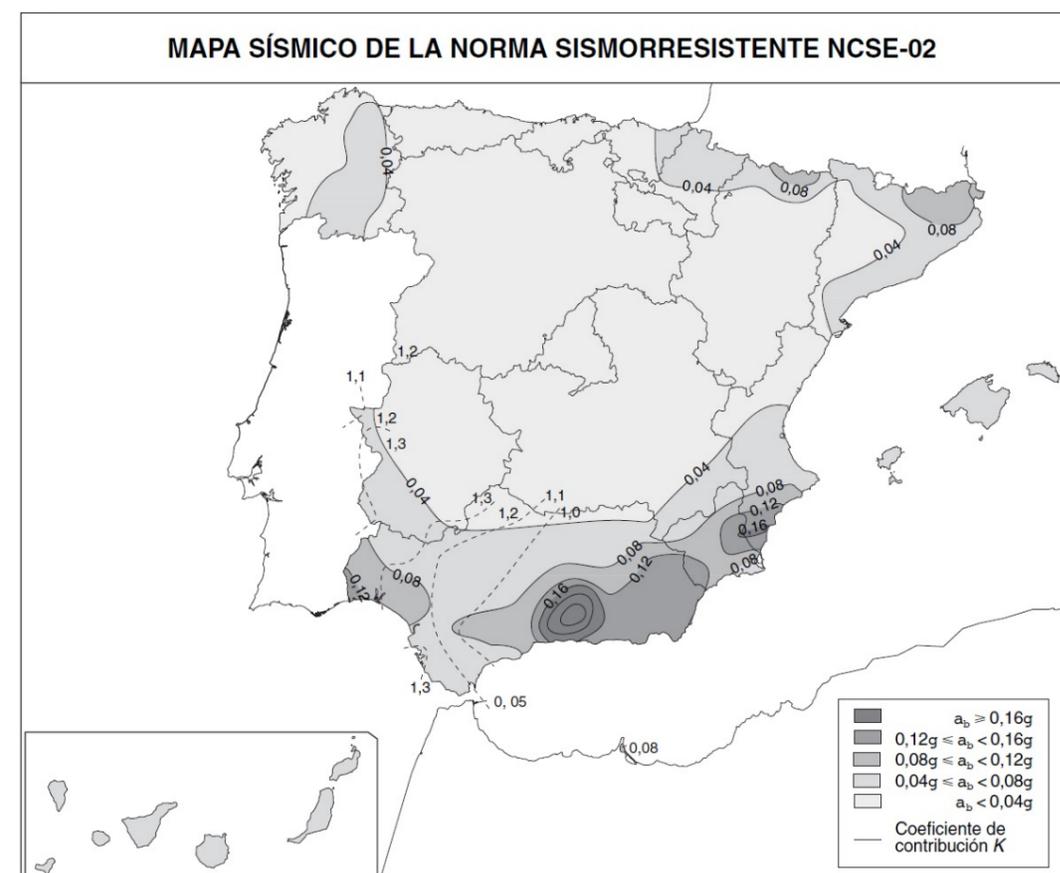
A partir del inicio de la etapa de convergencia principal entre las placas de África y Eurasia en el Eoceno superior-Oligoceno inferior, la evolución de la zona estudiada en la Cuenca del Guadalquivir, pasa a estar determinada por una convergencia N-S, seguida de una lenta convergencia dirigida hacia el NW a partir del Mioceno superior.

Durante el Eoceno superior-Mioceno superior, la evolución tectónica del Golfo de Cádiz estuvo determinada por la formación de la Cadena Bético-Rifeña, el emplazamiento de la Unidad Alóctona del Golfo de Cádiz en el sector oriental, y por una elevación de los altos del basamento en el sector occidental. La rotación de la dirección de convergencia hacia el NW en el Mioceno superior, determina importantes cambios en la evolución del Golfo de Cádiz. Esta dirección favorecería la reactivación de antiguas fallas, de forma que, se produce una

acentuación de los relieves positivos y la deformación de la cobertera, se generan importantes cabalgamientos y fallas en dirección perpendiculares y oblicuas a la dirección de convergencia, así como importantes procesos diapíricos en el margen sudportugués y marroquí.

En síntesis, el carácter distribuido de la deformación y el patrón de sismicidad difuso que se atribuye a la zona de estudio, obedece a la reactivación bajo un régimen de convergencia favorable de antiguas zonas de debilidad en el Mioceno superior-Cuaternario, relacionadas con el límite de placas de Eurasia-África.

En detalle la zona estudiada en este Estudio Informativo se encuentra situada sobre sedimentos terciarios posttectónicos de disposición estructural subhorizontal o con suaves buzamientos, sin presenta de fracturación, por lo que los condicionantes de origen tectónico no tiene relevancia en la geotécnica de las excavaciones y actuaciones de la zona que atraviesan las alternativas estudiadas.



De acuerdo con el mapa sísmico de la vigente norma sismorresistente y el Mapa de Peligrosidad Sísmica, la zona entre Sevilla y Huelva, se encuentra situada en una zona por encima de los 0,04g de aceleración sísmica básica, lo que condiciona tener en cuenta la sismicidad en los cálculos de estructuras y actuaciones del área estudiada.

La zona de estudio, se encuentra modelada sobre materiales predominantemente arcillo-margosos, que condicionan un relieve de suaves pendientes, que no presentan zonas de deslizamientos y otros fenómenos de vertiente, que puedan condicionar a las Alternativas estudiadas.

Los principales valles disectan estos materiales blandos, destacando las características de estuario en la zona de desembocadura del Río Tinto cerca de la ciudad de Huelva.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona de estudio, se encuentra ubicada sobre materiales predominantemente arcillo-margosos, por lo que no se encuentra acuíferos de importancia que puedan condicionar las alternativas estudiadas. Los acuíferos de mayor importancia se encuentran ubicados en las terrazas fluviales de los principales ríos, que al ser atravesados por estructuras no resultan afectados.

Las Calcarenitas Miocenas son los materiales de mayor calidad geotécnica de la zona estudiada y se encuentran en las inmediaciones de Niebla. Predominan los materiales de naturaleza calcarenítica, con características de rocas blandas, con aptitud para cimentaciones directas y aptos para su utilización en obra.

La Formación Margas Azules y la Margas Marrones suprayacentes en las zonas al norte de Salteras y Olivares son materiales de baja calidad geotécnica, y son los que tiene mayor representación en el área estudiada. Desde el punto de vista geomecánico, estas margas presentan una resistencia débil y parámetros de deformacionales excepcionalmente bajos, así como una baja permeabilidad a pesar de la presencia de discontinuidades.

En consecuencia, su comportamiento geotécnico anisótropo constituye un problema en las obras que sobre estos materiales se desarrollan. Las margas en los niveles superficiales se encuentran altamente meteorizadas. La pendiente

natural de los afloramientos de margas azules varía entre el 10 y el 14%, superando rara vez el 20%, valores condicionados por la erosión del agua y por su acción inestabilizante en las fisuras abiertas en las épocas de sequía. Las zonas más sanas son grises-verdosas y a veces grises-azuladas, que tienen un cierto brillo azulado, por lo que han venido a llamarse "margas azules".

Pero muchas veces presentan coloraciones pardas (incluso en diversos tonos), debido a la oxidación que han experimentado, sobre todo en las zonas más superficiales (15-25m de recubrimiento superior). No son margas propiamente dichas, ya que su contenido en carbonatos es bajo: del orden del 8 al 15%. Desde el punto de vista geotécnico esta formación se debe calificar como de arcillas rígidas, algo margosas, fisuradas y que pueden alcanzar resistencias a compresión simple de 600 a 3000 KPa, lo que como mucho podría hacer que se clasificaran como un suelo duro o una roca "muy blanda".

Son materiales expansivos con presiones de hinchamiento medidas de hasta 400-500 KPa, pero que, excepcionalmente llegan a 900 KPa. La capacidad de absorción de agua es clara, como la muestran los ensayos de laboratorio realizados sobre esta unidad geotécnica, muestran humedades iniciales del 22-25%, hasta situaciones finales del 26 al 42%. Cuando se dejan secar al aire inmediatamente se producen retracciones y fisuras verticales y horizontales, tanto en laboratorio como en la superficie de taludes naturales, lo que facilita la penetración de la desecación en el interior durante sequías y también de las posibles afluencias de agua durante épocas de lluvia.

Estos fenómenos evolutivos vienen facilitados por el clima semiárido que predomina en la Depresión del Guadalquivir, con duraciones de sequías entre 4 y 6 años y con fuertes aportaciones de agua al final de estos periodos. Como conclusión final, la baja calidad geotécnica de las Margas del Guadalquivir, condiciona que con los criterios técnicos actuales, estos materiales, aun siendo excavables, no deben ser usados en la construcción de terraplenes, ya que su puesta en obra aun con posibles tratamientos con cal y cemento es muy problemática.

Los Limos arenosos materiales se encuentran aflorando en las inmediaciones de Sanlúcar y son de mejor características geotécnicas que las margas infrayacentes, por lo que tiene un mejor comportamiento en los desmontes y pueden ser utilizados en obra después de su excavación.

Las terrazas y aluviales, son en su mayor parte atravesados por estructuras y son terrenos de capacidad portante media.

Los desmontes en formaciones margo arcillosas, como las Margas del Guadalquivir y Margas Marrones, deben ser excavados con una geometría 3H/1V y sus materiales deben de ser enviados a vertedero. En los taludes de mayor altura en esta unidad se plantea la construcción de falsos túneles como alternativa. Los limos arenosos miocenos también soportan taludes 3H/1V y sus materiales son aptos para su utilización en obra. Las calcarenitas miocenas, soportan taludes de geometría 2H/1V y sus materiales excavados son aptos para su utilización en obra.

El apoyo de los rellenos en las formaciones Margas del Guadalquivir y Margas marrones, necesita la realización de saneos de orden métrico. El paso por las vaguadas de los valles requerirá en muchos casos cimentación drenante, con materiales granulares permeables. Los rellenos en zonas de calcarenitas miocenas presentan mejores características de apoyo. La geometría de los rellenos será 2H/1V.

En su mayor parte de las estructuras se cimentarán mediante cimentaciones profundas, como en las zonas con Margas del Guadalquivir y Margas Marrones. También serán cimentaciones profundas las cimentaciones sobre los cuaternarios del Valle del Guadalquivir. En la zona del Río Tinto se alternarán zonas con cimentación directa y profunda.

Los materiales excavados en las formaciones margo arcillosas, como las Margas del Guadalquivir y Margas Marrones deben de ser enviados a vertedero. Los limos arenosos miocenos son materiales aptos para su utilización en obra. Las calcarenitas miocenas, son materiales aptos para su utilización en obra. En el apéndice 5 se pueden ver las tablas de yacimientos rocoso y granulares seleccionadas. Dado el déficit de tierras de las alternativas estudiadas, también

se adjuntan zonas de préstamo en calcarenitas miocenas en las zonas de Niebla y La Palma del Condado.

Las alternativas 1.1, 1.2, 2.1 y 2.2, presentan unas características geológico geotécnicas muy similares, por lo que no existe ninguna alternativa destacable.

Las alternativas 1.1 y 1.2, atraviesan un mayor porcentaje de terrenos margo-arcillosos, pero los desmontes son de menor altura que en las alternativas 2.1, 2.2, 3.1 y 3.2. En cambio, en la zona final junto al Río Tinto los rellenos se apoyan sobre terrazas, próximas a zonas de marisma, por lo que su cimentación será muy costosa y problemática.

Las alternativas 2.1 y 2.2 en su zona inicial, se excavan en desmontes de mayor altura y un túnel, por lo que son más costosas y de mayor complejidad en su construcción. En cambio, en la zona final cruzado el Río Tinto, discurren por terrenos de Calcarenitas Miocenas, que permiten construir desmontes con mejor geometría y "a priori" más estables, además de poderse reutilizar estos materiales en obra. También se evita en su trazado la afección a los cuaternarios con marismas del Río Tinto.

La mejor combinación son las alternativas 3.1 y especialmente la 3.2, que combinan la zona inicial con desmontes de menor altura de las alternativas 1.1 y 1.2, con el paso por terrenos geotécnicamente de mejor calidad geotécnica en su zona final, cruzado el Río Tinto, como en las alternativas 2.1 y 2.2.

5.3. Estudio de materiales

5.3.1. Introducción

Las necesidades de los materiales necesarios para la ejecución de las obras se incluyen el Anejo Nº 03 Geología y Geotécnica, y Anejo Nº 06 Movimiento de tierras. También se realizan los estudios sobre la aptitud de los materiales procedentes de excavación de las futuras obra, cara a su reutilización, así como de las canteras y graveras activas existentes a lo largo del tramo o sus inmediaciones que puedan ser susceptibles de proveer a la obra de materiales aptos para su empleo como préstamos en rellenos (terraplén, todo-uno o pedraplén), como suministro de áridos o como suministro de balasto.

El análisis de los materiales procedentes de las excavaciones se ha realizado a partir de las conclusiones obtenidas en la caracterización geotécnica de los materiales de la traza recopilados de estudios previos. En fases posteriores de proyecto, deberá verificarse la aptitud de las unidades a excavar. Para evaluar su aprovechamiento se han tenido en cuenta el PGP-2011 V2 así como el PG-3 para las eventuales reposiciones y caminos de servicio sobre los que actuar.

En general, se puede afirmar que, para rellenos y explanadas, aunque son los que mayor volumen de material requieren, sus exigencias en general son reducidas, gracias a lo cual pueden utilizarse algunos materiales procedentes de la traza (desmontes, túneles...) o de zonas de préstamos cercanas. Se recomienda el uso de préstamos, canteras y graveras para capas más exigentes (coronación, capa de forma...). La perforación de algunos de los túneles en alguna de las alternativas proporcionará material pétreo, posiblemente aprovechable para pedraplén y árido de machaqueo para subbalasto. Aun así, los materiales obtenidos en las excavaciones no permitirán cubrir las necesidades de subbalasto requeridas por la obra, que deberán complementarse con material de cantera. El total de materiales no reutilizables procedentes de las excavaciones, deberá de ser enviado a vertederos.

5.3.2. Balance de materiales

El balance de tierras en el área de estudio es deficitario, todas las alternativas de trazado tienen un claro déficit de materiales que deberán ser compensados mediante el uso de préstamos externos al trazado.

Para ello se han recopilado un total de treinta y cinco (35) préstamos de estudios previos. En el Anejo N°06 Movimiento de tierras, se reenumera cada uno de ellos para unificar nomenclatura y se especifica su denominación de origen en el proyecto correspondiente.

5.3.3. Caracterización de desmontes

5.3.3.1. Criterios generales

Referente a las excavaciones realizadas, los materiales pueden ser clasificados en función de la susceptibilidad poder ser reutilizados en los terraplenes como:

- Aprovechables: aptos para la reutilización en núcleos y coronación.
- No aprovechables: no aptos para ninguna capa que constituye los terraplenes.

5.3.3.2. Alternativa 1.1

La alternativa 1.1 se caracteriza por la presencia, mayoritariamente de terrenos del Micoeno conformados por margas de color azul, y en menor medida calcarenitas del mismo período terciario. Del mismo modo, y hacia el final de la alternativa se localizan suelos cuaternarios formados por cuaternario (glacis y las terrazas del río tinto). También, las terrazas del río Guadiamar constituyen otro tramo de material cuaternario atravesado por la traza.

Todos los terrenos aquí presentes son excavables, a excepción de las calcarenitas terciarias, ubicadas hacia el final del trazado y a lo largo de unos 2 Km. Estas rocas, y en función de su grado de alteración, se catalogan como excavables con zonas puntuales ripables o con voladura.

Mayoritariamente, y debido a la presencia de las margas terciarias, se debe realizar un saneo de 1 metro en el fondo de los desmontes, cuando esta litología está presente. Por otro lado, el espesor de la capa de forma a lo largo del todo el tramo permanece constante, con un valor de 0,60 metros.

Con lo que respecta a los taludes de excavación, la mayor parte de ellos se diseñarán con un talud 3H:1V, sobre todo en los terrenos miocenos (a excepción de las calcarenitas), mientras que en los tramos donde está presente en los terrenos cuaternarios, dicho talud puede ser menos tendido, optándose con un talud 3H:2V. Para las terrazas del río Guadiamar (cuaternario) se ha estimado un talud estable de 1H:1V.

El espesor de la tierra vegetal oscila entre 0,3 a medio metro.

Atendiendo a la reutilización de los materiales, las margas miocenas serán retiradas a vertedero por el contenido en yeso de las mismas, presentando un coeficiente de esponjamiento de 1,25. Los depósitos cuaternarios podrán ser reutilizados en el núcleo del terraplén. De esta forma los glaciares presentarán un coeficiente de paso de 1,10 y un coeficiente de esponjamiento de 1,40, mientras que los materiales procedentes de las terrazas poseen un coeficiente de esponjamiento de 1,05 y un valor de 0,90 para el coeficiente de paso.

Por último, cabe destacar que las calcarenitas miocenas pueden ser reutilizadas en coronación y núcleo del terraplén. Los coeficientes de paso y de esponjamiento estimados alcanzan un valor de 1,15, para el primero, y 1,25 para el segundo.

5.3.3.3. Alternativa 1.2

La alternativa 1.2 es muy similar a la alternativa 1.1, atravesando la misma tipología de materiales y con similares características.

De este modo, y con lo que respecta a la geología, la litología mayoritaria está conformada por terrenos del Mioceno conformados por margas de color azul, y en menor medida calcarenitas del mismo período terciario. Del mismo modo, y hacia el final de la alternativa se localizan suelos cuaternarios formados por cuaternario (glaciares y las terrazas del río Tinto). También, las terrazas del río Guadiamar constituyen otro tramo de material cuaternario atravesado por la traza.

Todos los terrenos aquí presentes son excavables, a excepción de las calcarenitas terciarias, ubicadas hacia el final del trazado y a lo largo de unos 2 Km. Estas rocas, y en función de su grado de alteración, se catalogan como excavables con zonas puntuales ripables o con voladura.

Mayoritariamente, y debido a la presencia de las margas terciarias, se debe realizar un saneo de 1 metro en el fondo de los desmontes, cuando esta litología está presente. Por otro lado, el espesor de la capa de forma a lo largo del todo el tramo permanece constante, con un valor de 0,60 metros.

Con lo que respecta a los taludes de excavación, la mayor parte de ellos se diseñarán con un talud 3H:1V, sobre todo en los terrenos miocenos (a excepción de las calcarenitas), mientras que en los tramos donde está presente en los

terrenos cuaternarios, dicho talud puede ser menos tendido, optándose con un talud 3H:2V. Para las terrazas del río Guadiamar (cuaternario) se ha estimado un talud estable de 1H:1V.

El espesor de la tierra vegetal oscila entre 0,3 a medio metro.

Atendiendo a la reutilización de los materiales, las margas miocenas serán retiradas a vertedero por el contenido en yeso de las mismas, presentando un coeficiente de esponjamiento de 1,25. Los depósitos cuaternarios podrán ser reutilizados en el núcleo del terraplén. De esta forma los glaciares presentarán un coeficiente de paso de 1,10 y un coeficiente de esponjamiento de 1,40, mientras que los materiales procedentes de las terrazas poseen un coeficiente de esponjamiento de 1,05 y un valor de 0,90 para el coeficiente de paso.

5.3.3.4. Alternativa 2.1

Desde el punto de vista litológico, la mayor parte de la traza se apoya sobre la formación de margas azules del Mioceno, pero esta unidad está menos presente que en las dos anteriores alternativas. Además de esta litología, la presente alternativa atraviesa otros materiales miocenos, tales como limos calcáreos arenosos y calcarenitas, ambas litologías muy presentes hacia la mitad de la traza. De los suelos cuaternarios, cabe destacar las terrazas del río Tinto y los glaciares del mismo período.

Todos los terrenos aquí presentes son excavables, a excepción de las calcarenitas terciarias, abundantes hacia segunda mitad de la alternativa. Estas rocas, y en función de su grado de alteración, se catalogan como excavables con zonas puntuales ripables o con voladura.

Por un lado, y con lo que respecta a los taludes de excavación, la mayor parte de ellos se diseñarán con un talud 3H:1V, sobre todo en los terrenos miocenos (a excepción de las calcarenitas), mientras que en los tramos donde está presente en los terrenos cuaternarios y miocenos compuestos por calcarenitas, dicho talud puede ser menos tendido, optándose con un talud 3H:2V.

Por otro lado, tendiendo a la reutilización de los materiales, las margas miocenas serán retiradas a vertedero por el contenido en yeso de las mismas, presentando un

coeficiente de esponjamiento de 1,25. Los depósitos cuaternarios podrán ser reutilizados en el núcleo del terraplén, al igual que los limos calcáreos arenosos miocenos. De esta forma los glaciares presentarán un coeficiente de paso de 1,10 y un coeficiente de esponjamiento de 1,40, mientras que los materiales procedentes de las terrazas poseen un coeficiente de esponjamiento de 1,05 y un valor de 0,90 para el coeficiente de paso. En el caso de los limos miocenos, tales coeficientes de paso y de esponjamiento presentan un valor de 1,10 y 1,30 respectivamente. Por último, cabe destacar que las calcarenitas miocenas pueden ser reutilizadas en coronación y núcleo del terraplén. Los coeficientes de paso y de esponjamiento estimados alcanzan un valor de 1,15, para el primero, y 1,25 para el segundo.

Mayoritariamente, y debido a la presencia de las margas terciarias, se debe realizar un saneo de 1 metro en el fondo de los desmontes, cuando esta litología está presente. Por otro lado, el espesor de la capa de forma a lo largo del todo el tramo permanece constante, con un valor de 0,60 metros.

El espesor de la tierra vegetal oscila entre 0,3 a medio metro.

5.3.3.5. Alternativa 2.2

Desde el punto de vista litológico, la mayor parte de la traza se apoya sobre la formación de margas azules del Mioceno, pero esta unidad está menos presente que en las dos anteriores alternativas. Además de esta litología, la presente alternativa atraviesa otros materiales miocenos, tales como limos calcáreos arenosos y calcarenitas, ambas litologías muy presentes hacia la mitad de la traza. De los suelos cuaternarios, cabe destacar las terrazas del río Tinto.

Todos los terrenos aquí presentes son excavables, a excepción de las calcarenitas terciarias, abundantes hacia segunda mitad de la alternativa. Estas rocas, y en función de su grado de alteración, se catalogan como excavables con zonas puntuales ripables o con voladura.

Por un lado, y con lo que respecta a los taludes de excavación, la mayor parte de ellos se diseñarán con un talud 3H:1V, sobre todo en los terrenos miocenos (a excepción de las calcarenitas), mientras que en los tramos donde está presente

en los terrenos cuaternarios y miocenos compuestos por calcarenitas, dicho talud puede ser menos tendido, optándose con un talud 3H:2V.

Por lado, tendiendo a la reutilización de los materiales, las margas miocenas serán retiradas a vertedero por el contenido en yeso de las mismas, presentando un coeficiente de esponjamiento de 1,25. Los depósitos cuaternarios podrán ser reutilizados en el núcleo del terraplén, al igual que los limos calcáreos arenosos miocenos. Los materiales cuaternarios procedentes de las terrazas poseen un coeficiente de esponjamiento de 1,05 y un valor de 0,90 para el coeficiente de paso. En el caso de los limos miocenos, tales coeficientes de paso y de esponjamiento presentan un valor de 1,10 y 1,30 respectivamente. Por último, cabe destacar que las calcarenitas miocenas pueden ser reutilizadas en coronación y núcleo del terraplén. Los coeficientes de paso y de esponjamiento estimados alcanzan un valor de 1,15, para el primero, y 1,25 para el segundo.

Mayoritariamente, y debido a la presencia de las margas terciarias, se debe realizar un saneo de 1 metro en el fondo de los desmontes, cuando esta litología está presente. Por otro lado, el espesor de la capa de forma a lo largo del todo el tramo permanece constante, con un valor de 0,60 metros.

El espesor de la tierra vegetal oscila entre 0,3 a medio metro.

5.3.3.6. Alternativas 3.1 y 3.2

La alternativa 3.1 es coincidente con la 1.1 hasta el P.K. 62+000 aproximadamente. A partir de dicho punto enlaza con la alternativa 2.1 (en el P.K. 60+700 aproximadamente de esta última).

La alternativa 3.2 es coincidente con la 1.2 hasta el P.K. 62+000 aproximadamente. A partir de dicho punto enlaza con la alternativa 2.2 (en el P.K. 61+500 aproximadamente de esta última).

Por tanto, son aplicables los comentarios que se han hecho con anterioridad en la parte de solape con cada alternativa.

5.3.4. Terraplenes

En el caso de los terraplenes, y para todas y cada una de las alternativas, en talud estable considerado es 2H:1V, independientemente del terreno sobre el que se apoya la infraestructura ferroviaria, cumpliendo de este modo con las especificaciones contempladas en las I.G.P.

El espesor de tierra vegetal es variable, en función de cada alternativa. Del mismo modo, el saneo en la base de los terraplenes también es variable, en función de la altura de los terraplenes y la litología sobre la que se apoya. Los datos pormenorizados se encuentran reflejados en el Anejo N°06 Movimiento de Tierras

5.4. Condicionantes ambientales

Desde el punto de vista hidrológico, el territorio analizado se encuadra en dos demarcaciones hidrográficas, la del Guadalquivir y la de los ríos Tinto, Odiel y Piedras. Geológicamente, el área completa de estudio pertenece al sector suroccidental de la Depresión del Guadalquivir, unidad estructural andaluza, situada en sus contactos con la meseta Hercínica en su parte septentrional, y con la zona Subbética que la cabalga en su límite meridional. La estructura geológica a grandes rasgos queda definida por una serie monoclinial que buza suavemente hacia el sur, y sobre la que se asientan las formaciones más modernas (Mioceno, Plioceno, Cuaternario).

Sin embargo, en la zona de estudio aparecen numerosos elementos con gran valor de conservación, que van desde lugares pertenecientes a la Red Natura 2000, o áreas de interés faunístico, vías pecuarias, etc.

Se procede a resumir los principales condicionantes ambientales existentes en la zona de actuación.

5.4.1. Vegetación

La actividad antrópica, que ha condicionado el uso del suelo en el área estudiada, ha constituido un factor determinante de la vegetación presente en el territorio. Así, el paisaje vegetal de la zona analizada se encuentra en gran parte modificado

por la acción humana. En este sentido, gran parte de los terrenos han sido roturados para el cultivo.

En base a la documentación bibliográfica (Mapa Forestal, SIOSE, Mapas de Cultivos y Aprovechamientos y Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas), fotointerpretación, etc. se han analizado las diferentes comunidades vegetales que se presentan en el momento actual y que se citan a continuación:

- Formaciones arboladas de eucaliptus
- Otras formaciones arboladas de frondosas
- Matorral
- Pastizal
- Embalses, lagunas, balsas y láminas de agua
- Ríos y vegetación riparia
- Marismas
- Zonas antropizadas
- Zonas mineras
- Cultivos herbáceos
- Cultivos leñosos
- Dehesa

Adicionalmente, en el Apéndice 8 “Estudio Botánico” del Estudio de Impacto Ambiental se incluye un estudio sobre la flora de interés especial en el ámbito del proyecto. Analizada la distribución de las especies de flora protegidas y amenazadas, no se han localizado especies adicionales a las indicadas en el requerimiento de la Subdirección General de Evaluación Ambiental del MAPAMA, por lo que las especies objeto de estudio serán las indicadas en dicho documento, esto es:

- *Althemia orientalis*
- *Armeria velutina*
- *Erica andevalensis*
- *Gaudinia hispanica*

- *Loeflingia baetica*
- *Marsilea strigosa*
- *Micropyropsis tuberosa*
- *Narcissus cavanillesii*

Además se ha estudiado a otras especies no protegidas pero amenazadas, incluyendo *Eryngium corniculatum*, *Eryngium gallioides*, *Triglochin barrelieri* y *Ornithogalum arabicum*.

Del estudio documental se desprende que podrían existir ejemplares en el entorno de las alternativas de *Erica andevalensis* (probabilidad media), *Marsilea strigosa* (probabilidad media), *Gaudinia hispanica* (probabilidad muy baja) y *Narcissus cavanillesii* (probabilidad media). Se descarta o se considera mínima la probabilidad de presencia en la zona de *Althenia orientalis*, *Micropyropsis tuberosa*, *Armeria velutina* y *Loeflingia baetica*.

Asimismo, existen poblaciones de algunas especies singulares, aunque no protegidas en Andalucía, en el entorno de las actuaciones, como *Eryngium corniculatum*, *Eryngium gallioides*, *Triglochin barrelieri* y *Ornithogalum arabicum*.

En función de los hábitats de las especies potencialmente presentes, se han definido unas zonas a prospectar, en las que se han realizado trabajos de campo. Como resultado se han localizado dos poblaciones de *Erica andevalensis*, una de unos centenares de individuos y otra de unas decenas, en las márgenes del río Tinto, y tres zonas de muy alta probabilidad de presencia de *Marsilea strigosa*. No se han detectado ejemplares de *Gaudinia hispanica*. Respecto a *Narcissus cavanillesii*, se localiza una zona de muy elevada probabilidad, pero no se han encontrado ejemplares al estar fuera de la época de floración de la especie.

5.4.2. Fauna

El ámbito de estudio cuenta con una variada e interesante comunidad faunística, dada la diversidad de los biotopos presentes, y los valores naturalísticos que encierran.

El trazado propuesto atraviesa principalmente zonas esteparias, esto implica que la mayoría de la fauna no utilice estas áreas para refugiarse si no de campeo. En general, la fauna principal de estas áreas son las aves.

5.4.3. Aves

Todas las alternativas están incluidas, parcialmente en dos IBA (Área de Importancia para las Aves), de la provincia de Huelva, de las cuales una de ellas cuenta con la mayoría de su ámbito bajo figuras de protección regional, nacional e internacional. Dichas IBA albergan especies de gran interés como la esteparia, cernícalo primilla, incluidas en el Anexo I de la Directiva de Aves.

Se trata de una zona en la que se dan varias tipologías de hábitat, bosques, matorral, estepa y vegetación de ribera, especialmente significativa en los márgenes de los ríos Tinto, Guadiamar y Guadalquivir.

Una de las IBA ocupa principalmente áreas esteparias consideradas como zonas potenciales de las aves esteparias. Entre las que encontramos el alcaraván común, canastera común, paloma torcaz, aguilucho pálido, milano negro, cernícalo común, perdiz roja, y gorrión molinero. Además, de las especies vulnerables aguilucho cenizo y sisón y la especie en extinción, avutarda. La principal amenaza de las especies esteparias es la transformación del hábitat, debido a la reducción del barbecho, el incremento del regadío, el cambio de cereal y leguminosas hacia olivar, viñedo y almendro, el sobrepastoreo, etc.

La avutarda ha venido sufriendo en las últimas décadas una pérdida de densidad poblacional y áreas de distribución a causa del abandono de las prácticas agrícolas tradicionales y del aumento de la mecanización del campo. Además, la población andaluza de la avutarda es especialmente vulnerable por el aislamiento de sus escasos núcleos reproductores. El último censo elaborado por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio refleja un incremento del 4,4% de la tasa anual de crecimiento poblacional.

El aguilucho cenizo es una rapaz de pequeño tamaño que visita la península ibérica para reproducirse, seleccionando principalmente los cultivos de cereal para su actividad. Este hecho es una de las mayores causas de mortalidad por acción

indirecta del hombre, debido a la recolección mecanizada de la cosecha de cereales de periodos cortos que ocasiona la pérdida de algunos nidos de la especie.

Por último, el sisón, que según el censo reproductor 2010 de aves esteparias realizado por la Consejería de Medio Ambiente a través del Programa de Seguimiento de Fauna Silvestre, en Andalucía, la especie deja de cumplir los criterios de evaluación establecidos por la UICN para su categorización como Vulnerable.

Además, se puede encontrar una rica variedad de rapaces como la aguililla calzada (*Hieraaetus pennatus*), el cernícalo (*Falco tinnunculus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), entre otras.

Con respecto a la presencia de aves acuáticas en el ámbito de estudio destaca la presencia de tres cursos principales y una zona importante de marismas en Huelva. Destacan las anátidas Ánade azulón, la cigüeñuela común, la garza real y el aguilucho lagunero occidental.

En las riberas relativamente bien conservadas y en las graveras pueden verse chorlitejo chico y andarríos chico.

5.4.4. Peces

En la zona de estudio, nos encontramos con tres cursos principales, Tinto, Guadiamar y Guadalquivir en los que puede encontrarse anguila, carpa, tenca y lubina negra.

5.4.5. Mamíferos

Los mamíferos que pueden encontrarse en la zona son el musgano enano en zonas de cultivos, en estepas el ratón de campo, el conejo y la libere ibérica y en algún bosque ripario el tejón, zorro, etc.

Existen datos de presencia del Lince ibérico en la zona de estudio, puesto que esta zona se encuentra dentro de la zonificación del plan de conservación de este mamífero. El Lince Ibérico (*Lynx pardinus*) es la especie de felino en mayor peligro de extinción del Planeta. Desde hace décadas, este endemismo de la Península

ibérica experimenta una grave reducción en su área de distribución y del tamaño de sus poblaciones, de manera que en la actualidad el número de lince ibéricos no parece sobrepasar los 180 ejemplares y, en Andalucía, solamente se ha comprobado su reproducción en un par de localidades, entre las que se encuentra el parque natural de Doñana (Huelva-Sevilla).

La población de Doñana-Aljarafe, la más próxima al entorno del proyecto, es la mejor conocida de lince ibérico ya que ha sido objeto de un seguimiento continuo desde hace décadas. No presenta un núcleo tan bien definido, sino que se comporta como una metapoblación compuesta por varios núcleos. La ubicación de estos núcleos incluye el Espacio Natural de Doñana y áreas periféricas sin figura de protección.

El presente proyecto cuenta con un estudio específico de la permeabilidad para esta especie para la nueva infraestructura, utilizando viaductos y aumentando el número de pasos de fauna de grandes dimensiones.

Adicionalmente se estudian diferentes áreas de interés faunístico: IBAs, Zonas de Interés para la Avifauna (ZIA), planes de conservación, Zonas importantes para las aves esteparias (ZIAE), etc.

- Espacios naturales de interés

Los espacios de Red Natura 2000 interceptados por las alternativas en estudio son cuatro:

- ZEC “Bajo Guadalquivir” (ES6150019)
- ZEC “Corredor ecológico del río Guadiamar” (ES6180005)
- ZEC “Corredor ecológico del río Tinto” (ES6150021)
- ZEC “Marismas y Riberas del Tinto” (ES6150014)

Asimismo, los trazados propuestos solamente afectan a un espacio natural protegido, el Paisaje Protegido Corredor Verde del Guadiamar.

Existen en la zona numerosos hábitats de interés comunitario, que se localizan muy próximos o afectados directamente por algún trazado propuesto:

HIC	Código	Prioritario
Dehesas perennifolias de <i>Quercus</i> spp.	6310	NO
Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i> . Subtipo: Alamedas y saucedas arbóreas	92A0_0	NO
Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (<i>Nerio-Tamaricetea</i> y <i>Securinegion tinctoriae</i>). Subtipo: Adelfares y tarajales (<i>Nerio-Tamaricetea</i>)	92D0_0	NO
Pastizales de <i>Spartina</i> (<i>Spartinion maritimi</i>)	1320	NO
Estanques temporales mediterráneos. Subtipo: Estanques temporales mediterráneos (*)	3170_0*	Sí
Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y otras especies de zonas fangosas o arenosas	1310	NO

Del Inventario de humedales de Andalucía (IHA) se identifican en la zona de estudio el Corredor Verde del Guadiamar y la Gravera de la Balastrea.

PATRIMONIO CULTURAL

En el apéndice 9 “Estudio de patrimonio cultural” del Estudio de Impacto ambiental se presenta el estudio realizado para valorar las potenciales afecciones al patrimonio andaluz en el entorno del proyecto. En los siguientes apartados se resumen los elementos patrimoniales situados en el entorno de las alternativas propuestas.

Los principales BIC

Alternativas 1.1 y 1.2

Según los datos existentes el trazado discurre próximos a los siguientes yacimientos:

- El Santo.
- Edar de San Jerónimo.
- Playas de Tercia.
- Cañada de la Isla II-Vacialforjas.

- Haza del Tonel.
- Cortijo de Abajo.
- Los Guarrales.
- La Sequilla.
- Vereda del Pastor.
- El Palomar.
- El Caoso.
- Vereda de los Molinos.
- Las Angorilla.
- Bodegas de Morales.
- Bodegas de Pichardo.
- Bodegas Salas.
- Estación de Ferrocarril de la Palma de Condado.
- Los Bermejales.
- Tholos del Moro.
- Entorno Hacienda de Montija.
- La Habana.
- Molino de la Habana.
- El Rincón (BIC).

Igualmente el trazado atravesaría en mayor o menor medida a las delimitaciones propuestas para los siguientes bienes:

- Gitano-La Señorita.
- Cabezo de la Zorra.
- Fontanilla.
- Soberbina/Cerro de la Cabeza.
- Vereda de Tejada-Castilleja.
- Vereda de Paterna-Tejada.

- Padrón.
- Área 2 de los Bermejales.
- Cantera de los Bermejales.
- Área 1.
- El Toconal.
- Sardinero.
- Vega de Zarzalejo.
- Puerto Histórico/Embarcadero (BIC).
- Sitio Histórico Lugares Colombinos.

Los trabajos arqueológicos realizados de esta alternativa han documentado una serie de elementos etnográficos que estarían en relación con esta alternativa, fundamentalmente en la parte final del tramo (zona de Huelva) relacionados con elementos de la línea ferroviaria existente:

- Tren minero.
- Puente de Hierro y Puente de Piedra sobre el arroyo Candón.
- Estación Candón.
- Diferentes desagües.
- Puente arroyo Bocarejo.
- Puente arroyo de las Canillas.
- Plataforma tren minero.
- Cambio de agujas.
- Puente FC Sevilla-Huelva.
- Puente FC de Río Tinto.

La variación de la alternativa 1.2 desvía el trazado alejándolo del conjunto histórico de la Palma del Condado y del conjunto de Bodegas catalogadas como bienes etnográficos, acercándolo al bien arqueológico La Dehesilla, discurriendo próximo a éste.

ALTERNATIVAS 2.1 Y 2.2

La primera parte de estas alternativas, exceptuando el tramo común con la alternativa 1, presenta un vacío en cuanto la documentación y conocimiento de los elementos patrimoniales, a causa de no haber realizado aún la consulta de la carta Arqueológica en la Delegación Provincial de Cultura en Sevilla, de los términos municipales pertenecientes a esta provincia. Por tanto, la afección descrita hay que tomarla con cautela.

Con fecha 20 de enero de 2018 se solicitó consulta de la Carta Arqueológica y delimitación de yacimientos arqueológicos a la Delegación Territorial de Cultura, Turismo y Deporte en Sevilla, no habiéndose recibido hasta la fecha respuesta por parte de la Junta de Andalucía.

Según los datos existentes el trazado discurre próximos a los siguientes yacimientos:

- El Santo.
- Edar de San Jerónimo.
- Playas de Tercia.
- Tablantes 1.
- La Alameda.
- Bodegas de Morales.
- Bodegas de Pichardo.
- Bodegas Salas.
- Estación de Ferrocarril de la Palma de Condado.
- Las Vegas 2.
- La Bujona.
- El Real.
- Los Tocones.

Igualmente el trazado atravesaría en mayor o menor medida a las delimitaciones propuestas para los siguientes bienes:

- Gitano-La Señorita.
- El Real II.

- Villar.
- Calavera.
- El Prado.
- Entorno Hacienda Montija.

Los trabajos arqueológicos realizados de esta alternativa han documentado una serie de elementos etnográficos que estarían en relación con esta alternativa, fundamentalmente en la parte final del tramo (zona de Huelva) relacionados con elementos de la línea ferroviaria existente:

- Apeadero.
- El Polvorín.

La variación de la alternativa 2.2 desvía el trazado alejándolo del conjunto histórico de la Palma del Condado y del conjunto de Bodegas catalogadas como bienes etnográficos, acercándolo al bien arqueológico Padrón, discurriendo por su límite sur.

ALTERNATIVAS 3.1 Y 3.2

Según los datos existentes el trazado discurre próximos a los siguientes yacimientos:

- El Santo.
- Edar de San Jerónimo.
- Playas de Tercia.
- Cañada de la Isla II-Vacialforjas.
- Haza del Tonel.
- Cortijo de Abajo.
- Los Guarrales.
- Cerro de la Piedra.
- La Sequilla.
- Vereda del Pastor.
- El Palomar.

- El Caoso.
- Vereda de los Molinos.
- Las Angorilla.
- Bodegas de Morales.
- Bodegas de Pichardo.
- Bodegas Salas.
- Silo de cereales.
- Estación de Ferrocarril de la Palma de Condado.
- La Bujona.
- Las Vegas 2.
- Alto de las Huertas.
- El Real.
- Los Tocones.

Igualmente el trazado atravesaría en mayor o menor medida a las delimitaciones propuestas para los siguientes bienes:

- Gitano-La Señorita.
- Cabezo de la Zorra.
- Fontanilla.
- Soberbina/Cerro de la Cabeza.
- Vereda de Tejada-Castilleja.
- Vereda de Paterna-Tejada.
- Padrón.
- El Real II.
- Villar.
- Calavera.
- El Prado.

Al igual que ocurría en la alternativa 1.2., la variación de la alternativa 3.2 desvía el trazado alejándolo del conjunto histórico de la Palma del Condado y del conjunto

de Bodegas catalogadas como bienes etnográficos, acercándolo al bien arqueológico La Dehesilla, discurriendo próximo a éste.

VÍAS PECUARIAS

Las alternativas de trazado cruzan numerosas vías pecuarias:

CÓDIGO	VÍA PECUARIA
41091004	Cañada Real del Bodegón de las Cañas o de Córdoba a Sevilla
41091007	Cordel de Brenes y Cantillana
41091006	Vereda de la Rinconada
41089001	Vereda de las Cañas o de Guillena
41021001	Cordel del Alamillo
41096001	Cañada Real de la Isla Mayor
41085008	Vereda de Espadero o de la Andina
41085008	Vereda de Espadero o de la Andina
41067004	Colada de las Bartolas
41067005	Colada de la Atalaya
41003003	Cordel de los Carboneros
41003002	Cordel de Gerena a Albaida
41003001	Cordel de Niebla o de Huelva
41087002	Cañada Real de la Isla o del Cincho o del Vicario a Villamanrique
41030003	Vereda del Aceitunillo
41030002	Vereda de Hernandillo
21032002	Cañada Real del Arbol
21032006	Vereda de Huevar
21032007	Vereda de Castilleja
21056014	Vereda del Lloradero
21032004	Vereda del Lloradero

CÓDIGO	VÍA PECUARIA
21056006	Vereda de Tejada a Paterna
21047003	Vereda de Benafique (Vereda de Carne)
21056001	Cañada Real de Niebla
21056015	Colada Padrón de los Carboneros
21056010	Vereda de los Aguilones
21047001	Cordel de Sevilla a Huelva (Vereda Real de Ganados)
21077008	Cañada del Bonal (Vereda)
21077007	Vereda Camino del Pino y las erillas
21077001	Cordel de la carretera de Sevilla a Huelva (Vereda de Carne)
21077001	Cordel de la carretera de Sevilla a Huelva (Vereda de Carne)
21053011	Colada del Alcornocal y Cañamales
21053014	Colada del Camino Viejo de Villarrasa a Niebla
21053014	Colada del Camino Viejo de Villarrasa a Niebla
21053002	Camino de Villarrasa a Trigueros (cordel)
21053015	Colada del Majano
21053005	Vereda del Padrón de Valdebelloto
21053016	Colada del Abrevadero del Helechoso y del Camino de las Capellanas
21053010	Colada del Carril de los Moriscos
21053009	Colada del Camino de Lucena
21053003	Vereda del Carril de los Coches
21053007	Colada del Camino Viejo de Trigueros a Lucena
21053006	Colada o Rigerta desde el Vado de las Tablas al Cordel de carretera de Sevilla
21070002	Cordel de Trigueros
21064001	Colada de Sevilla

CÓDIGO	VÍA PECUARIA
21041002	Vereda de Peguerillas
21041008	Colada denominada Vereda de Parrales

5.5. Hidrología y drenaje

5.5.1. Climatología

5.5.1.1. Estaciones Seleccionadas

Los criterios utilizados para seleccionar las estaciones que servirán de base para el resto de la caracterización climática son los siguientes:

- Estaciones termo-pluviométricas
- Cercanía a la traza
- La serie de datos lo suficientemente largas como para realizar un estudio estadístico fiable

Se han seleccionado tres estaciones: al inicio, a mitad de recorrido y al final y son las que se recogen en el siguiente cuadro resumen con sus características principales:

CÓDIGO	NOMBRE	PROVINCIA	COORDENADAS		ALTITUD (m)	AÑOS DE OBSERVACION	SERIE COMPLETA MAS LARGA	AÑOS COMPLETOS
			X(UTM)	Y (UTM)				
4605	HUELVA	HUELVA	149679	4130665	17	1903-1988	1903-1983	81
4622	LA PALMA CONDADO	HUELVA	186032	4143643	92	1955-2018	1967-2004	38
5783	SEVILLA-SAN PABLO	SEVILLA	245199	4144990	34	1951-2018	1951-2017	67

Estudio termométrico

A continuación, se muestran tablas resumen, realizadas a partir de la información termométrica disponible para las estaciones seleccionadas, en la que se incluyen los valores medios y extremos de las variables climáticas más significativas junto con un diario climatológico. Estos mismos datos se muestran en forma de gráficos a continuación de las tablas.

Desde el punto de vista térmico la zona de estudio tiene una estación cálida, donde la temperatura media de máximas supera los 30°C, es de dos meses para Huelva con julio y agosto que superan los 31°C, y de 4 meses para Sevilla y La Palma del Condado con valores máximos medios entre 31,8 y 37°C los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

También en la duración del periodo frío, conjunto de meses en la que la temperatura media de mínimas es inferior a los 7°C, se aprecia la diferencia entre la estación costera de Huelva, y las estaciones de interior. Siendo de dos meses (enero 6,2°C y diciembre 6,9°C) para la estación de Huelva, en cambio este periodo alcanza los tres meses en el caso de Palma y Sevilla (enero 5,5 y 5,7°C, febrero 6,5 y 6,6°C y diciembre 6,7 y 6,6°C respectivamente). A continuación, se presenta un resumen de las temperaturas medias mensuales de las estaciones consideradas:

MES	4605 HUELVA	4622 LA PALMA CONDADO	5783 SEVILLA-SAN PABLO
E	11,3	10,5	10,8
F	12,4	11,9	12,1
M	14,2	14,9	14,7
A	16,3	17,1	16,8
M	19,0	20,3	20,4
J	22,2	25,0	24,5
J	24,9	28,4	27,5
A	25,3	28,1	27,5
S	23,1	25,0	24,6
O	19,3	20,1	19,9
N	15,0	14,5	14,7
D	11,9	11,3	11,5
AÑO	17,9	18,9	18,8

Estudio de precipitaciones

De igual forma que se ha hecho para las temperaturas, se han recopilado los datos de las principales variables de precipitación para las tres estaciones seleccionadas entre las que se encuentran la precipitación media mensual, precipitación máxima diaria y un diario de meteoros como la lluvia, nieve, granizo, niebla y tormenta. Se representan los datos tabulados en forma gráfica de donde se pueden obtener las siguientes conclusiones:

La precipitación total mensual muestra máximos y mínimos alternativos, según dientes de sierra con un máximo más acusado en noviembre y más atenuado entre abril y mayo. La precipitación media de las máximas diarias sigue una distribución similar a la precipitación total mensual, aunque mucho más suavizada.

A continuación, se presenta un resumen de las precipitaciones medias mensuales de las estaciones consideradas:

MES	4605 HUELVA	4622 LA PALMA CONDADO	5783 SEVILLA-SAN PABLO
ENERO	61,2	88,1	70,2
FEBRERO	53,0	76,0	63,2
MARZO	58,4	66,7	57,8
ABRIL	36,5	62,2	54,7
MAYO	26,3	36,8	33,1
JUNIO	10,8	14,0	13,4
JULIO	0,7	1,2	1,2
AGOSTO	1,8	4,7	5,1
SEPTIEMBRE	22,1	24,0	25,3
OCTUBRE	56,3	83,2	70,0
NOVIEMBRE	74,6	92,7	84,2
DICIEMBRE	69,5	112,7	85,2
AÑO	471,2	662,3	563,2

5.5.1.2. Índices Climáticos

Los índices climáticos se utilizan como referencia para el diseño de plantaciones con relaciones numéricas entre las diferentes variables climáticas que pretenden cuantificar la influencia de éste sobre la vegetación.

La aridez del clima es el aspecto que se encuentra más frecuentemente cuantificado en forma de índice por distintos autores, ya que es un factor limitante para la supervivencia de las comunidades vegetales.

Se incluye a continuación el cálculo realizado con diferentes índices.

ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE

ESTACIÓN	P media anual	T media anual	I _a	Grado de aridez
4605 HUELVA	471	17.9	16.9	Semi-árido (tipo Mediterráneo)
4622 LA PALMA CONDADO	662	18.9	22.9	Sub-húmedo
5783 SEVILLA / SAN PABLO	563	18.8	19.5	Semi-árido (tipo Mediterráneo)

ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTIN-REVENGA

ESTACIÓN	P media anual	T media anual	I _{tp}	Subdivisión
4605 HUELVA	471	17.9	3.8	Zona áridas
4622 LA PALMA CONDADO	662	18.9	2.8	Zona semiárida
5783 SEVILLA / SAN PABLO	563	18.8	3.3	Zona áridas

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

Grupos climáticos según Köppen.

Clasificación	Grupo Climático	Características
A	Climas lluviosos tropicales	El mes más frío tiene una temperatura superior a los 18°C
B	Climas secos	La evaporación excede las precipitaciones. Siempre hay déficit hídrico
C	Climas templados y húmedos	Temperatura media del mes más frío < 18 °C y > - 3°C y al menos un mes la temperatura media es <10 °C
D	Climas boreales o de nieve y bosque	La temperatura media del mes más frío es < - 3°C y la del mes más cálido es < 10°C
E	Climas polares o de nieve	La temperatura media del mes más cálido es < 10°C y > 0°C
F	Climas de hielos perpetuos	La temperatura media del mes más cálido es < 0°C

Subgrupos climáticos según Köppen.

Clasificación	Subgrupo Climático	Características
S	Semiárido (estepa)	Sólo para climas de tipo B
W	Árido (desértico)	Sólo para climas de tipo B
f	Húmedo sin estación seca	Sólo para climas de tipo A, C y D
m	Húmedo con una corta estación seca	Sólo para climas de tipo A
w	Estación seca en invierno	Sol en posición baja
s	Estación seca en verano	Sol en posición alta

Subdivisiones climáticas según Köppen.

Clasificación	Subdivisión Climática	Características
a	La temperatura media del mes más cálido supera los 22°C	Se aplica a climas C y D
b	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 22°C	Se aplica a climas C y D
c	La temperatura media del mes más frío es inferior a - 38°C	Se aplica a climas D
h	La temperatura media anual es superior a 18°C	Se aplica a climas B
k	La temperatura media anual es inferior a 18°C	Se aplica a climas B

5.5.1.3. Días útiles de trabajo

En la programación de las obras influye directamente, y de forma muy importante, el clima de la zona donde se lleva a cabo.

Con objeto de estimar los días hábiles para trabajar se realiza en este apartado un análisis de los datos climatológicos históricos registrados en las estaciones cercanas al emplazamiento de la obra y el calendario laboral para las provincias de Huelva y Sevilla en el año 2018.

HUELVA

CLASE DE OBRA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Hormigones	18	17	19	19	21	21	22	21	19	21	20	15	233
Explanaciones	18	16	18	19	20	20	22	20	18	20	19	15	225
Áridos	21	19	19	19	21	21	22	21	19	21	20	17	240
Riego y tratamientos	13	12	15	15	19	20	21	20	18	19	16	12	198
Mezclas bituminosas	18	16	18	18	19	20	21	20	18	19	19	15	221

SEVILLA

CLASE DE OBRA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Hormigones	18	17	19	18	20	21	22	22	19	21	20	15	232
Explanaciones	18	16	18	18	20	20	22	21	18	20	19	15	224
Áridos	21	19	19	18	20	21	22	22	19	21	20	17	240
Riego y tratamientos	11	10	14	16	19	20	21	21	18	19	14	10	190
Mezclas bituminosas	17	15	18	17	19	20	21	21	18	19	18	14	216

5.5.2. Hidrología

5.5.2.1. Estaciones Pluviométricas

Para la caracterización hidrológica de la zona se han seleccionado las estaciones próximas a la zona de proyecto.

Se incluye a continuación una tabla con las características de las estaciones seleccionadas para el estudio hidrológico.

Estación		Coordenadas			Provincia	Período	Años completos
Código	Nombre	Altitud	X	Y			
4605	HUELVA	17	149679	4130665	HUELVA	1903-1984	81
4622	LA PALMA CONDADO	92	186032	4143643	HUELVA	1955-2017	55
4625	NIEBLA	39	174061	4141231	HUELVA	1963-2017	49
4628	LUCENA DEL PUERTO	80	169342	4134943	HUELVA	1964-2006	36
4638	TRIGUEROS	76	160287	4144047	HUELVA	1946-2004	40
5783	SEVILLA/SAN PABLO	34	245199	4144990	SEVILLA	1951-2018	67
5790	SEVILLA (TABLADA)	8	233473	4139507	SEVILLA	1922-2004	75
5826	ESCACENA CAMPO (LAS CONTIENDAS)	417	197498	4163565	HUELVA	1948-2011	40
5832	SANLUCAR MAYOR	143	216389	4142076	SEVILLA	1951-2011	43

5.5.2.2. Precipitación Máxima Diaria

A continuación, se han obtenido las leyes de frecuencia correspondientes a los valores de máximas precipitaciones diarias. Todas las estaciones se han ajustado según las funciones de SQRT-ETmax, y se han comparado con el ajuste mediante la distribución Gumbel. En todos los casos se ha verificado la bondad del ajuste con métodos estadísticos.

Por otra parte, se ha calculado el valor de la precipitación correspondiente a cada una de las estaciones y periodos de retornos considerados mediante el programa que acompaña a la publicación del Ministerio de Fomento "Máximas llovias diarias en la España peninsular". El algoritmo que utiliza calcula la precipitación máxima

diaria introduciendo las coordenadas del punto y el periodo de retorno para el que se quiere obtener.

ESTACION	Pd (dcmm)							
	2	5	10	25	50	100	300	500
4605	450	616	737	920	1069	1235	1501	1636
4622	555	730	862	1050	1196	1353	1606	1743
4625	510	738	890	1083	1226	1367	1591	1695
4628	510	753	915	1119	1271	1421	1658	1782
4638	490	650	780	950	1080	1230	1470	1590
5783	520	700	842	1050	1216	1392	1694	1841
5790	510	680	800	970	1110	1250	1490	1610
5826	590	784	945	1177	1353	1548	1871	2041
5832	550	771	923	1116	1259	1401	1690	1831

5.5.2.3. Cálculos Hidrológicos

Definición de Cuencas

Para la determinación de las cuencas hidrológicas se ha empleado:

- cartografía disponible en la web del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a escalas 1:50.000 y 1:500.000
- cartografía a escala 1:5.000 propia del estudio
- Ortofotos del PNOA

Se han delimitado las siguientes cuencas hidrológicas:

- 202 cuencas para la Alternativa 1.1.B.
- 195 cuencas para la Alternativa 1.2.A
- 139 cuencas para la Alternativa 2.1.B
- 140 cuencas para la Alternativa 2.2.B.
- 182 cuencas para la Alternativa 3.1.A
- 175 cuencas para la Alternativa 3.2.A

Las cuencas se han denominado con el punto kilométrico (en hectómetros) de la traza donde intercepta la vaguada principal de la misma.

Las características físicas de las cuencas, por alternativa se presentan en el anejo correspondiente

Cálculo de Caudales de Diseño

Para el cálculo de caudales de las cuencas interceptadas por la traza, se ha seguido el método propuesto en la Instrucción 5.2-I.C Drenaje superficial, del Ministerio de Fomento de febrero de 2016.

En el caso de cuencas con superficie mayor a 50 km² se han utilizado los datos de caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica. En concreto se han tomado los datos de caudales proporcionados por el CAUMAX (aplicación informática desarrollada dentro de un convenio de colaboración entre el MAGRAMA y el CEDEX para cauces con una cuenca superior a 50 km²), cuyos resultados se incluyen en el Apéndice 6. Para la intercuenca del río Tinto, Odiel y Piedras no hay datos de CAUMAX. Por ello, para el río Tinto, se ha tomado los valores de caudales obtenidos en los proyectos previos donde se obtuvo el caudal a través de un modelo HEC-HMS. Para otras subcuencas de esta demarcación con superficies mayores de 50 km² se ha aplicado el método racional.

El detalle de los cálculos hidrológicos mediante el método racional modificado se incluye en el Apéndice 5.

El método racional modificado parte básicamente de las mismas hipótesis que el clásico método racional, pero incluye un factor corrector de uniformidad que contempla el reparto temporal del aguacero, cuya duración total se considera equivalente al tiempo de concentración, tal como establece también la fórmula racional clásica.

La hipótesis de lluvia neta constante que ésta establece, no es real y en la práctica existen variaciones en su reparto temporal que favorecen el desarrollo de los caudales punta. Esto complica el problema de obtener una fórmula simple para análisis de los caudales punta. Sin embargo, en este método, dentro de la duración de tiempo de concentración, la variación de la lluvia neta se refleja

globalmente mediante el parámetro K_t. Así, la expresión con la que se obtiene en caudal en una cuenca es:

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

siendo:

- Q (m³/s): Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.
- I(T, t_c) (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c, de la cuenca.
- C (adimensional): Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada
- K_t (adimensional): Coeficiente de uniformidad de la distribución temporal de la precipitación

5.5.2.4. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

- K_t (adimensional) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación
- t_c (horas) Tiempo de concentración de la cuenca

5.5.2.5. Caudales máximos

El caudal asociado a cada cuenca de las diferentes alternativas, para diferentes periodos de retorno, se recoge en el anejo correspondiente.

5.5.3. Drenaje

5.5.3.1. Introducción

El objeto de este epígrafe es definir la tipología de obras de drenaje necesarias para dar continuidad a los cauces asociados a las cuencas interceptadas por la traza, así como los sistemas de drenaje longitudinal que se encargarán de la evacuación de las aguas de escorrentía sobre los taludes y sobre la propia plataforma.

Se incluye asimismo la comprobación hidráulica de la tipología de obras de drenaje transversal seleccionadas.

Para el diseño de los elementos de drenaje se seguirá, siempre que sea posible, lo indicado en:

- Instrucción 5.2-I.C Drenaje superficial, del Ministerio de Fomento. Febrero 2016
- Norma Adif Plataforma NAP 1-2-0.3, Climatología, Hidrología y Drenaje. Julio 2015.
- Criterios de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y la Demarcación de. Tinto, Odiel y Piedras

En las fases posteriores de trabajo deberá comprobarse y actualizarse la información con el objetivo de realizar los ajustes necesarios en las actuaciones proyectadas.

5.5.3.2. Diseño de las Obras de Drenaje Transversal

Criterios de Diseño

De forma general, estos nuevos elementos se van proyectar con la sección hidráulica necesaria para drenar los caudales correspondientes a un periodo de retorno de 500 años.

Se ha propuesto una tipología de obras de drenaje transversal, ODT, que permita drenar los caudales asociados. Para dichas ODT se ha calculado la capacidad de desagüe en unas condiciones desfavorables de baja pendiente.

De forma general, siempre y cuando sea posible, para la definición del drenaje y cálculo de caudales se ha empleado la metodología incluida en la nueva Norma

5.2-IC de drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras (Orden FOM/298/2016). En el caso de cuencas de superficie mayor a 50 km² se ha empleado el caudal obtenido mediante la aplicación Caumax, recomendada por los Organismos de Cuenca, siempre que este dato sea proporcionado. Si no, se aplica el método racional.

Las tipologías de obras de drenaje transversal y los caudales máximos soportados por las mismas son las siguientes:

- Marco 2,00 x 1,25: hasta 5.1 m³/s.
- Marco 2,00 x 2,00: hasta 8.8 m³/s.

- Marco 3,00 x 2,00: hasta 15.0 m³/s
- Marco 3,00 x 2,50: hasta 21.7 m³/s
- Marco 3,00 x 3,00: hasta 26.1 m³/s
- Marco 4,00 x 3,00: hasta 38.0 m³/s
- Marco 5,00 x 3,00: hasta 47.6 m³/s
- Viaducto: >50 m³/s

En el caso de los viaductos, los estribos deben ubicarse fuera de la vía de intenso desagüe, por lo que se han considerado las superficies inundables de Flujo Preferente de la Confederación Hidrográfica correspondiente y del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). En los casos en los que no se dispone de la misma, se han considerado la Red Natura 2000 de Andalucía y la lámina de Q100 y en su falta se deberá determinar en los proyectos constructivos por ser una labor de detalle fuera del ámbito de este estudio

Metodología de dimensionamiento

Se han planteado una serie de tipologías que comprendan un abanico de caudales lo más uniforme posible. Para asignar un caudal máximo a cada tipología se ha tomado el criterio de obtener una relación de sobreelevación a la entrada: altura de obra menor de 1.2 para conductos rectangulares con control de entrada. De esta forma se acota la inundación aguas arriba de la obra.

A continuación, una tabla resumen de los cálculos genéricos para las diferentes tipologías consideradas:

DENOMINACION	Q 500	OBRA DE DRENAJE								CARACTERISTAS DEL CAUCE AGUAS ABAJO				RESULTADOS Q 500						COMPROBACIONES Q 500	
		Tipo	nº marcos	B	H	Longitud	i(m/m)	n Manning	Ke	ancho base	taludes	pendiente (m/m)	n Manning	He	He/D	Control	Ys	Vs	Y crítico	y<0.75H	He/D<1.2
Marco 2.0x1.25	5.12	M	1	2.0	1.25	30.0	0.0050	0.017	0.50	2.00	5.00	0.005	0.0350	1.53	1.2	Salida	0.98	2.93	0.87	CUMPLE	CUMPLE
Marco 2.0x2.0	8.80	M	1	2.0	2	30.0	0.0050	0.017	0.50	2.00	5.00	0.005	0.0350	2.18	1.1	Salida	1.49	3.51	1.25	CUMPLE	CUMPLE
Marco 3.0x2.0	15.00	M	1	3.0	2	30.0	0.0050	0.017	0.50	3.00	5.00	0.005	0.0350	2.43	1.2	Salida	1.50	3.70	1.40	CUMPLE	CUMPLE
Marco 3.0x2.5	21.73	M	1	3.0	2.5	30.0	0.0050	0.017	0.50	3.00	5.00	0.005	0.0350	3.04	1.2	Salida	1.95	4.14	1.75	CUMPLE	CUMPLE
Marco 3.0x3.0	26.10	M	1	3.0	3	30.0	0.0050	0.017	0.50	3.00	5.00	0.005	0.0350	3.42	1.1	Salida	2.25	4.40	1.98	CUMPLE	CUMPLE
Marco 4.0x3.0	38.00	M	1	4.0	3	30.0	0.0050	0.017	0.50	4.00	5.00	0.005	0.0350	3.65	1.2	Salida	2.21	4.53	2.10	CUMPLE	CUMPLE
Marco 5.0x3.0	47.60	M	1	5.0	3	30.0	0.0050	0.017	0.50	5.00	5.00	0.005	0.0350	3.67	1.2	Entrada	2.10	4.54	2.10	CUMPLE	CUMPLE

NOTA: el marco de 2.00 x 1.25 se utiliza en general en aquellos casos en los que, por falta de altura, es necesario realizar una obra deprimida y por tanto a la salida se debe hacer un rebaje hasta llegar al terreno natural.

Se ha abordado el drenaje de las reposiciones y conexión intermedia bajo la premisa general de conservar la tipología de la obra de la línea de alta velocidad que le corresponde puesto que las cuencas asociadas son muy similares. En el caso de la conexión intermedia, las cuencas interceptadas se deben desaguar mediante bajantes de desmonte. En la reposición 5, al final del trazado se encuentra una obra existente que se prolongará según la geometría de la nueva plataforma

ENCAUZAMIENTOS

Ha sido necesario diseñar encauzamientos, ante la imposibilidad de dar continuidad a la vaguada existente.

A continuación, se reseñan las actuaciones más significativas, por implicar desvío de cauce, para cada una de las Alternativas, indicándose el PK aproximado de la vaguada existente.

Siempre que sea posible, incluye escollera naturalizada, con tierras, hidrosiembra, etc. Así en caso de que no sea posible, se ha indicado en la tabla el material a emplear.

Las secciones tipo serán trapeciales, con taludes 2H:1V. La pendiente longitudinal se ha fijado en un 0.5%, En el Apéndice 7 se incluyen los cálculos realizados con el programa informático Hidris para las características de cada encauzamiento y a continuación una tabla resumen de los encauzamientos considerados.

Encauzamiento	Alternativas	Pk aprox	Q500 (m3/s)	Longitud (m)	Ancho de base (m)
0	Todas	2+000	3.42	325	Trapezoidal de 1m de ancho, 1.0m de altura y cajeros a 2H:1V. i(%)=0.5

Encauzamiento	Alternativas	Pk aprox	Q500 (m ³ /s)	Longitud (m)	Ancho de base (m)
1	1.1, 1.2, 3.1, 3.2	38+000	29.74	200	Trapezoidal de 5m de ancho, 1.5m de altura y cajeros a 2H:1V. i(%)=0.5
2	1.1, 1.2, 3.1, 3.2	39+800	1.98	60	Trapezoidal de 1m de ancho, 0.7m de altura y cajeros a 2H:1V. i(%)=0.5
3	1.1, 1.2, 3.1, 3.2	40+200	33.05	80+120+80	Trapezoidal de 5m de ancho, 1.5m de altura y cajeros a 2H:1V. i(%)=0.5
4	1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2	59+000	23.35	1500	Trapezoidal de 3m de ancho, 1.5m de altura y cajeros a 2H:1V. i(%)=0.5
5	1.1, 1.2	66+500	22.31	950	Trapezoidal de 3m de ancho, 1.5m de altura y cajeros a 2H:1V. i(%)=0.5
6	1.1, 1.2	67+200	7.96	300	Trapezoidal de 2m de ancho, 1.0m de altura y cajeros a 2H:1V. i(%)=0.5

5.5.3.3. Drenaje Longitudinal

El agua procedente de la plataforma, de los taludes de desmontes o terraplenes y de algunas aportaciones de pequeñas cuencas es transportada mediante cunetas y tubos colectores a los diferentes puntos de desagüe.

Los elementos principales que componen el sistema de drenaje longitudinal son:

- Cunetas de guarda en desmonte: situadas en la coronación del talud de los desmontes. su función es recoger el agua de escorrentía del terreno, evitando la erosión del talud.
- Cunetas de pie de terraplén: con la funcionalidad de proteger el derrame de tierras del terraplén de la escorrentía del terreno.
- Cunetas de plataforma: situada en los tramos en desmonte, en la parte baja del talud de estos con el fin de recoger las aguas procedentes del mismo y las de la plataforma.

De forma general, se ha de prever que todas las cunetas para el drenaje sean revestidas ya que, de este modo, se favorece la circulación de las aguas impidiendo el aterramiento de la cuneta con bajas velocidades de circulación a la vez que se reduce la erosión de las mismas en caso de altas velocidades.

La cuneta tipo será la trapezoidal con dimensiones interiores, de base 0.5m, altura 0.3 m y taludes laterales 1H:2V. Puntualmente se requerirán cunetas mayores, tipo cunetón Ritchie, en caso de taludes de desmonte inestables.

5.6. Trazado y superestructura de vía

El trazado desarrollado en el presente Estudio Informativo, corresponde a la definición de una nueva Línea de Alta Velocidad entre las poblaciones de Sevilla y Huelva, su conexión mediante la definición de un nudo ferroviario, con la LAV existente Madrid Sevilla, y la conexión en su punto final, con la nueva estación de AV de Huelva, la definición de los diferentes PAET y las reposiciones ferroviarias sobre la línea de FC actual cuando la nueva LAV afecta a su recorrido..

5.6.1. Condicionantes de partida

Para los tramos en variante, se ha considerado la velocidad de 350 Km/h, excepto en las zonas de conexión con líneas existentes en las que ha tenido que adaptarse a los condicionantes existentes, pero no a menos de 100 Km/h. Se indica más adelante, las velocidades por alternativas

Las velocidades de diseño indicadas han condicionado a su vez los aparatos ferroviarios a implantar, ya que estos deben permitir no solo la velocidad marcada para la vía general sino también la de la vía desviada, a fin de no suponer una limitación en las prestaciones globales de la línea.

El diseño de los PAET ha sido de forma que sean técnicamente posibles, esto es, procurando que su implantación sea completamente en alineación recta, y con una pendiente longitudinal adecuada para ellos.

Por último, el trazado de la vía convencional rectificadora se ha proyectado teniendo asimismo en cuenta el criterio de mínima afección, tanto a las vías existentes como al entorno de las mismas, tratando de minimizar la ocupación y de efectuar la conexión con la geometría de la vía existente lo antes posible, aunque siempre respetando los parámetros mínimos en planta y alzado, para la velocidad de proyecto considerada.

5.6.2. Parámetros de trazado

Las vías en variante se proyectan para una velocidad de 350 km/h, empleando los parámetros geométricos y funcionales recogidos en la normativa de trazado, "Instrucciones y recomendaciones para la redacción de proyectos de plataforma", "I.G.P. – 2.011 Parámetros de diseño del trazado", atendiendo a lo dispuesto en la Tabla II – Parámetros funcionales para el diseño del trazado y Tabla – III Parámetros geométricos del diseño del trazado, para el rango de velocidades comprendido entre 300 y 350 km/h.

Para la definición geométrica de la línea existente en planta y alzado, se ha aplicado la normativa de trazado para vías de ancho convencional N.A.V. 0-2-0.0

Geometría de la Vía. Parámetros geométricos, apartado 2, “Parámetros geométricos en nuevas líneas y desdoblamiento de las actuales con modificación del trazado”, para los rangos de velocidades comprendidos entre 0 y 140 km/h, y entre 160 y 200 km/h.

Para el trazado de las vías de apartado de los PAET, se ha empleado la normativa para ancho convencional “N.A.V. 0-2-2.1 Geometría de la vía. Trazado de la vía en puntos singulares”, de aplicación en tramos de vía junto a desvíos donde se prescinde de utilizar clotoides, y por tanto de peraltar. Por lo tanto, se atenderá al cumplimiento de los parámetros dispuestos para situaciones de vía desviada de aparatos de vía que en la misma se refleja.

El abanico de radios y pendientes empleados en las distintas soluciones es consecuencia del análisis del trazado, tratando de minimizar el movimiento de tierras y las afecciones al medio ambiente y a los planeamientos urbanos.

De acuerdo con los parámetros geométricos de trazado establecidos como criterios de diseño, se han planteado los ejes de las diferentes alternativas cuyo recorrido se describe en apartados posteriores.

En relación al trazado en planta se marca como objetivo prioritario la mayor longitud de tramos en recta o bien, en su defecto, radios de curvas muy amplios, que permitan velocidades de circulación que como norma general permitan circular a velocidades de 350 km/h, y sección tipo para vía doble.

En cuanto al trazado en alzado se plantea un diseño con pendientes máximas de 15 milésimas.

Los parámetros de diseño adoptado son:

Parámetros Funcionales de diseño del trazado

Velocidad máxima de proyecto:		Vmáx (km/h) < 140		140 < Vmáx(km/h) < 200		200 < vmáx(km/h) < 250		250 <vmáx (km/h) < 300		300 < vmáx (km/h) <350			
TRAZADO EN PLANTA		Fórmulas		Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.		
MÁX. INSUF. DEL PERALTE	IMáx (mm)	$(11,85 VMáx^2 / R) - D$		100	130	100	150	100	70	80	60	65	
MÁX. AC. SIN COMPENSAR	aq Máx (m/s ²)	$(VMáx^2 / 12,96 R) - D / 153,62$		0,65	0,85	0,65	0,98	0,52	0,65	0,46	0,52	0,39	0,42
MÁX. EXCESO DE PERALTE (VMín DE TRENES LENTOS)	EMáx (mm)	$D - (11,85 VMín^2 / R)$		80	100	80	100	80	100	80	100	80	100
MÁX. VAR. PERALTE CON TIEMPO [dD/dt] Máx (mm/s)		$(VMáx / 3,6) \cdot (D / L)$		30	50	30	50	30	50	30	50	30	50
MÁX. VAR. ÁNGULO DE GIRO DE LA VÍA [dθ/dt] Máx (rad/s)		$(VMáx / 3,6) \cdot (D / 1507) / L$		0,020	0,033	0,020	0,033	0,020	0,033	0,020	0,033	0,020	0,033
MÁX. VAR. INSUF. CON EL TIEMPO [dl/dt] Máx (mm/s)		$(l / L) \cdot (VMáx / 3,6)$		30	55	30	55	30	50	30	50		50
MÁX. VAR. AC. NO COMP. CON EL TIEMPO [daq/dt] Máx (m/s ³)		$(aq / L) \cdot (VMáx / 3,6)$		0,20	0,36	0,20	0,36	0,20	0,33	0,20	0,33	0,20	0,33
TRAZADO EN ALZADO		Fórmulas		Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.
MÁX ACELERACIÓN VERTICAL	av Máx (m/s ²)	$VMáx^2 / 12,96 Rv$		0,22	0,31	0,22	0,31	0,22	0,35	0,22	0,39	0,22	0,44

Parámetros Geométricos de diseño del trazado

Velocidad máxima de proyecto			V _{máx} (km/h)<140		140<V _{máx} (km/h)<200		200<V _{máx} (km/h)<250		250<V _{máx} (km/h)<300		300 < V _{máx} (km/h) <350	
TRAZADO EN PLANTA			Normal	Excepc	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.
PERALTE MÁXIMO			DMáx (mm)		140	160	140	160	140	160	140	160
MÁX. VAR. PERALTE RESP. DE LA LONGITUD (Rampa de peralte) [dD/dl] Máx (mm/m)			0,8	2,0	0,8	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0
LONGITUD MÍNIMA DE ALINEACIONES DE CURVATURA CONSTANTE (m)	CURVA CIRCULAR		≥V _{máx} / 3	≥ V _{máx} / 4	≥V _{máx} / 2	≥ V _{máx} / 3	≥V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2	≥V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2	≥V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2
	RECTA ENTRE CURVAS DE IGUAL SIGNO DE CURVATURA		≥V _{máx} / 3	≥ V _{máx} / 4	≥V _{máx} / 2	≥ V _{máx} / 3	≥V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2	≥V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2	≥V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2
	RECTA ENTRE CURVAS DE DISTINTO SIGNO DE CURVATURA (puede ser cero)		≥V _{máx} / 3	≥ V _{máx} / 4	≥V _{máx} / 2	≥ V _{máx} / 3	≥V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2	≥V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2	≥V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2
TRAZADO EN ALZADO			Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.	Normal	Excepc.
PENDIENTE LONGITUDINAL MÁX..	Vía general. Tráfico de viajeros	iMáx (‰)	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30
	Vía general. Tráfico mixto (**)		12,5	15	12,5	15	12,5	15	12,5	15	12,5	15
	En apartaderos		2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5	2	2,5
PENDIENTE LONG. MÍNIMA EN TÚNELES Y TRINCHERAS			iMín (‰)		5	2	5	2	5	2	5	2
LONGITUD MÍN. DE ACUERDOS VERTICALES			(m)		≥ V _{máx} / 3	≥ V _{máx} / 4	≥ V _{máx} / 2	≥ V _{máx} / 3	≥ V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2	≥ V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2
LONGITUD MÍN. DE RASANTE UNIFORME ENTRE ACUERDOS			(m)		≥ V _{máx} / 3	≥ V _{máx} / 4	≥ V _{máx} / 2	≥ V _{máx} / 3	≥ V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2	≥ V _{máx} / 1,5	≥ V _{máx} / 2
LONGITUD MÁX. DE RASANTE CON LA PENDIENTE MÁXIMA (*)			(m)		3000		3000		3000		3000	
(*) Para pendientes entre la normal y la excepcional y longitudes > 3000m, justificar que la pérdida de velocidad no supera el 10% de las velocidades máxima y mínima de circulación.												
(**) Se podrán adoptar pendientes mayores de 15 milésimas (sin superar las 20) cuando las adoptadas no superen las existentes en el encaminamiento actualmente utilizado; cuando se opte por mantener (total o parcialmente) un trazado alternativo para el tráfico de mercancías; y en elementos puntuales (ámbito urbano o con condicionantes ambientales restrictivos) siempre que se trate de longitudes muy reducidas.												

Parámetros Geométricos de diseño del trazado

Velocidad máxima de proyecto (km/h)	Velocidad mínima admisible de trenes lentos (km/h)	Radio mínimo curva circular (m)		Longitud mínima de clotoide (m)		Parámetro mínimo en acuerdos verticales (m)	
		Normal	Excepcional	Normal	Excepcional	Normal	Excepcional
140	75	1.000	750	190	160	7.000	5.000
150	80	1.125	900	200	160	8.000	5.900
160	85	1.275	1.000	210	160	9.000	6.300
170	90	1.450	1.110	220	160	10.000	7.100
180	95	1.600	1.250	240	160	11.500	8.000
190	100	1.800	1.400	250	170	12.500	8.900
200	105	2.200	1.850	280	180	15.000	8.900
210	110	2.400	2.050	280	190	16.000	9.600
220	115	2.600	2.200	290	200	17.000	10.600
230	120	2.850	2.450	300	210	19.000	11.500
240	125	3.100	2.650	320	220	21.000	12.600
250	135	3.550	3.100	330	230	22.000	12.600
260	140	3.850	3.350	340	240	24.000	13.600
270	145	4.150	3.600	350	240	26.000	14.300
280	150	4.450	3.900	370	250	28.000	15.400
290	155	4.750	4.200	380	260	30.000	16.500
300	165	5.350	4.750	390	270	32.000	16.500
310	170	5.700	5.100	410	280	34.000	17.000
320	175	6.100	5.400	420	290	36.000	18.000
330	180	6.500	5.750	430	300	39.000	20.000
340	185	6.850	6.100	450	310	41.000	21.000
350	190	7.250	6.500	460	320	45.000	25.000

TRAMIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN PLANTA

ALTERNATIVA	LONGITUDES								
	Longitud Total (m)	Longitud Acuerdos (m)	Recta (m)	R < 1.000 (m)	1.000 ≤ R < 2.200 (m)	2.200 ≤ R < 3.550 (m)	3.550 ≤ R < 5.350 (m)	5.350 ≤ R < 7.250 (m)	R ≥ 7.250 (m)
ALTERNATIVA 1-1	94.353	19.591	40.810	1.545	3.264	1.518	5.827	2.447	19.351
ALTERNATIVA 1-2	94.257	19.431	37.068	1.545	2.790	499	5.269	3.665	23.990
ALTERNATIVA 2-1	95.466	18.860	36.018	571	3.538	5.028	1.202	2.518	27.732
ALTERNATIVA 2-2	95.730	19.620	31.063	571	3.064	4.009	645	3.736	33.022
ALTERNATIVA 3-1	96.449	17.040	35.807	571	3.566	5.028	2.335	-	32.103
ALTERNATIVA 3-2	96.353	16.880	32.063	571	3.092	4.009	1.777	1.218	36.743

TRAMIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN ALZADO

ALTERNATIVA	LONGITUDES						
	Longitud Total (m)	Longitud Acuerdos (m)	0‰ ≤ p < 4‰ (m)	4‰ ≤ p < 8‰ (m)	8‰ ≤ p < 12‰ (m)	12‰ ≤ p < 15‰ (m)	p = 15‰ (m)
ALTERNATIVA 1-1	94.353	27.001	32.867	15.326	4.305	6.447	8.407
ALTERNATIVA 1-2	94.257	26.563	37.062	11.920	4.318	6.494	7.902
ALTERNATIVA 2-1	95.466	26.023	23.723	13.115	6.788	5.109	20.708
ALTERNATIVA 2-2	95.730	25.642	26.727	11.145	6.581	6.892	18.742
ALTERNATIVA 3-1	96.449	31.225	27.306	17.386	3.827	6.068	10.627
ALTERNATIVA 3-2	96.353	30.303	31.213	14.529	3.779	7.814	8.714

5.7. Superestructura de vía

Se considera superestructura ferroviaria a los elementos empleados para transmitir las cargas de los trenes a la plataforma base, incluida la capa de forma.

Para el presente Estudio Informativo se ha considerado la ejecución de una superestructura que posea las características necesarias para permitir la circulación por ella de trenes de alta velocidad.

Se ha previsto la ejecución de plataforma para vía doble y ancho estándar en todas las alternativas consideradas, plataforma para vía única de ancho estándar en los ramales que conforman el nudo ferroviario de Majarabique, y plataforma

para vía única de ancho convencional en las reposiciones ferroviarias de la línea actual en los tramos en que se contempla la ejecución de variantes.

5.7.1. Tipología de vía

Según los tramos de las que se trate, se ha decidido utilizar los siguientes tipos de superestructura:

- Vía sobre balasto para los tramos en superficie
- Vía en placa, en los túneles cuya longitud sea igual o mayor de 1.500 m.

Para la adopción del tipo de vía se han considerado los aspectos económicos, las limitaciones geométricas existentes, la posible transmisión de ruido y vibraciones a edificaciones próximas y la facilidad de acceso para mantenimiento o situaciones de emergencia. El detalle del tipo de vía queda contemplado en el Anejo 05 Trazado y superestructura de vía.

5.7.2. Características de la vía

A continuación, se describen los elementos que componen cada una de las dos tipologías de vía anteriormente comentadas.

5.7.2.1. Vía sobre balasto

Capa de forma

Como criterio general, en el caso de obra nueva, se deberá disponer siempre de una plataforma con capacidad portante alta, clase P3, con objeto de minimizar los espesores necesarios de balasto y subbalasto y de mejorar el comportamiento a largo plazo, según lo especificado en la Orden FOM/1631/2015 por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias IF-3, en la normativa vigente de ADIF NAV 2-1-0.0 y NAV 2-1-0.1 y teniendo en cuenta también lo establecido en la norma UIC 719/94.

La plataforma que sirve de asentamiento de la superestructura debe quedar rematada por una capa de terminación, llamada capa de forma, provista de pendientes transversales para la evacuación de aguas pluviales.

La capa de forma de la plataforma es la capa superior de remate y coronación de la explanada o superficie del terraplén o excavación. Su función principal es mejorar la capacidad portante de ésta. Ha de ser compactable y de mejores características que las de la explanada.

En el caso de fondo de desmontes, si el material es de calidad QS0 se ha de proceder a realizar un cajeadado de 1 m de profundidad y un relleno posterior con material que posea, al menos, las características de los suelos QS2.

Si en el fondo del desmonte se cuenta con un material de calidad QS1, QS2 ó QS3 no se considera necesario realizar este cajeadado y posterior relleno.

Teniendo en cuenta las conclusiones del estudio geotécnico realizado en esta fase, en las zonas con margas azules, el fondo del desmonte debe de ser saneado con 1m de espesor y en la base de este saneo, se debe colocar un geotextil impermeabilizante. El espesor de la capa de forma sobre el terreno saneado es de 60 cm sobre el que se colocan 30 cm de la capa de subbalasto. Por su parte, en los tramos en relleno se dispondrá, con carácter general, un espesor de 60 cm de capa de forma sobre la capa superior de coronación.

Las características que debe presentar esta capa se resumen a continuación:

- Coeficiente de desgaste de los Ángeles menor del 30%
- Límites de Atterberg: LL<30 y IP<10
- Ensayo CBR superior a 20.

Subbalasto

La capa sub-balasto debe existir en todos los casos de plataforma, incluso en los pedraplenes donde se emplea como capa de igualación y como elemento de reparto de las cargas.

Debe estar formada por una grava arenosa bien graduada, con algún porcentaje de elementos finos para que sea compactable, no se desligue bajo el tráfico de las máquinas durante la obra, sea insensible al hielo y proteja la plataforma de la erosión de las aguas de lluvia.

Los elementos que la integran deben ser suficientemente duros para resistir las cargas transmitidas por el balasto, siendo recomendable en este sentido:

- Debe poseer un porcentaje no menor del 30% de material proveniente de machaqueo.
- Deval seco > 12.
- Deval húmedo > 6.
- Coeficiente Los Angeles < 28.

La capa de sub-balasto debe quedar compactada al 105 por 100 de la densidad del ensayo Proctor normal.

Según las recomendaciones antes comentadas se ha considerado un espesor de 30 cm de espesor de subbalasto con una pendiente transversal del 5%. En el paso sobre estructuras no se hace necesario la inclusión de subbalasto en la superestructura.

Balasto

La banqueta de balasto tiene como finalidad: repartir las cargas verticales sobre la plataforma y absorber los esfuerzos horizontales impidiendo el desplazamiento de la vía, tanto longitudinal como transversalmente. Para cumplir estos fines, el balasto que la constituye debe estar bien consolidado, además de poseer unas características adecuadas, y la propia banqueta debe estar dotada de dimensiones suficientemente amplias, pero no excesivas, dado el coste del balasto y el sobrepeso que supone aumentar la plataforma para alojarla.

El balasto será de naturaleza silíceo, y preferentemente de origen ígneo o metamórfico, y de tipo 1, según la norma NRV 3-4-0.0., disponiéndose en una capa de 35 cm de espesor bajo traviesas. En el caso de vía sobre estructuras el espesor mínimo de balasto es de 40 cm bajo traviesas.

Para este uso concreto, se requieren rocas resistentes al desgaste por abrasión y al ataque químico, para poder resistir el desgaste y la degradación resultado del efecto de martilleo producido por el tráfico ferroviario.

Además, debe presentar las siguientes condiciones:

- La carga de rotura debe ser superior a 1200 kg/cm².

- La granulometría debe estar comprendida entre 31,5 mm y 50 mm en su mayor parte, con una curva granulométrica bien graduada para conseguir un mayor número de contactos entre partículas.
- El coeficiente de desgaste de Los Ángeles no será mayor del 14%.
- El índice de forma será menor de 11.
- La pendiente de la banqueta será de 3H:2V con un ancho de hombro lateral de 1,10 m.

Carril

Las funciones que debe desempeñar los carriles dentro del conjunto de la vía se esquematizan a continuación:

- Absorber, resistir y transmitir a las traviesas los esfuerzos recibidos del material motor y móvil al igual que los de origen térmico.
- Servir de guía al material circulante con la máxima continuidad.
- Servir de elemento conductor para el retorno de la corriente en líneas explotadas con tracción eléctrica.
- Servir de conductor para las corrientes de señalización.

Carril 60 E1

El carril a utilizar tanto en la línea de alta velocidad como en los tramos de línea convencional será de tipo 60 E1 de calidad 260 (antiguo UIC-60 de calidad 900 A).

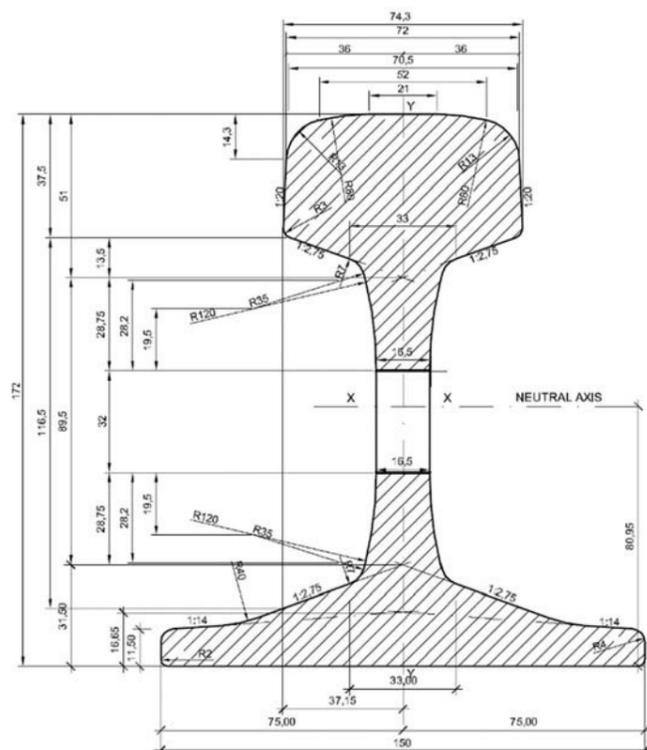
Sus características son las siguientes, referidas a la Norma Europea CEN/TC256/WG4 "Flat Bottom symmetrical railway rails 46 kg/m and above" (Carriles simétricos de base plana de 46 kg/m y superiores) de Marzo de 1998:

- Perfil del carril:..... clase X
- Enderezado: clase A
- Grado del acero: 260 (Carbono-Manganeso)
- Resistencia a tracción: Rm ≥ 880 N/mm²
- Dureza: 260/300 HBW

- Alargamiento: $A \geq 10\%$

Otras características geométricas fundamentales que deben cumplir estrictamente las barras elementales procedentes de la acería tienen relación con las tolerancias del acabado del perfil, la rectitud en los extremos, la planitud superficial y la torsión.

En la siguiente figura se incluye el perfil de este carril:



Traviesas

Las principales funciones de las traviesas consisten en:

- Conseguir mantener la estabilidad de la vía mediante la adecuada absorción y transmisión de esfuerzos.
- Asegurar el ancho de la vía sin alteraciones temporales.
- Facilitar el asiento del carril con su correspondiente inclinación.
- Evitar la conducción eléctrica respecto del retorno de la corriente de tracción (dificultar la aparición de corrientes vagabundas)

Traviesa tipo AI-VE

La traviesa a instalar en las vías generales de la Línea de Alta Velocidad, es del tipo AI-VE, para ancho estándar y carril 60 E1.

Esta traviesa es monobloque de hormigón pretensado con armaduras pretesas o postesas, con 4 casquillos o vainas de anclaje modelo AV-1 para sujeción VE, que se colocan en los moldes antes del hormigonado de la traviesa en cualquiera de las modalidades de fabricación para que queden embutidos en la misma.

La resistencia característica del hormigón a compresión simple a 28 días será superior a 60 N/mm^2 para cualquiera de los métodos de fabricación.

Entre dos ejes de traviesas contiguas la separación es de 0,6 metros.

Las características geométricas más relevantes de la traviesa tipo AI son las siguientes:

- Longitud: 2,6 metros.
- Peso aproximado ~ 320 Kg.
- Anchura máxima en la base: 300 mm.
- Altura en la sección bajo eje de carril ~ 242 mm.
- Altura en la sección central ~ 210 mm.
- Inclinación del plano de apoyo del carril: 1/20.

Traviesa tipo PR con sujeción VE

Se utilizarán traviesas PR con sujeción VE en los tramos de vía convencional y carril 60 E1.

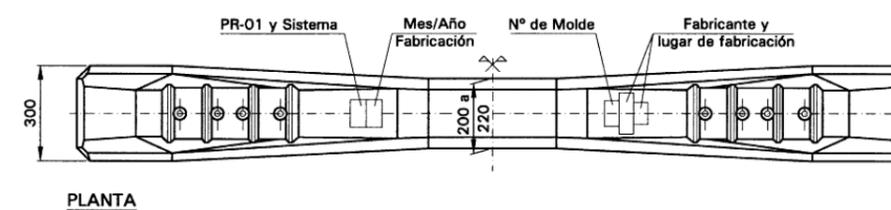
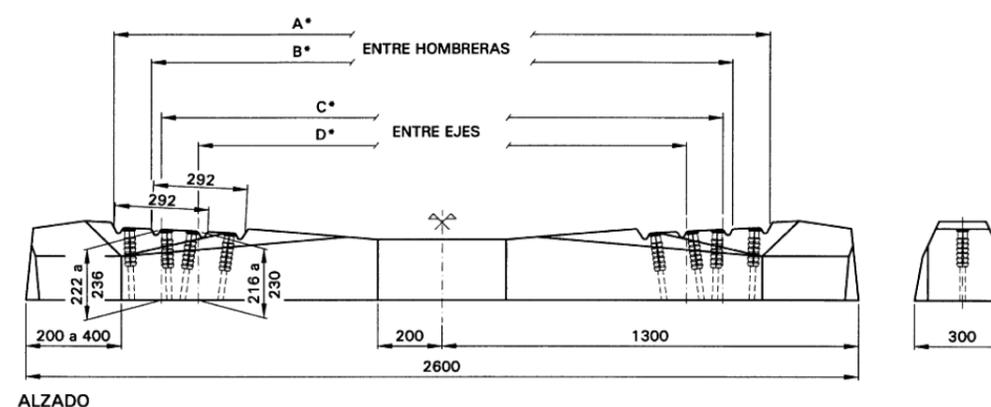
Estas traviesas son monobloque de hormigón pretensado con armaduras pretesas o postesas, con 8 casquillos o vainas de anclaje para la traviesa PR-VE, que se colocan en los moldes antes del hormigonado de la traviesa en cualquiera de las modalidades de fabricación para que queden embutidos en la misma.

La resistencia característica del hormigón a compresión simple a 28 días será superior a 50 N/mm² para cualquiera de los métodos de fabricación.

Entre dos ejes de traviesas contiguas la separación es de 0,6 metros.

Las características geométricas más relevantes de la traviesa tipo PR son las siguientes: Longitud: 2,6 metros.

- Peso aproximado ~ 292 kg. (Variable en función del fabricante)
- Anchura máxima en la base: 300 mm.
- Altura en la sección bajo eje de carril para ancho 1.668 mm ~ 234 mm. (variable en función del fabricante).
- Altura en la sección bajo eje de carril para ancho 1.435 mm ~ 228 mm. (Variable en función del fabricante).
- Altura en la sección central ~ 200 mm. (Variable en función del fabricante).
- Inclinación del plano de apoyo del carril: 1/20.



COTAS*		UIC 54	UIC 60
A	Ancho 1668	2047,5	
C		1753	1756,3
B	Ancho 1435	1814,5	
D		1520	1523,3

Montaje de la vía

El montaje de la vía de la línea de alta velocidad se realizará en las fases siguientes:

- 1) Extendido de una capa de balasto por medio de motoniveladora o extendedora, compactada con una pasada de un rodillo compactador. El espesor de la capa será de 15-18 cm.
- 2) Montaje de una vía auxiliar de 2.800 m de longitud, empleando carril usado y traviesas de madera o de segundo uso.
- 3) Transporte con tren carrilero de las barras largas (BLS) de 270 m, que se descargan uno a un lado de la vía auxiliar y tres al otro.

- 4) A continuación, se colocan los carriles de la primera vía (vía directora) con la distancia entre ellos adecuada para la circulación del pórtico de trabajo.
- 5) Por dicha vía directora y por medio del pórtico se transportan y colocan las traviesas, se acanala el balasto y se levanta y transporta, por tramos, la vía auxiliar.
- 6) Sobre el tramo de traviesas se colocan las barras largas soldadas con una máquina posicionadora, apretando a continuación los tirafondos con una motoclavadora.
- 7) Terminado el montaje de la vía directora se procede al montaje de la vía paralela. Para ello se sitúan las barras largas, previamente descargadas, a una distancia entre sí igual a la anchura del pórtico, ripándolas desde su posición de descarga junto a la vía auxiliar.
- 8) Con el tren travesero circulando por la vía directora se descargan traviesas situándolas cada 60 cm.
- 9) A continuación, se procede a la colocación de las barras largas sobre las traviesas con la máquina posicionadora, apretando los tirafondos con la máquina motoclavadora.
- 10) Terminado el montaje de las dos vías se descarga balasto transportado por medio de un tren de tolvas. Posteriormente, se procede a perfilar la banqueta de balasto.
- 11) Se procede seguidamente a alinear la vía y a batearla para conseguir la cota en una primera nivelación.
- 12) La operación siguiente corresponde a la soldadura aluminotérmica y a la liberación de tensiones, pasando a continuación la estabilizadora dinámica para producir una primera compactación.
- 13) Se descarga más balasto, perfilándolo de nuevo para realizar una segunda nivelación y una nueva estabilización dinámica.
- 14) Como última fase se procede a la comprobación geométrica de la vía y al amolado de los carriles.

Vía en placa

La vía en placa es un sistema formado por una serie de elementos clásicos de la vía sobre balasto (carril, fijaciones y traviesas) junto a otros que le confieren su carácter específico: una placa de hormigón (a veces otro ligante), que puede presentar distintas características y que puede estar formada por distintas capas con o sin la presencia de elastómeros o capas bituminosas intermedias.

El sistema de vía en placa propuesto estará formado por dos elementos claramente diferenciados:

- Losa de hormigón en masa (prelosa).
- Losa de vía en el que irán embebidas las traviesas.

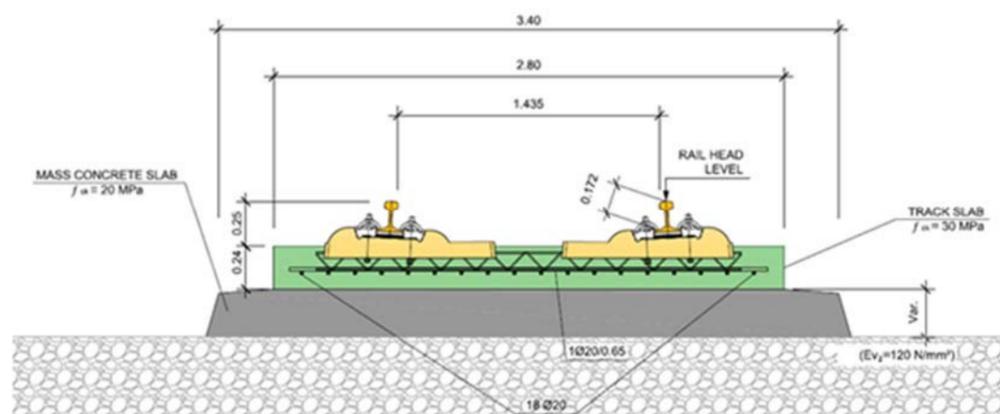
El hormigón de la prelosa será HM-20.

La losa de vía en placa, irá armada con fibras y será la encargada de soportar directamente las cargas de ferrocarril, y transmitir estas a las capas inferiores en condiciones admisibles.

La clase de resistencia del hormigón se ha definido, según la norma española EHE, como un HA-30/F/20/IIa con fibras de polipropileno con una dosificación de 900 g/m³ y con cemento resistente al sulfato.

- Anchura: 2.80 m.
- Espesor 24.0 cm.
- Hormigón HA-30 con fibras de polipropileno

Tanto en la boca de entrada como en la de salida de los túneles, se ha considerado un tramo de 20 m con vía en placa armada para evitar que fisure debido a los incrementos de temperatura. La armadura longitudinal propuesta es 18 Φ 20 y la armadura transversal es 1 Φ 20 / 0,65.



El sistema de vía en placa considerado es con traviesa bloque o similar.

La sujeción se suministra entera y premontada en la traviesa.

El sistema de sujeción tiene un importante papel en el sistema puesto que es el responsable de aportar elasticidad a la vía.

Las placas guía angulares permiten mantener el ancho de vía. Por último, el mecanismo de sujeción se aprieta con unos tirafondos que se introducen en los huecos que la traviesa tiene practicados al efecto.

Aparatos de vía

Los desvíos y escapes a emplear son los indicados en los ramales de vía única que componen el nudo ferroviario de Majarabique y en el ramal de vía única de Conexión ferroviaria con la vía actual.

A continuación, se incluye una tabla con las coordenadas de los aparatos proyectados:

SEVILLA - HUELVA								
Nº	J.C.A.				J.C.A.	C.M.	TALON P.	Matrícula
	X	Y	Z	Pte(‰)				
NUDO DE MAJARABIQUE								
3	768.575,201	4.148.818,881	23,210	1,000	30+720	30+747	30+774	DSIH-AV3-UIC60-760-1:14-CM-TC-D
4	768.401,294	4.148.663,685	22,997	-1,000	20+910	20+883	20+856	DSIH-AV3-UIC60-760-1:14-CM-TC-D
5	768.488,162	4.148.738,274	23,092	1,000	30+601	30+574	30+547	DSIH-AV3-UIC60-760-1:14-CM-TC-D
6	769.533,809	4.147.600,026	28,371	-16,000	52+127	52+154	52+181	DSIH-AV3-UIC60-760-1:14-CM-TC-I
CONEXIÓN INTERMEDIA CON LA PALMA DEL CONDADO								
1	723.593,722	4.144.382,477	130,47	-5,000	47+533	47+465	47+381	DSH-PAV-60-1500-0.042-CRM-TC-I
2	723.050,437	4.142.957,119	13,081	-9,997	1+568	1+537	1+493	DSH-PAV-60-1500-0.042-CRM-TC-I

5.8. Estaciones y PAET's

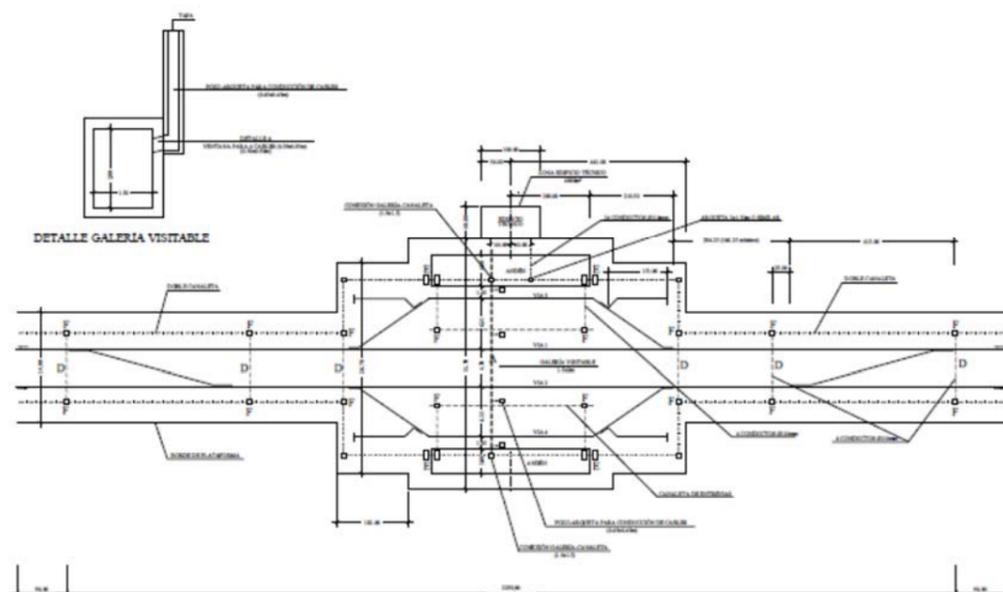
Dentro del Anejo N°11 Estaciones, PAET's y Enlaces Técnicos se describe la ubicación y características básicas de las instalaciones de carácter operacional que se ubicarán en la nueva L.A.V. Sevilla-Huelva. Estas instalaciones o recintos son los Puestos de Adelantamiento y Estacionamiento de Trenes (PAETs en lo sucesivo), incluyéndose además la Estación de La Palma del Condado para las tres alternativas (1.1, 2.1 y 3.1) que atraviesan el casco urbano de este municipio.

5.8.1. Criterios generales

Las características geométricas de los emplazamientos de los PAETs atienden a los criterios establecidos en las Instrucciones Generales de redacción de proyectos de plataforma (IGP) de ADIF, en concreto, su capítulo 8.4, donde, dejando al margen otras indicaciones de mayor detalle respecto a canalizaciones o andenes, se establecen las siguientes directrices para el desarrollo de los PAETs:

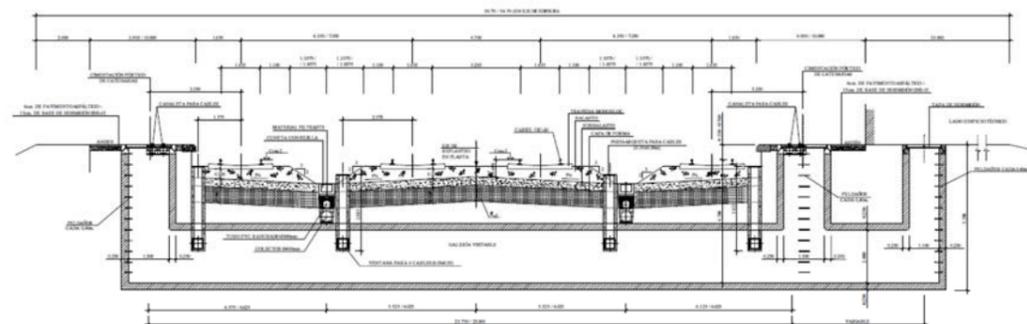
- Tanto los apartaderos como las estaciones se ubicarán siempre en alineación recta y se dispondrá pendiente longitudinal constante nunca superior a 2,5 milésimas en la zona entre desvíos de vía de apartado, es decir, en una longitud de 821 u 831 m según se trate de apartadero o estación respectivamente. Se debe evitar proyectarlos en túneles o viaductos, en tramos de grandes movimientos de tierras y en zonas de difícil acceso. Se definirá y valorará en cada caso el vial de acceso necesario.
- En el caso de los apartaderos, la longitud deseable de 821 m, antes señalada, podría reducirse teniendo en cuenta la posibilidad de emplear desvíos de 350/80, ya comercializados, para materializar la desviación a vías de apartado sin viajeros. En el caso de estaciones de viajeros, se recomienda mantener los actuales desvíos 350/100 por razones de confort (si bien en casos excepcionales podría emplearse el nuevo modelo 350/80).

- Las dimensiones de la plataforma necesaria para la ubicación de un apartadero o estación se deducen de las secciones y de los esquemas tipo de apartadero que se muestran en las siguientes imágenes.



ESQUEMA DE APARTADERO

KSP 8.4
KSP 2011



VÍAS GENERALES - APARTADERO / ESTACIÓN
SECCIÓN TIPO APARTADERO / ESTACIÓN

NOTA: VER DETALLE DE APARTADERO EN OTRAS VÍAS DE LA OBRAS

KSP 8.4
KSP 2011

En lo que se refiere a las vías mango y la rasante a adoptar, la óptima sería una contrapendiente media de 3,0 milésimas. Excepcionalmente se puede admitir que esté en horizontal, pero nunca con bajada hacia la vía de apartado. El trazado de estas vías no tendrá impedimentos físicos (pilas, postes de electrificación, etc.) y no estarán electrificadas, siendo el entreeje con la vía de la bifurcación de 6,35 m en apartaderos y 7,35 en estaciones. Finalmente señalar que en el caso de estaciones, dos de los mangos son largos y dos son cortos, tal y como se aprecia en el esquema correspondiente.

- Los Puestos de Banalización (PB) se ubicarán en alzado con pendiente longitudinal constante y en planta atendiendo al siguiente esquema: 90 m de estabilización en ambos extremos, 415 m para cada uno de los aparatos de vía y 255 m (excepcionalmente reducible hasta 120 m) en la zona central que puede ir en curva, ascendiendo a un total de 1.265 m de longitud mínima. Se debe evitar proyectarlos en túneles o viaductos y en zonas de difícil acceso.
- A efectos del estudio de cada PAET que se desarrolla en el apartado siguiente, se adoptan las siguientes magnitudes fundamentales:
 - La parte central de la estación técnica, precisa una longitud entre desvíos de las vías de apartado de 821-831 metros, elevándose hasta 882 metros si tenemos en cuenta la acotación de 441 metros que aparece en los esquemas de ADIF.
 - A cada lado de la estación técnica, se precisan unos tramos de casi 800 metros (suma de 294.25 metros entre escapes de estación y de escape entre vías + 415 metros de desvío y 90 metros para estabilización), optimizables hasta 671.25 metros.

5.8.2. Emplazamiento de PAETs

En cada una de las alternativas estudiadas se ha previsto la ejecución de dos PAETs, de manera que se cumpla con el criterio de disponer un PAET en intervalos de 50-60 km.

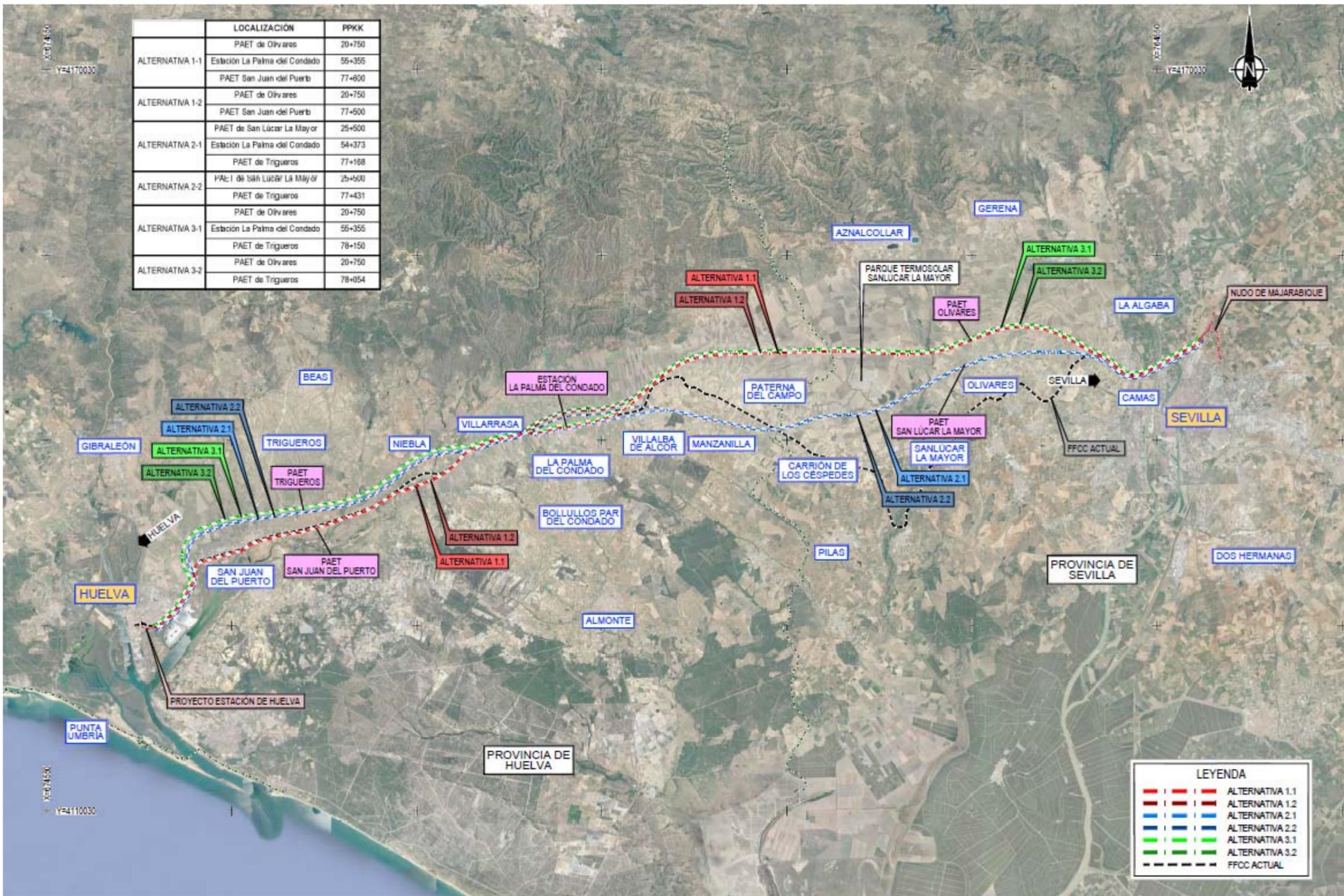
Dado que las alternativas 3.1 y 3.2 son coaxiales por tramos con las alternativas 1 (tramo inicial e intermedio, hasta P.K. 60+000 aproximadamente) y 2 (tercio final del recorrido) sus PAETs serán comunes a los de las citadas alternativas.

La siguiente tabla resume la ubicación de cada PAET:

	LOCALIZACIÓN	P.K. de referencia	PK inicio	PK final	Longitud (m)
ALTERNATIVA 1-1	PAET de Olivares	20+750	19+650	21+850	2200
	Estación La Palma del Condado	55+355	54+860	55+850	990
	PAET San Juan del Puerto	77+600	76+800	78+400	1600
ALTERNATIVA 1-2	PAET de Olivares	20+750	19+650	21+850	2200
	PAET San Juan del Puerto	77+500	76+700	78+300	1600
ALTERNATIVA 2-1	PAET de San Lúcar La Mayor	25+500	24+400	26+600	2200
	Estación La Palma del Condado	54+373	53+878	54+868	990
	PAET de Trigueros	77+168	76+068	78+268	2200
ALTERNATIVA 2-2	PAET de San Lúcar La Mayor	25+500	24+400	26+600	2200
	PAET de Trigueros	77+431	76+331	78+531	2200
ALTERNATIVA 3-1	PAET de Olivares	20+750	19+650	21+850	2200
	Estación La Palma del Condado	55+355	54+860	55+850	990
	PAET de Trigueros	78+150	77+050	79+250	2200
ALTERNATIVA 3-2	PAET de Olivares	20+750	19+650	21+850	2200
	PAET de Trigueros	78+054	76+954	79+154	2200

En los distintos PAETs se produce un ensanchamiento general de la plataforma desde su anchura general de 18 metros hasta una anchura de 35.30 metros, suficiente para albergar las dos vías de apartado laterales y andenes (la figura de esquema de apartadero de las IGP-8.4 establece una anchura mínima de 31.70 metros). En la parte central, se realiza un ensanchamiento adicional de 115 metros de longitud media y 40 metros de profundidad para ubicar el edificio técnico del PAET.

En la siguiente imagen se puede observar la ubicación relativa de cada PAET:



5.9. Movimiento de tierras

Para poder evaluar el movimiento de tierras y los volúmenes pertenecientes a cada uno de los materiales a lo largo de la traza, se ha utilizado el módulo de cubicación de obras lineales del programa de trazado Istram – Ispol.

Las siguientes tablas resumen el movimiento de tierras de cada alternativa, incluyendo no sólo el tronco de la línea de alta velocidad y las reposiciones ferroviarias, sino también los correspondientes a las aproximaciones a los pasos superiores e inferiores que atraviesan la nueva línea de alta velocidad.

DESMONTES:

TOTAL DESMONTE INCLUSO TÚNEL ALTERNATIVAS 2.1 Y 2.2 (m3)						
VOLÚMENES TOTALES						
1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	Nudo Majarabique
4.535.566,4	4.125.981,0	7.119.702,4	6.847.008,6	4.945.601,9	4.555.377,1	56.014,00
APROVECHABLE						
1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	Nudo Majarabique
1.593.793,80	1.095.812,20	3.665.620,20	3.626.185,00	2.143.849,80	1.697.221,90	0,00
A VERTEDERO (APLICADO COEF. ESPONJAMIENTO 1.25)						
1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	Nudo Majarabique
3.677.215,8	3.787.711,0	4.317.602,8	4.026.029,5	3.502.190,1	3.572.694,0	56.014,00

RELLENOS (TERRAPLÉN Y SUELO SELECCIONADO):

TOTAL TERRAPLÉN (m3)						
PROCEDENTE DE TRAZA						
1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	Nudo Majarabique
1.487.365,9	1.034.655,3	3.358.075,4	3.322.225,2	1.994.907,3	1.588.881,9	0,00
PROCEDENTE DE PRÉSTAMOS						
1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	Nudo Majarabique
5.213.365,6	6.695.250,2	5.738.474,1	7.185.223,9	6.158.696,1	7.675.450,5	616.661,10

CAPA DE FORMA:

TOTAL CAPA DE FORMA (m3)						
1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	Nudo Majarabique
996.838,4	978.571,3	963.337,2	949.300,1	1.002.074,9	983.858,5	53.813,74

SUBBALASTO:

TOTAL SUBBALASTO (m3)						
1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	Nudo Majarabique
447.434,7	439.378,9	432.769,8	426.671,4	449.340,3	441.207,1	22.875,14

5.10. Estructuras

En el anejo nº 10 de Estructuras y túneles, se han analizado las posibles soluciones estructurales en el tramo Sevilla - Huelva con un diseño adecuado a una línea de alta velocidad.

Para ello, se ha efectuado un análisis, a partir de distintas alternativas, de las diferentes estructuras que configuran el trazado entre la ciudad de Sevilla y la ciudad de Huelva.

El estudio comienza en el Nudo de Majaribique, que es común a todas las alternativas planteadas. En este nudo se desarrollan un total de ocho estructuras presentando cruces diversos con otras infraestructuras, tanto de ferrocarril como de carretera.

A partir de este punto se analizan tres posibles alternativas, subdivididas cada una de ellas en dos soluciones. Por tanto, se llegan a estudiar seis posibles soluciones de trazado diferentes.

5.10.1. Elección de la tipología de las estructuras

Existen diversas tipologías estructurales a emplear para cada uno de los grupos, la elección de una u otra será función de:

- Geometría (luz a salvar).
- Afecciones.
- Requerimientos ambientales (protecciones, Red Natura, etc).
- Requerimientos hidráulicos.
- Plazo de ejecución.
- Geotecnia (cimentación).

Además de estos criterios más objetivos existen otros subjetivos que también habrá que tener en cuenta para el encaje.

A continuación, se analizan cada uno de los grupos estructurales independientemente debido a sus particularidades que llevan asociadas.

5.10.1.1. Viaductos

Como norma general se consideran tipologías estructurales habituales en hormigón estructural ejecutables in situ: losas pretensadas aligeradas, cajones pretensados o vigas prefabricadas tipo artesa o doble T.

Respecto al diseño de los vanos de los Viaductos, se han estimado en el prediseño tableros con luces función del elemento a salvar y el ángulo de cruce. Siempre que ha sido posible se emplearán soluciones hiperestáticas y con luces no muy reducidas por su mejor comportamiento dinámico frente al paso de los trenes.

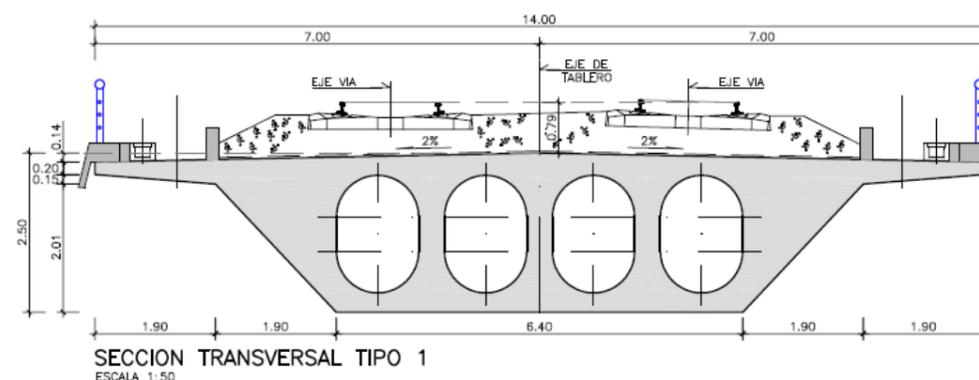
Como resultado nos encontramos con las siguientes secciones tipo en las estructuras tipo viaducto

5.10.1.1.1. Sección Tipo 1. - Luz Máxima 35 metros. DOBLE VÍA.

Para este caso se ha considerado una sección tipo que está constituida por un tablero en losa de hormigón postesado formada por un núcleo central y voladizos laterales hasta completar el ancho total del tablero.

El núcleo central va aligerado mediante aligeramientos cilíndricos longitudinales de sección transversal circular alargada. Las principales características de esta sección tipo son:

- Luz del vano: 30 – 35 metros
- Canto de losa: 2,50metros (luz/canto=14,0)
- Longitud de voladizos extremos 1,90 metros
- Aligeramientos de 1,30 m de diámetro y 1.85 m de altura

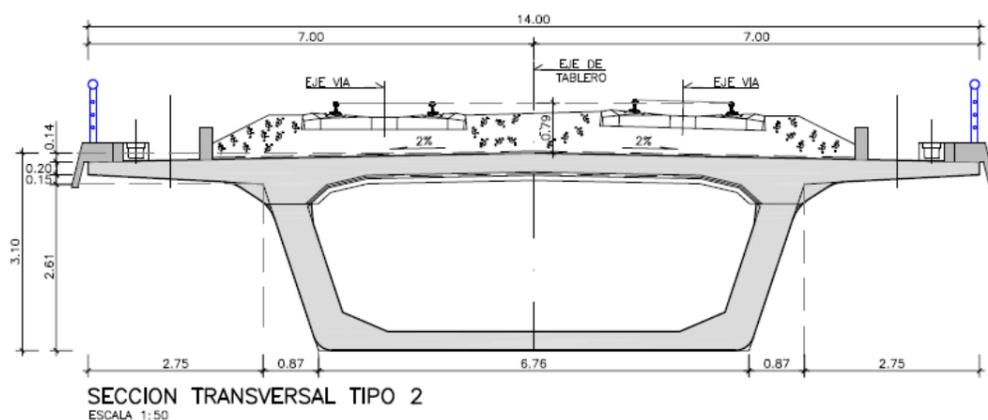


5.10.1.1.2. Sección Tipo 2. - Luz Máxima 45 metros. DOBLE VÍA

Para este caso se utilizan tableros de hormigón postesado con sección transversal en cajón de sección constante y voladizos laterales, construida bien "in situ", mediante cimbra, o bien mediante la técnica de tablero empujado.

Las principales características de esta sección tipo son:

- Luz del vano: 40.0 – 45.0 metros
- Canto de viga: 3.10 m (luz/canto =13,0)
- Espesor de almas: 45 cm
- Espesor en cara inferior: 30 cm
- Longitud de voladizos extremos: 2.75



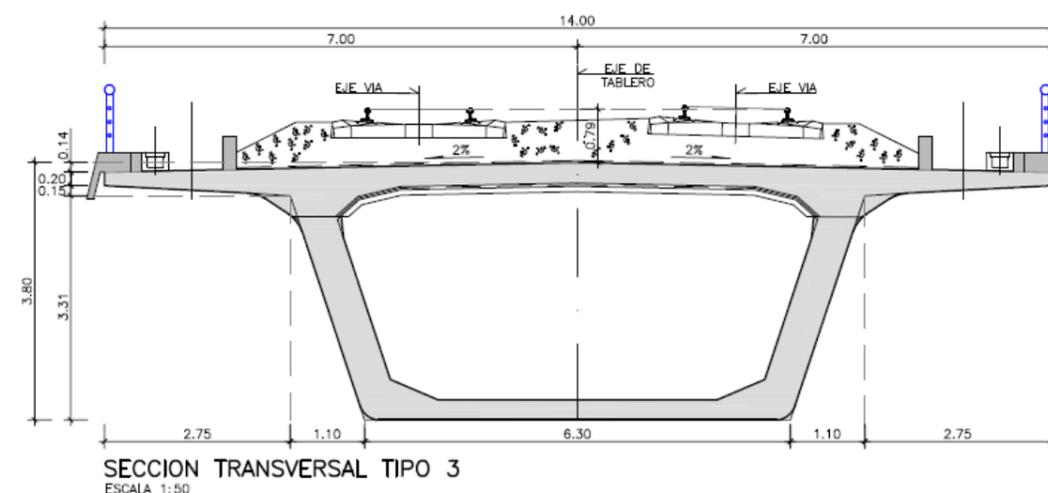
5.10.1.1.3. Sección Tipo 3. - Luz Máxima 55 metros. DOBLE VÍA

Para este caso se utilizan tableros de hormigón postesado con sección transversal en cajón de sección constante y voladizos laterales, construida bien "in situ", mediante cimbra, o bien mediante la técnica de tablero empujado.

Las principales características de esta sección tipo son:

- Luz del vano: 50.0 – 55.0 metros
- Canto de viga: 3.80 m (luz/canto =14,5)
- Espesor de almas: 45 cm
- Espesor en cara inferior: 30 cm

- Longitud de voladizos extremos: 2.75 m

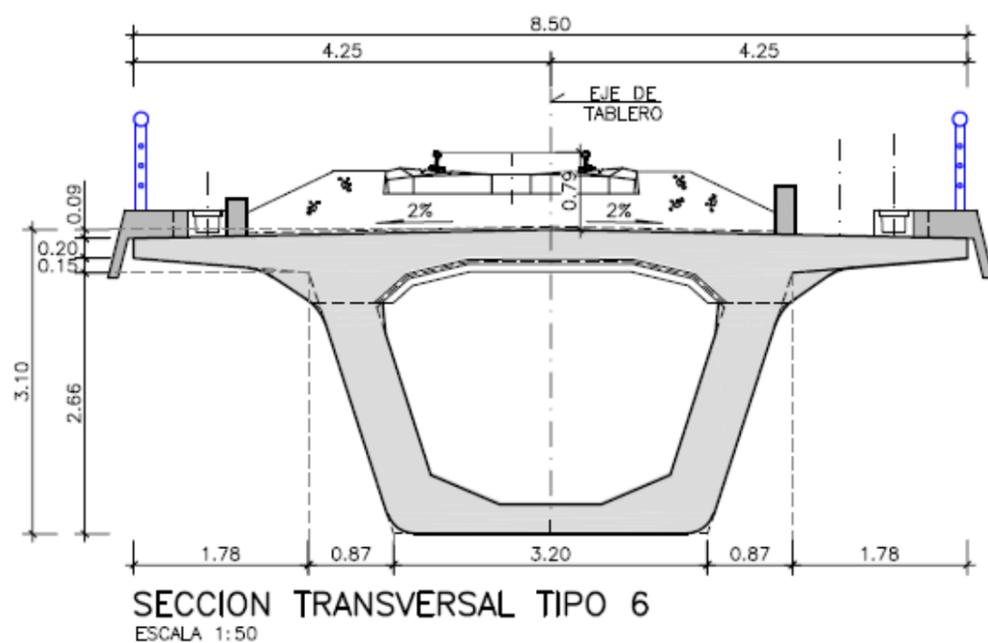


5.10.1.1.4. Sección Tipo 4. Sección Tipo de Viaducto - Luz Máxima 65 metros

Para este caso se utilizan tableros de hormigón postesado con sección transversal en cajón de canto variable, construida bien "in situ", mediante cimbra, o bien mediante la técnica de tablero empujado.

Las principales características de esta sección tipo son:

- Luz del vano: 60.0 – 65.0 metros
- Canto de viga variable de 3.50 a: 5.00 m
- Espesor de almas: 50 cm
- Espesor en cara inferior: 35 cm
- Longitud de voladizos extremos: 2.75 m

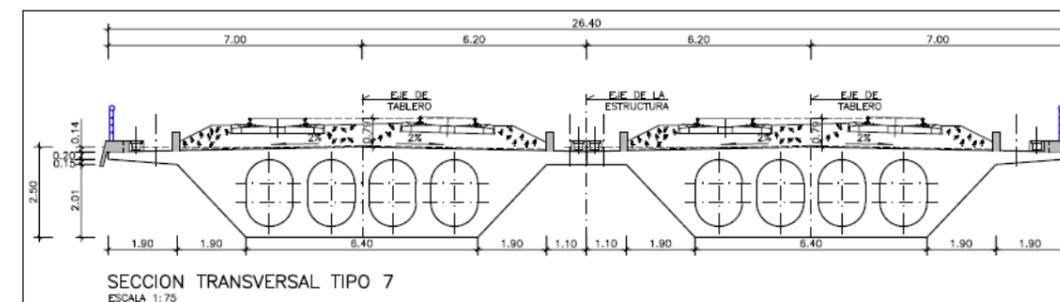


5.10.1.1.7. Sección Tipo 7. - Luz Máxima 35 metros. ANCHO 26.40 m.

Esta sección se corresponde a viaductos situados en una zona de adelantamiento y estacionamiento de trenes, PAET. Esto implica un ensanchamiento de la plataforma ferroviaria. Para este caso se ha considerado una sección tipo que está constituida por dos tableros adyacentes en losa de hormigón postesado, formado cada uno de ellos por un núcleo central y voladizos laterales hasta completar el ancho total del tablero.

El núcleo central va aligerado mediante aligeramientos cilíndricos longitudinales de sección transversal circular alargada. Las principales características de esta sección tipo son:

- Luz del vano: 30 – 35 metros
- Canto de losa: 2,50metros (luz/canto=14,0)
- Longitud de voladizos extremos 1,90 metros
- Longitud de la losa central 2.20 metros
- Aligeramientos de 1,30 m de diámetro y 1.85 m de altura

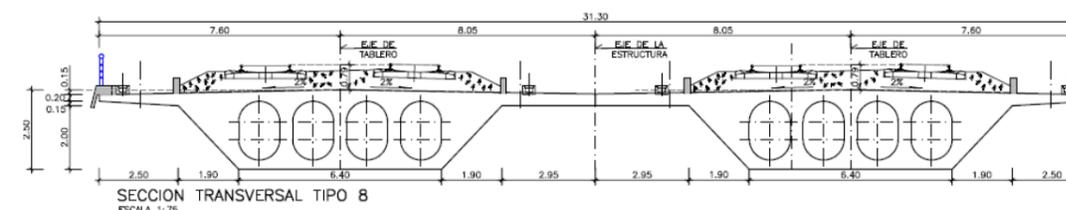


5.10.1.1.8. Sección Tipo 8. - Luz Máxima 35 metros. ANCHO 31.30 m.

Esta sección se corresponde a viaductos situados en una zona de adelantamiento y estacionamiento de trenes, PAET. Esto implica un ensanchamiento de la plataforma ferroviaria. Para este caso se ha considerado una sección tipo que está constituida por dos tableros adyacentes en losa de hormigón postesado, formado cada uno de ellos por un núcleo central y voladizos laterales hasta completar el ancho total del tablero.

El núcleo central va aligerado mediante aligeramientos cilíndricos longitudinales de sección transversal circular alargada. Las principales características de esta sección tipo son:

- Luz del vano: 30 – 35 metros
- Canto de losa: 2,50metros (luz/canto=14,0)
- Longitud de voladizos extremos 2,50 metros
- Longitud de la losa central 5,90 metros
- Aligeramientos de 1,30 m de diámetro y 1.85 m de altura



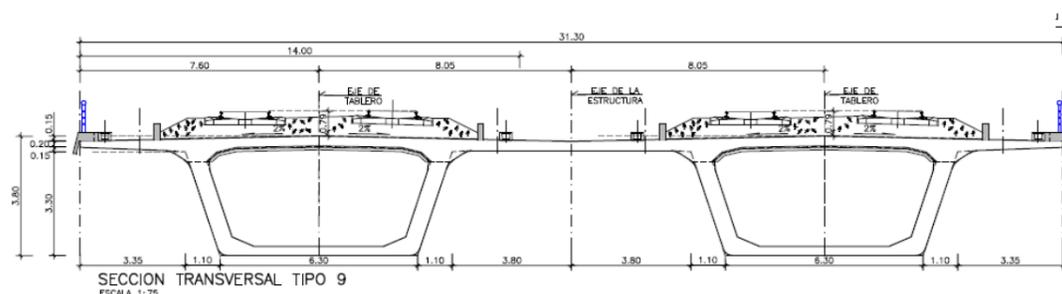
5.10.1.1.9. Sección Tipo 9. - Luz Máxima 55 metros. ANCHO 31.30 m.

Esta sección se corresponde a viaductos situados en una zona de adelantamiento y estacionamiento de trenes, PAET. Esto implica un ensanchamiento de la

plataforma ferroviaria. Para este caso se ha considerado una sección tipo que está constituida por dos tableros adyacentes en sección cajón de hormigón postesado de canto constante. Cada tablero está formado por un núcleo central y voladizos laterales hasta completar el ancho total del tablero.

Las principales características de esta sección tipo son:

- Luz del vano: 50.0 – 55.0 metros
- Canto de viga: 3.80 m (luz/canto =14,5)
- Espesor de almas: 45 cm
- Espesor en cara inferior: 30 cm
- Longitud de voladizos extremos: 3,35 m
- Longitud de la losa central 7,60 metros



La tipología general de pilas a emplear será tabique, habitualmente empleadas en ferrocarril, y la cimentación se ajustará a las indicaciones del estudio geotécnico.

En el caso de los estribos se emplearán tipologías también tradicionales siempre que sea posible, es decir, muros frontales con muros en vuelta terminados en aletas belgas.

El tablero descansará sobre pilas y estribos empleando apoyos pot (para grandes cargas), combinando distintas tipologías (libre, unidireccionales y rígidos) para que junto al estribo fijo se asegure el comportamiento longitudinal del tablero.

5.10.1.2. Pérgolas

Es la solución empleada para solventar el cruce con esviaje elevado, consiste en realizar una estructura recta de longitud considerable, función del esviaje en el cruce, sobre una de las vías cruzando la otra sobre esta.

Las posibles tipologías a emplear serán:

- Estructura in situ.
- Estructura de tablero prefabricado, ejecutado con vigas sobre las que se ejecuta una losa in situ.

Lo normal es ejecutarlas con tablero prefabricado, ya que normalmente la vía sobre la que se cruza está en uso y no suele ser viable su corte. El tablero prefabricado puede ser ejecutado con vigas en doble T o con artesas, aunque lo normal es recurrir al primero de los tipos, doble T, debido al menor peso lo que facilita su manipulación.

Se trata de estructuras más caras en comparación con tableros normales, el motivo es la repercusión de los estribos de gran longitud a ambos lados de la vía a salvar.

Con la finalidad de reducir el coste se suele recurrir a dejarles abiertos en la mayor parte posible, generando así una viga cargadero sobre pilares para el apoyo del tablero superiores.

El ferrocarril mantendrá los 14 m de anchura de la sección tipo sobre las vigas del tablero de la pérgola, la cual irá apoyada sobre la losa in situ. La zona de estructura no afectada por la vía superior se dejará aligerada entre vigas lo cual, además de ser más económico, favorece la visibilidad en la vía inferior.

La cimentación de los estribos dependerá de la geotecnia particular de la ubicación de la pérgola, sin olvidar la posible repercusión económica en la estructura.

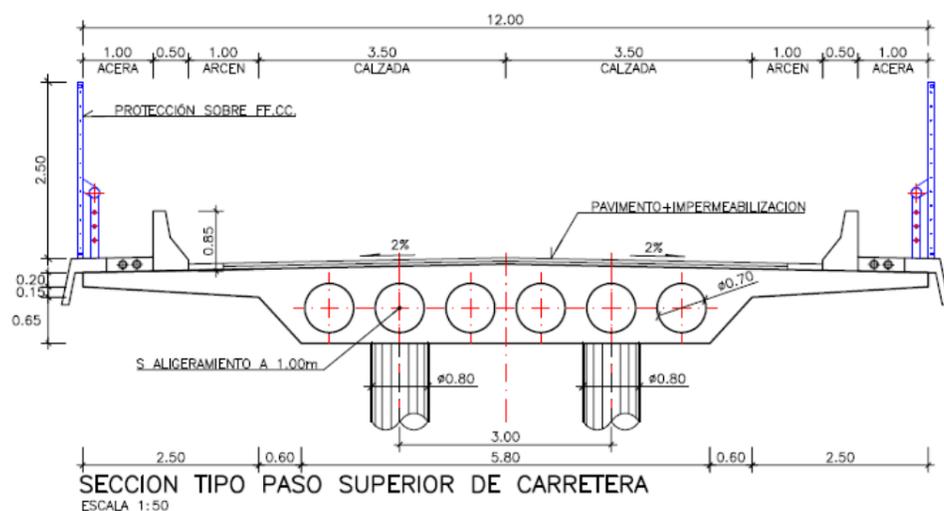
5.10.1.3. Pasos superiores

El ancho del tablero de los pasos superiores vendrá condicionado por el de la sección transversal de la vía a la que da servicio. Al objeto de homogeneizar las soluciones propuestas en esta fase de Estudio Informativo se han considerado dos tipologías, pasos superiores de carreteras y pasos superiores de caminos, cuyas características y geometría se explican en los apartados siguientes.

5.10.1.3.1. Pasos superiores de carreteras

Para la reposición de carreteras, se considera una anchura mínima de calzada y arcenes de 9 m, a los que se añaden aceras de 1,0 m de anchura en ambos lados. Estas quedarán separadas de los arcenes por barreras rígidas de hormigón de 0,50 m. Todos estos elementos dan lugar a un ancho de tablero de 12,0 m, quedando éste rematado en ambos lados por sendas impostas sobre la que se dispondrán barreras antivandálicas.

Se empleará una solución de losa postesada hiperestática con tres vanos y la siguiente sección transversal



La longitud de cada estructura y la distribución de luces dependen del esviaje con el que la carretera cruza las vías, y de la cota relativa de la rasante de la carretera respecto a éstas.

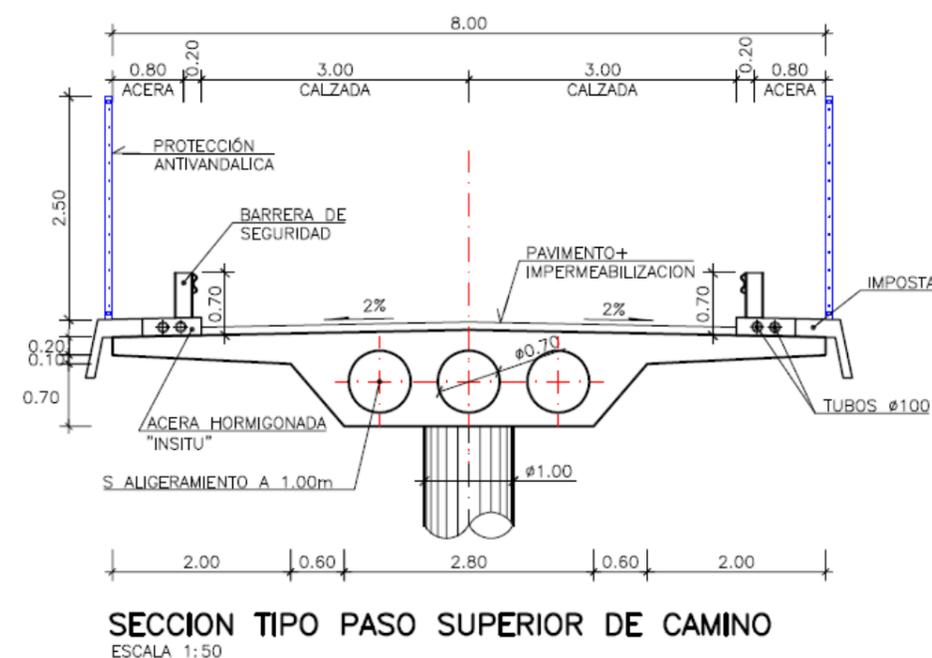
El gálibo vertical mínimo a respetar en los pasos superiores, medido entre la cota superior de carril e intradós de la estructura, será de 7,00 m.

Las pilas situadas a cada lado de la plataforma ferroviaria se situarán de modo que su cara interior quede al menos a 5 m del eje de la vía más próxima

5.10.1.3.2. Pasos superiores de caminos

Los pasos superiores de camino contarán con una anchura de calzada mínima de 6 m, y dos aceras laterales de 0,8m, separadas de la calzada por elementos de protección necesarios consistentes en barreras metálicas tipo bionda. La anchura total del tablero será, por tanto, de 8,0 m, quedando éste rematado en ambos lados por sendas impostas sobre la que se dispondrán barreras antivandálicas.

La solución propuesta para los pasos superiores de caminos consiste igualmente en puentes de tres vanos, cuyo tablero estará constituido por una losa maciza de hormigón postesado "in situ" con voladizos laterales como la que se observa en la figura.



Al igual que en los pasos superiores de carreteras, las pilas situadas a ambos lados de la plataforma ferroviaria se situarán de modo que su cara interior quede como mínimo a 5 m del eje de la vía más próxima.

Del mismo modo, el gálibo vertical mínimo entre cota superior del carril e intradós de la estructura será de 7 m.

5.10.1.4. Pasos inferiores

Las estructuras previstas para los pasos inferiores tanto de carreteras como de caminos consisten en marcos de hormigón armado ejecutados "in situ", que constan de un dintel superior del que parten sendos hastiales solidarios, los cuales se empotran a su vez en la losa de fondo del cajón (solera).

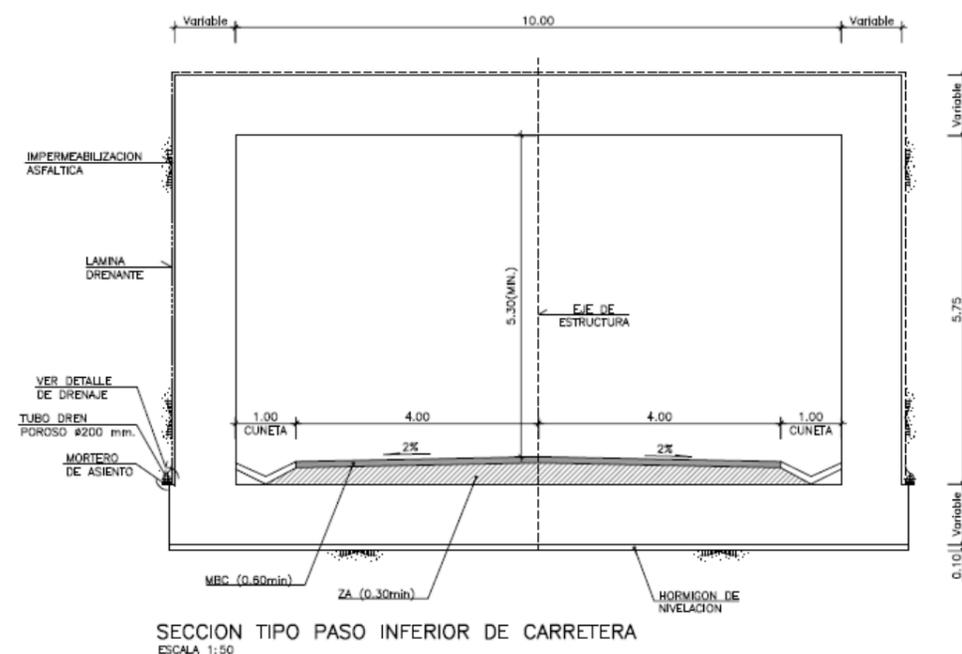
El canto del dintel y la solera así como el ancho de los hastiales se ha de estimar en función de la altura de tierras que gravita sobre cada estructura.

En general, y salvo que por condiciones estéticas, ecológicas o de geometría sea necesario modificar el criterio, se dispondrán aletas triangulares rectas a 30° con el eje del vial inferior. En las embocaduras de las obras enterradas (de tipo marco, pórtico, bóveda o tubo) con cobertera de tierras y esviadas, el plano de corte en el encuentro de la obra con el talud del terraplén en uno y otro extremo de la misma se mantendrá paralelo al eje del trazado principal

5.10.1.4.1. Pasos inferiores de carreteras

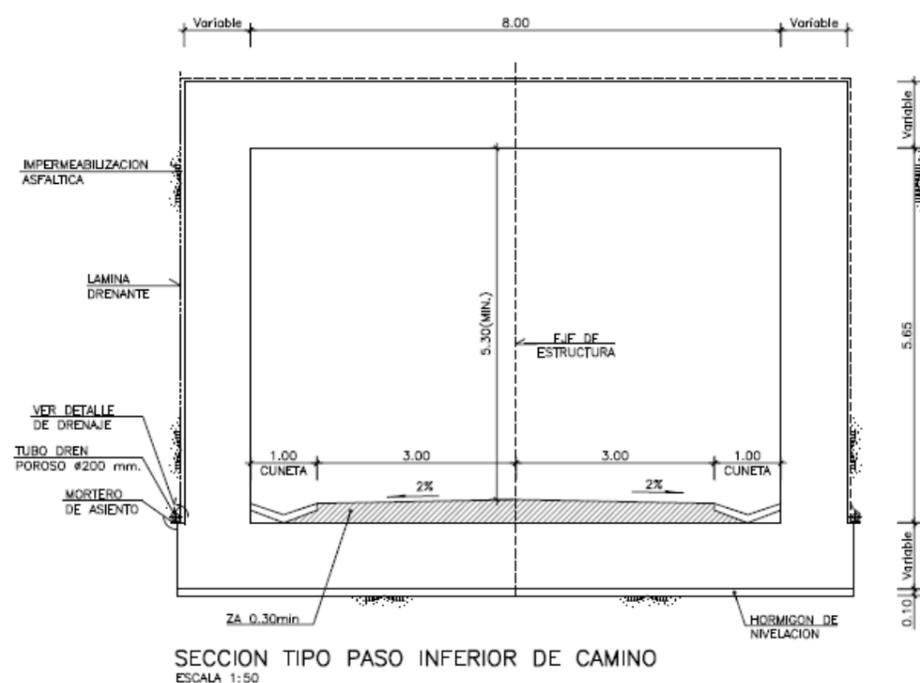
El gálibo horizontal libre de los pasos inferiores deberá respetar al menos la anchura de la plataforma más dos metros, correspondientes a dos cunetas pisables de hormigón. En el caso de los pasos inferiores, se considera una anchura de plataforma mínima de 8.0 m. Las cunetas tendrán una anchura de 1 m, por lo que el gálibo interior libre del paso será de 10 m.

El gálibo vertical en el punto más desfavorable de la plataforma deberá ser de al menos 5,30 m.



5.10.1.4.2. Pasos inferiores de caminos

La anchura interior del marco en este caso será de 8 m, correspondientes a un ancho de plataforma de 6 m más cunetas de 1 m a cada lado. El gálibo vertical en el punto más desfavorable de la plataforma deberá ser de al menos 5,30 m. Una sección tipo se puede observar en la siguiente figura



5.10.2. Falsos túneles

5.10.2.1. Solución estructural

Con respecto a los falsos túneles se pueden emplear varias modalidades estructurales, entre las que cabe destacar:

5.10.2.1.1. Túneles entre pantallas

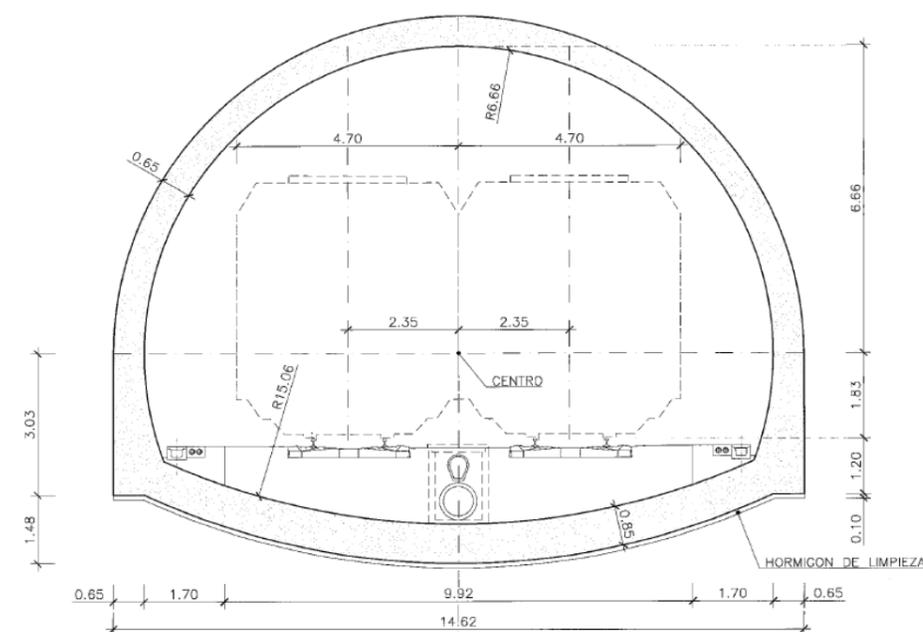
La primera de las tipologías a estudiar se basa en la ejecución de un túnel a través de pantallas laterales (continuas o de pilotes). Esta tipología consigue reducir la zona de obra al limitar la anchura de la trinchera excavada provisionalmente durante la construcción del falso túnel. Se trata de una tipología adecuada en casos donde se debe limitar la banda de afección por la construcción del túnel (zonas urbanas), ya que permite limitar el ancho de excavación al ancho libre entre pantallas.

5.10.2.1.2. Falso túnel en bóveda

Esta segunda tipología se corresponde con una estructura del túnel compuesta por una bóveda de hormigón armado apoyada sobre una solera "in situ" de

hormigón armado. Esta sección requiere una excavación previa que sería un inconveniente en el caso de existir elementos que no pudieran verse afectados por las obras en la zona a excavar. A su favor cuenta con el mejor comportamiento estructural de la bóveda frente a la losa y las pantallas en casos de elevada cobertura de tierras

Dadas las características de las estructuras de este proyecto, la ubicación de los falsos túneles y la cobertura de tierras, se ha optado en todos los casos por una solución tipo bóveda



Se prevé el siguiente proceso constructivo:

- Excavación del terreno natural hasta la cota de la solera.
- Ejecución de la solera del túnel.
- Ejecución de la bóveda.
- Relleno final sobre la bóveda hasta cota definitiva.

5.10.3. Relación de estructuras. Viaductos

En los siguientes apartados se incluyen una serie de tablas correspondientes a la ubicación y características básicas de las estructuras de cada una de las alternativas de trazado desarrolladas en este estudio, así como del nudo de Majaribique que es común a todas las alternativas.

En este nudo se dispone un total de ocho estructuras, todas ellas motivadas por el cruce de la nueva vías con vías actualmente existentes, bien sean de ferrocarril o de carreteras.



Esquema general del nudo

5.10.4. Cuadros resumen estructuras

5.10.4.1. Nudo de Majaribique

RAMAL BIDIRECCIONAL HUELVA-SEVILLA

VIADUCTOS

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
1	50+101	50+101	-	Estructura sobre Conexión Madrid-Sevilla	Pérgola	Profunda	
2	50+157	50+157	-	Pérgola sobre Línea convencional Madrid-Sevilla	Pérgola	Profunda	
3	50+220	50+290	70	Viaducto sobre LAV Madrid-Sevilla (I)	20 - 30 -20	Profunda	1
4	50+660	50+722	62	Viaducto sobre Ctra. A-8005	17 - 28 - 17	Profunda	1
5	52+523	52+638	115	Pérgola sobre LAV Madrid-Sevilla (II)	Pérgola	Profunda	

RAMAL HUELVA-MADRID

VIADUCTOS

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
6	30+250	30+399	149	Pérgola sobre Línea convencional Madrid-Huelva	Pérgola	Profunda	
1	30+883	30+883	-	Estructura sobre Conexión Madrid-Sevilla			
2	30+955	30+955	-	Estructura sobre Línea convencional Madrid-Sevilla			
7	31+029	31+134	105	Viaducto sobre LAV Madrid-Sevilla (III)	35 - 35 - 35	Profunda	1
8	31+370	31+440	70	Viaducto sobre Ctra. A-8003	20 - 30 - 20	Profunda	1

RAMAL MADRID-HUELVA

VIADUCTOS

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
1	20+500	20+500	-	Estructura sobre Conexión Madrid-Sevilla			
6	20+999	21+148	149	Viaducto sobre Línea convencional Madrid-Huelva			

5.10.4.2. Alternativa 1.1

VIADUCTOS

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
1	2+925	3+222	297	Viaducto Tapón del Guadalquivir	28.5 - 40x6 - 28.5	Profunda	2
2	4+023	5+093	1070	Viaducto del Guadalquivir	45 - 55x18 - 35	Profunda	3
3	5+661	7+145	1484	Viaducto de Camas	31-55x3-50x2-55x7-30-50-55-40-35-45x2-55x7-45x2-28	Profunda	3
4	12+582	12+652	70	Viaducto Arroyo del Judío	20 - 30 -20	Profunda	1
5	12+700	12+880	180	Viaducto Autovia SE-40	20- 35x4 - 20	Profunda	1
6	19+837	19+907	70	Viaducto Arroyo Valdegallinas	20 - 30 -20	Profunda	1
7	22+973	23+083	110	Viaducto Arroyo Valdarrago	20-35-35-20	Profunda	1
8	23+720	24+770	1050	Viaducto Río Guadiamar	35 - 54x4 - 65 - 54x13 - 32	Profunda	4
9	31+417	31+487	70	Viaducto Arroyo Santa María	20 - 30 -20	Profunda	1
10	32+007	32+084	77	Viaducto Arroyo Tamujoso	21-35-21	Profunda	1
11	32+425	32+502	77	Viaducto Garganta de Barbacena	21-35-21	Profunda	1
12	34+087	34+253	166	Viaducto Arroyo de la Tejada	21- 30x4 -25	Profunda	1
13	39+858	39+920	62	Viaducto Arroyo del Cahozo	17 - 28 -17	Profunda	1
14	50+010	50+150	140	Viaducto Arroyo Fuente Santa II	35x4	Profunda	1
15	50+520	50+590	70	Viaducto Arroyo Giraldo	20 - 30 -20	Profunda	1
16	51+528	51+598	70	Viaducto 1	20 - 30 -20	Profunda	1
17	57+784	57+955	171	Pergola sobre ffcc Sevilla - Huelva	Pérgola	Profunda	
18	59+148	58+210	62	Viaducto Arroyo Bayas	17 - 28 - 17	Profunda	1
19	60+859	60+921	62	Viaducto Sapo Hondo	17 - 28 - 17	Profunda	1
20	63+749	63+819	70	Viaducto Arroyo Arzobispo	20 - 30 -20	Profunda	1
21	69+791	70+850	1059	Viaducto Río Tinto	41 - 55x18 - 28	Profunda	3
22	75+379	75+679	300	Viaducto Arroyo Candon	28 - 40x6 - 32	Profunda	2

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
23	77+531	77+593	62	Arroyo del Valcarejo	17 - 28 - 17	Profunda	8
24	80+645	80+715	70	Arroyo de Canillas	20 - 30 - 20	Profunda	1
25	83+579	83+641	62	Viaducto 2	17 - 28 - 17	Profunda	1
26	83+719	83+781	62	Viaducto 3	17 - 28 - 17	Profunda	1
27	87+695	87+845	150	Ribera de Nicoba	20 - 30 - 35 - 40 - 25	Profunda	2
28	92+420	92+625	205	Pergola	Pérgola	Profunda	

FALSO TUNEL

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Sección Tipo	Observaciones
29	16+220	16+380	160	Bóveda	Mioceno Formación Margas Azules

5.10.4.3. Alternativa 1.2**VIADUCTOS**

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
1	2+925	3+222	297	Viaducto Tapón del Guadalquivir	28.5 - 40x6 - 28.5	Profunda	2
2	4+023	5+093	1070	Viaducto del Guadalquivir	45 - 55x18 - 35	Profunda	3
3	5+661	7+145	1484	Viaducto de Camas	31-55x3-50x2-55x7-30-50-55-40-35-45x2-55x7-45x2-28	Profunda	3
4	12+582	12+652	70	Viaducto Arroyo del Judio	20 - 30 - 20	Profunda	1
5	12+700	12+880	180	Viaducto Autovia SE-40	20- 35x4 - 20	Profunda	1
6	19+837	19+907	70	Viaducto Arroyo Valdegallinas	20 - 30 - 20	Profunda	1
7	22+973	23+083	110	Viaducto Arroyo Valdárrago	20-35-35-20	Profunda	1
8	23+720	24+770	1050	Viaducto Río Guadiamar	35 - 54x4 - 65 - 54x13 - 32	Profunda	4
9	31+417	31+487	70	Viaducto Arroyo Santa María	20 - 30 - 20	Profunda	1
10	32+007	32+084	77	Viaducto Arroyo Tamujoso	21-35-21	Profunda	1
11	32+425	32+502	77	Viaducto Garganta de Barbacena	21-35-21	Profunda	1
12	34+087	34+253	166	Viaducto Arroyo de la Tejada	21- 30x4 - 25	Profunda	1

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
13	39+878	39+898	62	Viaducto Arroyo del Cahozo	17 - 28 -17	Profunda	1
14	50+940	51+050	110	Viaducto Arroyo Giraldo	20 - 35 -35 - 20	Profunda	1
15	51+500	51+650	150	Viaducto Arroyo del Juncal	18 - 30x3 - 25 - 17	Profunda	1
16	54+120	54+220	100	Viaducto Arroyo Tortillo	30 - 40 - 30	Profunda	2
17	56+510	56+638	128	Viaducto Carretera A-493	23 - 35 - 35 - 35	Profunda	1
18	58+734	58+996	262	Pérgola FFCC Sevilla-Huelva/Arroyo Bayas	Pérgola	Profunda	
19	60+763	60+825	62	Viaducto Sapo Hondo	17 - 28 - 17	Profunda	1
20	63+653	63+723	70	Viaducto Arroyo Arzobispo	20 - 30 -20	Profunda	1
21	69+695	70+754	1059	Viaducto Rio Tinto	41 - 55x18 - 28	Profunda	3
22	75+284	75+584	300	Viaducto Arroyo Candon	28 - 40x6 - 32	Profunda	2
23	77+435	77+497	62	Arroyo de Valcarejo	17 - 28 - 17	Profunda	8
24	80+549	80+619	70	Arroyo de canillas	20 - 30 - 20	Profunda	1
25	83+483	83+545	62	Puente	17 - 28 - 17	Profunda	1
26	83+623	83+685	62	Puente	17 - 28 - 17	Profunda	1
27	87+600	87+750	150	Ribera de Nicoba	20 - 30 - 35 - 40 - 25	Profunda	2
28	92+323	92+528	205	Pérgola	Pérgola	Profunda	

FALSO TUNEL

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Sección Tipo	Observaciones
29	16+220	16+380	160	Bóveda	Mioceno Formación Margas Azules

5.10.4.4. Alternativa 2.1**VIADUCTOS**

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
1	2+925	3+222	297	Viaducto Tapón del Guadalquivir	28.5 - 40x6 - 28.5	Profunda	2
2	4+023	5+093	1070	Viaducto del Guadalquivir	45 - 55x18 - 35	Profunda	3

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
3	5+661	7+145	1484	Viaducto de Camas	31-55x3-50x2-55x7-30-50-55-40-35-45x2-55x7-45x2-28	Profunda	3
4	12+365	12+475	110	Viaducto Arroyo del Judio	20 - 35 - 35 -20	Profunda	1
5	17+570	17+800	230	Viaducto Arroyo De la Coriana. OK	25-40-45-45-40-35	Profunda	2
6	23+072	24+270	1198	Viaducto Rio Guadimar	26 -45 -55x4 -50x3 -55x13 -42	Profunda	3
7	25+440	25+510	70	Viaducto Arroyo Acebuchal	20 - 30 - 20	Profunda	7
8	25+920	26+330	410	Viaducto Balsa	40 - 55x6 - 40	Profunda	9
9	27+850	27+970	120	Viaducto Arroyo de la Tejada	25 - 35 -35 - 25	Profunda	1
10	37+815	37+925	110	Ferrocarril	40 - 40 - 30	Profunda	2
11	41+215	41+545	330	Viaducto Arroyo Alcarayon	20 - 35x4 - 40x2 -35x2 - 20	Profunda	2
12	48+230	48+310	80	Pérgola FFCC	Pérgola	Profunda	
13	49+210	49+310	100	Viaducto Arroyo de la Fuente	20 - 30 - 30 -20	Profunda	1
14	56+838	56+991	153	Pérgola FFCC Sevilla - Huelva	Pérgola	Profunda	
15	58+198	58+260	62	Viaducto Arroyo Bayas	17 - 28 - 17	Profunda	1
16	59+911	59+973	62	Viaducto Sapo Hondo	17 - 28 - 17	Profunda	1
17	61+760	62+210	450	Pérgola sobre FFCC Sevilla Huelva y CTRA A-472	Pérgola	Profunda	1
18	63+380	63+590	210	Viaducto Arroyo del Arzobispo	25 - 40x4 - 25	Superficial	2
19	64+690	65+250	560	Viaducto Rio Tinto	45 - 55x8 - 45 - 30	Superficial	3
20	66+988	67+163	175	Viaducto Arroyo de Lavapies	20-35-30-35-35-20	Superficial	1
21	67+858	67+920	62	Viaducto Arroyo de la Adelfa	17 - 28 - 17	Superficial	1
22	73+424	73+724	300	Viaducto Arroyo Candón	25 - 40x6 -35	Superficial	2
23	74+043	74+253	210	Viaducto Arrollo Bajondillo	25 - 40x4 - 25	Superficial	2
24	75+935	76+055	120	Viaducto Arroyo del Valcarejo	25 - 35 - 35 -25	Superficial	1
25	79+491	79+631	140	Viaducto Arroyo Canillas	20 - 35 - 35 - 30 - 20	Superficial	1
26	83+732	83+794	62	Viaducto Arroyo de los Prados	17 - 28 - 17	Profunda	1

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
27	86+707	86+832	125	Viaducto Autovía A-49	30 - 30 -35 -30	Profunda	1
28	87+242	87+312	70	Viaducto sobre carretera N-431	20 - 30 - 20	Profunda	1
29	87+945	88+888	943	Viaducto sobre H-31 y fcc Huelva-Zafra	28 - 40X3 - 45X7 - 40x12	Profunda	2
30	90+340	90+780	440	Pérgola sobre Ctra. A-5000 y fcc Huelva-Zafra	Pérgola	Profunda	
31	93+565	93+770	205	Pérgola sobre fcc	Pérgola	Profunda	

FALSO TUNELE

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Observaciones
32	14+880	15+060	180	Falso túnel 2	Mioceno Margas marrones y arenas
33	22+580	22+780	200	Falso túnel 3	Mioceno Formación Margas azules
34	29+420	29+690	270	Falso túnel 4	Mioceno Formación Margas azules
35	35+830	36+160	330	Falso túnel 5	Mioceno Limos arenosos calcáreos
36	45+200	45+450	250	Falso túnel 6	Mioceno Limos calcáreos

5.10.4.5. Alternativa 2.2**VIADUCTO**

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
1	2+925	3+222	297	Viaducto Tapón del Guadalquivir	28.5 - 40x6 - 28.5	Profunda	2
2	4+023	5+093	1070	Viaducto del Guadalquivir	45 - 55x18 - 35	Profunda	3
3	5+661	7+145	1484	Viaducto de Camas	31-55x3-50x2-55x7-30-50-55-40-35-45x2-55x7-45x2-28	Profunda	3
4	12+365	12+475	110	Viaducto Arroyo del Judio	20 - 35 - 35 -20	Profunda	1
5	17+570	17+800	230	Viaducto Arroyo De la Coriana	25-40-45-45-40-35	Profunda	2
6	23+072	24+270	1198	Viaducto Rio Guadimar	26 -45 -55x4 -50x3 -55x13 -42	Profunda	3
7	25+450	25+520	70	Viaducto Arroyo Acebuchal	20 - 30 - 20	Profunda	7
8	25+920	26+330	410	Viaducto Balsa	40 - 55x6 - 40	Profunda	9
9	27+850	27+970	120	Viaducto Arroyo de la Tejada	25 - 35 -35 - 25	Profunda	1

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
10	37+815	37+925	110	Ferrocarril	40 - 40 - 30 Esviado	Profunda	2
11	41+215	41+545	330	Viaducto Arroyo Alcarayon	20 - 35x4 - 40x2 -35x2 - 20	Profunda	2
12	47+908	47+970	62	Viaducto Ferrocarril	17 - 28 -17 Esviado	Profunda	1
13	48+150	48+270	120	Viaducto Carretera-Fuente Santa I	15 - 30x3 - 15	Profunda	1
14	48+560	48+810	250	Viaducto Fuente Santa I (A)	25 - 40x5 - 25	Profunda	2
15	49+264	49+326	62	Viaducto Fuente Santa I (B)	17 - 28 - 17	Profunda	1
16	50+317	50+429	112	Arroyo de los Morantes	21 - 35 - 35 - 21	Profunda	1
17	50+877	51+027	150	Viaducto Fuente Santa II	15 - 30x4 -15	Profunda	1
18	53+497	53+597	100	Viaducto Arroyo Río Tortillo	30 - 40 - 30	Profunda	2
19	55+887	56+015	128	Viaducto A-493	23 - 35 - 35 - 35 (SEMI Esviado)	Profunda	1
20	58+115	58+377	262	Pérgola FC Sevilla - Huelva - Arroyo Bayas	Pérgola	Profunda	
21	60+140	60+202	62	Viaducto Sapo Hondo	17 - 28 - 17	Profunda	1
22	62+000	62+450	450	Pérgola sobre FFCC Sevilla Huelva y CTRA A-472	Pérgola	Profunda	
23	63+606	63+816	210	Viaducto Arroyo del Arzobispo	25 - 40x4 - 25	Superficial	2
24	64+916	65+476	560	Viaducto Rio Tinto	45 - 55x8 - 45 - 30	Superficial	3
25	67+218	67+393	175	Viaducto Arroyo de Lavapiés	20 - 35x4 -20	Superficial	1
26	68+083	68+145	62	Viaducto Arroyo de la Adelfa	17 - 28 - 17	Superficial	1
27	73+656	73+956	300	Viaducto Arroyo Candón	25 - 40x6 -35	Superficial	2
28	74+275	74+485	210	Viaducto Arrollo Bajondillo	25 - 40x4 - 25	Superficial	2
29	76+166	76+286	120	Viaducto Arroyo del Valcarejo	25 - 35 - 35 -25	Superficial	1
30	79+723	79+863	140	Viaducto Arroyo Canillas	20 - 35 - 35 - 30 - 20 Esviado	Superficial	1
31	83+978	84+008	30	Viaducto Arroyo de los Prados	17 - 28 - 17	Profunda	1
32	86+963	87+064	125	Viaducto Autovia A-49	30 - 30 -35 -30	Profunda	1
33	87+474	87+544	70	Viaducto sobre carretera N-431	20 - 30 - 20	Profunda	1

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
34	88+183	89+126	943	Viaducto sobre H-31 y ffcc Huelva-Zafra	28 - 40X3 - 45X7 - 40x12 Esviaje parcial	Profunda	2
35	90+560	91+000	440	Pérgola sobre Ctra. A-5000 y ffcc Huelva-Zafra	Pérgola	Profunda	
36	93+796	94+001	205	Pérgola sobre ffcc	Pérgola	Profunda	

FALSO TUNEL

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Observaciones
37	14+880	15+060	180	Falso túnel 2	Mioceno Margas marrones y arenas
38	22+580	22+780	200	Falso túnel 3	Mioceno Formación Margas azules
39	29+420	29+690	270	Falso túnel 4	Mioceno Formación Margas azules
40	35+830	36+160	330	Falso túnel 5	Mioceno Limos arenosos calcáreos
41	45+200	45+450	250	Falso túnel 6	Mioceno Limos calcáreos

5.10.4.6. Alternativa 3.1**VIADUCTOS**

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
1	2+925	3+222	297	Viaducto Tapón del Guadalquivir	28.5 - 40x6 - 28.5	Profunda	2
2	4+023	5+093	1070	Viaducto del Guadalquivir	45 - 55x18 - 35	Profunda	3
3	5+661	7+145	1484	Viaducto de Camas	31-55x3-50x2-55x7-30-50-55-40-35-45x2-55x7-45x2-28	Profunda	3
4	12+582	12+652	70	Viaducto Arroyo del Judio	20 - 30 -20	Profunda	1
5	12+700	12+880	180	Viaducto Autovia SE-40	20- 35x4 - 20	Profunda	1
6	19+837	19+907	70	Viaducto Arroyo Valdegallinas	20 - 30 -20	Profunda	1
7	22+973	23+083	110	Viaducto Arroyo Valdárrago	20-35-35-20	Profunda	1
8	23+720	24+770	1050	Viaducto Río Guadiamar	35 - 54x4 - 65 - 54x13 - 32	Profunda	4
9	31+417	31+487	70	Viaducto Arroyo Santa María	20 - 30 -20	Profunda	1
10	32+007	32+084	77	Viaducto Arroyo Tamujoso	21-35-21	Profunda	1

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
11	32+425	32+502	77	Viaducto Garganta de Barbacena	21-35-21	Profunda	1
12	34+087	34+253	166	Viaducto Arroyo de la Tejada	21 - 30x4 -25	Profunda	1
13	39+858	39+920	62	Viaducto Arroyo del Cahozo	17 - 28 -17	Profunda	1
14	50+010	50+150	140	Viaducto Arroyo Fuente Santa II	35x4	Profunda	1
15	50+520	50+590	70	Viaducto Arroyo Giraldo	20 - 30 -20	Profunda	1
16	51+528	51+598	70	Viaducto 1	20 - 30 -20	Profunda	1
17	57+784	57+955	171	Pérgola sobre ffcc Sevilla - Huelva	Pérgola	Profunda	
18	59+148	58+210	62	Viaducto Arroyo Bayas	17 - 28 - 17	Profunda	1
19	60+859	60+921	62	Viaducto Sapo Hondo	17 - 28 - 17	Profunda	1
20	62+720	63+170	450	Pérgola fobre FFCC Sevilla Huelva y CTRA A-472	Pérgola	Profunda	
21	64+325	64+535	210	Viaducto Arroyo del Arzobispo	25 - 40x4 - 25	Superficial	2
22	65+635	66+195	560	Viaducto Rio Tinto	45 - 55x8 - 45 - 30	Superficial	3
23	67+937	68+112	175	Viaducto Arroyo de Lavapiés	20 - 35-30-35-35 -20	Superficial	1
24	68+802	68+864	62	Viaducto Arroyo de la Adelfa	17 - 28 - 17	Superficial	1
25	74+375	74+675	300	Viaducto Arroyo Candón	25 - 40x6 -35	Superficial	2
26	74+994	75+204	210	Viaducto Arrollo Bajondillo	25 - 40x4 - 25	Superficial	2
27	76+885	77+005	120	Viaducto Arroyo del Valcarejo	25 - 35 - 35 -25	Superficial	1
28	80+442	80+582	140	Viaducto Arroyo Canillas	20 - 35 - 35 - 30 - 20 Esviado	Superficial	1
29	84+683	84+745	62	Viaducto Arroyo de los Prados	17 - 28 - 17	Profunda	1
30	87+658	87+783	125	Viaducto Autovia A-49	30 - 30 -35 -30	Profunda	1
31	88+193	88+263	70	Viaducto sobre carretera N-431	20 - 30 - 20	Profunda	1
32	88+900	89+843	943	Viaducto sobre H-31 y ffcc Huelva-Zafra	28 - 40X3 - 45X7 - 40x12 Esviaje parcial	Profunda	2
33	91+290	91+700	410	Pérgola sobre Ctra. A-5000 y ffcc Huelva-Zafra	Pérgola	Profunda	
34	94+515	94+720	205	Pérgola sobre ffcc	Pérgola	Profunda	

FALSO TUNEL

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Sección Tipo	Observaciones
35	16+220	16+380	160	Bóveda	Mioceno Formación Margas Azules

5.10.4.7. Alternativa 3.2

VIADUCTOS

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
1	2+925	3+222	297	Viaducto Tapón del Guadalquivir	28.5 - 40x6 - 28.5	Profunda	2
2	4+023	5+093	1070	Viaducto del Guadalquivir	45 - 55x18 - 35	Profunda	3
3	5+661	7+145	1484	Viaducto de Camas	31-55x3-50x2-55x7-30-50-55-40-35-45x2-55x7-45x2-28	Profunda	3
4	12+582	12+652	70	Viaducto Arroyo del Judio	20 - 30 -20	Profunda	1
5	12+700	12+880	180	Viaducto Autovia SE-40	20- 35x4 - 20	Profunda	1
6	19+837	19+907	70	Viaducto Arroyo Valdegallinas	20 - 30 -20	Profunda	1
7	22+973	23+083	110	Viaducto Arroyo Valdárrago	20-35-35-20	Profunda	1
8	23+720	24+770	1050	Viaducto Río Guadiamar	35 - 54x4 - 65 - 54x13 - 32	Profunda	4
9	31+417	31+487	70	Viaducto Arroyo Santa María	20 - 30 -20	Profunda	1
10	32+007	32+084	77	Viaducto Arroyo Tamujoso	21-35-21	Profunda	1
11	32+425	32+502	77	Viaducto Garganta de Barbacena	21-35-21	Profunda	1
12	34+087	34+253	166	Viaducto Arroyo de la Tejada	21- 30x4 -25	Profunda	1
13	39+858	39+920	62	Viaducto Arroyo del Cahozo	17 - 28 -17	Profunda	1
14	50+940	51+050	110	Viaducto Arroyo Giraldo	20 - 35 -35 - 20	Profunda	1
15	51+500	51+650	150	Viaducto Arroyo del Juncal	18 - 30x3 - 25 - 17	Profunda	1
16	54+120	54+220	100	Viaducto Arroyo Tortillo	30 - 40 - 30	Profunda	2
17	56+510	56+638	128	Viaducto Carretera A-493	23 - 35 - 35 - 35 (SEMI Esviado)	Profunda	1
18	58+660	59+110	450	Pérgola FFCC Sevilla-Huelva/Arroyo Bayas	Pérgola	Profunda	

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Nombre	Luces	Cimentación	Sección
19	60+763	60+825	62	Viaducto Sapo Hondo	17 - 28 - 17	Profunda	1
20	62+620	63+070	450	Pérgola sobre FFCC Sevilla Huelva y CTRA A-472	Pérgola	Profunda	
21	64+230	64+440	210	Viaducto Arroyo del Arzobispo	25 - 40x4 - 25	Superficial	2
22	65+540	66+100	560	Viaducto Rio Tinto	45 - 55x8 - 45 - 30	Superficial	3
23	67+842	68+017	175	Viaducto Arroyo de Lavapies	20 - 35x4 - 20	Superficial	1
24	68+707	68+769	62	Viaducto Arroyo de la Adelfa	17 - 28 - 17	Superficial	1
25	74+280	74+580	300	Viaducto Arroyo Candón	25 - 40x6 - 35	Superficial	2
26	74+898	75+108	210	Viaducto Arrollo Bajondillo	25 - 40x4 - 25	Superficial	2
27	76+790	76+910	120	Viaducto Arroyo del Valcarejo	25 - 35 - 35 - 25	Superficial	1
28	80+346	80+486	140	Viaducto Arroyo Canillas	20 - 35 - 35 - 30 - 20 Esviado	Superficial	1
29	84+587	84+649	62	Viaducto Arroyo de los Prados	17 - 28 - 17	Profunda	1
30	87+562	87+687	125	Viaducto Autovia A-49	30 - 30 - 35 - 30	Profunda	1
31	88+097	88+167	70	Viaducto sobre carretera N-431	20 - 30 - 20	Profunda	1
32	88+800	89+743	943	Viaducto sobre H-31 y fcc Huelva-Zafra	28 - 40X3 - 45X7 - 40x12 Esviaje parcial	Profunda	2
33	91+200	91+610	410	Pérgola sobre Ctra. A-5000 y fcc Huelva-Zafra	Pérgola	Profunda	
34	94+420	94+625	205	Pérgola sobre fcc	Pérgola	Profunda	

FALSO TUNEL

Nº	P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)	Sección Tipo	Observaciones
35	16+220	16+380	160	Bóveda	Mioceno Formación Margas Azules

5.11. Túneles

De las seis posibles alternativas de trazado presentes en el Estudio Informativo (1.1 y 1.2, 2.1 y 2.2, 3.1 y 3.2), la alternativa 2 es la única en cuya traza se ha proyectado la ejecución de un túnel, denominado túnel de La Muela, por ser el nombre del cerro que atraviesa. Dicha alternativa a su vez presenta 2 variantes (2.1 y 2.2) pero en ambos casos la planta y la rasante del túnel permanece invariante. En la siguiente tabla se adjunta la información de cada una de ellas.

	Túnel	PK Inicio	PK Final	Longitud (m)
Alternativa 2.1	La Muela	15+160	17+010	1.850
Alternativa 2.2				

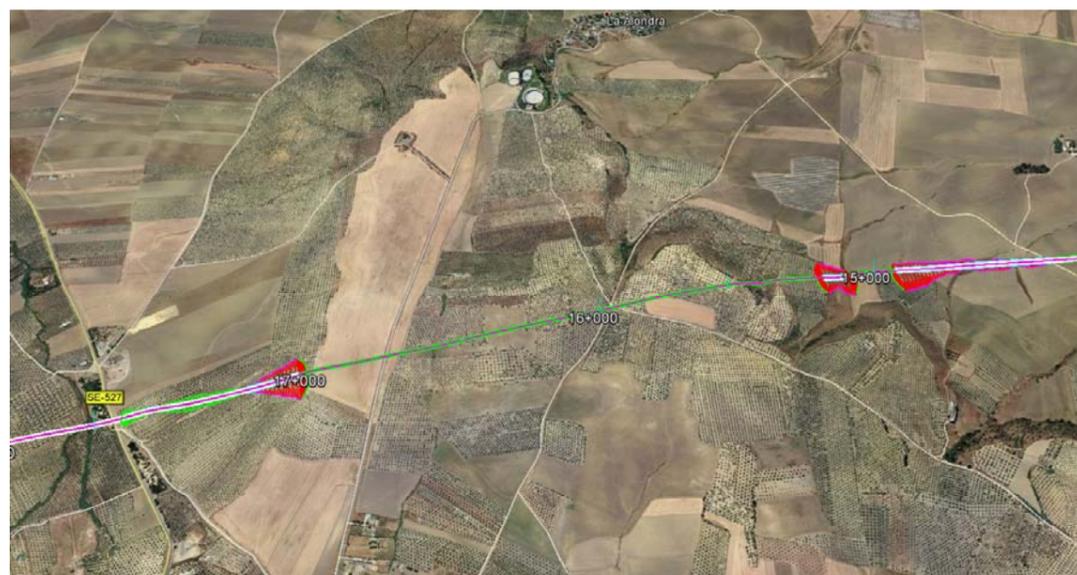


Imagen 1. Ubicación del túnel de La Muela. Fuente: Google Earth

5.11.1. Estructura de la traza

El túnel de La Muela está ubicado entre los PK 15+160 a 17+010, lo que le confiere una longitud de 1850 metros.

El emboquille de entrada se encuentra al Este del Cerro Quemado, y el de salida, al Oeste de Las Alberquillas, atravesando materiales miocenos, predominantemente compuestos por margas, y con una cobertera máxima en torno a los 38 metros sobre clave de túnel. Se trata de un trazado en recta con una pendiente máxima del 15‰.

5.11.2. Recorrido geológico-geotécnico

La geología de la zona por donde discurre el túnel de La Muela está formada por una secuencia estratigráfica que, de base a techo, comienza con la formación de margas azules expansivas, sobre ellas una secuencia de margas marrones, y a techo unos limos arenosos calcáreos de poca entidad. La secuencia margas marrones (Mm) y limos arenosos (La) forman la unidad T1 cuyas características se describen en detalle en el anejo de Geología y Geotecnia.

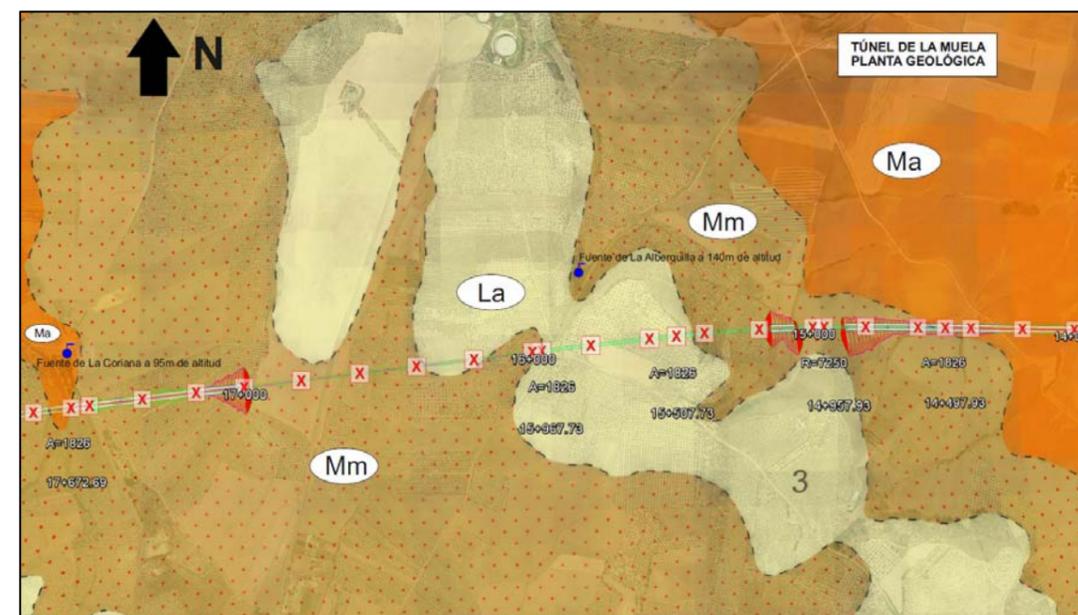


Figura 2. Planta geológica del túnel de La Muela

El túnel de La Muela, incluidos los emboquilles, discurren completamente por la unidad de margas marrones (Mm). Su potencia es variable y presentan un contenido en finos muy elevado (más de un 90%).

Según los datos de los ensayos de laboratorio, se ha obtenido un valor por debajo de 0,5 kp/cm² para presiones de hinchamiento, y valores de hinchamiento libre inferiores al 0,5%, de forma que el material inalterado presentará en general expansividad baja a media.

En condiciones de humedad natural, los materiales se sitúan en general dentro de la zona de materiales de baja expansividad, si se observa la gráfica que correlaciona el índice de desecación y el límite líquido (ver anejo de geología y geotecnia, descripción de la unidad T1. Margas marrones y limos arenosos).

Los contenidos en sulfatos solubles, se sitúan en torno al 0,15%, aunque puntualmente se han encontrado valores elevados, de hasta el 1,4%. De acuerdo con estos datos, puede considerarse que estos materiales serán en general no agresivos, aunque puntualmente pueden presentar un tipo de ataque alto (Qc), de acuerdo con la clasificación de agresividad química de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Los materiales serán excavables por medios mecánicos, no siendo necesario el uso de explosivos.

Desde el punto de vista hidrogeológico, los materiales pueden considerarse con una permeabilidad baja. La naturaleza arcillosa de estos materiales hace que se produzcan pocas variaciones estacionales de los niveles freáticos. Pueden presentar acuíferos libres, muy escasamente conectados, a través de juntas y diaclasas.

En general, los niveles freáticos se sitúan en las zonas de contacto entre formaciones. El túnel de La Muela no intercepta ninguno de los límites con las unidades supra e infrayacentes, lo cual hace que la probabilidad de encontrar los acuíferos en las zonas de contacto entre litologías sea baja.

5.11.3. Sección tipo

Túnel principal

Sección libre

La sección libre del túnel debe justificarse partiendo de las condiciones de salud y confort según criterios aerodinámicos, de la configuración de vía doble, y de la velocidad máxima de circulación admisible según la geometría de trazado.

La velocidad máxima admisible para este proyecto es de 350 km/h. Según la ficha "UIC 779-11, Determination of railway tunnel cross-sectional areas on the basis of aerodynamic considerations" empleada para esta fase de prediseño, y las "Recomendaciones para dimensionar túneles ferroviarios por efectos aerodinámicos de presión sobre viajeros" del Ministerio de Fomento, la sección mínima para un túnel de vía doble sería de 120 m².

En fases posteriores se realizará un ajuste mayor con herramientas de cálculo más precisas y específicas validadas por la UIC o CEN.

5.11.4. Sección geométrica

Para la definición geométrica de la sección tipo se han tomado los siguientes valores:

- Túnel de vía doble en ancho estándar UIC.
- Gálibo uniforme GC.
- Distancia entre ejes de 4,7 m.
- Cota de centro de círculo a 2,8 m sobre la cabeza de carril.
- Nivel de paseo a 55 cm sobre la cota de carril del hilo bajo.
- Acera a ambos lados del túnel, con ancho con ancho de 2,70 m para una sección de 120 m².
- El sistema de drenaje previsto es un sistema unitario de conducción de las aguas de infiltración, escorrentía y vertidos, que se evacúan a un colector central de 50 cm de diámetro, con arquetas de limpieza cada 50 m. Las

aguas de infiltración, se conducen a un colector lateral conectados al colector cada 50 m.

Se proyecta una contrabóveda con geometría semicircular debido a las características geotécnicas del terreno a atravesar.

La tipología de la plataforma será la de vía en placa, tal y como se recogen en la orden FOM/3317/2010 “Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento”, para túneles de más de 1.500 m, siempre que no existan otras circunstancias que puedan desaconsejar ese tipo de vía. Debido al carácter concatenado del falso túnel existente previo al túnel de La Muela, se considera a efectos de seguridad un solo túnel de 2.130m, empezando por el emboquille de entrada del falso túnel y acabando en el emboquille de salida del túnel de La Muela. Esto implica que deberá existir vía en placa en toda la longitud considerada a efectos de seguridad.

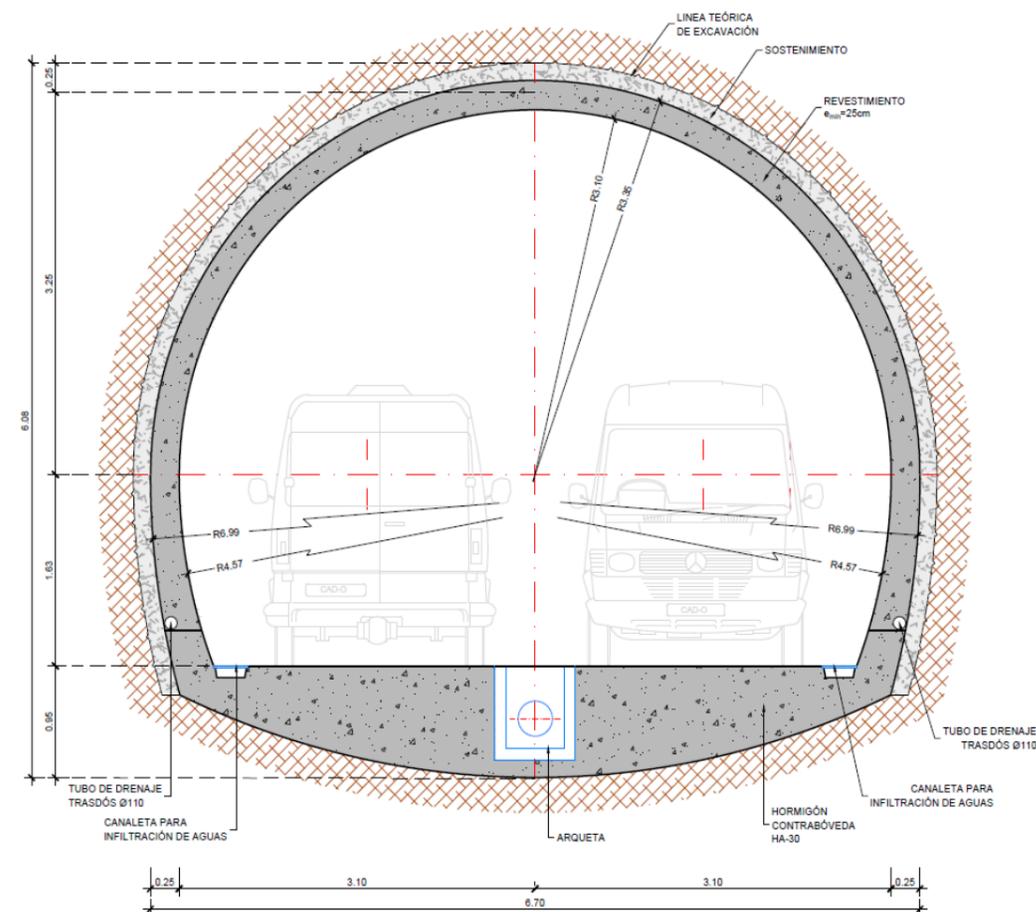


Figura 3. Galería de emergencia vehicular con contrabóveda

5.11.5. Procedimiento constructivo,

Dentro de los métodos convencionales, se adopta la filosofía constructiva del Nuevo Método Austriaco (N.A.T.M.), que aplica sostenimientos basados en el empleo de hormigón proyectado, bulones, mallazo y cerchas. Con este método se permite una cierta deformación del terreno hasta el momento en que se coloca el sostenimiento, aprovechando así la colaboración del terreno en la estabilidad de la excavación.

El terreno a excavar está formado por unas margas que, en base a la información disponible, no presentan un elevado grado de alteración, pero según los datos de laboratorio en muestras ensayadas del entorno, pueden ser evolutivas. En fases posteriores, con la ejecución de una campaña geotécnica de detalle, podrá

evaluarse el grado de meteorización de la roca. Mientras tanto, en esta fase de proyecto, y siempre del lado de la seguridad, se propone el uso de sostenimientos más pesados y pases cortos que limiten el tiempo de exposición de las margas de cara a su alteración.

Adicionalmente, podrán emplearse tratamientos complementarios que aumenten la estabilidad de la sección, como el empleo de machón central o gunita sobre-acelerada, entre otros, y que serán descritos más adelante.

Secciones tipo de sostenimiento

Para realizar una estimación previa del sostenimiento a utilizar en las excavaciones a realizar en el túnel se ha utilizado el índice RMR de Bieniawski y el índice Q de Barton. En base a sus recomendaciones de sostenimientos, se proponen las siguientes secciones tipo. Son muy similares a las obtenidas en el Predimensionamiento de Barton y Bieniawski. La sección tipo ST-IV se ha diseñado atendiendo a experiencias en terrenos y situaciones similares.

SECCIONES TIPO DE SOSTENIMIENTO								
SECCION TIPO	CALIDAD GEOTÉCNICA	RANGO APROXIMADO Q BARTON	RANGO APROXIMADO RMR	LONGITUD DE PASE	ESPESOR GUNITA	FIBRAS DE ACERO	CERCHA	BULONES
ST-I	FAVORABLE	Q > 2	RMR > 50	3,5 m	10 cm HMP-30	40 Kg/m ²		SWELLEX O SIMILAR 24 T 4 m de longitud en malla 1,75 m x 1,75 m
ST-II	MEDIA	2 > Q > 0,2	50 > RMR > 30	1,5 m	18 cm HMP-30	40 Kg/m ²	TH-29 a 1,5 m	
ST-III	DESFAVORABLE	Q < 0,2	RMR < 30	1,0 m	25 cm HMP-30	40 Kg/m ²	HEB-180 a 1,0 m	
ST-IV	EMBOQUILLES Y ZONAS SINGULARES			0,5 m	30 cm HMP-30	40 Kg/m ²	HEB-180 a 0,5 m	
				Paraguas de micropilotes de refuerzo: Øexc. 150 mm, Øext. tubo 114,3 mm, espesor 10 mm. Longitud 9 m, solape 3 m, espaciado entre tubo 30 cm. Bulones de fibra de vidrio en el frente. Malla 1,75 x 1,75 m, longitud 9, solape 3 m Sellado del frente 10 cm de HMP-30. Machón central.				

Tabla de sostenimientos propuestos para el Estudio Informativo

Tratamientos especiales

Una vez definidas las secciones tipo de sostenimiento aplicar, mediante las recomendaciones de Barton y Bieniawski, se logrará estabilizar la excavación en todas las calidades de terreno previstas. No obstante, cabe la posibilidad de que se intercepten zonas en que la calidad geotécnica de los materiales sea tan mala,

que puede no ser suficiente con los sostenimientos anteriormente definidos, y sea necesario recurrir a tratamientos de refuerzo complementario, conocido con el nombre genérico de tratamientos especiales.

Los tratamientos especiales se usan de forma puntual, con objeto de atravesar zonas muy concretas de terreno. Se aplicarán, eventualmente, dos tipos, según la misión que tenga encomendada el tratamiento:

- Tratamientos de estabilidad de la bóveda y del frente.
- Tratamientos de impermeabilización.

Tratamientos de estabilidad de la bóveda y de frente de excavación

En esta fase del Proyecto todos ellos se incluyen en la sección tipo ST-IV, en principio según las características del terreno a atravesar se proyectan asociados a esta sección tipo, sin embargo, es posible que, en futuras fases, con un estudio más ajustado del trazado, en lo que a cualidades geológicas – geotécnicas se refiere, puedan independizarse de esta sección tipo ST-IV. También en ocasiones puede ser necesario la utilización de uno o varios de estos tratamientos asociado a otra sección tipo de sostenimiento.

Estos tratamientos son:

- Paraguas de micropilotes: se empleará para evitar sobre excavaciones en clave. Consiste en la colocación de elementos lineales paralelos al túnel en toda la bóveda de este.
- Gunita sobre-acelerada: se dispondrá en el frente de excavación para evitar la descompresión del terreno y mejorar la estabilidad de la excavación.
- Machón central. Es otra medida de estabilización del frente, de esta manera evitamos que la excavación del frente sea completamente vertical, ayudando a la mejora de la estabilidad.
- Bulones de fibra de vidrio. Se disponen en el frente para mejorar su estabilidad. En lugar de utilizar bulones de acero se colocarán bulones de fibra vidrio, estos últimos poseen unas buenas características de resistencia a tracción con la ventaja de son muy fáciles de excavar.

Tratamientos de impermeabilización

En las zonas donde se atraviesan formaciones con alta presencia de agua, o cruce bajo arroyos, se proyecta un tratamiento de pre-inyección para la impermeabilización del túnel. Aunque no está previsto interceptar ningún acuífero, ante la incertidumbre y ausencia de datos en esta fase de proyecto, se describe el método en caso de que fuese necesario su aplicación.

El propósito de estas inyecciones previas de lechada es la impermeabilización final del túnel y también una mejora de la calidad geotécnica del terreno. Para evitar afecciones en superficie estas inyecciones se ejecutarán desde el frente de excavación y comenzarán antes de llegar la excavación a la zona de influencia del acuífero. De esta manera se podrá reducir la cantidad de agua en el interior del túnel durante la fase de excavación, además de producir una mejora en la estabilidad del frente y en el material del entorno.

El método de inyección, descrito de forma sucinta, consiste en una serie de taladros en abanico en todo el perímetro del túnel, en los cuales se procede a realizar una inyección de lechada de cemento a cierta presión.

El producto de inyección será lechada de cemento, para la cual se utilizarán cementos tipo I. Al poseer los cementos de este tipo un porcentaje mayor de clinker se puede controlar mejor su fraguado con distintos aditivos, la adición de acelerantes a la lechada puede conseguir un fraguado más rápido evitando que el agua "lave" la lechada o ésta se vaya por otras vías.

5.11.6. Impermeabilización y drenaje

Para proteger el revestimiento de la acción de las aguas subterráneas, y para evitar posibles goteos sobre la plataforma, así como aliviar las presiones intersticiales sobre aquel, se considera conveniente la impermeabilización completa de los túneles.

El sistema que se considera más eficaz está constituido por una lámina porosa de protección, situada en contacto con el sostenimiento, lámina de tipo geotextil, y otra lámina de impermeabilización propiamente dicha colocada a continuación, ésta de tipo sintético (P.V.C. o P.E.). El geotextil se ocupará de filtrar los finos

procedentes del lavado del sostenimiento y drenar los caudales para aliviar las presiones intersticiales, así como proteger la lámina frente a las irregularidades del sostenimiento.

Estas láminas se aplican sobre el hormigón proyectado, sujetándolas con anclajes mecánicos y soldando térmicamente las distintas piezas necesarias para recubrir los paramentos del túnel.

La lámina de impermeabilización tendrá continuidad, mediante termo-soldado, hasta alcanzar los tubos dren de PVC ranurado que se colocarán longitudinalmente a lo largo de los túneles, cerca de los paramentos y que conectarán con un canal de pequeñas dimensiones adosado al paramento.

5.11.7. Revestimiento

Toda obra subterránea debe tener un revestimiento que no ejerza un papel estructural a corto plazo, pero que pueda asegurar la estabilidad de la obra a largo plazo ante una eventual degradación de las características mecánicas del terreno o de los elementos de sostenimiento.

El problema que se plantea es definir qué tipo de exigencias debe tener el revestimiento de un túnel para que sea compatible con las condiciones de utilización y con un costo de ejecución razonable.

A continuación, se señalan algunos de los motivos por los que se considera que su colocación es necesaria:

- *El revestimiento aporta un coeficiente de seguridad adicional, colaborando con el sostenimiento a corto plazo. A largo plazo no se puede confiar plenamente en el sostenimiento, pues al estar en contacto directo con las humedades del terreno, éste tiende a alterarse perdiendo alguna de sus características resistentes. La estabilidad a largo plazo se garantiza con el revestimiento.*
- *El revestimiento de hormigón permite disminuir significativamente las labores de mantenimiento y conservación, crecientes con la edad del túnel, que son normalmente muy costosas y que además entorpecen el tráfico.*

- *Evita la posible incidencia de convergencias residuales.*
- *El revestimiento reduce la rugosidad y por tanto mejora la circulación del aire y gases.*
- *Protege al sostenimiento frente a un posible incendio, el efecto de la agresividad y envejecimiento.*

Se procederá al revestimiento del túnel una vez estabilizadas las convergencias e impermeabilizado el túnel.

Antes de proceder al revestimiento del túnel, se comprobará mediante laser escáner las secciones que entren dentro de la sección de revestimiento, procediendo al picado de estas zonas puntuales, y siempre reponiendo el sostenimiento en el caso de que se destruya el que había con anterioridad.

Se propone un espesor de revestimiento de 30 cm de HM-30 reforzado con 2 kg de fibra de polipropileno por cada m³ de hormigón.

5.11.8. Salidas de emergencia

Tal y como recoge la Especificación Técnica de Interoperabilidad (ETI) relativa a la "Seguridad en los túneles ferroviarios" del sistema ferroviario de la Unión Europea, en su artículo "4.2.1.5.2 Acceso a la zona segura", y "4.2.1.7 Puntos de lucha contra incendios" estos apartados se aplican a todos los túneles de más de 1 km de longitud.

Teniendo en cuenta ambos artículos, se hacen las siguientes consideraciones:

- 1) A efectos de lo recogido en el artículo 4.2.1.7, la distancia entre el falso túnel de 180 m que precede al túnel de La Muela y éste es inferior a 100 m, de forma que no se cumple el punto a.1) del citado artículo. Por tanto, debemos considerar como un único túnel la concatenación de los dos. Esto implica que, a efectos de seguridad (que no de obra civil), tenemos un túnel que empieza en el p.k. 14+880 y acaba en el 17+010, otorgándole una longitud de 2.130 m.
- 2) Según el artículo 4.2.1.5.2 *Acceso a la zona segura*, en su apartado b.1), deberán existir salidas de emergencia a la superficie laterales y/o verticales

como mínimo, cada 1.000 m. De esta forma, puesto que el túnel a efectos de seguridad tiene una longitud de 2.130 m, deberán existir al menos 2 salidas al exterior, siendo la distancia entre ambas, y entre cada una de ellas con el emboquille más cercano, inferior a 1.000m.

Por tanto, se han dispuesto dos pozos con salida al exterior ubicados en los siguientes puntos:

- Pozo 1: p.k. 15+330
- Pozo 2: p.k. 16+300

Por otro lado, se ha ubicado en el emboquille de entrada del falso túnel, y en el de salida del túnel de La Muela una zona de al menos 500 m² a cielo abierto que servirá como puntos de lucha contra incendio. Esta superficie también se ha replanteado en las salidas de los pozos de evacuación.

Los cuatro puntos mencionados deberán tener un camino de acceso para que los servicios de emergencia puedan atender a los evacuados, sin perjuicio de que también puedan acceder al interior del túnel circulando sobre la vía en placa en la que quedará embebida el carril.

5.11.9. Auscultación

El presente apartado tiene como objeto servir de base para el desarrollo del futuro Plan de Auscultación que deberá quedar definido en fases posteriores, adaptándolo en detalle a la construcción de la obra.

La auscultación tiene como finalidad controlar los movimientos de las estructuras, así como el comportamiento de los terrenos anejos, durante las distintas fases de construcción.

Paracumplir tales objetivos se instalarán los instrumentos y sistemas de auscultación que, en cada momento, informen de las reacciones con las que el terreno, estructuras e instalaciones, responden a las distintas fases constructivas que se lleven a cabo.

Magnitudes a controlar e instrumentos

En el caso del trazado propuesto, las distintas magnitudes a controlar serían las siguientes:

- Comportamiento estructural del revestimiento del túnel. Para ello se instalarán secciones instrumentadas formadas por células de presión en clave y contrabóveda, y extensómetros de cuerda vibrante. Llevarán asociadas una sección de convergencias formada por 5 puntos de control, uno en clave y dos en cada hastial para el seguimiento de las deformaciones del terreno sobre el túnel.
- Movimientos en el terreno. El control de los movimientos en el terreno en profundidad se realizará mediante la instalación de extensómetros de varillas desde el interior del túnel, sobre todo en las zonas de peor calidad geotécnica, para verificar las condiciones de estabilidad del terreno circundante. También se instalarán inclinómetros en el entorno de los emboquilles para comprobar si se están produciendo movimientos horizontales que puedan generar subsidencias en el entorno, sobre todo si existen estructuras próximas al túnel. Los movimientos del terreno en superficie se controlarán mediante la instalación de hitos de nivelación que serán controlados mediante topografía de precisión.
- Nivel freático. Las variaciones en el nivel freático, sobre todo cuando se producen depresiones del mismo, originará un cambio de volumen en el suelo, que se suele manifestar en forma de movimientos verticales en la superficie (subsidencias), o presiones elevadas en el sostenimiento. Para controlar las variaciones del nivel freático se instalarán piezómetros.

A continuación, se expone un cuadro resumen con las magnitudes que serán controladas y los instrumentos que se emplearán para ello:

	MAGNITUDES A CONTROLAR	SENSORES
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL	Esfuerzos en el revestimiento-sostenimiento.	Células de presión total.
	Deformaciones del revestimiento-sostenimiento.	Extensómetros de cuerda vibrante.

	MAGNITUDES A CONTROLAR	SENSORES
REVESTIMIENTO DEL TÚNEL	Empuje del terreno sobre el revestimiento-sostenimiento.	Pernos de convergencia.
MOVIMIENTOS DEL TERRENO	Movimientos en profundidad del terreno.	Extensómetros de varillas Inclinómetros
	Movimientos en superficie	Verticales: Hitos de nivelación
NIVEL FREÁTICO	Variaciones del nivel freático	Piezómetros

Tabla 1.

Secciones de instrumentación

Túnel convencional

Durante la excavación con métodos convencionales, se propone la instalación de secciones de instrumentación en túnel (ST) formadas por los siguientes dispositivos:

- 3 Células de presión en bóveda y 3 en contrabóveda
- 6 Extensómetros de cuerda vibrante doble (trasdós e intradós) junto con las células de presión
- 5 Pernos de convergencia combinados (miniprisma+perno), uno en clave y dos en cada hastial.

Cuando las condiciones geotécnicas sean peores, como por ejemplo en zonas de falla, y siempre que se emplee el sostenimiento tipo IV, se hará coincidir al menos una de estas secciones, a la cual podrá añadirse una sección de extensómetros de varillas. De esta forma se obtiene una sección de instrumentación en túnel intensificada (STI) que permitirá tener un conocimiento exhaustivo de las condiciones del túnel y del terreno circundante.

A lo largo de la excavación de todo el túnel se dispondrán secciones de convergencias cada 25 metros formadas por 5 puntos de control, uno en clave y dos en cada hastial (SC).

Cuando sea necesario emplear el sostenimiento tipo IV, las secciones de convergencias de dispondrán cada 10 metros durante todo el tramo afectado por dicho sostenimiento.

La ubicación exacta de las secciones de convergencias y secciones intensificadas se realizará según el avance de obra y en función de la calidad de los materiales encontrados durante la excavación.

Se podrán instalar piezómetros en el interior del túnel si las condiciones lo requieren.

En los emboquilles, se controlarán los movimientos verticales y horizontales mediante la instalación de hitos de nivelación e inclinómetros, cuya localización quedará detallada en fases posteriores donde el nivel de detalle permita definir la ubicación exacta de los mismos.

Definición de umbrales y frecuencias

Atendiendo al criterio de movimientos admisibles, se clasifican los niveles de riesgo de cara a establecer la frecuencia de lecturas de los instrumentos y para considerar las posibles medidas de actuación. Tanto los umbrales como las frecuencias quedarán definidos en fases posteriores a este estudio informativo, siendo de carácter orientativo la clasificación que se muestra a continuación:

NIVEL DE RIESGO	TÚNEL/ESTRUCTURAS EN EJECUCIÓN	EDIFICIOS/INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES	MOVIMIENTO DEL TERRENO(SECCIONES INSTRUMENTADAS)
VERDE	La excavación está estabilizada	Los movimientos inducidos en edificaciones y servicios no superan el umbral menos restrictivo.	El terreno se comporta según lo previsto y los movimientos medidos son aceptables
ÁMBAR	La excavación no se comporta según lo previsto, pero tiende a la estabilización	Los movimientos inducidos a cota de cimentación que superan el límite establecido, sin alcanzar, en su punto pésimo, los niveles de deformación equivalentes al umbral "rojo".	Los movimientos medidos sobrepasan los valores aceptables, pero tienden a estabilizarse
ROJO	La situación supera los límites considerados como aceptables y la excavación no está estabilizada	Los movimientos inducidos a cota de cimentación superan los establecidos para el umbral "rojo".	Los movimientos medidos sobrepasan los valores aceptables, y no se estabilizan

Definición de niveles de riesgo y alarmas

Medidas de actuación

Una vez establecidos los umbrales de control y la frecuencia de lecturas, se deberán prever medidas de actuación en cada caso. A continuación se proponen unos criterios generales, que serán válidos para todos los métodos constructivos y deberán concretarse con la correspondiente aprobación de la Dirección de Obra.

UMBRAL DE CONTROL	MEDIDAS DE ACTUACIÓN
VERDE	Seguir con el control de movimientos establecido por el Plan de Auscultación de la Obra.
ÁMBAR	Incrementar la frecuencia de lecturas evaluando la situación a partir de la velocidad de variación del parámetro registrado. Efectuar una inspección visual somera. Continuar con el proceso de ejecución de las obras según lo previsto.
ROJO	Establecer un análisis específico de la situación, instalando instrumentación complementaria si fuera preciso. Revisión del proceso constructivo para introducir modificaciones en el mismo, si es posible. Valorar la necesidad de introducir medidas correctoras, refuerzo o protección de las estructuras o elementos afectados.

Medidas de actuación según los umbrales de control

Tratamiento de la información y elaboración de informes

Los resultados de la auscultación serán incorporados diariamente y a medida que se vayan generando, a las bases de datos u hojas de cálculo correspondientes para su procesado inmediato y almacenamiento, de manera que en cualquier momento puedan ser consultados.

Una vez analizada dicha información, se emitirá un informe con la periodicidad definida en el Plan de Auscultación que recogerá toda la información actualizada hasta la fecha de emisión del informe y con los datos a origen.

Esta información se emitirá en forma de tablas y gráficas, y deberá ir acompañada de una valoración de los resultados en relación a los umbrales de control. Además, y junto a los resultados, deberán adjuntarse unos planos donde se defina la situación de la instrumentación, y esquemas relativos al avance de las obras.

5.11.10. Seguridad en túneles

Las normas aplicadas en España en relación con la seguridad en los túneles ferroviarios son:

- La Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa a «la seguridad en los túneles ferroviarios» del sistema ferroviario transeuropeo convencional y de alta velocidad.
- Borrador de la Instrucción para el proyecto y construcción del subsistema de Infraestructura Ferroviaria (IFI-2011)

El enfoque de la normativa en vigor, incluyendo la ETI «Seguridad en los túneles ferroviarios» se refiere ante todo a la protección de las vidas humanas. Establece una serie de medidas que permiten evacuar a los pasajeros en condiciones de seguridad adecuadas en caso de incidente, así como el acceso a los servicios de emergencia.

La resistencia al hundimiento de la infraestructura está por lo tanto dimensionada tanto para asegurar la evacuación de los pasajeros y del personal como también el acceso a los servicios de emergencia.

En el anejo de Estructuras y Túneles se indica cada una de las características necesarias a tener por cada uno de los aspectos relacionados anteriormente.

5.12. Instalaciones de señalización y comunicaciones

5.12.1. Introducción

Las instalaciones de seguridad tienen por objeto garantizar la circulación de los distintos trenes con los niveles de seguridad exigidos. Se dividen comúnmente en enclavamientos (aseguran la circulación por estaciones) y bloqueos (ampan la marcha de los trenes en plena línea).

Se ha previsto equipar la línea de ancho estándar con el sistema ERTMS (European Rail Traffic Management System), como consecuencia de la Directiva 96/48/CE. Este sistema es compatible con cualquier sistema convencional que se quiera instalar.

El enclavamiento de la estación término se propone electrónico, complementado con las eurobalizas que permitan el control automático de los trenes.

Las instalaciones de Telecomunicaciones serán las normales en este tipo de líneas. Estará constituida por una red de fibra óptica a lo largo de toda la línea.

La red de telefonía móvil será mediante un sistema GSM-R

5.12.2. Enclavamientos

Mediante los enclavamientos se realiza el establecimiento de los itinerarios y de las maniobras de los trenes que estén en el ámbito interno de las estaciones, apartaderos y puestos de banalización (PB).

Los enclavamientos proporcionan también la información necesaria al sistema ATP/ATC (sistemas de protección del tren) para que éste lleve a cabo las funciones de control y protección de los trenes que circulan por la línea.

Como sistema de protección del tren se ha elegido el sistema europeo ERTMS/ETCS, en su nivel 2 de aplicación

Además, se incluye un equipamiento ASFA para trenes sin ERTMS/ETCS o con el equipo a bordo fuera de servicio

La disposición de señalización lateral y eurobalizas es una cuestión que deberá ser abordada en fases posteriores de estudio, en coordinación con las autoridades ferroviarias nacionales.

Los elementos proyectados del Sistema ERTMS N2 son los siguientes:

- RBCs (Radio Block Centre) que controlen toda la Sección internacional.
- Un Puesto Central de ERTMS integrado en un Centro de Regulación Control a definir.

- Se deberá contemplar la funcionalidad de control local o centralizado de las LTV (limitaciones técnicas de velocidad) así como sistemas de ayuda al mantenimiento, equipo de control de interfaces y registrador jurídico.
- Posibles interfases con sistemas ERTMS colaterales existentes:
- Se tiene que considerar la ingeniería, integración, pruebas y puesta en servicio de definición e implementación acorde con las reglas operacionales y de ingeniería nacionales del interfase de ERTMS Nivel 2, uno por cada lado de la línea.
- También se tiene que considerar el hardware, ingeniería, integración, pruebas y puesta en servicio de definición e implementación acorde con las reglas de ingeniería de ADIF/RFF de un interfase para comunicar LTV (Limitaciones Temporales de Velocidad) de Nivel 2 con otros sistemas colaterales.

La tecnología de los enclavamientos será electrónica, limitando el uso de relés a aquellos casos en los que sean necesarios para el mando y control de elementos específicos.

La denominación genérica que se empleará para el enclavamiento electrónico será ENCE (enclavamiento electrónico).

El equipamiento fijo ASFA se compondrá de:

- Balizas ASFA en la vía.
- Unidades de conexión, interface entre la señal y la baliza ASFA.

Las balizas ASFA estarán asociadas a cada una de las señales luminosas.

Existirá una baliza ASFA al pie de cada una de las señales de entrada, salida, mangos de las estaciones, apartaderos, PBs, by-pass, cambiadores y de las señales intermedias de bloqueo en los trayectos (PBLs). Se la denomina "baliza de Señal".

El equipamiento de ERTMS/ETCS, para el nivel 2, consta de los siguientes elementos:

- Eurobalizas fijas.

- Centros de bloqueo por radio (RBCs).

A lo largo de la línea existirá un Centro de Regulación y Control (CRC) con un puesto central de ERTMS/ETCS

5.12.3. Bloqueos

El control del tráfico entre estaciones, apartaderos y PBs de la línea estará garantizado por medio de los bloqueos automáticos banalizados.

El bloqueo automático banalizado permitirá circulaciones sucesivas en el mismo sentido de circulación, pudiéndose cambiar éste en función de las necesidades de explotación cuando el trayecto solo se pueda realizar a través de un mando especial de inversión del bloqueo. Aunque por criterios de explotación uno de los dos sentidos será el prioritario, la funcionalidad será la misma para ambos.

5.12.4. Sistemas de energía

Para garantizar un suministro continuado de corriente, el suministro de energía se realiza desde dos acometidas complementarias, siendo como primera opción la procedente de la catenaria a través de un transformador instalado en un poste y que suministra una tensión alterna monofásica de 230 V +15/-30 %. En caso de fallo de este sistema la alimentación podrá realizarse desde la red pública o grupo electrógeno de emergencia que suministra una tensión alterna trifásica de 400 V +10/-10% entre fases, o bien mediante baterías 24V de una autonomía de 12 horas. Se instalará también una toma de tierra para grupo electrógeno

5.12.5. Sistemas de telecomunicaciones

La explotación de la línea de alta velocidad, con un control de tráfico centralizado, exige un complejo sistema de telecomunicaciones, capaz de transmitir simultáneamente señales de:

- Voz: telefonía fija y telefonía móvil.
- Vídeo: televisión de circuito cerrado.
- Detectores.

El soporte físico de este sistema está constituido por un cable de fibra óptica tendido a lo largo del trayecto, al lado de la vía, por un trazado de canaleta que facilita su inspección y mantenimiento.

5.12.5.1. Sistema de radio móvil GSM-R

El sistema GSM-R es una red de radiotelefonía móvil para uso de los ferrocarriles en las líneas transeuropeas. Proporciona el soporte para las comunicaciones de voz y datos entre los trenes y la infraestructura, así como para los servicios y necesidades asociadas a la operación y explotación de la línea.

5.13. Electrificación

El tramo Sevilla – Huelva se alimentará se electrificará con catenaria C-350 y se alimentará en el sistema 2 x 25 kV

La alimentación está prevista desde dos subestaciones nuevas a construir: Casa Quemada y La Palma del Condado. Dichas subestaciones tendrán adosada una subestación de REE para el caso de las alternativas de La Palma del Condado.

Por su parte, para el caso de las subestaciones de tracción en el entorno de Casaquemada, serán alimentadas mediante una subestación de REE próxima.

La ubicación de las subestaciones es la siguiente:

- Subestación eléctrica de tracción "Casaquemada"
 - o Alternativa 1.1: P.K. 28+500
 - o Alternativa 1.2: P.K. 28+500
 - o Alternativa 2.1: P.K. 28+750
 - o Alternativa 2.2: P.K. 28+750
 - o Alternativa 3.1: P.K. 28+500
 - o Alternativa 3.2: P.K. 28+500
- Subestación eléctrica de tracción "La Palma del Condado"
 - o Alternativa 1.1: P.K. 53+300
 - o Alternativa 1.2: P.K. 53+300
 - o Alternativa 2.1: P.K. 52+300
 - o Alternativa 2.2: P.K. 52+700

- o Alternativa 3.1: P.K. 53+300
- o Alternativa 3.2: P.K. 53+400

Para la alimentación de las subestaciones está prevista una línea de alta tensión que en caso de las alternativas 2.1 y 2.2 toma como referencia el pasillo facilitado por REE, salvo en su conexión final en la que se propone un tramo de nueva conexión, ya que el PAET está previsto al Oeste de este corredor dirección Huelva.

Además de las subestaciones, se prevén centros de autotransformación cuya distancia entre ellos es de aproximadamente 14 km El inicio del sistema 2x25 se ubica en el inicio de la línea y finaliza en la propia estación de Huelva, a fin de minimizar las afecciones por contaminación electromagnética.

Mediante estudio de potencia se comprueba que los niveles de tensión son adecuados ante el fallo total de una de las subestaciones.

El sistema propuesto comprende además las instalaciones de telemando de energía.

5.14. Planeamiento urbanístico

5.14.1. Objeto

El análisis del planeamiento urbanístico de los municipios por cuyo término municipal se prevé hacer discurrir una obra lineal, es uno de los elementos básicos a considerar, toda vez que dibuja no sólo situaciones actuales, que pueden ser identificadas en cartografía o en campo, sino previsiones de situaciones futuras con las que la nueva infraestructura deberá convivir.

Esto permitirá abordar el análisis de la situación urbanística de los municipios incluido en el ámbito de la actuación, describiendo la interacción de la obra prevista con sus figuras de planeamiento.

5.14.2. Banda de reserva de la previsible ocupación.

La Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario en su Capítulo II, “Planificación, proyecto y construcción de infraestructuras ferroviarias integrantes de la Red Ferroviaria de Interés General Limitaciones a la Propiedad”, Artículo 5, “Planificación de infraestructuras ferroviarias integrantes de la Red Ferroviaria de Interés General”, punto 7 dice que:

“Completada la tramitación prevista en el apartado anterior corresponderá al Ministerio de Fomento el acto formal de aprobación del estudio informativo, que supondrá la inclusión de la futura línea o tramo de la red a que éste se refiera, en la Red Ferroviaria de Interés General, de conformidad con lo establecido en el artículo 4.2.

Con ocasión de las revisiones de los instrumentos de planeamiento urbanístico, o en los casos que se apruebe un tipo de instrumento distinto al anteriormente vigente, se incluirán las nuevas infraestructuras contenidas en los estudios informativos aprobados definitivamente con anterioridad. Para tal fin, los estudios informativos incluirán una propuesta de la banda de reserva de la previsible ocupación de la infraestructura y de sus zonas de dominio público.”

Para dar cumplimiento a dicha Ley se ha incluido en el Anejo nº09 “Planeamiento urbanístico y expropiaciones” el correspondiente apartado, cuyo objeto es realizar una propuesta de la banda de reserva de la previsible ocupación de la infraestructura, y de sus zonas de dominio público.

Esta banda de reserva se encuentra representada en los planos del mismo anejo antes mencionado.

5.14.3. Términos municipales afectados

Los trazados propuestos discurren por un total de 10 términos municipales pertenecientes a la provincia de Sevilla y 11 términos municipales pertenecientes a la provincia de Huelva.

En la tabla siguiente se recogen los instrumentos de ordenación del territorio, o de planeamiento urbanístico en su caso, que están en vigor en los municipios presentes en el ámbito de estudio.

MUNICIPIO	FECHA PUBLICACIÓN	FECHA ACUERDO	PLANEAMIENTO VIGENTE
PROVINCIA DE SEVILLA			
Albaida del Aljarafe	11/03/2011	22/03/2010	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA
Camas	26/02/2001	17/08/2000	PGOU - Plan General de Ordenación Urbanística
Castilleja del Campo	18/11/1977	17/10/1977	DSU - Delimitación de Suelo Urbano
Huévar del Aljarafe	29/09/2009	30/07/2009	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA
La Rinconada	27/07/2007	20/04/2007	PGOU - Plan General de Ordenación Urbanística
Olivares	22/07/2008	07/07/2006	PGOU - Plan General de Ordenación Urbanística
Salteras	07/04/2010	03/07/2009	PGOU - Plan General de Ordenación Urbanística
Sanlúcar la Mayor	03/07/2012	02/07/2012	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA
Santiponce	24/04/2009	10/11/2008	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA
Sevilla	04/08/2017	28/07/2017	PGOU - Plan General de Ordenación Urbanística
Valencina de la Concepción	-	05/03/09	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA
PROVINCIA DE HUELVA			
Bonares	-	27/04/2015	PGOU - Plan General de Ordenación Urbanística
Escacena del Campo	18/03/2013	13/09/2012	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA

MUNICIPIO	FECHA PUBLICACIÓN	FECHA ACUERDO	PLANEAMIENTO VIGENTE
Huelva	30/03/2011	30/03/2011	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA
La Palma del Condado	25/03/2015	27/02/2015	PGOU - Plan General de Ordenación Urbanística
Manzanilla	06/05/2014		PGOU - Plan General de Ordenación Urbanística
Niebla	06/05/2009	17/03/2009	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA
Paterna del Campo	07/09/1996	08/04/1996	NNSS - Normas Subsidiarias Municipales
San Juan del Puerto	26/09/2005	31/05/2005	PGOU - Plan General de Ordenación Urbanística
Trigueros	15/01/2010	30/11/2009	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA
Villalba del Alcor	02/02/2017	20/12/2016	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA
Villarrasa	15/02/2010	26/01/2010	PAP - Procedimiento de Adaptación Parcial a la LOUA

5.15. Servicios existentes

5.15.1. Alcance

Para este estudio de las servidumbres/servicios existentes, se ha partido de la información de las infraestructuras solicitada a los diferentes organismos/compañías que pudieran tener en los ámbitos de estudio y que pudieran verse interceptadas por el diseño de los trazados de cada alternativa, habiendo sido proporcionados directamente por los propios titulares de los mismos y/o complementariamente se han obtenido de las siguientes fuentes:

- PGOU's o asimilados de cada Municipio (siempre que estuvieran vigentes y dispusieran de documentación accesible).

- Trabajo de campo y cartografía base del proyecto.
- Conocimiento previo que han aportado los antecedentes técnicos enumerados en el punto anterior.
- Consultas realizadas a través de WEB corporativas activas y herramientas virtuales (Google Earth, visores GIS, etc.).
- Solicitud de datos desde la plataforma de servicios online INKOLAN.

En este sentido hay que indicar que a fecha de redacción de este documento que, a fecha de edición de este Estudio, aún queda pendiente numerosa información por aportar desde las entidades consultadas, fundamentalmente por los propios Municipios, ya que de la mayoría de las Compañías sí se han podido recabar datos, al menos de las que poseen los servicios más críticos para el análisis multicriterio. En fases sucesivas, se tratará de completar y ampliar la información ahora disponible.

A continuación, se enumeran los organismos/compañías que, desde el punto de vista de interés para el estudio de afecciones a servicios/servidumbres, podrían tener o tienen infraestructuras dentro del entorno de las actuaciones:

ELECTRICIDAD

- REE (RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA)
- ENDESA DISTRIBUCIÓN
- IBERDROLA DISTRIBUCIÓN
- UNION FENOSA DISTRIBUCIÓN
- ABENGOA

TELECOMUNICACIONES

- TELEFONICA, SAU
- VODAFONE - ONO

HIDROCARBUROS

- GAS NATURAL andalucia
- ENAGAS
- CLH (COMPAÑÍA LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS)

AGUAS (ABASTECIMIENTO, SANEAMIENTO Y RIEGO)

- MANCOMUNIDAD DE AGUAS DEL CONDADO
- EMAHSA (EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE HUELVA, S.A.)
- ALJARAFESA (EMPRESA MANCOMUNADA DE ALJARAFE, S.A.)
- EMASESA (Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla, S.A.)
- GIAHSA (GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA COSTA DE HUELVA, S.A.)

OTRAS ENTIDADES

- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Agencia de Medio ambiente y agua de Andalucía
- Delegación Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio en Huelva. Servicio de Gestión del Medio Natural
- Delegación Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio en Sevilla. Servicio de Gestión del Medio Natural

5.15.2. Otros datos

Como complemento del estudio de afecciones, en los subapartados que se incluyen a continuación, se aportan una serie de datos de forma genérica sobre las tipologías de infraestructuras que se consideran pueden ser más condicionantes a la hora de realizar el análisis y selección de la alternativa más adecuada.

Líneas Eléctricas

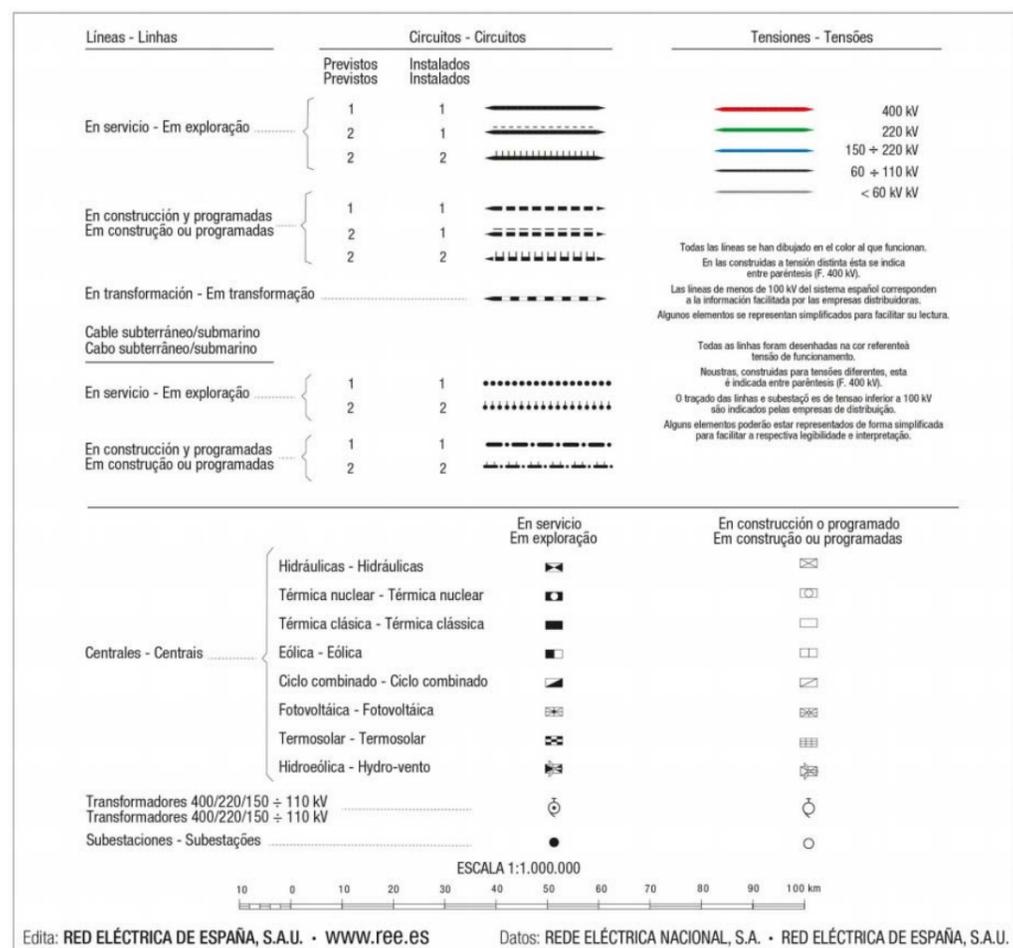
Las compañías suministradoras poseen redes de Baja, Media y Alta Tensión. La interferencia con las líneas subterráneas, en general y en función de su estado y profundidad, se tratará con un refuerzo o su desvío, teniendo en cuenta que existe una diversidad de tipologías de canalizaciones, desde la galería al cableado. El cruce o paralelismo con las líneas eléctricas aéreas se comprobará que cumplirán en lo posible las instrucciones existentes respecto a los gálibos/distancias

mínimas. Son puntos conflictivos las torres metálicas y aquellas que tienen un transformador adicional a baja, por el incremento del coste de reposición.

En la mayoría de los casos, se tratan de evitar las interferencias con la red de transporte eléctrica (REE) que es la más crítica de reponer, tanto desde un punto de vista técnico como económico. Se aporta recorte de la red existente en la zona del estudio:



Fuente: Sistema Eléctrico Ibérico. (Web corporativa REE).



Fuente: Sistema Eléctrico Ibérico. (Web corporativa REE).

En todos los casos, cualquier incidencia sobre las instalaciones que se derive del Proyecto deberá cumplir con los vigentes Reglamentos Técnicos.

En el plano 8 del Documento nº2 Planos de Servicios Afectados, se incluye una colección de Planos con las principales redes eléctricas identificadas, a partir de la cartografía base del Proyecto y de la información obtenida en la web de REE.

Hidrocarburos

Por la Comunidad de Andalucía, discurren varios tramos de oleoductos y gasoductos, no solo los destinados a satisfacer las necesidades de la propia comunidad, sino que son redes de distribución y transporte de carácter nacional.

Así pues, el sistema gasista dentro del ámbito del proyecto, comprende tanto instalaciones incluidas en la red básica (gasoductos de transporte primario) como las redes de transporte secundario, que comprende las redes de distribución y las demás instalaciones complementarias.

Enagás es el Transportista Único de la red troncal primaria de gas natural y el Gestor Técnico del Sistema gasista español.

Concretamente, de la red troncal primaria propiedad de ENAGAS, que crucen los corredores analizados en el ámbito del presente estudio, se localizan:

- GASODUCTO HUELVA-SEVILLA (Ø20").
- GASODUCTO SEVILLA-CÓRDOBA (Ø26").
- GASODUCTO DESDOBLAMIENTO HUELVA-CÓRDOBA (Ø30").

A continuación, se adjunta una imagen con la red general de gasoductos que discurren por los corredores estudiados dentro de las Provincias de Huelva y Sevilla y donde puede comprobarse la existencia de la Red Primaria de Distribución, pero no de la secundaria de distribución, operada por otras compañías contactadas:



Fuente: Sistema Gasista en Andalucía. (Web corporativa ENAGÁS).

De la misma forma, la *red de oleoductos* dentro del ámbito del proyecto, se corresponde con el almacenamiento, transporte y distribución de productos petrolíferos y comprende tanto las propias conducciones de la red de transporte como de sus instalaciones auxiliares.

CLH, principal empresa de almacenamiento y transporte de esos productos de España, opera en todo el territorio peninsular e islas Baleares, garantizando el libre acceso de terceros a su sistema logístico.

Concretamente, de la red de transporte de productos petrolíferos propiedad de CLH, que crucen los corredores analizados en el ámbito del presente estudio, se localizan varias instalaciones:

- OLEODUCTO SEVILLA-HUELVA. TRAMO SEVILLA-HUELVA (14”).

A continuación, se adjunta una imagen con la red general de oleoductos que discurren por los corredores estudiados dentro de las Provincias de Huelva y Sevilla y donde puede comprobarse la existencia de dicha Red:



Fuente: Mapa Infraestructuras de Andalucía. (Web corporativa CLH).

Redes de Abastecimiento, Saneamiento y Riego

En general son los propios municipios quienes gestionan sus redes de aguas, siendo lo más habitual la subcontratación del mantenimiento y gestión de la red de agua potable, que puede incluir los servicios de aducción y depósito. De la red de evacuación de residuales (y/o pluviales), que puede incluir las labores de alcantarillado y depuración, suelen encargarse servicios mancomunados dependientes de las Diputaciones Provinciales o de las propias CC.AA.

Respecto a las infraestructuras de riego, la situación es más compleja y las competencias de regulación, uso y mantenimiento no se encuentra tan regulada por la propia dispersión de los usuarios y las zonas de regadío. En nuestro caso se observan numerosos tramos de acequias, pozos de riego y conducciones de reparto (varios Ø), así como algunos sifones de los que apenas se cuenta con información de sus características, más allá de su alineación estimada, concentrándose el mayor número de ellas en las Alternativas 1.1, 1.2, 3.1 y 3.2.

En su mayoría, si quiera se ha podido determinar la titularidad o gestión de las mismas, por lo que su consideración en este estudio es bastante precaria.

En el anejo correspondiente, se presenta una tabla donde se enumeran únicamente aquellas interferencias con las infraestructuras detectadas/inventariadas como existentes dentro de los límites del corredor estudiado y que se contemplan preliminarmente como afectadas, por lo que deberán tenerse presente en el análisis global de las distintas alternativas de trazado consideradas.

5.16. Expropiaciones

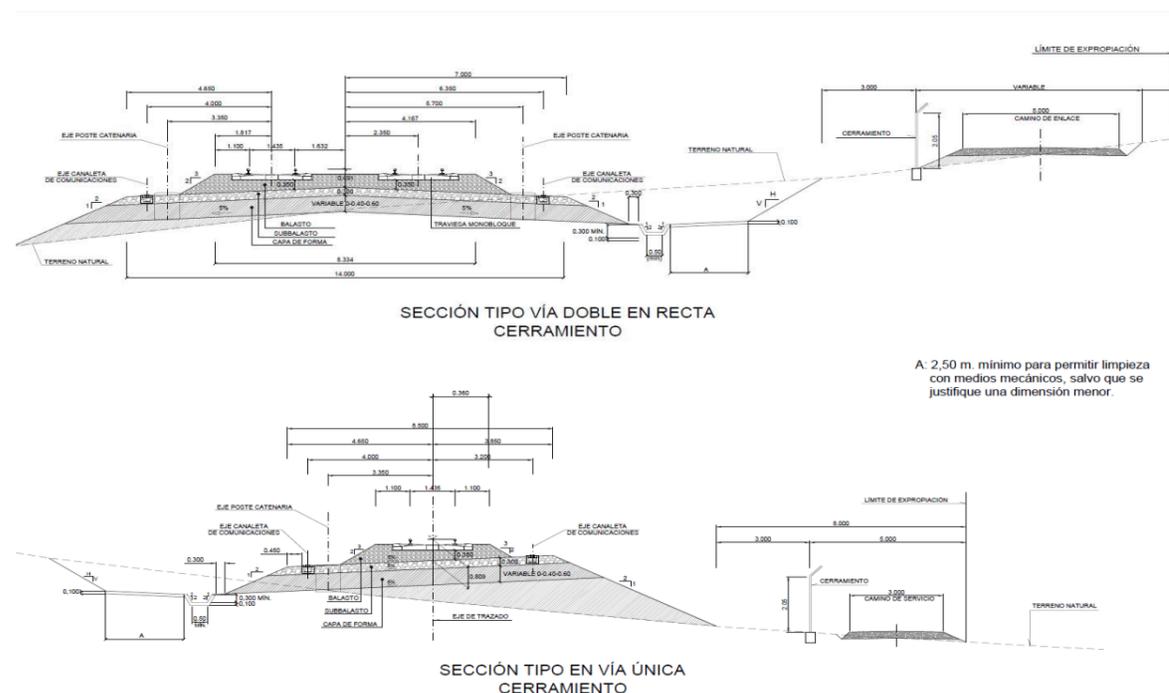
5.16.1. Banda de reserva de la previsible ocupación

La Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario en su Capítulo II, “Planificación, proyecto y construcción de infraestructuras ferroviarias integrantes de la Red Ferroviaria de Interés General Limitaciones a la Propiedad”, Artículo 5, “Planificación de infraestructuras ferroviarias integrantes de la Red Ferroviaria de Interés General”, punto 7 dice que:

“Completada la tramitación prevista en el apartado anterior corresponderá al Ministerio de Fomento el acto formal de aprobación del estudio informativo, que supondrá la inclusión de la futura línea o tramo de la red a que éste se refiera, en la Red Ferroviaria de Interés General, de conformidad con lo establecido en el artículo 4.2.

Con ocasión de las revisiones de los instrumentos de planeamiento urbanístico, o en los casos que se apruebe un tipo de instrumento distinto al anteriormente vigente, se incluirán las nuevas infraestructuras contenidas en los estudios informativos aprobados definitivamente con anterioridad. Para tal fin, los estudios informativos incluirán una propuesta de la banda de reserva de la previsible ocupación de la infraestructura y de sus zonas de dominio público.”

Para dar cumplimiento a dicha Ley se incluye en el Estudio Informativo el presente apartado, cuyo objeto es realizar una propuesta de la banda de reserva de la previsible ocupación de la infraestructura, y de sus zonas de dominio público.



5.16.2. Términos municipales afectados

El área de estudio de las alternativas abarca los términos municipales de:

PROVINCIA DE SEVILLA: Albaida del Aljarafe, Camas, Castilleja del Campo, Huévar del Aljarafe, La Rinconada, Olivares, Salteras, Sanlúcar la Mayor, Santiponce, Sevilla, Valencina de la Concepción.

PROVINCIA DE HUELVA: Bonares, Escacena del Campo, Huelva, La Palma del Condado, Manzanilla, Niebla, Paterna del Campo, San Juan del Puerto, Trigueros, Villalba del Alcor, Villarrasa.

5.16.3. Metodología empleada

Se expropia el pleno dominio de las superficies que ocupen la explanación de la línea férrea, 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, en especial las contenidas en el Capítulo III de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario, relativa a las limitaciones a la propiedad y que se concretan con el Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario y posteriores modificaciones de artículos del citado reglamento.

En proyectos de plataforma, en general y como mínimo, se ha situado la línea de expropiación a 8 metros de la arista exterior de la explanación, en aquellos terrenos que ostentan la calificación de suelo rural.

La arista exterior de la explanación es la intersección del talud del desmote, del terraplén o, en su caso, de los muros de sostenimiento colindantes con el terreno natural.

En aquellos casos en que las características del terreno no permitan definir la arista exterior de la explanación, conformará dicha arista exterior una línea imaginaria, paralela al eje de la vía, situada a una distancia de tres metros

medidos, perpendicularmente a dicho eje, desde el borde externo del carril exterior.

En los casos especiales de puentes, viaductos, estructuras u obras similares, como regla general se podrán fijar como aristas exteriores de la explanación las líneas de proyección vertical del borde de las obras sobre el terreno, siendo, en todo caso, de dominio público el terreno comprendido entre las referidas líneas. En aquellos supuestos en que la altura de la estructura sea suficiente, podrá delimitarse como zona de dominio público exclusivamente la zona necesaria para asegurar la conservación y el mantenimiento de la obra, y en todo caso, el contorno de los apoyos y estribos y una franja perimetral suficiente alrededor de estos elementos.

En el suelo contiguo al ocupado por las líneas o infraestructuras ferroviarias y clasificado como suelo urbano consolidado (actualmente "urbanizado" según el Art. 21, del RDL 7/2015) por el correspondiente planeamiento urbanístico, las distancias para la protección de la infraestructura ferroviaria serán de 5 metros para la zona de dominio público y de 8 m para la de protección, contados en todos los casos desde las aristas exteriores de explanación. Dichas distancias podrán ser reducidas por el Ministerio de Fomento siempre que se acredite la necesidad de la reducción y no se ocasione perjuicio a la regularidad, conservación y el libre tránsito del ferrocarril sin que, en ningún caso, la correspondiente a la zona de dominio de público pueda ser inferior a 2 metros.

La fijación de la línea perimetral de la expropiación con relación a la arista exterior de la explanación, queda estrictamente definida en los planos parcelarios.

Se realiza un estudio de los distintos tipos de terrenos afectados por las alternativas estudiadas atendiendo al uso actual del suelo y al aprovechamiento urbanístico del mismo, dividido por término municipal y tramo.

Una vez definidos los tipos de usos y aprovechamientos que aparecen en los terrenos incluidos en el área de estudio, se procederá a confeccionar los cuadros explicativos correspondientes, que se desglosarán de acuerdo con el siguiente esquema:

- Tramo del área de estudio.
- Término municipal afectado.
- Uso y aprovechamiento del suelo

Debe tenerse en cuenta que, la Unidad espacial para el programa utilizado para establecer los usos del suelo es el polígono. SIOSE divide geométricamente todo el territorio según una malla continua de polígonos, donde cada polígono tiene asignado un tipo de cobertura o una combinación de ellas. Se recogen todas las coberturas que presentan al menos un 5% de la superficie del polígono.

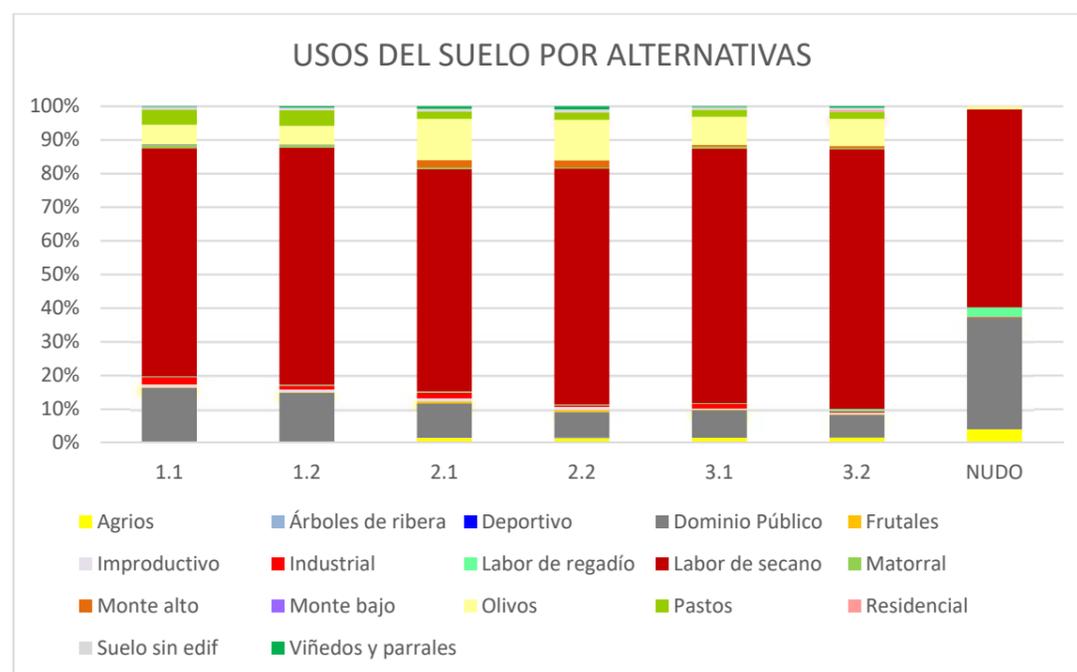
La superficie mínima que representa un polígono SIOSE depende de la cobertura del suelo del mismo:

- Agua, cultivos forzados, coberturas húmedas, playas, vegetación de ribera y acantilados marinos: 0,5 ha.
- Zonas urbanas: 1 ha
- Zonas agrícolas, forestales y naturales: 2 ha

5.16.4. Resultado de ocupación de suelos por alternativas

A continuación, se puede ver de manera gráfica un cuadro de los usos del suelo por alternativas, donde, por porcentajes, se observa que dentro de los tipos de uso que existen, el más común, es la labor de secano (en más de un 70 %), seguido muy de lejos por el dominio público y olivos (sobre un 10 %).

En estas alternativas hay suelo urbano afectado, pero en un porcentaje muy pequeño alrededor de un 2 %.



5.17. Configuración funcional de la nueva LAV

5.17.1. Configuración Funcional

Para la Configuración Funcional de la nueva Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva, se han analizado tanto los servicios actuales de trenes de viajeros entre Sevilla y Huelva, como el trazado previsto para cada una de las alternativas propuestas en el anejo 17 del presente Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva.

5.17.2. Tráficos Actuales

Los trenes, que circulan actualmente por la línea Sevilla-Huelva, en ambos sentidos, están compuestos por ocho circulaciones de viajeros y cuatro de mercancías en el día medio.

No obstante, entre Santa Justa y Benecazón circulan trenes de cercanías por la línea C5, que no forman parte de este análisis, porque se mantendrán sin cambios por la línea actual.

De las ocho circulaciones de viajeros seis pertenecen a servicios de Media Distancia “MD” que realizan parada en las estaciones intermedias, y las otras dos circulaciones corresponden a los servicios de Larga Distancia “LD” que conectan la ciudad de Huelva con Madrid, efectuando parada en La Palma del Condado en ambos sentidos.

- Servicios actuales de viajeros con transbordo en Sevilla.

ITINERARIO ACTUAL CON TRANSBORDO EN SEVILLA

DATOS RENFE							
	TREN/RECORRIDO ACTUALES			LONGITUD	TIEMPO		DURACIÓN
				TRAYECTO	SALIDA	LLEGADA	
1	99041 MD-AVE HUELVA-MADRID TRANSBORDO SEVILLA	MD (Nº 13041) AVE (Nº 02081) MADRID	HUELVA-SEVILLA SANTA JUSTA MADRID	108,880	6:55	8:25	1:30
2	99245 LD-MD 99335 AVE-MD MADRID-HUELVA TRANSBORDO	AV CITY (Nº 02260) MADRID AVE (Nº 02070) MADRID MD (Nº 13037)	MADRID SEVILLA SANTA JUSTA-HUELVA	108,880	10:00	11:38	1:38
3	99043 MD-AVE HUELVA-MADRID TRANSBORDO SEVILLA	MD (Nº 13043) AVE (Nº 02161) MADRID	HUELVA-SEVILLA SANTA JUSTA MADRID	108,880	15:00	16:27	1:27
4	99040 AVE-MD MADRID-HUELVA TRANSBORDO SEVILLA	AVE (Nº 02140) MADRID MD (Nº 13039)	MADRID SEVILLA SANTA JUSTA-HUELVA	108,880	17:00	18:34	1:34
5	99411 MD-LD HUELVA-MADRID TRANSBORDO SEVILLA	MD (Nº 13049) AV CITY (Nº 02411) MADRID	HUELVA-SEVILLA SANTA JUSTA MADRID	108,880	19:00	20:30	1:30
6	99180 AVE-MD MADRID-HUELVA TRANSBORDO SEVILLA	AVE (Nº 02180) MADRID MD (Nº 13095)	MADRID SEVILLA SANTA JUSTA-HUELVA	108,880	20:50	22:18	1:28

Fuente: Renfe Viajeros. Elaboración Ineco

- Servicios de largo recorrido que no paran en Sevilla, y que efectúan parada en Palma del Condado.

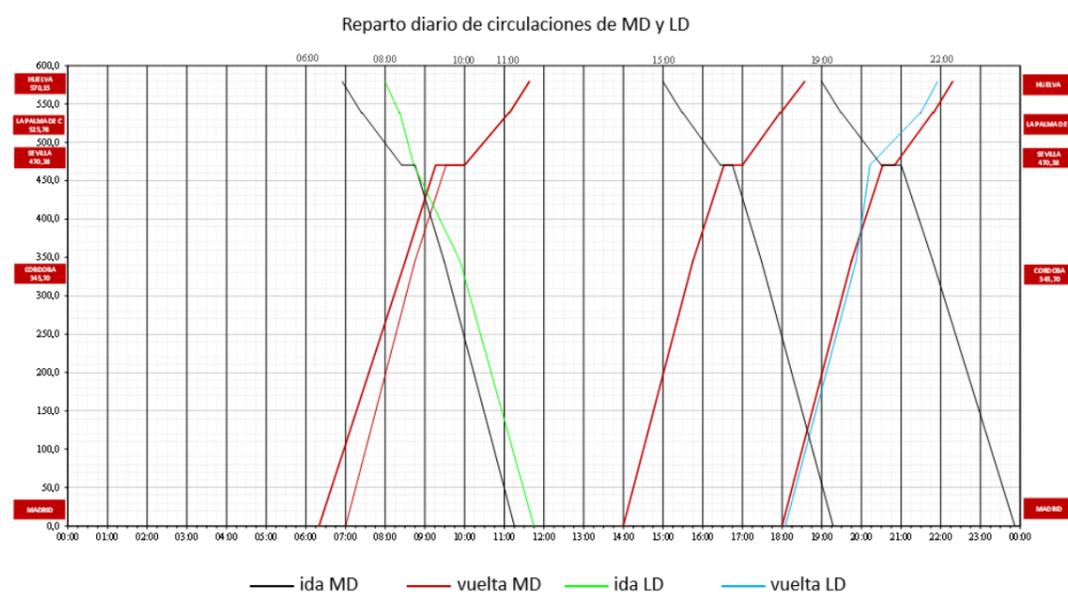
ITINERARIO ACTUAL SIN TRANSBORDO EN SEVILLA

DATOS RENFE				TIEMPO		
TREN/RECORRIDO ACTUALES	LONGITUD TRAYECTO	LLEGADA		SALIDA		
		1	ALVIA 02285 HUELVA-MADRID	NO PARA EN SEVILLA PARA EN CÓRDOBA	HUELVA 108,880	10:46
			LA PALMA DEL CONDADO 68,360	12:18	10:47	
			CÓRDOBA -	21:29	12:20	
2	ALVIA 02384 MADRID-HUELVA	PARA EN CÓRDOBA NO PARA EN SEVILLA	CÓRDOBA 108,880	21:55	19:52	
			LA PALMA DEL CONDADO 68,360		21:30	
			HUELVA -			

Fuente: Renfe Viajeros. Elaboración Ineco

A partir de estos itinerarios, se ha elaborado gráficamente la ocupación que supone dichos tráficos.

REPARTO DIARIO DE CIRCULACIONES DE MD Y LD



Fuente: Renfe Viajeros. Elaboración Ineco

En la figura se representan los tráficos actuales de viajeros de Larga Distancia, Madrid-Sevilla-Huelva, que a partir de Sevilla se convierten en Media Distancia entre Sevilla y Huelva

5.17.3. Situación futura. Trazado

El Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva evalúa seis alternativas de trazado, establecidas en el anejo 17, denominadas:

- Alternativa 1.1
- Alternativa 1.2
- Alternativa 2.1
- Alternativa 2.2
- Alternativa 3.1
- Alternativa 3.2

A continuación se expone el trayecto de cada una de las seis alternativas del Estudio Informativo.

TRAYECTOS POR ALTERNATIVAS

ALTERNATIVAS	INICIO SEVILLA	FINAL HUELVA	DISTANCIA KM
1.1	0+000 Nudo de Majarabique	94+322 Huelva Termino	99,941
1.2	0+000 Nudo de Majarabique	94+226 Huelva Termino	99,850
2.1	0+000 Nudo de Majarabique	95+421 Huelva Termino	101,039
2.2	0+000 Nudo de Majarabique	95+683 Huelva Termino	101,302
3.1	0+000 Nudo de Majarabique	96+396 Huelva Termino	102,015
3.2	0+000 Nudo de Majarabique	96+301 Huelva Termino	101,920

Fuente: Elaboración Ineco

Cada una de estas alternativas tiene en común el mismo punto inicial y final, lo que facilita una comparación coherente de las mismas.

El punto inicial de las alternativas se encuentra en Majarabique, en el norte de la ciudad de Sevilla, y el punto final es coincidente en la entrada a la ciudad de Huelva.

A efectos del análisis realizado, se ha contemplado que las alternativas impares, es decir, Alternativa 1.1, 2.1 y 3.1, los trenes de Media Distancia tengan una sola parada intermedia en La Palma del Condado, aproximadamente en la mitad del recorrido. Mientras que los trenes de Largo Recorrido, que realizan el trayecto desde y hacia Madrid, no hagan ninguna parada en la línea Sevilla-Huelva.

No obstante, los servicios futuros y los puntos de parada de cada una de las circulaciones se fijarán por el futuro operador u operadores ferroviarios.

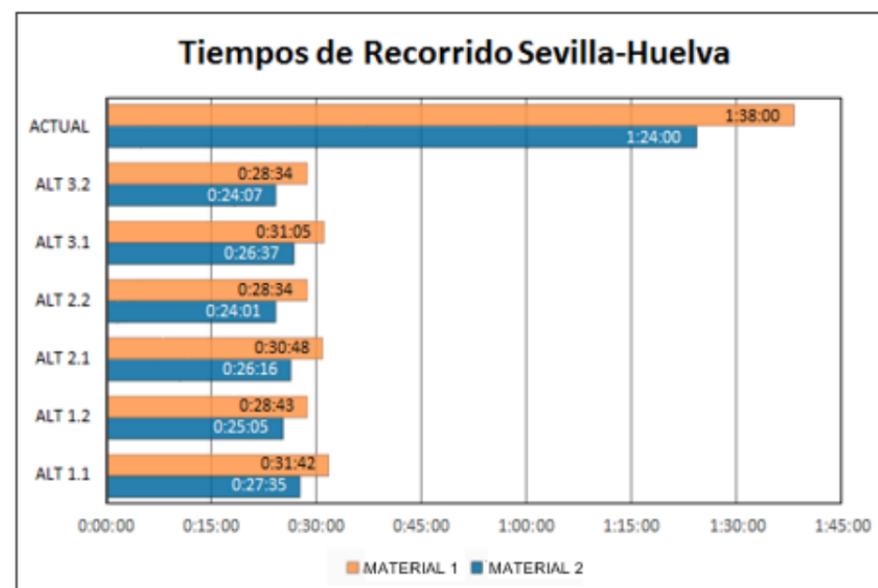
5.17.4. Tiempos de Recorrido

Tomando como datos de partida los valores, aportados en el Estudio Informativo del Proyecto de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva, de trazado específicamente, los datos geométricos y las características técnicas de los tipos de material rodante estipulados.

Del análisis de Tiempos de Recorrido, para cada una de las seis alternativas de trazado, como se explica en el Anejo 08 del presente Estudio Informativo, se obtienen los siguientes resultados:

TIEMPOS DE RECORRIDO POR ALTERNATIVAS.

ALTERNATIVA		LONGITUD TRAYECTO	TIEMPO	
			TALGO 350	ALVIA S-120
ALTERNATIVA 1.1	VUELTA	99,484	0:27:14	0:31:33
	IDA	99,941	0:27:35	0:31:42
ALTERNATIVA 1.2	VUELTA	99,388	0:24:39	0:28:24
	IDA	99,850	0:25:05	0:28:43
ALTERNATIVA 2.1	VUELTA	100,582	0:26:03	0:30:52
	IDA	101,039	0:26:16	0:30:48
ALTERNATIVA 2.2	VUELTA	100,845	0:23:31	0:28:06
	IDA	101,302	0:24:01	0:28:34
ALTERNATIVA 3.1	VUELTA	101,558	0:26:22	0:31:08
	IDA	102,015	0:26:37	0:31:05
ALTERNATIVA 3.2	VUELTA	101,463	0:23:38	0:28:06
	IDA	101,920	0:24:07	0:28:34



Fuente: Elaboración Ineco

En el gráfico anterior se observa las mejoras en el tramo Sevilla-Huelva. Reducción del tiempo de viaje en el entorno de los 60 minutos.

Con los análisis realizados para el desarrollo de la propuesta expuesta, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Permite reducir muy significativamente los tiempos de viaje entre Sevilla y Huelva.
- La línea de alta velocidad tiene capacidad suficiente para los nuevos servicios, incluyendo un crecimiento de los existentes y la inclusión de los servicios de largo recorrido de Madrid.
- La continuidad de los servicios en Sevilla son viables.
- Los accesos a las estaciones terminales o cabeceras se verán beneficiados.

5.18. Estudio de rentabilidad

5.18.1. Análisis de rentabilidad

El proyecto objeto de análisis consiste en la construcción de una línea ferroviaria de alta velocidad que comunique las ciudades de Sevilla y Huelva, con el fin de permitir la circulación de trenes como norma general a 350 km/h. En la actualidad, existe una línea ferroviaria de tren convencional que comunica ambas urbes, la cual realiza paradas intermedias en Benacazón, Carrión de los Céspedes, Escacena, La Palma del Condado, Villarrasa, Niebla y San Juan del Puerto. El presente estudio prevé el mantenimiento de los servicios de media distancia por la citada vía.

El cálculo de la rentabilidad se basa en comparar la corriente de beneficios y costes que se generan a lo largo de su vida útil con respecto a una situación de referencia (sin proyecto) que se toma como base para establecer el análisis. Para la actualización de esta corriente de beneficios y costes se utiliza una tasa social de descuento que refleja el umbral mínimo de rentabilidad que se le exige en una economía a los proyectos financiados con fondos públicos, esto es, el coste de oportunidad de los fondos invertidos. En el caso de España, la Comisión Europea recomienda una tasa social de descuento del 3%.

Los costes que se han considerado son los siguientes:

- Inversión en infraestructura y material móvil
- Costes de explotación y mantenimiento material móvil
- Costes de explotación y mantenimiento de la infraestructura

En cuanto a los beneficios, se han considerado los siguientes:

- Ahorros de tiempo
- Ahorros de costes de operación de otros modos
- Ahorros accidentes
- Ahorros medioambientales
- Beneficios por los nuevos viajeros (demanda inducida)

Este análisis considera un horizonte temporal de 30 años y 3 años de construcción.

En las tablas siguientes se sintetizan los valores actualizados de los beneficios y costes sociales, según la tasa de descuento social anteriormente indicada, así

como los indicadores de rentabilidad: Tasa interna de retorno (TIR) y el Valor Actual Neto al año 1 de explotación (VAN), para las diferentes alternativas de la línea de alta Velocidad Sevilla-Huelva.

CONCEPTO	ALTERNATIVA					
	ALTERNATIVA 1-1	ALTERNATIVA 1-2	ALTERNATIVA 2-1	ALTERNATIVA 2-2	ALTERNATIVA 3-1	ALTERNATIVA 3-2
Inversiones	718.560	697.206	771.169	748.857	700.180	685.901
Inversión en Infraestructura	701.022	679.668	753.631	731.320	682.643	668.364
Inversión en Material Móvil	17.538	17.538	17.538	17.538	17.538	17.538
Gastos Explotación	202.114	197.620	204.440	200.813	206.675	202.048
Infraestructura	159.754	159.599	161.549	161.975	163.135	162.895
Operación de la EE.FF.	42.361	38.021	42.891	38.837	43.540	39.153
TOTAL COSTES	920.674	894.826	975.609	949.670	906.855	887.949
BENEFICIOS	1.022.123	780.657	1.024.431	781.083	1.022.915	780.589
Excedente del Consumidor (por tráfico generado)	69.502	54.645	69.468	54.675	69.492	54.687
Ahorro de Tiempo	376.083	291.554	378.451	292.048	376.995	291.579
Ahorro de Accidentes	118.479	89.349	118.478	89.344	118.474	89.342
Ahorro en Costes de Funcionamiento	411.210	310.043	411.210	310.043	411.210	310.043
Ahorro costes ambientales	46.847	35.067	46.824	34.973	46.744	34.937
BENEFICIO-COSTES SOCIOECONOMICOS	101.449	-114.169	48.822	-168.587	116.060	-107.361
TIR	3,75%	2,11%	3,34%	1,77%	3,87%	2,16%

Comparando las seis alternativas estudiadas entre sí, desde un punto de vista determinista, la TIR más alta se obtiene, para la alternativa 3.1, con una tasa de 3,87% superior a la tasa de descuento considerada del 3%, así como el mayor Valor Neto Anual (VAN) de las seis con un valor de 116,060m€.

6. Estudio de impacto ambiental

6.1. Justificación y objeto del estudio de impacto ambiental

Al tratarse de un proyecto que será aprobado por la Administración General del Estado, la tramitación ambiental del presente “ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD SEVILLA-HUELVA” se rige por la normativa estatal vigente en materia de evaluación ambiental, Ley 21/2013, de 9 de diciembre.

Según el Artículo 7. Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental de la citada Ley:

1. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los siguientes proyectos:

a) Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

b) Los comprendidos en el apartado 2, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios del anexo III.

c) Cualquier modificación de las características de un proyecto consignado en el anexo I o en el anexo II, cuando dicha modificación cumple, por sí sola, los umbrales establecidos en el anexo I.

d) Los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor.

2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:

a) Los proyectos comprendidos en el anexo II.

b) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.

Tras el análisis de los anexos I y II de la Ley 21/2013, se llega a la conclusión de que la **Línea de Alta Velocidad Sevilla – Huelva** objeto de este estudio, se encuentra contemplada en el anexo I, grupo 6. Proyectos de infraestructuras, apartado a) Ferrocarriles, sección 1º Construcción de líneas de ferrocarril para

Tráfico de largo recorrido, por lo que está sometida a **Evaluación de Impacto ambiental Ordinaria**.

La Evaluación de Impacto Ambiental ordinaria se desarrollará en los siguientes trámites:

a) Solicitud de inicio.

b) Análisis técnico del expediente de impacto ambiental.

c) Declaración de Impacto Ambiental.

De forma previa al inicio del procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario, y con carácter obligatorio, el órgano sustantivo, dentro del procedimiento sustantivo de autorización del proyecto, realizará los trámites de información pública y de consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas.

Para ello, tal como recoge la Ley 21/2013, en su artículo 35:

1. El promotor elaborará el estudio de impacto ambiental que contendrá, al menos, la siguiente información en los términos desarrollados en el anexo VI:

a) Descripción general del proyecto y previsiones en el tiempo sobre la utilización del suelo y de otros recursos naturales. Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.

b) Exposición de las principales alternativas estudiadas, incluida la alternativa cero, o de no realización del proyecto, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.

c) Evaluación y, si procede, cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y en su caso durante la demolición o abandono del proyecto.

Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000 se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.

d) Medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente.

e) Programa de vigilancia ambiental.

f) Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.

Por todo lo expuesto, se redacta el presente estudio de impacto ambiental, con el contenido establecido en el anexo VI de la Ley 21/2013, que servirá de base a los trámites de información pública y de consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas.

El presente estudio de impacto formará parte del expediente de evaluación de impacto ambiental, junto con el documento técnico del proyecto (el propio estudio informativo), y el resultado de la información pública.

6.2. Exposición de las alternativas estudiadas

Como punto de partida y antecedente técnico se cuenta con el Estudio Informativo del proyecto “Línea de alta Velocidad Sevilla-Huelva” redactado en 2002, en el cual se consideraron seis (6) alternativas de trazado, emitiéndose Declaración de Impacto Ambiental sobre la alternativa seleccionada denominada “Norte La Palma”. Posteriormente, se redactan cinco (5) proyectos constructivos de plataforma que desarrollan la alternativa seleccionada y aprobada del Estudio Informativo inicial, siendo éstos los siguientes:

- Tramo 1 Majarabique – Valencina de la Concepción
- Tramo 2 Valencina de la Concepción – Sanlúcar la Mayor
- Tramo 3 Sanlúcar la Mayor – La Palma del Condado
- Tramo 4 La Palma del Condado – Niebla
- Tramo 5 Niebla - Huelva

En esta fase de redacción se parte de la alternativa desarrollada en dicho Estudio Informativo, así como de los proyectos de construcción redactados, integrando la modificación del enlace ferroviario de Majarabique, tramitado durante la redacción del proyecto del tramo Majarabique-Valencina de la Concepción. A esta alternativa inicial se plantean variantes de trazado tomando en consideración los resultados de la información pública sobre el Estudio de Impacto Ambiental del año 2015, así como las recomendaciones reflejados en el informe del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) de 2017.

A esta escala 1:5.000 se plantean las siguientes alternativas de trazado:

- Alternativa 1-1 y 1-2
- Alternativa 2-1 y 2-2
- Alternativa 3-1 y 3-2

Las alternativas 1 y 3, desarrollan sus ejes conjuntamente durante los primeros cincuenta kilómetros, dirección Este – Oeste, y al norte de las poblaciones Albaida de Aljarafe, Paterna del Campo y Villalba de Alcor. Este desarrollo está basado en la alternativa seleccionada en el EI anterior denominada “Norte La Palma”. Estas alternativas, se bifurcan una vez sobrepasada la población de Villalba de Alcor, manteniéndose para las soluciones 1, el eje de la nueva LAV sensiblemente paralelo al corredor del FC actual. Para las soluciones 3, el trazado se situará al norte de la línea del FC evitando así el paso por las poblaciones de Niebla y San Juan del Puerto, para seguidamente buscar la aproximación a Huelva, y entroncar con el eje de la Nueva Estación de Alta Velocidad de Huelva.

Para las soluciones 1, y a su paso por San Juan del Puerto, se han desestimado las soluciones de soterramiento debido a que la cota de inundación del Río Tinto en esa zona para Q100 y Q500, se encuentra a la cota +3, y +3.4, con lo que una cota de soterramiento que estaría en torno a la -8, sería inviable. También se han desestimado las soluciones de grandes viaductos sobre las marismas del Río Tinto debido a la complejidad constructiva y al enorme impacto visual que producirían al entorno.

La diferencia entre las soluciones seguidas de -1 y -2 está en el paso por La Palma del Condado, siendo las -1 las que pasan por esta población, y las -2 las que se sitúan al Norte de la misma.

Las soluciones 2 mantienen su eje común con las alternativas 1 y 3 hasta el PK 10+000 aproximadamente en el entorno de la población de Valencina de la Concepción, punto a partir del cual, giran ligeramente al Sur para aproximarse más a las poblaciones de Olivares, Salteras y Villalba de Alcor. Siendo esta zona de orografía más desfavorable que la atravesada por las alternativas 1 y 3, será necesario recurrir a estructuras de consideración en su recorrido.

A partir del entorno de la última población mencionada, la alternativa 2-2 girará al Norte, coincidiendo su eje, a partir de este tramo, con la alternativa 3-2. De igual forma sucederá con la alternativa 2-1 que buscará el corredor de la alternativa 3.1 y coincidirán a partir del entronque en planta y alzado.

Cabe destacar que, aunque la nueva línea de Alta Velocidad es apta para tráfico de viajeros, los parámetros en alzado adoptados con pendientes máximas de 15 milésimas, permitirían perfectamente el tráfico de mercancías

Con respecto a la alternativa cero, de no ejecución del proyecto:

- No presenta ningún beneficio socioeconómico.
- No es compatible con el plan de inversiones a medio y largo plazo establecido en el PITVI.
- No actuar supondría mantener los niveles de eficiencia actuales y no optimizar los costes/tiempo de transporte en la red ferroviaria.
- No supone ninguna ventaja ambiental desde el punto de vista de la mejora de las variables de sostenibilidad aplicadas a este medio de transporte.

Por ello, se descarta la alternativa 0 del análisis ambiental y multicriterio de selección de alternativas.

6.3. Inventario ambiental

En este apartado se han descrito las principales variables ambientales del ámbito de estudio, estando todas ellas representadas en cartografía a escala 1:5.000. Su análisis e interpretación ha permitido valorar posteriormente los impactos producidos por las distintas alternativas de trazado.

Estas variables han sido:

- Climatología
- Calidad del aire
- Geología y geomorfología
- Edafología
- Hidrología
- Hidrogeología
- Vegetación
- Fauna
- Espacios naturales de interés
- Paisaje
- Patrimonio cultural
- Vías pecuarias
- Medio socioeconómico
- Planeamiento urbanístico

6.4. Identificación, caracterización y valoración de impactos

En el Estudio de Impacto Ambiental se identifican, caracterizan y valoran los impactos producidos por las diferentes actuaciones ligadas a la construcción y posterior explotación de la nueva infraestructura sobre los factores medioambientales definidos en el apartado correspondiente de Inventario Ambiental. Las conclusiones de este análisis se resumen a continuación.

6.4.1. Resumen de la valoración de impactos

En la tabla siguiente se presenta un resumen del resultado de la valoración de impactos realizada para las seis alternativas en estudio. Asimismo, en la tabla se especifica cuál de las alternativas es mejor en cuanto al factor del medio valorado, **cuando existe una diferencia apreciable en los datos cuantitativos aportados**, pero una misma magnitud de impacto.

En los casos en los que para valorar la afección potencial sobre un elemento del medio se han considerado varios efectos, en las tablas siguientes se refleja el mayor de los impactos valorados.

ELEMENTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN						FASE DE EXPLOTACIÓN						ALTERNATIVA PREFERIBLE	
	Alt 1-1	Alt 1-2	Alt 2-1	Alt 2-2	Alt 3-1	Alt 3-2	Alt 1-1	Alt 1-2	Alt 2-1	Alt 2-2	Alt 3-1	Alt 3-2	CONSTRUCCIÓN	EXPLOTACIÓN
RECURSOS NATURALES	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	1-1	-
CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	BENEFICIOSO	BENEFICIOSO	BENEFICIOSO	BENEFICIOSO	BENEFICIOSO	BENEFICIOSO	1-1, 1-2, 3-1 y 3-2	-
RUIDO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	3-1, 3-2 y 2-2	2-2 y 3-2
VIBRACIONES	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	-	3-2
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	1-1	1-1
EDAFOLOGÍA	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	1-1 y 1-2	1-1
HIDROLOGÍA	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	SEVERO	SEVERO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	3-1 y 3-2	2-1 y 2-2
HIDROGEOLOGÍA	COMPATIBLE	COMPATIBL	MODERADO	MODERADO	COMPATIBLE	COMPATIBL	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	1-1 y 1-2	-
VEGETACIÓN	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	-	1-1 y 1-2
AVES ESTEPARIAS Y ACUÁTICAS	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	SEVERO	2-1 y 2-2	2-1 y 2-2
FAUNA GENERAL	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	1-1 y 1-2	-
PERMEABILIDAD PARA LA FAUNA	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	MODERADO	MODERADO	SEVERO	SEVERO	MODERADO	MODERADO	-	1-1, 1-2, 3-1 y 3-2
ESPACIOS NATURALES DE INTERÉS	MODERADO	MODERADO	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	3-1 y 3-2	3-1 y 3-2
RED NATURA 2000	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	3-1 y 3-2	3-1 y 3-2
PATRIMONIO CULTURAL	SEVERO	SEVERO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	-	-
VÍAS PECUARIAS	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	2-1 y 2-2	2-1 y 2-2
PAISAJE	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	1-1 y 1-2	-
GENERACIÓN DE RESIDUOS	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	3-1 y 3-2	-
POBLACIÓN	BENEFICIOSO	BENEFICIOSO	BENEFICIOSO	BENEFICIOSO	BENEFICIOSO	BENEFICIOSO	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	-	-

ELEMENTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN						FASE DE EXPLOTACIÓN						ALTERNATIVA PREFERIBLE	
	Alt 1-1	Alt 1-2	Alt 2-1	Alt 2-2	Alt 3-1	Alt 3-2	Alt 1-1	Alt 1-2	Alt 2-1	Alt 2-2	Alt 3-1	Alt 3-2	CONSTRUCCIÓN	EXPLOTACIÓN
PLANEAMIENTO	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBL	COMPATIBLE	COMPATIBLE	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	NULO	-	-

Las valoraciones finales realizadas a lo largo del Estudio de Impacto Ambiental se resumen a continuación.

- **Recursos naturales**

Tras el análisis de las cantidades de recursos consumidos estimadas para la **construcción de la infraestructura** se puede concluir que el aspecto más significativo del consumo de los recursos está constituido por los áridos obtenidos de préstamos para la formación de la plataforma.

El impacto durante a la fase de construcción asociado al consumo de recursos naturales se considera **MODERADO**.

Durante la fase de explotación el consumo de recursos naturales se deberá principalmente a las actividades de mantenimiento de la vía si bien su cuantificación es compleja ya que depende de múltiples factores como, entre otros, la frecuencia de uso de la infraestructura, la calidad de los materiales y su ciclo de vida, condiciones meteorológicas...

El **impacto durante a la fase de explotación** asociado al consumo de recursos naturales se considera **COMPATIBLE** para todas las alternativas propuestas.

- **Calidad del aire y cambio climático**

Para valorar el impacto sobre la **CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO** se han estimado las emisiones tanto en valor absoluto como por pasajero esperados para la fase de explotación del proyecto, y la variación con respecto a la situación actual. Asimismo, a partir de las actividades del proyecto previstas y los movimientos de tierras asociados, se ha hecho una estimación de las emisiones durante la fase de construcción. Tras el análisis realizado, se valora que el impacto en la fase de explotación es bastante similar para todas las alternativas planteadas, considerándose **BENEFICIOSO** en todas ellas, ya que se prevé una

reducción de unas 200 toneladas anuales de emisiones de CO_{2e} absolutas y una reducción de casi la mitad de emisiones de GEI por unidad transportada tras la puesta en marcha de la nueva línea. Esta reducción es debida, no solo a la optimización del trazado, sino a la estimación de los factores de emisión previstos en el futuro gracias a la incorporación de medidas operativas relacionadas con la gestión del tráfico (con criterios de eficiencia energética) y las mejoras en las tecnologías en el material móvil circulante.

En el caso de los impactos durante la construcción, se consideran que debido a su temporalidad y a la posibilidad de adoptar medidas protectoras que minimicen su afección así como a su rápida reversibilidad al cesar la actuación es **COMPATIBLE en todos los casos**.

- **Ruido**

El impacto sobre la **calidad acústica en la fase de construcción** se ha valorado en función del número de edificaciones potencialmente afectadas, considerando que las molestias por ruido en fase de obras se pueden minimizar aplicando las medidas preventivas oportunas. En las alternativas 3-1, 3-2 y 2-2 se ha considerado un impacto MODERADO, por el bajo número de edificios residenciales posiblemente afectados por las obras, por lo que se considera que son las alternativas que resultan más favorables. Para el resto de alternativas analizadas, se considera un impacto SEVERO por presentar una alta afección a edificaciones residenciales.

El impacto sobre la **calidad acústica en la fase de explotación** se valora como SEVERO para todas las alternativas analizadas, por presentar una alta afección acústica en las edificaciones, lo que implica un gran número de pantallas acústicas. Teniendo en cuenta los usos de las edificaciones afectadas, así como el número de ellas y el coste aproximado de las medidas correctoras necesarias para disminuir la afección acústica, se desprende que, en fase de explotación, resultan más favorables las alternativas 2-2 y 3-2.

- **Vibraciones**

El impacto por **vibraciones en fase de construcción**, se valora como **COMPATIBLE** para todas las alternativas propuestas ya que no se espera una afección vibratoria significativa en fase de obra, que sólo requerirá la adopción de medidas preventivas generales, y su recuperación será inmediata en el momento que finalicen las obras.

Con respecto al impacto por vibraciones en fase de explotación, de las seis alternativas analizadas, la que tendría menos edificaciones dentro de la banda de afección potencial, considerando tanto el total de edificaciones como las de uso residencial, sería la alternativa 3-2.

Puesto que las medidas a implementar en todas las alternativas serían viables y los niveles de vibración quedarían dentro de los límites legales, se valora este impacto como **COMPATIBLE** para todas las alternativas propuestas.

- **Geología y geomorfología**

Este **impacto para la fase de construcción** se ha cuantificado a partir del volumen de tierras necesario para la ejecución del trazado procedente de préstamos y el excedente de tierras con destino vertedero (debido a que parte de las tierras de excavación no son apropiadas para su utilización en la ejecución de la plataforma ferroviaria).

Las alternativas que genera mayor impacto son las alternativas 2-2 y 3-2 con volúmenes de tierras procedentes de préstamos y de destino vertederos de algo más de 12.000.000 m³, seguidas de las alternativas 1-2, 3-1 y 2-1. La alternativa

1-1. es la más favorable desde el punto de vista de la afección a la geomorfología, con volúmenes entorno a los 9.500.000 m³.

Los volúmenes de excavación, de tierras a vertedero y de materiales provenientes de cantera son aparentemente elevados pero teniendo en cuenta que corresponden a la construcción de una línea de alta velocidad de 100 km se considera que se trata de un impacto **MODERADO**.

Valorando la potencial afección a Lugares de Interés Geológico, las alternativas 1 discurren tangentes al LIG "Detríticos de Niebla" por lo que el impacto de estas alternativas se ha valorado como MODERADO. Los demás LIG declarados en la zona se sitúan a más de 500 m de las alternativas seleccionadas por lo que no es previsible que se produzca impacto sobre ellos.

Los impactos iniciados sobre la **geología y geomorfología** durante la fase de construcción se perpetúan **durante la fase de explotación** como consecuencia del carácter permanente de algunas de las alteraciones producidas. Este impacto se ha cuantificado a través de las superficies totales de taludes generados pues representan un valor global de afección del modelado del terreno. La alternativa que genera mayor superficie de taludes es la 2-2 mientras que la que menor superficie genera es la 1-1. Todos los taludes, al igual que todas las demás superficies afectadas por las obras, serán objeto de adecuación morfológica y de integración ambiental y paisajística, a pesar de las diferencias de superficie entre unas alternativas y otras se considera que el impacto en fase de explotación es **COMPATIBLE** para todas las alternativas propuestas.

- **Edafología**

En lo relativo al **impacto sobre la edafología en la fase de construcción**, dado que se pueden adoptar medidas preventivas y correctoras no intensivas para paliar la afección derivada de la pérdida de suelo, consistentes en su retirada selectiva y su posterior extendido tras la ejecución de las obras, éste se valora como MODERADO para todas las alternativas de trazado. Resultan preferibles las alternativas 1 por afectar a una menor superficie de suelos de capacidad agrológica alta y media, lo cual hace que tengan un menor valor global del impacto.

Con respecto a la **edafología en la fase de explotación**, todas las alternativas propuestas general grandes superficies de taludes que son potencialmente erosionables por estar en pendiente. Estas superficies van desde las 134 ha de la alternativa 1-1 a las casi 204 ha de la alternativa 2-2. La gran magnitud de estas superficies generadas se debe principalmente a la longitud de la línea propuesta por lo que, contando con que se aplicarán medidas preventivas y correctoras para evitar los fenómenos de erosión, éste se valora como MODERADO para todas las alternativas.

- **Hidrología**

El impacto sobre la **hidrología durante la fase de construcción** se ha valorado a través de dos parámetros. Para el primero de ellos, la alteración de la calidad de las aguas superficiales por riesgo de vertidos accidentales y movimientos de tierras, todas las alternativas producen impactos similares ya que todas atraviesan los tres principales ríos de la zona, el Guadalquivir, el Guadiamar y el Tinto además de numerosos cauces de menos entidad. Este impacto se valora como MODERADO para todas las alternativas. Con respecto al segundo de los parámetros, la afección a masas de agua superficiales no lineales, las alternativas 3 resultan preferibles al interceptar 3 masas de agua superficiales frente a las 6 que cruzan las alternativas 1. Este impacto se ha valorado como MODERADO para las alternativas 1 y 2 y COMPATIBLE para las alternativas 3. Puesto que para la valoración global del impacto sobre la hidrología durante la fase de construcción ha de ser el mayor de las valoraciones realizadas se concluye que este impacto es **MODERADO para las seis alternativas propuestas**.

Para valorar el **impacto en fase de explotación sobre la hidrología** se ha considerado la longitud total de los trazados en viaducto ya que en estos tramos ese impacto se minimiza. Además se han cuantificado el número de ODT y tipo necesarias para cada alternativa. Considerando que todos los cauces y líneas de escorrentía interceptados por los trazados serán salvados mediante estructuras, no se espera que se produzca efecto barrera ni inundaciones por represamiento para los periodos de retorno analizados.

Se han valorado además a parte las longitudes de los encauzamientos necesarios para cada una de las alternativas puesto que su ejecución produce un impacto significativo tanto sobre el sistema de drenaje del entorno como sobre los hábitats que sustentan en sus márgenes. Las alternativas con mayor impacto por la necesidad de encauzamientos son las alternativas 1, y las preferibles desde este punto de vista son las alternativas 2 ya que necesitan menor longitud de encauzamiento.

Considerando además los mayores encauzamientos, todas las alternativas requieren de la ejecución de uno de 1.500 m pero solamente las alternativas 1 necesitan de otro encauzamiento de este orden de magnitud, de 950 metros.

Este impacto se valora como **SEVERO para ambas alternativas 1** y como **MODERADO para las alternativas 2 y 3**.

- **Hidrogeología**

Para valorar el impacto sobre la **hidrogeología en fase de construcción** se ha cuantificado la superficie de cada una de las alternativas propuestas que discurre sobre terrenos de Muy alta o Alta permeabilidad ya que constituyen las zonas en que los acuíferos resultan más vulnerables. Tras el análisis realizado queda patente que las alternativas 2 son las que mayor impacto producen ya que afectan al triple de zonas de muy alta permeabilidad que las alternativas 1 y al doble que las alternativas 3. Por otra parte las preferibles serían las alternativas 1 y 3 siendo ligeramente más favorable las alternativas 1 al tener un menor valor del impacto global. A la vista de este análisis se considera que este impacto sobre **las alternativas 2 es MODERADO mientras que para las alternativas 1 y 3 es COMPATIBLE**.

La valoración del impacto sobre la **hidrogeología en fase de explotación** se han seleccionado los tramos en que las alternativas propuestas discurren bajo la superficie mediante falso túnel y túnel. Tanto el Túnel de La Muela (único túnel propuesto para las alternativa 2-1 y 2-2) como las excavaciones de los falsos túneles se ubican sobre formaciones predominantemente margo-arcillosas miocenas, de naturaleza hidrogeológica prácticamente impermeable, por lo que la excavación en las alternativas estudiadas no, corta a ningún acuífero. Este

impacto se valora, por tanto, como **NULO para todas las alternativas analizadas.**

- **Vegetación**

El impacto sobre la **vegetación durante la fase de construcción** se valora por eliminación de la cubierta vegetal se valora como MODERADO para todas las alternativas analizadas si bien resultan ligeramente preferibles, por su menor valor global, las alternativas 1. La mayor parte de todos los trazados propuestos afectan a zonas de cultivos herbáceos y leñosos, formaciones vegetales con un valor global intermedio. Las formaciones vegetales más valiosas, marismas y ríos y vegetación riparia. La alternativa que menor afección produce sobre la vegetación de ribera y las marismas es la alternativa 2-1 mientras que las que mayor impacto producen sobre estas formaciones son las alternativas 1, ya que afectan a 9 ha de marismas.

Además se ha estudiado el impacto sobre especies de flora de interés especial de los trazados. Las conclusiones de la evaluación de impactos realizada se centran en las cinco especies detectadas, o con alta probabilidad de presencia, en el entorno de las alternativas, *Erica andevalensis*, *Marsilea strigosa*, *Narcissus cavanillesii*, *Eryngium galioides* y *Triglochin barrelieri*. Las alternativas 1-1 y 1-2 riesgo elevado de afección a *Triglochin barrelieri*, un riesgo moderado de afección a *Erica andevalensis* y *Eryngium galioides*, un riesgo bajo de afección a *Marsilea strigosa*, y no presentan riesgo de afección a *Narcissus cavanillesii*. Las alternativas 2-1, 2-2, 3-1 y 3-2 presentan un riesgo elevado de afección a *Narcissus cavanillesii*, un riesgo moderado de afección a *Marsilea strigosa*, y no presentan riesgo de afección a *Erica andevalensis*, *Eryngium galioides* *Triglochin barrelieri*. En todos los casos el riesgo de afección es puntual y fácil de controlar por lo que se valora como MODERADO para todas las alternativas. Resultan preferibles las alternativas 1-1 y 1-2 por afectar a un menor número de taxones.

Globalmente el impacto sobre la vegetación para la fase de construcción se valora como **MODERADO para las seis alternativas**. No resulta claramente preferible ninguna de ellas.

Con respecto al impacto **sobre la vegetación en fase de explotación**, las alternativas que producen una mayor afección permanente a la vegetación de la zona son las alternativas 2, ya que suponen una mayor ocupación total de terreno. Las alternativas más favorables son las alternativas 1 ya que suponen en torno a un 13% menos de la afección de las alternativas 2. Considerando la magnitud de la superficie afectada y la vegetación del entorno se considera que este impacto es **MODERADO para todas las alternativas en estudio.**

- **Aves esteparias y acuáticas**

El impacto sobre las aves esteparias y acuáticas en fase de construcción se analiza cuantitativamente a través de la estimación de pérdida de hábitats faunísticos debidos al aumento de la ocupación de la LAV, así como para la afección al hábitat de especies de interés. También se valora de forma cualitativa, a afección a especies o grupos faunísticos de interés, considerando la pérdida de hábitat indirecta causada por el incremento de las molestias debido al aumento de la presión antrópica (aumento del tráfico y la frecuentación humana, cambios de usos del suelo inducidos por ampliación la infraestructura)

Si comparamos el impacto de la longitud de LAV que discurren por tramos de interés, como hábitat o espacios catalogados para las especies objeto de estudio, las alternativas 1 y 3 producen un impacto superior al de las alternativas 2. En todos los casos las alternativas 2 producen menos impacto que las 1 o la 3, salvo en el caso de la afección al ZEC Marismas del Tinto, cuando produce un impacto similar al de las alternativas 3. Y si atendemos a las superficies de hábitat o espacios de interés que se ven afectadas en estos tramos el resultado es similar a lo mostrado anteriormente.

En todos los casos se producen pérdidas de hábitat difícilmente evitables con medidas correctoras, particularmente en las alternativas 1 y 3 por lo que el impacto de todas las alternativas es significativo y **SEVERO.**

El impacto sobre las **aves esteparias y acuáticas en fase de explotación** se valora en primer lugar a través de la afección a áreas de interés faunístico que puedan suponer el declive poblacional de la especie. Las alternativas 1 y 3 muestran mayores impactos sobre estas áreas y cualitativamente su impacto

también es más significativo pues estas afectan a las zonas de interés para la avutarda común, si bien es cierto que las alternativas 2-1 y 2-2 no están exentas de dichas afecciones, aunque lo hacen en menor medida que las anteriores. Teniendo en cuenta estas consideraciones, el impacto producido por la afección a Áreas de interés faunístico se considera SEVERO para todas las alternativas.

Además se valora este impacto a través de otro factor, la mortalidad por atropello. Este riesgo de atropello está muy correlacionado con los impactos descritos anteriormente, pues la exposición a este impacto es mayor cuando más longitud y más hábitat de las especies de interés es atravesado por la LAV. Todas las alternativas afectan a zonas con elevada probabilidad de presencia de especies de interés, sensibles a este impacto y, en muchos casos, de gran tamaño (como la avutarda común, las cigüeñas blanca y negra o la grulla común). De nuevo la valoración es más favorable para las alternativas 2 que para las alternativas 1 y 3 que, en cualquier caso, se pueden clasificar como de impacto SEVERO.

Por ambos motivos este impacto se valora como **SEVERO para todas las alternativas** en estudio.

- **Fauna General**

Los impactos generados en **fase de construcción** principalmente son dos: la destrucción de hábitats presentes en el entorno por la ocupación de suelos y movimiento de tierras y el incremento en los niveles sonoros. Con respecto al primero de ellos, la afección se considera **MODERADA** para todas las alternativas puesto que todas afectan de manera similar, sin embargo, cabe mencionar que la alternativa 1.1 y 1.2 afectan de una forma más notable el hábitat del lince, muy presente en la zona de estudio, aun teniendo el valor de impacto más bajo. En cuanto a la afección por ruido, se valora como **COMPATIBLE** para todas las alternativas estudiadas tanto para esta fase como para la fase de explotación.

En la **fase de explotación**, la afección a las especies protegidas se valora como **MODERADA** únicamente en el caso del ave Alzacola (*Cercotrichas galactotes*) y el lince ibérico (*Lynx pardinus*), sin embargo, para el resto de las especies incluidos los quirópteros, se valora como **COMPATIBLE**.

Teniendo en cuenta el trazado de la vía, la velocidad de circulación, la abundancia de avifauna, así como sus principales desplazamientos se considera que ninguna de las alternativas es absolutamente compatible con el riesgo de colisión y por lo tanto la valoración de la afección es **MODERADA**.

El efecto barrera y la permeabilidad de la nueva línea se analizarán en el apartado siguiente. Por otra parte, previo análisis de las estructuras previstas para la nueva línea, así como para las ya existentes, se concreta que la fluidez de la fauna a través de la vía en función de la sinergia con las otras infraestructuras de la zona se valora como **COMPATIBLE**. Esto se garantizará según se establece en las prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales.

- **Permeabilidad para la fauna**

El impacto sobre la permeabilidad para la fauna se valora únicamente para la **fase de explotación**. Uno de los efectos más característicos e importantes que se producen como consecuencia de la puesta en explotación de este tipo de infraestructuras lineales es el llamado “efecto barrera”, que consiste en que la presencia del ferrocarril (y su cierre perimetral) imposibilita el tránsito de especies en dirección transversal a la misma, impidiendo la comunicación entre individuos y poblaciones de la misma especie, que quedan aislados a ambos lados de la línea. Este potencial fraccionamiento de las poblaciones puede tener como consecuencia una reducción en el tamaño de las poblaciones resultantes al perder densidad las poblaciones limítrofes con la misma, lo que se traduce en un incremento en la consanguinidad, una reducción en la diversidad genética y, en definitiva, una disminución en las posibilidades de supervivencia de las especies así afectadas.

Para la valoración de las alternativas se han tenido en cuenta las variables anteriores. De esta manera se puede observar que las **alternativas 1-2, 3-1, 3-2** son notablemente mejores al cumplir tanto con la densidad de pasos aptos para pequeños, medianos, como para la de grandes mamíferos. Esta densidad es de hecho casi el doble de la exigida para zonas antropizadas (es casi la exigida para zonas forestales). Además todos los corredores detectados en la zona presentan una estructura de permeabilidad adecuada para dar permeabilidad a los grupos

faunísticos asociados a esas zonas. Como añadido hay que destacar que si además se valora el número de tramos que no cumplen con las distancias máximas entre pasos definidas en las Prescripciones, vemos que estas tres alternativas poseen todos los tramos con una distancia adecuada para grandes mamíferos (salvo la 3-2 que sólo en un tramo presenta un pequeño incumpliendo de algo más de 200 m) y sólo para los pequeños y medianos mamíferos hay tramos con una distancia superior al km. Por este motivo estas alternativas se considera que poseen una valoración del impacto de **MODERADO**, mientras que las otras (**alternativas 1-1, 2-1 y 2-2**) al poseer tramos con una longitud mayor a la exigida en las prescripciones para grandes mamíferos y la existencia de lince en la zona de estudio se considera que la afección es **SEVERA**.

Después de analizar las **zonas de flujo preferente para el lince** se han obtenido 15 zonas de tránsito, todas ellas cuentan con las estructuras necesarias y adecuadas para el paso de dicha especie por lo que se considera que la afección sobre el mismo es **MODERADA**.

- **Espacios naturales de interés**

Se considera que las actuaciones del presente proyecto solamente producirán afecciones sobre espacios naturales de interés en fase de construcción.

Los únicos espacios naturales de interés afectados son HIC y humedales del IHA. Con respecto a los HIC, queda patente que las alternativas menos favorables son las alternativas 2 ya que afectan a una superficie mucho mayor de HIC. Esto se debe principalmente a que afectan a superficie del HIC 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus* spp. Del orden de 10 veces más de lo que lo hacen las alternativas 1 y el triple que las alternativas 3. Las alternativas 1 son este caso las más favorables ya que además de un menor impacto global no producen ninguna afección sobre HIC prioritarios.

Con respecto a los humedales del IHA las alternativas con mayor impacto sobre los humedales del IHA son las alternativas 1 ya que afectan al Corredor Verde del Guadiamar en casi un km de longitud y a la laguna de la Balastrea a lo largo de 500 m. Las alternativas más favorables son las alternativas 2, que solamente afectan a uno de estos espacios a lo largo de 380 m. El impacto sobre la Laguna

de la Balastrea resulta más significativo que el impacto sobre el Corredor Verde del Guadiamar ya que la superficie del primero es mucho menor que la del segundo.

La valoración para las alternativas se concluye **como MODERADO para ambas fases y todas las alternativas en estudio**.

- **Red Natura 2000**

Se considera que las actuaciones del presente proyecto solamente producirán afecciones sobre **Red Natura 2000 en fase de construcción**.

En el estudio realizado se cuantifican las superficies totales de cada tipo de hábitat atravesado por los trazados propuestos, analizando el tipo de afección producida sobre él como consecuencia de la actuación, ya sea por ocupación permanente por la plataforma o por afección potencial de carácter temporal al situarse bajo viaducto.

De dichos valores se observa que las alternativas 1.1 y 1.2 son las de mayor impacto debido a las superficies de los hábitats 1310 y 1320 ocupadas con carácter permanente, mientras que las alternativas 3.1. y 3.2 son las más favorables desde el punto de vista de la afección a la Red Natura, con valores similares a las alternativas. 2.1 y 2.2, debido a la ausencia de ocupación permanente de hábitats.

En cualquier caso, se considera que dicho impacto es **COMPATIBLE para todas las alternativas estudiadas**.

- **Patrimonio cultural**

La posibilidad de **afección al patrimonio cultural se produce exclusivamente durante la fase de construcción**, debido a la afección directa a elementos arqueológicos, arquitectónicos y etnográficos como consecuencia de las distintas actuaciones de la obra, en general, y los movimientos de tierras necesarios para encajar la infraestructura y para llevar a cabo la ocupación temporal de terrenos, en particular.

Las alternativas 1-1 y 1-2 presentan una afección variada sobre el Patrimonio Cultural. Los bienes que resultarían afectados presentan una morfología muy variada. El trazado afectaría además a varios elementos con categoría de BIC, como son el Puerto Histórico en San Juan del Puerto (Huelva) o el Sitio Histórico Lugares Colombinos (varios municipios de Huelva). Estos ámbitos se encuentran juntos, discurrendo el trazado entre ambos. Discurre próximo, sin llegar a afectar a algunas de las delimitaciones del BIC de la Zona Arqueológica de Huelva (B.5. El Rincón). Su impacto se valora como **SEVERO**.

Las alternativas 2 y 3 también presentan afecciones sobre numerosos elementos de tipología variada pero no afectan a ningún elemento declarado como BIC, máxima figura de protección patrimonial en España, por lo que su impacto se valora como **MODERADO**.

El impacto sobre el **patrimonio cultural en fase de explotación** es **NULO**.

- **Vías pecuarias**

Valorando el **impacto** sobre las **vías pecuarias en fase de construcción**, se considera que las alternativas propuestas interceptan varias vías pecuarias cuya continuidad y transitabilidad podrían estar comprometidas mientras duren las obras, tanto por la propia ocupación de la nueva infraestructura como por las ocupaciones temporales necesarias para ejecutarla y por el tránsito de maquinaria en la zona

El elevado número de vías pecuarias afectadas es consecuencia de la gran longitud de las alternativas propuestas para la línea ferroviaria en estudio. Las alternativas 1 y 3 afectan a un mayor número de vías pecuarias y además tienen un valor global del impacto mayor por lo que, bajo este criterio, resultan preferibles las alternativas 2.

Teniendo en cuenta que la continuidad de las vías pecuarias quedará garantizada durante la ejecución de las obras y que se aplicarán las medidas preventivas y correctoras aprobadas en fases anteriores por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía este impacto se valora como **COMPATIBLE para todas las alternativas propuestas**.

El **impacto sobre las vías pecuarias en fase de explotación es NULO** ya que la continuidad de las vías pecuarias será uno de los condicionantes a tener en cuenta en el diseño de la infraestructura en estudio durante la fase de proyecto.

- **Generación de residuos**

Tras el análisis de la tipología y las cantidades de residuos estimadas durante la **fase de construcción**, se puede concluir que en todas las actuaciones la mayor parte de los residuos tendrán carácter inerte, básicamente tierras de excavación, y hormigón en menor medida, que son susceptibles de ser destinados a las operaciones de valorización establecidas en el Anejo II de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Analizando los resultados obtenidos, se observa que el impacto asociado a la generación de residuos de las **alternativas** se valora como **COMPATIBLE** para todas ellas.

La generación de residuos en fase de explotación se valora como COMPATIBLE para todas las alternativas propuestas puesto que durante la fase de explotación la generación de residuos se deberá principalmente a las actividades de mantenimiento de la vía (mantenimiento de estructuras, drenajes, señalización e instalaciones).

- **Paisaje**

El **impacto sobre el paisaje en fase de construcción** tendrá lugar en toda la longitud de las alternativas propuestas: Será más intenso en aquellos tramos en que los trazados discurren en estructuras sobre el nivel de la superficie, principalmente viaductos y pérgolas. Todas las alternativas tienen una longitud similar, superior a 100 km por lo que las obras serán visibles en un territorio muy amplio. También presentan numerosas estructuras sobre la superficie del terreno con longitudes que van desde los 8,20 km en la alternativa 1-1 a los 11,67 km de la alternativa 2.2.

Dada la elevada magnitud de todos estos parámetros, y que no existen diferencias muy significativas entre ellos, este impacto se valora como **MODERADO** para

todas las alternativas, si bien resultan ligeramente preferibles las alternativas 1 por su menor longitud de estructuras elevadas.

Para valorar el **impacto sobre el paisaje en fase de explotación** se valora la intrusión visual permanente de la infraestructura. A la vista de los resultados, se observa que aproximadamente tres cuartas partes de las alternativas propuestas atraviesan unidades fisionómicas de valor paisajístico intermedio, ya que corresponde a paisajes de dominante agrícola.

Los ámbitos paisajísticos atravesados mayoritariamente por los trazados propuestos por una longitud aproximada de 90 km, Campo Tejada y Vega del Guadalquivir, solamente presentan el índice “riqueza” elevado, ya que su diversidad es baja y su naturalidad muy baja. Los otros dos ámbitos atravesados, Condado Aljarafe y Litoral occidental onubense, presentan mejores índices pero se atraviesan en longitudes muchos menores, en torno a los 15 km.

Teniendo en cuenta las características de la infraestructura, y la descripción realizada del paisaje afectado se considera que el impacto sobre el paisaje en fase de explotación es **MODERADO y para todas las alternativas propuestas**, sin resultar preferible ninguna de ellas.

▪ Población

El **impacto sobre la población en fase de construcción** se valora como **BENEFICIOSO** ya que se considera que las obras producirán una mejora económica en el empleo local derivada de la contratación de personal para la obra, al mismo tiempo que propicia una mayor movilidad de las personas para ocupar puestos de trabajo en zonas alejadas de su lugar de residencia. A todo ello se une el beneficio en la economía local, tanto de la contratación de personal local, como de la llegada de trabajadores procedentes de otras zonas, ya que todos ellos podrían incrementar el nivel de consumo. Además, un importante número de empleos indirectos son propiciados por la obra, especialmente en el sector del transporte para el traslado de materiales hacia la obra.

Con respecto a este **impacto en fase de explotación**, se considera que es **NULO** ya que no se van a producir alteraciones en la disponibilidad de servicios (red de

saneamiento, abastecimiento, alumbrado, electricidad) ni se va a incrementar el efecto barrera sobre la población (permeabilidad del territorio y servidumbres afectadas).

▪ Planeamiento

Para valorar el **impacto sobre el planeamiento en fase de construcción** se analiza la afección a suelo urbano y urbanizable. Las alternativas 1-1 y 1-2, afectan a suelo urbano o urbanizable en los municipios de: Sevilla, Camas, y Huelva. La alternativa 1-1 también afecta a suelo urbano o urbanizable en el municipio de Palma del Condado. Las alternativa 2-1 y 3-1 afectan a suelo urbano o urbanizable en los municipios de: Sevilla, Camas, Villalba de Arcos y Palma del Condado mientras que las alternativas 2-2 y 3-2 afectan a suelo urbano y urbanizable únicamente en los municipios de Sevilla, y Camas. Teniendo en cuenta que las afecciones al planeamiento de los municipios afectados son muy limitadas, se considera el impacto en esta fase como **COMPATIBLE** para todas las alternativas.

En **fase de explotación, el impacto sobre el planeamiento** se considera **NULO** para todas las alternativas propuestas, ya que los municipios afectados deberán adaptar su planeamiento a la infraestructura objeto de estudio.

6.4.2. Evaluación de alternativas

Una vez conocidos los impactos que las distintas alternativas de trazado producen sobre los distintos elementos del medio identificados, tanto en fase de construcción, como en fase de explotación, se procede a evaluar el impacto global de cada una de ellas sobre el territorio atravesado. Esto permitirá comparar los trazados analizados, y seleccionar las alternativas óptimas desde el punto de vista ambiental.

6.4.2.1. Metodología

Jerarquización de impactos

En primer lugar, se han jerarquizado los impactos identificados, caracterizados y valorados, en función de su importancia relativa dentro del territorio atravesado.

Para ello, se han establecido tres niveles de importancia del impacto (alta, media y baja), a los que se les ha asignado un valor numérico (3, 2 y 1, respectivamente).

FACTOR AMBIENTAL	IMPORTANCIA DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO
RECURSOS NATURALES	BAJA	1
CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO	MEDIA	2
RUIDO	ALTA	3
VIBRACIONES	MEDIA	2
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	BAJA	1
EDAFOLOGÍA	BAJA	1
HIDROLOGÍA	MEDIA	2
HIDROGEOLOGÍA	BAJA	1
VEGETACIÓN	MEDIA	2
AVES ESTEPARIAS Y ACUÁTICAS	ALTA	3
FAUNA GENERAL	MEDIA	2
ESPACIOS NATURALES DE INTERÉS	ALTA	3
PERMEABILIDAD PARA LA FAUNA	ALTA	3
ESPACIOS NATURALES DE INTERÉS	MEDIA	2
RED NATURA 2000	ALTA	3
PATRIMONIO CULTURAL	ALTA	3
VÍAS PECUARIAS	BAJA	1
GENERACIÓN DE RESIDUOS	BAJA	1
PAISAJE	BAJA	1
POBLACIÓN	BAJA	1
PLANEAMIENTO	BAJA	1

Asignación de valores a las magnitudes de impacto

En segundo lugar, se ha asignado un valor numérico a cada magnitud de impacto, positivo o negativo, excluyendo los impactos críticos que, en caso de presentarse, invalidarían las soluciones planteadas. Los valores establecidos en cada caso son los siguientes.

MAGNITUD DE IMPACTO	VALOR ASIGNADO
BENEFICIOSO	3
NULO	0
COMPATIBLE	-1
MODERADO	-3
SEVERO	-5

Con estos valores se trata de penalizar los impactos severos y moderados frente a los compatibles.

Cálculo del valor global del impacto

El valor global de la afección de cada alternativa sobre el territorio, se obtiene del sumatorio de las afecciones sobre todos los factores ambientales, tanto en la fase de construcción, como en la de explotación. Para llevar a cabo este sumatorio es preciso considerar la jerarquización de los impactos, ya que unos tienen una mayor importancia relativa que otros. Por tanto, de forma previa a la suma de afecciones, se multiplica el valor de importancia asignado a cada elemento del medio, por el valor de la magnitud del impacto que se ha obtenido en el proceso de valoración previo.

6.4.2.2. Impacto global de las alternativas

En las siguientes tablas se calculan los valores finales de los impactos en fase de construcción y en fase de explotación para cada una de las seis alternativas en estudio.

ELEMENTO	FASE DE CONSTRUCCIÓN													
	IMPORTANCIA DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO	Alt -1--1		Alt -1-2		Alt 2--1		Alt 2-2		Alt -3--1		Alt -3-2	
RECURSOS NATURALES	BAJA	1	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3
CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO	MEDIA	2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2
RUIDO	ALTA	3	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15	MOD	-9	MOD	-9	MOD	-9
VIBRACIONES	MEDIA	2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	BAJA	1	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3
EDAFOLOGÍA	BAJA	1	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3
HIDROLOGÍA	MEDIA	2	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6
HIDROGEOLOGÍA	BAJA	1	COMP	-1	COMP	-1	MOD	-3	MOD	-3	COMP	-1	COMP	-1
VEGETACIÓN	MEDIA	2	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6
AVES ESTEPARIAS Y ACUÁTICAS	ALTA	3	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15
FAUNA GENERAL	MEDIA	2	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6
PERMEABILIDAD PARA LA FAUNA	ALTA	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESPACIOS NATURALES DE INTERÉS	ALTA	3	MOD	-9	MOD	-9	COMP	-3	COMP	-3	COMP	-3	COMP	-3
RED NATURA 2000	ALTA	3	COMP	-3	COMP	-3	COMP	-3	COMP	-3	COMP	-3	COMP	-3
PATRIMONIO CULTURAL	ALTA	3	SEVERO	-15	SEVERO	-15	MOD	-9	MOD	-9	MOD	-9	MOD	-9
VÍAS PECUARIAS	BAJA	1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1
PAISAJE	BAJA	1	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3
GENERACIÓN DE RESIDUOS	BAJA	1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1
POBLACIÓN	BAJA	1	BENEF	3	BENEF	3	BENEF	3	BENEF	3	BENEF	3	BENEF	3
PLANEAMIENTO	BAJA	1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1
VALOR IMPACTO FASE CONSTRUCCIÓN			-92		-92		-82		-76		-74		-74	

ELEMENTO	FASE DE EXPLOTACIÓN													
	IMPORTANCIA DEL IMPACTO	VALOR ASIGNADO	Alt -1--1		Alt -1-2		Alt 2--1		Alt 2-2		Alt -3--1		Alt -3-2	
RECURSOS NATURALES	BAJA	1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1
CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO	MEDIA	2	BENEF	6	BENEF	6	BENEF	6	BENEF	6	BENEF	6	BENEF	6
RUIDO	ALTA	3	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15
VIBRACIONES	MEDIA	2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2	COMP	-2
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	BAJA	1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1
EDAFOLOGÍA	BAJA	1	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3
HIDROLOGÍA	MEDIA	2	SEVERO	-10	SEVERO	-10	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6
HIDROGEOLOGÍA	BAJA	1	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0
VEGETACIÓN	MEDIA	2	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6
AVES ESTEPARIAS Y ACUÁTICAS	ALTA	3	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15	SEVERO	-15
FAUNA GENERAL	MEDIA	2	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6	MOD	-6
PERMEABILIDAD PARA LA FAUNA	ALTA	3	MOD	-9	MOD	-9	SEVERO	-15	SEVERO	-15	MOD	-9	MOD	-9
ESPACIOS NATURALES DE INTERÉS	ALTA	3	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0
RED NATURA 2000	ALTA	3	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0
PATRIMONIO CULTURAL	ALTA	3	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0
VÍAS PECUARIAS	BAJA	1	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0
PAISAJE	BAJA	1	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3	MOD	-3
GENERACIÓN DE RESIDUOS	BAJA	1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1	COMP	-1
POBLACIÓN	BAJA	1	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0
PLANEAMIENTO	BAJA	1	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0	NULO	0
VALOR IMPACTO FASE EXPLOTACIÓN			-66		-66		-68		-68		-62		-62	

Los impactos que más condicionan estos valores finales son aquellos que afectan a elementos del medio de importancia alta (ruido, aves esteparias y acuáticas, permeabilidad para la fauna, espacios naturales de interés, Red Natura 2000 y patrimonio cultural) o aquellos que han sido valorados como severos.

Para la **fase de construcción** hay tres elementos del medio de importancia alta en los que además se han valorado impactos severos: ruido, aves esteparias y acuáticas y patrimonio cultural. Las afecciones por ruido son importantes para todas las alternativas pero se reducen al seleccionar las alternativas que pasan por el menor número de núcleos urbanos. Resulta importante evitar el núcleo de San Juan del Puerto para lo cual se han propuesto las alternativas 1-2, 2-2 y 3-2.

El impacto sobre las aves esteparias y acuáticas es severo para todas las alternativas pero es mayor para las alternativas 1 y 3 por su mayor afección tanto las zonas de interés faunístico (ZIA) identificadas en el presente estudio como en aquellos otros espacios catalogados.

El patrimonio cultural resulta otro elemento clave al valorarse como severo el impacto de ambas alternativas 1. Ambos trazados para esta alternativa afectarían a varios elementos con categoría de BIC, como son el Puerto Histórico en San Juan del Puerto (Huelva) o el Sitio Histórico Lugares Colombinos (varios municipios de Huelva).

A pesar de que las alternativas propuestas no presentan diferencias muy significativas entre los valores de impacto global calculados, **para la fase de construcción resultan preferibles las alternativas 3 (impacto global 74),** seguida de la alternativa 2-2 (impacto global 76).

Para la **fase de explotación** se consideran importantes los mismos elementos del medio pero los impactos severos se han obtenido para ruido, hidrología, aves esteparias y acuáticas y permeabilidad para la fauna.

A pesar de las diferencias de trazado todas las alternativas afectan a un número elevado de edificaciones por lo que el impacto por ruido se ha valorado como severo.

Con respecto a la hidrología superficial cabe señalar que cuando se han propuesto los encauzamientos es porque no ha sido posible, por motivos técnicos, proponer otra solución de drenaje con menos impacto. Las alternativas con mayor impacto por la ejecución de encauzamientos son las alternativas 1 por lo que para ellas este impacto se ha valorado como severo ya que es mayor para ellas la longitud total de encauzamientos y el número de ellos de gran longitud. Para las demás alternativas se ha valorado como moderado.

Con respecto a las aves esteparias y acuáticas, a pesar de que el impacto se ha valorado como severo para todas las alternativas, resultan preferibles las alternativas 2, al igual que en fase de construcción, por su menor afección a las zonas de interés para la avifauna, especialmente para las aves esteparias.

Finalmente, la permeabilidad para la fauna también ha sido un elemento decisivo en que se han considerado como impactos severos los producidos por las alternativas 2-1 y 2-2 porque presentan varios tramos en que superan las distancias máximas recomendadas tanto para grandes mamíferos como para pequeños y medianos.

Al igual que sucede en la fase de construcción, las diferencias entre los valores globales de impacto para esta fase no son muy significativas. **Para la fase de explotación resultan también preferibles las alternativas 3.**

7. Medidas preventivas y correctoras

En el estudio de impacto ambiental se describen las medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos significativos que pueda causar el proyecto objeto de estudio.

7.1. Medidas preventivas de carácter general

- Vigilancia ambiental
- Restricciones a la ubicación de instalaciones auxiliares, préstamos y vertederos, temporales o permanentes
- Programación de las tareas ambientales y la actividad de obra
- Retirada de residuos de obra y limpieza final

7.2. Medidas para la protección de la calidad del aire

Estas medidas recaen sobre las principales acciones del proyecto, generadoras de polvo o partículas en suspensión.

- Cubrición de los camiones de transporte de material térreo:
- Riego de superficies térreas
- Limitación de la velocidad de circulación en zona de obras
- Ubicación de las zonas de acopio de materiales térreos:
- Instalación de zonas de lavado de ruedas
- Revegetación temprana
- Movimientos de vehículos y maquinaria pesada:

7.3. Medidas para la protección de la calidad acústica

Se llevarán a cabo las medidas preventivas necesarias para que las acciones llevadas a cabo para la ejecución de la obra se realicen de manera que el ruido producido no resulte molesto.

En la siguiente tabla se muestran las pantallas propuestas para atenuar la contaminación acústica en las edificaciones afectadas para cada alternativa analizada.

ALTERNATIVA	Longitud total pantalla (m)	Superficie pantalla (m2)
Alternativa 1-1	8.073	24.219,59
Alternativa 1-2	7.463	22.388,61
Alternativa 2-1	6.678	20.034,70
Alternativa 2-2	4.748	14.244,39
Alternativa 3-1	5.810	17.429,48
Alternativa 3-2	4.857	14.572,11

7.4. Medidas para evitar molestias por vibraciones

Tal y como se desarrolla en el apéndice 4. Estudio de Vibraciones. Se identifican para las alternativas en estudio los siguientes tramos sobre los que se propone la inclusión de manta bajo balasto. La alternativa 1-1 no necesita medidas antivibratorias.

Alternativa 1-2	
P.K. Inicial	P.K. Final
59+540	59+607
59+104	59+155
59+540	59+607

Alternativa 2-1	
P.K. Inicial	P.K. Final
46+988	47+040
51+641	51+703
54+943	55+005
67+442	67+502
28+593	28+653
35+215	35+276

Alternativa 2-2	
P.K. Inicial	P.K. Final
58+923	58+990
58+487	58+538
58+923	58+990
67+704	67+764
28+593	28+653
35+215	35+276

Alternativa 3-1	
P.K. Inicial	P.K. Final
59+642	59+709
68+420	68+480

Alternativa 3-2	
P.K. Inicial	P.K. Final
59+540	59+607
59+104	59+155
59+540	59+607
68+330	68+390

7.5. Medidas para la protección de la geología y de la geomorfología

La minimización de este impacto se lleva a cabo, principalmente, a nivel de proyecto constructivo, mediante un estudio detallado sobre:

- Los movimientos de tierra realmente necesarios.
- Las posibilidades de reutilización de los materiales extraídos a lo largo del trazado.
- La ubicación, forma y restauración de los vertederos estimados necesarios.

7.6. Medidas para la protección y conservación de los suelos

Las medidas que se desarrollan a continuación son de aplicación a todo el trazado planteado y van dirigidas a:

- Controlar la destrucción del suelo.
- Recuperar el suelo afectado por la actuación proyectada.
- Protección de suelos y gestión de residuos.
- Prevención de la contaminación de suelos.

7.7. Medidas para la protección de la hidrología e hidrogeología

Los proyectos constructivos que desarrollen el presente Estudio de Impacto Ambiental incluirán:

- Estudio de drenaje.
- Diseño de pasos provisionales.
- Un estudio hidrológico-hidráulico completo.
- Estudio de inundabilidad.

Medidas a realizar en fase de construcción:

- Solicitud de autorizaciones.
- Parque de maquinaria.
- Balsas de decantación.
- Control del arrastre de sedimentos a los cauces.
- Puntos de limpieza de canaletas de hormigoneras..
- Medidas para la protección del cauce durante la ejecución de viaductos.
- Medidas para la gestión de aguas residuales.
- Medidas para la gestión de aguas de saneamiento.
- Vertidos.
- Mantenimiento del funcionamiento hidráulico de las aguas subterráneas.

7.8. Medidas para la protección de la vegetación

Medidas para fase de diseño:

- Elaboración de Plan de prevención y extinción de incendios
- Minimización de las superficies de ocupación proyectadas

Medidas a tener en cuenta en fase de construcción:

- Jalonamiento provisional de protección
- Control de accesos temporales
- Incorporación de especies amenazadas a la restauración vegetal
- Buenas prácticas relativas a la protección de vegetación colindante a las superficies de ocupación

- Desarrollo y ejecución del plan de prevención y extinción de incendios

7.9. Medidas para la protección de las aves esteparias y acuáticas

- Protección de la fauna frente al incremento de los niveles sonoros
- Restauración y compensación del hábitat no recuperable
- Protección de la fauna por colisión y electrocución (Fase de explotación)
- Protección de la fauna por atropello del material rodante (Fase de explotación)

7.10. Medidas para la protección de la fauna

- Control de la superficie de ocupación
- Medidas para la disminución del efecto barrera:
- Pantallas anticolidión:
- Adaptación del cerramiento perimetral de la infraestructura
- Dispositivos de escape
- Medidas protectoras para quirópteros
- Control de vertidos
- Batida de fauna
- Restricciones temporales de las actividades de la obra

7.11. Adecuación de la infraestructura para permeabilidad para la fauna

Durante la fase de diseño se han establecido como elementos de permeabilidad para fauna los siguientes que deberán ser adaptados en todos los casos siguiendo las indicaciones dadas en el EsIA.

Las estructuras más idóneas para favorecer la permeabilidad del ferrocarril en relación a los desplazamientos de fauna analizados en el presente estudio, son los siguientes:

- Paso superior multifuncional: pasos superiores para caminos/carreteras, adaptados para que también los pueda usar la fauna
- Paso inferior multifuncional: pasos inferiores para caminos o caminos y drenajes, con bandas laterales adaptadas para que pueda usarlos la fauna.
- Drenaje adaptado para animales terrestres: marcos con adaptaciones especiales (banquetas laterales) para que la fauna los pueda usar, a pesar de que queden parcialmente inundadas por cursos o láminas de agua.
- Viaducto adaptado: viaducto multifuncional, utilizable como paso de fauna, conexión de hábitats de ambos márgenes de las vías, drenaje y usos antrópicos compatibles con la fauna, como el cruce de senderos, vías pecuarias o caminos.
- Drenaje adaptado para peces: estructuras por las que discurre un curso de agua permanente, que deben adaptarse para facilitar el paso de peces y otros animales acuáticos.
- Pasos para anfibios: estructuras de uso exclusivo para anfibios, que deben contar con un cerramiento específico.

7.12. Medidas para la protección de la Red Natura

- Medidas protectoras de los hábitats potencialmente afectados

Protección de los hábitats 1310 “Vegetación anual pionera con Salicornia y otras especies de zonas fangosas o arenosas”, 1320 “Pastizales de Spartina (Spartinion maritimae)” y 1410 “Pastizales salinos mediterráneos (Juncetalia maritimae)”

- Medidas protectoras de los taxones inventariados

Limitaciones temporales a las obras en las zonas en que sea previsible la presencia de taxones inventariados.

7.13. Medidas para la protección de los espacios naturales de interés

En fase de diseño, los espacios naturales de interés serán considerados como zonas de exclusión.

Medidas a tener en cuenta en fase de construcción. En el EsIA se proponer medidas específicas para tener en cuenta en estas zonas relativas a calidad del aire, suelos y geomorfología, calidad de las aguas, vegetación, y restauración e integración paisajística.

7.14. Medidas para la protección del patrimonio cultural

En el Apéndice 9 de “Estudio de Patrimonio Cultural” se desarrollan las medidas necesarias para prevenir las posibles afecciones sobre el patrimonio que se pudieran derivar de cada una de las alternativas en estudio.

Estas medidas son las siguientes para la fase de diseño:

- Prospección arqueológica superficial
- Incorporación de todos los elementos de patrimonio cultural a la cartografía de Proyecto

Medidas en fase de construcción:

- Realización de sondeos arqueológicos.
- Desbroces arqueológicos
- Vigilancia arqueológica durante los desbroces y movimientos de tierras.

7.15. Medidas para la protección y conservación de las vías pecuarias

Se llevará a cabo la reposición de las vías pecuarias afectadas en cumplimiento de lo establecido al respecto en los proyectos constructivos correspondientes.

7.16. Medidas para la integración paisajística

La restauración de un espacio o área afectada como consecuencia de la obra tiene por objeto llevar a cabo los trabajos necesarios para conseguir la integración de la infraestructura en el paisaje circundante y evitar o aminorar los procesos erosivos y la estabilización de los taludes creados, así como corregir los efectos negativos que se hayan producido.

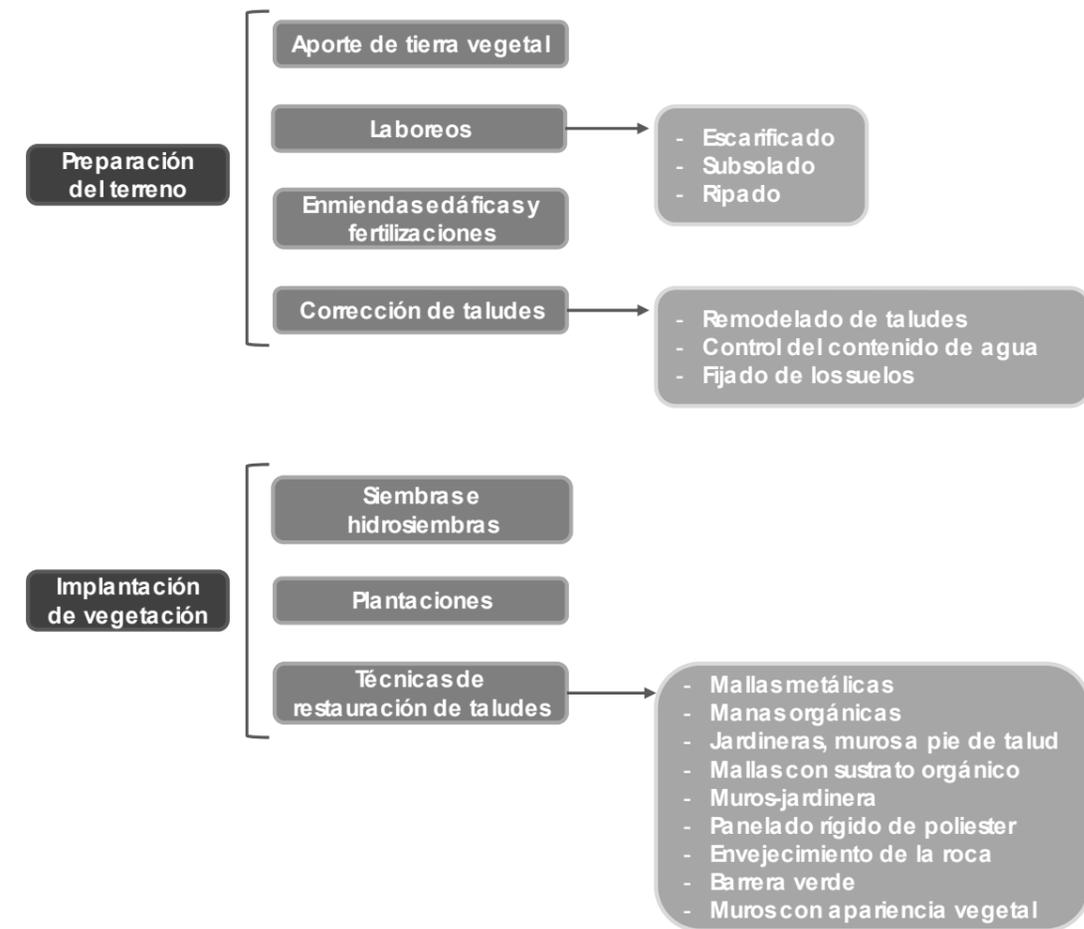
Los objetivos de la restauración pretenden la realización de diseños adecuados que permitan llevar a cabo las acciones, obras y medidas necesarias para la

estabilización de las superficies de las zonas alteradas por la ejecución del proyecto. Se pueden mencionar como algunos objetivos específicos o finalidades del proceso de restauración los siguientes (OTERO, ET AL. 1999):

Integración ambiental y paisajística de la obra en el medio.

- Estabilización de taludes y disminución de riesgo de erosión de taludes, desmontes y zonas anejas.
- Disminuir en lo posible la incidencia sobre la vegetación existente.
- Automantenimiento de la vegetación implantada a partir de un periodo de tiempo determinado, puesto que se procurará emplear especies propias de la zona o de similares características.
- Ocultar las vistas poco estéticas y crear un entorno agradable para los usuarios del ferrocarril.
- Conservación de la primera capa de suelo, en las zonas afectadas por la obra que posteriormente vayan a ser revegetadas.

A continuación, se muestra un breve esquema de las técnicas o tratamientos de restauración que pueden llevarse a cabo con objeto de corregir las afecciones que se hayan producido como consecuencia de la ejecución de las obras.



7.17. Medidas para la protección de la población

Con objeto de minimizar las afecciones que la circulación de trenes puede generar sobre la población, antes de la puesta en funcionamiento de la infraestructura debe ser aprobado el plan de emergencia en el que se valoren las situaciones de riesgo y las medidas a desarrollar en caso de accidente y de incidente.

7.18. Medidas para la protección de la productividad sectorial

- Restitución de servidumbres y mantenimiento de la permeabilidad territorial y reposición de servicios
- Restitución de servidumbres, mantenimiento de la permeabilidad territorial y reposición de servicios afectados
- Control de los movimientos de maquinaria
- Control de la superficie de ocupación

7.19. Medidas compensatorias

- Creación de humedales estacionales en préstamos
- Fomento de poblaciones de *Erica andevalensis*
- Fomento de poblaciones de *Marsilea strigosa*

7.20. Plan de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental tiene por objeto garantizar la correcta ejecución de las medidas protectoras y correctoras previstas, así como prevenir o corregir las posibles disfunciones con respecto a las medidas propuestas o a la aparición de efectos ambientales no previstos.

La ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental se llevará a cabo en dos fases diferentes, una primera, de verificación de los impactos previstos, y una segunda, de elaboración de un plan de control de respuesta de las tendencias detectadas.

8. Valoración económica

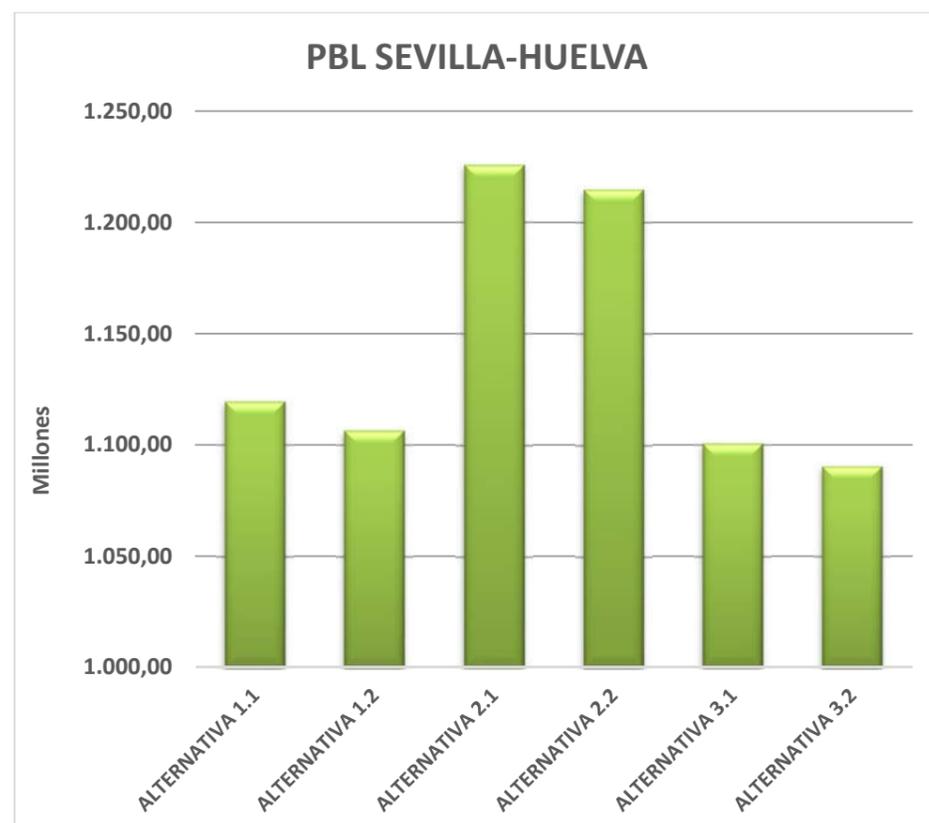
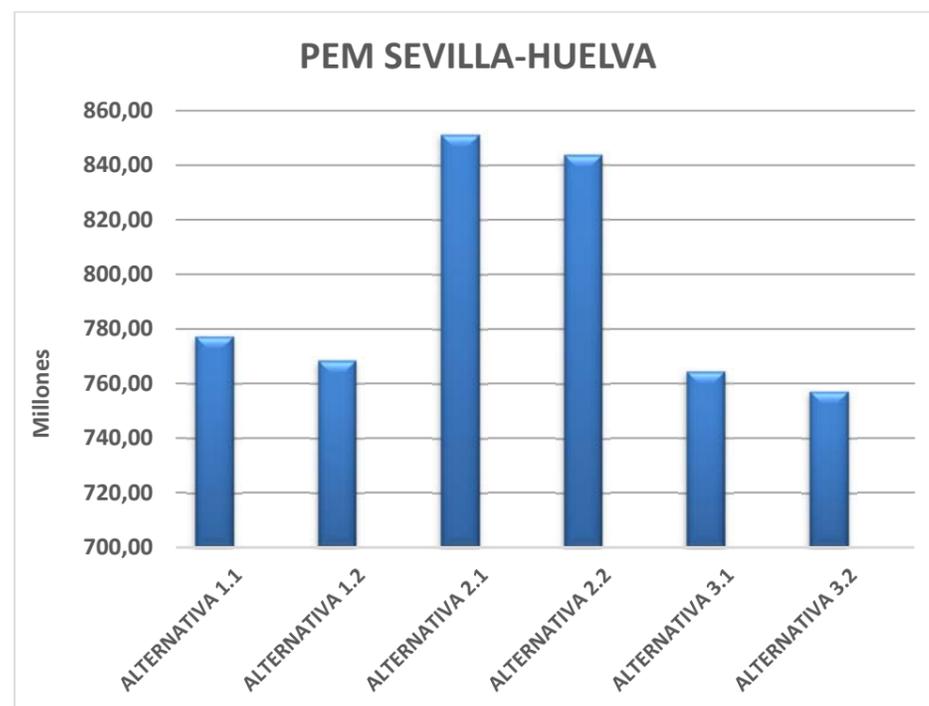
8.1. Cuadro de precios

Para la realización de la base de macroprecios se ha empleado la base de precios vigente BPGP-2011 v-2. En los casos en los que no se contaba con macroprecios definidos en dicha base, se han adoptado macroprecios aprobados en proyectos redactados recientemente. Los macroprecios utilizados se incluyen en el documento nº3 Valoraciones.

8.2. Valoración

La valoración económica de la Línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva, se ha estructurado en las 6 alternativas mencionadas en apartados anteriores, siendo el Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.) y el Presupuesto Base de Licitación (P.B.L.) de cada una de ellas el reflejado en la tabla siguiente.

	IMPORTE P.E.M.	IMPORTE P.B.L.
SEVILLA-HUELVA		
ALTERNATIVA 1.1	777.333.476,65 €	1.119.282.473,03 €
ALTERNATIVA 1.2	768.381.486,00 €	1.106.392.501,70 €
ALTERNATIVA 2.1	851.237.983,93 €	1.225.697.573,06 €
ALTERNATIVA 2.2	843.618.468,51 €	1.214.726.232,81 €
ALTERNATIVA 3.1	764.322.382,53 €	1.100.547.798,61 €
ALTERNATIVA 3.2	757.129.142,80 €	1.090.190.252,72 €





ESTUDIO INFORMATIVO LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD SEVILLA - HUELVA

CÓDIGO	CAPÍTULO	SUBTOTAL ACTUACIÓN						
		NUDO MAJARABIQUE	ALTERNATIVA 1.1	ALTERNATIVA 1.2	ALTERNATIVA 2.1	ALTERNATIVA 2.2	ALTERNATIVA 3.1	ALTERNATIVA 3.2
1	INFRAESTRUCTURA	4.025.294,81 €	72.274.090,51 €	74.244.618,50 €	68.544.098,32 €	71.661.865,94 €	67.849.830,84 €	70.036.737,21 €
2	SUPERESTRUCTURA	6.822.698,20 €	141.952.967,00 €	134.741.133,00 €	127.390.870,00 €	117.610.028,00 €	125.034.696,00 €	119.323.030,00 €
3	DRENAJE	1.049.891,09 €	16.020.646,13 €	15.603.402,13 €	14.430.986,75 €	14.066.428,25 €	15.574.302,13 €	15.214.343,88 €
4	TÚNELES	0,00 €	1.184.494,92 €	1.184.494,92 €	56.040.352,90 €	56.040.352,90 €	1.184.494,92 €	1.184.494,92 €
5	ESTRUCTURAS	36.580.610,00 €	148.217.513,50 €	162.845.395,50 €	214.792.378,00 €	233.052.050,00 €	193.242.043,00 €	207.894.925,00 €
6	INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES	0,00 €	134.000.000,00 €	117.000.000,00 €	134.000.000,00 €	117.000.000,00 €	134.000.000,00 €	117.000.000,00 €
7	ELECTRIFICACIÓN	1.671.213,90 €	44.473.194,12 €	42.918.381,95 €	47.205.123,35 €	45.495.490,70 €	44.525.673,90 €	42.970.900,95 €
8	SERVICIOS AFECTADOS	874.332,02 €	7.965.246,78 €	7.690.838,69 €	4.036.349,06 €	3.750.527,94 €	5.664.361,08 €	5.395.215,50 €
9	REPOSICIÓN DE VIALES	85.514,10 €	7.544.703,35 €	7.088.904,86 €	4.427.989,07 €	3.864.837,96 €	5.592.026,96 €	5.378.805,16 €
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS	774.121,70 €	11.147.473,10 €	11.098.778,30 €	9.057.450,60 €	8.995.793,40 €	9.559.850,30 €	9.511.170,90 €
11	INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y GESTIÓN DE RESIDUOS	0,00 €	56.146.580,04 €	58.532.360,30 €	26.869.856,20 €	28.467.067,21 €	27.103.289,74 €	29.009.858,25 €
12	IMPREVISTOS	5.188.367,58 €	64.092.690,94 €	63.294.830,81 €	70.679.545,43 €	70.000.444,23 €	62.933.056,89 €	62.291.948,18 €
13	SEGURIDAD Y SALUD	1.141.440,87 €	14.100.392,01 €	13.924.862,78 €	15.549.499,99 €	15.400.097,73 €	13.845.272,52 €	13.704.228,60 €
SUBTOTAL ACTUACIÓN		58.213.484,26 €	719.119.992,39 €	710.168.001,74 €	793.024.499,67 €	785.404.984,25 €	706.108.898,27 €	698.915.658,54 €

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL Y PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN
(SUBT.ALTERNATIVA X.X + SUBT. NUDO MAJARABIQUE)

	ALTERNATIVA 1.1	ALTERNATIVA 1.2	ALTERNATIVA 2.1	ALTERNATIVA 2.2	ALTERNATIVA 3.1	ALTERNATIVA 3.2
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	777.333.476,65 €	768.381.486,00 €	851.237.983,93 €	843.618.468,51 €	764.322.382,53 €	757.129.142,80 €
GASTOS GENERALES (13%)	101.053.351,96 €	99.889.593,18 €	110.660.937,91 €	109.670.400,91 €	99.361.909,73 €	98.426.788,56 €
BENEFICIOS INDUSTRIALES (6%)	46.640.008,60 €	46.102.889,16 €	51.074.279,04 €	50.617.108,11 €	45.859.342,95 €	45.427.748,57 €
SUMA	925.026.837,21 €	914.373.968,34 €	1.012.973.200,88 €	1.003.905.977,53 €	909.543.635,21 €	900.983.679,93 €
IVA (21%)	194.255.635,81 €	192.018.533,35 €	212.724.372,18 €	210.820.255,28 €	191.004.163,39 €	189.206.572,79 €
PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN	1.119.282.473,03 €	1.106.392.501,70 €	1.225.697.573,06 €	1.214.726.232,81 €	1.100.547.798,61 €	1.090.190.252,72 €

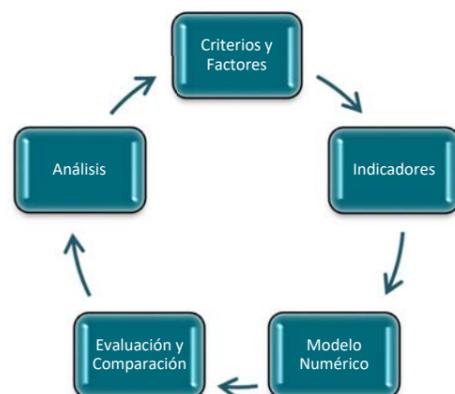
9. Análisis multicriterio

La realización del Multicriterio tiene como objeto identificar y realizar un análisis comparativo de las distintas alternativas estudiadas, con el fin de seleccionar aquellas que presentan un mayor nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y que, en consecuencia, se propondrán para su desarrollo en fases posteriores.

9.1. Descripción general de la metodología de análisis

La metodología de análisis que conduce a la selección de la alternativa óptima en el Estudio de Alternativas de la línea de Alta Velocidad Sevilla - Huelva se ha basado en el desarrollo del siguiente proceso:

- Determinación de los criterios, factores y conceptos simples más adecuados para valorar el nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y del grado de integración en el medio de cada alternativa.
- Obtención de los indicadores que permitan la valoración cuantitativa de las alternativas con respecto a estos criterios.
- Obtención del modelo numérico que permite sintetizar las valoraciones parciales en un solo índice aplicando coeficientes de ponderación o pesos que permitan graduar la importancia de cada criterio.
- Aplicación de procedimientos de análisis basados en el modelo numérico obtenido y que, empleando diversos criterios de aplicación de pesos, permitan la evaluación y comparación de alternativas.



Las actuaciones llevadas a cabo en cada una de las fases de este proceso se describen seguidamente.

Tras la obtención del modelo numérico se deben evaluar las alternativas de forma global, empleando procedimientos que permitan aplicar los coeficientes de ponderación necesarios sin distorsionar los resultados. Estos procedimientos son los siguientes:

- **Análisis de robustez:** Consiste en aplicar todas las combinaciones posibles de pesos a todos los criterios comprendidos en el modelo numérico anterior, obteniéndose el número de veces que cada alternativa resulta ser óptima. Este procedimiento es el más desprovisto de componentes subjetivos, y pone de relieve qué alternativas presentan mejor comportamiento general con los criterios marcados.
- **Análisis de sensibilidad:** Consiste en aplicar el mismo procedimiento que en el análisis de robustez pero limitando los valores posibles de cada peso a un cierto rango, de manera que se intenta ir acercando las ponderaciones de los criterios a las que el analista considera más apropiadas por las características de la zona de estudio. Se evita así tomar en consideración en el análisis ponderaciones extremas que podrían distorsionarlo. De esta forma se mantiene aún un gran nivel de objetividad en los resultados.
- **Análisis de preferencias:** Es el método PATTERN tradicional, y consiste en aplicar pesos a cada criterio de tal forma que respondan a un orden de preferencias relativas que se propone como más adecuado para evaluar la actuación.

Atendiendo a los objetivos fijados para la actuación y a las características del medio social y ambiental en el que ésta se desarrolla, se ha estimado conveniente valorar las alternativas considerando los siguientes criterios: y pesos

- Medio Ambiente 0,30
- Vertebración Territorial 0,20
- Funcionalidad 0,25
- Inversión 0,25

Se definen a continuación los factores que se han analizado para cada uno de los criterios principales, así como los pesos adjudicados a cada uno de ellos.

CRITERIOS		FACTORES	
Medioambiente	0,30	Calificación Medioambiental	1,0
Vertebración Territorial	0,20	Planeamiento	0,8
		Criterios Geotécnicos	0,2
Inversión	0,25	Tasa Interna de Retorno (TIR)	0,6
		PEM (Millón €)	0,4
Funcionalidad	0,25	Con parada en La Palma del Condado (h)	0,5
		Sin parada en La Palma del Condado (h)	0,5

9.2. Resultado análisis multicriterio

Se ha realizado un análisis multicriterio con el objetivo de definir la solución óptima a desarrollar en las siguientes etapas.

Como se puede observar de los resultados obtenidos en el Anejo nº 17 Identificación y selección de alternativas, para el ámbito **entre Sevilla y Huelva** se observa que el análisis de preferencias indica que hay una alternativa que destaca por encima del resto y es la Alternativa 3.1, seguida por la alternativa 3.2. El análisis de robustez y sensibilidad confirma este extremo, estando el resto de alternativas más alejadas de estas dos.

10. Resumen y conclusiones

La línea de Alta Velocidad Sevilla-Huelva ya estaba prevista en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transportes 2005-2020 (PEIT), consistiendo en la construcción de una nueva línea ferroviaria de alta velocidad de doble vía, electrificada con ancho internacional entre Sevilla y Huelva, dando continuidad al actual servicio existente entre Madrid y Sevilla.

El PEIT ha sido objeto de revisión por el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, definido para un horizonte 2012-2024 (PITVI), planteándose un nuevo marco de referencia al haberse tenido en cuenta, los cambios significativos acaecidos en el entorno socioeconómico en los últimos años y la nueva definición de la Red Transeuropea de Transporte de diciembre 2013. Dentro de las inversiones planificadas en el PITVI para líneas ferroviarias de alta velocidad se encuentra la Línea Sevilla – Huelva – Frontera Portuguesa.

El objeto del presente documento ha sido analizar las posibles soluciones en el tramo Sevilla - Huelva con un diseño de línea de alta velocidad.

El Estudio se ha desarrollado en una única fase 1:5.000, con el desarrollo completo de seis alternativas con la recopilación de información existente, análisis funcional, y una caracterización temática de las mismas para poder realizar la propuesta de una de ellas una vez aplicado un análisis multicriterio.

El estudio se ha ejecutado con el doble objeto de mantener los aspectos más beneficiosos detectados en las soluciones incluidas en estudios y proyectos previos y resolver todas las peticiones efectuadas por el MAPAMA sobre el nuevo corredor de Alta Velocidad en 2017.

10.1. Condicionantes de partida

Los condicionantes de partida y criterios de diseño de dichas alternativas son los siguientes:

- Nueva vía de Alta Velocidad entre Sevilla y Huelva
- Velocidad de diseño de 350 km/h
- Ancho estándar

- Alimentación en c.a. sistema 2x25 kV
- No se consideran paradas intermedias salvo para las alternativas que pasan por La Palma del Condado
- Ausencia de cruces a nivel con otras infraestructuras
- Alejarse de las poblaciones en las que no está prevista parada
- Estudio de una nueva conexión con la LAV Madrid Sevilla a la altura del nudo ferroviario de Majarabique

10.2. Características fundamentales de las alternativas

Para la definición geométrica del trazado de la línea de Alta Velocidad se han considerado los parámetros recogidos en la Norma IGP-3 (2011 v-2) para tráfico de viajeros, no obstante, al ser la pendiente máxima normal utilizada de 15 milésimas, se podría contemplar la posibilidad de circulaciones de composiciones de mercancías

En lo que se refiere a velocidades de proyecto, con objeto de dotar al modo ferroviario de mayores prestaciones y menores tiempos de recorrido, se ha establecido una velocidad de diseño de 350 km/h. No obstante, para las conexiones con la LAV Madrid Sevilla, las zonas donde el nuevo trazado discurre paralelo al FC actual, y en el final del tramo las velocidades de diseño se han reducido para adaptarse a los condicionantes del entorno.

Para la electrificación de la línea se propone el sistema 2 x 25 kV c.a., 50 Hz, con catenaria CA-350 que es el habitual para las nuevas líneas de alta velocidad. Se requerirá la instalación de una serie de centros de autotransformación a lo largo de la línea y dos nuevas subestaciones eléctricas de tracción a 400 kV para las que se han definido las posibles ubicaciones consensuadas con Red Eléctrica Española (REE).

En cuanto a las instalaciones de señalización y comunicaciones, se propone dotar a la línea con un sistema de Bloqueo de Señalización Lateral (B.S.L.), sistema de gestión del tráfico ERTMS N2 con ASFA como respaldo, sistemas de comunicaciones GSMR, SDH e IP/MPLS, videovigilancia y red de distribución de

energía en 750 V c.a. para suministro de energía a las instalaciones de seguridad y comunicaciones.

10.3. Análisis multicriterio y selección de la alternativa más idónea

Atendiendo a los objetivos fijados para la actuación y a las características del medio social y ambiental en el que ésta se desarrolla, se ha valorado las alternativas considerando los siguientes criterios y pesos:

CRITERIOS		FACTORES	
Medioambiente	0,30	Calificación Medioambiental	1,0
Vertebración Territorial	0,20	Planeamiento	0,8
		Criterios Geotécnicos	0,2
Inversión	0,25	Tasa Interna de Retorno (TIR)	0,6
		PEM (Millón €)	0,4
Funcionalidad	0,25	Con parada en La Palma del Condado (h)	0,5
		Sin parada en La Palma del Condado (h)	0,5

El modelo resultante para la aplicación del análisis multicriterio, ha resultado como se expone a continuación:

	Alternativa 1.1	Alternativa 1.2	Alternativa 2.1	Alternativa 2.2	Alternativa 3.1	Alternativa 3.2
Medioambiente	0,00	0,00	0,36	0,64	1,00	1,00
Vertebración Territorial	0,29	0,95	0,00	0,82	1,00	0,71
Inversión	0,91	0,44	0,45	0,00	1,00	0,50
Funcionalidad	0,00	0,69	0,32	1,00	0,23	0,97

Aplicando los pesos que se han calibrado para cada criterio de acuerdo a las preferencias subjetivas consideradas, considerando como prioritario el factor medioambiental con 0.3 de peso, seguido por inversión y funcionalidad con 0.25 y vertebración territorial con 0.2 de factor de influencia, obtenemos:

PREFERENCIAS		Alternativa 1.1	Alternativa 1.2	Alternativa 2.1	Alternativa 2.2	Alternativa 3.1	Alternativa 3.2
Medioambiente	0,30	0,00	0,00	0,36	0,64	1,00	1,00
Vertebración Territorial	0,20	0,29	0,95	0,00	0,82	1,00	0,71
Inversión	0,25	0,91	0,44	0,45	0,00	1,00	0,50
Funcionalidad	0,25	0,00	0,69	0,32	1,00	0,23	0,97
Valoración		0,28	0,47	0,30	0,60	0,81	0,81
Valoración (0,1)		0,35	0,58	0,37	0,75	1,00	1,00

En este caso las alternativas 3 (3.1 y 3.2) son las que obtienen mejores puntuaciones en el análisis, debido al mayor número de valores óptimos, seguida por la alternativa 2.2.

✓ **Análisis de Robustez**

	Alternativa 1.1	Alternativa 1.2	Alternativa 2.1	Alternativa 2.2	Alternativa 3.1	Alternativa 3.2
Número de máximos	0	6	0	16	159	106
	0%	2%	0%	6%	55%	37%

En este caso la que obtiene un mayor porcentaje de máximos es la alternativa 3.1 con un 55%, seguida de la alternativa 3.2 con un 37%.

✓ **Sensibilidad**

	Alternativa 1.1	Alternativa 1.2	Alternativa 2.1	Alternativa 2.2	Alternativa 3.1	Alternativa 3.2
Número de máximos	0	0	0	0	212	133
	0%	0%	0%	0%	61%	39%

En este caso la alternativa 3.1 obtiene un 61% de los máximos y la alternativa 3.2 el 39% restante, con un total de 345 combinaciones de pesos

✓ **Alternativa seleccionada**

Como se puede observar de los resultados obtenidos en el ámbito entre Sevilla y Huelva se observa que el análisis de preferencias indica que hay dos alternativas que destacan por encima del resto y son las Alternativas 3 (3.1 y 3.2). El análisis de robustez y sensibilidad confirma este extremo, estando el resto de alternativas más alejadas de estas dos.

Desde el punto de vista medioambiental las alternativas 1 (1.1 y 1.2) son las que presentan un peor comportamiento, al discurrir su trazado próximo al BIC de San Juan del Puerto, así como a las marismas del Río Tinto, lo cual justifica el mayor número de impactos severos en relación al resto de las alternativas, siendo las alternativas 3 (3.1 y 3.2) las que mejores puntuaciones obtienen en este aspecto.

También, es reseñable que la alternativa 2.1 tiene la peor puntuación en el análisis de la vertebración territorial, seguida de la alternativa 1.1, debido a la mayor superficie de suelo urbano afectado a lo largo de sus respectivos trazados. En lo referente a la inversión, las alternativas 2 (2.1 y 2.2) reflejan la peor puntuación fundamentalmente por la presencia del túnel de La Muela, necesario para atravesar la complicada orografía, con una longitud de 1.850 m, exclusivo de estas, siendo en este aspecto la mejor valorada la alternativa 3.1 seguida de la alternativa 1.1.

Desde el punto de vista de la funcionalidad (tiempos de viaje), las alternativas cuyo trazado discurre por La Palma del Condado y tienen parada en la estación intermedia (1.1, 2.1 y 3.1) presentan tiempos de recorrido más elevados, por lo que obtienen peores valores en comparación con las alternativas (1.2, 2.2 y 3.2) cuyo trazado se desarrolla al norte de dicha población, evitando, por tanto, el paso (mayor desarrollo) y la parada prevista en La Palma del Condado. En este aspecto, la mejor valorada es la alternativa 2.2 debido a que no considera parada en la estación intermedia de La Palma del Condado y su trazado, más adecuado para una línea de alta velocidad, permite obtener tiempos de recorrido menores al del resto de alternativas, seguido muy de cerca por la alternativa 3.2, que tampoco realiza parada, con una puntuación de 0,97.

Todo lo anteriormente expuesto, parece confirmar que las alternativas 3.1 y 3.2 son las más destacadas ya que presentan el mejor equilibrio entre los factores analizados referidos a: medioambiente, vertebración territorial, inversión y funcionalidad. Pero hay que resaltar que la alternativa 3.1, aparte de ser la mejor

valorada, ofrecerá mayor beneficio social para la región, captando con la parada propuesta en la nueva estación de La Palma del Condado, una demanda potencial, ofreciendo así amplias expectativas para el desarrollo del sector económico y social. Por tanto, como resultado del análisis realizado en este Estudio Informativo, se propone la alternativa 3.1 para ser desarrollada en la fase posterior

Madrid, marzo de 2018

REPRESENTANTE DE LA
ADMINISTRACIÓN

INGENIERO AUTOR DEL ESTUDIO
INFORMATIVO

Fdo: D. Manuel Abraham Liébana Hermoso

Fdo: D^a. María Luisa de la Hoz Alcalde