MEMORIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO 1

2. ANALISIS DE LA SITUACION DE PARTIDA 3

2.1. ANTECEDENTES 3

2.2. ITINERARIOS ACTUALES SEVILLA – MÁLAGA. SITUACIÓN ACTUAL 3

2.3. RED FERROVIARIA EN EL ENTORNO DE LA ACTUACIÓN 4

2.3.1. Alta Velocidad 4

2.3.2. Red convencional 7

2.3.3. Esquema funcional actual 8

3. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LA ACTUACIÓN 9

3.1. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS Y COMERCIALES 9

3.2. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y CRITERIOS DE DISEÑO 9

4. PROCESO METODOLÓGICO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS 10

4.1. PROCESO METODOLÓGICO 10

4.2. ORGANIZACIÓN Y CONCLUSIONES. FASE A. 10

4.2.1. Resumen del análisis de las alternativas preliminares 11

4.2.2. Conclusiones de la Fase A 11

5. FASE B (1/5.000). PRINCIPALES ESTUDIOS TEMÁTICOS 13

5.1. CARTOGRAFÍA 13

5.2. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE 13

5.2.1. Climatología 13

5.2.2. Hidrología 15

5.2.3. Drenaje 17

5.3. GEOLOGÍA, GEOTÉCNICA Y ESTUDIO DE MATERIALES 19

5.3.1. Marco geológico 19

5.3.2. Sismicidad 19

5.3.3. Estudio de materiales 20

5.3.4. Geotecnia 21

5.3.5. Avance de Geotecnia de cimentación de estructuras. Tipología de cimentaciones 23

5.4. TRAZADO 25

5.4.1. Criterios de diseño 25

5.4.2. Parámetros de trazado 25

5.4.3. Descripción del trazado 28

5.5. SECCIÓN TIPO Y SUPERESTRUCTURA 31

5.6. TIEMPOS DE RECORRIDO 33

5.7. ELECTRIFICACIÓN 37

5.8. INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES 39

5.9. ESTRUCTURAS 41

5.9.1. Alternativa A 41

5.9.2. Alternativa C 42

5.10. REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRE VIALES 44

5.11. SERVICIOS Y SERVIDUMBRES AFECTADOS 47

5.12. AFECCIONES FERROVIARIAS 49

5.12.1. Alternativa A 49

5.12.2. Alternativa C 50

5.13. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y ADMINISTRACIONES 50

5.14. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO Y EXPROPIACIONES 53

5.14.1. Planeamiento Urbanístico 53

5.14.2. Expropiaciones 53

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 54

6.1. INVENTARIO AMBIENTAL 54

6.2. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS 55

6.3. PROPUESTA DE MEDIDAS 57

6.4. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) 59

6.5. VALORACIÓN ECONÓMICA 59

6.6. DOCUMENTO DE SÍNTESIS 59

7. ANÁLISIS MULTICRITERIO 59

7.1. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS MULTICRITERIO 59

7.2. CRITERIOS DE VALORACIÓN 59

7.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MULTICRITERIO 60

7.3.1. Análisis de robustez 60

7.3.2. Análisis de sensibilidad 60

7.3.3. Análisis de preferencias 60

7.4. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS 61

8. VALORACIÓN ECONÓMICA 61

9. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL ESTUDIO 63

10. RESUMEN Y CONCLUSIONES 64

11. PROPUESTA DE APROBACIÓN 64

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

Con fecha el 26 de septiembre de 2012 el Ministerio de Fomento presenta el Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI). El **PITVI** proporciona una visión estratégica del sistema de transportes y vivienda con el horizonte temporal del año 2024.

Como **criterio fundamental de actuación**, el citado Plan fija como prioridad la respuesta a las necesidades reales actualmente existentes con la mayor eficacia y aprovechamiento posible de los recursos disponibles.

En este contexto, el PITVI se estructura en tres grandes programas de actuación para cada uno de los modos de transporte, entre los cuales se encuentra el **modo de transporte ferroviario**. Los **objetivos** que se plantean para el mismo son: la eficiencia; el desarrollo económico; la movilidad sostenible; la cohesión y accesibilidad territorial y la integración funcional

Fuente: Propuesta Española de desarrollo de la Red Transeuropea de Transporte. Ministerio de Fomento

El objeto del presente Estudio Informativo es conectar las Líneas de Alta Velocidad Madrid – Sevilla y Córdoba – Málaga mediante un ramal directo de enlace (bypass) en el entorno de Almodóvar del Río, de modo que se evite el recorrido adicional hasta Córdoba y la inversión de marcha en la estación, disminuyendo por tanto los tiempos de viaje actuales en la relación Sevilla-Málaga y en la futura Sevilla-Granada, a través de la red de Alta Velocidad.

Mediante este ramal se conseguiría una reducción importante de los tiempos de viaje (en torno a los 20 minutos), con lo que las relaciones de Sevilla con Málaga y Granada pasarían a realizarse en 1h35m y 1h45m respectivamente, tiempos muy competitivos para mejorar significativamente la captación de viajeros por el ferrocarril.

Además de esta reducción de tiempos, la construcción del ramal ayudaría a disminuir la congestión del sector de ancho de vía estándar UIC en la estación de Córdoba y sus andenes, y los movimientos en la cabecera sur de dicha estación.

Por tanto, la construcción de una conexión en Almodóvar, **para permitir la creación de itinerarios directos Sevilla-Málaga/Granada sin entrar en Córdoba**, constituye una actuación que con una inversión acotada puede aportar un gran valor al sistema ferroviario

De esta forma, el Ministerio de Fomento ha encomendado a INECO la redacción de un nuevo documento, el ***Estudio Informativo de la conexión entre las líneas de Alta Velocidad Madrid-Sevilla y Córdoba-Málaga en el entorno de Almodóvar del Río.***

Tras el análisis de la normativa ambiental de aplicación, Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación de impacto ambiental, se concluye que el "Estudio informativo de la conexión de las líneas de alta velocidad Madrid – Sevilla y Córdoba – Málaga en el entorno de Almodóvar del Río" podría considerarse dentro del supuesto referido en el artículo 7.2.a. de la norma.

A priori, el proyecto se encuentra enmarcado en el anexo II. Grupo 7. Proyectos de infraestructuras. Apartado c) Construcción de vías ferroviarias y de instalaciones de transbordo intermodal y de terminales intermodales de mercancías (proyectos no incluidos en el anexo I). Por ello, el proyecto podría ser susceptible de ser objeto de evaluación de impacto ambiental simplificada.

Sin embargo, según el artículo 7. 1 d), serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor. Por tanto, este documento se redacta en aplicación del citado artículo.

El presente Estudio Informativo se ha estructurado en tres fases:

- La primera fase de estudios previos –**Fase A**-. Entre las actividades a realizar en la primera fase del trabajo se encuentran: la recopilación de datos básicos, diagnóstico de la situación actual, análisis de estudios anteriores y la determinación de los objetivos básicos de la actuación con el objeto de realizar una primera selección de alternativas.

- En la segunda fase, -**Fase B**-, se utiliza una cartografía a escala 1:5.000; se lleva a cabo una caracterización más detallada de las alternativas seleccionadas en la fase anterior realizando el Estudio de Impacto Ambiental de cada solución propuesta.

- En la tercera fase del trabajo -**Fase C**- los estudios realizados junto con los Estudios de Impacto Ambiental correspondientes se someterán a los preceptivos procesos de Información Pública y Audiencia de administraciones, establecidos en la legislación sectorial y medioambiental.

Esta Memoria describe los trabajos efectuados en las dos primeras fases del Estudio Informativo citadas anteriormente, **Fase A y Fase B (1:5.000)**, en la que se realiza una caracterización más detallada de las alternativas seleccionadas, un multicriterio entre ellas con el objetivo de seleccionar las más adecuadas, y un Estudio de Impacto Ambiental de las alternativas.

2. ANALISIS DE LA SITUACION DE PARTIDA

2.1. ANTECEDENTES

El principal antecedente técnico del presente documento es

- Aprobación de la Orden de Estudio, de 7 de noviembre de 2014, para la elaboración del presente Estudio Informativo.
- Encomienda de Gestión de la Dirección General de Ferrocarriles (este Centro Directivo desapareció el 1 de abril de 2015, de forma que las competencias en materia de planificación ferroviaria han pasado a ser ejercidas por la Subdirección General de Panificación Ferroviaria de la Secretaría General de Infraestructuras) a la Sociedad Ingeniería y Economía del Transporte S.A. (INECO)

2.2. ITINERARIOS ACTUALES SEVILLA – MÁLAGA. SITUACIÓN ACTUAL

Los itinerarios ferroviarios Sevilla – Málaga se prestan actualmente mediante 2 tipos de servicios:

Servicio Avant

Utiliza las 2 LAVs anteriormente citadas (Madrid-Sevilla y Córdoba-Málaga), con parada obligada en Córdoba (con 6 frecuencias diarias por sentido).

Tiempo de viaje: 1 hora y 55 minutos (en los que se incluye el retroceso en la estación de Córdoba).

Precio: 43,60 € en tarifa general y 34,90 € por sentido en ida y vuelta (no existen abonos)

En el año 2014 transportó un total de 823.500 viajeros

Actualmente el Avant transporta entre Sevilla y Córdoba y entre Córdoba y Puente Genil, Santa Ana y Málaga a un 82,03% de sus clientes. El número de viajeros en en el origen-destino Sevilla-Málaga es de 98.387, que representa solo al 11,94% de los clientes de este corredor Avant.

Está previsto que este servicio pueda extenderse a la relación Sevilla-Granada, que actualmente se sirve con trenes diésel a través de la línea convencional Utrera-Pedrera-Bobadilla en 3 horas y 10 minutos con 4 frecuencias por sentido, una vez entre en servicio la Línea de Alta Velocidad entre Antequera y Granada, actualmente en construcción.

Servicio Media Distancia

Utiliza la línea convencional Utrera – Pedrera - Bobadilla con 5 frecuencias diarias por sentido

Tiempo de viaje: 2 horas y 35 minutos.

Precio: 24,10 € en tarifa general y 19,30 € por sentido en ida y vuelta (no existen abonos)

En el año 2014 transportó un total de 449.300 viajeros

El número de viajeros en el origen destino Sevilla y Málaga es de 192.836, lo que supone el 42,91% de la relación. El factor precio, más que el de tiempo de viaje, parece el dominante a la hora de la elección entre los servicios de Media Distancia o Avant.

No obstante, en la ejecución del by pass objeto de este Estudio Informativo, se conseguirá una mejora muy importante de los tiempos de viaje de los servicios Avant (red de Alta Velocidad) lo que resultará decisivo para la potenciación de estos servicios.

2.3. RED FERROVIARIA EN EL ENTORNO DE LA ACTUACIÓN

2.3.1. Alta Velocidad

El acceso ferroviario de Alta Velocidad desde el centro de la Península a Andalucía se realiza en la actualidad por:

- la Línea de Alta Velocidad Madrid – Sevilla, construida en los años 80 y 90 y poniéndose en servicio definitivo con Sevilla en 1992,
- la LAV Córdoba – Málaga, poniéndose en servicio con la capital malagueña en el año 2007.

La LAV Madrid – Sevilla y la LAV Córdoba - Málaga, ambas de vía doble en ancho 1.435 mm y electrificadas a 25 kV, 50Hz de CA, comparten unos 14 kilómetros de recorrido desde Córdoba (PK 343+700 de la LAV Madrid - Sevilla) hasta la Bifurcación de Almodóvar del Río (en torno al PK 358), enlace situado a unos 5 kilómetros al noreste de la localidad del mismo nombre. Es en dicha bifurcación donde, mediante un salto de carnero, la LAV Córdoba – Málaga inicia su nuevo trazado hacia Antequera y Málaga.

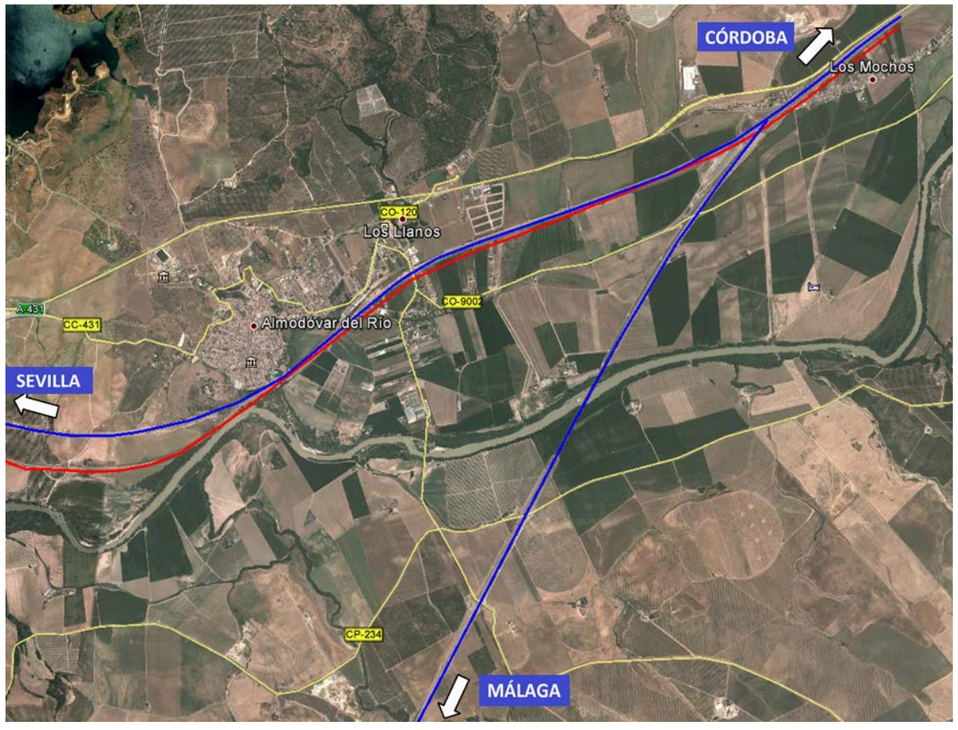


Imagen de la Bifurcación de Almodóvar del Río. Se observan las 2 LAV (en azul) y la Línea convencional (en rojo) en el entorno de la actuación.

La velocidad máxima en la LAV Madrid – Córdoba – Sevilla (Línea 010) en el entorno de Almodóvar es de 220-250 km/h, y para la LAV Córdoba – Málaga (Línea 030) de 265-300 km/h (al inicio de esta LAV). Asimismo las bandas de mantenimiento de las dos LAV son de 5 horas, de 0.00h a 5.00h, según se aprecia en las imágenes siguientes.

Línea 010 (sentido Par) — De : MADRID-PUERTA DE ATOCHA — a : SEVILLA-SANTA JUSTA — **Línea 010 (sentido Par)**

Bloqueo	Sit Km	V. Máx TIPO N	A	B	C	D	Dependencias	Dist Int	Rad
	331.6						KM. 331,573		
	334.7	200					BIF.CAMBIADOR ALCOLEA	3.1↓	
	335.2						KM. 335,196	0.5↓	
		160							
	343.1						KM. 343,131	7.9↓	
	343.7	90					CORDOBA-CENTRAL	0.5↓	
	344.3						KM. 344,314	0.6↓	
		150							
	345.0						KM. 344,955	0.6↓	
		200							
	346.2						KM. 346,228	1.3↓	
	358.0						BIF. MALAGA-A. V.	11.8↓	
		250							
	362.9						ALMODOVAR	5.0↓	
	363.6						KM. 363,569	0.6↓	G
↓BCA↓		220							
	368.9						KM. 368,859	5.3↓	
	387.1						HORNACHUELOS	18.3↓	
	408.9						PEÑAFLOR	21.8↓	
		250							
	426.1						GUADAJOZ	17.2↓	
	460.4						MAJARABIQUE	34.3↓	
	462.1						KM. 462,069	1.6↓	
		180							
	465.5						KM. 465,483	3.4↓	
		140							
	465.9						KM. 465,922	0.4↓	
		100							
	468.7						KM. 468,657	2.8↓	
		80							
	469.7						KM. 469,651	1.0↓	
		30							
	470.5						SEVILLA-SANTA JUSTA	0.8↓	

C.V.M. GRUPO 3° - Ed. 30/04/02 - An. 33 — Pág 3 de 3

010 010

Línea 030 (sentido Par) — De : BIF. MALAGA-A. V. — a : MARIA ZAMBRANO — **Línea 030 (sentido Par)**

Bloqueo	Sit Km	V. Máx TIPO N	A	B	C	D	Dependencias	Dist Int	Rad
	0.0						BIF. MALAGA-A. V.		
		220	220	220	220	220			
	0.8						KM. 0,804	0.9↓	①
		265	265	265	265	265	260 260 260 (*) KM 0,804 AL 2,144	(260)(260)	①
	2.1						KM. 2,144	1.3↓	
							275 275 275 VIA II KM 2,144 AL 5,098	(275)(275)	①
	7.7						LA MAROTA	5.6↓	
							290 290 290 (*) KM 9,102 AL 54,313	(290)(290)	①
	17.3						KM. 17,3	9.6↓	
	25.8						KM. 25,8	8.5↓	①
	34.6						SANTAELLA	8.8↓	①
	51.8						KM. 51,8	17.2↓	①
							270 270 270 (*) KM 54,313 AL 99,855	(270)(270)	G ①
↓BCA↓	61.4						PUENTE GENIL- HERRERA	9.6↓	
	82.5	300	300	300	300	300	KM. 82,5	21.0↓	①
	96.8						ANTEQUERA-SANTA ANA	14.3↓	①
							280 280 280 TUNEL KM 105,655 AL 107,462	(280)(280)	①
	108.6						B. N. TUNEL ABDALAJIS	11.8↓	
							270 270 270 (*) KM 108,879 AL 116,070	(270)(270)	①
	115.9						B. S. TUNEL ABDALAJIS	7.3↓	
							210 210 210 (*) KM 116,070 AL 137,671	(210)(210)	①
	121.4						ALORA-A. V.	5.5↓	
							290 290 290 TUNEL KM 125,537 AL 127,560	(290)(290)	
							290 290 290 TUNELES KM 128,787 AL 134,517	(290)(290)	①
	138.5						KM. 138,523	17.1↓	

C.V.M. GRUPO 3° - Ed. 30/04/02 - An. 34 — Pág 1 de 2

(*)Solo afecta a trenes que circulen al amparo del BCA o módulo STM.

030 030

Línea:	010 MADRID PTA. ATOCHA - SEVILLA STA. JUSTA
Tramo:	CORDOBA-CENTRAL - SEVILLA STA. JUSTA
Vigencia:	30/06/2010

Características :		Clasif.	A2	Kilómetros	127
Equip. trenes	☐ Tren Tierra ☑ GSM-R ☑ Asfa ☑ LZB ☐ Ertms 1 ☐ Ertms 2 ☐ Atp				
Descripción	Vía doble electrificada a 25 kv. con ancho UIC.				
Bloqueo	BCA				
B Mantenimto	De 0:00h a 5:00h.				
Condiciones de Acceso					

Cupos de surcos por tipo de tráfico :

Sentido : SEVILLA STA. JUSTA

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	MIC	MIC	MIC	MIC	MIC	MIC	-
VLD	0	1	14	14	14	14	14	14	85
VCR	0	1	10	10	10	10	10	10	61
Merc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot	0	2	24	24	24	24	24	24	146

Sentido : CORDOBA-CENTRAL

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	MIC	MIC	MIC	MIC	MIC	MIC	-
VLD	0	1	14	14	14	14	14	14	85
VCR	0	1	10	10	10	10	10	10	61
Merc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot	0	2	24	24	24	24	24	24	146

Tráfico real programado: [Estación de referencia: GUADAJOZ 23/12/2010 (J)]

Sentido : SEVILLA STA. JUSTA

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
I	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	2	2	2	1	1	0	2	1	3	2	0	1	23
R	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	9
Tot	1			0			3			7			7			4			7			4			33
NSat	- %			0 %			13 %			29 %			29 %			17 %			29 %			17 %			23

Sentido : CORDOBA-CENTRAL

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
I	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	2	1	1	1	1	0	3	0	2	2	1	1	1	0	23
R	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	9
Tot	0			1			6			7			4			4			8			3			33
NSat	- %			50 %			25 %			29 %			17 %			17 %			33 %			13 %			23

Tramo : 40 - 14/01/2011 13:53:51

Manual de Capacidades - Edición Diciembre 2010

Línea:	030 BIF. MALAGA-A.V. - MARIA ZAMBRANO
Tramo:	BIF. MALAGA-A.V. - ANTEQUERA-STA ANA
Vigencia:	30/06/2010

Características :		Clasif.	A2	Kilómetros	96.8
Equip. trenes	☐ Tren Tierra ☑ GSM-R ☑ Asfa ☑ LZB ☑ Ertms 1 ☐ Ertms 2 ☐ Atp				
Descripción	Vía doble electrificada a 25 kv. con ancho UIC.				
Bloqueo	BCA				
B Mantenimto	De 0:00h a 5:00h.				
Condiciones de Acceso					

Cupos de surcos por tipo de tráfico :

Sentido : ANTEQUERA-STA ANA

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-
VLD	0	1	18	18	18	18	18	18	109
VCR	0	1	6	6	6	6	6	6	37
Merc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot	0	2	24	24	24	24	24	24	146

Sentido : BIF. MALAGA-A.V.

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	BM	BM	ML	ML	ML	ML	ML	ML	-
VLD	0	1	18	18	18	18	18	18	109
VCR	0	1	6	6	6	6	6	6	37
Merc	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot	0	2	24	24	24	24	24	24	146

Tráfico real programado: [Estación de referencia: PTE GENIL-HERRE 23/12/2010 (J)]

Sentido : ANTEQUERA-STA ANA

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
I	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	0	1	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16
R	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	6
Tot	0			0			2			6			3			4			6			2			23
NSat	- %			0 %			8 %			25 %			13 %			17 %			25 %			8 %			16

Sentido : BIF. MALAGA-A.V.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
I	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	3	2	0	1	1	0	3	1	0	1	1	0	0	17
R	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	6
Tot	0			1			4			5			3			6			4			1			24
NSat	- %			50 %			17 %			21 %			13 %			25 %			17 %			4 %			16

Tramo : 10 - 14/01/2011 13:53:52

Manual de Capacidades - Edición Diciembre 2010

2.3.2. Red convencional

La Línea Convencional Alcázar de San Juan – Cádiz (Línea 400), en el entorno de la actuación se sitúa junto a la LAV Madrid – Sevilla paralela a ella por el sur.

Línea convencional junto a la LAV Madrid – Sevilla, tomada desde el paso superior situado en el PK 362+850 de ésta. Al fondo se observa la localidad de Almodóvar del Río.

La Línea 400 Alcázar de San Juan – Cádiz, en su tramo Córdoba Central – Lora del Río, consta de una única vía en ancho 1.668 mm electrificada a 3 kV, con señalización ASFA y tipo de bloqueo BAU con CTC. Cuenta con una velocidad máxima de 140 km/h (tipo N) a su paso por la estación de Almodóvar del Río, situada en el PK 463+107 de dicha Línea.

adif — ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

Línea:	400 ALCAZAR SAN JUAN - CADIZ
Tramo:	CORDOBA-CENTRAL - LORA DEL RIO
Vigencia:	30/06/2010

Características :		Clasif.	C1	Kilómetros	73.9
Equip. trenes	☑ Tren Tierra ☐ GSM-R ☑ Asfa ☐ LZB ☐ Ertms 1 ☐ Ertms 2 ☐ Atp				
Descripción	Vía única electrificada a 3 kv.				
Bloqueo	BAU con CTC				
B Mantenimto	De 10:30h a 13:30h.				
Condiciones de Acceso					

Cupos de surcos por tipo de tráfico :

Sentido : LORA DEL RIO

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	ML	ML	ML	BM	BM	ML	ML	ML	-
VLD	1	1	1	1	1	1	1	1	8
VCR	0	0	2	0	1	2	2	2	9
Merc	5	5	3	0	1	3	3	3	23
Tot	6	6	6	1	3	6	6	6	40

Sentido : CORDOBA-CENTRAL

	0-3 h	3-6 h	6-9 h	9-12 h	12-15 h	15-18 h	18-21 h	21-24 h	Tot
Mod	ML	ML	ML	BM	BM	ML	ML	ML	-
VLD	1	1	1	1	1	1	1	1	8
VCR	0	0	2	1	1	2	2	2	10
Merc	5	5	3	2	1	3	3	3	25
Tot	6	6	6	4	3	6	6	6	43

Tráfico real programado: [Estación de referencia: ALMODOVAR 23/12/2010 (J)]

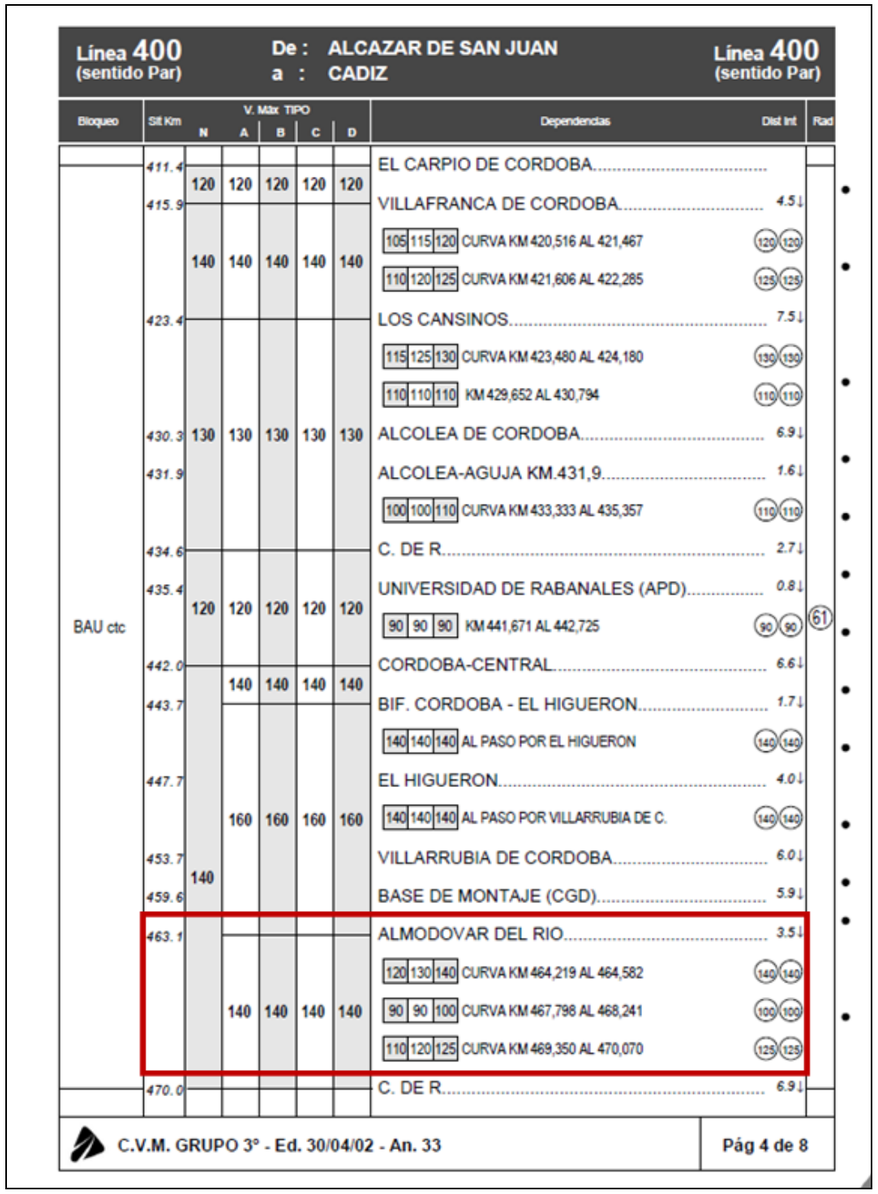
Sentido : LORA DEL RIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
G	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
R	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	6
Y	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Tot	3			1			2			1			1			1			4			1			14
NSat	50 %			17 %			33 %			100 %			33 %			17 %			67 %			17 %			35

Sentido : CORDOBA-CENTRAL

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Tot
G	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	6
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
R	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	6
Y	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tot	4			0			2			2			1			1			2			3			15
NSat	67 %			0 %			33 %			50 %			33 %			17 %			33 %			50 %			35

Características de la Línea 400 Alcázar de San Juan – Cádiz. Tramo Córdoba – Lora del Río



Línea 400 (sentido Par) — De : ALCAZAR DE SAN JUAN — a : CADIZ — Línea 400 (sentido Par)

Bloqueo	Sit Km	V. Máx TIPO N	A	B	C	D	Dependencias	Dist Int	Rad
	411.4	120	120	120	120	120	EL CARPIO DE CORDOBA		
	415.9						VILLAFRANCA DE CORDOBA	4.5↓	
		140	140	140	140	140	105 115 120 CURVA KM 420,516 AL 421,467 (120)(120)		
							110 120 125 CURVA KM 421,606 AL 422,285 (125)(125)		
	423.4						LOS CANSINOS	7.5↓	
							115 125 130 CURVA KM 423,480 AL 424,180 (130)(130)		
							110 110 110 KM 429,652 AL 430,794 (110)(110)		
	430.3	130	130	130	130	130	ALCOLEA DE CORDOBA	6.9↓	
	431.9						ALCOLEA-AGUJA KM.431,9	1.6↓	
							100 100 110 CURVA KM 433,333 AL 435,357 (110)(110)		
	434.6						C. DE R.	2.7↓	
	435.4						UNIVERSIDAD DE RABANALES (APD)	0.8↓	
BAU ctc		120	120	120	120	120	90 90 90 KM 441,671 AL 442,725 (90)(90)		(61)
	442.0						CORDOBA-CENTRAL	6.6↓	
			140	140	140	140			
	443.7						BIF. CORDOBA - EL HIGUERON	1.7↓	
							140 140 140 AL PASO POR EL HIGUERON (140)(140)		
	447.7						EL HIGUERON	4.0↓	
			160	160	160	160	140 140 140 AL PASO POR VILLARRUBIA DE C. (140)(140)		
	453.7	140					VILLARRUBIA DE CORDOBA	6.0↓	
	459.6						BASE DE MONTAJE (CGD)	5.9↓	
	463.1						ALMODOVAR DEL RIO	3.5↓	
							120 130 140 CURVA KM 464,219 AL 464,582 (140)(140)		
			140	140	140	140	90 90 100 CURVA KM 467,798 AL 468,241 (100)(100)		
							110 120 125 CURVA KM 469,350 AL 470,070 (125)(125)		
	470.0						C. DE R.	6.9↓	

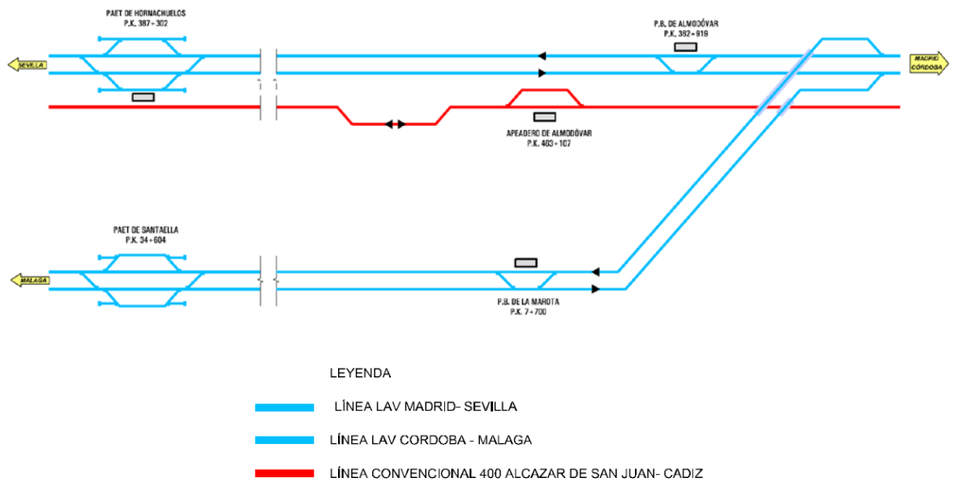
C.V.M. GRUPO 3° - Ed. 30/04/02 - An. 33 — Pág 4 de 8

Cuadro de velocidades máximas de la Línea 400 en el entorno de Almodóvar del Río

2.3.3. Esquema funcional actual

A continuación se adjunta un esquema de las 2 Líneas de Alta Velocidad y la Línea Convencional en el entorno de la actuación, donde se reflejan los puestos de banalización (PB), los puestos de adelantamientos y estacionamiento de trenes (PAET), estaciones y apeaderos cercanos, que condicionan de alguna manera el trazado y el análisis del ramal de enlace objeto del presente Estudio Informativo.

SITUACIÓN ACTUAL



3. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LA ACTUACIÓN

3.1. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS Y COMERCIALES

Los objetivos estratégicos del presente Estudio Informativo se concretan en:

- Establecer la conexión directa entre la LAV Madrid-Sevilla y la LAV Córdoba-Málaga mediante un ramal directo de vía única de modo que se evite el recorrido adicional hasta Córdoba y la inversión de marcha en la estación, disminuyendo por tanto los tiempos de viaje actuales en la relación Sevilla-Málaga y de la futura Sevilla-Granada.
- Asegurar la plena interoperabilidad entre las citadas líneas de alta velocidad.

En cualquier caso, la construcción de la conexión directa no obliga a suprimir todas las relaciones con parada intermedia en Córdoba, que podrían mantenerse parcialmente en función de las necesidades.

3.2. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y CRITERIOS DE DISEÑO

Para la consecución de los objetivos definidos, se deben considerar los siguientes criterios de diseño:

- Implantación de una vía única que permita la conexión entre ambas LAVs con características acordes al tráfico previsto.
- Diseño de la nueva infraestructura para velocidades mínimas de 100 Km/h.
- Pendiente máxima de 30 milésimas.
- Inexistencia de cruces a nivel.
- Dotación de instalaciones de electrificación, seguridad y comunicaciones acordes a las últimas tecnologías de alta velocidad, y compatibles con las infraestructuras existentes.
- Dotación de instalaciones técnicas que faciliten la explotación, complementarias de las ya existentes (PAET`s y PB`s).
- Adecuada inserción de las actuaciones en el territorio, considerando su compatibilidad con las actuaciones programadas por las distintas Administraciones.
- Máximo aprovechamiento de las infraestructuras, instalaciones y espacios ferroviarios existentes, aspecto este determinante, donde se buscará el mínimo desarrollo posible.
- Compatibilidad de las actuaciones con el mantenimiento de la funcionalidad de las numerosas infraestructuras presentes en la zona de estudio, especialmente viarias y ferroviarias, asegurándose en este último caso la compatibilidad de las obras con el mantenimiento del tráfico en las distintas líneas.

4. PROCESO METODOLÓGICO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

4.1. PROCESO METODOLÓGICO

El presente Estudio Informativo se desarrolla en tres fases:

- **Fase A:** Análisis de estudios anteriores, recopilación de datos básicos, determinación de los objetivos básicos de la actuación.
- **Fase B 1:5.000:** desarrollo, sobre cartografía a escala mínima 1/5.000 y dentro del corredor definido en la fase anterior, de las alternativas de trazado consideradas más apropiadas en función de las conclusiones obtenidas del análisis realizado en la Fase A y realización del Estudio de Impacto Ambiental de cada una de ellas.
- **Fase C:** Audiencia e Información Pública

4.2. ORGANIZACIÓN Y CONCLUSIONES. FASE A.

Para facilitar la toma de decisiones respecto a qué alternativas incluir en el presente Estudio Informativo, se analizaron una serie de opciones previas, a partir de las cuales se han obtenido las alternativas desarrolladas posteriormente.

En el Anejo 2.- "Alternativas previas. Fase A" se describen en detalle las alternativas desarrolladas en esta Fase A del presente Estudio Informativo, explicándose los escenarios temporales contemplados, los condicionantes existentes a tener en cuenta y las características o criterios de diseño a cumplir.

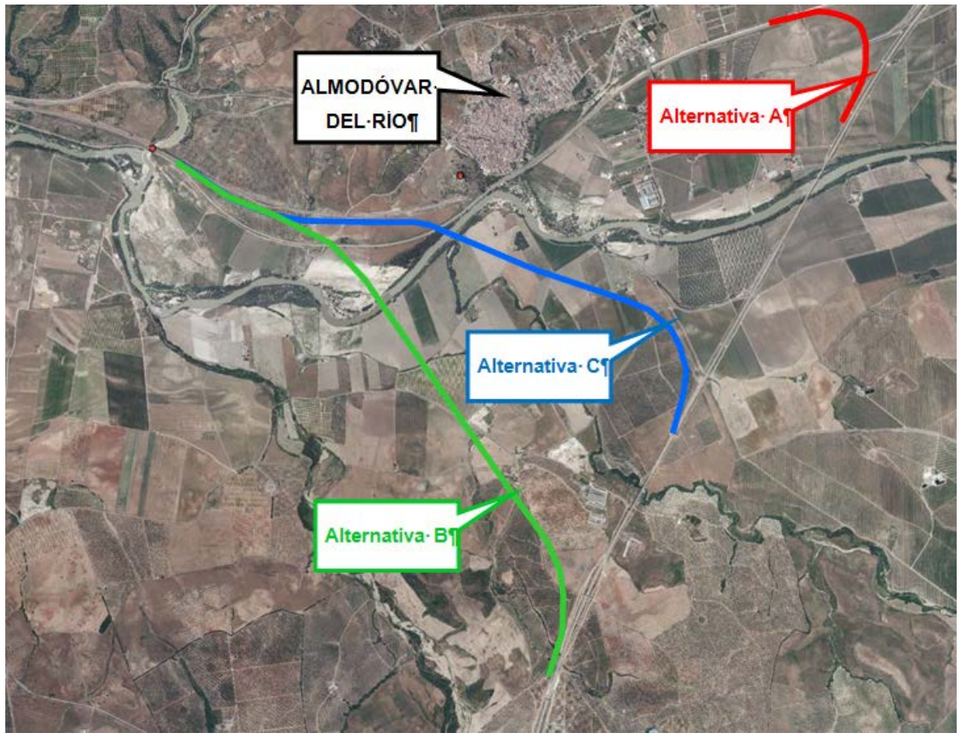
A la hora de plantear las alternativas iniciales, se han considerado los siguientes condicionantes:

- El trazado de las alternativas debe permitir la conexión entre las Líneas de Alta Velocidad existentes de modo que se evite el recorrido adicional hasta Córdoba y la inversión de marcha en la estación.
- Las alternativas deben disminuir los tiempos de viaje actuales.

Con estos condicionantes se han planteado **tres** alternativas iniciales para la realización de la conexión de distintas longitudes.

- Alternativa A: es la más corta, con una longitud de 1,9 km.
- Alternativa B: con una longitud de 6,2 km, es la de mayor longitud.
- Alternativa C: alternativa intermedia entre las dos anteriores. Tiene una longitud de 5,5 km.

En la imagen siguiente se muestra la situación de las tres alternativas iniciales.



4.2.1. Resumen del análisis de las alternativas preliminares

Tras realizar un análisis funcional, económico y medioambiental de las tres alternativas, se resumen sus ventajas e inconvenientes. Como se ha comentado anteriormente, el análisis completo puede consultarse en el Anejo 2 de esta memoria.

La alternativa A tiene una longitud de desarrollo mucho menor, evitando además el cruce sobre el Río Guadalquivir. Puede requerir desplazar la vía de la red convencional, pero en cualquier caso tiene un coste global de ejecución muy inferior al de las Alternativas B y C.

La Alternativa A permite aprovechar los puntos de banalización existentes en las dos líneas de Alta Velocidad, minimizando por tanto las afecciones a las mismas por la incorporación de tráficos con origen o destino el nuevo ramal de enlace. Las Alternativas B y C requieren, sin embargo, emplear puntos de banalización más alejados, generándose por tanto circulaciones en sentido contrario al preferente de circulación a lo largo de varios km en ambas líneas de Alta Velocidad y afectando por tanto a la capacidad de las mismas (salvo que se incorporen nuevos aparatos de vía que minimicen las circulaciones a contravía).

Desde el punto de vista de tramitación medioambiental, las Alternativas B y C presentan mayores afecciones que la Alternativa A, motivadas principalmente por el nuevo cruce sobre el LIC “Guadalquivir tramo medio”.

4.2.2. Conclusiones de la Fase A

Tomando como punto de partida las tres alternativas descritas en el epígrafe anterior y para facilitar la toma de decisiones respecto a las alternativas a incluir en el presente Estudio Informativo, se realizó una visita de campo con el fin de observar in situ el trazado de dichas alternativas.

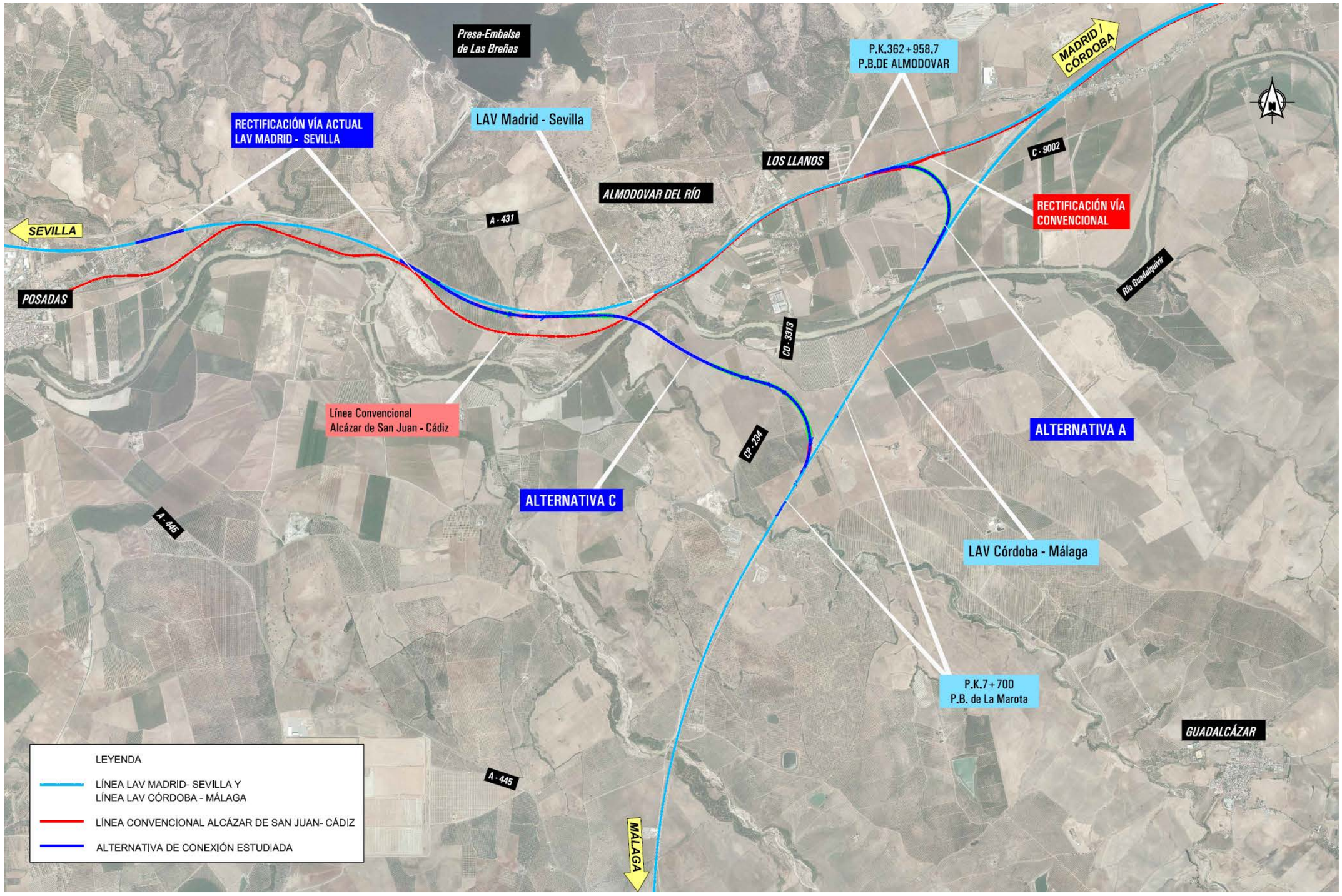
Tras esa visita de campo y de acuerdo con las características analizadas anteriormente, se decidió desarrollar en el presente Estudio Informativo la alternativa A y, debido a la similitud de ambas, una de las dos alternativas B o C.

Finalmente se optó por incluir la alternativa C en el Estudio Informativo ya que por un lado, siendo ambas alternativas muy similares en cuanto a funcionalidad, tiempos de recorrido, medio ambiente, etc, al ser el trazado de la alternativa C más corto y tener menos número de estructuras, la inversión económica a realizar es menor, y por otro lado, la inclusión de escapes en las Líneas de Alta Velocidad para minimizar las longitudes de los tramos a contravía parece más factible en la alternativa C que en la B (esta necesitaría incluir además aparatos de AV en curva peraltada, circunstancia poco recomendable).

Debido a estas circunstancias **se ha optado finalmente por incluir en la FASE B del presente Estudio Informativo las alternativas A y C considerando una velocidad máxima de 100 km/h en el ramal de conexión.**

Ambas **alternativas** se muestran en la siguiente imagen.

Cabe destacar, además, que como es habitual al pasar a otra escala y detalle en los trabajos, estas dos alternativas se han modificado todavía un poco más en el desarrollo del Estudio Informativo, con pequeñísimos ajustes debido a la utilización de escalas menores.


Presa-Embalse de Las Breñas
P.K.362+958.7
P.B.DE ALMODOVAR
MADRID / CÓRDOBA
RECTIFICACIÓN VÍA ACTUAL LAV MADRID - SEVILLA
LAV Madrid - Sevilla
LOS LLANOS
C - 9002
ALMODOVAR DEL RÍO
A - 431
RECTIFICACIÓN VÍA CONVENCIONAL
SEVILLA
POSADAS
Río Guadalquivir
CO - 3313
Línea Convencional Alcázar de San Juan - Cádiz
CP - 234
ALTERNATIVA A
ALTERNATIVA C
A - 445
LAV Córdoba - Málaga
P.K.7+700
P.B. de La Marota
GUADALCÁZAR
A - 445
MÁLAGA
LEYENDA
LÍNEA LAV MADRID- SEVILLA Y
LÍNEA LAV CÓRDOBA - MÁLAGA
LÍNEA CONVENCIONAL ALCÁZAR DE SAN JUAN- CÁDIZ
ALTERNATIVA DE CONEXIÓN ESTUDIADA

5. FASE B (1/5.000). PRINCIPALES ESTUDIOS TEMÁTICOS

5.1. CARTOGRAFÍA

Para este Estudio se ha contado con unas cartografías singularizadas de cada una de las Líneas AVE en el entorno de Almodóvar del Río:

- LAV MAD-SEV PK 355 a PK 376 en sistema de referencia ETRS89.
- LAV COR-MAL 0+000 AL 15+000 en sistema de referencia ED50.

Estas cartografías fueron facilitadas por la Dirección de Mantenimiento y Explotación, adjunta a la Dirección General de Explotación y Construcción de Adif.

Después de transformar la cartografía de la LAV Córdoba-Málaga al sistema de referencia ETRS89, se han podido montar para su uso en este estudio las dos cartografías de Adif, y así cumplir con el obligado requerimiento que exige el *"Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España", p*or el cual toda la cartografía y bases de datos de información geográfica y cartográfica producida o actualizada por las Administraciones Púbicas, deberá compilarse y publicarse conforme a lo que se dispone (Artículo 3) en dicho real decreto, a partir del 1 de enero de 2015.

A su vez se ha contado con cartografías descargadas de la página web oficial del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, que pertenece a la Consejería de Economía, Innovación, ciencia y Empleo, de la Junta de Andalucía.

La Base Cartográfica de Andalucía 1:10.000 - BCA10 se concibe como una base de datos de carácter topográfico a escala 1/10.000, que recoge la localización espacial de los elementos estructurantes del territorio (relieve, infraestructuras de comunicación, red hidrográfica, construcciones y poblamiento, usos del parcelario aparente, usos del suelo, toponimia, etc.), y está orientada para su explotación mediante sistemas informáticos.

Este Mapa representa las Elevaciones del Terreno de Andalucía a partir de un Modelo Digital del Terreno (MDT) con una resolución espacial de 10x10m (tamaño de píxel), generado en el marco del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).

El MDT regional se ha obtenido mediante una composición de MDT por cuadrantes establecidos por el PNOA. Las elevaciones del terreno se han extraído del Modelo Digital del Terreno de Andalucía de 10x10m (vuelos de 2010-2011).

El sistema geodésico de referencia es el ETRS89, con proyección UTM en el huso 30 extendido. Las elevaciones del terreno son Ortométricas.

5.2. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

5.2.1. Climatología

Para definir la climatología del ámbito de este Proyecto se ha partido de los registros de temperaturas y precipitaciones que ofrece la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Se ha obtenido información complementaria de las publicaciones "Datos Climáticos para Carreteras" del Ministerio de Fomento, "Caracterización Agroclimática de la Provincia de Córdoba" de la Dirección General de Producción Agraria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, del Sistema de información geográfica-ambiental de Andalucía (SinambA) de la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía, "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" del Ministerio de Fomento, así como del Servicio de Información de Aguas Subterráneas del IGME (Instituto Geológico y Minero de España).

La estación meteorológica cuyos datos han sido utilizados es la siguiente:

Código	Nombre	Posición					Periodo de registro
		Longitud	Latitud	X	Y	Altitud	
5402	CÓRDOBA 'AEROPUERTO'	4º51'6.7"O	37º50'35.5"N	337169	4190239	91	1960-1990

La proyección UTM se refiere al huso 30.

Se realiza en los siguientes apartados un análisis de la climatología de la zona.

A continuación se incluyen las características fundamentales en cuanto a la pluviometría y temperaturas, para finalmente concluir con los días trabajables. En el Anejo nº 5 Climatología, Hidrología y Drenaje se incluye información relativa a insolación, Evapotranspiración Potencial y régimen hídrico, régimen de vientos, índices, diagramas y clasificaciones climáticas.

5.2.1.1.Pluviometría

La precipitación media anual durante el periodo considerado es de 674 mm, pero hay que tener en cuenta la gran variabilidad existente entre años así como la poca uniformidad con que se producen las precipitaciones a lo largo del año, con un máximo en el período de enero-febrero-marzo y noviembre-diciembre, durante el cual las precipitaciones mensuales son superiores a 70 mm, y un mínimo en el período estival que se corresponde con los meses de Julio y Agosto y en el que las precipitaciones no suelen alcanzar los 10 mm mensuales. Así, la precipitación media de Octubre a Abril representa el 85% del total anual en el periodo considerado.

La distribución estacional de la precipitación, expresada como porcentaje del total anual, es la siguiente:

	Invierno	Otoño	Primavera	Verano
% precipitación anual	37.2	36.2	27	27.4

5.2.1.2.Temperaturas

La temperatura media anual es de 17ºC

El periodo frío, según el criterio de L. Emberguer, comprende los meses en los que la temperatura media de las mínimas es menor de 7ºC En el caso de la estación de Córdoba ‘Aeropuerto’, el periodo frío es de 140 días (desde mediados de Noviembre hasta finales de Marzo). Las heladas pueden ser de cierta frecuencia en los meses de Diciembre y Enero, mientras que en el resto del periodo frío la frecuencia sería mucho menor.

El periodo cálido es aquel en el que la temperatura media de máximas es mayor de 35ºC, que ocurre en Agosto.

El periodo con temperaturas medias iguales o superiores a 12ºC, que corresponde a los meses de Marzo a Noviembre (ambos inclusive).

El verano es la estación más cálida, seguida del otoño, primavera a invierno, con una diferencia en grados de la primera a la última estación de unos 10ºC en el caso de las máximas y de 6,7 y 8.9 en el caso de las mínimas y la media, respectivamente.

5.2.1.3.Días trabajables

En cuanto al cálculo del número de días trabajables, en el Anejo Nº 5 “Climatología, Hidrología y Drenaje, se detalla el procedimiento para su obtención, resultando para cada mes y clase obra, los siguientes:

DÍAS TRABAJABLES NETOS													
ACTIVIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
HORMIGONES	17	18	19	19	19	22	23	21	21	20	19	18	236
EXPLANACIONES	17	16	18	18	19	21	23	21	20	19	17	16	225
PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS	18	19	20	19	19	22	23	21	21	20	19	18	239
RIEGOS	10	9	13	15	18	21	23	21	20	17	12	9	188
MEZCLAS BITUMINOSAS	13	13	17	17	18	21	23	21	20	18	15	13	209

5.2.2. Hidrología

El estudio que se desarrolla en este apartado tiene como fin último el predimensionamiento de las obras de drenaje transversal. El correcto diseño de estos elementos es fundamental para el buen funcionamiento de la traza ferroviaria, así como para su seguridad, ya que permitirá evacuar los caudales máximos esperables sin daños importantes en ninguno de sus elementos.

Para ello es necesario realizar una serie de cálculos que se describen en cada uno de los epígrafes que siguen. En primer lugar, hay que identificar las cuencas que son interceptadas por la traza. El trazado propuesto discurre en su mayor parte junto los trazados de la LAV Madrid-Sevilla y la LAV Córdoba-Málaga. Las obras de drenaje en su mayoría estarán determinadas por las ya existentes.

Pese a la cercanía con núcleos de población, las cuencas de aportación se desarrollan principalmente en una zona no urbanizada, por lo que no se dispondrá de redes de saneamiento que recojan la escorrentía superficial. Por ello será necesario proyectar obras de drenaje transversal.

El principal curso de agua permanente interceptado por la nueva traza es el río Guadalquivir en la Alternativa C, con una cuenca de aportación muy grande.

Se muestra a continuación una tabla con las características más importantes de cada cuenca de cada Alternativa:

Identificador Alternativa A	Sup. (km^2)	Longitud cauce ppal. (km)	Pendiente cauce ppal. (m/m)	Tiempo de concentración (h)
CA-0.0	0,095	0,59	0,007	0,51
CA-0.1	8,625	9,31	0,031	3,16

Identificador Alternativa C	Sup. (km^2)	Longitud cauce ppal. (km)	Pendiente cauce ppal. (m/m)	Tiempo de concentración (h)
CC-0.5	0,106	0,62	0,065	0,35
CC-0.6	0,009	0,05	0,185	0,04
CC-0,9	0,068	0,39	0,060	0,25
CC-1.1	1,104	2,59	0,047	1,10
CC-1.9	0,497	1,16	0,077	0,55
CC-2.3	0,38	1,13	0,096	0,51

Para el cálculo de los caudales de avenida se han utilizado los valores de la precipitación que se obtienen mediante las distribuciones Gumbel y SQRT-ETmax y mediante la publicación de “Máximas lluvias diarias en la España peninsular”, editada por el Ministerio de Fomento en 1999.

Periodo de retorno (años)	Pd (mm)		
	5402 Córdoba ‘Aeropuerto’		
	SQRT-ETmax	Gumbel	MAXPLUWIN
2	54.7	56.1	45
5	74.1	77.1	60
10	88.4	91	71
25	108.1	108.6	85
50	123.8	121.6	97
100	140.4	134.5	109
300	157.8	147.4	123
500	182.4	164.4	140

Los valores de precipitación máxima en 24 horas, Pd, de la estación 5402-Córdoba Aeropuerto, a utilizar en los cálculos de caudales serán los máximos de entre los proporcionados por ambas distribuciones:

Periodo de retorno (años)	Pd (mm)
2	56.1
5	77.1
10	91.0
25	108.6
50	123.8
100	140.4
300	157.8
500	182.4

A continuación se muestran los caudales de cada cuenca correspondientes a cada periodo de retorno, según se describe en el Anejo nº 5:

		Cuencas							
	Q (m3/s)	**CC-0.5**	**CC-0.6**	**CC-0.9**	**CC-1.1**	**CC-1.9**	**CC-2.3**	**CA-0.0**	**CA-0.1**
Período retorno	**2**	0,072	0,066	0,109	1,118	0,476	0,313	0,081	1,590
	5	0,208	0,124	0,246	2,364	1,125	0,786	0,201	5,075
	10	0,323	0,167	0,357	3,346	1,653	1,174	0,300	8,036
	25	0,492	0,226	0,516	4,733	2,413	1,739	0,443	12,429
	50	0,657	0,280	0,667	6,037	3,140	2,282	0,580	16,731
	100	0,855	0,341	0,844	7,552	3,996	2,925	0,743	21,899
	300	1,078	0,407	1,041	9,223	4,954	3,648	0,925	27,778
	500	1,419	0,502	1,336	11,703	6,393	4,740	1,200	36,781

INUNDABILIDAD

La alternativa C atraviesa el cauce del Guadalquivir. En las proximidades del punto de cruce, aguas arriba, el río presenta un meandro que en momentos de crecida podría inundar la llanura aluvial adyacente ubicada en la margen izquierda de dicha alternativa.

Al no existir un estudio específico de inundabilidad, se ha analizado la información disponible de otros trabajos en la zona, siendo el principal referente el Proyecto Construido (as built) de la LAV Córdoba y Málaga. Tramo: Almodóvar del Río-Guadalcázar, (GIF, Septiembre 2003).

Se ha comprobado que en el viaducto existente sobre el Río Guadalquivir en la LAV Córdoba-Málaga, la cota libre de terreno llega aproximadamente a la cota 75,65 ≈76 en ambos estribos.

Además, en dicho Proyecto se incluye en la Planta Geológico Geotécnica la línea de cota de máxima inundación, a la cota de 78,75 m por la margen derecha (T=500 años). Se estima, por tanto, que la cota es de 76m para el periodo de unos 100 años (que viene a coincidir con la vía de intenso desagüe), cota que se estima que debe marcar la línea libre de obstáculos (en fase posterior de proyecto constructivo se deberán realizar los estudios de detalle necesarios).

Además, la nueva traza se encuentra encajada entre las dos LAVs existentes, que presentan importantes terraplenes en la zona, lo que agravaría la situación de inundabilidad en momentos de crecida de río al convertirse en otra barrera.

De esta forma se ha estimado que para el viaducto proyectado en la alternativa C se debería dejar libre el terreno colindante hasta la cota de 76 m.

En el estribo Oeste, el viaducto originalmente proyectado en la Fase A para esta alternativa (estricto para salvar el cruce con el ferrocarril actual y el propio cauce del Guadalquivir), cumple con esa cota anteriormente mencionada, pero en su estribo este, necesita incrementar su longitud para dejar libre esa cota.

Así el viaducto planteado (con el nivel de detalle propio de un Estudio Informativo) alcanza una longitud de 1.261m, y dota de la permeabilidad suficiente a la alternativa C en caso de crecida del río Guadalquivir. En fase de Proyecto Constructivo, sobre la alternativa finalmente seleccionada, se deberán realizar los estudios de detalle necesarios.

5.2.3. Drenaje

En este epígrafe se definen las obras de drenaje necesarias para dar continuidad a los cauces asociados a las cuencas interceptadas por la traza. También se definen los sistemas de drenaje longitudinal que se encargarán de la evacuación de las aguas de escorrentía sobre los taludes y sobre la propia plataforma.

La comprobación hidráulica de los sistemas proyectados de drenaje transversal se hará a partir de los caudales obtenidos en el epígrafe anterior para los diferentes períodos de retorno.

Para el diseño de los elementos de drenaje se seguirá lo indicado en:

- Instrucción 5.2-I.C Drenaje superficial, del Ministerio de Fomento.
- Instrucciones y Recomendaciones para Redacción de Proyectos de Plataformas IGP-2011 v2.

En las fases posteriores de trabajo (Proyecto Constructivo) deberá comprobarse y actualizarse la información con el objetivo de realizar los ajustes necesarios en las actuaciones proyectadas, sobre la alternativa finalmente aprobada.

5.2.3.1. Drenaje transversal

Se han dispuesto obras de drenaje transversal para desaguar todas las vaguadas naturales interceptadas por la plataforma ferroviaria. Las obras de drenaje transversal se dividen fundamentalmente en marcos y tubos.

El análisis de las obras de drenaje transversal se ha realizado siguiendo los criterios descritos en los apartados siguientes y en función de cada alternativa de trazado.

Una vez obtenidos los caudales punta de los cauces interceptados por la traza, se puede acometer la definición del sistema de drenaje transversal del tramo de la línea de alta velocidad objeto del presente Estudio.

El predimensionamiento de las obras de drenaje transversal está condicionado, por la situación en planta del trazado propuesto, que discurre en parte junto a las LAV Madrid-Sevilla y Córdoba-Málaga existentes.

El funcionamiento hidráulico de las obras que se encuentran en estos tramos depende de la capacidad de las obras de drenaje existentes. Lo más lógico sería, en principio, proyectar una ampliación de las obras que están en funcionamiento en la actualidad.

No obstante, se ha realizado un estudio hidrológico, incluido en el apartado de Climatología e Hidrología, para obtener los caudales correspondientes a diferentes periodos de retorno, y se ha comprobado la capacidad de las obras de drenaje existentes. Para ello se ha utilizado la información de las fichas del inventario existente.

En los casos en que se ha comprobado que la obra actual tiene capacidad suficiente para conducir los caudales obtenidos, se ha proyectado la ampliación de la misma bajo la nueva línea con las mismas dimensiones, salvo que no cumplan con las dimensiones mínimas impuestas por la Instrucción 5.2-IC para facilitar las labores de limpieza y mantenimiento. En ese caso, se da continuidad a la obra con un tubo o marco de dimensiones adecuadas para facilitar el cambio de sección, y que cumpla los criterios actuales de dimensiones mínimas. La capacidad hidráulica del conjunto estará limitada por la obra existente, de menor sección.

En los casos en los que no hay ninguna obra existente que condicione la actuación, el predimensionamiento se ha realizado de la forma habitual, fijando unas dimensiones de los conductos en función del caudal máximo que deba conducir en cada caso.

A continuación se incluyen las actuaciones proyectadas de drenaje transversal.

Alternativa A					
Cuenca	**ODT**	**PK proyectado**	**Tipología**	**Medidas**	**Actuación**
CA-0.0	0.0	-0+050	Marco	4x1.5	Prolongación
CA-0.1	0.1	0+140	Marco	2x(4.3*1.55)	Prolongación

En el caso de la ODT 0.1, que consiste en la prolongación de una ODT existente se ha observado que para el caudal asociado al período de retorno T=500 años la entrada se encontraría sumergida, con una altura a la entrada de 2.04 m. Dado que su funcionamiento para período de retorno de T=300 años mantiene la entrada libre, (con una altura de agua aguas arriba de 1.79 m y con posible resalto a la salida), tal y como se señala en las I.G.P. 2011 v2., se estima que es válida. Además, la altura a la entrada del agua para Q_{500} sería de 2.04 m, y dado que la altura interior del marco es de 1.55 m y el espesor del mismo es de 0.5 m, el balasto no resultaría afectado.

Alternativa C					
Cuenca	**ODT**	**PK proyectado**	**Tipología**	**Medidas**	**Actuación**
CC-0.5	0.5	0+550	Tubo	1.8	Nueva ODT
CC-0.6	0.6	0+630	Tubo	1.8	Nueva ODT
CC-0.9	0.9	0+940	Tubo	1.8	Nueva ODT
CC-1.1	1.1	1+160	Marco	3x2	Nueva ODT
CC-1.9	1.9	1+900	Marco	2x2	Nueva ODT

En el P.K. 0+630 del trazado de la Alternativa C se localiza un punto bajo, por lo que se requiere el diseño de una ODT nueva.

En el Apéndice 2 del Anejo nº 5 se incluye la comprobación de las ODT. Cabe señalar que se ha estimado la pendiente en función de la información disponible.

5.2.3.2. Drenaje longitudinal

Es esta fase de Estudio Informativo se describen los principales elementos de drenaje longitudinal proyectados para evacuar el agua de escorrentía que recoge la plataforma y las zonas adyacentes a la misma.

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

Los elementos principales que componen el sistema de drenaje longitudinal proyectado 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.

Se ha previsto 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.

Se ha optado por considerar de forma genérica cuneta revestida de hormigón, de forma trapecial de 0.5 m de base, 0.3 m de alto y taludes 2H:1V.

En la Alternativa C, en las proximidades del Río Guadalquivir, a la altura del P.K. 2+200 del eje proyectado se localiza una ODT (P.K. 366+522 de la LAV Madrid-Sevilla) que vierte previsiblemente a una cuneta que conduce el agua hacia el Río

Guadalquivir. En previsión de que pueda llegar agua a la MI de la traza proyectada se ha optado por diseñar una cuneta trapecial de 1 m de base.

Para poder evacuar las aguas recogida por el drenaje longitudinal se ha considerado el diseño de un drenaje transversal (ODTL) en la Alternativa C, en entorno al P.K. 0+260 y en el P.K. 5+350, ambas mediante tubos de diámetro 0.8m.

En ambos casos se requiere la construcción de una arqueta para comunicar cunetas con ODTL. Dada la altura del terraplén en el P.K. 0+260 será necesario el empleo de una bajante de 6 m de longitud.

5.3. GEOLOGÍA, GEOTÉCNICA Y ESTUDIO DE MATERIALES

5.3.1. Marco geológico

5.3.1.1. Geología de la zona

Desde un punto de vista geológico, la zona de estudio, está situada dentro del dominio de las Cordilleras Béticas, en la depresión Neógena del Guadalquivir.

5.3.1.2. Estratigrafía

- Cámbrico Inferior. Unidad inferior (CI)
- Terciario (Mioceno Superior). Margas Gris-Azulado (TA)
- Pliocuaternario. Gravas, arenas, limos y arcillas. depósitos de raña (P-Q)
- Cuaternario.
  - Terrazas del río Guadalquivir (QT)
  - Coluvial. Conos de deyección (QCO)
  - Aluvial reciente (QAL)

5.3.1.3. Riesgos geológico-geotécnicos

DE TIPO GEOLOGICO

- **Riesgo por erosión:** En algunas áreas, se han detectado la presencia de acarcavamientos y socavamientos por arroyada y circulación de agua a través de contactos y otras superficies. Son especialmente sensibles a estos fenómenos los depósitos cuaternarios granulares sin cementar, así como los materiales terciarios superficiales de alteración.

DE TIPO GEOTECNICO

- **Riesgo de Expansividad**: En los proyectos consultados de la L.A.V. Córdoba – Málaga, se detectaron algunas formaciones atravesadas en algunas zonas por la Alternativa C, que han resultado ser potencialmente expansivas, en función de los ensayos de laboratorio que se realizaron sobre ellas.

  Las formaciones potencialmente expansivas son las siguientes:

  - T_A. Margas azules del Guadalquivir (Terciario)
  - QCo. Coluvial (Cuaternario)

  Una vez se confirmen las zonas de la alternativa elegida que puedan resultar afectadas, se tomarán las medidas oportunas para mitigar los posibles efectos que la expansividad del terreno pueda suponer para la obra proyectada.

5.3.2. Sismicidad

Según la norma NCSE-02, la aceleración básica y su coeficiente de contribución k es:

- Almodóvar del Río (Córdoba): $a_b = 0{,}05$ g k = 1,1

Se obtiene la siguiente aceleración de cálculo:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot ab = 1{,}48 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}05 \cdot g = 0{,}096 \cdot g$$

$$a_c = 0{,}096 \cdot g$$

Como la aceleración sísmica básica es superior a 0,04, será necesario tener en cuenta la consideración de acciones sísmicas en el diseño y cálculos

estructurales enmarcados dentro del presente Estudio, a las que se las aplicará una aceleración de cálculo ac = 0,096 g. El coeficiente de contribución es k = 1,1.

5.3.3. Estudio de materiales

5.3.3.1.Balance de materiales

En el Anejo 4 se incluye un resumen de los volúmenes requeridos por la obra por unidades de obra y alternativas, así como su posible procedencia.

El diseño trazado va a plantear un claro déficit de materiales, ya que las dos alternativas proyectadas discurren mayoritariamente en rellenos.

Los materiales obtenidos en las excavaciones a realizar no permitirán cubrir las necesidades de capa de forma y subalasto requeridas por la obra, que deberán proceder de cantera.

Según la documentación consultada, aunque una parte del material necesario para el núcleo y cimiento de terraplén, así como para el relleno de saneo, se podría obtener de los desmontes excavados en los materiales cuaternarios de la Unidad Pliocuaternaria. Raña (P-Q d) y de la Unidad coluvial cuaternaria (QCo), se ha estimado (para estar del lado de la seguridad) que **todo el material procederá de cantera**. En la fase de Proyecto Constructivo se definirá este dato una vez se cuente con los ensayos específicos que se realizarán.

Por tanto, todo el material sobrante, al no considerarse reutilizable, **deberá llevarse a vertedero**. Para el vertido de las tierras excedentarias, se realizó una búsqueda mediante ortofoto de zonas degradadas en el entorno del ámbito de estudio, encontrando la zona propuesta como vertedero V-1.

Se trata de un área deprimida respecto la cota adyacente y que será restaurada a la finalización de las obras. Presenta una superficie de 63.160 m2 y altura de vertido de 2-5 m (en las zonas más profundas), presentando por tanto suficiente capacidad para acoger las tierras excedentarias tanto de la Alternativa A como de la Alternativa C.

5.3.3.2.Caracterización y aprovechamiento de los materiales excavados

Unidad Terciaria de Arcillas carbonatadas (T_A)

SANA

En cuanto a su aprovechamiento para terraplenes, sin alteración, el material se clasifica como:

- INADECUADO según el PG-3/75 por criterios de plasticidad y finos
- QS0 según la U.I.C. (por criterios de expansividad)

De cualquier modo, la marga SANA, mantiene sus condiciones en su estado natural de confinamiento y para humedades de saturación o muy próximas a ella sin embargo puede pasar alterarse muy rápidamente, una vez excavada, al perder el confinamiento y quedar expuesta a ciclos de desecación-humectación.

ALTERADA

En cuanto a su aprovechamiento para terraplenes, el material se clasifica como:

- INADECUADO según el PG-3/75 por criterios de plasticidad y finos
- QS0 según la U.I.C., (por criterios de expansividad)

Según los resultados de laboratorio obtenidos de la unidad terciaria sana y alterada, se recomienda la retirada a vertedero de los materiales excavados en esta unidad.

Unidad Pliocuaternaria. Raña (P-Q)

En cuanto a su aprovechamiento para terraplenes, el material se clasifica como:

- TOLERABLES A ADECUADOS según el PG-3/75 por criterios de plasticidad y finos.
- QS1 según la U.I.C., (por criterios de finos).

Según ensayos de laboratorio recopilados, el material de esta unidad se considera apto para su reutilización como núcleo, cimiento y coronación de terraplén.

Unidad coluvial cuaternaria (QCO)

En cuanto a su aprovechamiento para terraplenes, el material tipo se clasifica como:

- INADECUADO A TOLERABLE según el PG-3/75 por criterios de plasticidad y finos.
- QS0 QS1 según la U.I.C., (por criterios de finos).

Según ensayos de laboratorio recopilados, el material de esta unidad se considera apto para su reutilización como núcleo y cimiento de terraplén.

5.3.3.3.Coeficiente de paso y coeficiente de esponjamiento

PARÁMETROS DE CÁLCULO						
UNIDAD	Densidad aparente (t/m3)	Humedad (%)	Densidad seca (t/m3)	Densidad Próctor (t/m3)	Coef. paso Terraplén (95% comp.)	Coef. Esponjamiento Vertedero (70% comp.)
C_I	-	-	-	-	1,20	-
T_A	2,07	16	1,78	1,93	0,97	1,32
P-Q	2,09	-	1,64	1,81	0,94	1,33
Q_{CO}	2,1	-	1,57	1,72	0,96	1,30

5.3.3.4.Graveras y Canteras

En el Anejo 4 se incluye toda la información recopilada referente a explotaciones (canteras y yacimientos granulares) activas e inactivas cerca del área de estudio.

5.3.4. Geotecnia

Para la realización del presente Estudio Informativo no se ha realizado ninguna campaña geotécnica específica, por lo que el análisis y las recomendaciones geotécnicas se basan en la información de los Proyectos Construidos (as built) de la Línea de Alta Velocidad (L.A.V.) entre Córdoba y Málaga. Tramos:

- Almodóvar del Río – Guadalcázar (P.K. 100+000 al P.K. 106+340)
- Guadalcázar – Fuente Palmera (P.K. 106+340 al P.K. 114+790)

Estos Proyectos corresponden a los tramos de la citada Línea de Alta Velocidad situados en las proximidades de las Alternativas A y C.

En el Anejo 4 se incluye una caracterización preliminar, a confirmar con reconocimientos geotécnicos en las siguientes fases de proyecto, basada en el contenido de los Proyectos indicados anteriormente.

5.3.4.1.Agresividad del subsuelo al hormigón

Según los ensayos recopilados del proyecto de construcción de la Línea de alta velocidad Córdoba - Málaga, en su tramo más próximo a la alternativa A (Almodóvar del Río – Guadalcázar), la agresividad del subsuelo (terreno y agua) se clasifica mayoritariamente como débil (Tipo de exposición Qa, según EHE), si bien en algún caso se superó este tipo de exposición, por lo que en el citado proyecto se utilizó un cemento sulforresistente para la elaboración del hormigón de las cimentaciones.

5.3.4.2.Recomendaciones para la formación de plataforma

ALTERNATIVA A

Descripción del terreno.

Los materiales afectados por esta alternativa corresponden al cuaternario de terraza (Q_T) y aluvial (Q_{AL}), formado por limos, arcillas, arenas y gravas.

El espesor de tierra vegetal se estima que pueda encontrarse entre los 40 y 50 cm, según los datos recopilados.

Condiciones hidrogeológicas

El nivel freático en la zona, según los reconocimientos geotécnicos próximos de la Línea de alta velocidad Córdoba - Málaga, se encuentra en los puntos investigados a una profundidad de unos 5,0 m, que corresponde a la cota 72,5.

Sin embargo, la proximidad del río Guadalquivir hace que la zona deba considerarse al menos como potencialmente encharcable (la cota de máxima inundación se sitúa, según los proyectos próximos, en la 78,75).

En fases posteriores de proyecto, a partir de la nueva información disponible, se analizará si es preferible proyectar un cimiento permeable o drenante, que cumpla las indicaciones del PGP de ADIF al respecto.

Recomendaciones constructivas.

RELLENOS

Talud de rellenos: Se recomiendan taludes de relleno 2H/1V.

Cajeado o saneo: Se recomienda de manera preliminar, a confirmar mediante reconocimientos geotécnicos, la realización de un saneo de 1,0 m de profundidad a partir de la superficie actual del terreno, realizando una sustitución con material tipo núcleo no consolidable en condiciones de saturación (contenido de finos < 15 %, según PGP ADIF), que se prolongará hasta 2 m por encima de la cota actual del terreno. Este saneo se realizará con un talud 3H/2V.

Núcleo: Se utilizarán para su formación materiales clasificados como Aptos según el PGP del ADIF.

Coronación: Tendrá un espesor mínimo de 1,0 m y estará formada por un material clasificado como “Suelo Apto” según PGP del ADIF, que además cumpla las siguientes limitaciones:

- El tamaño máximo no podrá superar los 10 cm ni los dos tercios (2/3) del espesor de tongada.
- El cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al cuarenta por ciento (40%) en peso en la fracción de material inferior a sesenta milímetros (60 mm) (tamiz 60 UNE).
- Límite líquido inferior al 40 %
- CBR>10, para un núcleo de terraplén que presente CBR>5.
- En las zonas en las que la altura del relleno sea pequeña, se asegurará que al menos en un metro de espesor bajo la capa de forma, el material empleado cumple características de coronación con un porcentaje de finos no mayor al 15 %.

Espesor de la capa de forma: El espesor de la capa de forma a disponer sobre la coronación del relleno será de 60 cm y deberá cumplir las prescripciones del PGP de Adif de 2011.

Geotextiles: Se considera necesario la colocación de un geotextil tipo filtro con características de protección (tipo 7 PGP ADIF) que se situará entre el terreno de apoyo y el cimiento del terraplén.

DESMONTES

En esta alternativa no se realiza ningún desmonte.

ALTERNATIVA C

Descripción del terreno.

Los materiales afectados por esta alternativa corresponden al Pliocuaternario (P-Q), formado por gravas, arenas y limos; al cuaternario de terraza (Q_T) y aluvial (Q_{AL}), formado por limos, arcillas, arenas y gravas; al cuaternario coluvial (Qco), y al cámbrico (C_I), formado por filitas y areniscas.

El espesor de tierra vegetal se estima que pueda encontrarse entre los 40 y 50 cm, según los datos recopilados.

Condiciones hidrogeológicas

El nivel freático en la zona, según los reconocimientos geotécnicos próximos de la Línea de alta velocidad Córdoba - Málaga, se encuentra aproximadamente a la cota 73,5.

Sin embargo, la proximidad del río Guadalquivir hace que la zona deba considerarse al menos como potencialmente encharcable (la cota de máxima inundación se sitúa, según los proyectos próximos, en la 78,75).

En fases posteriores de proyecto, a partir de la nueva información disponible, se analizará si es preferible proyectar un cimiento permeable o drenante, que cumpla las indicaciones del PGP de ADIF al respecto.

Recomendaciones constructivas.

RELLENOS

Talud de rellenos: Se recomiendan taludes de relleno 2H/1V.

Cajeado o saneo: Se recomienda de manera preliminar, a confirmar mediante reconocimientos geotécnicos, la realización de un saneo de 1,0 m de profundidad a partir de la superficie actual del terreno, realizando una sustitución con material tipo núcleo no consolidable en condiciones de saturación (contenido de finos < 15 %, según PGP ADIF), que se prolongará hasta 2 m por encima de la cota actual del terreno. Este saneo se realizará con un talud 3H/2V.

Núcleo: Se utilizarán para su formación materiales clasificados como Aptos según el PGP del ADIF.

Coronación: Tendrá un espesor mínimo de 1,0 m y estará formada por un material clasificado como “Suelo Apto” según PGP del ADIF, que además cumpla mismas limitaciones indicadas en la Alternativa B:

Espesor de la capa de forma: El espesor de la capa de forma a disponer sobre la coronación del relleno será de 60 cm y deberá cumplir las prescripciones del PGP de Adif de 2011.

Geotextiles: Se considera necesario la colocación de un geotextil tipo filtro con características de protección (tipo 7 PGP ADIF) que se situará entre el terreno de apoyo y el cimiento del terraplén.

DESMONTES

Taludes de desmontes: De forma preliminar, se recomienda adoptar un talud en los desmontes en suelo de 3H/2V, que será de 2H/1V en el último metro, en la cabeza del talud.

En el desmonte excavado en materiales rocosos, en el entorno del P.K. 1+250, el talud podrá ser más vertical, si bien al no contar con investigaciones geotécnicas en la zona, se recomienda adoptar un talud 1H/1V en esta zona, que podrá ser confirmado en fases posteriores de proyecto.

Saneo en fondos de desmontes: De manera preliminar, se recomienda un saneo de un metro de espesor en los desmontes proyectados, sustituyendo el terreno por un material que cumpla la características exigidas a la coronación de terraplenes.

Esta medida podría no ser necesaria en el desmonte situado sobre el P.K. 1+250, donde la excavación se realizará previsiblemente en roca.

Espesor de la capa de forma. Al igual que en el caso de los terraplenes, en los desmontes el espesor de la capa de forma será también de 60 cm, al disponerse sobre un material con las mismas características que la coronación de los terraplenes y deberá cumplir las prescripciones del PGP de Adif de 2011.

5.3.5. Avance de Geotecnia de cimentación de estructuras. Tipología de cimentaciones

En la tabla siguiente se recogen las estructuras proyectadas en ambas alternativas, indicando el tipo de cimentación previsible en función de la información geológica y geotécnica disponible de los proyectos próximos de la L.A.V. Córdoba - Málaga:

Alternativa A			
Estructura	**P.K.**	**Litología de apoyo preliminar**	**Recomendaciones geotécnicas preliminares. Tipología de cimentación**
Pérgola	0+400	T_A	Cimentación profunda mediante pilotes empotrados en el Terciario sano (Margas Azules - T_A).
Paso inferior carretera	0+950	Q_T	Cimentación directa (marco y aletas) sobre la formación Q_T, a una profundidad mínima de 2,0 m (Sustitución del terreno de apoyo hasta esa profundidad mediante hormigón en masa en aletas y relleno estructural según artículo 3.3.2 del PG-3 bajo la losa del marco).
Paso inferior	1+750	Q_{AL}	Cimentación directa (marco y aletas) sobre la formación Q_T, a una profundidad mínima de 2,5 m (Sustitución del terreno de apoyo hasta esa profundidad mediante hormigón en masa en aletas y relleno estructural según artículo 3.3.2 del PG-3 bajo la losa del marco).

Alternativa C			
Estructura	**P.K.**	**Litología de apoyo preliminar**	**Recomendaciones geotécnicas preliminares. Tipología de cimentación**
Paso inferior camino	1+175	Q_{CO}	Cimentación directa (marco y aletas) sobre la formación Q_{CO}, a una profundidad mínima de 2,5 m, por debajo de capa activa del terreno, por expansividad. (Sustitución del terreno de apoyo hasta esa profundidad mediante hormigón en masa en aletas y relleno estructural según artículo 3.3.2 del PG-3 bajo la losa del marco).
Paso Superior camino	1+500	T_A	Cimentación directa mediante pozos sobre el Terciario sano (Margas Azules - T_A) a una profundidad mínima de 2,50 m, por debajo de capa activa del terreno, por expansividad. Relleno con hormigón en masa hasta T_A sano (si este no apareciese a unos 4,5 - 5 m de profundidad, pasar a pilotes).
Viaducto	2+400	T_A	Cimentación profunda mediante pilotes empotrados en el Terciario sano (Margas Azules - T_A).
Paso inferior camino	4+000	Q_T / Q_{AL}	Cimentación directa (marco y aletas) sobre la formación Q_T / Q_{AL}, a una profundidad mínima de 2 - 2,5 m (Sustitución del terreno de apoyo hasta esa profundidad mediante hormigón en masa en aletas y relleno estructural según artículo 3.3.2 del PG-3 bajo la losa del marco).
Paso inferior camino	4+250	Q_T	Cimentación directa (marco y aletas) sobre la formación Q_T, a una profundidad mínima de 2,0 m (Sustitución del terreno de apoyo hasta esa profundidad mediante hormigón en masa en aletas y relleno estructural según artículo 3.3.2 del PG-3 bajo la losa del marco).
Paso inferior carretera CP-234	4+500	Q_T	Cimentación directa (marco y aletas) sobre la formación Q_T, a una profundidad mínima de 2,0 m (Sustitución del terreno de apoyo hasta esa profundidad mediante hormigón en masa en aletas y relleno estructural según artículo 3.3.2 del PG-3 bajo la losa del marco).

5.4. TRAZADO

Para el diseño del trazado de las distintas alternativas se ha tenido en cuenta la Orden FOM/3317/2010, del 17 de diciembre, sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias del Ministerio de Fomento.

5.4.1. Criterios de diseño

La premisa de partida para el trazado de la nueva infraestructura es el diseño de una plataforma para vía única electrificada, con prestaciones de línea de alta velocidad ferroviaria y para tráfico exclusivo de viajeros, de forma que se permita la conexión directa entre Sevilla y Málaga.

Siguiendo las premisas de la mencionada Orden FOM/3317/2010, se ha tratado de minimizar las longitudes de las estructuras, diseñando estas actuaciones, así como la plataforma ferroviaria, con criterios de sostenibilidad social, ambiental y económica.

Además de los condicionantes propios de la orografía de la zona, existen una serie de condicionantes que han influido de manera más o menos significativa en la definición de las alternativas estudiadas. Los principales han sido:

- El trazado de las dos Líneas de Alta Velocidad a conectar, por numerosos motivos como:
  - La situación de éstas, definiendo el espacio disponible entre ellas para la implantación de una conexión.
  - El trazado en planta de las mismas, para situar los nuevos aparatos de vía necesarios para la conexión en tramos rectos y de pendiente constante.
  - El trazado en alzado, para conectar con ellas adecuadamente.
  - Las velocidades de las mismas, determinando la tipología de aparatos de vía a implantar fundamentalmente.
- Los Puestos de Banalización (PB) actuales de ambas líneas de alta Velocidad, el de Almodóvar en el caso de la línea Madrid-Sevilla y el de La Marota en el caso de la línea Córdoba-Málaga, que han condicionado la posición de algunos de los nuevos aparatos de vía, en unos casos simplemente para evitar la afección a los mismos y en otros para aprovecharlos de cara a la conexión de los nuevos ramales objeto de este Estudio.
- Las reposiciones de servidumbres y obras de drenaje de las mismas, que han hecho que en las zonas próximas a ellas, los trazados de las nuevas conexiones mantengan las mismas rasantes que éstas para facilitar la prolongación de las soluciones adoptadas.
- El Río Guadalquivir, en especial, en el caso del trazado de la Alternativa C, que ha influido de forma definitiva, buscando minimizar tanto la cantidad de cruces como la estructura de cruce sobre el mismo.
- Las edificaciones existentes en la zona, aunque mayoritariamente rurales, han obligado a pequeños ajustes en los trazados para evitar su afección.
- La velocidad de la propia conexión, que se ha tratado que sea la máxima posible compatible con todos los condicionantes anteriores.

5.4.2. Parámetros de trazado

Como se ha comentado anteriormente, dentro del ámbito del Estudio, en la línea Madrid-Sevilla se circula con velocidades entre los 220 y 250 km/h, mientras que en la línea Córdoba-Málaga se circula a 265-300 km/h (si bien el trazado es válido para 350 km/h).

La velocidad de diseño de las conexiones es de 100 Km/h; mientras que en las actuaciones adicionales se han definido 140 km/h para la modificación de la vía de convencional de la Alternativa A y 240 km/h para los ripados de la línea Madrid-Sevilla en la Alternativa C.

En estos ripados de la línea Madrid-Sevilla se ha adoptado el criterio de mínima afección a las vías existentes, por lo cual se han tratado de mantener, en la medida de lo posible, tanto la geometría en planta y alzado; actuando tan sólo sobre las clotoides de entrada y salida de las curvas, para generar las alineaciones rectas intermedias necesarias para la implantación de los respectivos aparatos de vía (todo ello se explica con mayor detalle en el apartado 5.4.3.2)

En el presente estudio todas las vías contempladas son de ancho estándar UIC (1.435 mm), a excepción de la modificación de la vía de convencional (1.668 mm) de la Alternativa A.

Para la definición geométrica de las soluciones en planta y alzado de los trazados vías se han aplicado las Norma IGP-3 (2011 v2) y NAV 0-2-0.0, para vías de ancho UIC y ancho convencional respectivamente, con los siguientes parámetros de diseño:

- NAV 0-2-0.0:

		PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO EN PLANTA $V_{MÁX}$ (KM/H) ≤ 140	
		NORMAL	EXCEPC.
Máxima insuficiencia del Peralte	$I_{Máx}$ (mm)	115	115
Máxima aceleración sin compensar	$a_{qMáx}$ (m/s^2)	0,65	0,65
Máximo exceso de peralte	$E_{Máx}$ (mm)	80	110
Máxima Var. del peralte con el tiempo	$\{dDIdt\}_{Máx}$ (mm/s)	35	45
Máxima Var. de la insuficiencia con el tiempo	$\{dI/dt\}_{Máx}$ (mm/s)	30	35
Máxima Var. de Ac. No compensada con el tiempo	$\{da_q/dt\}_{Máx}$ (m/s^3)	0,17	0,20
Peralte máximo	$D_{Máx}$ (mm)	160	160
Máxima Var. del peralte con respecto de la longitud	(mm/m)		
Longitud mínima de alineaciones de curvatura constante (m)	(m)	0,5*V	0,4*V (hasta v^2/500≥0,1*V si V≤ 100)

			PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO EN ALZADO $V_{MÁX}$ (KM/H) ≤140	
			NORMAL	*EXCEP.*
Pendiente longitudinal	$I_{Máx}$ (‰)	20	20	
Longitud mínima de acuerdos verticales (m)	(m)	0,5*V	0,4*V	
Longitud mínima de rasante uniforme entre acuerdos (m)	(m)	0,5*V	0,4*V	
Máxima aceleración vertical	$A_{vmáx}$ (m/s^2)	0,30	0,40	

- IGP 2011:

		PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO EN PLANTA $V_{MÁX}$ (KM/H) < 140		PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO EN PLANTA 200≤ $V_{MÁX}$ (KM/H) < 250		PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO EN PLANTA 250≤ $V_{MÁX}$ (KM/H) < 300	
		NORMAL	EXCEP.	NORMAL	EXCEP.	NORMAL	EXCEP.
Máxima insuficiencia del Peralte	$I_{Máx}$ (mm)	100	130	80	100	70	80
Máxima aceleración sin compensar	$a_{qMáx}$ (m/s^2)	0,65	0,85	0,52	0,65	0,46	0,52
Máximo exceso de peralte	$E_{Máx}$ (mm)	80	100	80	100	80	100
Máxima Var. del peralte con el tiempo	$\{dD/dt\}_{Máx}$ (mm/s)	30	50	30	50	30	50
Máxima Var. del ángulo de giro de la vía	$\{dq/dt\}_{Máx}$ (rad/s)	0,020	0,033	0,020	0,033	0,020	0,033
Máxima Var. de la insuficiencia con el tiempo	$\{dI/dt\}_{Máx}$ (mm/s)	30	55	30	50	30	50
Máxima Var. de Ac. No compensada con el tiempo	$\{da_q/dt\}_{Máx}$ (m/s^3)	0,20	0,36	0,20	0,33	0,20	0,33
Peralte máximo	Dmáx (mm)	140	160	140	160	140	160
Máxima Var. del peralte con respecto de la longitud	$\{dD/dl\}_{Máx}$ (mm/m)	0,8	2,0	0,5	1,0	0,5	1,0

		PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO EN ALZADO $V_{MÁX}$ (KM/H) < 140		PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO EN ALZADO 200≤ $V_{MÁX}$ (KM/H) < 250		PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE DISEÑO DEL TRAZADO EN ALZADO 250≤ $V_{MÁX}$ (KM/H) < 300	
		NORMAL	EXCEP.	NORMAL	EXCEP.	NORMAL	EXCEP.
Pendiente longitudinal (tráfico viajeros)	$I_{Máx}$ (‰)	25	30	25	30	25	30
Pendiente mínima en túneles y trincheras	I_{Min} (‰)	5	2	5	2	5	2
Longitud mínima de acuerdos verticales (m)	(m)	$V_{Máx}/3$	$V_{Máx}/4$	$V_{Máx}/1,5$	$V_{Máx}/2$	$V_{Máx}/1,5$	$V_{Máx}/2$
Longitud mínima de rasante uniforme entre acuerdos (m)	(m)	$V_{Máx}/3$	$V_{Máx}/4$	$V_{Máx}/1,5$	$V_{Máx}/2$	$V_{Máx}/1,5$	$V_{Máx}/2$
Máxima aceleración vertical	$A_{v,máx}$ (m/s^2)	0,22	0,31	0,22	0,35	0,22	0,39

Adicionalmente, cabe reseñar los siguientes aspectos:

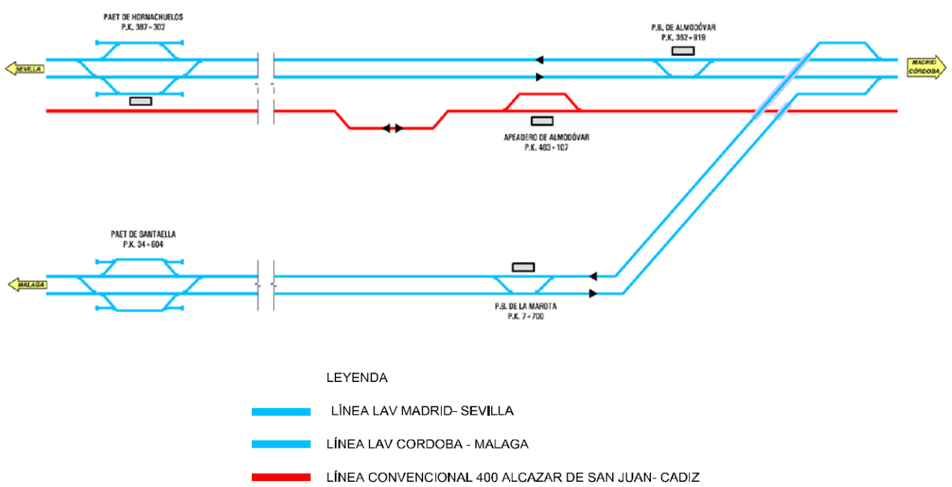
- Radio mínimo en planta: 500 m en Alternativa A y 700 m en la Alternativa C.
- Se han dispuesto todos los aparatos de vía en recta y pendiente constante.
- Acuerdo vertical mínimo: 2.500 m en Alternativa A y 5.000 m en la Alternativa C.

5.4.3. Descripción del trazado

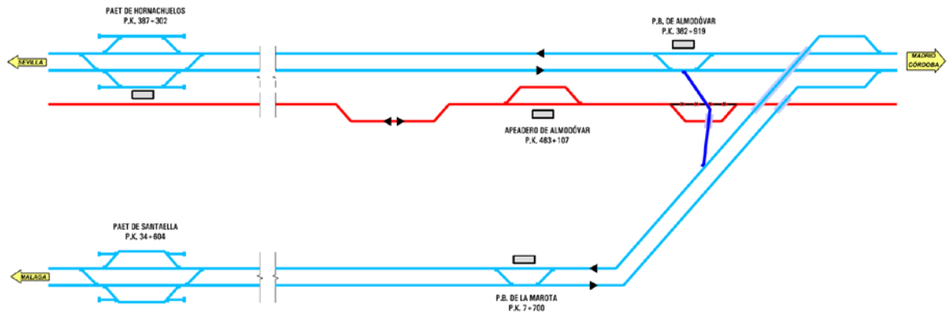
A continuación se incluye un esquema con la situación actual y la situación proyectada para cada una de las alternativas planteadas, así como la descripción de todos los trazados incluidos en la actuación:

Cabe señalar que al analizar en detalle las alternativas previas de la Fase A se han llevado a cabo las modificaciones que, tras dicho análisis, se han considerado necesarias (tales como ajustes de trazado, la no reposición del paso superior de la Alternativa A, el incremento de la longitud del viaducto en la Alternativa C, etc.). Estos puntos son analizados en detalle en el siguiente apartado.

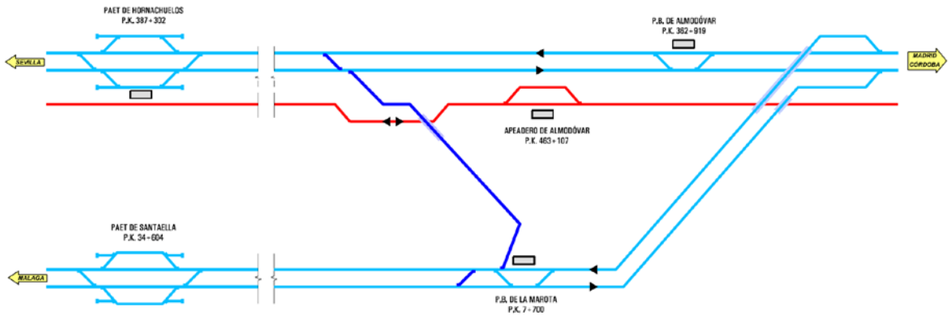
SITUACIÓN ACTUAL



ALTERNATIVA A



ALTERNATIVA C



LEYENDA

LÍNEA LAV MADRID- SEVILLA

LÍNEA LAV CORDOBA - MALAGA

LÍNEA CONVENCIONAL 400 ALCAZAR DE SAN JUAN- CADIZ

ALTERNATIVA DE CONEXIÓN ESTUDIADA

5.4.3.1.Alternativa A

Conexión Alternativa A

Esta alternativa se desarrolla en la zona en el ámbito situado entre el núcleo urbano de Almodóvar del Río y la Bifurcación de Málaga A.V., en donde las Líneas de Alta Velocidad a conectar se encuentran más próximas.

La zona donde se desarrolla la conexión es aquella donde el espacio disponible permite la implantación de un trazado válido para 100 km/h, en concreto la implantación del radio 500 m.

La longitud total de esta alternativa es de 1.840,188 m (sin contar la longitud de los desvíos de conexión en ambas LAVs)

Esto sucede en el P.K. 363+240 aproximadamente de la LAV Madrid – Sevilla, en el puesto de banalización existente de Almodóvar. El trazado de la conexión comienza entre los escapes de la citada instalación, aprovechando de este modo el situado más al oeste para dar acceso a ambas vías generales desde la conexión.

La alternativa parte de un desvío tipo GAV y radio 1.500 m, que permite una velocidad máxima por directa de 300 km/h y una velocidad por la rama desviada de 100 km/h, que será la velocidad de diseño del trazado. El desvío parte de la vía izquierda de la línea de Sevilla (PK JCA 363+239,452) y es a derechas, por lo que la kilometración del trazado tiene sentido inverso a la de la línea en la que tiene origen.

Tras el desvío el trazado adopta una curva y contracurva de radios 5.000 y 2.500 m, el primero de ellos a derechas, de modo que se separe rápidamente de la LAV, de forma que se puedan independizar ambas rasantes lo antes posible, pasando de las 0,85 milésimas de la LAV a 30 milésimas ascendentes, mediante un acuerdo de parámetro 2.500 m, para pasar sobre la vía de convencional.

En esta zona la vía de conexión comienza a ocupar el espacio por el que actualmente discurre la vía de ancho convencional, que se sitúa en paralelo la LAV, a casi 14 m al sur de la misma; por lo que resulta necesaria la modificación de la misma en un eje adicional.

Tras esta curva y contracurva el trazado adopta la alineación principal de todo el trazado, un radio 500 m a derechas con clotoides de 175 m, que se desarrolla hasta situarse en el margen derecho de la línea de Málaga (en el P.K. 5+270 aproximadamente) conectándose a la misma mediante un desvío a izquierdas tipo AV y radios 3.000/1.500, que permite hasta 350 km/h por vía directa y 100 km/h por desviada; (PK JCA 5+270,732), situado sobre la vía derecha de la línea.

En alzado, una vez superado el cruce sobre la modificación de la vía de convencional, mediante otro acuerdo de 2.500 m de parámetro, pasa a tener una pendiente descendente de 4,5 milésimas y, finalmente, en las cercanías de la línea de Málaga, la pendiente pasa a ser la misma de la ésta línea, de 0,5 milésimas descendentes, a través de un acuerdo vertical de 50 m de longitud y 12.500 m de parámetro.

Para conectarse con la vía izquierda de la línea de Málaga se aprovecha el escape este del PB de La Marota, situado a unos 1.740 m hacia el sur.

Se ha ajustado el trazado en alzado de esta alternativa analizado en la Fase A, de modo que la rasante se mantiene elevada entre la pérgola y la conexión con la LAV Córdoba-Málaga, por lo que el cruce con la carretera C-9002 se realiza mediante un paso inferior.

Por otro lado, el paso superior existente en la zona de la pérgola (aproximadamente PK 362+800 de la LAV Madrid-Sevilla) se estima que no necesita ser repuesto porque en la actualidad, las fincas a ambos lados del ferrocarril son de propietarios distintos, por lo que el uso inicial del PS que permitía el tránsito de una parte de la finca a la otra parece no tener sentido ahora. Tampoco se observa que pueda ser necesario para el acceso de fincas colindantes, y además las fincas colindantes al paso superior tienen cerramiento, por lo que no es posible su utilización por terceros.

Modificación de vía de ancho convencional

Debido a la que el trazado de la nueva conexión, en sus metros iniciales, ocupa la zona situada actualmente por la línea de ancho convencional, resulta necesario modificar el trazado de la misma, alejándola al sur de su trazado actual, de forma que, por un lado quede espacio disponible en planta para la implantación de la nueva conexión y, por otro, para permitir el aumento de cota de la propia conexión para pasar sobre la vía de ancho convencional.

El trazado parte de la recta actualmente definida por la vía actual, a la altura del P.K. 362+301 de la línea de Sevilla, y se materializa en planta en una sucesión de tres curvas de sentido opuesto consecutivas, la primera de ellas a derecha, y radios 1.700, 1.150 y 1.700 m con clotoides de 105 m en el primer y tercer caso y 150 m en el radio intermedio, hasta conectar de nuevo con el trazado de la recta actual de la vía.

En alzado se conectan las rasantes actuales en el inicio y fin de la modificación mediante un acuerdo intermedio de parámetro 30.000 m.

Aproximadamente en el P.K. 0+450 de la modificación, se produce el cruce bajo la vía de conexión con una diferencia entre cotas de carril del entorno de los 10 m.

5.4.3.2.Alternativa C

Conexión Alternativa C

Esta alternativa se desarrolla a unos 3,5 km al suroeste de la alternativa A.

La longitud total de esta alternativa es de 5.540,402 m (sin contar la longitud de los desvíos de conexión en ambas LAVs)

El trazado comienza en un desvío a derechas, de tipo GAV y 1.500 m de radio (idéntico al de la Alternativa A), cuya JCA se sitúa en el P.K. 368+914,328 de la línea de Sevilla, sobre la vía izquierda.

Para situar este desvío ha sido necesaria una modificación del trazado de la línea de Sevilla, mediante la modificación de la longitud de las clotoides, en una zona de curva y contracurva, para generar una recta intermedia donde poder situar el nuevo desvío. Este cambio de trazado implica un ripado de la doble vía de la línea, no requiriendo la modificación de la plataforma.

El trazado de la conexión mantiene la alineación recta de la desviada del desvío durante casi 300 m y posteriormente gira a izquierdas con un radio 2.000 m y clotoides de 40 m, mantiéndose en las proximidades al sur de la línea de Sevilla y conservando la misma rasante. Tras esta curva el trazado adopta una alineación recta de 615 m, donde comienza a alejarse de la línea donde tiene su origen y comienza a tener una rasante independiente, en este caso de 15 milésimas descendentes, definida para pasar con cota suficiente sobre la línea de convencional actual.

Después de esta recta el trazado gira a derechas con un radio 1.000 m y clotoides de 65 m, alejándose definitivo de las vías de la línea de Sevilla y pasando, en una misma estructura, sobre la vía de convencional existente y el Río Guadalquivir.

El trazado de esta alternativa analizada en la Fase A se ha ajustado con mayor detalle, por lo que, tal y como se ha comentado en el punto de hidrología, el viaducto sobre el Guadalquivir se proyecta de más longitud (1.261m) porque su traza, al ser paralela a un meandro del río que en momentos de crecida podría inundar la llanura aluvial adyacente ubicada en la margen izquierda de dicha alternativa, podría provocar un efecto barrera. De esta forma se dota de la permeabilidad suficiente a la alternativa C en caso de crecida del río Guadalquivir.

Tras esta alineación el trazado vuelve a girar, en este caso a izquierdas, con un radio 3.500 m con clotoides de 20 m, rodeando por el sur las edificaciones del Cortijo de Los Trances y pasando la rasante a ser de 6,3 milésimas ascedentes; rasante que se mantiene hasta los últimos metros del trazado, donde se adopta la misma que la línea de Málaga.

Para conectar en planta con esta línea, se adopta un radio a derechas de valor 700 m, con clotoides de 100 m que finaliza en un desvío a izquierdas, tipo AV y radios 3.000/1.500 m, situado en la vía derecha de la vía de Málaga (P.K: de la JCA 8+119,891).

Este nuevo aparato se sitúa entre los escapes del PB de La Marota, no afectando a los mismos, al situarse a unos 40 m del escape oeste. Para permitir la conexión con la vía izquierda de la línea se dispone un escape adicional al sur del existente, con la misma tipología del desvío de la conexión.

Ripado de la LAV Madrid – Sevilla para situar el nuevo desvío de la conexión

Como se ha comentado al inicio de la descripción del trazado de la conexión, resulta necesaria la modificación del trazado en planta de la línea Madrid-Sevilla para crear una zona recta que permita la implantación del desvío de inicio de la conexión, en el entorno del PK 369+000.

Esto se ha logrado disminuyendo la longitud de las clotoides de dos curvas consecutivas y de radio opuesto de la línea de Sevilla, en la zona de cambio de curvatura; reduciendo la velocidad de la segunda de las alineaciones circulares de los 250 km/h a 240 km/h y adoptando parámetros excepcionales, pero sin tocar las alineaciones circulares, con el objeto de minimizar la afección a la línea.

El trazado de este ripado se ha realizado por el eje de vía doble de la línea, que actualmente posee un entreeje de 4,30 m y comienza en el P.K. 368+595,758 de la línea en una alineación circular a derechas de radio 2.830, pasando a tener una clotoide de unos 190 m, tras esta alineación se sitúa la nueva alineación recta, de algo más de 120 m, donde se sitúa el desvío de inicio de la conexión. Posteriormente el trazado gira a izquierdas con el radio actual de 3.500 m, pasando a tener una clotoide de unos 140 m.

En alzado se mantiene la pendiente constante actual de 11,5 milésimas descendentes.

Ripado de la LAV Madrid – Sevilla para situar el nuevo escape de la conexión

De forma análoga al caso anterior, ha sido necesario crear otra alineación recta para albergar el nuevo escape de conexión entre ambas vías generales de la línea Madrid-Sevilla, de forma que ambas puedan acceder a la nueva conexión, en el entorno del PK 372+000.

Del mismo modo que en el caso anterior la velocidad de la línea de Sevilla se ve levemente disminuida de los 250 km/h actuales a 240 km/h.

El criterio seguido para esta modificación del trazado ha sido exactamente la misma que en el caso anterior, manteniendo las alineaciones circulares actuales y disminuyendo sus clotoides para generar una nueva recta en la zona de cambio de curvatura.

El trazado comienza en el P.K. 371+683,724 de la línea en una curva a izquierdas de radio 3.500 m, pasando a tener una clotoide de unos 140 m, a continuación se sitúa la nueva recta de 167 m, donde se ubica el nuevo escape de la misma tipología y radio que el desvío de la conexión, permitiendo igualmente 100 km/h por desviada. Finalmente el trazado termina en una curva a derechas del mismo radio que la anterior y cuya clotoide se reduce igualmente hasta 140 m.

En alzado se mantiene la pendiente constante actual de 11,17 milésimas ascendentes.

5.5. SECCIÓN TIPO Y SUPERESTRUCTURA

La sección transversal se ha diseñado con criterios de economía de construcción, funcionalidad, y durabilidad y mantenimiento, cumpliendo así a lo estipulado en el Apartado 1 del Artículo 3 de la Orden FOM/3317/2010. Las características geométricas de la sección tipo son las siguientes:

ANCHO DE VÍA

En el presente estudio todas las alternativas se contemplan con vía única de ancho estándar UIC (1.435 mm), a excepción de la modificación de la vía de convencional (1.668 mm) de la Alternativa A.

TRAVIESA Y CARRIL

La traviesa a instalar en la conexión para ancho UIC 1435 mm será la tipo AI-04, montando carril del tipo 60 E1 de calidad 260 (antiguo UIC-60 de calidad 900 A). Llegará a obra en forma de barras elementales de 270 metros laminadas. Una vez en vía, se conforman las barras largas soldadas definitivas mediante soldadura aluminotérmica.

La traviesa PR-01 se dispondrá en las rectificaciones de la vía convencional (1668 mm) que estén asociadas a la construcción de la nueva conexión de Alta Velocidad. El carril será del tipo 54 E1 de calidad 260 (antiguo UIC-54 de calidad 900 A) que llegará a la obra en barras de 270 metros para completar el montaje de vía.

Una vez en vía se conforman las barras largas soldadas definitivas mediante soldadura aluminotérmica.

BALASTO

Se dispondrá un espesor de balasto 35 cm en las vías de ancho UIC y de 25 cm en la vía de ancho convencional.

El hombro de balasto será de 1,1 m en el primer caso y 0,9 m en el segundo y las pendientes del mismo de 3H:2V y de 5H:4V respectivamente.

CAPAS DE ASIENTO

En las zonas de nueva plataforma de vías de ancho UIC se dispondrán 35 cm de balasto, 30 cm de subbalasto y 60 cm de capa de forma. Estas capas se proyectan con una pendiente transversal de un 5%, para la correcta evacuación de las aguas.

Mientras que en el caso de la vía de ancho convencional, se dispondrán 25 cm de balasto, 25 cm de subbalasto y 40 cm de capa de forma, con una pendiente transversal del 3%.

Bajo la capa de forma se proyecta una coronación de terraplén de 1 m de espesor.

ANCHO DE PLATAFORMA

En todos los casos donde se plantea plataforma nueva se trata de sección de vía única (en el caso de los ripados de la línea Madrid-Sevilla, se producen dentro de la plataforma existente).

Los anchos en la coronación del subbalasto son de 4,65 m en el lado de la electrificación y 3,85 m en el lado opuesto en el caso de las vías de ancho UIC.

En la vía de ancho convencional estos valores se reducen hasta 4,5 m y 3,5 m respectivamente.

TALUDES

Los taludes empleados han sido los siguientes:

- El talud de desmonte adoptado es 3H:2V, con 2H:1V en el metro superior, a excepción del desmonte situado entre los P.P.K.K. 1+200 y 1+700 aproximadamente de la Alternativa C, donde se dispone un talud 1H:1V, con 2H:1V en el metro superior.
- Para el talud de terraplén el valor es 2H:1V.

SANEOS Y TIERRA VEGETAL

Se proyectan los trazados con un espesor medio de 50 cm de tierra vegetal.

Además se proyecta un saneo de 1 m con talud 3H:2V, con una sustitución posterior con material tipo núcleo no consolidable en condiciones de saturación que se prolongará hasta 2 m por encima de la cota actual del terreno.

APARATOS DE VÍA

En el presente Estudio Informativo se han dispuesto una serie de aparatos, que varían dependiendo de la alternativa considerada.

A continuación se recogen los distintos aparatos de vía considerados para cada alternativa:

Alternativa A.

En esta alternativa se ha considerado la disposición de dos desvíos en ambos extremos de la nueva vía para conectarla con las Líneas de Alta Velocidad existentes. Los desvíos proyectados han sido los siguientes:

- DSIH-GAV-60-1500-0,042-CRM-TC-D.

  Este desvío se dispone en la conexión con la LAV Madrid-Sevilla. Permite unas velocidades de 300 km/h por vía directa y de 100 km/h por vía desviada.

- DSIH-AV-E-60-3000/1500-1:22-CC-TC-I.

  Este desvío se dispone en la conexión con la LAV Córdoba-Málaga. Permite unas velocidades de 350 km/h por vía directa y de 100 km/h por vía desviada.

Alternativa C

En esta alternativa, además de incluirse los desvíos necesarios en las conexiones de la nueva vía con las Líneas de Alta Velocidad, se han dispuesto sendos escapes en dichas líneas.

La función de estos escapes es la de minimizar la longitud de las circulaciones a contravía, ya que sin la inclusión de los mismos, el recorrido a contravía estaría en el entorno de los 20 km.

Las tipologías de los desvíos proyectados son las siguientes:

- DSIH-GAV-60-1500-0,042-CRM-TC-D.

  Este tipo de desvío se dispone en la conexión con la LAV Madrid-Sevilla. Permite unas velocidades de 300 km/h por vía directa y de 100 km/h por vía desviada. Se ha considerado la disposición del aparato en recta, para lo que ha será necesario llevar a cabo un ripado de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla en la zona donde se coloca el aparato.

  Además, se han dispuesto dos desvíos de este tipo formando un escape con el fin de que la longitud del tramo a contravía sea el menor posible.

  Debido al trazado de la Línea de Alta velocidad Madrid-Sevilla, la ubicación del nuevo escape se sitúa a una distancia de unos 3 km respecto al desvío de conexión proyectado, y para la colocación de dicho escape es necesario realizar un ripado de la vía de Alta Velocidad con el fin de disponer el escape proyectado en una recta.

- DSIH-AV-E-60-3000/1500-1:22-CC-TC-I.

  Este tipo de desvío se dispone en la conexión con la LAV Córdoba-Málaga. Permite unas velocidades de 350 km/h por vía directa y de 100 km/h por vía desviada.

  Además, se han dispuesto dos desvíos de este tipo formando un escape junto al desvío de la conexión, con el fin de que la longitud del tramo a contravía sea el menor posible.

5.6. TIEMPOS DE RECORRIDO

A modo de comparativa funcional entre ambas alternativas y el recorrido que realizan las circulaciones actualmente, con inversión de marcha en Córdoba, se han realizado sendas simulaciones de marchas tipo, en el ámbito del presente Estudio, de forma que con la geometría y limitaciones de velocidad en cada punto de cada una de los trazados (incluyendo las limitaciones de velocidad en los nuevos aparatos de vía dispuestos) se puedan comparar las velocidades y tiempos de recorrido total para ambos supuestos.

Adicionalmente se ha realizado una simulación análoga a través del recorrido actual, circulando por las líneas actuales y realizando una inversión de marcha en la estación de Córdoba.

Estos cálculos simulan las condiciones de frenado y aceleración de los trenes conforme a las condiciones geométricas y de limitación de velocidad del eje a estudiar.

Para la realización de estas simulaciones se ha mecanizado un eje ficticio a lo largo del recorrido más largo en ambas alternativas (en sentido Málaga – Sevilla), lo cual hace que tenga que pasar por un escape en cada una de las Líneas de Alta Velocidad, para acceder a la vía general contigua a la que se sitúa el desvío de la conexión. Los puntos origen-final de este eje se corresponden aproximadamente con el PK 8+800 de la LAV Córdoba-Málaga y el PK 372+300 de la LAV Madrid-Sevilla.

En la simulación teórica se ha utilizado un tren tipo AVE con velocidad máxima de 300 km/h. Las limitaciones de velocidad impuestas vienen dadas por el cuadro de velocidades máximas de ambas LAVs.

Alternativa A

En el caso de la Alternativa A el eje ficticio (de 14.528 m de longitud total) recorre dos tramos amplios de las Líneas de Alta Velocidad actuales, de modo que tenga el mismo punto de inicio y fin que en el caso de la Alternativa C, para que sean comparables.

En concreto recorre un total de 3.488 m en la LAV Córdoba – Málaga y 9.008 m a largo de la LAV Madrid – Sevilla, sobre los trazados de vías actuales, incluyendo los escapes existentes en los PB de La Marota y Almodóvar.

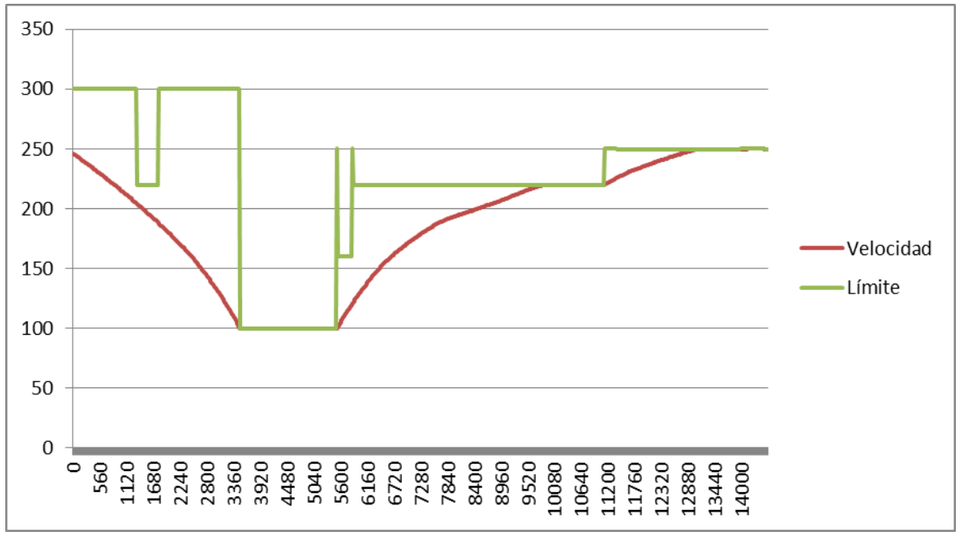
Las velocidades máximas de este eje han sido las actuales en los trazados de las vías existentes (265-300 km/h en el Córdoba – Málaga, y 220–250 km/h en la Madrid – Sevilla, según los cuadros velocidades máximas actuales de las líneas).

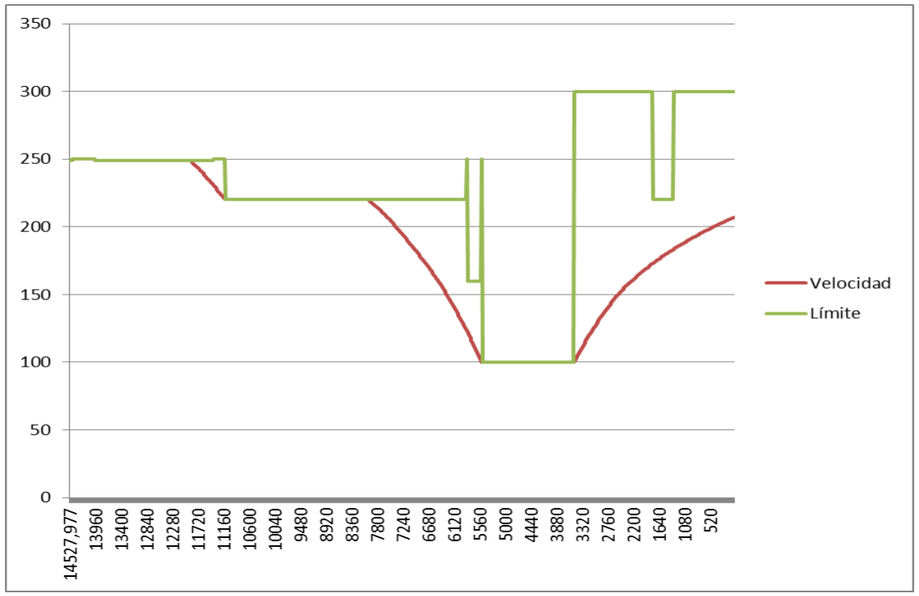
En los escapes las velocidades por desviada son igualmente las actuales, 220 km/h en el caso del situado en la línea de Málaga (PB La Marota) y 160 km/h en el de la línea de Sevilla (PB Almodóvar).

Mientras que en la conexión, tanto por la velocidad por desviada de los nuevos desvíos que la conectan con ambas líneas, como por la propia geometría de la conexión, la velocidad máxima es de 100 km/h, tal y como se ha justificado en el anejo.

El tiempo total de recorrido es de unos 307 segundos en el tramo objeto de la simulación

A continuación se representan dos gráficos donde se puede apreciar tanto las velocidades límites como las de la simulación en función del punto kilométrico del eje estudiado, tanto en un sentido de circulación como en el otro:





Alternativa C

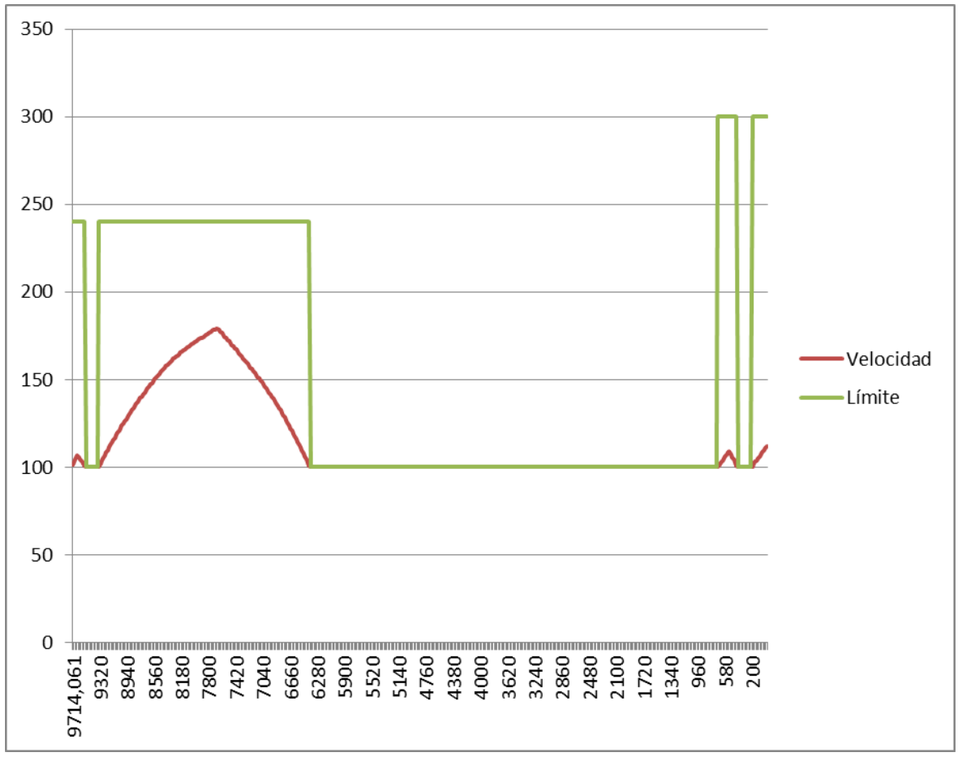
El eje ficticio de esta alternativa (de 9.714 m de longitud total), al situarse más al sur, en una zona donde ambas líneas se encuentran más alejadas, recorre menos distancia sobre las plataformas existentes, en concreto un total de 683 m sobre la plataforma de la línea Córdoba-Málaga y 3.322 m sobre la Madrid-Sevilla.

En estos recorridos cabe establecer dos salvedades por las cuales en todas estas distancias no se respetan las velocidades máximas actuales de las líneas:

- En ambas líneas se implanta un nuevo escape para dar acceso desde ambas vías generales a la nueva conexión, con una velocidad de 100 km/h por desviada en ambos casos.
- En el caso de la LAV Madrid – Sevilla, tanto la implantación del citado escape, como la del escape de la conexión han hecho necesario realizar un leve ripado, que obliga a que la velocidad máxima de la línea pase a ser de 240 km/h.

El tiempo total de recorrido es de unos 317 segundos en el tramo objeto de la simulación

Al igual que en el caso anterior se recogen dos gráficos donde se puede apreciar tanto las velocidades límites como las de la simulación en función del punto kilométrico del eje estudiado, tanto en un sentido de circulación como en el otro:



Recorrido actual

Antes de realizar la simulación teórica del recorrido actual, se han consultado las hojas de ruta de las marchas de los trenes Avant que prestan el servicio Sevilla-Málaga en la actualidad, a una velocidad máxima de 250 km/h.

En estas hojas se materializan las horas comerciales/reales de paso del tren sobre algunos puntos kilométricos concretos de la línea, por lo que comparando la diferencia horaria entre los puntos de inicio y final de la simulación, se obtiene la duración actual del viaje entre esos dos puntos.

Tomando como ejemplo la hoja de ruta del tren Avant 08694, que cubre el servicio actual Málaga – Sevilla con parada en Córdoba, un tren en el origen del eje ficticio simulado (PK 8+800 del Córdoba-Málaga) circularía sobre las 10:09h mientras que en el punto final (PK 372+300 del Madrid-Sevilla) pasaría sobre las 10:37h. Quiere esto decir que el tren tarda unos 28 minutos en recorrer esa distancia.

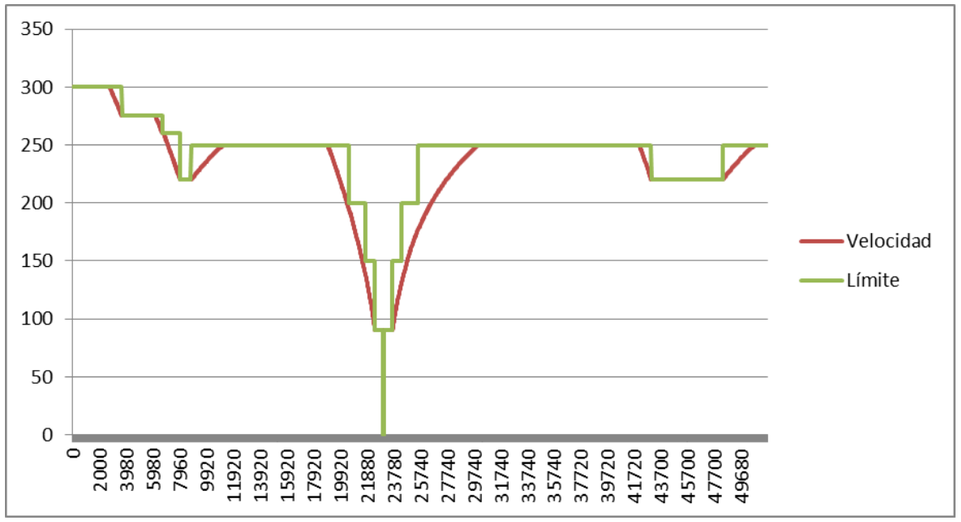
Siguiendo los cuadros de velocidades máximas de las líneas y el tiempo de parada necesario en la estación de Córdoba para la inversión de marcha (estimado en 5 minutos según los horarios actuales), se ha realizado otra simulación de marcha sobre las líneas actuales, siendo éste un ejercicio teórico, que minore los tiempos comerciales de circulación (que no están tan ajustados las condiciones límite, de velocidades máximas, frenadas y aceleraciones).

El recorrido a realizar en esta simulación se trata de un eje ficticio con el mismo origen y final que los dos anteriores (aproximadamente con el PK 8+800 de la LAV Córdoba-Málaga y el PK 372+300 de la LAV Madrid-Sevilla) y una longitud total de 51.640,85 m, con los tramos de velocidad máxima marcados en los respectivos cuadros de velocidades de cada línea.

El tren simulado es un tipo AVE con velocidad máxima de 300 km/h.

El tiempo total de recorrido es de unos 1.164 segundos en el tramo objeto de la simulación, es decir, unos 19 minutos.

A continuación se reflejan los dos gráficos donde se puede apreciar tanto las velocidades máximas como las de la simulación en función del punto kilométrico del eje estudiado, tanto en un sentido de circulación como en el otro:



Conclusiones

En lo referente a tiempos de recorrido no existen diferencias significativas entre ambas alternativas, a pesar de la diferencia de longitud total entre ambos ejes de la simulación (14,5 km frente a 9,7 km), ya que en el caso de la Alternativa A se mantienen velocidades elevadas durante más tiempo del trayecto, mientras que en la Alternativa C, se reduce la distancia total pero también la velocidad media.

El tiempo total de recorrido es de unos 307 segundos en el caso de la Alternativa A y de unos 317 segundos en la Alternativa C, existiendo por tanto una diferencia insignificante de 10 segundos entre ambas alternativas, en el tramo objeto del presente Estudio.

Por tanto, el tiempo en recorrer cualquiera de las dos alternativas en el tramo objeto de la simulación es algo superior a los 5 minutos.

En comparación con los tiempos de recorrido obtenidos de la simulación por el recorrido actual (unos 19 minutos), se obtienen unas ganancias de tiempo teóricas alrededor de los 15 minutos (si bien estas se basan en ejercicios teóricos, apurando los parámetros tanto del tren como de la geometría de la vía y tomando un tren tipo AVE a 300 km/h).

Al comparar estos tiempos teóricos con los reales de explotación (lógicamente algo superiores en el entorno de los 28 minutos), se estima que la ganancia real de las nuevas alternativas frente a los tiempos de recorrido actual, se situará en el entorno de los 20 minutos.

5.7. ELECTRIFICACIÓN

En el “Anejo de Electrificación” se incluye la descripción técnica y la valoración económica de las actuaciones previstas sobre las instalaciones de electrificación ferroviarias que serán necesarias realizar, para posibilitar la nueva conexión entre las actuales Líneas de Alta Velocidad Madrid – Sevilla y Córdoba – Málaga en el entorno de Almodóvar del Río, de conformidad con las dos Alternativas A y C consideradas.

Para ambas alternativas, se propone que la alimentación al ramal de conexión se realice en sistema 1x25 kV.

No se encuentra prevista alimentación eléctrica mediante subestaciones propias, sino que en las dos alternativas los ramales de conexión se alimentarían de las subestaciones existentes en las líneas de alta velocidad que conectan.

Al utilizar subestaciones existentes no son precisas nuevas líneas de alimentación, aspecto este relevante dentro de un Estudio Informativo por su posible incidencia ambiental y de afección a terceros.

Con objeto de aislar eléctricamente las alimentaciones de las catenarias que estén a su vez alimentadas desde subestaciones diferentes a la vez, se ha previsto la instalación de una zona neutra en la conexión de las dos Líneas de Alta Velocidad. La ubicación concreta de estas zonas neutras deberá coordinarse con la técnica de instalaciones de Seguridad y Comunicaciones (IISSCC) teniendo en cuenta la situación de las señales de los desvíos de enlace. Además, en la medida de lo posible, deben estar situadas en una zona horizontal con el fin de facilitar el paso por inercia de los trenes, sin traccionar las locomotoras.

Debido a la escasa longitud de la alternativa A, deberá considerarse la necesidad de implantar una zona neutra corta en esta alternativa.

La línea aérea de contacto estará diseñada para circular a la mayor velocidad posible por vía, deberá ser compatible con las instalaciones actuales y se diseñará de tal forma que cumpla los requisitos de Interoperabilidad especificados en el subsistema de energía de la Especificación Técnica de Interoperabilidad.

La línea aérea de contacto se realizará mediante catenaria simple, poligonal y atirantada y con regulación de la tensión mecánica de los conductores de manera independiente.

La composición de la catenaria propuesta es:

Sustentador:	Cu 95 mm^2
Hilo de contacto:	1xCu-Mg 0,5 150 mm^2
Péndola en Y (falso sustentador):	Bz II o Cu
Péndolas:	Bz 16 mm^2 ó Cu 25 mm^2
Cable de retorno:	LA 110

Las características básicas del equipamiento considerado son las siguientes:

- Cimentaciones cilíndricas
- Postes metálicos formados por dos perfiles UPN unidos mediante diagonales o configurados a partir de perfiles HEB, galvanizados y pintados.
- Equipos de ménsula del tipo tubular trianguladas
- Equipos de compensación mecánica independiente para el sustentador y para el hilo de contacto
- En general, las agujas serán del tipo tangencial. Sin embargo, las agujas con las catenarias de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Sevilla serán del tipo cruzado y con los conductores de la catenaria tipo Re 250. Por tanto, como los conductores proyectados son diferentes a los de la catenaria tipo Re 250, deberá realizarse una transición en el primer seccionamiento del nuevo ramal próximo a este enlace.

Las actividades de electrificación que se consideran necesarias para la ejecución de los trabajos se resumen a continuación:

- Toma de datos y replanteo en campo.
- Excavación y construcción de macizos de cimentación. Incluidas placas de anclaje para el viaducto de la Alternativa C.
- Izado y montaje de postes.
- Izado y montaje de pórticos, semipórticos y ménsulas.
- Tendido, tensado y montaje de cable de tierra.

- Tendido, tensado y montaje de sustentador y de hilo de contacto.
- Montaje de péndolas.
- Montaje de equipos de compensación mecánica.
- Montaje de seccionamientos de catenaria, con o sin lámina de aire.
- Nuevo replanteo y montaje de las agujas aéreas en aparatos de vía.
- Montajes de puntos fijos de los cantones de compensación de catenaria.
- Montaje de aislamientos de catenaria, finales e intermedios.
- Montaje de aisladores de sección.
- Montaje de seccionadores o traslado de los actualmente instalados.
- Conexionado de alimentaciones entre sustentador e hilos de contacto, en seccionamientos de compensación y agujas aéreas.
- Conexionado de estructuras a tierra.
- Montaje de protecciones.
- Montaje de situaciones provisionales y su posterior desmontaje.
- Ajustes y repasos de los elementos del sistema de catenaria.
- Desmontaje de todos los elementos de la instalación actual que no sean ya necesarios.
- Demolición de cimentaciones de postes desmontados o de macizos de anclaje.

5.8. INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES

En el “Anejo de Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones” se incluye la descripción técnica y la valoración económica de las actuaciones previstas sobre las instalaciones de seguridad y telecomunicaciones ferroviarias que serán necesarias realizar, para posibilitar la nueva conexión entre las actuales Líneas de Alta Velocidad Madrid – Sevilla y Córdoba – Málaga en el entorno de Almodóvar del Río, de conformidad con las dos Alternativas A y C consideradas.

Desde el punto de vista de las instalaciones de explotación ferroviaria, se ha previsto la realización de una serie de actuaciones sobre las instalaciones existentes en los enclavamientos y dependencias que se muestran en la siguiente tabla, con referencia al punto kilométrico (PK) del edificio técnico o caseta técnica.

Línea de Alta Velocidad Madrid – Sevilla		
ENCE	**Dependencia**	**PK**
Córdoba II	Córdoba II	345+167
	Almodóvar B (Bif. Málaga)	358+150
	Almodóvar del Río	362+919
	Caseta CV Nº 16	376+194
Línea de Alta Velocidad Córdoba – Málaga		
ENCE	**Dependencia**	**PK**
La Marota	Almodóvar B (Bif. Málaga)	0+153 358+150 (*)
	La Marota	7+640
Línea de Red Convencional Alcázar de San Juan – Cádiz		
ENCE	**Dependencia**	**PK**
Villarrubia de Córdoba	Villarrubia de Córdoba	453+694
Almodóvar del Río	Almodóvar del Río	463+107

(*) *PK referenciado a la kilometración de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Sevilla.*

También, se han considerado actuaciones en las centrales de mando de LZB ubicadas en el PK 376+604 de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Sevilla y en el PK 6+475 de la Línea de Alta Velocidad Córdoba – Málaga.

Asimismo, se contemplan las modificaciones necesarias en los equipos de Control Centralizado de las instalaciones de seguridad y telecomunicaciones afectadas, ubicados en los siguientes Edificios Técnicos:

- Centro de Regulación de Tráfico (CRC) de Madrid-Puerta de Atocha.
- CTC de Madrid-Delicias.
- CRC de Antequera-Santa Ana (PK 97+220).

De igual forma, se prevén actuaciones de modificación del sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC) ubicado en el Puesto de Mando de CTC de Córdoba convencional, desde donde se telemandan los enclavamientos de Villarrubia de Córdoba y Almodóvar del Río, en el caso de que se proyecte la modificación de la explotación ferroviaria entre ambas estaciones, tanto en posibles situaciones provisionales como en la situación definitiva.

El anejo también recoge una exhaustiva descripción de las instalaciones de seguridad y comunicaciones existentes en las LAVs Madrid-Sevilla y Córdoba-Málaga, así como en la línea convencional Alcázar de San Juan – Cádiz (que se ve afectada por la alternativa A)

Para las instalaciones a proyectar, por razones de compatibilidad técnica y optimización de sistemas y para mantener la homogeneidad de las instalaciones, se ha previsto que todos los nuevos equipos sean de iguales características y de la misma tecnología que los existentes actualmente en la zona de actuación. Por lo tanto, las actuaciones previstas en cada cabina de los enclavamientos y controladores de objetos afectados se proyectarán considerando el manteniendo de la tecnología y filosofía de diseño actuales, con las máximas condiciones de seguridad.

Todos los nuevos elementos de campo y aparatos de vía a proyectar cumplirán con las especificaciones técnicas aprobadas por el ADIF.

Se realiza una descripción del alcance de dichas actuaciones, de acuerdo con las dos alternativas A y C propuestas.

Se definen a continuación las necesidades de instalaciones de seguridad y telecomunicaciones que requiere la actuación:

- Enclavamientos y bloqueos electrónicos. Para la conexión se proyectará un sistema de bloqueo en vía banalizada (BVB), así como una modificación y adaptación de los enclavamientos afectados para la citada conexión.

  La detección segura de presencia de trenes y vehículos que circulen por la línea se realizará mediante circuitos de vía de audiofrecuencia sin juntas mecánicas de separación, estos circuitos serán inmunes a las perturbaciones producidas por la corriente de tracción de los sistemas de electrificación.

  El sistema de señalización lateral estará basado en señales de tecnología de focos de LEDs de alta luminosidad y pantallas alfanuméricas.

- Sistemas de protección del tren LZB/ASFA: Se contempla la instalación del sistema LZB como sistema de operación principal del ramal, y del sistema ASFA como sistema de respaldo o de funcionamiento degradado. Se realizarán las transiciones necesarias entre los sistemas LZB y ERTMS/ETCS existentes en la Línea de Alta Velocidad Córdoba – Málaga, que se modificará y ampliará para su adecuación a la nueva explotación en el entorno de La Marota.

- CTC/CRC**:** Será necesario modificar y adecuar el software de los sistemas del CRC de Madrid-Puerta de Atocha y del CRC de Antequera-Santa Ana. Se realizarán modificaciones en el equipamiento de los sistemas de CTC existentes en Madrid-Puerta de Atocha, en Madrid-Delicias y en Antequera-Santa Ana, para integrar, en ellos, las modificaciones a proyectar de los enclavamientos afectados por las alternativas.

- Sistemas auxiliares de detección: Se implantan los sistemas conforme a las directivas comunitarias y sus desarrollos en especificaciones técnicas de interoperabilidad: Detectores de caída de objetos (DCO), Detectores de cajas calientes (DCC), Detectores de viento lateral (DVL), Detectores de comportamiento dinámico de pantógrafo (DCDP) y Detectores de impacto vertical (DIV).
- Red de cables: Se utilizarán cables multiconductores y/o de cuadretes. Al estar prevista la electrificación de la línea a 25 kV 50 Hz, se deben emplear en los casos que así se requiera, cables con factor de reducción, para proteger contra interferencias inducidas.
- Telecomunicaciones fijas: Se proyectará el tendido de una red de fibra óptica
- Telecomunicaciones móviles: Se comprobará la existencia de suficiente cobertura del actual sistema GSM-R en toda la zona de actuación.
- Suministro de energía a las instalaciones: Se proyectarán los equipos de alimentación de acuerdo a las características generales de la línea.

En el caso de la alternativa A (donde se afecta a la línea de ancho convencional) se prevé el aprovechamiento de los actuales elementos de campo que coincidan en su tipología con los especificados en el Programa de Explotación en su situación definitiva, siempre que su estado de conservación sea aceptable. Además se modificará y adaptará el enclavamiento de Almodóvar del Río (y de su sistema videográfico de mando local) y las relaciones de bloqueo entre Almodóvar del Río y Villarrubia de Córdoba, manteniéndose el actual sistema de bloqueo y el Telemando de las instalaciones de señalización y comunicaciones previstas en el nuevo tramo de vía de la Línea 400, desde el actual sistema de CTC del Puesto de Mando Central de Córdoba.

5.9. ESTRUCTURAS

Se describen a continuación las estructuras más significativas de cada una de las dos alternativas estudiadas:

5.9.1. Alternativa A

PÉRGOLA

La solución que se contempla en el P.K. 0+400 es una pérgola, que permite solucionar el cruce tan esviado de la línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla con la Línea convencional, permitiendo reducir el vano a solo el ancho necesario para que la línea convencional cruce bajo la Línea de alta velocidad.

El tablero se compone de vigas doble T y losa “in situ” de hormigón armado de canto 0.30 m, la solución de vigas prefabricadas es habitual en el caso de estructuras sobre una vía existente por motivos constructivos. El vano trabajaría isostáticamente y solo se materializa la losa de compresión en el ancho necesario que tiene la línea de alta velocidad, el resto de vigas no cuentan con losa de compresión. En el caso de los estribos, será un muro que permite retener el terraplén y en las zonas que no lo requiera se puede dejar pasar la luz.

Asimismo se dota de un gálibo vertical mínimo de 7 m sobre las vías que permite la electrificación de la línea.

La plataforma de la línea de Alta Velocidad tendrá un ancho de 8,50 m dado que se trata de vía única.

A continuación se incluye una tabla con la situación de la estructura en el trazado, referenciado por su P.K.

ESTRUCTURA	P.K.	ANCHO TABLERO	ESVIAJE	LUZ	TIPOLOGÍA
PERGOLA 0.40	0+400	8,50 m.	20º	67,45 m	Prefabricado

En los estribos y muros se recurre a la disposición de estribos de cimentación profunda, que se prolonga con muros de hormigón armado también con cimentación profunda que permite retener el relleno del terraplén.

PASOS INFERIORES

Para el desarrollo de los pasos inferiores, se contemplan las soluciones propuestas por las IGP.

El desarrollo de la plataforma de alta Velocidad tratado interfiere con una carretera y con un paso inferior existente. A continuación se incluye una tabla con la situación de las estructuras en el trazado, referenciado por su P.K.

DENOMINACIÓN	*PK*	*REPOSICIÓN*
PI P.K. 0.95	0+950	Carretera
PI P.K. 1.75	1+750	Ampliación camino secundario

En el caso del P.I. 0.95, como es un paso inferior de carretera, el ancho de plataforma debe ser como mínimo 8,0 m, al igual que se limita el gálibo vertical a 5,30 m como mínimo. Para definir el espesor de las losas, se toma como referencia el ratio L/10, que es habitual para este tipo de estructuras, dando un canto de 1,00 m y para los hastiales el espesor será de 0,90 m. Este paso se resuelve con una sección interior de 10,0x6,0 m.

Los bordes de la losa superior se rematarán con un peto de unos 0,30 cm de altura y anchura, con la finalidad de evitar que la caída de balasto y material de la plataforma al camino.

Para el caso de la ampliación del paso inferior, se mantendrá la sección interior de 7,0 x8,0 m, y el canto de losa y hastiales serán de 0,80 m.

Finalmente los accesos de las bocas del marco quedarán protegidos del terraplén y el desmonte mediante aletas, consistentes en muros de tipología tradicionales.

5.9.2. Alternativa C

VIADUCTO RÍO GUADALQUIVIR

Esta alternativa requerirá la ejecución de un Viaducto ubicado en el P.K. 2+400 y con una longitud total de 1261,00 m.

La ubicación de este Viaducto viene condicionada por el cruce sobre Río Guadalquivir del nuevo trazado de la línea de Alta Velocidad, también cruza la línea férrea convencional que discurre paralelo a la Línea de Alta Velocidad existente y dos caminos secundarios más.

La longitud total del viaducto ha venido condicionada por criterios hidráulicos, concretamente por la finalidad de salvar la cuenca de inundación de periodo de retorno 100 años y para permitir la permeabilidad de la zona en caso de crecida del río. La tipología de estructura habitual para estas luces (80,0 m y 60,0 m) es un tablero de sección cajón con canto variable, la relación del canto en centro de vano es L/25 y en apoyo es una relación L/14.

La plataforma de la línea de Alta Velocidad tendrá un ancho de 8,50 m.

A continuación se incluye una tabla con la situación de la estructura en el trazado, referenciado por su P.K.

ESTRUCTURA	*P.K.*	*ANCHO TABLERO*	*ESVIAJE*	*LUZ*	*TIPOLOGÍA*
VIADUCTO 2.40	2+400	8,50 m.	---	1261,00 m	In situ

El tablero es hiperestático y la definición de los vanos del viaducto son 29,0 + 2x41,0 + 60,0 + 80,0 + 2x60,0 + 21x41,0 +29,0 m de longitud.

Se propone una tipología de tablero de hormigón postesado con sección transversal en cajón con voladizos. Ha sido necesario recurrir a un canto variable entre 2,50 m en los tramos de menor luz y 3,25 en la zona central de los de mayores luces, para ser posible recurrir a las elevadas luces ha sido necesario un incremento de canto sobre las pilas que puede alcanzar los 5,50 m.

Se recurre a la disposición de estribos de cimentación profunda, uno de ellos fijo, este es el definido como estribo 2, tiene tres hileras de pilotes, además de disponer elementos de vinculación entre el tablero y el estribo que permiten trasmitir las acciones horizontales. El estribo móvil, estribo 1, será de menores dimensiones debido a que soportará cargas horizontales muy inferiores, contemplando dos hileras de pilotes.

La solución adoptada ha sido la tradicional con muro frontal rematados por muros en vuelta para contener el terraplén en trasdós.

Se propone la disposición de una pila tabique de sección rectangular, los extremos serán curvos para facilitar su encaje en la corriente de agua (menor resistencia), a lo que se debe añadir un mejor aspecto estético.

PASO SUPERIOR DE CAMINO

El proyecto de la línea de Alta velocidad del tramo tratado requerirá la ejecución del nuevo paso superior PS 1.50 para reposición del camino secundario.

La ubicación del paso viene condicionada por el trazado de la reposición del camino además de por la necesidad de respetar un gálibo horizontal mínimo de 5 m de la pila a las vías. Asimismo se define un gálibo vertical mínimo de 7 m sobre las vías que permite la electrificación de la línea.

El tablero se compone de vigas doble T y losa “in situ” de hormigón armado de canto 0.25 m, la solución de vigas prefabricadas es habitual en el caso de estructuras sobre una vía existente por motivos constructivos, los vanos trabajarían isostáticamente. La plataforma o anchura del tablero exigida para las reposiciones de caminos será de 8,00 m, dividida en 6,0 m de calzada y dos aceras de 0,80 m.

Las estructura deberá contar con una rodadura mezcla bituminosa en caliente o microaglomerado adecuada para la reposición de caminos

A continuación se incluye una tabla con la situación de la estructura en el trazado, referenciado por su P.K., y el esquema tipológico, indicando luces, anchos, etc.

ESTRUCTURA	P.K.	ANCHO TABLERO	ESVIAJE	LUCES	TIPOLOGÍA
PS 1+500	1+500	8,00 m.	65º	15+20+15	Prefabricado

Ha sido necesario el encaje de tres vanos debido a que el camino debe salvar tanto la vía existente como la proyectada, con una longitud total de 50.00 m.

La pila es tipo martillo, con un fuste de sección rectangular que se ensancha en cabeza. La dimensión del dintel será de 1,20 x 8,60 m y canto 1,40 m, son espacio suficiente para el apoyo de las vigas doble T sobre neoprenos.

Los estribos son de tipología tradicional, de muro frontal con muros en vuelta rematados por aleta belga, adaptada al talud 3H/2V del relleno del terraplén.

Para estribos y pilas se puede recurrir a cimentación profunda, quedando la cara superior del encepado enterrada un mínimo de 50 cm.

PASOS INFERIORES

Para el desarrollo de los pasos inferiores, se contemplan las soluciones propuestas por las IGP, para el caso de los pasos de caminos, el ancho de plataforma debe ser como mínimo 6,0 m, al igual que se limita el gálibo vertical a 5,30 m como mínimo. Para definir el espesor de las losas, se toma como referencia el ratio L/10, que es habitual para este tipo de estructuras, dando un canto de 0,80 m y para los hastiales el espesor será de 0,80 m.

A continuación se incluye una tabla con la situación de las estructuras en el trazado, referenciado por su P.K.

DENOMINACIÓN	PK	REPOSICIÓN
PI P.K. 1.175	1+175	Camino secundario
PI P.K. 4.00	4+000	Camino secundario
PI P.K. 4.25	4+250	Camino secundario
PI P.K. 4.50	4+500	Carretera

Los pasos inferiores P.I. 1.175, P.I. 4.0 y P.I 4.25 se resolverán mediante una estructura consistente en un marco de hormigón armado que deberá respetar los gálibos de 6,0x8,0 m.

En el caso del P.I. 4.5, como es un paso inferior de carretera, el ancho de plataforma debe ser como mínimo 8,0 m, al igual que se limita el gálibo vertical a 5,30 m como mínimo. Para definir el espesor de las losas, se toma como referencia el ratio L/10, que es habitual para este tipo de estructuras, dando un canto de 1,00 m y para los hastiales el espesor será de 0,90 m. Este paso se resuelve con una sección interior de 10,0x6,0 m.

En el caso de que fuese necesario, a la losa inferior se la dotaría de talones de aproximadamente 0,30 m con la finalidad de limitar las tensiones en punta transmitidas al terreno.

Los bordes de la losa superior se rematarán con un peto de unos 0,30 cm de altura y anchura, con la finalidad de evitar que la caída de balasto y material de la plataforma al camino.

Finalmente los accesos de las bocas del marco quedarán protegidos del terraplén y el desmonte mediante aletas, consistentes en muros de tipología tradicionales.

5.10. REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRE VIALES

El trazado de las dos alternativas estudiadas intercepta varios viales que deberán ser repuestos.

A continuación se detallan las carreteras y caminos afectados y la solución de reposición propuesta.

Alternativa A

Vial afectado	PK de Proyecto	Descripción vial actual	Afección	Solución propuesta	
				Código	Actuación
Camino de tierras	0+310	Camino de tierras existente, de titularidad privada, cruzando de norte a sur y saltando, mediante un paso superior, la LAV Madrid – Sevilla y la Línea Convencional 400 Alcázar de San Juan – Cádiz, en los PK 362+850 y 461+290 de ambas líneas, respectivamente.	Afección producida por la pérgola de cruce del ramal de conexión con la LAV y la Línea Convencional	P.S.-0.1-A	El paso superior existente será demolido y no se repondrá. (ver punto 5.4.3.1.)
Carretera CO-9002	0+955	Carretera comarcal que discurre de este a oeste paralela por el sur a la LAV Madrid – Sevilla y la Línea Convencional Alcázar de San Juan – Cádiz a unos 400 m de la traza de éstas.	Afección a carretera por el trazado del eje principal	P.I.-0.9-A	Ejecución de un nuevo paso inferior para asegurar la permeabilidad transversal de la carretera
Paso inferior	1+570	Paso Inferior existente en el PK 4+950 de la LAV córdoba-Málaga	Afección por el trazado del eje principal	P.I.-1.5-A	Ampliación del paso inferior existente
Camino de servicio	1+300 - 1+800	Camino de servicio de la LAV Córdoba-Málaga por la margen derecha (sentido Málaga)	Afección a camino de servicio por el trazado del eje principal		La continuidad del camino de servicio afectado se hará por el P.I.-0.9-A, y paralelamente a la traza del ramal de conexión hasta el P.I.-1.5-A, (paso inferior prolongación del existente en el PK 4+850 de la LAV Córdoba – Málaga) utilizando camino de servicio proyectado

Alternativa C

Vial afectado	PK de Proyecto	Descripción vial actual	Afección	Solución propuesta	
				Código	Actuación
Camino de tierras	1+125	Camino de tierras existente al suroeste del núcleo urbano de Almodóvar que discurre de norte a sur cruzando la LAV Madrid – Sevilla y la Línea Convencional Alcázar de San Juan – Cádiz mediante el correspondiente paso inferior.	Afección a camino por el trazado del eje principal	P.I.-1.1-C	Ejecución de un nuevo paso inferior.
Camino de tierras	1+505	Camino de tierras existente al sureste del núcleo urbano de Almodóvar que discurre hacia el suroeste cruzando la LAV Madrid – Sevilla y la Línea Convencional Alcázar de San Juan – Cádiz mediante el correspondiente paso superior.	Afección a camino por el trazado del eje principal	P.S.-1.5-C	Ejecución de un nuevo paso superior.

Vial afectado	PK de Proyecto	Descripción vial actual	Afección	Solución propuesta	
				Código	Actuación
Camino de tierras	3+000	Camino de tierras existente al sur del núcleo urbano de Almodóvar por la margen izquierda del río Guadalquivir. Discurre de norte a sur, dando acceso a las parcelas agrícolas colindantes.	Afección a camino por el trazado del eje principal		No hay reposición, ya que se asegura la permeabilidad transversal del camino ya que éste discurre entre pilas del viaducto proyectado
Camino de tierras	3+480	Camino de tierras existente al sureste del núcleo urbano de Almodóvar por la margen izquierda del río Guadalquivir. Discurre de norte a sur, dando acceso a las parcelas agrícolas colindantes.	Afección a camino por el trazado del eje principal		No hay reposición, ya que se asegura la permeabilidad transversal del camino ya que éste discurre entre pilas del viaducto proyectado
Camino de tierras	3+995	Camino de tierras existente al sureste del núcleo urbano de Almodóvar por la margen izquierda del río Guadalquivir. Discurre de norte a sur, dando acceso a las parcelas agrícolas colindantes y al cortijo cercano.	Afección a camino por el trazado del eje principal	P.I.-3.9-C	Ejecución de un nuevo paso inferior.
Camino de tierras	4+285	Camino de tierras existente al sureste del núcleo urbano de Almodóvar por la margen izquierda del río Guadalquivir. Discurre de norte a sur, dando acceso a las parcelas agrícolas colindantes y al cortijo cercano.	Afección a camino por el trazado del eje principal	P.I.-4.2-C	Ejecución de un nuevo paso inferior.
Carretera CP-234	4+475	Carretera comarcal que discurre de este a oeste cruzando bajo la LAV Córdoba – Málaga en torno al PK 6+800 de ésta.	Afección a carretera por el trazado del eje principal	P.I.-4.4-C	Ejecución de un nuevo paso inferior.
Vial de acceso a edificio técnico del PB de La Marota	5+100	Camino de acceso al Edificio Técnico del Puesto de Banalización de La Marota, en la LAV Córdoba – Málaga.	Afección al vial de acceso por el talud izquierdo del eje principal	-	Se repone desviando el camino paralelamente a la traza ferroviaria

5.11. SERVICIOS Y SERVIDUMBRES AFECTADOS

Se ha solicitado información a los organismos públicos afectados, estos son, el Ayuntamiento de Almodóvar del río y los ayuntamientos contiguos a este. Se utiliza a su vez la plataforma INKOLAN de la que se obtiene una primera referencia de los servicios existentes en la zona de afección de las alternativas contempladas. Por último, conforme a la información recogida de INKOLAN, se solicita información a organismos privados cuyas infraestructuras e instalaciones aparecen en la zona así como a otros organismos que no apareciendo en la información recibida de INKOLAN, puedan tener elementos de su titularidad.

Se emite una primera ronda de comunicaciones por parte de la Dirección General de Ferrocarriles (DGF), por medio de correo ordinario, seguida de otras solicitudes de información por correo electrónico por parte de INECO y de consultas a las páginas web de los organismos que facilitan la información de sus instalaciones por medio de aplicaciones específicas.

En el apartado 5.13. “Coordinación con Otros Organismos y Administraciones” se incluye una tabla que detalla los contactos mantenidos con los distintos organismos. A fecha de cierre del presente Estudio Informativo no se ha recibido toda la información referente a servicios de los ayuntamientos afectados y a servicios de gas, así como tampoco se ha recibido información de algunas comunidades de regantes y empresas de electricidad, telecomunicaciones y abastecimiento, que podrían detectarse posteriormente.

Se dispone de información de los servicios de electricidad de Endesa Distribución Eléctrica S.L.U y de Telefónica S.A., recibida de INKOLAN. Además, a raíz de la inspección de la cartografía y de las visitas de campo, se hace constancia de la existencia de líneas aéreas cuyo titular no se ha identificado, concretamente la línea aérea que corre paralela al lado sur de la LAV Madrid - Sevilla, cuya reposición sería necesaria para el desarrollo de la Alternativa A. Se incluyen también las instalaciones de riego de titular no identificado que se ha comprobado que existen en la zona de afección, también de la alternativa A.

La descripción de cada servicio y las reposiciones propuestas se exponen en el Anejo de servidumbres y servicios afectados. Así mismo, se incluye un resumen de los importes de ambas alternativas.

A continuación se muestra una tabla con la información más relevante de los Servicios y Servidumbres detectados que pueden verse afectados:

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA CONEXIÓN DE LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD MADRID-SEVILLA Y CÓRDOBA-MÁLAGA EN EL ENTORNO DE ALMODÓVAR DEL RÍO (CÓRDOBA)									
ALTERNATIVA	TIPOLOGÍA / TITULAR	TÉRMINO MUNICIPAL	SITUACIÓN ACTUAL			SITUACIÓN FUTURA			
			CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	POSICIÓN	DENOMINACIÓN	LONGITUD (m) AFECCIÓN / REPOSICIÓN	REPOSICIÓN PROPUESTA PRELIMINAR / OBSERVACIONES	PRESUPUESTO ESTIMADO (€)
SERVICIOS / SERVIDUMBRES									
ALTERNATIVA A	Electricidad / ENDESA	Almodóvar del Río	AA-ELE-0/200	Línea Eléctrica Aérea Media Tensión	Cruza sobre la plataforma ferroviaria de la LAV Madrid – Sevilla en la zona donde se va a ejecutar el enlace de conexión con la LAV Córdoba - Málaga, que en ese tramo irá en terraplén, pudiendo ser necesaria su reposición por insuficiencia de gálibo vertical sobre dicho enlace.	AA-SA_ELE-0/200	120,00 m	Reposición de la línea eléctrica en aéreo de forma que haya suficiente gálibo vertical con el ferrocarril.	**18.000,00**
	Electricidad / TIT. NO IDENTIFICADO	Almodóvar del Río	AA-ELE-0/400	Línea Eléctrica Aérea	Discurre paralela por la margen sur de la plataforma ferroviaria de la LAV Madrid – Sevilla en la zona donde se va a ejecutar la rectificación de la vía de la Línea Convencional Alcázar de San Juan – Cádiz, siendo necesaria su reposición.	AA-SA_ELE-0/400	730,00 m	Reposición de la línea eléctrica en aéreo fuera de la explanación, con cruce subterráneo bajo la plataforma ferroviaria del enlace de conexión proyectado.	**132.500,00**
	Red de Riego / TIT. NO IDENTIFICADO	Almodóvar del Río	AA-REG-0/400	Dos pozos y conducción de riego soterrada	Se encuentran en la margen sur de la plataforma ferroviaria de la LAV Madrid – Sevilla, en la zona donde se va a ejecutar la rectificación de la vía de la Línea Convencional Alcázar de San Juan – Cádiz, siendo necesaria su reposición	AA-SA_REG-0/400	200,00 m	Reposición de los dos pozos (de unos 10,00 m de profundidad cada uno) y conducción de riego fuera de la explanación.	**48.280,00**
	Red de Riego / TIT. NO IDENTIFICADO	Almodóvar del Río	AA-REG-1/200	Acequia	Cruza bajo la plataforma ferroviaria de la LAV Córdoba – Málaga a través de un marco de hormigón armado de 5,00 x 3,00 m de sección, y se verá interceptada por la plataforma ferroviaria del enlace de conexión proyectado, siendo necesario construir una estructura de paso.	AA-SA_REG-1/200	37,00 m	Ejecución de un marco de hormigón armado de 5,00 x 3,00 m de sección.	**105.450,00**
ALTERNATIVA C	Electricidad / ENDESA	Almodóvar del Río	AC-ELE-1/875	Línea Eléctrica Aérea Media Tensión	Cruza sobre la plataforma de la LAV Madrid – Sevilla, y se verá interceptada por la plataforma ferroviaria del enlace de conexión proyectado, que en esa zona discurrirá en terraplén, afectándose un apoyo de la línea eléctrica que se encuentra en la margen sur de la LAV, siendo necesaria su reposición. También resultará afectada una derivación eléctrica aérea que discurre por la margen sur de la LAV, que habrá que reponer.	AC-SA_ELE-1/875	120,00 (de los que 40,00 m son de hinca) + 240,00 m	Se propone realizar la reposición de la línea eléctrica en subterráneo, ejecutando una hinca o perforación horizontal dirigida bajo la plataforma de la LAV. Por otra parte, se propone reponer la derivación en aéreo, cruzando la LAV y realizando el enlace con la anterior línea eléctrica en el apoyo existente en la margen norte de la plataforma ferroviaria.	**96.000,00**
	Electricidad / TIT. NO IDENTIFICADO	Almodóvar del Río	AC-ELE-2/825	Línea Eléctrica Aérea	Va a verse interceptada por la plataforma ferroviaria del enlace de conexión proyectado, que en ese lugar irá en terraplén, afectándose uno de sus apoyos.	AC-SA_ELE-2/825	175,00 m	Reposición de la línea eléctrica con cruce subterráneo bajo la plataforma ferroviaria del enlace de conexión proyectado.	**78.750,00**
	Electricidad / TIT. NO IDENTIFICADO	Almodóvar del Río	AC-ELE-3/650	Línea Eléctrica Aérea	Va a verse interceptada por la plataforma ferroviaria del enlace de conexión proyectado, que en ese lugar irá en terraplén, pudiendo ser necesaria su reposición por insuficiencia de gálibo vertical sobre dicho enlace.	AC-SA_ELE-3/650	145,00 m	Reposición de la línea eléctrica con cruce subterráneo bajo la plataforma ferroviaria del enlace de conexión proyectado.	**65.250,00**
	Electricidad / ENDESA	Almodóvar del Río	AC-ELE-3/800	Línea Eléctrica Aérea formada por dos ctos. de Media Tensión	Va a verse cruzada por la plataforma ferroviaria del enlace de conexión proyectado, que en ese lugar discurrirá en terraplén, afectándose uno de sus apoyos.	AC-SA_ELE-3/800	140,00 m	Reposición de la línea eléctrica con crucen subterráneo bajo la plataforma ferroviaria del enlace de conexión proyectado.	**70.000,00**
	Abastecimiento / AGUAS DE CÓRDOBA	Almodóvar del Río	AC-ABA-4/450	Conducción de abastecimiento de agua	Se verá afectada en su cruce con la plataforma en el pk 4+450 aproximadamente.	AC-SA_ABA-4/450	62,00 m	Reposición de la conducción mediante el tendido de nueva conducción con PE Ø 400 mm y encamisado en PE Ø 560 mm en el cruce con el trazado ferroviario, y la continuidad del servicio mediante la ejecución de un desvío temporal.	**74.400,00**

5.12. AFECCIONES FERROVIARIAS

Se han analizado las afecciones sobre el tráfico de las obras del ramal de conexión en ambas alternativas, haciendo hincapié en sus puntos críticos, produciéndose éstos principalmente en las conexiones con las líneas ferroviarias existentes, que son las zonas de mayor afección debido principalmente a la cercanía de las obras con ellas.

En fases posteriores (redacción de Proyecto de Construcción en la que se contará con el correspondiente Plan Marco), se estudiarán con detalle todos los condicionantes a tener en cuenta para garantizar el mantenimiento de todos los tráficos ferroviarios durante la ejecución de las obras y así evitar cualquier riesgo derivado del paso de trenes.

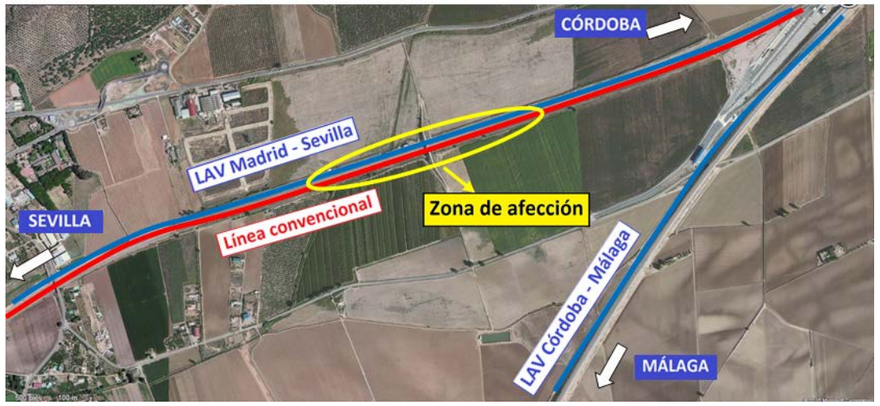
Siempre que sea posible, todos los trabajos próximos a la vía en servicio se ejecutarán en ausencia de circulación ferroviaria, o en su caso, con limitaciones de velocidad.

5.12.1. Alternativa A

Los puntos críticos de mayor complejidad, en tanto que producen mayor afección al tráfico ferroviario existente, serían:

5.12.1.1. Pérgola de cruce con la línea convencional

El ramal de conexión, en su Alternativa A, implica la ejecución, al inicio de su trazado y como actuación principal, de una pérgola para solventar el cruce con la línea de ancho convencional, lo que obliga a dos actuaciones más: rectificación del trazado de dicha línea convencional en aproximadamente 1 km de longitud y demolición del paso superior existente en ese punto.



El ramal de conexión en la Alternativa A inicia su trazado partiendo de la vía par de la Línea de Alta Velocidad Madrid – Sevilla (sentido Madrid) con una pendiente ascendente de 30 milésimas para saltar por encima de la línea convencional adosada a dicha LAV. Para conseguir la cota y el esviaje necesarios para cruzarla es indispensable ejecutar un rectificado en planta de la línea convencional en una longitud aproximada de 1 km, requiriéndose la ejecución de nueva plataforma debido a que la desviación máxima entre el eje de la línea convencional y el de su rectificada (flecha) es de casi 30 metros.

Además, para minimizar la ocupación en planta, sin afectar ni a la LAV Madrid – Sevilla ni a línea convencional rectificada, la rampa del ramal de conexión se ejecutará con los correspondientes muros de contención.

La estructura de cruce sobre la línea convencional implica asimismo la supresión del paso superior existente (PK 362+800 aproximadamente de la LAV Madrid-Sevilla) por el que discurre un camino de tierras de titularidad privada, el cual cruza de norte a sur y salta conjuntamente la LAV y la línea convencional, planteándose su demolición, sin reposición (por lo motivos expuestos con anterioridad).

Para la ejecución de la línea convencional rectificada (plataforma y vía) se propone que la sección tipo sea similar a la existente. Para ello, atendiendo a la Norma NAV 3-4-1.0, la cual establece los espesores de las capas de asiento según al grupo al que pertenece la línea (Grupo 1B) y la calidad del suelo soporte (QS1), se adopta una sección tipo compuesta por 20 cm de balasto, 20 cm de subbalasto y 60 de capa de forma, para un ancho de plataforma total de 8,50 m. La superestructura de la rectificada estaría constituida por traviesas de la misma tipología que las existentes, es decir, traviesas monobloque tipo PR-01 con sujeción VM, con separación entre ejes de 60 cm y carril 54 E1 en barra larga soldada.

5.12.1.2. Conexión del ramal de conexión con las LAV

La afección del ramal de conexión con las líneas de Alta Velocidad Madrid – Sevilla y Córdoba – Málaga, en lo que a superestructura se refiere, se produce como consecuencia del montaje de los aparatos de vía que conectan el ramal a cada LAV (un desvío por cada LAV).

Al no afectarse a la plataforma de ambas vías por tratarse de trabajos de vía, se propone que el montaje de los aparatos se efectúe durante cortes especiales (fin de semana o similar) o en horario nocturno durante la banda de mantenimiento de la LAV correspondiente.

5.12.2. Alternativa C

Los puntos conflictivos que esta alternativa ocasiona sobre la explotación ferroviaria son:

5.12.2.1. Conexión del ramal de conexión con las LAV

Las zonas más críticas se producirían en las conexiones del ramal con las dos líneas de Alta Velocidad, como consecuencia de las siguientes actuaciones:

- Montaje de los aparatos de vía que conectan el ramal a cada una de ellas (1 desvío + 1 escape por cada LAV).
- Ripado de vía de la LAV Madrid – Sevilla para dejar la doble vía en alineación recta y montar tanto el escape de banalización como el desvío de conexión proyectados. Esta actividad se realizará conjuntamente con el montaje de estos aparatos para penalizar el menor posible la explotación por dicha LAV.

Al igual que en la anterior alternativa, al no afectarse a la plataforma de ambas vías por tratarse de trabajos de vía, se propone que el montaje de los aparatos se efectúe durante cortes especiales (fin de semana o similar) o en horario nocturno durante la banda de mantenimiento de la LAV correspondiente.

5.12.2.2. Estructura de cruce con la línea convencional y el río Guadalquivir

Aunque no sea necesario la rectificación de la línea convencional existente ya que el ramal de conexión ha alcanzado cota necesaria suficiente para cruzar sobre ella, la estructura de cruce se realizará sin afectar en ningún caso el tráfico existente, por lo que se planteará su ejecución en las fases en que sea necesario, pudiendo incluso plantear la realización de los tajos críticos durante la banda de mantenimiento de la línea o con cortes especiales (fin de semana u otros).

Estas fases de ejecución de la estructura se definirán en profundidad en las siguientes fases de redacción del proyecto.

5.13. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y ADMINISTRACIONES

Durante la ejecución de la presente fase del Estudio Informativo se ha mantenido contacto con las administraciones y organismos que se reflejan en el cuadro adjunto

TIPO DE SERVICIO	ORGANISMO	DIRECCIÓN DE CONTACTO	PERSONA DE CONTACTO	DOCUMENTACIÓN SOLICITADA	FECHA RESPUESTA	DOCUMENTACIÓN ENTREGADA	COMENTARIOS
ABASTECIMIENTO	AGUAS DE LAS CUENCAS DEL SUR SA	Extramuros, S/N 14720 Almodóvar del río, Córdoba 957 33 80 85	-	Servicios Afectados	Pendiente	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles
ABASTECIMIENTO	EMPRESA PROVINCIAL DE AGUAS DE CÓRDOBA	Avda. del Mediterráneo, s/n (Parque Figueroa) 14011 Córdoba, Córdoba 957 211 358	-	Servicios Afectados	26/03/2015	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles - Respuesta por correo ordinario el 26/03/2015 - Contactados por teléfono el 10/03/2015
AYUNTAMIENTO	AYUNTAMIENTO ALMODÓVAR DEL RÍO	Plaza de la Constitución, 4, 14720 Almodóvar del Río, Córdoba 957 71 36 02	José María Carmona	Servicios Afectados	Pendiente	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles - Contactado por correo electrónico el 13/03/2015.
AYUNTAMIENTO	AYUNTAMIENTO DE POSADAS	Avda de Blas Infante, 68 14730 Posadas, Córdoba 957 630 013	-	Servicios Afectados	21/05/2015	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles
AYUNTAMIENTO	AYUNTAMIENTO DE GUADALCÁZAR	María Auxiliadora, 4. 14130 Guadalcázar, Córdoba 957 342 001	-	Servicios Afectados	Pendiente	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles
ELECTRICIDAD	ENDESA	C/ García Lovera, 1 14002 Córdoba, Córdoba 957 477 876	-	Servicios Afectados	Pendiente	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles
ELECTRICIDAD	RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA	Pº Conde de los Gaitanes, 177 28109-Alcobendas, Madrid	Dolores López Merchero	Servicios Afectados	22/06/2015	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles - Contactados a través de la página web. Confirmación de no afección
GAS	ENAGAS	Pº de los Olmos, 19 28005 Madrid, Madrid	Gregorio Parra Serrano	Servicios Afectados	24/04/2015	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles
OLEODUCTO	CLH	Calle Titán, 13. 1ª planta 28045 Madrid, Madrid	Margarita Fernandez	Servicios Afectados	30/03/2015	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles - Respuesta por correo ordinario el 30/03/2015
RIEGO	COMUNIDAD DE REGANTES DEL PANTANO DE GUADALMELLATO	Avda Gran Capitán 41 1º Centro 14008 Cordoba 957 49 87 30	-	Servicios Afectados	22/06/2015	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles - Contactado por correo electrónico el 25 de Marzo de 2015.
RIEGO	COMUNIDAD DE REGANTES DE POSADAS	ACtra. Palma del Río, S/N 14730 Posadas, Córdoba 957 632 183	-	Servicios Afectados	Pendiente	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles

TIPO DE SERVICIO	ORGANISMO	DIRECCIÓN DE CONTACTO	PERSONA DE CONTACTO	DOCUMENTACIÓN SOLICITADA	FECHA RESPUESTA	DOCUMENTACIÓN ENTREGADA	COMENTARIOS
RIEGO	COMUNIDAD DE REGANTES DE FUENTE PALMERA	C/ Ingeniero Práxedes Cañete, 2 14120 Fuente Palmera, Córdoba 957 63 81 75	Fernando Carmona	Servicios Afectados	18/03/2015	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles - Respuesta por correo electrónico el 18 de Marzo de 2015 confirmando no afección.
RIEGO	COMUNIDAD DE REGANTES DEL RÍO BEMBEZAR	C/ Gaitán, 65 40 14730 Posadas, Córdoba 957 091 034 / 678 795 370	Juan Moreno Gómez	Servicios Afectados	24/03/2015	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles - Respuesta por correo electrónico el 24 de Marzo de 2015 confirmando no afección.
TELECOMUNICACIONES	TELEFÓNICA	Edificio Central - 2ª planta Ronda de la Comunicación, s/n 28050 Madrid, Madrid	-	Servicios Afectados	Pendiente	Planta general de la zona afectada	- Contactado por correo ordinario a través de la Dirección General de Ferrocarriles

5.14. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO Y EXPROPIACIONES

5.14.1. Planeamiento Urbanístico

En el anejo correspondiente del presente Estudio se recogen todas aquellas figuras de Planeamiento Urbanístico, actualmente vigentes, que afectan al uso y gestión del suelo en el conjunto de los municipios del ámbito de estudio.

Las fuentes de información que se han utilizado para dicho análisis han sido los diferentes instrumentos de planeamiento y gestión urbanística vigentes en cada uno de los municipios, incluidas las oportunas modificaciones que, según los casos, se hayan aprobado con carácter de Aprobación Definitiva a los mismos.

En la siguiente tabla se resume cuál es la situación del planeamiento vigente en cada uno de los municipios en estudio:

MUNICIPIO	PROVINCIA	ORDENACIÓN	AÑO	OBSERVACIONES
Almodóvar del Río	Córdoba	PGOU 02/05/2013	2013	Aprobado definitivamente de manera parcial con suspensiones
Posadas	Córdoba	PGOU 24/05/2005	2005	Aprobado definitivamente con suspensiones

5.14.2. Expropiaciones

Los terrenos afectados por el presente Estudio se refieren la Conexión de las Líneas de Alta Velocidad Madrid-Sevilla y Córdoba-Málaga en el entorno de Almodóvar del Río. Dichos terrenos pertenecen administrativamente a los municipios de Almodóvar del Río y Posadas, provincia de Córdoba, Comunidad Autónoma de Andalucía.

Para la valoración de los bienes y derechos afectados se aplicará la normativa legal vigente, en especial la contenida en el RD legislativo 2/2008, de 20 de junio y el RD Ley 6/2010, de 9 de abril, así como lo contenido en la Ley de Expropiación forzosa.

Las superficies totales de afección de cada tramo y su correspondiente valoración son:

	SUPERFICIE DE EXPROPIACIÓN	SUPERFICIE DE OCUPACIÓN TEMPORAL	VALORACIÓN (€)
ALTERNATIVA A	64.538	13.973	404.325,75
ALTERNATIVA C	241.185	39.835	1.066.155,42

(Esta valoración se realiza únicamente a efectos de conocimiento de la Administración).

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El presente Estudio Informativo incluye un Estudio de Impacto Ambiental que cumple con la legislación vigente (tanto a nivel estatal y autonómico) en materia de evaluación de impacto ambiental

La norma que regula la evaluación de impacto ambiental es la Ley 21/2013, de 9 de diciembre. Tras el análisis de la normativa ambiental de aplicación, se concluye que el "*Estudio informativo de la conexión de las líneas de alta velocidad Madrid – Sevilla y Córdoba – Málaga en el entorno de Almodóvar del Río (Córdoba)*" podría considerarse dentro del supuesto referido en el artículo 7.2.a. de la norma.

A priori, el proyecto se encuentra enmarcado en el anexo II. Grupo 7. Proyectos de infraestructuras. Apartado c) Construcción de vías ferroviarias y de instalaciones de transbordo intermodal y de terminales intermodales de mercancías (proyectos no incluidos en el anexo I). Por ello, el proyecto podría ser susceptible de ser objeto de evaluación de impacto ambiental simplificada.

Sin embargo, según el artículo 7.1 d), serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor. El presente documento se redacta en aplicación de este artículo.

El contenido y conclusiones del Estudio de Impacto Ambiental serán sometidos al Procedimiento de Información Oficial y Pública, que permitirá elevar al órgano de medio ambiente competente la solución o soluciones técnicas propuestas por el promotor para la obtención de la Declaración de Impacto Ambiental.

Al objeto de dar cumplimiento a la normativa de evaluación de impacto, el estudio de impacto ambiental contenido en el Documento nº 4. "Estudio de Impacto Ambiental" se ha estructurado en los siguientes capítulos principales:

- Descripción del Proyecto. Se identifican las acciones capaces de provocar alteración, y los componentes del medio susceptibles de recibir impactos, tanto en fase de obras como de funcionamiento.
- El Inventario Ambiental describe y evalúa las condiciones del entorno al que se incorpora la actuación propuesta, considerando los distintos elementos, procesos y mecanismos abióticos, bióticos y humanos que lo conforman.
- La Identificación y caracterización de Impactos, establece a partir de los anteriores análisis, los impactos que se consideren significativos son los que se estudian.
- La Valoración de Impactos, en la que se evalúa la gravedad de las repercusiones que para el medio tiene la actuación planteada. Se valora la importancia de las afecciones, su facilidad de recuperación y a la necesidad y posibilidad de aplicar medidas correctoras. Los efectos e impactos se caracterizan de acuerdo con las categorías de referencia establecidas en la normativa legal vigente de evaluación de impacto ambiental.
- Análisis de alternativas, en la que se comparan los impactos ambientales generados por cada una de las alternativas propuestas.
- La propuesta de medidas preventivas y correctoras de mitigación de impactos.
- El modo de realizar la vigilancia y el seguimiento de las medidas preventivas y correctoras previstas.

6.1. INVENTARIO AMBIENTAL

El Estudio de Impacto Ambiental analiza la incidencia que la solución propuesta ejerce sobre el medio. Para el análisis de la incidencia, se valora de manera exhaustiva los principales condicionantes ambientales presentes en el área de estudio tales como la climatología, geología y geomorfología, hidrología, hidrogeología, edafología, vegetación, fauna, espacios naturales, el patrimonio cultural, el planeamiento urbanístico y el medio socioeconómico.

Cabe destacar, como se ha comentado anteriormente, que según la documentación consultada, aunque una parte del material necesario para el núcleo y cimiento de terraplén de las alternativas, así como para el relleno de saneo, se podría obtener de los desmontes excavados en los materiales cuaternarios de la Unidad Pliocuaternaria. Raña (P-Q d) y de la Unidad coluvial cuaternaria (QCo), se ha estimado (para estar del lado de la seguridad) que **todo el material procederá de cantera**. En la fase de Proyecto Constructivo se definirá este dato una vez se cuente con los ensayos específicos que se realizarán.

Por tanto, todo el material sobrante, al no considerarse reutilizable, **deberá llevarse a vertedero**. Para el vertido de las tierras excedentarias, se realizó una búsqueda mediante ortofoto de zonas degradadas en el entorno del ámbito de estudio, encontrando la zona propuesta como vertedero V-1.

Se trata de un área deprimida respecto la cota adyacente y que será restaurada a la finalización de las obras. Presenta una superficie de 63.160 m2 y altura de vertido de 2-5 m (en las zonas más profundas), presentando por tanto suficiente capacidad para acoger las tierras excedentarias tanto de la Alternativa A como de la Alternativa C.

Los principales condicionantes ambientales se han reflejado en los planos incluidos en el Documento nº 4. “Estudio de Impacto Ambiental”.

6.2. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Se ha realizado un análisis comparativo desde el punto de vista ambiental de las alternativas de trazado propuestas en el Estudio Informativo de la conexión de las líneas de alta velocidad Madrid-Sevilla y Córdoba-Málaga en el entorno de Almodóvar del Río.

Se ha realizado una valoración de impactos ambientales, expresando tal valoración en consonancia con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre.

El análisis comparativo se ha centrado en las alternativas de trazado propuestas, Alternativa A y Alternativa C. La Alternativa 0 considerada en el presente estudio como no actuación, se ha descartado del análisis por no ser una alternativa viable. (Ver apartado 3 del Documento nº 4. “Estudio de Impacto Ambiental”).

Conocido y valorado el impacto que cada alternativa puede generar sobre los diferentes elementos del medio, se ha realizado una evaluación global para poder establecer finalmente la comparación entre ellas. De dicha comparación se seleccionará la mejor alternativa, entendida únicamente como más adecuada ambientalmente.

La comparación de las alternativas estudiadas se ha realizado mediante la signación de un valor final a cada una de ellas, que resulta de la suma de cada uno de los impactos generados por las alternativas sobre cada factor del medio, según el siguiente baremo:

VALORACIÓN	*PUNTUACIÓN*
Nulo	0
Compatible	-1
Moderado	-3
Severo	-5
Crítico	-10

A continuación se presentan las tablas resumen de valoración de las distintas alternativas, en función de los impactos generados, tanto en la fase de construcción, como en la de explotación, obteniendo como resultado final un valor que indica la mayor idoneidad ambiental de una u otra, según el cual se propone aquella considerada mejor y con mayor grado de compatibilidad con el medio en el que se desarrolla.

Este valor final se utiliza como base para el análisis multicriterio.

ELEMENTO	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA C	
	FASE DE OBRAS	FASE DE EXPLOTACIÓN	FASE DE OBRAS	FASE DE EXPLOTACIÓN
Calidad del aire	COMPATIBLE	NULO	COMPATIBLE	NULO
Ruido	NULO	NULO	COMPATIBLE	COMPATIBLE
Geología	MODERADO	NULO	MODERADO	NULO
Suelo	COMPATIBLE	COMPATIBLE	MODERADO	MODERADO
Hidrología superficial	COMPATIBLE	COMPATIBLE	MODERADO	COMPATIBLE
Hidrología subterránea	COMPATIBLE	NULO	MODERADO	NULO
Vegetación	COMPATIBLE	COMPATIBLE	MODERADO	MODERADO
Fauna	COMPATIBLE	COMPATIBLE	MODERADO	COMPATIBLE
Espacios de interés natural	COMPATIBLE	NULO	COMPATIBLE	COMPATIBLE
Paisaje	COMPATIBLE	COMPATIBLE	MODERADO	MODERADO
Patrimonio cultural	NULO	NULO	MODERADO	NULO
Planeamiento	NULO	COMPATIBLE	NULO	MODERADO
Población	COMPATIBLE	NULO	MODERADO	NULO
Impactos sinérgicos	COMPATIBLE	COMPATIBLE	MODERADO	COMPATIBLE

Aplicando el baremo especificado a la tabla resumen de impactos se obtendría la valoración cuantitativa indicada en la siguiente tabla.

ELEMENTO	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA C	
	FASE DE OBRAS	FASE DE EXPLOTACIÓN	FASE DE OBRAS	FASE DE EXPLOTACIÓN
Calidad del aire	-1	0	-1	0
Ruido	0	0	-1	-1
Geología	-3	0	-3	0
Suelo	-1	-1	-3	-3
Hidrología superficial	-1	-1	-3	-1
Hidrología subterránea	-1	0	-3	0
Vegetación	-1	-1	-3	-3
Fauna	-1	-1	-3	-1
Espacios de interés natural	-1	0	-1	-1
Paisaje	-1	-1	-3	-3
Patrimonio cultural	0	0	-3	0
Planeamiento	0	-1	0	-3
Población	-1	0	-3	0
Impactos sinérgicos	-1	-1	-3	-1
TOTAL	**-13**	**-7**	**-33**	**-17**

Podemos comprobar que ninguna de las alternativas analizadas presenta impactos severos ni críticos, lo que es importante a la hora de considerarlas viables ambientalmente. El presentar mayor número de impactos moderados implica que esa alternativa requiere una mayor inversión de medidas para minimizar o corregir el impacto generado, siendo el medio plazo el estimado para que esta recuperación tenga lugar.

Comprobamos que en esta línea de análisis que durante la fase de construcción y de explotación será más favorable al Alternativa A, al tener un comportamiento mejor valorado frente a la Alternativa C. Los efectos no valorados indican que no hay suficientes elementos de juicio para decantarse por una u otra.

Destacar que, a diferencia con la Alternativa C, la Alternativa A no discurre sobre espacios protegidos y que no se esperan afecciones directas ni indirectas sobre ninguno de los objetivos de conservación de espacios protegidos.

En cualquier caso, los impactos detectados, tanto para la Alternativa A como para la Alternativa C, son mitigables con la aplicación de medidas preventivas y correctoras.

Las ventajas ambientales que ofrece la Alternativa A respecto la Alternativa C se fundamentan básicamente en dos aspectos.

- Por un lado se trata de una alternativa que presenta menor longitud, lo que se traduce en la necesidad de menor movimiento de tierras que afecta a numerosos factores ambientales especialmente en la fase de obras.
- Por otra parte, la Alternativa A transcurre lejos del Río Guadalquivir (LIC ES6130015 "Río Guadalquivir – Tramo Medio"), mientras que la Alternativa C lo atraviesa, aunque no se espera que se produzca una afección significativa ya que lo salva a través de un viaducto.

A la vista de los resultados mostrados, puede observarse que la Alternativa C resulta más desfavorable desde el punto de vista ambiental respecto la Alternativa A.

6.3. PROPUESTA DE MEDIDAS

Con objeto de minimizar los impactos negativos que se produzcan, se proponen una serie de medidas preventivas y correctoras, que deberán ser desarrolladas y concretadas en los respectos proyectos constructivos, así como el seguimiento y la vigilancia de las mismas.

Este capítulo constituye la propuesta de medidas preventivas y correctoras dirigidas a la eliminación, reducción o compensación de los efectos ambientales negativos significativos de la ejecución y explotación de la línea ferroviaria de "*Conexión de las líneas de alta velocidad Madrid-Sevilla y Córdoba-Málaga en el entorno de Almodóvar del Río (Córdoba)*", así como la integración ambiental del trazado y sus elementos asociados.

Se distinguen dos tipos de medidas:

- **Medidas preventivas:** aquellas que se aplican en las fases de diseño de los proyectos constructivos o en las etapas previas a la fase de ejecución, y las dirigidas al control de las operaciones en la fase de construcción, cuyo fin es evitar o reducir en origen los posibles impactos detectados y valorados en los capítulos anteriores, y que serán de aplicación en los momentos y lugares en que se realicen las actividades de afección.

  La mitigación de los efectos ambientales y la integración de la obra en el entorno pueden favorecerse en gran medida con un diseño adecuado del proyecto desde el punto de vista medioambiental y con una adecuada ejecución y terminación de las obras, en especial aquellas que implican movimientos de tierras.

- **Medidas correctoras:** aquellas dirigidas a reparar los efectos ambientales ocasionados por las acciones del proyecto que no haya sido posible reducir a niveles de compatibilidad ambiental, mediante la aplicación de medidas preventivas.

El establecimiento y delimitación de las distintas zonas sobre las que resulta necesaria una acción correctora se define basándose en la existencia y magnitud del impacto que trata de corregir y de la posibilidad de su corrección.

El diseño de estas medidas, tanto preventivas como correctoras, se realiza al nivel de detalle adecuado para la escala de trabajo del Estudio Informativo, teniendo que ser desarrolladas con mayor definición e integradas, por tanto, en la fase de la redacción del correspondiente proyecto constructivo.

Para la propuesta de las medidas se procede según la siguiente secuencia metodológica:

- Consideración de los condicionantes ambientales que afectan al diseño y a la viabilidad de la aplicación de las medidas.
- Consideración de los impactos ambientales detectados en la fase de identificación, caracterización y valoración de impactos.
- Propuesta de medidas para la solución de los impactos, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Planteamiento de medidas asignables a elementos asociados a la construcción de la infraestructura (instalaciones auxiliares, vertederos, etc.), necesarias para atender la prevención o corrección de los impactos ocasionados específicamente por estos elementos.

  Cabe destacar que **no se prevé la necesidad de préstamos de nueva apertura** sino que se emplearán canteras, graveras y plantas de suministro para bases, núcleos y coronación de rellenos y explanadas mejoradas

- Medidas no asignables a tramos concretos de trazado o correspondientes a impactos no evaluables con los datos de proyecto disponibles, para su consideración en fases posteriores de proyecto.

Puesto que los impactos sobre los diferentes elementos del medio se pueden generar tanto durante la fase de construcción como de explotación, y en muchos casos su falta de previsión durante el diseño constructivo genera afecciones que podrían haberse evitado, las medidas que se proponen seguidamente se desglosan en función de la fase en que deban adoptarse, esto es:

- **Fase de diseño:** El objeto de estas medidas es la prevención, siendo por tanto las más importantes y eficaces, al evitar que el daño o alteración llegue a producirse. Se deben aplicar durante el diseño, es decir, durante la redacción de los proyectos constructivos.

- **Fase de construcción:** En esta etapa, las medidas tienen como objetivo minimizar los posibles impactos y ejecutar la corrección de aquellos que no se han podido evitar. Se aplican durante la ejecución de las obras.

- **Fase de explotación:** Las medidas a tener en cuenta en esta fase tienen como objetivo minimizar los impactos derivados de la permanencia de la propia transformación del medio y del funcionamiento de la infraestructura. Si bien muchas de ellas requieren su ejecución durante la fase de construcción, la aplicación efectiva de las mismas se manifiesta una vez que la obra está en explotación.

A continuación se citan algunas medidas propuestas que son detalladas en el Documento nº 4 “Estudio de Impacto 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.
- Medidas para la protección de la calidad del aire.
- Medidas para la protección de la calidad acústica y vibratoria.
- Medidas para la protección de la geología y de la geomorfología.
- Medidas para la protección y conservación de los suelos.
- Medidas para la protección de la hidrología e hidrogeología.
- Medidas para la protección de la vegetación.
- Medidas para la protección de la fauna.
- Medidas para la protección de los espacios naturales de interés.
- Medidas para la protección del patrimonio cultural.
- Medidas para la protección y conservación de las vías pecuarias.
- Medidas para la integración paisajística.
- Medidas para la protección de la población.
- Medidas para la protección de la productividad sectorial.

6.4. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)

El principal objetivo del PVA es controlar y comprobar la correcta ejecución y la eficacia de las medidas previstas y ejecutadas en el Estudio de Impacto Ambiental, además de detectar impactos no previstos y prever las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o corregirlos.

Para el seguimiento y control ambiental de las obras, primero se verificarán los impactos previstos, se comprobará que se aplican las medidas preventivas, protectoras y correctoras establecidas en el Proyecto y, finalmente, se evaluará su eficacia.

6.5. VALORACIÓN ECONÓMICA

El coste de la ejecución de actuaciones preventivas y correctoras se valora económicamente y se recoge en capítulo independiente tanto en el Estudio de Impacto Ambiental del Documento nº 4, como en el Documento nº 3 “Valoración”.

6.6. DOCUMENTO DE SÍNTESIS

Se detalla un documento de síntesis en el cual se resume el Estudio de Impacto Ambiental en cumplimiento del Artículo nº 35. Estudio de impacto ambiental, apartado f) de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.

Este documento de Síntesis se incluye como Apéndice nº 6 del Documento nº 4. “Estudio de Impacto Ambiental”.

7. ANÁLISIS MULTICRITERIO

En el presente apartado se desarrolla la metodología del Análisis Multicriterio empleado para la evaluación y selección de las alternativas de trazado planteadas en esta fase del estudio.

7.1. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS MULTICRITERIO

La metodología de análisis se ha basado en el desarrollo del siguiente proceso:

- Determinación de los criterios adecuados para valorar el nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y el 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

7.2. CRITERIOS DE VALORACIÓN

Las distintas alternativas planteadas se valoran en función de su comportamiento con respecto a los siguientes factores:

- **Criterio Medioambiental** considerando los valores de impacto obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental tales como calidad del aire, ruido, geología, suelo, hidrología superficial, hidrología subterránea, vegetación, fauna, espacios de interés cultural, paisaje, patrimonio cultural, planeamiento, población, impactos sinérgicos

- **Vertebración y Afección Territorial** considerando las expropiaciones a realizar sobre el territorio existente y la superficie que queda entre las infraestructuras ferroviarias.
- **Funcionalidad** considerando velocidades de paso, tiempo de recorrido, afecciones a línea de ancho convencional y circulaciones a contravía.
- **Inversión:** considerando el volumen de inversión estimado para cada alternativa.

Los componentes del análisis han sido escogidos por su representatividad, su importancia y la factibilidad de su valoración.

Tras el análisis y valoración de la aptitud de cada una de las alternativas de trazado ante los cuatro criterios fijados, se han obtenido unas puntuaciones comprendidas en el intervalo [0,1] que son el reflejo de dichas aptitudes. Estos valores son los que se agrupan para formar el modelo numérico que posteriormente se ha empleado como herramienta básica del análisis multicriterio, (método PATTERN[1])

Tras la obtención del modelo numérico se ha planteado la necesidad de evaluar las alternativas de forma global, empleando procedimientos que permitan aplicar los coeficientes de ponderación necesarios sin distorsionar los resultados: análisis de robustez, sensibilidad y preferencias.

A continuación se muestran los principales resultados, obtenidos del análisis multicriterio.

7.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MULTICRITERIO

7.3.1. Análisis de robustez

Consiste en aplicar todas las combinaciones posibles de pesos a todos los criterios, 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, aunque incluye en el análisis combinaciones extremas de valoración.

El análisis de resultados pone de manifiesto la superioridad de la Alternativa A con respecto a la C.

7.3.2. Análisis de sensibilidad

Al igual que en el análisis de robustez, se han aplicado todas las combinaciones posibles de pesos a los diferentes criterios, pero limitando el rango de variación de éstos al intervalo [1,5], de manera tal que se evitan las valoraciones en las cuales algún criterio recibe peso inferior al 10% y aquellas en las que algún criterio tiene una ponderación superior al 50 %.

Respecto al análisis de sensibilidad la Alternativa A resulta la mejor valorada.

7.3.3. Análisis de preferencias

El último procedimiento de análisis aplicado, es el método PATTERN habitual; 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. Este orden de prelación y los pesos asignados a los factores en cada una de las alternativas consideradas se exponen a continuación:

- Medio ambiente..... 4
- Vertebración territorial: 3
- Funcionalidad..... 2
- Inversión..... 1

El análisis de preferencias confirma las conclusiones del análisis de robustez y el de sensibilidad, expresando la preferencia inequívoca por la Alternativa A.

[1] Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Numbers

7.4. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS

Si bien las dos alternativas planteadas para la Conexión de la L.A.V Madrid-Sevilla con la L.A.V. Córdoba - Málaga resultaban viables y adecuadas a los objetivos de la actuación, las distintas técnicas de análisis multicriterio que se aplicaron pusieron de manifiesto la superioridad de una opción sobre otra.

En las alternativas, los tres análisis realizados (robustez, sensibilidad y preferencias) dieron **como óptima la alternativa A** frente a la alternativa C, atendiendo a criterios medioambientales, funcionales, económicos y territoriales.

8. VALORACIÓN ECONÓMICA

El detalle de la valoración económica efectuada de las dos alternativas planteadas en el Estudio figura en el Documento nº3. Se presenta a continuación un resumen de la misma:

	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA C
OBRAS DE TIERRA	1.971.925,55 €	4.050.146,51 €
DRENAJE	177.580,00 €	323.600,80 €
SUPERESTRUCTURA DE VÍA	2.302.535,00 €	5.431.340,00 €
ESTRUCTURAS	1.955.235,00 €	7.434.018,00 €
ELECTRIFICACIÓN	440.800,00 €	823.100,00 €
INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES	10.490.000,00 €	12.540.000,00 €
REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS	304.230,00 €	384.400,00 €
REPOSICIÓN DE VIALES	0,00 €	5.400,00 €
OBRAS COMPLEMENTARIAS	259.440,00 €	781.140,00 €
INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y GESTIÓN DE RESIDUOS	705.746,92 €	1.449.779,70 €
SEGURIDAD Y SALUD	379.744,74 €	678.018,88 €
IMPREVISTOS	2.109.693,02 €	3.766.771,54 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	21.096.930,23 €	37.667.715,43 €
13% Gastos Generales	2.742.600,93 €	4.896.803,01 €
6% Beneficio Industrial	1.265.815,81 €	2.260.062,93 €
Suma Gastos generales y beneficio industrial	4.008.416,74 €	7.156.865,94 €
SUMA	25.105.346,97 €	44.824.581,37 €
21% IVA	5.272.122,86 €	9.413.162,09 €
PRESUPUESTO DE LICITACIÓN (Con IVA)	30.377.469,83 €	54.237.743,46 €
Expropiaciones	404.325,75 €	1.066.155,42 €
Conservación patrimonio histórico (1,5% s/PEM)	316.453,95 €	565.015,73 €
Control y vigilancia de las obras (5% s/PEM)	1.054.846,51 €	1.883.385,77 €
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	32.153.096,04 €	57.752.300,38 €
Coste por kilómetro (PEM)	7,48 €	6,80 €
Coste por kilómetro (PL)	10,77 €	9,79 €
Coste por kilómetro (PCA)	11,40 €	10,42 €
Coste por kilómetro descontando Instalaciones de seguridad y comunicaciones (PEM)	3,76 €	4,54 €
Coste por kilómetro descontando Instalaciones de seguridad y comunicaciones (PL)	5,42 €	6,53 €
Coste por kilómetro descontando Instalaciones de seguridad y comunicaciones (PCA)	5,80 €	6,90 €

NOTA: Para el cálculo del coste por kilómetro en la Alternativa A se han considerado las longitudes tanto de la vía de conexión como de la vía de ancho convencional

9. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL ESTUDIO

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

1. MEMORIA
2. ANEJOS

Anejo nº 1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

Anejo nº 2. ALTERNATIVAS PREVIAS. FASE A

Anejo nº 3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Anejo nº 4. GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTUDIO DE MATERIALES

Anejo nº 5. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

Anejo nº 6. TRAZADO

Anejo nº 7. SUPERESTRUCTURA

Anejo nº 8. ESTRUCTURAS

Anejo nº 9. ELECTRIFICACIÓN

Anejo nº 10. INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES.

Anejo nº 11. PLANEAMIENTO URBANÍSTICO Y EXPROPIACIONES

Anejo nº 12. AFECCIONES FERROVIARIAS

Anejo nº 13. REPOSICIÓN DE VIALES AFECTADOS

Anejo nº 14. REPOSICIÓN DE SERVICIOS Y SERVIDUMBRES AFECTADOS

Anejo nº 15. ANÁLISIS MULTICRITERIO

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

1. Plano de situación
2. Planta general de alternativas
3. Alternativas estudiadas
   - 3.1. Alternativa A
   - 3.2. Alternativa C
4. Sección tipo
5. Superestructura
6. Drenaje
7. Estructuras
8. Reposición de viales
9. Servicios y servidumbres afectados

DOCUMENTO Nº 3. VALORACIÓN

1. CUADRO DE MACROPRECIOS
2. VALORACIÓN

DOCUMENTO Nº 4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

10. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) se estructura en tres grandes programas de actuación para cada uno de los modos de transporte, entre los cuales se encuentra el **modo de transporte ferroviario**. Los **objetivos** que se plantean para el mismo son: la eficiencia; el desarrollo económico; la movilidad sostenible; la cohesión y accesibilidad territorial y la integración funcional

La presente actuación queda englobada dentro del capítulo correspondiente a la red de Alta Velocidad.

En este sentido, el objeto del Estudio Informativo es conectar las Líneas de Alta Velocidad Madrid – Sevilla y Córdoba – Málaga mediante un ramal directo de enlace (bypass) en el entorno de Almodóvar del Río, de modo que se evite el recorrido adicional hasta Córdoba y la inversión de marcha en la estación, disminuyendo por tanto los tiempos de viaje actuales en la relación Sevilla-Málaga y en la futura Sevilla-Granada, a través de la red de Alta Velocidad.

Mediante este ramal se conseguiría una reducción importante de los tiempos de viaje (en torno a los 20 minutos), con lo que las relaciones de Sevilla con Málaga (actual) y Granada (fuutura) pasarían a realizarse en 1h35m y 1h45m respectivamente, tiempos muy competitivos para mejorar significativamente la captación de viajeros por el ferrocarril.

Además de esta reducción de tiempos, la construcción del ramal ayudará a disminuir la congestión del sector de ancho de vía estándar UIC en la estación de Córdoba y sus andenes, y los movimientos en la cabecera sur de dicha estación.

Por tanto, la construcción de una conexión en Almodóvar, **para permitir la creación de itinerarios directos Sevilla-Málaga/Granada sin entrar en Córdoba**, constituye una actuación que con una inversión acotada puede aportar un gran valor al sistema ferroviario.

Si bien las dos alternativas planteadas para la Conexión de la L.A.V Madrid-Sevilla con la L.A.V. Córdoba - Málaga resultaban viables y adecuadas a los objetivos de la actuación, las distintas técnicas de análisis multicriterio que se aplicaron pusieron de manifiesto la superioridad de una opción sobre otra.

En este sentido, los tres análisis realizados (robustez, sensibilidad y preferencias) **dieron como óptima la alternativa A frente a la alternativa C, atendiendo a criterios medioambientales, funcionales, económicos y territoriales.**

11. PROPUESTA DE APROBACIÓN

Como resultado de todo lo anterior, se concluye que la alternativa propuesta es la denominada “Alternativa A”.

Considerando debidamente definidas y justificadas las obras objeto del presente Estudio Informativo, se eleva a la Superioridad para su aprobación si procede.

Madrid, junio de 2015

EL REPRESENTANTE DE LA ADMINISTRACIÓN	AUTOR DEL ESTUDIO
Fdo. D. Óscar San Millán Fiel	Fdo. D. Tomás Mañas Simón
Ing. de Caminos, Canales y Puertos	*Ing. de Caminos, Canales y Puertos*