



ESTUDIO INFORMATIVO DE LA "ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA - ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA - RONDA".

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MARZO 2023

ayesa

MEMORIA Y ANEJOS

DOCUMENTO

1

MEMORIA

Memoria

1. Introducción y Objeto.....	1	6.2. Climatología, Hidrología y Drenaje.....	16
2. Análisis de Antecedentes	2	6.2.1. Análisis de zonas inundables.....	17
2.1. Antecedentes Administrativos.....	2	6.2.2. Drenaje	20
2.2. Antecedentes Técnicos.....	2	6.3. Trazado	26
3. Marco de Referencia.....	4	6.4. Movimiento de tierras	26
3.1. Ubicación del estudio y situación actual.....	4	6.5. Superestructura.....	28
3.2. Objetivo de las actuaciones	5	6.5.1. Espesor de banqueta de balasto	28
3.2.1. Electrificación	5	6.5.2. Espesor de subbase en trazado con plataforma existente	29
3.2.2. Infraestructura	6	6.5.3. Espesor de subbalasto en tramo de obra nueva (variantes).....	29
3.2.3. Medio Ambiente	6	6.5.4. Traviesas	29
4. Características y condicionantes de actuación	7	6.5.5. Carril	30
4.1. Características del Estudio	7	6.5.6. Aparatos de vía.....	30
4.2. Condicionantes de la Actuación.....	7	6.6. Estructuras	30
5. Alternativas Analizadas	8	6.7. Electrificación	30
5.1. Alternativa 1.....	8	6.8. Estaciones.....	32
5.2. Alternativa 2.....	9	6.9. Planeamiento urbanístico	33
5.3. Alternativa 3.....	10	6.10. Caracterización ambiental	34
6. Análisis de las Alternativas Estudiadas	12	6.10.1. Medio Biótico	34
6.1. Geología y Geotecnia	12	6.10.2. Paisaje	37
6.1.1. Geología de la zona de estudio.....	12	6.10.3. Patrimonio del Medio Natural.....	38
6.1.2. Evaluación de zonas de riesgo geológico	12	6.10.4. Espacios Protegidos	39
6.1.3. Estudio geotécnico de las variantes de las Lagunas de Campillos	13	6.10.5. Arqueología	41
6.1.4. Conclusiones geológico-geotécnicas de las alternativas estudiadas	15	6.11. Reposición de Servicios	43
		6.11.1. Alternativa 1	43
		6.11.2. Alternativa 2.....	43

6.11.3. Alternativa 3	44
6.12. Expropiaciones	44
6.12.1. Ocupaciones y limitaciones a la propiedad	44
6.12.2. Banda de reserva de la previsible ocupación	44
6.12.3. Limitaciones a la propiedad.....	45
6.12.4. Expropiaciones.....	45
6.13. Programa de obras	46
7. Valoración Económica de las Actuaciones	50
8. Análisis Multicriterio y alternativa seleccionada.....	52
9. Cumplimiento de la Orden FOM/3317/2010.....	55
10. Relación de documentos que integran el Estudio	55
11. Resumen y Conclusiones	58

Índice de Imágenes

Imagen 1. Ámbito de estudio.....	1
Imagen 2. Ubicación de estaciones y apeaderos.	5
Imagen 3. Alternativas de trazado al actual en el tramo comprendido entre estación de Bobadilla y P.K. 20+000 (inicio de actuaciones en infraestructura contempladas en proyectos de ADIF).....	11
Imagen 4. Alternativas de trazado al actual en la zona afectada (condicionantes ambientales presentes en el tramo de variantes en Lagunas de Campillos).	11
Imagen 5. Zonas Inundables para 500 años de periodo de retorno en el ámbito.	17
Imagen 6. Subcuenca identificada en el entorno del ATI.....	17
Imagen 7. Vista del Modelo Digital del Terreno (Terrain) generado en HEC-RAS. ...	18
Imagen 8. Envolvente de calados para T100.....	19
Imagen 9. Envolvente de velocidad para T100.....	19
Imagen 10. Envolvente de calados para T500.....	19
Imagen 11. Envolvente de velocidad para T500.....	19
Imagen 12. Información sobre las canteras.	28
Imagen 13. Esquema funcional de nueva estación Campillos (Alternativa 2).	33
Imagen 14. Esquema funcional de nueva estación Campillos (Alternativa 3).	33
Imagen 15. Áreas paisajísticas atravesadas por el trazado. Fuente: Catálogo de Paisajes de la Provincia de Málaga (CMAOT, 2015) y elaboración propia.....	37
Imagen 16. Zona de Protección de la Reserva Natural Laguna de Campillos.....	40
Imagen 17. Cronograma de actividades previstas para Alternativa 1.....	48
Imagen 18. Cronograma de actividades previstas para Alternativa 2.....	48
Imagen 19. Cronograma de actividades previstas para Alternativa 3.....	49
Imagen 17. Alternativas de trazado al actual en la zona afectada.....	52

Índice de Tablas

Tabla 1. Número de circulaciones.....	5
Tabla 2. Datos identificativos de las estaciones seleccionadas. Fuente: SIGA (2022).	17
Tabla 3. Caudales obtenidos para 100 y 500 años de periodo de retorno.....	18
Tabla 4. Datos identificativos de las estaciones seleccionadas. Fuente: AEMET.....	20
Tabla 5. Resultados de Pd en función del método utilizado.....	20
Tabla 6. Drenaje transversal existente considerado en cada alternativa.	21
Tabla 7. Necesidades reales en obra.	27
Tabla 8. Información sobre las canteras.	28
Tabla 9. Espesor mínimo de balasto bajo traviesa en función de la velocidad máxima de circulación (Fuente: Orden FOM 1631/2015).....	29
Tabla 10. Dimensionamiento del espesor de la subbase. (Fuente: Orden FOM 1631/2015).....	29
Tabla 11. Parámetros geométricos de la catenaria CA-200/ 25kV.....	31
Tabla 12. Ubicación de subestaciones y centros de auto transformación.....	32
Tabla 13. Vías pecuarias en la zona de actuación.....	38
Tabla 14. Zonificación con protección tipo C.	42
Tabla 15. Zonificación con protección tipo B.	42
Tabla 16. Presupuesto general de reposición. Trazado actual.....	43
Tabla 17. Presupuesto general de reposición. Alternativa 2.	44
Tabla 18. Presupuesto general de reposición. Alternativa 3.	44
Tabla 19. Presupuesto de Ejecución Material.....	51
Tabla 20. Presupuesto Base de Licitación.	51
Tabla 21. Presupuesto para conocimiento de la Administración.....	51
Tabla 22. Tabla 1. Tabla resumen de criterios de evaluación y pesos específicos. .	52
Tabla 23. Tabla resumen de indicadores para cada uno de los criterios de evaluación (objetivos).....	52

Tabla 24. Tabla resumen de resultados análisis multicriterio.....	54
Tabla 25. Resultados de los análisis de robustez y sensibilidad para cada una de las alternativas.	54

1. Introducción y Objeto

La línea férrea Bobadilla-Algeciras, de vía única y sin electrificar, en la que se incluye el tramo Bobadilla-Ronda, fue inaugurada en 1892, y constituye el acceso ferroviario a uno de los principales puertos de España. Dada la importancia estratégica para la economía nacional de este núcleo, se están llevando a cabo un conjunto de actuaciones para conseguir un aumento de la capacidad, de la seguridad y de la regularidad de las circulaciones en la línea, así como para su integración en el Corredor Mediterráneo y Atlántico. Entre estas actuaciones se encuentra la electrificación de la línea.

El presente Estudio Informativo tiene como objetivo el determinar la solución más adecuada para la “Electrificación de la Línea Bobadilla-Algeciras, tramo Bobadilla-Ronda”, analizando los diferentes factores determinantes en el diseño de una obra ferroviaria de estas características.

El Estudio contempla la electrificación de la línea ferroviaria entre Bobadilla y Ronda en 25 kV con una catenaria tipo CA200 en una longitud de 73,6 km, así como todas las obras necesarias para poderla implementar.

Por otro lado, y como consecuencia de la “Resolución de 20 de abril de 2020 de la Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental por la que se formula informe de impacto ambiental de sometimiento a evaluación ambiental ordinaria al proyecto de electrificación, se han estudiado diferentes alternativas de trazado que eviten el paso de la línea ferroviaria por el espacio ZEC y ZEPA de “Lagunas de Campillos”, sobre la que incide la línea actual construida en el siglo XIX.

Mediante la electrificación de la línea se pretende conseguir un objetivo doble, por un lado, mejorar las características de la línea permitiendo una mejora sustancial de los diferentes servicios ferroviarios y por otro, coadyuvar en la lucha contra el cambio climático, al sustituir un combustible fósil y convertir en más atractivo este medio de transporte, tanto para pasajeros, como mercancías, trasvasando tráficos de otros sistemas con mayor impacto medioambiental. Además, se aumenta la resiliencia de la economía española al mejorar la conexión del puerto de la Bahía de Algeciras con la red europea, aumentando su competitividad.

El ámbito geográfico del Estudio coincide prácticamente con el actual tramo ferroviario Bobadilla-Ronda, en las provincias de Málaga y Cádiz, viéndose ampliado en la zona de Lagunas de Campillos, donde se han estudiado las variantes de trazado mencionadas.

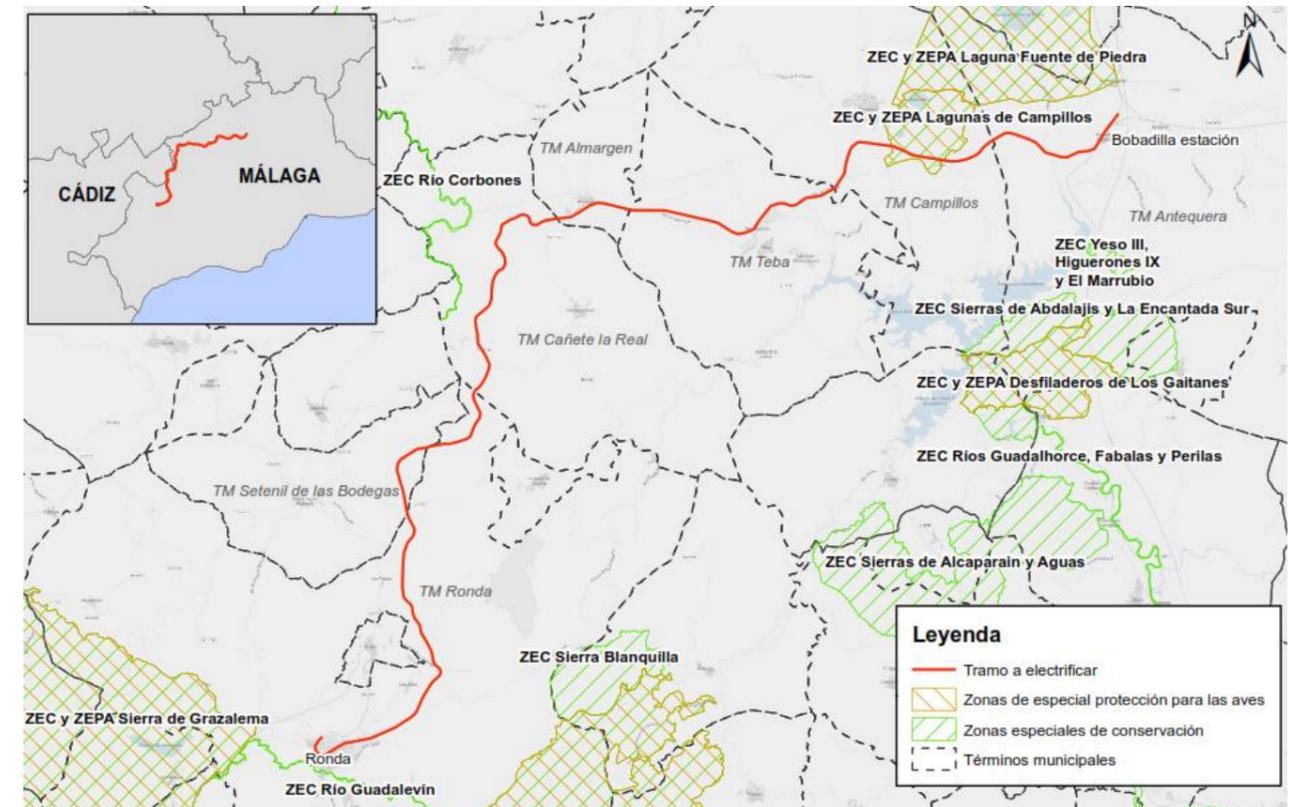


Imagen 1. Ámbito de estudio.

2. Análisis de Antecedentes

La conexión Bobadilla-Algeciras, y por ende el tramo Bobadilla – Ronda, forma parte del Corredor Mediterráneo y Atlántico integrándose dentro de la Red Transeuropea de Transporte Ferroviario, y actualmente está inmersa en una renovación integral de cara a implementar una infraestructura de calidad, con la capacidad suficiente para soportar los futuros tráficos previstos en la línea, consecuencia de la mejora de la accesibilidad ferroviaria a las comarcas de la Bahía de Algeciras y Campo de Gibraltar.

El Corredor Mediterráneo es un corredor multimodal que atraviesa seis países (España, Francia, Italia, Eslovenia, Croacia y Hungría), con 3.500 Km de longitud, y proporciona enlace multimodal de los puertos y terminales del Oeste Mediterráneo con el centro de la Europa. Conecta con otros siete corredores, configurando un nexo de unión con la totalidad de los mercados europeos, de forma que se proyecta la producción y el comercio del litoral mediterráneo español de forma rápida y eficaz. La red RTE-T es, por tanto, una red estratégica para garantizar y potenciar la movilidad tanto de las personas como de las mercancías.

El denominado Corredor Atlántico es un corredor ferroviario de viajeros y mercancías, con conexión con los puertos y plataformas logísticas multimodales del Arco Atlántico, así como con el resto de los corredores europeos. Es un corredor de 2.000 Km que conecta más de 10 regiones de cinco países de la Unión Europea (Portugal, España, Francia, Alemania e Irlanda) y que engloba a 62 millones de habitantes, y sobre el que se actúa continuamente para mantener y mejorar esa conectividad.

El Marco normativo viene definido en el Reglamento 1315/2013, donde se establecen las orientaciones para el desarrollo de una Red Transeuropea de Transporte, determinando los proyectos de interés común y especificando los requisitos que han de cumplir.

Dentro de estos trabajos, como parte de la modernización de esta línea ferroviaria, se contemplan las obras de electrificación, lo que junto a otras actuaciones permitirá la mejora de la regularidad, fiabilidad y seguridad de las circulaciones, optimizando la explotación ferroviaria.

2.1. Antecedentes Administrativos

Se parte principalmente de la *“Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula informe de Impacto Ambiental de sometimiento a evaluación ambiental ordinaria del proyecto “Electrificación del tramo Bobadilla-Ronda (Málaga-Cádiz)” (15-04-2020)*, la cual indica que:

“El proyecto de Electrificación del tramo Bobadilla-Ronda (Málaga-Cádiz) se encuentra encuadrado en el artículo 7.2, apartado c.5 “Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000” de la Ley 21/2013, de evaluación ambiental, como es el caso en este supuesto, a la luz de los antecedentes de hecho.” Y por tanto resuelve *“que es necesario el sometimiento al procedimiento de evaluación ambiental ordinaria del proyecto”*.

2.2. Antecedentes Técnicos

Entre los antecedentes técnicos de este Estudio Informativo cabe destacar los propios derivados de la tramitación administrativa ya citados en el punto anterior:

- Documento de consultas (noviembre 2018) a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas con relación al proyecto (actuando como órgano promotor y sustantivo en esta tramitación ADIF).
- Resolución de 15 de abril de 2020, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula informe de impacto ambiental de sometimiento a evaluación ambiental ordinaria del proyecto “Electrificación del tramo Bobadilla-Ronda (Málaga-Cádiz)”. Será desarrollada en mayor profundidad en el Anejo 01 de Antecedentes. El presente estudio pretende incluir aquellos aspectos y requerimientos que fueron solicitados en la Resolución de 15 de abril de 2020, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

Por otra parte, en el ámbito del Estudio se han redactado o se están redactando una serie de proyectos que afectan a la infraestructura ferroviaria en este tramo de la línea. Estos proyectos son:

- *Proyecto Básico de renovación de vía, actuaciones puntuales en infraestructura y adaptación de gálibo de pasos superiores del tramo Bobadilla – Ronda, P.K. 0+580 a P.K. 69+900 de la línea Bobadilla – Algeciras*, de julio de 2020. El proyecto se engloba dentro de la actuación más general de modernización de la conexión ferroviaria del puerto de la Bahía de Algeciras. El presente proyecto supone la continuación con las inversiones en curso en la línea Bobadilla-Algeciras de cara a mejorar sus prestaciones, e incluye actuaciones en vía e infraestructura, así como la adaptación/sustitución de los pasos superiores para el cumplimiento de gálibos necesarios, incorporando la previsión de electrificación. No se engloban las actuaciones relativas a las instalaciones de electrificación, seguridad y comunicaciones ferroviarias, ni a las de arquitectura e instalaciones en estaciones que son objeto de proyectos independientes. En concreto, quedan fuera del ámbito del proyecto las propias estaciones de Bobadilla y Ronda, los tramos específicos de las estaciones de Campillos y Setenil, objeto de proyecto específico de adaptación de vías de apartado a longitudes de 750 metros, así como las actuaciones necesarias de reposición del PS-04 (12+800) para cumplir con gálibo uniforme de implantación de obstáculos.
- *Proyecto Constructivo para la renovación de vía, actuaciones puntuales en infraestructura y adaptación de gálibo de pasos superiores del tramo Bobadilla – Ronda, P.K. 26+500 a P.K. 69+583 de la línea Bobadilla – Algeciras*, de mayo de 2022, donde se define a nivel de proyecto constructivo lo ya apuntado en el Proyecto Básico anterior. Este proyecto fue aprobado técnicamente en noviembre de 2022.
- *Proyecto para la ampliación de la longitud a 750 m de los apartaderos de Campillos y Setenil en el tramo Bobadilla – Ronda*. El proyecto se enmarca en las actuaciones contempladas en el convenio firmado en junio de 2017 por la Autoridad Portuaria de Algeciras y ADIF para la mejora del tramo Algeciras – Bobadilla – Córdoba de cara al transporte de mercancías en el marco de los corredores europeos Mediterráneo y Central. El proyecto incluye la ampliación de la longitud útil de vía a 750 m de los apartaderos de las estaciones de Campillos y Setenil; e incluye los trabajos de las especialidades de vía e infraestructura. Dicho proyecto de

ampliación de apartaderos se encuentra aprobado técnicamente con fecha 12 de agosto de 2020.

- *Proyecto constructivo para la renovación de vía, actuaciones puntuales en infraestructura y adaptación de gálibo de pasos superiores del tramo Bobadilla-Ronda, P.K. 20+000 a P.K. 26+500 de la línea Bobadilla-Algeciras*, en proceso de redacción.
- *Proyecto de construcción para la estabilización de la ladera de Almargen en la línea Bobadilla – Algeciras. P.K.: 35+000 a 42+000*, actualmente en redacción.

3. Marco de Referencia

3.1. Ubicación del estudio y situación actual

Las actuaciones se localizan en la línea L420 Bifurcación Las Maravillas-Algeciras (en adelante Bobadilla-Algeciras), en el tramo Bobadilla - Ronda. El P.K. 0 de la línea se encuentra en el edificio de viajeros de la estación de Bobadilla.

La línea discurre por los términos municipales de Antequera, Campillos, Teba, Almargen, Cañete La Real y Ronda, pertenecientes a Málaga, y Setenil de las Bodegas, perteneciente a Cádiz.

La zona de estudio se enmarca dentro del ámbito territorial del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas y, concretamente, dentro del sistema Serranía de Ronda. En el entorno directo del trazado se identifican las masas de agua superficial Cabecera del Guadiaro, La Venta y Complejo Lagunar de Campillos siendo los cursos de agua más relevantes los ríos La Venta, Almargen y Guadalquivir. El trazado discurre sobre las masas de agua subterráneas Llanos de Antequera-Vega de Archidona.

La línea férrea existente atraviesa durante unos 2,5 km el espacio RN 2000 ZEC/ZEPA Lagunas de Campillos. En las proximidades se encuentran otros espacios: ZEC Río Guadalquivir (a 650 m) y ZEC Corbones (a 1.200 m) que cumplen la función de corredor ecológico en RN2000; las ZEC/ZEPA Sierra de Grazalema (a 3 km) y ZEC/ZEPA Sierra de las Nieves (a 6 km). El espacio natural Lagunas de Campillos es también Reserva Natural y Humedal RAMSAR de importancia internacional. La línea de ferrocarril también atraviesa tres IBAs ("Sierras de Ubrique y Grazalema"; "Serranía de Ronda, Sierras Bermeja y Crestellina", y "Lagunas y entorno de Fuente de Piedra").

La estación de Bobadilla está situada en el punto kilométrico 123,1 de la línea 430 de ADIF de Bif. Córdoba-El Higuerón a Los Prados (línea de Córdoba a Málaga).

El tramo Bobadilla – Ronda está en servicio y cuenta con vía única no electrificada en ancho ibérico en casi toda su totalidad a excepción de la estación de Bobadilla.

La estación de Bobadilla está electrificada con catenaria tipo ADIF, compensada a 3kV c.c. La estación de Bobadilla cuenta con subestación eléctrica de tracción.

El tramo entre la estación de Bobadilla y la estación de Ronda discurre desde el P.K. 0+000 al P.K. 70+475.

La vía correspondiente al tramo entre Bobadilla y Ronda presenta las siguientes características de trazado durante el trayecto:

- El origen se encuentra en la estación de Bobadilla, en el P.K. 0+000. El trazado toma la dirección oeste al salir de la estación. Discurriendo entre la carretera A-384 y el embalse de Guadalquivir, llega a la población de Campillos en el P.K. 14+000.
- Tras atravesar Campillos, la traza toma la dirección suroeste hasta llegar al municipio de Teba, P.K. 22+000, al sur de la carretera A-384.
- Seguidamente, el trazado toma de nuevo la dirección oeste para llegar a la localidad de Almargen, situada al norte de la Sierra Cañete, en el P.K. 30+000.
- Desde el P.K. 35+000 la vía toma la dirección sur hasta el P.K. 48+000. Este tramo discurre por el valle formado entre las sierras de Blanquilla, Cañete y Borbollos. Dirección oeste la traza llega al P.K. 51+500, donde gira hacia el sur hasta el P.K. 63+000, dejando la sierra de Las Salinas a la izquierda y la sierra de Carrasco a la derecha.
- La traza asciende hasta la estación de Ronda en el P.K. 70+475 ascendiendo en dirección oeste, ajustando su trazado a la carretera A-366.

Las estaciones y apeaderos en uso que pueden encontrarse durante el recorrido que abarca el proyecto son las siguientes:

- Estación de Bobadilla P.K. 0+000.
- Estación de Campillos P.K. 13+545.
- Apeadero de Teba P.K. 21+000.
- Estación de Almargen P.K. 30+054.
- Apeadero de Atalaya P.K. 41+680.
- Estación de Setenil P.K. 53+755.
- Apeadero de Parchite P.K. 60+220.

- Estación de Ronda P.K 70+475.



Imagen 2. Ubicación de estaciones y apeaderos.

En las siguientes tablas, se enumeran las circulaciones actuales en el tramo objeto de estudio.

La frecuencia se ha obtenido de los datos facilitados por ADIF para el estado actual.

	Día	Tarde	Noche	Total
Pasajeros (Larga Distancia)	1	2	-	3
Pasajeros (Regionales)	2	2	-	4
Mercancías	2	-	2	4
TOTAL	5	4	2	11

Tabla 1. Número de circulaciones.

3.2. Objetivo de las actuaciones

Las actuaciones recogidas en el presente Estudio Informativo pretenden favorecer la interoperabilidad e integración modal del sistema europeo de transporte, gracias a la ejecución coordinada de una serie de intervenciones en la red.

Con las actuaciones objeto del presente Estudio Informativo se favorecerá el desarrollo logístico, especialmente motivado por la mejoría en la conexión del Puerto de Algeciras con el nudo ferroviario de Bobadilla.

En el presente Estudio Informativo además de las actuaciones propias de la electrificación de la línea ferroviaria, se incluyen también aquellas necesarias en la infraestructura existente o servicios que no sean compatibles con los elementos de la electrificación. Además, se analizan las posibles variantes de trazado en las Lagunas de Campillos exigidas en la citada Resolución ambiental de 20 de Abril de 2020.

3.2.1. Electrificación

Dentro de los objetivos de las actuaciones están la identificación de los trabajos necesarios para la implantación de la definición de la línea aérea de contacto y de los centros de autotransformación.

En el sistema de electrificación de 2 x 25 kV es necesario la instalación de centros de autotransformación para transformar la tensión de 50 kV a 25 kV, permitiendo, además un gran equilibrio en la tensión de la línea, amén de protegerla contra corrientes vagabundas. De esta forma se reducen de forma drástica las corrientes parásitas, y la impedancia de la línea es hasta 3 veces menor, con lo que se puede aumentar la distancia de las subestaciones.

Se consigue así una disminución en el número de subestaciones a implementar, aunque éstas son de mayor potencia instalada. Además, se puede optimizar el emplazamiento de las mismas respecto a la traza de la línea de suministro disponible, lo que puede representar un ahorro en longitud de línea de alta tensión de acometida.

En resumen, el sistema 2 x 25 kV está basado en un transformador A.T./50 kV en el que el arrollamiento secundario dispone de tres tomas: dos extremas y una intermedia. Las tomas extremas, entre las cuales hay una tensión de 50 kV (2 x 25 kV), se conectan respectivamente a la catenaria y al feeder que constituye el circuito principal de retorno. La toma intermedia, situada en el punto central del arrollamiento secundario y por tanto a una tensión de 25 kV con respecto a las tomas extremas, se conecta al carril de rodadura trabajando como circuito secundario de retorno. El sistema se completa mediante la instalación de autotransformadores 50/25 kV cada 12-15 Km aproximadamente, a cuyos extremos se conectan la catenaria y el

feeder y la toma intermedia al carril de rodadura. Las subestaciones se sitúan a una distancia aproximada de 70 km.

3.2.2. Infraestructura

La implantación de electrificación en la actual línea Bobadilla-Algeciras, en su tramo entre Bobadilla y Ronda, deriva en la necesidad de una serie de actuaciones sobre la infraestructura existente para la compatibilidad de ésta a los requerimientos de la electrificación y garantizar la correcta implantación de los elementos de electrificación previstos. Entre estas actuaciones, se contempla la adaptación de gálibos de pasos superiores (bien mediante rectificación de rasante o bien mediante la demolición y reconstrucción de los pasos superiores).

No obstante, conviene apuntar que, tal y como se ha señalado en el apartado de Antecedentes, las actuaciones puntuales en infraestructura, así como las referentes a adaptación de gálibo de pasos superiores y renovación de vía para el tramo comprendido entre el P.K. 20+000 de la actual línea y la estación de Ronda, se prevén dentro de diferentes proyectos constructivos que están, o bien aprobados, o en redacción.

Por tanto, se tomará como situación inicial de partida las actuaciones contempladas en los proyectos anteriormente indicados. Es por este motivo que, en el presente Estudio Informativo, no se consideran necesarias actuaciones adicionales de modificación del trazado en el tramo comprendido entre el P.K. 20+000 y la estación de Ronda para la implantación de la electrificación de la línea.

El presente Estudio Informativo analiza posibles variantes de trazado en el entorno de Lagunas de Campillos, con el objeto de evitar su paso por áreas sensibles de protección ambiental presentes en la zona. Las variantes por Campillos establecen la necesidad de trasladar la actual estación de Campillos al sur de su ubicación actual.

En total se analizan hasta tres alternativas de trazado compatibles con los requerimientos de electrificación.

3.2.3. Medio Ambiente

Desde el punto de vista medioambiental, el objetivo de la actuación es atender a los condicionados establecidos en la *Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula informe de impacto ambiental de sometimiento a evaluación de impacto ambiental ordinaria del proyecto “Electrificación del Tramo Bobadilla-Ronda (Málaga-Cádiz)”*, con fecha 15 de abril de 2020, en la que se indicaba la necesidad de someter el proyecto a evaluación ambiental ordinaria, ya que se prevén efectos adversos significativos sobre el medio ambiente.

El principal condicionante es la presencia del espacio de la Red Natura de la ZEC/ZEPA “Lagunas de Campillos”, dentro de cuya delimitación discurre la vía actual.

Se han estudiado los impactos derivados de la actuación considerando tanto la alternativa de electrificación de la vía actual (alternativa 1), como de otras dos alternativas de variantes de trazado discurrendo por el exterior de dicho espacio (alternativas 2 y 3).

En cualquier caso, se han establecido las medidas mitigadoras necesarias para minimizar el impacto sobre la ZEC/ZEPA y, en especial, de su población de avifauna, con el establecimiento de las correspondientes medidas contra la colisión y electrocución, tanto dentro como fuera de dicho espacio, una vez identificadas las zonas más sensibles del territorio por el que discurre la actuación.

4. Características y condicionantes de actuación

4.1. Características del Estudio

El sistema de electrificación estará alimentado desde la LAV Córdoba-Málaga y desde una nueva subestación a ubicar en las inmediaciones de Ronda (hacia el P.K. 67 de la vía actual), que no se incluye en el presente estudio, y cuya tramitación ambiental se está realizando paralelamente por Red Eléctrica de España (REE) junto con la línea de abastecimiento de 400kV.

El tipo de catenaria a instalar será del tipo CA200 (simple poligonal atirantada, formada por un sustentador apoyado y un hilo de contacto, sin péndola en Y y con flecha inicial de los hilos de contacto), diseñada eléctricamente para un sistema de electrificación de 2 x 25 kV de corriente alterna, y mecánicamente para una explotación en líneas existentes de Red Convencional, con trazado irregular y velocidades hasta los 200 km/h. Además de la electrificación, se contemplan la reposición de servicios afectados y el estudio de gálibos y telemando de seccionadores de catenaria.

Las labores de instalación de la catenaria se ejecutarán desde la propia plataforma, y las ocupaciones temporales se harán en las propias estaciones y a ambos lados de la vía, sin salir del Dominio Público Ferroviario. No se abrirán caminos, ya que se utilizarán los existentes, y no se prevé necesidad de préstamos o zonas de relleno de material sobrante.

4.2. Condicionantes de la Actuación

Los condicionantes o criterios de partida considerados en el Estudio Informativo son los requisitos:

- Ubicación de la Subestación Eléctrica de Tracción de Ronda. Dicha subestación de tracción, necesaria para la electrificación de la línea ferroviaria no forma parte del presente Estudio Informativo. La ubicación de esta subestación ha sido el punto de partida para la determinación de los centros de autotransformación necesarios. La Subestación Eléctrica de Tracción de Ronda forma parte de otro trámite ambiental promovido por Red Eléctrica de España. Concretamente las instalaciones que se incluyen en esta tramitación separada son las siguientes:

- Nueva subestación de Transporte de energía eléctrica a 400 kV. Esta subestación estará compuesta por dos parques, uno propiedad de Red Eléctrica de España (REE) y otra propiedad de ADIF, donde se desarrollará la subestación de tracción. Además, se incluye la línea aérea de transporte de energía eléctrica de Entrada/Salida en Ronda 400 kV de la línea Jordana-Tajo de la Encantada 400 kV.
- Electrificación en 25 kV corriente alterna. El tipo de electrificación a adoptar está condicionado por el sistema de electrificación elegido para toda la línea ferroviaria a la que pertenece el tramo Bobadilla – Ronda.
- La ya citada Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental sobre el proyecto “Electrificación del tramo Bobadilla-Ronda (Málaga-Cádiz)”, la cual determina que es necesario el sometimiento al procedimiento de evaluación ambiental ordinaria del proyecto “Electrificación del Tramo Bobadilla – Ronda (Málaga – Cádiz)”, identificando y valorando posibles alternativas de trazado que eviten el área protegida de las Lagunas de Campillos.

5. Alternativas Analizadas

Para dar cumplimiento a la Resolución de MITECO de 15 de abril de 2020, en el presente Estudio Informativo se ha realizado un estudio de variantes de trazado para evaluar las posibles alternativas que podrían contemplarse en el entorno de Lagunas de Campillos con la finalidad de que dichas alternativas sean compatibles con el análisis específico de la afección de la electrificación objeto del estudio con las zonas de espacio Red Natura 2000, Humedal Ramsar de Importancia Internacional, ZEC y ZEPA “Lagunas de Campillos” y con las correspondientes medidas necesarias que justifiquen la ausencia de impacto significativo sobre dichas zonas. Cabe destacar que en las tres alternativas, el sistema de electrificación estudiado es el sistema 2x25 kV, siendo por tanto la catenaria de la misma tipología la que se implementaría en todas las alternativas, del mismo modo, tanto el número como la ubicación de los centros de autotransformación es común a las tres alternativas.

Teniendo esto en cuenta, el presente Estudio Informativo contempla tres alternativas, además de la alternativa cero, de no actuación.

A la vista de los motivos y objetivos que justifican la actuación, la alternativa 0 de no realizar ninguna acción es descartable por los siguientes motivos:

- El tramo Bobadilla-Ronda pertenece a la línea ferroviaria Bobadilla – Algeciras, que a su vez se incluye dentro del Corredor Mediterráneo y Atlántico. Por tanto, la no realización de la electrificación del tramo afectaría a los objetivos que se pretenden en estos grandes corredores ferroviarios:
 - Mejorar las conexiones ferroviarias con los puertos y terminales.
 - Incentivación del transporte de mercancías, reduciendo los costes de transporte y facilitando las exportaciones.
- Supondrían una barrera importante en la consecución de objetivos socioeconómicos como:
 - Mejorar la eficiencia y competitividad de la red actual.
 - Contribuir al desarrollo económico local y regional.

- Promover una movilidad sostenible al incentivar la eliminación de los combustibles fósiles
- Reforzar la cohesión territorial y la accesibilidad.
- Perjudicaría el compromiso con el medioambiente, ya que la electrificación permite la sustitución de combustibles de origen fósil y la optimización del sistema ferroviario, convirtiéndolo en más atractivo para el usuario y reduciendo así el uso de la carretera como medio predominante del transporte.

Por tanto, de acuerdo con lo expuesto, se considera que la alternativa 0 no resulta asumible, por no adaptarse a los requerimientos funcionales, no garantizar la compatibilidad con el resto de las actuaciones que se están realizando en el corredor ferroviario, comprometiendo la operación del mismo, y condicionar el desarrollo socio-económico regional y nacional.

5.1. Alternativa 1

La Alternativa 1 contempla básicamente el aprovechamiento máximo de la plataforma existente, incorporando las actuaciones puntuales derivadas del rebaje de rasante de trazado para adaptar gálibos bajo pasos superiores a los requerimientos derivados de la electrificación de la línea.

No obstante, conviene apuntar que, como se ha ido indicando previamente, actualmente están en proceso de redacción o incluso con aprobación técnica varios proyectos constructivos de actuaciones puntuales en infraestructura que incluyen adecuaciones de gálibos de pasos superiores y renovación de vía. El ámbito de estos proyectos se sitúa entre el P.K. 20+000 de la línea y la estación de Ronda, así como el ámbito de la propia estación de Campillos (ver apartado de antecedentes del documento).

Por tanto, la Alternativa 1 de aprovechamiento de la plataforma existente tendrá para el tramo entre el P.K. 20+000 y la estación de Ronda, así como para el tramo de la propia estación de Campillos, un trazado definido por los proyectos constructivos indicados.

En esta alternativa se contemplan unas adaptaciones y actuaciones imprescindibles que consisten en correcciones de rasante necesarias para adaptar el gálibo ferroviario en el paso bajo los pasos superiores presentes en el ámbito situado en el tramo entre la estación de

Bobadilla y el P.K. 20+000. Se determina que es necesario realizar un ajuste de rasante en torno a los pasos superiores PS-03 (P.K.10+343) y PS-05 (15+780) consistente en un rebaje de 63 cm y 67 cm respectivamente. Esto obliga a modificar valores de rampas y pendientes del trazado existente en los puntos de inicio y final del rebaje.

Por otro lado, referente al paso superior PS-04 (12+800), que tampoco cumple gálibo ferroviario en un escenario de electrificación de la vía, debido a que se sitúa justo antes de la actual estación de Campillos (que limita la viabilidad del rebaje de vía), se plantea su demolición y reconstrucción, por lo que el trazado en alzado no sufre cambios respecto de la situación actual.

Esta alternativa será la alternativa base sobre la que se plantearán las otras dos alternativas, las cuales incorporan respectivas variantes de trazado en el ámbito en torno a Lagunas de Campillos.

5.2. Alternativa 2

Los condicionantes ambientales presentes en Lagunas de Campillos, puestos de manifiesto en la Resolución ya comentada imponiendo la tramitación ambiental ordinaria, requieren el estudio de variantes de trazado al sur del existente, por lo que se desarrolla esta alternativa como una de las posibles soluciones para evitar la afección a las zonas más sensibles de protección territorial y medioambiental; en especial las zonas de espacio Red Natura 2000, Humedal Ramsar de Importancia Internacional, ZEC y ZEPA "Lagunas de Campillos" presentes en la zona.

Por tanto, dicha alternativa aprovecha la plataforma existente, al igual que la Alternativa 1, en su mayor parte, a excepción de la variante definida en el entorno de Lagunas de Campillos.

El trazado, por tanto, dispondrá de un tramo inicial común a la Alternativa 1, hasta el P.K. 3+160.036, donde se inicia la variante de Lagunas de Campillos. Esta variante, de 12.916,7 metros, se inicia justo después del viaducto de cruce sobre el arroyo de Las Tinajas y finaliza justo después del viaducto sobre el arroyo del Chumbo situado antes del apeadero de Teba. A partir de este punto final de la variante, el trazado vuelve a ser común al de la Alternativa 1. El punto de conexión de la variante con el tramo común con Alternativa 1 se registra en el P.K. 17+205.030. Desde este punto hasta la estación de Ronda la Alternativa 2 tiene el mismo trazado que la Alternativa 1.

En cuanto al trazado en planta del tramo de variante, se inicia justo después del cruce sobre el arroyo de Las Tinajas tomando dirección suroeste (P.K. 3+160.36). Pasado el arroyo, el trazado continúa en alineación recta durante 230 metros aproximadamente para iniciar, posteriormente, en dirección suroeste una alineación curva de radio 1.500 metros con el objeto de evitar la afección a la zona de Montes Públicos presente en las inmediaciones del Arroyo de Salinas. El paso por el Arroyo de Salinas genera la necesidad de prever un viaducto de unos 35 metros. El radio de 1.500 metros se prolonga durante 2.000 metros.

Posteriormente, el trazado continúa en recta durante 790 metros y encara una nueva curva de radio 1.800 metros con el objeto de alinearse en dirección este, después de 2.100 metros.

A partir de aquí, el trazado toma una alineación dirección este en paralelo al tramo de vía existente, aunque desplazado unos 2 km en dirección sur. Durante los 4.300 metros de alineación recta el trazado registra valores de pendiente suaves. Es en este tramo donde se propone ubicar la nueva estación de Campillos. La ubicación considerada más adecuada sería próxima a la carretera A-357.

Posteriormente a la recta, el trazado de la variante se dirige al oeste para su conexión con trazado definido por Alternativa 1. Para ello tomará un par de alineaciones curvas de radios de 2.000 metros y 1.800 metros respectivamente, intercaladas por una recta de 1.300 metros aproximadamente. Después de 12.916,7 metros de desarrollo de la variante, la conexión con el trazado de Alternativa 1 se produce en el P.K. 17+205.030.

Respecto a los parámetros de alineaciones en planta, dicho trazado presenta una mejora respecto del trazado existente en el entorno de Lagunas de Campillos, ya que en la variante el radio mínimo es de 1.500 metros, mientras que en la vía existente (Alternativa 1) se registra un radio mínimo de 720 metros.

En cuanto al trazado en alzado, el tramo de variante de la Alternativa 2 se inicia con una rampa moderada de 7.4 milésimas. Superados los primeros 500 metros se inicia rampa en valores máximos de 15 milésimas. El tramo de rampa con 15 milésimas se extiende hasta el P.K. 4+750 aproximadamente. La adopción de este valor viene condicionada por la necesidad de evitar mayores desarrollos de trazado en planta que generasen posibles nuevas afecciones a áreas con cierta sensibilidad ambiental que se pretende evitar.

A partir de este punto la rampa se suaviza a 10 milésimas. Posteriormente, pasado el P.K. 6+000 la rasante se suaviza a valores de -2/+2 milésimas para encarar la recta hacia la nueva estación de Campillos. Una vez superada la estación, la rasante toma un valor de rampa suave (5.5 milésimas) para registrar a partir del P.K. 10+300 un perfil descendente con valores de pendiente máxima (12.5 milésimas) en su mayor parte.

La conexión con la plataforma existente (Alternativa 1) se produce en un tramo en recta y en trinchera situado entre dos viaductos sobre el arroyo del Chumbo.

La presente alternativa evita la aparición de túneles, aunque se prevé la necesidad de un viaducto (entorno al P.K. 1+325) con el fin de salvar el Arroyo de las Salinas. Adicionalmente, la alternativa obliga a implantar una serie de pasos superiores, inferiores y obras de drenaje transversal.

5.3. Alternativa 3

La presente alternativa de trazado, al igual que la anterior, discurre mayoritariamente por un trazado común al de la Alternativa 1, a excepción de una variante definida en el entorno de Lagunas de Campillos. No obstante, a diferencia de la Alternativa 2, aprovecha más el trazado existente, ajustándose más a los límites de las zonas de protección especial a evitar (Espacio Natural Protegido, ZEC, ZEPA, humedales, IBA, hábitats prioritarios).

El trazado, por tanto, dispondrá de un tramo inicial común a la Alternativa 1, que se alargará hasta el P.K. 8+214.808, donde se inicia la variante de Lagunas de Campillos. Después de 8.005,5 metros de longitud la variante conectará nuevamente con el trazado existente (Alternativa 1) en el P.K. 17+205.030. Desde este punto hasta la estación de Ronda la Alternativa 2 tiene el mismo trazado que la Alternativa 1.

En cuanto al trazado en planta del tramo de variante, se inicia justo antes de que la vía existente encare dirección este hacia Campillos en la zona de cruce con el arroyo de Barranco Hondo. Desde este punto toma dirección suroeste con el objeto de evitar afectar las áreas protegidas de la ZEPA, zonas de humedales de Laguna de Toro y Laguna de Capacete y sus respectivas áreas de protección específica (PEPMF) presentes en la zona. Para evitar estas zonas toma un par de curvas con radios de 2.000 y 1.500 metros respectivamente y sentido de giro opuestos, hasta que, en el P.K. 3+611 toma una alineación recta de poco más de 1.500 metros. En este

punto se aprovecharía para ubicar la nueva estación de Campillos. Es a partir de este punto en que el trazado en planta de la variante de trazado de la Alternativa 3 es coincidente con el trazado en planta de la variante de trazado de la Alternativa 2.

Por tanto, el tramo final será igual a lo descrito en el caso de la variante de Alternativa 2, donde, después de la alineación recta en que se ubica la estación, tomará un par de alineaciones curvas con valores de radio de 2.000 y 1.800 metros intercaladas por una recta de aproximadamente 1.300 metros en dirección oeste para su conexión con trazado definido por Alternativa 1.

En cuanto al trazado en alzado, el tramo de variante de la Alternativa 3 se inicia con una rasante que adopta valores de rampa máxima (15 milésimas) durante los primeros 1.800 metros. Conviene apuntar que el valor de 15 milésimas viene condicionado en gran medida también por el valor de la rasante en el punto de conexión con la infraestructura existente. Posteriormente, el perfil longitudinal toma valores mínimos de rampa (2 milésimas) que se alargará durante 3.5 km aproximadamente. Es en este tramo donde se propone ubicar la nueva estación de Campillos.

La presente alternativa presenta un trazado de 8.005,5 metros y evita la aparición de viaductos. Resulta necesario prever la presencia de pasos superiores a lo largo de este trazado.

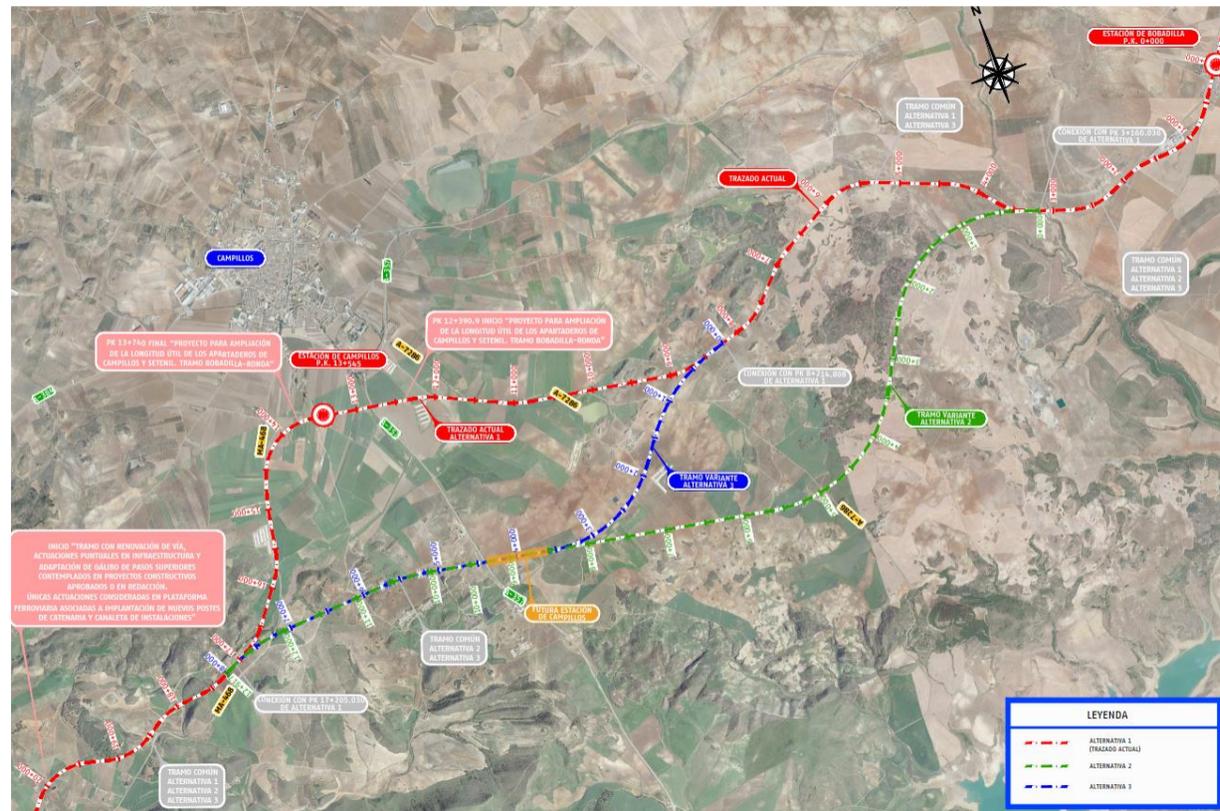


Imagen 3. Alternativas de trazado al actual en el tramo comprendido entre estación de Bobadilla y P.K. 20+000 (inicio de actuaciones en infraestructura contempladas en proyectos de ADIF).

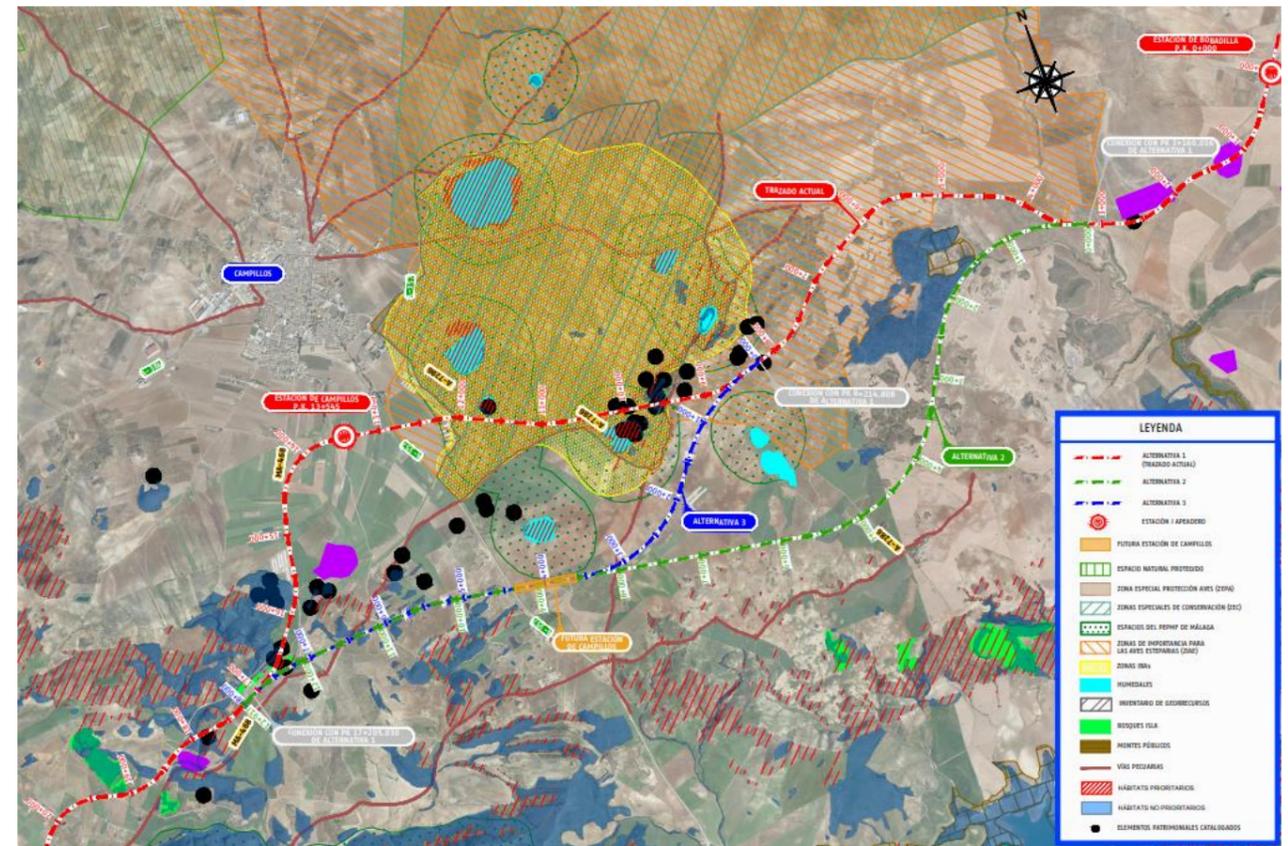


Imagen 4. Alternativas de trazado al actual en la zona afectada (condicionantes ambientales presentes en el tramo de variantes en Lagunas de Campillos).

6. Análisis de las Alternativas Estudiadas

6.1. Geología y Geotecnia

El objetivo del Estudio Geológico-Geotécnico realizado es analizar de forma preliminar las características geológico-geotécnicas del territorio objeto del estudio.

Para la realización de este estudio se ha procedido al reconocimiento y descripción de los materiales aflorantes en el área afectada por el Estudio Informativo de la “Electrificación de la Línea Bobadilla – Algeciras, Tramo Bobadilla – Ronda”, desde el punto de vista de sus características sedimentológicas, geomorfológicas, estructurales e hidrológicas.

Esta información ha permitido establecer grupos de materiales con propiedades geotécnicas similares, así como su grado de susceptibilidad ante los posibles riesgos geológico-geotécnicos concurrentes en la zona.

6.1.1. Geología de la zona de estudio

La zona de estudio se localiza entre las localidades de Antequera y Ronda. Está representada por terrenos de origen sedimentario, de edades muy diversas, desde el Mesozoico hasta depósitos actuales. Como se ha indicado con anterioridad, la estratigrafía de estos materiales se dará sistematizada según las grandes unidades estructurales.

Zonas Externas. Subbética

Complejos Subbéticos Caóticos. Se caracteriza por un predominio de las áreas con estructura interna caótica, donde domina el Triásico de facies Keuper, que incluyen bloques de material post-triásico, algunos del Mioceno medio constituido mayoritariamente por margas y margocalizas, lo que indica la edad de esta estructura caótica.

Penibético. Representada por terrenos de la cobertera de edad postpaleozoica. Estos terrenos comprenden desde el Trías hasta el Mioceno Inferior y tienen facies casi exclusivamente marinas. Está constituido por tres grupos de unidades litoestratigráficas:

- *Grupo Hidalga. Triásico.* Presentan un notable desarrollo de los materiales detríticos finos (arcillas, margas, etc.) y de evaporitas con respecto a rocas carbonatadas, así como potencias considerables.

- *Grupo Líbar. Jurásico* Constituyen los materiales calcáreos que conforman la transversal de Ronda.
- *Grupo Espartina. Cretácico – Terciario.* Está constituido fundamentalmente por margocalizas micríticas de color gris claro. Puede alcanzar en algunos puntos unos 400 m.

Unidades Alóctonas

Se encuentran agrupadas bajo la denominación Unidades del Campo de Gibraltar, presentando ciertas características estratigráficas comunes; potencia relativamente escasa, comprenden terrenos desde el Cretácico Inferior hasta el Mioceno Inferior, representación notable de formaciones de tipo Flysch y están Constituidas mayoritariamente por margas y arcillas.

Cuencas Postorogénicas

- *Mioceno Superior;* reposa transgresiva e indistintamente sobre cualquier otro de los de edad más antigua y sobre cualquiera de las unidades tectónicas béticas. En conjunto, los materiales del Mioceno Superior pueden ser considerados como una formación de tipo molásico. Las facies predominantes son marinas de poca profundidad y, en ocasiones, litorales.
- *Pleistoceno;* representado en el valle inferior del Guadalhorce, Hoya de Málaga, constituido esencialmente por margas y limos de facies marinas, de tonos azulados muy predominantes. Junto a los bordes montañosos de la Hoya de Málaga, las margas y limos indentan y pasan lateralmente en poco trecho a areniscas y hasta conglomerados.

Cuaternario

- *Pleistoceno y holoceno,* corresponden a depósitos asociados a dinámica fluvial y gravitacional, así como depósitos lacustres.

6.1.2. Evaluación de zonas de riesgo geológico

6.1.2.1. Riesgos ligados a procesos geomorfológicos

Inestabilidad gravitacional: De las seis unidades geotécnicas diferenciadas, se descartan de ser susceptibles de sufrir deslizamientos de ladera en estado natural, las unidades geotécnicas

2 y 6, margas-calizas y materiales cuaternarios, ya que se encuentran en zonas prácticamente planas ubicadas en la zona norte entre Bobadilla y Campillos.

6.1.2.2. Riesgos ligados a procesos de dinámica fluvial

Inundaciones y encharcamientos: Destaca en la zona de Campillos la presencia de zonas encharcables, que se originan en zonas de escasa topografía donde afloran materiales arcillosos, donde se combina la falta de escorrentía superficial con la impermeabilidad del terreno. Estos encharcamientos se ven potenciados por la obstrucción ejercida por la acción antrópica sobre el medio, como son las infraestructuras hidráulicas (canales, encauzamientos, muros) y de comunicación existentes en la zona.

6.1.2.3. Riesgos ligados a la interceptación de la lámina de agua

En el caso de masas de agua superficiales se atraviesan numerosos cursos de agua tanto de carácter estacionario como permanente.

En el caso de masas de agua subterráneas las unidades geotécnicas que pueden caracterizarse como tales son las unidades 1, 5 y 6.

6.1.2.4. Riesgos ligados a la litología de los materiales

Terrenos compresibles

- Tipo roca: se trata de calizas karstificadas que presentan un suelo eluvial de alteración llamado “*terra rossa*” o arcillas de descalcificación.
- Tipo suelo: deben tenerse en cuenta los depósitos arcillosos con contenido en yeso, que pueden ser afectados por procesos de disolución.

Terrenos expansivos: En la zona de estudio los litotipos predominantes que puede estar relacionado con este tipo de riesgo son las unidades geotécnicas con un contenido en arcillas predominante.

Agresividad: El riesgo de ataque químico por presencia de sulfatos se puede desarrollar en las arcillas versicolores triásicas (unidad geotécnica 4) y los materiales cuaternarios que la rodean (unidad 6).

Karstificación: En la zona de estudio las formaciones karstificables de mayor importancia (muy karstificadas en su conjunto) las constituyen, los materiales calcáreos de la Serranía de Ronda y las facies germano-andaluzas, Triásico, localizadas en las inmediaciones de Campillos y Bobadilla.

6.1.2.5. Riesgos ligados a los procesos geodinámicos internos. Sismicidad.

En base al mapa de peligrosidad sísmica y según la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Construcción (NCSE-02) y de la Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07), la zona de estudio se encuentra afectada por actividad sísmica.

Aplicado a la región de estudio, la aceleración sísmica básica ab sería superior a 0,04g por lo que es de obligada aplicación la Normativa Sismorresistente.

6.1.3. Estudio geotécnico de las variantes de las Lagunas de Campillos

Los reconocimientos geotécnicos realizados para caracterizar los terrenos afectados en las variantes de trazado en las Lagunas de Campillos han sido los siguientes:

- **Calicatas mecánicas:** En la fase actual del estudio se han realizado un total de nueve (9) calicatas, con profundidades comprendidas entre 3.6 a 1.7 m.
- **Sondeos mecánicos:** Se ha efectuado un total de 3 sondeos mecánicos a rotación con recuperación de testigo continuo en la campaña, con profundidades comprendidas entre los 16,6 a 15 m. En su interior se han realizado 21 ensayos SPT, 5 tomas de muestras inalteradas y 5 testigos. También se ha procedido a la medición del nivel piezométrico. De forma sistemática, se ha realizado un seguimiento de los niveles piezométricos, tanto durante la ejecución del propio sondeo, como una vez finalizado.

- **Ensayos de penetración dinámica DPSH:** A lo largo de las alternativas se han ejecutado 7 ensayos de penetración dinámica utilizados fundamentalmente para el reconocimiento de suelos blandos en zonas de apoyo de estructuras y rellenos.
- **Ensayos de laboratorio:** Las muestras de testigos obtenidas de los sondeos y calicatas han sido objeto de los ensayos más adecuados y representativos para cada problema o unidad de obra. Las muestras tomadas en los distintos reconocimientos se preparan según norma UNE 130100 y se envían a laboratorio acreditado donde se realizan los ensayos designados para cada unidad de obra. Del mismo modo se han analizado muestras de agua tomadas de los sondeos.

6.1.3.1. Caracterización de las unidades geotécnicas

La agrupación se ha realizado con base en las principales características de los materiales que componen dichas unidades, teniendo en cuenta, además, su susceptibilidad ante los riesgos geológicos descritos en el siguiente apartado.

En la zona del trazado de la infraestructura ferroviaria Bobadilla – Ronda se distinguen 6 unidades:

- Unidad 1: Caliza y dolomía. Subbético.
- Unidad 2: Alternancia de calizas y formaciones margosas. Subbético.
- Unidad 3: Arcillas con bloques y arcillas y margas versicolores. (Unidad Campo de Gibraltar).
- Unidad 4: Arcillas con yeso. (Unidad Olistostrómica).
- Unidad 5 Areniscas y calcarenitas (Cuencas Postorogénicas).
- Unidad 6: Detrítico cuaternario.

A lo largo de las tres alternativas de trazado se han diferenciado tres unidades geotécnicas cuya caracterización es objeto de este apartado. De muro a techo, la serie litoestratigráfica es:

Unidad olistostrómica (U4), en general arcillas de color rojizo a verde. En los ensayos DPSH se relaciona con índices de golpeo comprendidos entre 20-40 golpes, relacionando los picos y bajadas con la presencia de lentes de areniscas y arcillas.

Unidad areniscas y calcarenitas (U5), en el sondeo se recupera como limo arenoso beige amarillento con carbonatos, donde los ensayos SPT realiza sistemáticamente rechazo.

Unidad depósitos cuaternarios detríticos finos (U6), tanto aluviales como glaciales. En los ensayos DPSH realizados se relacionan con índices de golpeo $N_{20} \leq 15$.

Por otro lado, cabe mencionar que en prácticamente todos los trabajos se ha identificado de manera superficial suelos de alta compresibilidad y baja resistencia relacionándolo con la presencia de la presencia de suelo vegetal y material vertido, recomendando su eliminación para el apoyo de cualquier estructura.

Los materiales vertidos presentan una menor distribución, identificándose en caminos donde se han realizado los trabajos. Los espesores varían entre 0.30 y 0.20 m, obteniendo un valor medio de 0.25 m.

6.1.3.2. Desmontes

La rasante en las Alternativas 2 y 3 discurren mayoritariamente en terraplén o en viaducto. Los desmontes máximos considerados en estas alternativas varían entre los 3 y los 17 m de altura, planteando un talud de excavación con inclinación 3H: 2V.

Las unidades geotécnicas reconocidas en las alternativas de trazado se podrán excavar con medios mecánicos convencionales. Puntualmente para la unidad U5, dada la presencia de capas con un alto grado de cementación, se debería recurrir al empleo de martillo de fondo para eliminarlas.

6.1.3.3. Rellenos

Una vez eliminada la capa de tierra vegetal a lo largo del trazado, el terreno de apoyo estará formado, en la mayor parte del trazado, por suelos arcillosos, unidad 4, que reúnen suficiente capacidad portante para el apoyo de los rellenos y una deformabilidad aceptable. De manera

puntual, pueden aparecer terrenos de baja compacidad y alta compresibilidad que pueden dar lugar a asentamientos no deseados, recomendando su eliminación.

Cabe señalar que la campaña de reconocimiento geotécnico realizada para el estudio informativo ha puesto de manifiesto la existencia de capas de suelos blandos, con unos espesores de hasta 14 m, al comienzo del tramo de la Alternativa 1, coincidiendo con la zona de máxima altura de terraplén a la salida del viaducto situado en el PK 1+300. Las características resistentes y deformacionales de estos suelos hace que sea necesario diseñar un tratamiento de mejora del subsuelo antes de proceder a la ejecución de los terraplenes, que tienen una altura máxima en torno a 14,5 m.

A modo orientativo se proponen pendientes de 2H:1V para los rellenos del proyecto.

6.1.3.4. Estudio de materiales

Aprovechamiento de los materiales de excavación en desmontes:

UG-4. Arcillas. Olistostrómica, es la unidad con mayor representación en la zona donde se desarrollan las alternativas, y donde prácticamente se realizan todos los desmontes menos el realizado en la zona final. En base a los ensayos realizados para caracterizar la unidad según el PPTP 9 0-1+M1, se clasifican como suelos “No Utilizables”, dado que presentan hinchamientos libres para las muestras remoldeadas según el ensayo Proctor superiores a 2.5%. Se podrán usar si son tratadas con cal.

UG-5 Areniscas y calcarenitas, aparecen únicamente en la zona final de las dos alternativas de trazado, afectando al último desmonte. En base a los ensayos realizados para caracterizar la unidad, identificación y químicos, según el PPTP 9 0-1+M1, se podrían clasificar como suelos “Aptos”.

Habrá que recurrir a materiales externos al trazado, en la zona se explotan principalmente rocas calcáreas de distintas edades, en menor medida ofitas y materiales detríticos miocenos, en la zona de Ronda y cuaternarios, en los alrededores de la ciudad de Málaga. Son materiales considerados buenos áridos para la construcción. Se utilizan como gravas y para la fabricación de hormigones y morteros.

En cuanto al suministro de balasto, de acuerdo con la normativa ADIF, solo podrá proceder de canteras que hayan sido certificadas con el Distintivo de Calidad de balasto reconocido oficialmente por ADIF, de acuerdo con las Normas EN 13450 y UNE 146 147 “Áridos para balasto”.

Se consideran de cara al suministro de balasto las canteras La Rivera y/o Exmisur, ambas certificadas por ADIF para el suministro de balasto tipo 1, por ser éstas las más cercanas a la zona de Proyecto (a unos 150 Km de distancia).

6.1.3.5. Avance de la cimentación de las estructuras

A lo largo de los dos itinerarios en estudio se han proyectado varias estructuras. Los criterios de cimentación son preliminares y se deberán confirmar o modificar con los reconocimientos geotécnicos específicos para las estructuras.

A grandes rasgos habría que salvar la unidad geotécnica 6, detrítico cuaternario, dadas sus propiedades geotécnicas. En base al espesor que presente la cimentación sería profunda cuando presente grandes espesores a superficial.

En la unidad 4, es previsible la presencia de sulfatos, por lo que los hormigones deberán emplear cementos sulforresistentes.

6.1.4. Conclusiones geológico-geotécnicas de las alternativas estudiadas

La alternativa 1 se desarrolla en el actual trazado de la línea ferroviaria, donde la única actuación a realizar sería de una reposición de paso superior situado en el PK 12+800.

La alternativa 2 presenta una variante de 12.916,7 m.

En el primer tramo, entre los PP.KK. 0+000 a 1+600, existe un viaducto que salva el arroyo de Salinas. En los trabajos realizados se detectan materiales cuaternarios de grano fino, unidad u6, de muy baja consistencia hasta profundidades próximas a los 14 m, por lo que la cimentación de las estructuras sería profunda mediante pilotes. Dada la baja consistencia de estos materiales, en el terreno de apoyo de los terraplenes de acceso a los viaductos sería necesario diseñar un tratamiento de mejora del subsuelo antes de proceder a la ejecución de los terraplenes.

A partir del PK 1+600 hasta el PK 8+500, donde coincide con la Alternativa 3, el trazado discurre fundamentalmente sobre la unidad 4, arcillas y yesos. Los materiales procedentes de las excavaciones, en base a los ensayos realizados se clasifican como no utilizables. Para los taludes de excavación se recomiendan pendientes de 3H:2V. En el caso de apoyo de los terraplenes en la unidad u4 no serían necesarios tratamientos de mejora, salvo la eliminación del suelo vegetal y zonas puntuales de baja consistencia. Para la cimentación de las estructuras en base a los ensayos realizados se espera que sean semi-profundas a profundas. Dada la presencia de sulfatos, se considera necesario el empleo de cementos sulforresistentes.

El tramo final, entre los PPKK 8+500 a 12+916, coincidente con la alternativa 3, se desarrolla sobre la unidad u4, arcillas y yesos, hasta aproximadamente el PK 11+650. A partir de este punto aflora la unidad u5, areniscas y calcarenitas, que presentan diferentes grados de alteración (representa aproximadamente el 10% de la longitud del trazado). En base a los ensayos realizados, esta unidad se clasifica como apta, pudiéndose emplear para la formación de terraplenes. Se recomiendan taludes de excavación 3H:2V, considerados excavables, pero dado que se han detectado tramos cementados no se descarta el empleo de martillo para su retirada.

La alternativa 3 presenta una variante de 8.005,5 m.

En el primer tramo, ente los PP.KK. 0+000 a 3+500, el trazado discurre fundamentalmente sobre la unidad 4, arcillas y yesos. Los materiales procedentes de las excavaciones se clasifican como no utilizables. Para los taludes de excavación se recomiendan pendientes de 3H:2V. En el caso de apoyo de los terraplenes en la unidad u6 no serían necesarios tratamientos de mejora, salvo la eliminación del suelo vegetal y zonas puntuales de baja consistencia. Para la cimentación de las estructuras, en base a los ensayos realizados se espera que sean superficiales a semi-profundas. Dada la presencia de sulfatos se considera necesario el empleo de cementos sulforresistentes.

El tramo final, entre los PP.KK. 3+500 a 8+005, coincidente con la alternativa 2, se desarrolla sobre la unidad u4, arcillas y yesos, hasta aproximadamente el PK 6+700. A partir de este punto aflora la unidad u5, areniscas y calcarenitas, con diferentes grados de alteración (representando aproximadamente el 55% del trazado). En base a los ensayos realizados, esta unidad se clasifica como apta, pudiéndose emplear para la formación de terraplenes. Se recomiendan

taludes de excavación 3H:2V, considerados excavables, pero dado que se han detectado tramos cementados no se descarta el empleo de martillo para su retirada.

En prácticamente todos los trabajos se han identificado de manera superficial suelos de alta compresibilidad y baja resistencia, relacionándolo con la presencia de suelo vegetal y material vertido, recomendando su eliminación. El suelo vegetal se detecta en la mayor parte de los trabajos con desarrollos que varían entre 0.10 y 0.40 m, obteniendo un valor medio de 0.27 m. Los materiales vertidos presentan una menor distribución, identificándose únicamente en los caminos donde se han realizado los trabajos, variando los espesores entre 0.30 y 0.20 m, obteniendo un valor medio de 0.25 m.

Habrá que considerar el empleo de cementos sulforresistentes dada la posible presencia de sulfatos en la unidad 4.

Respecto a la aprovechabilidad de los materiales de excavación, la unidad, 4 con mayor representación, se clasifica como suelos "No Utilizables", pudiéndose plantear su uso en el caso de tratarla con cal. La unidad 5 aflora en la zona final de las dos alternativas de trazado, pudiéndose clasificar estos suelos como "Aptos" en base a los ensayos realizados.

En base a la instrucción IF3, para la determinación de la capacidad portante de la plataforma, la mínima clase de calidad de suelo para explanada es QS1. Por ello en las unidades 4 y 6, clasificadas como calidad de suelo QS0, se recomienda la sustitución del primer metro y posterior aportación de terreno con clasificación al menos QS1.

6.2. Climatología, Hidrología y Drenaje

Se han realizado los trabajos necesarios para analizar la inundabilidad de los centros de autotransformación y las estaciones de las alternativas estudiadas, así como el estudio del drenaje, tanto de las obras existentes como proyectadas.

Para ello, se ha caracterizado la climatología de la zona empleando para ello los datos climáticos de las estaciones meteorológicas de Bobadilla "Estación" (6106), y de Ronda "Central eléctrica" (6032), que además de ser las estaciones más cercanas a cada zona de actuación, cuentan datos termométricos y pluviométricos, siendo gestionadas por la Agencia Española de Meteorología (AEMET).

Estación meteorológica	Altitud (m)	Latitud	Longitud	Periodo disponible
Bobadilla "Estación"	380 m	37° 02'	01° 43'	1961-2003
Ronda "Central eléctrica"	660 m	36° 44'	05° 10'	1973-1992

Tabla 2. Datos identificativos de las estaciones seleccionadas. Fuente: SIGA (2022).

6.2.1. Análisis de zonas inundables

La red hidrográfica básica del ámbito empleada ha sido la de la Cartografía de Referencia 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN), contrastada con la Cartografía GIS (coberturas shape) elaborada por el CEDEX para la clasificación de los ríos de España según el método de Otto Pfafstetter modificado.

Se ha consultado el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) y se comprueba que ni los centros de autotransformación, ni las estaciones de cada alternativa se ven afectadas por las Zonas Inundables tal y como se muestra en la figura.



Imagen 5. Zonas Inundables para 500 años de periodo de retorno en el ámbito.

Se ha analizado la inundabilidad de los centros de autotransformación y de las estaciones de las dos alternativas planteadas. En el caso de los ATIs 402.6 y 411.3, el ATF 411.1 y las estaciones de las dos alternativas planteadas se puede afirmar que no existirá afección al DPH, ZFP o ZI sin necesidad de hacer estudios de inundabilidad específicos. En el caso del ATI 411.2 se ha realizado un estudio de inundabilidad específico y se han desarrollado las siguientes tareas:

- Estimación de la avenida de 100 y 500 años de periodo de retorno mediante el método racional aplicado a la subcuenca de la zona de estudio.
- Modelo hidráulico bidimensional de simulación de la avenida de 100 y 500 años de periodo de retorno, para estimar la envolvente de la zona inundable.

A partir de la red hidrográfica básica, se han identificado las cuencas en la zona de influencia del ATI.

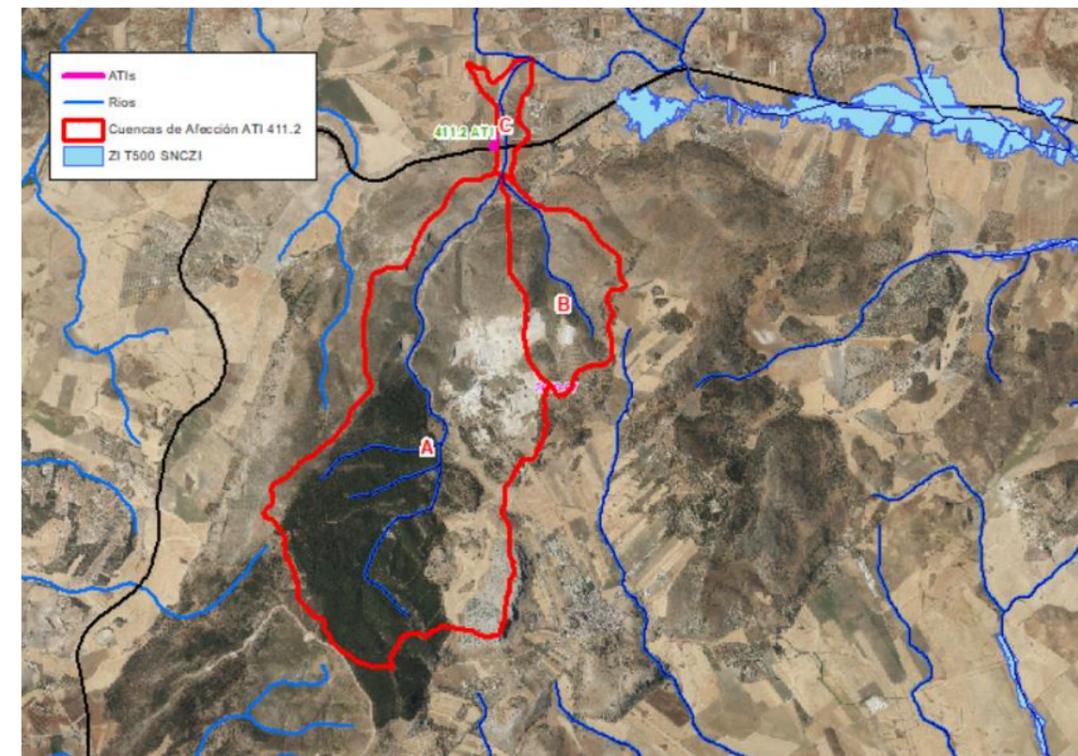


Imagen 6. Subcuenca identificada en el entorno del ATI.

Tras aplicar el método racional se han obtenido los correspondientes caudales de avenida para 100 y 500 años de periodo de retorno en las subcuencas anteriores. Los resultados se muestran a continuación:

Subcuenca	T (años)	Tc (h)	Po (mm)	Po Corregido (mm)	K	Pd (mm)	C	I _{max} (mm/h)	Q (m ³ /s)
ATI 411.2_A	100	1.69	18.48	38.2	1.121	145.69	0.344	36.5	33.0
	500	1.69	18.48	37.8	1.121	192.20	0.443	48.2	56.1
ATI 411.2_B	100	0.75	14.28	29.5	1.048	145.69	0.433	56.2	11.6
	500	0.75	14.28	29.2	1.048	192.20	0.534	74.2	18.8
ATI 411.2_C	100	0.82	14.61	30.2	1.053	145.69	0.425	53.8	2.3
	500	0.82	14.61	29.9	1.053	192.20	0.526	71.0	3.8
Acumulada en C	100	2.22	17.78	36.7	1.162	145.69	0.357	31.4	37.7
	500	2.22	17.78	36.4	1.162	192.20	0.457	41.4	63.5

Tabla 3. Caudales obtenidos para 100 y 500 años de periodo de retorno.

Una vez obtenidos los caudales máximos, se han simulado los mismos en un modelo hidráulico bidimensional en régimen variable empleando para ello el software HECRAS.

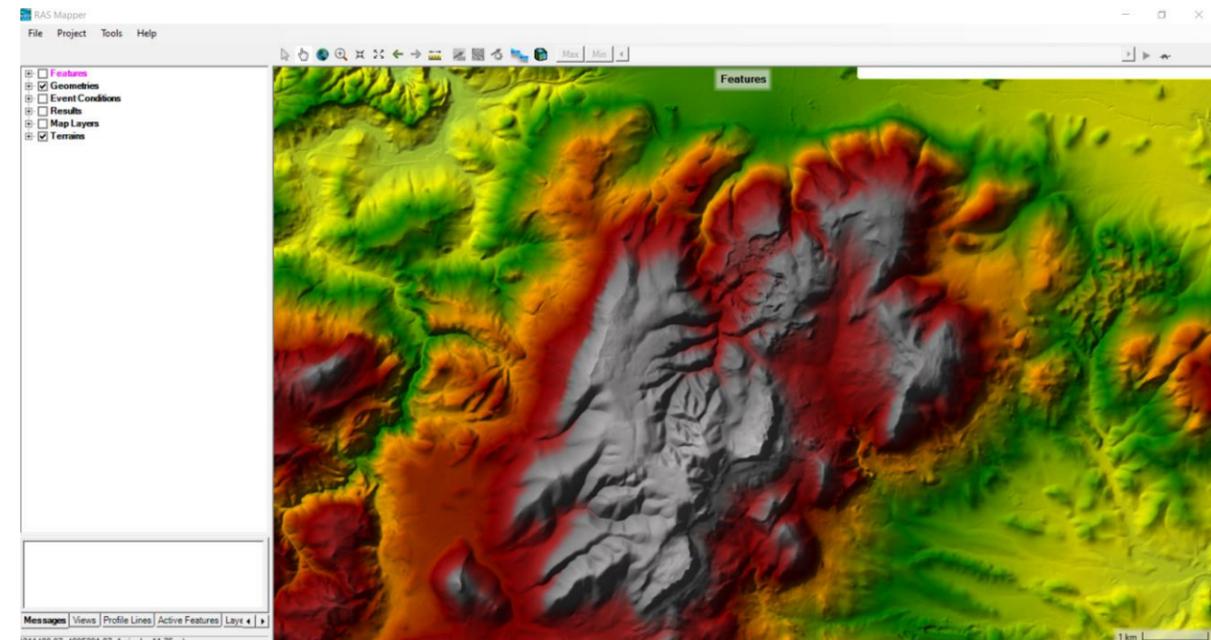


Imagen 7. Vista del Modelo Digital del Terreno (Terrain) generado en HEC-RAS.

Una vez finalizada la simulación se ha procedido al postproceso de la misma, obteniéndose diferentes resultados, de los cuales los más relevantes son los correspondientes a la envolvente de calados y velocidades que se muestra en las figuras a continuación.

Se observan calados muy bajos, generalmente inferiores a 5-10 cm, para T100, calados que se pueden considerar despreciables, pudiéndose afirmar que el ATI se ubica fuera de los límites de la zona inundable para T100. En el caso de la zona inundable para T500, los calados son algo mayores, de unos 15 cm, aunque puntualmente pueden superarse hasta llegar 25 cm en la zona de implantación del ATI. Las velocidades en ambos casos se sitúan en el entorno de 0.5-1 m/s en la zona. Dados los resultados obtenidos se puede afirmar que el ATI se localiza fuera de la T100 y, por tanto, de la Zona de Flujo Preferente. En el caso de la zona inundable (ZI T500), aunque los calados en la mayoría de los casos son muy pequeños (inferiores a 15 cm), como medida de seguridad se propone elevar el centro de autotransformación 0.5 m sobre el terreno actual tal y como establecen las limitaciones de usos aplicables a nivel estatal (art. 9 bis, 9 ter, 9 quáter y 14 bis del RDPH). Señalar, que se ha tratado de respetar una distancia de 100 m desde el cauce para no actuar en la zona de policía.

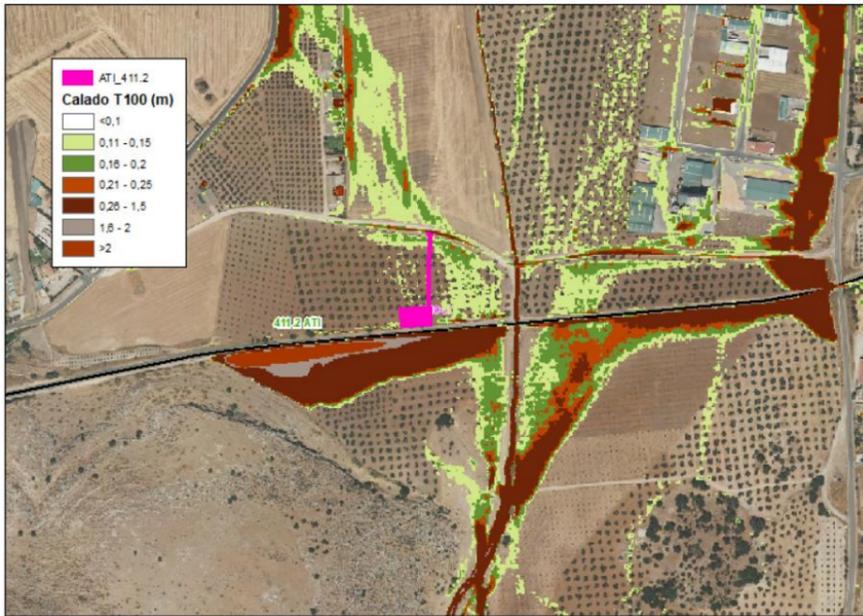


Imagen 8. Envoltente de calados para T100.

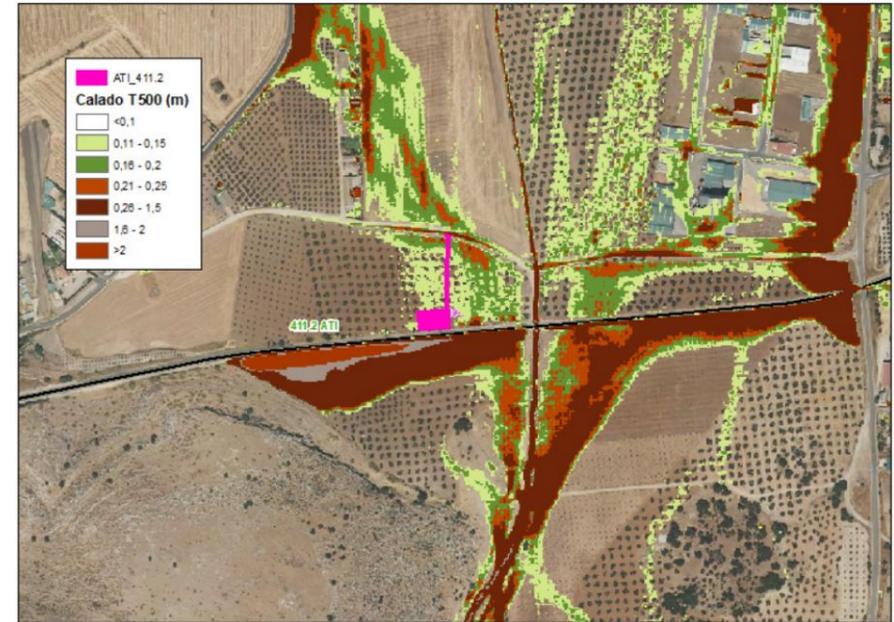


Imagen 10. Envoltente de calados para T500.

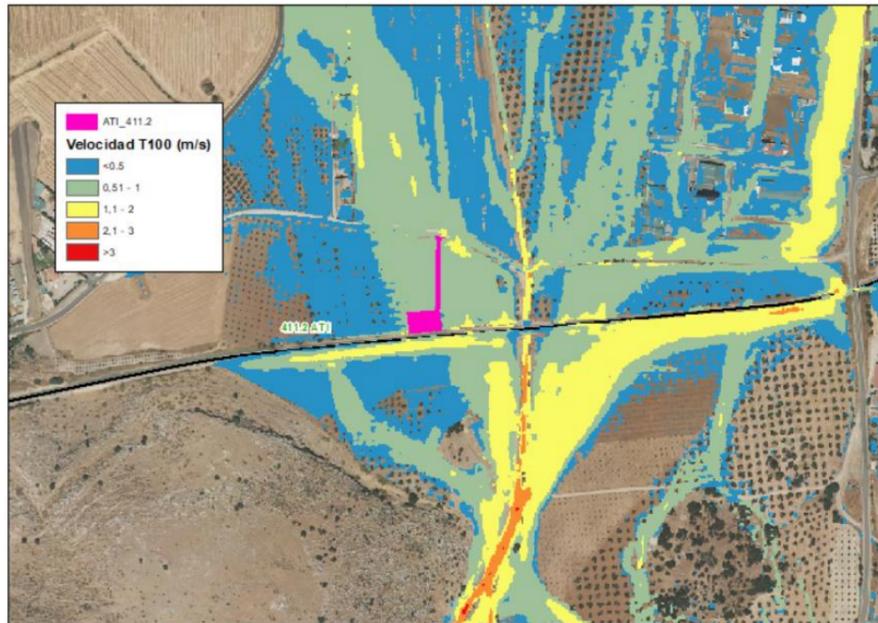


Imagen 9. Envoltente de velocidad para T100.

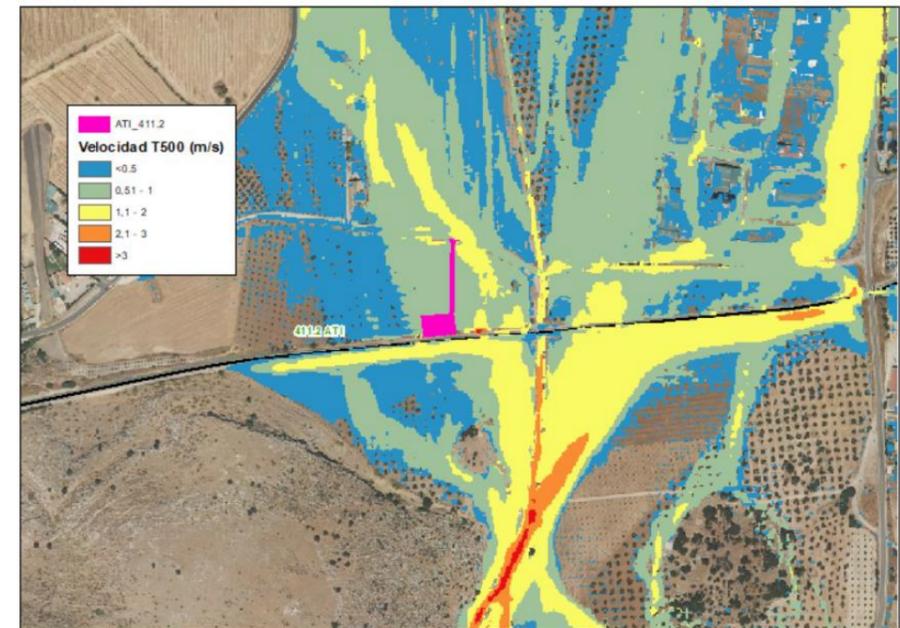


Imagen 11. Envoltente de velocidad para T500.

6.2.2. Drenaje

Se han obtenido las precipitaciones máximas diarias para diferentes periodos de retorno, a través de un análisis de los datos de precipitación máxima anual en 24 horas de las estaciones pluviométricas seleccionadas para el ámbito de estudio.

ID	Estación meteorológica	Altitud (m)	Latitud	Longitud	Periodo disponible
6106	Bobadilla "Estación"	380	37° 02'	01° 43'	1961-2003
6113	Campillos	460	37° 02'	04° 51'	1961-2003

Tabla 4. Datos identificativos de las estaciones seleccionadas. Fuente: AEMET.

Con estos datos se obtendrán los caudales de diseño asociados a cada una de las cuencas existentes.

La zona de estudio se centrará en los tramos de variantes de las alternativas 2 y 3, las cuales requieren un dimensionamiento de obras nuevas.

Para el caso de la alternativa 1, se hará una comprobación hidráulica de las obras existentes, mediante los datos hidrológicos obtenidos del Proyecto Básico de Renovación de Vía, actuaciones puntuales en Infraestructura y adaptación de Gálibo de Pasos Superiores (julio, 2020).

La estimación de la Precipitación Máxima Diaria asociada a los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 se ha obtenido a partir de los métodos siguientes:

- Mediante la distribución extrema de Gumbel.
- A partir de la distribución SQRT-ET máx.
- Siguiendo el Método de Isolíneas del Ministerio de Fomento conforme a lo especificado en la publicación "Máximas lluvias diarias en la España peninsular".

A continuación, se analizarán los resultados de Pd obtenidos en apartados anteriores, en función del método utilizado.

T	Método Gumbel	Método SQRT-máx.	Método Máximas Lluvias Diarias
	Pd (mm/día)	Pd (mm/día)	Pd (mm/día)
2	42.74	41.51	53.64
5	61.56	55.28	76.68
10	74.03	65.37	93.84
20	85.98	75.75	117.66
25	89.77	79.21	136.86
50	101.46	90.26	157.92
100	113.05	101.89	178.98
300	131.35	121.56	183.000
500	139.85	131.24	209.64

Tabla 5. Resultados de Pd en función del método utilizado.

Como se puede ver en la tabla anterior, la Pd máximo se obtiene mediante el método de máximas lluvias diarias en la España peninsular.

Serán por tanto estos valores los utilizados en el cálculo del caudal punta de avenida, a través del método racional.

A continuación, se comprobarán hidráulicamente las obras de drenaje existentes y proyectadas en cada una de las alternativas. En el caso de los sistemas existentes, se redimensionarán aquellas que no cumplan ciertos criterios para los caudales de estudio estipulados.

La comprobación de los elementos de drenaje seguirá lo indicado en la siguiente normativa:

- Instrucción 5.2-I.C. Drenaje superficial, del Ministerio de Fomento.
- Instrucciones Norma ADIF PLATAFORMA NAP 1-2-0.3.

6.2.2.1. Obras de drenaje transversal existentes

Las obras de drenaje transversal (ODT) existentes están condicionadas por la situación en planta del trazado, donde aparecen con la función de desaguar todas las vaguadas naturales interceptadas por la plataforma ferroviaria.

Todas las alternativas de trazado contemplan la renovación de un tramo variable de vía y, consecuentemente, la comprobación de las obras de drenaje existente en ella. Así pues, se estudian las ODTs incluidas en cada alternativa:

DRENAJE TRANSVERSAL EXISTENTE				
ESTACIÓN	NOMENCLATURA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
0+774.000	ODT-A1-0.77	X	X	X
1+450.000	ODT-A1-1.45	X	X	X
3+780.000	ODT-A1-3.78	X		X
6+188.000	ODT-A1-6.18	X		X
6+450.000	ODT-A1-6.45	X		X
6+808.000	ODT-A1-6.80	X		X
7+284.000	ODT-A1-7.28	X		X
7+520.000	ODT-A1-7.52	X		X
7+780.000	ODT-A1-7.78	X		X
8+440.000	ODT-A1-8.44	X		
8+608.000	ODT-A1-8.60	X		
9+470.000	ODT-A1-9.47	X		
9+801.000	ODT-A1-9.80	X		
11+900.000	ODT-A1-11.90	X		
12+812.000	ODT-A1-12.81	X		
14+170.000	ODT-A1-14.17	X		
15+120.000	ODT-A1-15.12	X		
15+640.000	ODT-A1-15.64	X		
15+950.000	ODT-A1-15.95	X		
16+220.000	ODT-A1-16.22	X		
16+941.000	ODT-A1-16.94	X		
18+110.000	ODT-A1-18.11	X	X	X
18+430.000	ODT-A1-18.43	X	X	X
19+305.000	ODT-A1-19.30	X	X	X
19+915.000	ODT-A1-19.91	X	X	X

Tabla 6. Drenaje transversal existente considerado en cada alternativa.

La capacidad hidráulica de estas obras se ha comprobado para caudales correspondientes a periodos de retorno máx. de 500 años y, en caso de no cumplir unos criterios de comprobación, se han redimensionado. Se han tomado los valores de caudales que consta para cada cuenca en el “Proyecto Básico de Renovación de vía, actuaciones puntuales en infraestructura y adaptación de gálibo de pasos superiores”.

6.2.2.2. Obras de drenaje transversal en las variantes

Las obras de drenaje transversal (ODT) proyectadas en las variantes de las Alternativas 2 y 3 se han diseñado de acuerdo con las cuencas adjuntas en el Anejo 06 - Climatología, Hidrología

y Drenaje. Éstas se han comprobado para caudales con un periodo de retorno de 500 años, cumpliendo los mismos criterios de comprobación que las ODTs existentes.

- Comprobación hidráulica de la Alternativa 1

A continuación, se muestran las obras de drenaje transversal que cumplen en contraste con las que no, proponiéndose asimismo una solución para que la ODT cumpla mediante la hincas de conductos en paralelo. Análogamente, se muestran las características de las obras proyectadas con respecto a las de las obras existentes.

Aparecen sombreadas las obras referidas al Proyecto Constructivo de Estación de Campillos.

ESTACIÓN	NOMENCLATURA	Q500 (m³/s)	DRENAJE TRANSVERSAL EXISTENTE					¿CUMPLE?	DRENAJE TRANSVERSAL PROYECTADO						
			TIPO	Nº ELEMENTOS	DIMENSION ANCHO (m)	DIMENSION ALTO (m)	LONGITUD (m)		S: PENDIENTE (%)	TIPO	Nº ELEMENTOS	DIMENSION ANCHO (m)	DIMENSION ALTO (m)	LONGITUD (m)	S: PENDIENTE (%)
0+774,000	ODT-A1-0.77	2,413	TUBO	1		0,8	10,51	0,095	NO	TUBO	+1		1,5	10,51	0,095
1+450,000	ODT-A1-1.45	9,469	TUBO	1		0,75	21,58	1,07	NO	MARCO	+1	2	2	21,58	1,07
3+780,000	ODT-A1-3.78	0,714	TUBO	1		1	16,34	6,242	SÍ						
6+188,000	ODT-A1-6.18	36,02	MARCO	1	2,5	1,5	11,94	2,178	NO	MARCO	+4	2,5	1,5	11,94	2,178
6+450,000	ODT-A1-6.45	0,9	MARCO	2	2,5	1,5	9,96	0,472	SÍ						
6+808,000	ODT-A1-6.80	7,981	MARCO	1	2,5	1,5	12,02	0,524	SÍ						
7+284,000	ODT-A1-7.28	43,614	MARCO	1	3	2,5	12,04	1,8	NO	MARCO	+2	3	2,5	12,04	1,8
7+520,000	ODT-A1-7.52	0,731	MARCO	1	2,5	1,5	8,1	1,247	SÍ						
7+780,000	ODT-A1-7.78	39,736	MARCO	1	2,5	1,5	9,94	1,11	NO	MARCO	+4	2,5	1,5	9,94	1,11
8+440,000	ODT-A1-8.44	17,306	MARCO	1	4	3	11,81	0,652	SÍ						
8+608,000	ODT-A1-8.60	3,404	TUBO	1		0,75	14,2	1,965	NO	TUBO	+1		1,5	14,2	1,965
9+470,000	ODT-A1-9.47	19,183	MARCO	1	3	2	10,11	0,62	NO	MARCO	+1	3	2	10,11	0,62
9+801,000	ODT-A1-9.80	5,972	TUBO	1		1	10,55	2,986	NO	TUBO	+2		1,5	10,55	2,986
11+900,000	ODT-A1-11.90	31,529	MARCO	1	7	1,2	9,71	0,103	NO	MARCO	+1	7	1,2	9,71	0,103
12+812,000	ODT-A1-12.81	160,381	MARCO	6	4	2,5	21,3	0,657	NO	MARCO	+2	4	2,5	21,3	0,657
13+600,000	ODT-A1-13.60	58,43	MARCO	1	2,5	1,4	10	1	SÍ						
13+640,000	ODT-A1-13.64	19,46	MARCO	2	2,5	1,5	7,74	4,264	SÍ						
13+680,000	ODT-A1-13.68	38,95	MARCO	4	2,5	1,5	7,9	2	SÍ						
13+687,000	ODT-A1-13.69	38,95	MARCO	1	2,8	1,7	4,45	1	NO	MARCO	1	2,8	1,7	4,45	1
14+170,000	ODT-A1-14.17	33,69	MARCO	5	2,5	1,5	8,03	1,121	SÍ						
15+120,000	ODT-A1-15.12	15,864	MARCO	1	3	2,5	16,76	0,597	SÍ						
15+640,000	ODT-A1-15.64	5,962	MARCO	1	2	2,5	11,75	1,106	SÍ						
15+950,000	ODT-A1-15.95	1,659	MARCO	1	2,5	1,5	8	0,25	SÍ						
16+220,000	ODT-A1-16.22	1,839	MARCO	1	3	2,5	17,45	1,948	SÍ						
16+941,000	ODT-A1-16.94	0,035	TUBO	2		0,4	15,34	9,13	SÍ						
18+110,000	ODT-A1-18.11	4,66	MARCO	1	2	2	71,53	2,461	SÍ						
18+430,000	ODT-A1-18.43	1,12	MARCO	2	2,5	1,5	10,18	0,491	SÍ						
19+305,000	ODT-A1-19.30	12,395	MARCO	1	2,5	4	10,84	0,277	SÍ						
19+915,000	ODT-A1-19.91	31,416	MARCO	1	6	3	11,55	0,433	SÍ						

Los caudales de estudio para un periodo de retorno de 500 años que se muestran se han obtenido del *“Proyecto Básico de Renovación de vía, actuaciones puntuales en infraestructura y adaptación de gálibo de pasos superiores” ya citado.*

Se puede corroborar el correcto funcionamiento hidráulico de las obras proyectadas en las comprobaciones recogidas en el Anejo 06. Climatología, Hidrología y Drenaje.

- Comprobación hidráulica de la Alternativa 2

La variante de la Alternativa 2 conserva seis de las obras de drenaje existentes coincidentes con la alternativa 1 y se proponen 18 ODTs nuevas producto del tramo de variante.

A continuación, se muestran las características generales de las obras de drenaje transversal proyectadas.

De igual forma, se menciona la existencia de un viaducto en el P.K. 1+361,000. Esta obra se ha comprobado para unas dimensiones que exceden las normales en una ODT y se ha decidido proyectar en su lugar una estructura de viaducto salvando así una dimensión de 30 metros.

ESTACIÓN	NOMENCLATURA	Q500 (m³/s)	DRENAJE TRANSVERSAL PROYECTADO					
			TIPO	Nº ELEMENTOS	DIMENSION ANCHO (m)	DIMENSION ALTO (m)	LONGITUD (m)	S: PENDIENTE (%)
Las obras desde ODT-A1-0.77 hasta ODT-A1-1.45, de acuerdo con lo mencionado en la Alternativa 1								
0+522,000	ODT-A2-0.52	7,444	MARCO	1	2,00	2,00	22,00	1
1+361,000	ODT-A2-4.87	114.328	VIADUCTO		30,00		60,00	
4+876,000	ODT-A2-5.30	12,333	MARCO	1	2,50	2,00	40,00	1
5+300,000	ODT-A2-5.49	3,234	TUBO	1		1,80	45,00	1
5+494,000	ODT-A2-6.09	6,41	TUBO	1		1,80	42,00	1
6+092,000	ODT-A2-6.44	3,886	TUBO	1		1,80	37,00	1
6+440,000	ODT-A2-7.08	7,99	MARCO	1	2,00	2,00	29,00	1
7+083,000	ODT-A2-.7.30	2,639	TUBO	1		1,80	21,00	1
7+309,010	ODT-A2-.7.46	1,811	TUBO	1		1,80	21,00	1
7+461,040	ODT-A2-7.62	3,995	TUBO	1		1,80	21,00	1
7+620,000	ODT-A2-8.19	1,92	TUBO	1		1,80	27,00	1
8+197,000	ODT-A2-8.45	16.524	MARCO	1	4,00	2,50	31,00	1
8+457,000	ODT-A2-8.68	3,318	TUBO	1		1,80	37,00	1
8+683,000	ODT-A2-9.33	2,681	TUBO	1		1,80	43,00	1
9+335,000	ODT-A2-9.75	2,652	TUBO	1		1,80	30,00	1
9+759,000	ODT-A2-10.02	1,461	TUBO	1		1,80	22,00	1
10+023,000	ODT-A2-11.50	1,903	TUBO	1		1,80	22,00	1
11+506,000	ODT-A2-0.52	4,634	TUBO	1		1,80	28,00	1
Las obras desde ODT-A1-18.11 hasta ODT-A1-19.91, de acuerdo con lo mencionado en la Alternativa 1								

Se puede corroborar el correcto funcionamiento hidráulico de las obras proyectadas en las comprobaciones recogidas en el Anejo 06. Climatología, Hidrología y Drenaje.

- Comprobación hidráulica de la Alternativa 3

La variante de la Alternativa 3 conserva trece de las obras de drenaje existentes coincidentes con la alternativa 1 y se proponen 13 ODTs nuevas producto del tramo de variante.

A continuación, se muestran las características generales de las obras de drenaje transversal proyectadas.

STACIÓN	NOMENCLATURA	Q500 (m³/s)	DRENAJE TRANSVERSAL PROYECTADO				
			TIPO	Nº ELEMENTOS	DIMENSION ANCHO (m)	DIMENSION ALTO (m)	S: PENDIENTE (%)
Las obras desde ODT-A1-0.77 hasta ODT-A1-7.78, de acuerdo con lo mencionado en la Alternativa 1							
0+267,000	ODT-A3-0.27	33,285	MARCO	2	4,00	2,50	1
0+585,000	ODT-A3-0.58	5,737	TUBO	1		1,80	1
2+080,000	ODT-A3-1.98	2,806	TUBO	1		1,80	1
2+264,000	ODT-A3-2.26	5,29	TUBO	1		1,80	1
3+072,000	ODT-A3-3.07	14,042	MARCO	1	3,00	2,00	1
3+270,000	ODT-A3-3.27	16,556	MARCO	1	4,00	2,50	1
3+546,000	ODT-A3-3.55	3,318	TUBO	1		1,80	1
3+772,000	ODT-A3-3.77	2,681	TUBO	1		1,80	1
4+420,000	ODT-A3-4.42	2,652	TUBO	1		1,80	1
4+871,000	ODT-A3-4.87	1,461	TUBO	1		1,80	1
5+145,000	ODT-A3-5.15	1,903	TUBO	1		1,80	1
6+590,000	ODT-A3-6.59	4,634	TUBO	1		1,80	1
Las obras desde ODT-A1-18.11 hasta ODT-A1-19.91, de acuerdo con lo mencionado en la Alternativa 1							

Se puede corroborar el correcto funcionamiento hidráulico de las obras proyectadas en las comprobaciones recogidas en el Anejo 06. Climatología, Hidrología y Drenaje.

6.3. Trazado

Como se ha indicado anteriormente, el presente Estudio Informativo prevé las actuaciones necesarias sobre infraestructura, así como las correcciones de trazado pertinentes que conlleva su adecuación a los requerimientos asociados a la implantación de la electrificación de la línea en el tramo Bobadilla-Ronda.

Adicionalmente, tomando como precedente la resolución de abril de 2020 del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico referente al proyecto de electrificación del tramo de ferrocarril Bobadilla-Ronda, además de estudiar el impacto ambiental que supone la electrificación de la vía actual (Alternativa 1), se amplía el alcance estudiando variantes de trazado en el entorno de Lagunas de Campillos, con el objeto de evitar su paso por áreas sensibles de protección ambiental presentes en la zona (Alternativa 2 y Alternativa 3).

Estas alternativas, a pesar de disponer mayoritariamente trazados comunes a la opción de electrificar la línea existente (Alternativa 1), presentan variantes de trazado en el entorno de Lagunas de Campillos.

Conviene apuntar que la Alternativa 1 de aprovechamiento de la plataforma existente incorpora actuaciones puntuales de adecuación de la rasante con el objeto de adaptar los gálibos bajo pasos superiores existentes. En estos casos será necesario realizar rectificaciones en los valores de pendiente y rampa al inicio y final del tramo de adecuación de dicha rasante.

Por tanto, las alternativas de trazado analizadas parten de los siguiente condicionantes considerados:

Los principales condicionantes considerados en la definición del eje de trazado han sido:

- Garantizar los gálibos necesarios para la futura electrificación de la línea.
- Mantener, en la medida de lo posible, el mantenimiento de la traza actual y del ancho de plataforma ferroviaria.
- Evitar el aumento de la rampa característica de la línea.

En lo que se refiere a la definición de los ejes de trazado de posibles alternativas de variantes en Campillos, se añaden los siguientes condicionantes:

- Evitar afecciones a los espacios naturales y territoriales más sensibles que requieren de especial protección y conservación (zonas de espacio Red Natura 2000, Humedal Ramsar de Importancia Internacional, ZEC y ZEPA de Lagunas de Campillos).
- Mantener a lo largo de todo el trazado una velocidad de diseño igual o superior a la velocidad indicada en el CVM de la línea.
- Permitir la implantación de una nueva estación en Campillos con longitudes de vía de apartado de 750 metros.
- Velocidad de diseño de 160 km/h. No obstante, la velocidad máxima de circulación para el tramo de variante continuará siendo de 120 km/h, al igual que en el conjunto de la línea.
- Minimizar la necesidad de estructuras (túneles y viaductos). Consideración de alturas máximas de terraplenes (25 metros) y desmontes (30 metros).
- Rampa máxima de 15 milésimas.
- Rampa máxima en estación de 2 milésimas.

6.4. Movimiento de tierras

El estudio del Movimiento de Tierras tiene como objetivo exponer y justificar las mediciones realizadas para definir el movimiento de tierras que deriva de la ejecución de la plataforma ferroviaria en cada una de las diferentes alternativas estudiadas. Se analizan los volúmenes necesarios de excavación, terraplén y capas de asiento, así como se especifican los volúmenes necesarios procedentes de préstamos o derivados a vertedero en cada caso.

En la Alternativa 1, al discurrir íntegramente por la plataforma existente, el movimiento de tierras considerado será únicamente el derivado de la renovación de la capa de balasto. Adicionalmente a esta renovación se considerarán las actuaciones consecuencia de la obligada rectificación de rasante para adaptar los gálibos bajo paso superior (y que incluirá la necesaria incorporación de

las capas de balasto y subbalasto). Con motivo de las actuaciones previstas de renovación de vía contempladas en diversos proyectos constructivos con ámbito de actuación entre el P.K. 20+000 y la estación de Ronda, la renovación de balasto y actuaciones de rebaje de rasante de la Alternativa 1 únicamente se contemplan en el ámbito de los primeros 20 kilómetros del tramo entre Bobadilla y Ronda. Tampoco se consideran en el ámbito de la actual estación de Campillos, objeto de renovación de vía en proyecto específico (ver apartado de antecedentes).

Las Alternativas 2 y 3 se diferencian de la solución de trazado de la Alternativa 1 por incorporar, tal y como se ha indicado anteriormente, variantes de trazado en el entorno de Lagunas de Campillos. Para la elaboración de estas mediciones en los tramos de variante se ha usado el programa ISTRAM, mediante un modelo de terreno y ejes en planta y alzado para cada alternativa. El resto del tramo de ambas alternativas es común a la Alternativa 1.

Por tanto, el volumen identificado de las correspondientes capas de asiento (capa de forma, subbalasto y balasto) depende de si el trazado discurre sobre la plataforma existente (en el caso de Alternativa 1 en su longitud total y en gran parte de la Alternativa 2 y Alternativa 3) o sobre la nueva plataforma (en los tramos de nueva variante de la Alternativas 2 y Alternativa 3).

De esta manera, los datos de movimiento de tierras de excavación y desmonte, y su análisis de compensación y aprovechamiento de materiales, se localizarán en los tramos de las variantes de trazado de las Alternativas 2 y 3, en el entorno de Lagunas de Campillos, mientras que en el resto del ámbito de dichas alternativas y de la Alternativa 1 (desde la estación de Bobadilla hasta el P.K. 20+000), únicamente se consideran volúmenes necesarios para la renovación de balasto y, en caso necesario de rebaje de rasante para adaptación de gálibo, del subbalasto existente.

A partir de la caracterización del terreno y la identificación de las unidades geológicas atravesadas (UG4, UG5, UG6) se prevé la siguiente caracterización de los desmontes y terraplenes a ejecutar.

- Los desmontes en las alternativas de variante se proponen con una inclinación 3H/2V. En cuanto al aprovechamiento de estos desmontes, únicamente el material extraído de la Unidad Geológica 5 (UG-5) se puede considerar como "Apto" para su aprovechamiento. A partir de los datos de densidad máxima obtenido de campaña de campo se obtiene un coeficiente de paso para su aprovechamiento en rellenos al 95% de compactación mínima de 0.95. Se supone también un aprovechamiento neto final del 80%. El material extraído de las Unidades

Geológicas 4 y 6 deberá ser llevado a vertedero junto con el material que no se aproveche de la UG-5.

- Los rellenos previstos para las alternativas de variante se proponen con un talud de terraplén de 2H/1V.
- Se considera la necesidad de realizar un saneo de 1 metro de en todo el ámbito de actuación que discurra por el terreno que tenga la consideración geológica las UG-4 y UG-6, tal y como se indica en el Anejo 3 de Geología y Geotecnia.
- Se adopta un valor medio de la capa de tierra vegetal de 0,30 m a lo largo de toda la traza de las propuestas de variante.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las necesidades de relleno y los volúmenes derivados a vertedero, siguiendo las explicaciones anteriores:

Necesidades de relleno/vertedero en m ³		ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
PLATAFORMA	RELLENO PROCEDENTE DE DESMONTE	0	208.030,06	94.235,28
	NECESIDADES DE RELLENO EXTERNAS	0	480.612,26	0
	MATERIAL A VERTEDERO	50342,214	691.676,87	509.588,88
SUPERESTRUCTURA DE VÍA	CAPA DE FORMA	0	89.631,32	56.768,07
	SUBBALASTO	1.028,00	31.628,95	21.021,98
	BALASTO	36.383,27	50.775,00	47.269,69

Tabla 7. Necesidades reales en obra.

Debido a las necesidades de relleno externas, se han inventariado 6 canteras próximas a la obra de estudio. Están activas actualmente y todas ellas explotan materiales calizo-dolomíticos y areniscas. En una de ellas también se explotan ofitas.

La tabla adjunta expone y describe brevemente cada una de las canteras:

Nº	Nombre	Municipio	Dist. a Campillos	Explotación	Uso	Empresa	Contacto
C-1	Las Sílices	Cañete la Real	30 km	Areniscas del aljibe (Terciario)	Todo tipo de áridos Fabricación de hormigón	Sílice Cañete, S.A.	952 183 184
C-2	Almargen	Cañete la Real	20 km	Materiales calizo-dolomíticos (Jurásico)	Todo tipo de áridos Fabricación de hormigón	Grupo Onzaga	952 182 496 info@onzaga.es
C-3	Sierra de los Caballos	Sierra de Yeguas	32 km	Dolomías y brechas dolomíticas (Jurásico)	Todo tipo de áridos Fabricación de hormigón y subbalasto	Maygar	955 823 195 657 845 545 info@maygar.es
C-4	La Camorra	Mollina	35 km	Calizas y dolomías (Jurásico)	Todo tipo de áridos Fabricación de hormigón	Excomar canteras	952 710 505
C-5	Gandía	Antequera	35 km	Areniscas bioclásticas (Terciario)	Todo tipo de áridos Fabricación de hormigón	Transportes Cristóbal Medina	952 841 538
C-6	Negrita	Antequera	20 km	Materiales de naturaleza calizo-dolomítica y ofítica (Triásico)	Todo tipo de áridos Fabricación de hormigón y zahorras artificiales ofíticas	Grupo Acedo	952 840 508 info@grupoacedo.com

Tabla 8. Información sobre las canteras.

En cuanto a las necesidades de balasto, se consideran las canteras La Rivera y/o Exmisur para el suministro de balasto. Ambas están certificadas por ADIF para el suministro de balasto de Tipo 1 y son las más cercanas a la zona de Proyecto (a unos 150 Km de distancia).

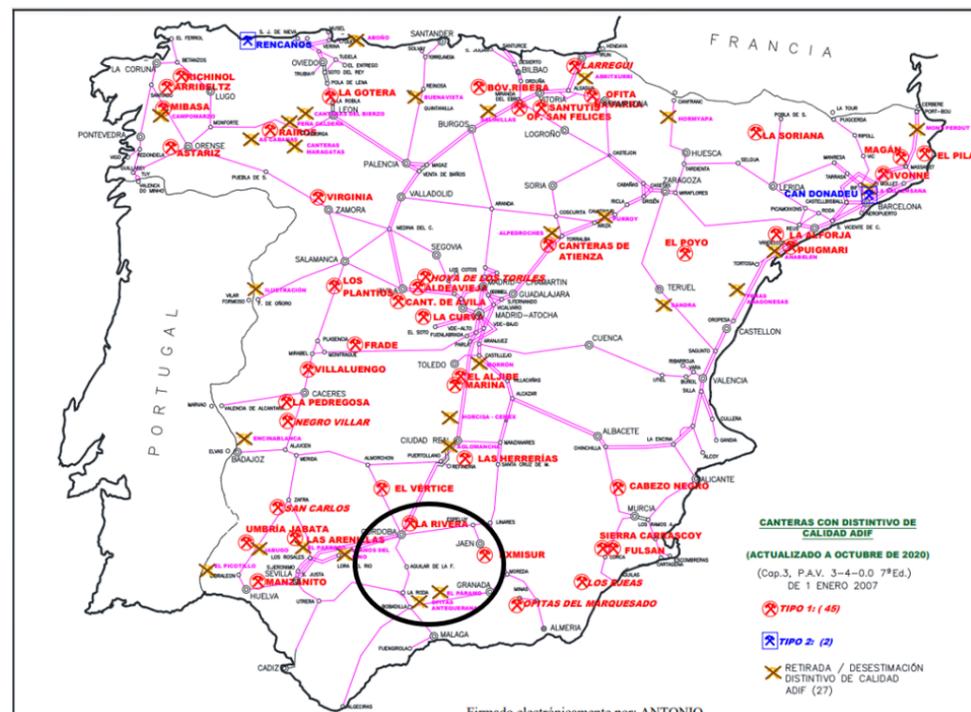


Imagen 12. Información sobre las canteras.

Por último, se estudia los lugares para la deposición de vertederos. Se indican dos espacios adecuados para ello:

- **Planta de Tratamiento de RCDs en Paraje La Juanona.** En el término municipal de Antequera. Polígono 110, Parcela 123. En la antigua explotación de Ofitas antequeranas.
- **Complejo medioambiental Valsequillo.** A una distancia de 6 km del casco urbano de Antequera y a una distancia de 7,7 de la estación de Bobadilla. Una parcela de superficie aproximada de 46,6 Ha. Dependiente del Consorcio Provincial de Residuos sólidos urbanos de Málaga, con una planta de tratamiento de escombros y zonas de vertido.

6.5. Superestructura

El presente Estudio Informativo analiza alternativas de trazado que presentan tramos sobre plataforma existente (Alternativa 1 y mayor parte de Alternativa 2 y Alternativa 3) y trazados en tramo de ejecución de nueva plataforma (variantes en el entorno de Campillos de la Alternativa 2 y Alternativa 3).

En los tramos sobre plataforma existente, donde la implantación de electrificación de la línea no suponga cambio de trazado, se prevé básicamente trabajos de renovación de vía, donde se tratará de aprovechar al máximo las capas soporte de la vía existente. En estos casos, dado que se actúa sobre una plataforma existente con más de 100 años la actuación consistirá básicamente en retirada de balasto existente y en su renovación.

En los tramos de ejecución de nueva plataforma las capas de asiento estarán conformadas por las correspondientes capas de balasto, subbalasto y capa de forma.

En cualquiera de las situaciones posibles (aprovechamiento de plataforma existente, nueva plataforma ferroviaria), el dimensionamiento de las distintas capas de asiento ferroviario se realiza teniendo en cuenta lo establecido en la Orden FOM/1631/2015 por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias IF-3. Vía sobre balasto. Cálculo de espesores de capas de la sección transversal.

6.5.1. Espesor de banqueta de balasto

Tomando en consideración las soluciones planteadas en los proyectos de renovación de vía (ver referencias en memoria y anejo de antecedentes del presente Estudio y apartado de situación

inicial del presente anejo) y las velocidades de la línea ($V_{max} = 120$ km/h), se considerará un espesor de balasto bajo traviesa (e_b) de 30 cm para todo el Estudio Informativo.

V [km/h]	e_b [cm]
$V < 120$	25
$V \geq 120$	30

Tabla 9. Espesor mínimo de balasto bajo traviesa en función de la velocidad máxima de circulación (Fuente: Orden FOM 1631/2015).

6.5.2. Espesor de subbase en trazado con plataforma existente

En los tramos de vía en que resulten necesarios adicionalmente trabajos de rebaje de rasante para adaptar gálibos de paso bajo paso superior, será necesario prever la adopción de una nueva capa de subbalasto. El espesor considerado será de 25 cm.

6.5.3. Espesor de subbalasto en tramo de obra nueva (variantes)

En estos casos, se propone una plataforma tipo P3. Considerando la formulación de la Orden FOM/1631/2015 sobre el dimensionamiento de la subbase el espesor de la misma se obtendrá de la fórmula:

$$e_{sb} = E + a + b + c + d + f - e_b$$

Donde e_{sb} es el espesor de la capa de subbase (en metros) y e_b es el espesor de la base o banqueta de balasto (en metros).

FACTOR CORRECTOR	VALOR DEL FACTOR	CONDICIONES DE APLICACIÓN
E (por clase de plataforma)	0,70 m	Para plataformas P1.
	0,55 m	Para plataformas P2.
	0,45 m	Para plataformas P3.
a (por grupo de tráfico)	0	Para los grupos 1 a 4 (según Tabla 4)
	-0,10 m	Para los grupos 5 y 6 (según Tabla 4)
b (por tipo de traviesa)	0	Para traviesas de madera de longitud $L \geq 2,60$ m
	$(2,5-L)/2$	Para traviesas de hormigón de longitud L (b y L en m; $b < 0$ si $L > 2,50$ m)
c (por dificultad de ejecución)	0	Para situación normal
	-0,10 m	Para condiciones de trabajo difíciles en líneas existentes
d (por cargas máximas por eje)	0	Con carga máxima por eje de los vehículos remolcados ≤ 200 kN
	0,05 m	Con carga máxima por eje de los vehículos remolcados ≤ 225 kN
	0,12 m	Con carga máxima por eje de los vehículos remolcados ≤ 250 kN
f (por capa de forma)	0	(Sin geotextil) cuando la capa de forma es de QS3.
	geotextil	(Con geotextil) cuando la capa de forma es QS1 o QS2.

Tabla 10. Dimensionamiento del espesor de la subbase. (Fuente: Orden FOM 1631/2015).

Considerando los siguientes valores para cada una de las variables:

- **E= Espesor de banqueta en función de la capacidad portante de la plataforma** → 0.45 m (para el caso de P3).
- **a = Categoría de tráfico** → Se tomará el caso más desfavorable de tráficos importantes: 0.
- **b = Tipo de traviesa** → Al considerar traviesa AM-05, con longitud 2.75 m → - 0.125 m.
- **c = Dificultad de ejecución** → Al considerar ejecución en plataforma nueva → 0 m.
- **d = Carga máxima por eje** → Se considera una carga máxima ≤ 225 kN → +0.05 m.

Se obtiene un valor de $e_{sb} = 7.5$ cm. Aunque por exigencias de puesta obra sería suficiente un espesor de 15 cm, se considera finalmente un espesor mínimo final de subbalasto de 25 cm para homogeneizar la sección con respecto de los tramos de actuación sobre plataforma existente.

6.5.4. Traviesas

Se contempla emplear la traviesa tipo AM-05 (o AM-VE según nueva denominación). Esta traviesa de hormigón permite la coexistencia de dos anchos de vía 1.435 mm y 1.668 mm y su instalación se ajustará según lo recogido en la N.A.V. 3-1-2.1 "Traviesas monobloque de hormigón". También cumplirán lo referente a forma y dimensiones, marcas de fabricación y modo correcto de transporte, descarga y apilado de dichas traviesas.

Aunque se implante esta traviesa, está previsto sólo colocar dos carriles, de modo que el ancho sea el ibérico.

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

- Longitud: 2.750 mm.
- Masa mínima sin sujeción: 385 kg.
- Anchura máxima en la base: 300 mm.

- Altura en la sección bajo eje de carril: 232 mm.
- Altura en la sección central: 210 mm.
- Altura de la traviesa en el extremo: 240 mm.
- Inclinación del plano de apoyo del carril: 1/20.

6.5.5. Carril

El carril será del tipo 60 E1 de calidad 260 (antiguo UIC-60 de calidad 900 A). El suministro se prevé en forma de barra larga de 270 metros laminadas y de 90 metros para los tramos de rebaje de rasante sobre plataforma existente.

6.5.6. Aparatos de vía

Los escapes previstos en la nueva estación de Campillos estarán formados por aparatos de vía con traviesas de hormigón, polivalente tipo P1, tangencia 0.09, radios de 318 metros y corazón recto. Los desvíos serán: DSH-P1-60-318-0.09-CR-I, DSH-P1-60-318-0.09-CR-D.

6.6. Estructuras

Las tres alternativas de trazado analizadas presentan diferentes necesidades de estructuras: viaductos, pasos superiores, pasos inferiores y obras de drenaje transversal.

Los pasos superiores e inferiores proyectados tienen la función de resolver la segregación producida por la nueva variante en Campillos establecida en la Alternativa 2 y Alternativa 3. Para el caso de Alternativa 1 se define un nuevo paso superior de cruce de la carretera A-357 debido a que el paso superior existente, situado junto a la actual estación de Campillos (P.K.12+800), no cumple los requerimientos de gálibo para la futura electrificación.

Las estructuras definidas son:

- Pasos superiores. Se resuelven con tableros de vigas doble T prefabricadas sobre estribos de hormigón armado. Todos pueden cimentarse sobre zapatas. Se considera un gálibo vertical mínimo sobre la cota de carril de 7,00 metros.
- Pasos inferiores. Se resuelven con cajones de hormigón armado. Se ha considerado un gálibo vertical mínimo de 5,50 metros para la reposición del vial.
- Viaducto del arroyo de las Salinas. Se resuelve con un tablero de vigas en artesa de 1.80 metros de canto sobre estribos de hormigón armado. En este caso se requiere cimentación profunda. Esta estructura se considera únicamente en el tramo de variante de Alternativa 2. Se ubica en el P.K. 1+325 y cuenta con un vano único de 35 metros.
- Obras de drenaje. Resueltas con cajones de hormigón armado ejecutados "in situ" o tubos (ver apartado de Drenaje).

6.7. Electrificación

Las actuaciones en electrificación son comunes a todas las alternativas de trazado estudiadas. Básicamente existen dos tipos de electrificación en corriente alterna: el sistema de 1 x 25 kV y 2 x 25 kV.

El sistema de 1 x 25 kV fue el adoptado en España para la primera línea de Alta Velocidad, entre Madrid y Sevilla. Este sistema ha proporcionado unos resultados válidos, excepto en el caso de las perturbaciones que se generan en el sistema de telecomunicaciones en ciertas zonas puntuales que atraviesa, particularmente en las poblaciones, donde la interrupción de las comunicaciones telefónicas, por ejemplo, ha sido habitual. Este problema está generado por la puesta a tierra de las corrientes de retorno, que inducen campos electromagnéticos, que son los que producen las perturbaciones al paso del tren.

Otra alternativa sería el sistema de electrificación 2 x 25 kV con corriente alterna, que es el que ha implementado en el resto de las líneas de alta velocidad. Su principal característica es introducir un hilo para la corriente de retorno ("feeder negativo"). La diferencia de tensión existente entre el feeder de alimentación y el de retorno es de 50 kV, y 25 kV entre carriles y catenaria, de forma que el material tractor sigue siendo el mismo en ambos casos. Así el

transporte de intensidad por la línea se realiza a 50 kV y la alimentación a 25 kV, de esta forma las subestaciones se pueden distanciar el doble. Este sistema de electrificación en 2 x 25 kV permite una mejor captación de energía con el mínimo desgaste en el tiempo, tanto de la catenaria como de los pantógrafos del material móvil.

Como ventajas técnicas fundamentales, el sistema 2 x 25 kV presenta una gran reducción en las perturbaciones inducidas por la corriente de retorno en las corrientes débiles que circulan por el carril de rodadura. Asimismo, permite acudir a una mayor distancia entre subestaciones, al realizarse el transporte de energía a lo largo de la línea a un mayor nivel de tensión, manteniendo la tensión de servicio del material móvil. A continuación, se describe la solución propuesta.

La solución adoptada para el presente estudio es la instalación de un sistema de línea aérea de contacto tipo CA-200 (25 kV) con catenaria compensada apta para los requerimientos de la instalación, cuyas características más relevantes son las siguientes:

- Sistema de catenaria simple poligonal atirantada en todos los perfiles, vertical, sin péndola en Y, con flecha en el hilo de contacto y formada por un sustentador, un hilo de contacto y péndolas equipotenciales, compensada mecánicamente y apta para circular a 200km/h, que satisfagan los requerimientos de normativa para este tipo de líneas.
- Sistema de alimentación a la catenaria: c.a. 2 x 25 kV 50Hz. Tensión nominal de sistema: 25 kV, según UNE EN50163.

Esta tipología de catenaria está diseñada eléctricamente para un sistema de electrificación de 2 x 25 kV de corriente alterna, y mecánicamente para una explotación en líneas existentes de Red Convencional, con trazado irregular y velocidades hasta los 200 km/h. En términos generales, la línea aérea de contacto a instalar en el presente estudio es una catenaria diseñada para 200 km/h, pero que se adapta bien a trazados irregulares con velocidades inferiores, y donde existen variaciones de alturas debidas a pasos superiores o túneles.

La catenaria se diseñará y ejecutará de forma que se cumplan siguientes parámetros geométricos según nota técnica de ADIF SDE/LAC/2020/NT-0301 “Plan de racionalización de tipologías de línea aérea de contacto en proyectos y obras”:

CA-200 / 25kV		
Velocidad máxima de diseño	200	Km/h
Tensión de alimentación	25	kV
Pantógrafos admisibles	1600/1950	mm
Hilo de Contacto		
Tipo hilo contacto	BC-120 Cu Ag 0,1	
Sección	120	mm ²
Número de hilos de contacto	1	
Tensión mecánica	1575	kgf
	1545	daN
Cable sustentador		
Tipo sustentador	Cu ETP	
Sección	95	mm ²
Tensión mecánica	1575	Kgf
	1543	daN
Falso sustentador / Péndola en Y		
[ninguna]	-	
Péndolas		
Tipo de péndola	Bronce Flexible	
Sección	16	mm ²
Número de péndolas (vano máximo)	7	
Distancia de la primera péndola al apoyo	6,0	m
Separación entre péndolas	8,0	m
Separación interior pareja	-	m
Conjunto de atirantado		
Longitud brazo atirantado (recta)	1000	mm
Aislador de atirantado	-	
Ménsula y suspensión		
Tipo de ménsula	Tubular aluminio	
Aislador de suspensión sustentador	-	
Aislador de ménsula y tirante	25kV	
Postes		
Tipo de poste	X-AV	
Gálibo del poste (recta)	dist. poste-carril	2,15 m
	dist. eje poste-eje vía IB	3,25 m
Parámetros Geométricos		
Vano máximo	60	m
Altura del sistema	1400	mm
Descentramiento	±20	cm
Flecha hilo contacto en centro del vano	0,4	%
Altura del hilo de contacto	nominal	5300 mm
	máxima	6000 mm
	mínima	Variable según gálibo (UNE EN 50119:2010 apdo. 5.10.5)
Seccionamientos		
Separación	secc. compensación	250 mm
	sec. lamina aire fase-tierra	300 mm
	sec. lamina aire fase-fase	400 mm

Tabla 11. Parámetros geométricos de la catenaria CA-200/ 25kV.

El sistema de L.A.C. deberá proyectarse para su correcto funcionamiento con las condiciones ambientales siguientes:

- Temperatura mínima ambiental: -20 °C
- Temperatura máxima ambiental: 45 °C

- Temperatura máxima en conductores:
 - Sustentador: 80 °C
 - Hilos de contacto Cu – Ag: 100 °C
- Velocidad máxima del viento (según UNE-EN 50119).
- Sobrecarga máx. del manguito de hielo (según UNE-EN 50119).

Por otra parte, tal y como se comentaba en los antecedentes técnicos, para el estudio de dimensionamiento eléctrico de la línea se partía como base con la localización de la subestación eléctrica de tracción de Ronda, y a partir de ahí se han estudiado el número de centros de autotransformación necesarios y la ubicación de los mismos. Los resultados del estudio de dimensionamiento han validado la siguiente configuración.

Cabe remarcar que la subestación de tracción de Ronda se está tramitando en un expediente ajeno al presente. A modo explicativo, la subestación estará constituida por el parque de alta tensión, dos transformadores de tracción, un edificio de control, pórticos de catenaria y un armario de barra "0". Las ubicaciones aproximadas de los distintos centros de transformación que configuran el sistema de alimentación son las siguientes:

Instalación	P.K.	Tramo/Estación
ATI 402.6	-4+470	Antequera – Santa Ana
ATF 411.1	16+820	Campillos – Almargen
ATI 411.2	31+950	Almargen – Setenil
ATI 411.3	53+150	Almargen – Setenil
SE RONDA	66+700	Setenil - Ronda

Tabla 12. Ubicación de subestaciones y centros de auto transformación.

Por otra parte, a fin de posibilitar la alimentación de la línea Bobadilla – Algeciras, debe conectarse eléctricamente el tramo objeto del estudio con la LAV Córdoba – Málaga.

Como punto de conexión se define el ATI 402.5, ubicado en el P.K. 96/311 de la LAV Córdoba – Málaga.

Esta Información se encuentra ampliada en el Anejo 8 de Electrificación del presente Estudio Informativo.

6.8. Estaciones

Las estaciones intermedias del tramo Bobadilla-Ronda, así como los municipios por los que transcurre, son los siguientes:

- Estación de Bobadilla (Municipio de Antequera p.k. 0/000)
- Estación Campillos (Municipio de Campillos p.k. 13/545)
- Apeadero de Teba (Municipio de Teba p.k. 21/000)
- Estación de Almargen-Cañete la Real (Municipio de Almargen p.k. 30/054)
- Apeadero de Atalaya (Municipio de Cañete la Real p.k. 41/680)
- Estación de Setenil (Municipio de Setenil de las Bodegas p.k. 53/755)
- Apeadero de Parchite (Municipio de Ronda p.k. 60/220)
- Estación de Ronda (Municipio de Ronda p.k. 70/475)

Dentro del ámbito de actuación se están redactando o se han aprobado una serie de proyectos constructivos que contemplan una serie de actuaciones puntuales en la infraestructura, así como las referentes a adaptación de gálibo de pasos superiores y renovación de vía. El ámbito de estos proyectos engloba desde el P.K. 20+000 hasta la estación de Ronda, así como la actual estación de Campillos. Por tanto, para el presente Estudio Informativo, las actuaciones a considerar en estaciones existentes serán exclusivamente las necesarias para implantar la línea aérea de contacto.

No obstante, el presente Estudio Informativo contempla también alternativas de trazado (Alternativa 2 y Alternativa 3) con el objeto de evitar su paso sobre las áreas sensibles de protección ambiental presentes en la zona, en el entorno de Lagunas de Campillos. Estas variantes conllevan la necesidad de prever una nueva ubicación para la estación de Campillos.

La nueva estación de Campillos presente en las alternativas 2 y 3 se ubica al suroeste de la estación actual, a unos 2.700-2.900 metros de distancia. La estación se ubicaría próxima a la carretera A-357 que conecta Campillos con Málaga, lo que asegura una buena conectividad.

Para el emplazamiento de la estación se han considerado los criterios establecidos en NAP 1-2-1.0 Metodología para el Diseño del Trazado Ferroviario. Dejando al margen otras indicaciones de mayor detalle respecto a canalizaciones o andenes, se establecen las siguientes directrices principales:

- La estación se ubicará en alineación recta.
- Se dispondrá pendiente longitudinal constante nunca superior a 2,5 milésimas en la zona entre desvíos de vía de apartado.

Las características más destacadas de la nueva estación serán:

- 3 vías: una central de circulación y dos adyacentes de estacionamiento que, a su vez, se habilitan para el posible apartado de trenes de mercancías de hasta 750 metros de longitud.
- Longitud útil de vías de estacionamiento: 840 metros entre juntas de contraaguja. Es decir, 750 metros para estacionamiento y 45 metros adicionales entre punto de parada y junta de contraaguja.
- Vías de estacionamiento con sus respectivas vías mango con longitud útil de 30 metros.
- Andenes de longitud útil de 210 metros. Por tanto, no se prevén paradas de trenes de pasajeros de larga distancia (tal y como se registra actualmente y como se configura la estación actual de Campillos en el Proyecto de ampliación de estación referido anteriormente). Ambos andenes serán exteriores.
- Se prevé un paso inferior de conexión entre andenes.

En los extremos de las vías de estacionamiento se prevé la implantación de los correspondientes escapes de conexión con vía general.

Se prevé ubicar el edificio de viajeros en el lado norte y adyacente a uno de los andenes. El edificio de estación se configura para prever una demanda de viajeros similar al actual (con demandas punta no superiores a 12.000 viajeros/año).

A continuación, se adjunta el esquema de estación.

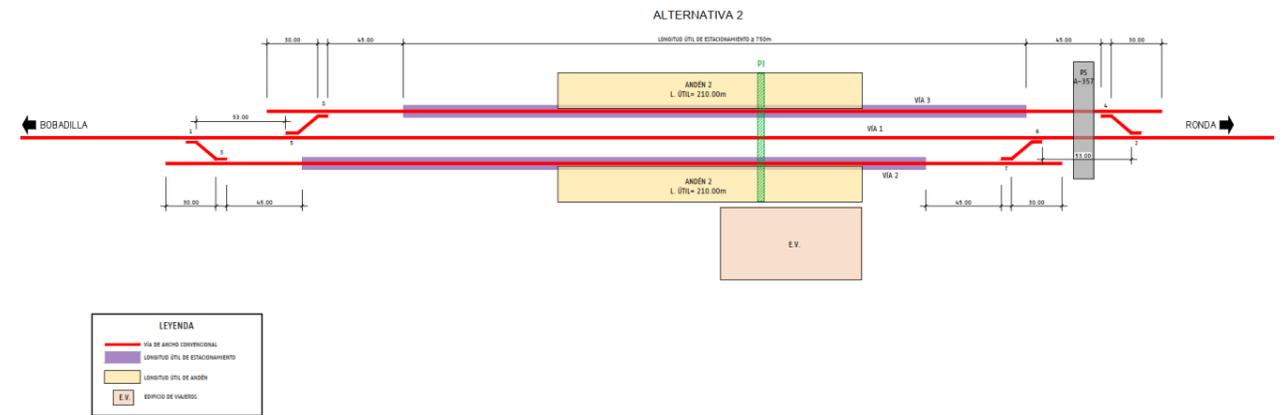


Imagen 13. Esquema funcional de nueva estación Campillos (Alternativa 2).

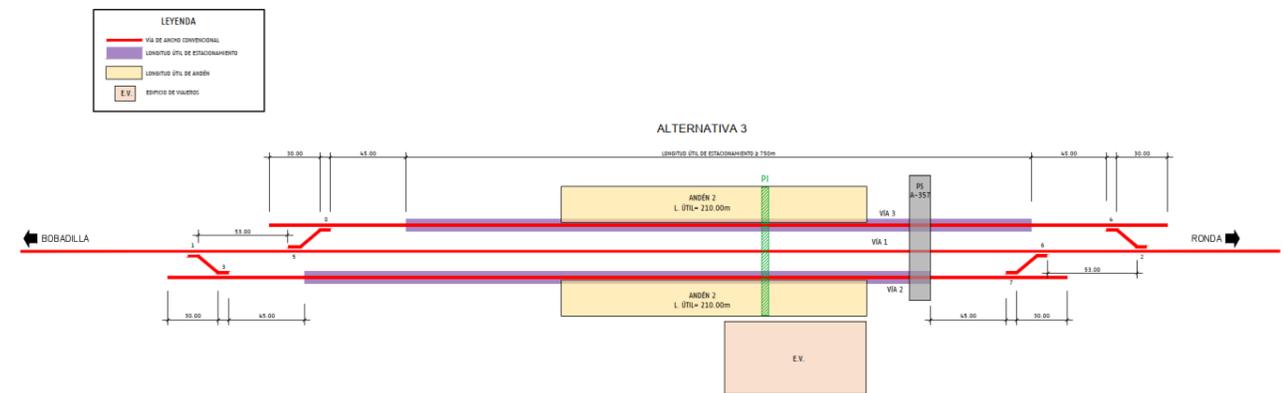


Imagen 14. Esquema funcional de nueva estación Campillos (Alternativa 3).

6.9. Planeamiento urbanístico

Con el fin de describir la situación urbanística vigente en los municipios por los que discurren las alternativas objeto de estudio, y detectar las afecciones urbanísticas que puedan producirse por la ejecución de éstas, se redacta el Anejo 5 de Planeamiento Urbanístico. En este documento puede consultarse el planeamiento vigente en los términos municipales afectados por los trazados desarrollados en el presente Estudio Informativo: alternativas 1 (trazado actual), 2 y 3.

Una vez analizadas las distintas zonas por municipio por las que transcurren las distintas alternativas estudiadas, puede concluirse que ninguna de las alternativas planteadas presenta ningún tipo de afección urbanística por sólo afectarse a suelos de carácter rústico.

Cabe mencionar que los centros de autotransformación intermedios (ATIs) se encuentran todos en zonas de suelo no urbanizable, pero que podrían ser utilizados para la construcción de las infraestructuras necesarias para la electrificación de la red ferroviaria.

6.10. Caracterización ambiental

De acuerdo con la “Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula Informe de Impacto Ambiental de sometimiento a evaluación ambiental ordinaria del Proyecto “Electrificación del tramo Bobadilla-Ronda (Málaga-Cádiz)”, de fecha 15 de abril de 2020, el presente Estudio informativo debe someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria, para la cual resulta necesario redactar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, con el contenido previsto en su artículo 35.1 y Anexo VI de la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*.

El EIA incluye tanto los estudios y documentos de caracterización del estado actual del tramo y su entorno, como los posibles efectos medioambientales previsibles durante la ejecución de las obras y la puesta en marcha del tramo electrificado.

Asimismo, se analizan los trabajos para la puesta en funcionamiento de la línea, analizando las diversas alternativas, y de las acciones sobre el entorno y espacios naturales protegidos existentes o en trámite de protección. Se establecen las medidas protectoras y correctoras que permitan reducir la afección y corregir los efectos ocasionados y se diseñan el correspondiente plan de seguimiento ambiental que verifique el cumplimiento de dichas medidas.

Tendrán una especial relevancia los estudios específicos que se desarrollan en los diversos apéndices del EIA, como son:

- Estudio acústico.
- Estudio de campos magnéticos.
- Estudio de Flora y Hábitats de interés comunitario.
- Informe de seguimiento anual de avifauna y quirópteros.
- Estudio específico de repercusiones sobre espacios de la Red Natura 2000.
- Estudio de Impacto e Integración Paisajística.
- Estudio Arqueológico.

6.10.1. Medio Biótico

6.10.1.1. Vegetación y Hábitats de interés comunitario

Actualmente la vegetación potencial se encuentra alterada en todo el territorio, quedando completamente sustituida por cultivos agrícolas en buena parte del territorio

En torno a éstos se observan formaciones de pastizal y matorral con arbolado disperso, mientras que, en las zonas de media pendiente, menos accesibles para la agricultura, perviven rodales dispersos de formaciones arboladas densas (encinares y quejigares). La vegetación actual se aleja, por tanto, de la vegetación potencial, encontrándose el área de actuación fuertemente antropizada.

La presencia de varias de estas formaciones vegetales naturales da lugar a la designación en el ámbito de estudio de una serie de hábitats naturales de interés comunitario catalogados por la Directiva 92/43/CEE en su Anexo I.

Basándonos en la información elaborada por la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul (2021), tanto en la zona de actuación como en un entorno de 50 m se encuentran los siguientes hábitats:

- 1310 Vegetación anual pionera con *Salicornia* y otras especies de zonas fangosas o arenosas.
- 1410 Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritimi*).
- 5110_1 Espinares y orlas húmedas (*Rhamno-Prunetalia*).
- 5330_2 Arbustadas termófilas mediterráneas (*Asparago-Rhamnion*).
- 5330_5 Tomillares termófilos y xerófilos mediterráneos.
- 5330_6 Matorrales de sustitución termófilos, con endemismos.

- 5330_7 Coscojares mesomediterráneos de *Quercus cocciferae*.
- 6220_1 Pastizales vivaces neutro-basófilos mediterráneos (*Lygeo-Stipetea*) (*)
- 6220_2 Majadales de *Poa bulbosa* (*Poetea bulbosae*) (*)
- 6310 Dehesas perennifolias de *Quercus spp.*
- 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del *Molinion-Holoschoenion*.
- 92A0_0 Alamedas y saucedas arbóreas.
- 92A0_1 Olmedas mediterráneas.
- 92D0_0 Adelfares y tarajales (*Nerio-Tamaricetea*).
- 9340 Bosques de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*.

Con asterisco (*) se han señalado los calificados como **hábitats prioritarios**.

En el Estudio de impacto ambiental se aporta el estudio específico de hábitats de interés comunitario en el que se describen y caracterizan las comunidades vegetales identificadas en la zona de estudio.

6.10.1.2. Fauna

En el EIA se aporta el “Informe de seguimiento anual de avifauna y quirópteros” donde se incluye un estudio del ciclo anual del uso del espacio por la avifauna, atendiendo fundamentalmente a las distintas alternativas de trazado en el entorno de la ZEC/ZEPA Lagunas de Campillos, cuyo objetivo es tener un conocimiento actualizado del estado de las poblaciones de dichos grupos faunísticos y de la existencia de áreas críticas de los mismos en el entorno afectable por el proyecto.

Entre las especies identificadas se consideran especies clave aquellas que presentan algún grado de protección por la normativa europea, estatal o autonómica, identificándose en época primaveral en distintas zonas de muestreo de la zona de actuación: sisón común (*Tetrax tetrax*),

flamenco (*Phoenicopterus roseus*), avoceta (*Recurvirostra avosetta*), cigüeñuela (*Himantopus himantopus*), chorlito chico (*Charadrius dubius*), morito (*Plegadis falcinellus*) y águila culebrera (*Circaetus gallicus*), así como aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) en época invernal.

Asimismo, se han detectado en las zonas de muestreo otras aves sin ningún grado de protección, tales como gaviota reidora (*Larus ridibundus*), focha común (*Fulica atra*), ánade real (*Anas platyrhynchos*), porrón común (*Aythya ferina*) y pato colorado (*Netta rufina*), que, aunque no se trate de especies clave se considera que, protegiendo a éstas, que se toman de referencia, se procura la protección del resto de aves presentes en el entorno.

Además, conviene mencionar que en el entorno del estudio se localizan áreas delimitadas de interés faunístico, que se analizan a continuación:

- **IBAs**

Las Áreas Importantes para la Conservación de las Aves, más conocidas como IBA (Important Bird Area) inventariadas por SEO/BirdLife, incluye en España 469 IBA que ocupan una superficie de casi 24 millones de hectáreas, de las que algo más de 18 millones son terrestres y 5 millones y medio son marinas, lo que supone, en su parte terrestre el 36% de la superficie del país.

Parte de la zona norte del trazado se localiza en el interior de **la IBA-240 Lagunas de Fuente de Piedra, Gosque y Campillos**, la cual es un sitio importante para la reproducción y la invernada de aves acuáticas, siendo la única zona de reproducción regular de *Phoenicopterus ruber* en España, y con una importante población de *Tetrax tetrax* (83 individuos invernantes). A su vez, el propio trazado de la plataforma desde la estación de Setenil, se utiliza como división entre la **IBA-241 Serranía de Ronda, Sierras Bermeja y Crestellina**, área importante para la cría de aves rapaces, tales como *Aquila fasciata* e *Hieraaetus pennatus*, y **la IBA-243 Sierras de Ubrique y Grazalema**. Esta última es un área importante para las aves rapaces que anidan en los acantilados, en particular *Gyps fulvus* y *Hieraaetus fasciatus*, además de *Aquila adalberti* (poblaciones no reproductoras) y *Falco naumanni* (7 parejas reproductoras).

- **ZIAE Entorno de Fuente de Piedra – Campiñas**

El trazado actual de la línea ferroviaria atraviesa el límite sur de la zona de importancia para las aves esteparias **ZIAE - Entorno de Fuente de Piedra – Campiñas**, en el entorno de la zona ZEPA.

Esta área de 18.000 ha incluye dos espacios ZEPA: ES0000033 y ES6170015, si bien éstos fueron declarados por los valores asociados a los importantes humedales que acogen. No obstante, en el entorno de estas lagunas existen unos terrenos con características de estepa cerealista y una importante comunidad de aves esteparias asociada.

Especialmente notable por las densidades de sisón y alcaraván detectadas en algunos enclaves de la zona, unas de las más importantes de Andalucía para dichas especies.

Es la única localidad con ortega en la provincia de Málaga.

- *Ámbito de aplicación del Plan de Recuperación y Conservación de Aves Esteparias*

El **Plan de recuperación y conservación de aves esteparias** fue aprobado mediante Acuerdo de 18 de enero de 2011, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueban los planes de recuperación y conservación de determinadas especies silvestres y hábitats protegidos, estando incluido en su Anexo IV.

El ámbito de dicho Plan se define como la totalidad del área de distribución actual de las especies objeto del mismo, así como aquellas áreas potenciales que sean consideradas necesarias para cumplir con los objetivos que se establecen por este Plan para la Comunidad Autónoma de Andalucía.

La zona de actuación queda comprendida, en su tramo inicial, en parte del área de distribución de la ganga ortega, el sisón y el aguilucho cenizo.

Entre las numerosas medidas que se establecen en el Plan, éstas se priorizarán para especies “en peligro de extinción”; en nuestro caso, ninguna de las mencionadas anteriormente.

- *Ámbito de aplicación del Plan de Recuperación y Conservación de aves de humedales.*

El límite del ámbito de aplicación del **Plan de Recuperación y Conservación de aves de humedales**, aprobado mediante Acuerdo de 13 de marzo de 2012 (Anexo III), definido como “la totalidad de espacios incluidos en el Inventario Andaluz de Humedales, así como aquellos otros humedales donde se localicen las especies objeto del presente Plan” se localiza en ambas márgenes de la línea objeto de estudio.

- *Ámbito de Plan de Recuperación y Conservación de Aves Necrófagas.*

El conjunto de la zona de actuación y su entorno se encuentra incluido en zonas delimitadas en aplicación del **Plan de Recuperación y Conservación de Aves Necrófagas**, el cual fue aprobado por Acuerdo de 18 de enero de 2011, del Consejo de Gobierno. Establece medidas de protección para tres especies en peligro de extinción: quebrantahuesos, milano real y alimoche, y otra vulnerable, el buitre negro.

En concreto el conjunto de la zona de actuación se localiza en los ámbitos del Plan de Recuperación de alimoche (*Neophron percnopterus*).

- *Zona de Protección para la alimentación de especies necrófagas de interés comunitario*

El conjunto de la zona de actuación y su entorno se encuentra catalogado como **zona de protección para la alimentación de especies necrófagas de interés** comunitario declarada mediante el artículo 12 de la *Orden de 2 de mayo de 2012, conjunta de las Consejerías de Agricultura y Pesca y Medio Ambiente, por la que se desarrollan las normas de control de subproductos animales no destinados al consumo humano y de sanidad animal, en la práctica cinegética de caza mayor de Andalucía.*

El ámbito de dicha zona de protección comprende las áreas de distribución del Alimoche, el Quebrantahuesos, el Buitre negro, el Buitre leonado, y parcialmente las del Águila real, el Águila imperial, el Milano real y el Milano negro.

- *Áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de aves*

En el entorno inmediato del estudio se localizan áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de aves incluidas en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas, definidas en aplicación de la *Orden de 4 de junio de 2009, por la que se delimitan las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración de las especies de aves incluidas en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas y se dispone la publicación de las zonas de protección existentes en la Comunidad Autónoma de Andalucía, en las que serán de aplicación las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.*

6.10.2. Paisaje

La caracterización del paisaje de la zona de estudio se basa en las áreas paisajísticas definidas en el *Catálogo de Paisajes de la Provincia de Málaga* (Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2015).

Las áreas paisajísticas son ámbitos que cuentan con una identidad territorial y paisajística inequívoca, singular y fácilmente reconocible para la población. Su singularidad se relaciona generalmente con las cuestiones más intangibles del paisaje, entre las que destacan la evolución histórica del territorio, la toponimia, las representaciones y percepciones sociales, así como las relaciones derivadas de la adscripción de la población a su marco de vida.

Las áreas paisajísticas ocupan un papel fundamental en el esquema de reconocimiento paisajístico propuesto por la metodología *Landscape Character Assessment* y por sus posteriores adaptaciones o desarrollos, entre las que se encuentra el procedimiento de identificación implementado en el Sistema de Información Compartido sobre el Paisaje en Andalucía (SCIPA).

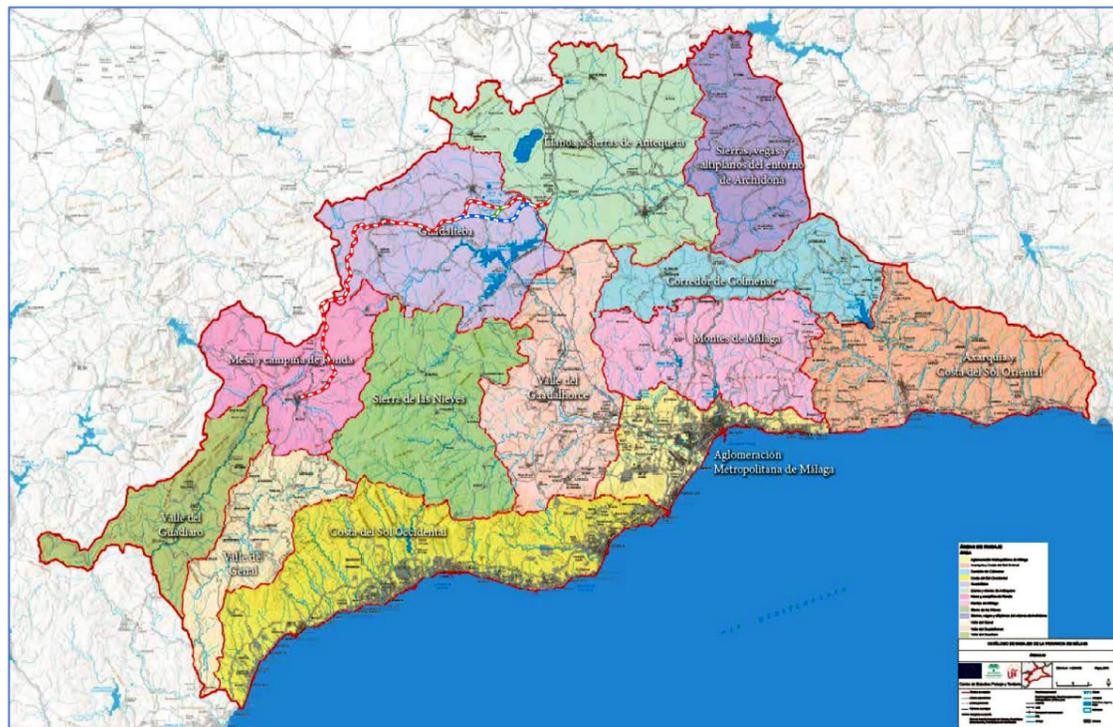


Imagen 15. Áreas paisajísticas atravesadas por el trazado. Fuente: Catálogo de Paisajes de la Provincia de Málaga (CMAOT, 2015) y elaboración propia.

A continuación, se presentan las tres áreas identificadas en el ámbito de estudio:

• Llanos y Sierras de Antequera

Los Llanos y Sierras de Antequera se sitúan en la parte más septentrional de la provincia de Málaga. Su territorio se extiende al norte de los materiales kársticos de las sierras penibéticas en lo que se denomina Surco Intrabético, unos terrenos deprimidos con respecto a las sierras de alrededor que alcanza una cifra cercana a los 900 Km² de extensión.



Campiña cerealista en las cercanías de las lomas de la Sierra de los Caballos (al fondo).



Campiña olivarera entre Sierra de Yeguas y Fuente de Piedra. Al fondo, la Sierra de los Caballos.

Fuente: Catálogo de Paisajes de la Provincia de Málaga (CMAOT, 2015).

• Campiñas del Guadalteba

El área de las Campiñas del Guadalteba ocupa una superficie de más de 685 km² del sector noroccidental de Málaga, lindando con la provincia de Sevilla y situada entre las áreas de los Llanos de Antequera, que se encuentran al norte, y las Serranías de Ronda al oeste. Un espacio deprimido al que van a parar las aguas de estos dos espacios limítrofes para partir posteriormente a través del valle del Guadalhorce hasta alcanzar la Aglomeración Metropolitana.



Campiña cerealista en las cercanías de Teba. Al fondo, Sierra de las Utreras.



Vista del Tajo del Molino (Teba), horadado en la piedra caliza.

Fuente: Catálogo de Paisajes de la Provincia de Málaga (CMAOT, 2015).

• **Mesas y campiñas de Ronda**

Las Mesas y campiñas de Ronda se localizan al noroeste de la provincia de Málaga, ya lindando con la vecina Cádiz, que actúa de cierre tanto por este flanco de poniente como por la mayor parte del norte. Por el oeste y por el sur es el Sistema Bético el que actúa de separador entre las vertientes que descienden directamente hacia la costa mediterránea y hacia la depresión de Ronda, lugar en el que se inicia el Surco Intrabético, prolongándose hacia el levante a través de la vecina área del Guadalteba y los Llanos de Antequera y continuando por las provincias de Granada y Almería, de modo que las sierras de Grazalema por el suroeste y la de las Nieves por el sur y este son las que delimitan finalmente el área por la parte meridional y oriental.



Sierras de litologías kársticas que se elevan a lo largo del contorno del área, creando así un escenario interno bien acotado



La campiña de Ronda es la depresión intrabéticas más occidental, y su estructura ha favorecido que sobre ella se establezcan varias infraestructuras de importancia que enlazan el interior de la comarca con la costa mediterránea

Fuente: Catálogo de Paisajes de la Provincia de Málaga (CMAOT, 2015).

6.10.3. *Patrimonio del Medio Natural*

6.10.3.1. Vías pecuarias

Según información del “Inventario de vías pecuarias de Andalucía” de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía, en la zona de actuación se localizan las siguientes vías pecuarias:

Código	Nombre	Ancho legal	Municipio
29015025	Vereda del Cerro del Espartal	20,00 m	Antequera
29032011	Vereda de Carratraca	21,00 m	Campillos
29032003	Cañada Real de Ronda a Granada	75,00 m	Campillos
29089001	Cañada Real de Osuna a Teba y Málaga	75,00 m	Teba
29089003	Cordel de Cádiz a Teba	38,00 m	Teba
29035007	Cordel de Almargen a Ronda	38,00 m	Cañete la Real
29035008	Cordel del Algámitas al Puerto de la Calzada y Ronda	38,00 m	Cañete la Real
29035001	Cañada Real de Alcalá del Valle a Málaga	75,00 m	Cañete la Real
29084016	Colada del Camino de Arriate a Cañete La Real	75,00 m	Ronda
11034002	Cordel del Camino de Málaga y de las Cuevas	38,00 m	Setenil
29084005	Cañada Real de Ronda-Osuna o Cañada Verde	75,00 m	Ronda
29084003	Cañada Real de Granada y Córdoba	75,00 m	Ronda
29084010	Cordel del Camino de Los Pescaderos	38,00 m	Ronda
29084004	Cañada Real de Málaga	75,00 m	Ronda

Tabla 13. Vías pecuarias en la zona de actuación.

En la zona de estudio, la Cañada Real de Osuna a Teba y Málaga (TM Teba) se encuentra ocupada por la carretera A-7278, e igualmente la Cañada Real de Málaga (TM Ronda) se encuentra ocupada por la carretera A-306.

Por el contrario, se **encuentran deslindadas** las siguientes:

- **Vereda de Carratraca:** Resolución de 22 de julio de 2008, de la Dirección General de Sostenibilidad en la Red de Espacios Naturales de la Consejería de Medio Ambiente, por la que se aprueba el deslinde de la vía pecuaria denominada «Vereda de Carratraca», en su totalidad, en el término municipal de Campillos, en la provincia de Málaga. VP @848/2006.
- **Cañada Real de Ronda-Osuna o Cañada Verde:** Resolución de 19 de enero de 2010, de la Dirección General de Sostenibilidad en la Red de Espacios Naturales, por la que se aprueba el deslinde de la vía pecuaria denominada «Cañada Real de Ronda-Osuna o Cañada Verde».
- **Cordel del Camino de los Pescaderos:** Resolución de 1 de marzo de 2002, de la Secretaría General Técnica, por la que se aprueba el deslinde parcial de la vía pecuaria Cordel del Camino de los Pescaderos, desde el Descansadero-Abrevadero del Pilar de Coca hasta el Descansadero-Abrevadero del Puente de la Ventilla, en el término municipal de Ronda, provincia de Málaga (V.P. 554/01).

6.10.3.2. Montes públicos

Los montes públicos están sujetos al régimen dispuesto en la Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía y en el Reglamento Forestal de Andalucía, Decreto 208/1997 de 9 de septiembre. En el artículo 27 de la Ley se establece que la clasificación urbanística de los Montes Públicos será la de SNU de especial protección.

Según la información facilitada por la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía, sólo se encuentra en el entorno la zona de actuación el monte público denominado **“Zona de Protección de Cabecera del Embalse Guadalhorce-Guadalteba” (MA-60003-JA)**.

Se trata de un monte público de 2.203,25 ha repartidas entre los municipios de Antequera, Campillos y Teba, de las cuales una de las parcelas situada en el municipio de Antequera se localiza próxima a la alternativa 2.

6.10.4. Espacios Protegidos

A continuación, se analizan los espacios naturales con protección o reconocimiento a nivel europeo, nacional y autonómico en el entorno del ámbito de actuación.

- *Humedales RAMSAR*

El Convenio de Ramsar establece una Lista de Humedales de Importancia Internacional, también conocida como Lista Ramsar. En la actualidad la Lista Ramsar incluye más de 2.000 humedales de todas las regiones del mundo, globalizando una superficie superior a 200.000.000 ha, aunque estas cifras varían al alza de manera continuada.

La vía objeto de actuación atraviesa la RAMSAR - Reserva Natural Lagunas de Campillos.

Este humedal está integrado por cinco lagunas temporales (Dulce, Cerero, Salada, Camuñas y Capacete), de origen y morfología esteparios y de carácter endorreico, pertenecientes a un conjunto mayor situado entre Benamejí (Córdoba) y la Vega Alta de Antequera (Málaga).

- *Reservas de la Biosfera*

Las Reservas de la Biosfera son zonas declaradas por la UNESCO dentro de su programa MaB (Man and Biosphere). Suponen un altísimo reconocimiento a nivel internacional. Su función principal es la conservación y protección de la biodiversidad; sin embargo, también persiguen el desarrollo económico y humano de estas zonas, así como la investigación, la educación y el intercambio de información entre las diferentes reservas, que forman una red mundial.

La vía objeto de proyecto atraviesa en el término municipal de Ronda los siguientes espacios catalogados como Reservas de la Biosfera cuya delimitación coincide en el entorno de la zona de actuación:

- Reserva de la Biosfera Sierra de las Nieves y su Entorno
- Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo

- *Red Natura 2000*

En España, conforme a la Ley 42/2007, los espacios protegidos de la Red Natura 2000 son aquellos espacios del conjunto del territorio nacional o de las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional que contribuyen de forma apreciable al mantenimiento o, en su caso, al restablecimiento del estado de conservación favorable de los tipos de hábitat naturales y lo hábitat de las especies de interés que tienen un alto valor ecológico a nivel de la Unión Europea. Estos espacios son los denominados Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), que posteriormente son declarados Zonas Especiales de Conservación (ZEC), y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

El trazado actual de la línea de ferrocarril objeto de actuación atraviesa el espacio de la Red Natura 2000 **ZEPA y ZEC 6170015 “Lagunas de Campillos”**, espacio de Red Natura asociado a la Reserva Natural Lagunas de Campillos.

Sus instrumentos de gestión derivan del *Decreto 1/2017, de 10 de enero, por el que se declaran Zonas Especiales de Conservación Complejo Endorreico de Espera (ES0000026), Laguna de Medina (ES0000027), Complejo Endorreico de Chiclana (ES0000028), Complejo Endorreico del Puerto de Santa María (ES0000029), Complejo Endorreico de Puerto Real (ES0000030), Laguna de los Tollos (ES6120011), Lagunas de Las Canteras y El Tejón (ES6120014), Laguna de La Ratosa (ES6170001), Lagunas de Campillos (ES6170015), Complejo Endorreico de Utrera (ES6180001), Complejo Endorreico La Lantejuela (ES6180002), Laguna del Gosque (ES6180003) y Laguna de Coripe (ES6180006) y se aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de las Reservas Naturales de las Lagunas de Cádiz, el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de las Reservas Naturales de las Lagunas de Málaga, el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de las Reservas Naturales de las Lagunas de Sevilla.*

El espacio pertenece a la serie de lagunas esteparias endorréicas situadas en la meseta entre Benamejé (Córdoba) y la vega alta de Antequera, adquiriendo gran importancia para la alimentación, refugio y anidamiento de aves. Acoge gran diversidad de aves acuáticas, con unas 70 especies censadas. Los grupos de aves para los que este complejo lacustre muestra más interés son los podicipediformes (las tres especies crían), destacando la presencia de focha moruna (*Fulica cristata*). Presenta altas concentraciones de anátidas invernantes y reproductoras; concentraciones postreproductoras e invernales de malvasía cabeciblanca

(*Oxyura leucocephala*). Asimismo, destacan las limícolas (cuando los niveles hídricos son los adecuados) y el flamenco común (*Phoenicopterus ruber*).

Imprescindible para la conservación del hábitat 1410 Pastizales salinos mediterráneos (*Juncetalia maritima*), y otros hábitats de la Directiva 92/43/CEE.

- *Red de Espacios Protegidos de Andalucía*

En relación con los espacios de la RENPA, el trazado actual de la línea de ferrocarril objeto de actuación atraviesa la **Zona de Protección de la Reserva Natural Lagunas de Campillos**, localizándose muy próximas las lagunas catalogadas como Reserva Natural. La Reserva Natural Lagunas de Campillos presenta una superficie de 84,867 ha. y de 1.256,63 ha. en su zona periférica de protección. El PORN de la Reserva Natural Lagunas de Campillos fue aprobado mediante el Decreto 1/2017 mencionado anteriormente.

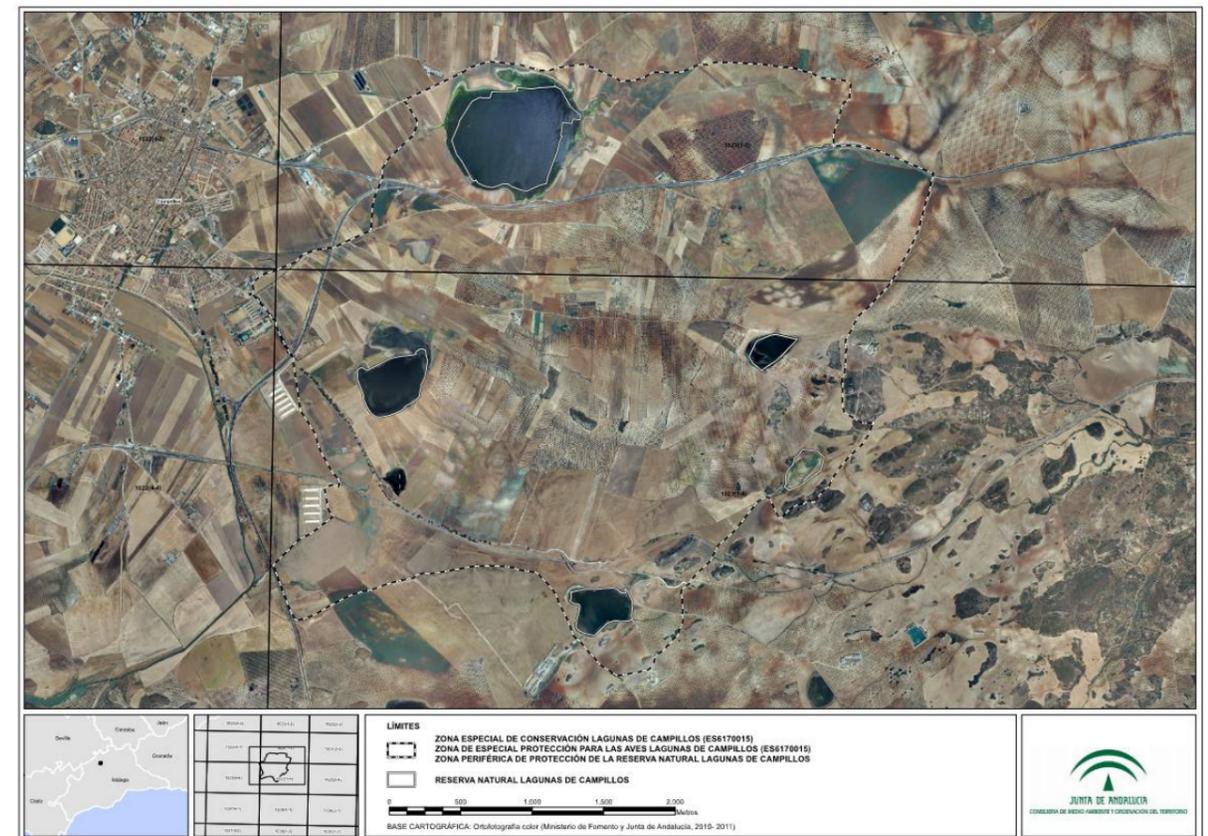


Imagen 16. Zona de Protección de la Reserva Natural Laguna de Campillos.

- *Plan Andaluz de Humedales*

El Plan Andaluz de Humedales, aprobado mediante Resolución 4/11/2002, de la entonces denominada Dirección General de la Red de Espacios Naturales Protegidos y Servicios Ambientales de la Consejería de Medio Ambiente, constituye el documento marco para la planificación, ordenación y gestión de los humedales andaluces, en el marco del Plan Estratégico Español para la Conservación y el Uso Racional de los Humedales, aprobado el 19 de octubre de 1999 por la Comisión Nacional de Conservación de la Naturaleza, en cumplimiento a los compromisos asumidos en relación con el Plan Estratégico Ramsar 1997-2002.

La Reserva Natural Lagunas de Campillos se encuentra incluida en el Inventario Abierto de Humedales de Andalucía, instrumento contemplado en el Plan Andaluz de Humedales y creado mediante Decreto 98/2004, de 9 de marzo, por el que se crea el Inventario de Humedales de Andalucía y el Comité de Acción del citado Plan.

También otras lagunas del entorno de la Reserva Natural se encuentran incluidas en el Inventario Andaluz de Humedales.

Así pues, en el área de estudio se identifican los siguientes espacios incluidos en el **Inventario**

Andaluz de Humedales:

- Laguna de Capacete.
- Laguna de Cerero.
- Laguna de Camuñas.
- Laguna Redonda.
- Laguna de Cortijo Grande.
- Laguna Marcela.
- Laguna del Toro.
- Laguna Salada.
- Laguna Dulce.

- *Plan Especial de Protección del Medio Físico*

El Plan Especial de Protección del Medio Físico y Catálogo de Espacios y Bienes Protegidos de la Provincia de Málaga fue aprobado definitivamente por Resolución de 6 de marzo de 1987, del consejero de Gobierno. Posteriormente el Consejo de Gobierno, para adaptar este Plan a nuevas resoluciones del Parlamento de Andalucía ha formalizado su aprobación mediante el Decreto 206/2006, de 28 de noviembre. En este Plan se catalogan aquellos espacios de mayor interés ecológico o representativos de los ecosistemas de la provincia, otorgándoles diversos grados de protección: integral y compatible.

El espacio **Lagunas de Campillos** queda incluido en el segundo nivel, de Protección Especial Compatible, bajo la categoría de Zonas Húmedas Transformadas (HT-1), cuya delimitación exceden en algunas zonas a la del espacio de Red Natura y Reserva Natural del mismo nombre. La caracterización de dicho espacio ha sido descrita en apartados anteriores.

Por otro lado, a partir de la estación de Estación de Setenil el trazado atraviesa el complejo serrano de interés ambiental (CS) de **Las Navetas-Sierra de Carrasco (CS-30)**, también de Protección Especial Compatible.

También el trazado se encuentra adyacente al complejo ribereño de interés ambiental (RA) denominado **Garganta del Arroyo de la Ventilla (RA-1)**, también de Protección Especial Compatible.

La categoría de Protección Especial Compatible incluye aquellas zonas en las que, por su valor ecológico, productivo o paisajístico, interesa limitar la realización de actividades constructivas o transformadoras del medio; a excepción de aquellas estrictamente necesarias para el aprovechamiento de los recursos primarios, y que resulten compatibles con el mantenimiento de sus características y valores protegidos.

No existen espacios incluidos en el Plan Especial de Protección del Medio Físico y Catálogo de Espacios y Bienes Protegidos de la Provincia de Cádiz en el área de estudio.

6.10.5. *Arqueología*

A continuación, se recogen los yacimientos catalogados en el entorno de las zonas de actuación, y que son los siguientes:

- Málaga

Las coordenadas UTM aportadas por las fichas de los catálogos de yacimientos arqueológicos de acceso libre (PGOUs de Antequera y Campillos) están en el sistema de coordenadas ED50, por lo que fueron convertidas al sistema de coordenadas ETRS89 (sistema del proyecto de obra) a través del conversor online del Instituto Geográfico Nacional (<https://www.ign.es/web/ign/portal/gds-web-srv-coord>).

Los catálogos de yacimientos arqueológicos de los términos de Teba, Almargen y Ronda no son de acceso libre, por lo que no han podido ser consultados. En los PGOUs de Teba y Almargen se pueden consultar los mapas donde aparecen los yacimientos catalogados, pero no se dispone de las coordenadas de éstos. Sin embargo, la consulta de estos mapas ha permitido comprobar la no existencia de yacimientos catalogados en la ubicación del ATF 411.1 (T.M. de Teba) y del ATI 411.2 (T.M. de Almargen). Las coordenadas del yacimiento **Majavea-Sauceda**, que se extiende fundamentalmente dentro del término municipal de Cañete la Real y cuyo límite sureste linda con la esquina suroeste del ATI 411.2, han sido obtenidas del catálogo de yacimientos arqueológicos del PGOU de Cañete la Real.

En el caso del término municipal de Ronda, se ha solicitado información sobre los yacimientos catalogados al arqueólogo municipal Dr. José Manuel Castaño Aguilar, el cual ha comunicado amablemente que en su base de datos no hay ningún yacimiento localizado en la zona donde se pretende construir la Subestación de Tracción de Ronda.

Yacimientos catalogados en un radio de 100 m alrededor del ATI 402.6 (Bobadilla, en el T.M. de Antequera).

No existen yacimientos catalogados en un radio de 100 m alrededor del ATI 402.6. El yacimiento más cercano, del Paleolítico Medio, es Estación de Bobadilla (Nº 37), a 122 m al Oeste.

Yacimientos catalogados en un radio de 100 m alrededor del ATF 411.1 (T.M. de Teba).

No existen yacimientos catalogados en un radio de 100 m alrededor del ATI 411.1. El yacimiento más cercano, de época romana, es Arroyo del Chumbo (Nº 29), a 244 m al Noreste.

Yacimientos catalogados en un radio de 100 m alrededor del ATI 411.2 (T.M. de Almargen).

La esquina suroeste del ATI 411.2 se ha proyectado a 0.4 m del límite sureste del yacimiento de **Majavea-Sauceda (nº 93)**. Tanto la instalación como el camino de acceso se encuentran fuera

de la delimitación de este yacimiento, en el que se han documentado en superficie materiales romanos fundamentalmente (relacionables con una villa rústica), aunque también materiales datables en el Calcolítico (correspondientes probablemente a un taller de explotación de sílex) y cerámicas de la 1ª Edad del Hierro (periodo orientalizante).

Las coordenadas UTM del yacimiento **Majavea-Sauceda (nº 93)** en el sistema ETRS89 (Huso 30) son las siguientes:

1	X: 318132.54	Y: 4096343.29
2	X: 318172.54	Y: 4096526.29
3	X: 318366.55	Y: 4096631.29
4	X: 318783.54	Y: 4096092.29
5	X: 318668.54	Y: 4096040.29
6	X: 318385.54	Y: 4096195.29
7	X: 318260.54	Y: 4096165.29
8	X: 318233.54	Y: 4096229.29
9	X: 318187.54	Y: 4096216.29

Tabla 14. Zonificación con protección tipo C.

1	X: 318558.54	Y: 4096249.29
2	X: 318432.54	Y: 4096439.29
3	X: 318333.54	Y: 4096324.29
4	X: 318327.54	Y: 4096241.29
5	X: 318537.54	Y: 4096233.29

Tabla 15. Zonificación con protección tipo B.

Yacimientos catalogados en una franja de 100 m a ambos lados de la Alternativa 2 (TT.MM. de Teba, Campillos y Antequera).

Se han localizado en el Catálogo Arqueológico de Yacimientos para Planeamiento Urbanístico de Campillos 3 yacimientos catalogados en la franja de 100 m al Norte de la Alternativa 2: **Arroyo del Chumbo (nº 29)**, **La Dehesa (nº 34)** y **Cortijo Grande (nº 60)**. El referido catálogo sólo aporta un par de coordenadas (suponemos referida al punto central del sitio) para cada yacimiento, por lo que su localización y extensión tendrá que ser comprobada y cartografiada durante los trabajos de campo de la presente actuación.

El punto central del yacimiento **Arroyo del Chumbo**, una probable unidad de producción agrícola de época romana, se encuentra a 70 m al Noroeste de la traza propuesta, siendo sus coordenadas UTM en el sistema ETRS89 (Huso 30) las siguientes:

1	X: 332587.57	Y: 4097695.23
---	--------------	---------------

El punto central del yacimiento **La Dehesa**, también una probable unidad de producción agrícola de época romana, se encuentra a 87 m al Norte de la traza propuesta, siendo sus coordenadas UTM en el sistema ETRS89 (Huso 30) las siguientes:

1	X: 334487.53	Y: 4097875.21
---	--------------	---------------

El punto central del yacimiento **Cortijo Grande**, otra probable unidad de producción agrícola de época romana, se encuentra a 107 m al Noreste de la traza propuesta, siendo sus coordenadas UTM en el sistema ETRS89 (Huso 30) las siguientes:

1	X: 339187.46	Y: 4097145.13
---	--------------	---------------

Yacimientos catalogados en una franja de 100 m a ambos lados de la Alternativa 3 (TT.MM. de Teba, Campillos y Antequera).

La Alternativa 3 coincide en gran parte de su trazado, excepto en el tercio noreste, con la Alternativa 2. En este tramo coincidente se documentan los yacimientos **Arroyo del Chumbo** y **La Dehesa**, ya referidos. En el resto del trazado no hay yacimientos recogidos en el catálogo.

- Cádiz

Yacimientos catalogados en un radio de 100 m alrededor del ATI 411.3 (T.M. de Setenil de las Bodegas).

No se ha encontrado, en la revisión bibliográfica realizada, referencias a yacimientos catalogados en un radio de 100 m alrededor del ATI 411.3.

6.11. Reposición de Servicios

Se han inventariado los servicios afectados (líneas eléctricas, líneas de telecomunicaciones, conducciones de abastecimiento de agua, redes de saneamiento, conducciones de gas, etc.) existentes en el entorno del ámbito de actuación del Estudio informativo, y se han detectado las posibles afecciones que las actuaciones previstas en el Estudio Informativo puedan llegar a producir en los mismos. El coste de reposición de dichos servicios se ha estimado igualmente para obtener una valoración del coste de reposición de estos servicios en cada una de las alternativas.

Para la localización de los servicios afectados, se ha utilizado la información referente a otros proyectos en la zona con anterioridad, la información descargada de la plataforma INKOLAN y las respuestas de los distintos organismos tanto públicos como privados contactados mediante las cartas de solicitud de información.

A continuación, se presentan los servicios afectados en cada una de las alternativas y su tabla resumen de coste de reposición de cada una de ellas. La actuación prevista para cada uno de los servicios y toda la información complementaria se encuentra en el Anejo 15 de este Estudio.

6.11.1. Alternativa 1

Durante la identificación de servicios en esta zona se han encontrado líneas eléctricas, líneas de telecomunicaciones, gaseoductos, oleoductos y acequias. De estas mismas, se ha observado que se necesitará actuación sobre las líneas eléctricas, líneas de telecomunicaciones y las tuberías de suministro de gas. La tabla resumen de reposición es la adjunta a continuación.

Grupo	Presupuesto
Líneas Eléctricas	1.615.719,81€
Telecomunicaciones	690.125,32€
Tuberías de suministro de Gas	28.740,66€
TOTAL	2.334.585,79 €

Tabla 16. Presupuesto general de reposición. Trazado actual.

6.11.2. Alternativa 2

Esta alternativa contiene gran parte del trazado existente, por lo que gran volumen de estos servicios afectados son comunes a la alternativa anterior. Se han detectado en esta variante nuevas líneas eléctricas afectadas, que sustituirán a los servicios afectados de la alternativa anterior en este tramo. La tabla resumen es la siguiente.

Grupo	Presupuesto
Líneas Eléctricas	1.645.547,98 €
Telecomunicaciones	590.959,24 €
Tuberías de suministro de Gas	28.740,66 €
TOTAL	2.265.247,88 €

Tabla 17. Presupuesto general de reposición. Alternativa 2.

6.11.3. Alternativa 3

En esta última alternativa sucede lo mismo que para el caso anterior. Se han detectado nuevas líneas eléctricas que se incorporan al tramo que afecta la variante en lugar de los servicios afectados detectados en esa zona en el trazado actual.

Grupo	Presupuesto
Líneas Eléctricas	1.669.600,32€
Telecomunicaciones	590.959,24 €
Tuberías de suministro de Gas	28.740,66 €
TOTAL	2.289.300,22 €

Tabla 18. Presupuesto general de reposición. Alternativa 3.

6.12. Expropiaciones

6.12.1. Ocupaciones y limitaciones a la propiedad

El objeto de este apartado es dar cumplimiento a la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario, modificada por la Ley 26/2022, que define el ámbito de ocupación de la infraestructura ferroviaria incluida en el Estudio Informativo de electrificación de la línea

Bobadilla-Algeciras en su tramo Bobadilla-Ronda, y su zona de dominio público asociada, y completando esta información con la zona de protección y el límite de edificación.

6.12.2. Banda de reserva de la previsible ocupación

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

7. Completada la tramitación prevista en el apartado anterior corresponderá al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana el acto formal de aprobación del estudio informativo, que supondrá la inclusión de la futura línea o tramo, estación de transporte de viajeros o terminal de transporte de mercancías, en la Red Ferroviaria de Interés General, de conformidad con lo establecido en el artículo 4.2.

Con ocasión de las revisiones de los instrumentos de planeamiento urbanístico, o en los casos en que se apruebe un tipo de instrumento distinto al anteriormente vigente, se incluirán los elementos contenidos en los estudios informativos aprobados definitivamente con anterioridad. Para tal fin, los estudios informativos incluirán una propuesta de la banda de reserva de la previsible ocupación de la infraestructura, estación de transporte de viajeros o terminal de transporte de mercancías, y de sus zonas de dominio público en su caso.

A los solos efectos de la ocupación temporal de los terrenos para la toma de datos y realización de prospecciones necesarias para la elaboración de los proyectos, la aprobación de los estudios informativos implicará la declaración de utilidad pública y la necesidad de ocupación temporal de dichos terrenos. Para dar cumplimiento a dicha Ley se incluye en el Estudio Informativo el presente apartado, cuyo objeto es realizar una propuesta de la banda de reserva de la previsible ocupación de la infraestructura, y de sus zonas de dominio público.

6.12.3. Limitaciones a la propiedad

Una vez se encuentre aprobado definitivamente el estudio informativo, se deberán respetar las limitaciones a la propiedad establecidas por la Ley del sector ferroviario y el Reglamento del Sector Ferroviario.

De acuerdo con el artículo 7 de la Ley del sector ferroviario, los planes generales y demás instrumentos generales de ordenación urbanística calificarán los terrenos que se ocupen por las infraestructuras ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General, así como aquellos que deban ocuparse para tal finalidad, de acuerdo con los estudios informativos aprobados definitivamente, como sistema general ferroviario o equivalente, de titularidad estatal, y no incluirán determinaciones que impidan o perturben el ejercicio de las competencias atribuidas al administrador de infraestructuras ferroviarias.

Asimismo, en los casos en que se acuerde la redacción, revisión o modificación de un instrumento de planeamiento urbanístico que afecte a líneas ferroviarias, a tramos de las mismas, a otros elementos de la infraestructura ferroviaria o a las zonas de servicio reguladas en el artículo 9, el órgano con facultades para acordar su aprobación inicial deberá enviar, con anterioridad a ésta, el contenido del proyecto al Ministerio de Fomento para que por éste se emita, en el plazo de dos meses computados desde la fecha de su recepción y con carácter vinculante en lo relativo a las materias de su competencia, un informe comprensivo de las observaciones que, en su caso, estime convenientes. Si transcurrido dicho plazo no se hubiera evacuado el informe citado por el referido Ministerio, se entenderá su conformidad con el proyecto urbanístico.

No podrán aprobarse instrumentos de modificación, revisión, desarrollo o ejecución de la ordenación territorial y urbanística, que contravengan lo establecido en un estudio informativo aprobado definitivamente.

6.12.4. Expropiaciones

6.12.4.1. Metodología empleada

Se expropia el pleno dominio de las superficies que ocupen la explanación de la línea férrea, sus elementos funcionales y las instalaciones permanentes que tengan por objeto una correcta explotación, así como todos los elementos y obras anexas o complementarias definidas en el proyecto que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él, y en todo caso las superficies que sean imprescindibles para cumplimentar la normativa legal vigente para este tipo de Obras, en especial las contenidas en el Capítulo III de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario, relativa a las limitaciones a la propiedad y que se concretan con el Real Decreto 2387/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Sector Ferroviario y posteriores modificaciones de artículos del citado reglamento.

En proyectos de plataforma, los límites de expropiación establecidos son los siguientes:

- El límite de expropiación se sitúa a 8,00 metros desde el borde de la explanación (arista de talud de desmonte o terraplén) o desde el borde exterior de la cuneta de guarda cuando ésta exista. Al tratarse de un Estudio Informativo, se considerará una distancia de 10 m desde el borde más exterior de la explanación para poder considerar el drenaje longitudinal.
- En los terrenos catalogados fiscalmente como urbanos o en las inmediaciones de edificaciones rurales, el límite de expropiación se situará a 5,00 metros. Al tratarse de un Estudio Informativo, se considerará una distancia de 7 m desde el borde más exterior de la explanación para poder considerar el drenaje longitudinal. No obstante, y en función de las circunstancias y características particulares de cada enclave, podría situarse a 2,00 metros.
- En los tramos en que se proyecte un vial de enlace para reposición de servidumbres, paralelo a la traza, la expropiación se extiende hasta 1,00 metro desde el borde de la explanación prevista para el vial.
- En los tramos en que se proyecte un camino de servicio, el límite de expropiación se situará a 5 metros del cerramiento. La explanación de este camino se situará dentro de los límites de expropiación.

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

Con los criterios anteriormente expuestos se pueden determinar las afecciones a las distintas alternativas del presente estudio. En la alternativa 1 contempla básicamente el aprovechamiento máximo de la plataforma existente, por lo que no se contemplan afecciones sobre el trazado.

La alternativa 2 se basa en una variante de trazado al sur del existente, que originaría una afección total de 562.860 m² distribuidos en 3 municipios: Antequera, con una afección de 136.944 m²; Campillos, con una afección 410.759 m², y los restantes 15.157 m² corresponden al municipio de Teba.

ALTERNATIVA 2

Aprovechamiento e Intensidad productiva	Antequera	Campillos	Teba	Total general	
Almendo seco		17.566		17.566	3%
3		17.566		17.566	
Matorral	10.875			10.875	
Olivos seco	91.858	172.464	6.606	270.928	48%
2	7.971	15.718		23.689	
3		5.474		5.474	
4	83.887		6.606	90.493	
5		5.313		5.313	
6		142.593		142.593	
7		3.366		3.366	
Pastos		83.879		83.879	15%
1		21.334		21.334	
2		62.545		62.545	
Olivos regadio	29.119	25.652		54.771	10%
0		25.652		25.652	
2	29.119			29.119	
Vía de comunicación de dominio público	4.584	8.025	8.551	21.160	4%
Hidrografía natural (rio, laguna, arroyo.)	508	544		1.052	0%
Hidrografía construida (embalse, canal.)		2.645		2.645	0%
Labor o Labradío seco		99.984		99.984	18%
6		58.863		58.863	
8		32.480		32.480	
9		8.641		8.641	
Total general	136.944	410.759	15.157	562.860	
	24%	73%	3%		

La alternativa 3 aprovecha más el trazado existente, ya que tienen como objetivo principal evitar la afección sólo a las zonas de protección especial, con una afección total de 320.662 m², de los cuales afecta a los municipios de Campillos, con 305.868 m², y Teba, con los restantes 14.794 m².

ALTERNATIVA 3

Aprovechamiento e Intensidad productiva	Campillos	Teba	Total general	
Olivos seco	177.512	6.334	183.846	57%
2	1.852		1.852	
4	111	6.334	6.445	
5	57.886		57.886	
6	114.091		114.091	
7	3.572		3.572	
Pastos	79.387		79.387	25%
2	79.387		79.387	
Hidrografía construida (embalse, canal.)	483		483	0%
Hidrografía natural (rio, laguna, arroyo.)	928		928	0%
Olivos regadio	34.546		34.546	11%
0	34.546		34.546	
Vía de comunicación de dominio público	12.980	8.460	21.440	7%
Labor o Labradío seco	32		32	0%
9	32		32	
Total general	305.868	14.794	320.662	
	95%	5%		

En lo relativo a las ATIs, tienen una afección total de 7019 m², desglosado en la siguiente tabla:

ATIS

Aprovechamiento e Intensidad productiva	402.6	411.1	411.2	411.3	Total general	
Olivos seco	141	2297	1658	748	4844	69%
2			1658	748	2406	
4	141	2297			2438	
Vía de comunicación de dominio público	676	548	15		1239	18%
Labor o Labradío seco	646				646	9%
4	646				646	
Vía Ferrea				290	290	4%
0				290	290	
Total general	1463	2845	1673	1038	7019	
	21%	41%	24%	15%		

6.13. Programa de obras

Se han definido los plazos de ejecución previstos correspondientes a la ejecución de las obras previstas en el Estudio Informativo de la “Electrificación de la Línea Bobadilla – Algeciras, tramo Bobadilla – Ronda”.

En el caso de la Alternativa 1, la duración de las actividades vendrá condicionada por la duración de los trabajos de implantación de la línea aérea de contacto a lo largo de todo el tramo Bobadilla-Ronda. La duración total será de 18 meses.

Para el caso de la Alternativa 2 y Alternativa 3 la duración total de las obras vendrá condicionada, en gran medida, por la duración de los trabajos de movimientos de tierras y plataforma del tramo de nueva variante. De esta manera, la duración total de las obras consideradas en la Alternativa 2 será de 30 meses y en la Alternativa 3 será de 24 meses.

A partir de la estimación realizada se obtienen los correspondientes Diagramas de Gantt para las diferentes alternativas analizadas, los cuales se muestran a continuación:

ALTERNATIVA 1																				
Nº	ACTUACIONES	DURACIÓN (MESES)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Trabajos previos (incluye SSAA)	2	■	■																
2	Renovación de vía existente	10																		
3	Ejecución de nuevo PS en Pk 12+800	2,5			■	■	■													
4	Demolición PS-4 (Pk 12+800)	1,5					■	■												
5	Protección pilas en PS-03 y PS-05	4			■	■	■	■												
6	Rebaje puntual rasante en PS-03 y PS-05	1							■											
7	Ejecución de nuevas ODT's	10																		
8	Adecuación drenaje longitudinal	10																		
9	Electrificación de la línea	18																		
10	Ejecución Centros de Autotransformación	12																		
11	Integración ambiental y gestión de residuos	18																		
12	Seguridad y salud	18																		

Imagen 17. Cronograma de actividades previstas para Alternativa 1.

ALTERNATIVA 2																																
Nº	ACTUACIONES	DURACIÓN (MESES)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Trabajos previos (incluye SSAA)	2	■	■																												
2	Ejecución de nueva variante	25																														
3	Renovación de vía existente	2,5																														
4	Estructuras (Pasos superiores / Pasos Inferiores / Viaducto)	20																														
5	Reposición de viales	19																														
6	Nueva estación de Campillos	15																														
7	Ejecución de nuevas ODT's en nuevo ramal	19																														
8	Ejecución de nuevas ODT's en tramos de vía existentes	2																														
9	Drenaje longitudinal	25																														
10	Electrificación de la línea	18																														
11	Ejecución Centros de Autotransformación	12																														
12	Integración ambiental y gestión de residuos	30																														
13	Seguridad y salud	30																														

NOTA: 2 cortes de una semana en cada extremo para las conexiones y renovación de vía existente en el ámbito de la conexión.

Imagen 18. Cronograma de actividades previstas para Alternativa 2.

ALTERNATIVA 3

Nº	ACTUACIONES	DURACIÓN (MESES)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Trabajos previos (incluye SSAA)	2																								
2	Ejecución de nueva variante	18																								
3	Renovación de vía existente	4,5																								
4	Estructuras (Pasos superiores)	14																								
5	Reposición de viales	13																								
6	Nueva estación de Campillos	15																								
7	Ejecución de nuevas ODT's en nuevo ramal	14																								
8	Ejecución de nuevas ODT's en tramos de vía existentes	9																								
9	Drenaje longitudinal	19																								
10	Electrificación de la línea	18																								
11	Ejecución Centros de Autotransformación	12																								
12	Integración ambiental y gestión de residuos	24																								
13	Seguridad y salud	24																								

NOTA: 2 cortes de una semana en cada extremo para las conexiones y renovación de vía existente en el ámbito de la conexión.

Imagen 19. Cronograma de actividades previstas para Alternativa 3.

7. Valoración Económica de las Actuaciones

Como se ha expuesto en el presente documento, el objeto del Estudio Informativo es definir y valorar las actuaciones necesarias para la “Electrificación de la Línea Bobadilla-Algeciras, tramo Bobadilla- Ronda”. En el Estudio Informativo se han planteado tres posibles opciones, además de la alternativa cero de no actuación. La alternativa 1 consiste en la electrificación de la línea actual en los 73,6 km de recorrido, mientras que las alternativas 2 y 3 contemplan variantes de trazado de nueva construcción en el entorno de las Lagunas de Campillos, de 12.916,7 y 8.005,5 metros, respectivamente.

La estimación de los presupuestos de ejecución material, base de licitación y conocimiento para la Administración de las tres alternativas analizadas se recogen en las siguientes tablas:

CAPÍTULO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
MOVIMIENTO DE TIERRAS	423.300,79 €	10.308.163,40 €	5.394.482,65 €
SUPERESTRUCTURA	17.018.946,25 €	20.203.816,66 €	20.465.077,63 €
DRENAJE	1.187.763,34 €	2.395.130,58 €	2.079.376,39 €
ESTRUCTURAS	2.093.338,42 €	4.583.146,73 €	2.774.067,60 €
ESTACIÓN	0,00 €	2.548.902,50 €	2.548.902,50 €
REPOSICIÓN VIALES	316.200,00 €	656.715,00 €	854.650,00 €
SITUACIONES PROVISIONALES	0,00 €	111.840,00 €	112.100,00 €
ELECTRIFICACIÓN	22.317.250,00 €	22.125.750,00 €	22.114.600,00 €
II. SS.	0,00 €	7.050.000,00 €	4.400.000,00 €
OBRAS COMPLEMENTARIAS	823.437,24 €	1.053.126,35 €	1.060.422,23 €
SERVICIOS AFECTADOS	2.334.585,79 €	2.265.247,88 €	2.289.300,22 €
INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y GESTIÓN DE RESIDUOS	2.488.000,40 €	3.367.831,97 €	2.875.697,85 €
IMPREVISTOS (10%)	5.537.042,06 €	8.663.239,67 €	7.567.082,15 €
SEGURIDAD Y SALUD (1.5%)	830.556,31 €	1.299.485,95 €	1.135.062,32 €
TOTAL: Presupuesto Ejecución Material	55.370.420,59 €	86.632.396,67 €	75.670.821,54 €

Tabla 19. Presupuesto de Ejecución Material.

CAPÍTULO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Presupuesto Ejecución Material	55.370.420,59 €	86.632.396,67 €	75.670.821,54 €
Gastos generales de Empresa (13% P.E.M.)	7.198.154,69 €	11.262.211,57 €	9.837.206,80 €
Beneficio Industrial (6% P.E.M.)	3.322.225,24 €	5.197.943,80 €	4.540.249,29 €
TOTAL: Presupuesto Base de Licitación	65.890.800,51 €	103.092.552,04 €	90.048.277,63 €
I.V.A. (21% SUMA)	13.837.068,11 €	21.649.435,93 €	18.910.138,30 €
TOTAL: Presupuesto Base de Licitación (I.V.A Inc.)	79.727.868,62 €	124.741.987,97 €	108.958.415,93 €

Tabla 20. Presupuesto Base de Licitación.

CAPÍTULO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Expropiaciones	16.847,00 €	1.652.201,00 €	917.559,00 €
Estudios, control y vigilancia de las Obras (5% P.E.M.)	2.768.521,03 €	4.331.619,83 €	3.783.541,08 €
Trabajos de Conservación del Patrimonio (1,5% P.E.M.)	830.556,31 €	1.299.485,95 €	1.135.062,32 €
TOTAL: Presupuesto para conocimiento de la Administración	83.343.792,96 €	132.025.294,75 €	114.794.578,33 €

Tabla 21. Presupuesto para conocimiento de la Administración.

8. Análisis Multicriterio y alternativa seleccionada

Se ha realizado un análisis multicriterio para identificar y comparar las distintas alternativas contempladas en el Estudio Informativo de la “Electrificación de la Línea Bobadilla-Algeciras, tramo Bobadilla-Ronda” y de esta forma seleccionar aquella que presenta un mayor nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación. En dicho análisis se han valorado criterios medioambientales, funcionales, de integración territorial y económicos.

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, en el presente Estudio Informativo se proponen tres alternativas de trazado, las cuales se diferencian entre sí en el tramo a su paso por el entorno de Lagunas de Campillos.

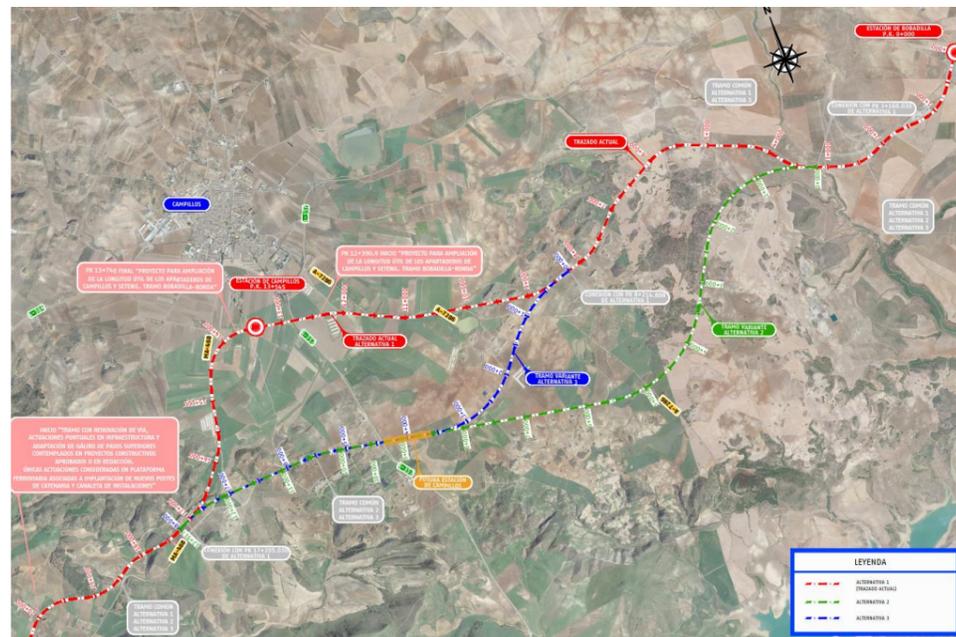


Imagen 20. Alternativas de trazado al actual en la zona afectada.

En el presente Estudio Informativo se han utilizado los pesos específicos aplicados a cada uno de los objetivos perseguidos que aparecen a continuación:

ANÁLISIS COMPARATIVO	RANGO (Mín-Máx)	PESO
Criterio Funcional	0-10	0,20
Criterio Ambiental	0-10	0,30
Criterio de Integración Territorial	0-10	0,20
Criterio de Inversión y Plazo de Ejecución	0-10	0,30
TOTAL	0-10	1,00

Tabla 22. Tabla 1. Tabla resumen de criterios de evaluación y pesos específicos.

Dentro de cada uno de los objetivos, los pesos asignados a los diversos indicadores son los que se muestran a continuación:

CRITERIO	INDICADOR	RANGO (Mín-Máx)	PESO
FUNCIONAL	Calidad del trazado	0-10	0,70
	Mejora de Estaciones	0-10	0,30
	MEDIA PONDERADA	0-10	1,00
AMBIENTAL	Impactos Ambientales	0-10	1,00
	MEDIA PONDERADA	0-10	1,00
INTEGRACIÓN TERRITORIAL	Aumento de la Demanda	0-10	0,60
	Supresión pasos a nivel	0-10	0,40
	MEDIA PONDERADA	0-10	1,00
INVERSIÓN Y PLAZO EJECUCIÓN	Coste económico	0-10	0,75
	Plazo de ejecución	0-10	0,25
	MEDIA PONDERADA	0-10	1,00

Tabla 23. Tabla resumen de indicadores para cada uno de los criterios de evaluación (objetivos).

Indicadores del Criterio Funcional

Bajo esta denominación se recogen todos aquellos aspectos relacionados con la funcionalidad y la prestación del servicio ferroviario. Están estrechamente vinculados con los parámetros de diseño de la nueva infraestructura.

Para la comparación de las alternativas estudiadas desde este punto de vista, se han analizado los siguientes aspectos (con sus indicadores de evaluación):

- Calidad del trazado.
- Mejora de Estaciones.

Indicadores del Criterio Ambiental

El componente ambiental juega un papel importante a la hora de valorar las alternativas planteadas. Por ese motivo, se ha optado por incluir en el presente análisis comparativo de alternativas los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental del presente Estudio Informativo.

La comparación de las alternativas estudiadas se ha realizado mediante la asignación de un valor a los impactos producidos en los siguientes aspectos ambientales:

- Vegetación/Hábitats.
- Fauna.
- Paisaje.
- Vías Pecuarias y Montes Públicos.
- Orografía.

La valoración de los impactos se basa en dos conceptos: Importancia y Magnitud, siendo el segundo el de mayor entidad.

Indicadores del Criterio de Integración Territorial

Bajo esta denominación se recogen todos aquellos aspectos relacionados con la integración territorial que la futura configuración ferroviaria y la situación actual realiza sobre el entorno en el que se asentará. En este sentido es importante tener en cuenta la supresión de pasos a nivel que realiza la alternativa objeto de la presente actuación y que supone un incremento considerable de las actuales condiciones de seguridad en el ámbito de actuación.

Para la comparación de las alternativas estudiadas desde este punto de vista, se han analizado las siguientes características (con sus correspondientes indicadores de evaluación):

- Aumento de la demanda.
- Pasos a nivel.

Indicadores del Criterio de Inversión y Plazo de ejecución

Indudablemente, es necesario analizar cada una de las alternativas desde el punto de vista de coste económico de ejecución de las obras, así como de la duración de las actividades previstas.

Por tanto, para la comparación de las alternativas estudiadas desde este punto de vista, se han analizado las siguientes características (con sus correspondientes indicadores de evaluación):

- Presupuesto de inversión.
- Plazo de ejecución de las obras.

A partir de los pesos específicos establecidos para cada uno de los diferentes indicadores de evaluación se han obtenido las siguientes puntuaciones para cada una de las alternativas:

ALTERNATIVA	ANÁLISIS MULTICRITERIO										VALORACIÓN FINAL
	CRITERIO FUNCIONAL			CRITERIO AMBIENTAL	CRITERIO TERRITORIAL			CRITERIO DE INVERSIÓN			
	0,2			0,3	0,2			0,3			
	TRAZADO	ESTACIONES	MEDIA	MEDIA	AUMENTO DEMANDA	SUPRESIÓN PASOS A NIVEL	MEDIA	P.C.A.	PLAZO DE OBRA	MEDIA	
		PONDERADA	PONDERADA			PONDERADA			PONDERADA		
ALT 1	5,12	5,00	5,08	10,00	5,00	0,00	3,25	10,00	10,00	10,00	7,67
ALT 2	5,75	10,00	7,03	3,35	4,90	10,00	6,69	6,31	6,00	6,23	5,62
ALT 3	6,57	10,00	7,60	6,00	4,90	7,50	5,81	7,26	7,50	7,32	6,68

Tabla 24. Tabla resumen de resultados análisis multicriterio.

Según los resultados se obtiene que Alternativa 1 sería la alternativa con mejor puntuación, mientras que la Alternativa 2 sería la peor valorada.

Se ha realizado un análisis de sensibilidad y robustez para determinar la bondad de la identificación de la alternativa con mejor puntuación.

En la tabla que aparece a continuación aparecen los resultados de estos análisis de robustez y sensibilidad, expresados en % en que cada alternativa representa la más favorable respecto del total de combinaciones posible.

ALTERNATIVA	ANÁLISIS DE ROBUSTEZ	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD
Alternativa 1	61,40 %	100,00 %
Alternativa 2	34,06 %	0,00 %
Alternativa 3	4,54 %	0,00 %

Tabla 25. Resultados de los análisis de robustez y sensibilidad para cada una de las alternativas.

El análisis de robustez arroja un resultado ampliamente mayoritario de combinaciones en que la Alternativa 1 sería la alternativa con mejor puntuación en función de las diferentes combinaciones de los pesos específicos de cada uno de los indicadores. En este caso se obtiene un resultado próximo a un 61% de combinaciones posibles con mejor puntuación de Alternativa 1. En segundo lugar, quedaría la Alternativa 2 con un resultado de aproximadamente 34% de combinaciones posibles con mejor valoración.

En el análisis de sensibilidad, donde se limita el análisis de resultados de diferentes combinaciones de pesos en función de un rango establecido, el resultado es claramente favorable a la Alternativa 1, ya que, en todos los casos, sería la alternativa con mejor puntuación.

9. Cumplimiento de la Orden FOM/3317/2010

Las actuaciones contempladas en este Estudio Informativo cumplen con las prescripciones de la Orden FOM/3317/2010.

10. Relación de documentos que integran el Estudio

Documento nº1 Memoria y Anejos

Memoria Descriptiva

Anejos

Anejo 1: Antecedentes

Anejo 2: Cartografía y Topografía

Anejo 3: Geología y Geotecnia

Anejo 4: Estudio de Materiales

Anejo 5: Planeamiento Urbanístico

Anejo 6: Hidrología y Drenaje

Anejo 7: Estudio de Potencia

Anejo 8: Electrificación

Anejo 9: Trazado

Anejo 10: Superestructura de Vía

Anejo 11: Movimiento de Tierras

Anejo 12: Estructuras

Anejo 13: Estación de Campillos

Anejo 14: Reposiciones de Viales

Anejo 15: Servicios Afectados

Anejo 16: Expropiaciones y Banda de Reserva

Anejo 17: Coordinación con otros Organismos

Anejo 18: Programa de Obras

Anejo 19: Análisis Multicriterio

Documento N°2 Planos

Planos

1. Índice

2. Plano de Situación

3. Plano de Conjunto

4. Electrificación

4.1. Emplazamiento Edificios Técnicos

4.2. Planta Centro de Transformación

4.2.1. Planta Tipo Centro de Autotransformación Intermedio (ATI)

4.2.2. Planta Tipo Centro de Autotransformación Final (ATF)

4.3. Ubicaciones Edificios Técnicos y Caminos de Accesos

4.3.1. Camino de Acceso Centro de Autotransformación ATI 402.6

4.3.2. Camino de Acceso Centro de Autotransformación ATF 411.1

4.3.3. Camino de Acceso centro de Autotransformación ATI 411.2

4.3.4. Camino de Acceso Centro de Autotransformación ATI 411.3

4.4. Secciones Tipo

4.4.1. Electrificación. Secciones Tipo. Vía en Recta

4.4.2. Electrificación. Secciones Tipo. Vía en Curva

4.4.3. Secciones Tipo. Vía General en Viaducto

4.4.4. Secciones Tipo. P.A.E.T (3 Vías)

4.5. Puntos Singulares.

4.5.1. Sección Tipo. Macizos con Placa Descentrada

4.5.2. Sección Tipo. Viaducto Silleta de Anclaje de Poste

4.5.3. Sección Tipo. Tendido Feeder Centro de Autotransformación ATI 402.5

5. Trazado

5.1. Alternativas de Trazado

5.1.1. Planta General

5.1.2. Planta de Condicionantes

5.2. Alternativa 1

5.2.1. Planta General

5.2.2. Planta de Trazado

5.3. Alternativa 2

5.3.1. Planta General

5.3.2. Planta de Trazado

5.3.3. Perfil Longitudinal

5.4. Alternativa 3

5.4.1. Planta General

5.4.2. Planta de Trazado

5.4.3. Perfil Longitudinal

Apéndice 4: Estudio de Flora y Hábitats de interés comunitario

6. Secciones Tipo

Apéndice 5: Informe de seguimiento anual de avifauna y quirópteros

6.1. Renovación de Vía

Apéndice 6: Estudio de repercusiones sobre la Red Natura 2000

6.2. Variantes de Trazado

Apéndice 7: Estudio de impacto e Integración paisajística

7. Superestructura de Vía

Apéndice 8: Estudio Arqueológico

8. Nueva Estación Campillos

Apéndice 9: Valoración de impacto en Salud

8.1. Planta General

Planos

8.2. Urbanización

8.3. Edificio Estación

8.4. Esquema de Vía Estación

9. Estructuras

9.1. Alternativa 1

9.2. Alternativa 2

9.3. Alternativa 3

Documento N°3 Valoración Económica

Valoración Económica

Documento N°4 Estudio de Impacto Ambiental

Memoria Estudio de Impacto Ambiental

Apéndice 1: Antecedentes ambientales

Apéndice 2: Estudio Acústico

Apéndice 3: Estudio de campos magnéticos

11. Resumen y Conclusiones

La conexión Bobadilla-Algeciras, y por ende el tramo Bobadilla – Ronda, forma parte del Corredor Mediterráneo y Atlántico, integrándose dentro de la Red Transeuropea de Transporte Ferroviario. Actualmente está inmersa en una renovación integral de cara a implementar una infraestructura de calidad con la capacidad suficiente para soportar los futuros tráficos previstos en la línea y mejorar así el acceso ferroviario a las comarcas de la Bahía de Algeciras y Campo de Gibraltar.

Dentro de estos trabajos, como parte de la modernización de esta línea ferroviaria, se contemplan las obras de electrificación, lo que junto a otras actuaciones permitirá la mejora de la regularidad, fiabilidad y seguridad de las circulaciones, optimizando la explotación ferroviaria.

Como consecuencia de la *“Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula informe de Impacto Ambiental de sometimiento a evaluación ambiental ordinaria del proyecto “electrificación del tramo Bobadilla-Ronda (Málaga-Cádiz)”*, se hace necesario someter a procedimiento de evaluación ambiental ordinaria el proyecto de electrificación. A su vez y debido a que la traza actual discurre por el espacio ZEC y ZEPA de “Lagunas de Campillos”, es necesario estudiar variantes de trazado en esta área.

En el presente estudio informativo se han estudiado 3 alternativas.

Alternativa 1. Electrificación de la vía actual. Longitud de la actuación 73,6 km.

Alternativa 2. Electrificación de la vía actual, evitando mediante una variante de trazado cualquier afección a área sensible de protección territorial y medioambiental presente en la zona (Espacio Natural Protegido, ZEC, ZEPA, humedales, IBA, ZIAE, hábitats prioritarios, espacios de protección del medio físico). Variante de 12.916,7 m.

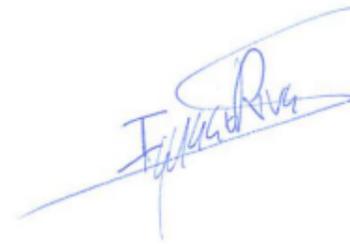
Alternativa 3. Similar a la alternativa 2, diferenciándose en que la variante de trazado que plantea aprovecha más el trazado existente, ya que tienen como objetivo principal evitar la afección solo a las zonas de protección especial (Espacio Natural Protegido, ZEC, ZEPA, humedales, IBA, hábitats prioritarios). Variante de 8.005,5 m.

En cuanto a las afecciones de carácter social más relevantes destaca el cambio de ubicación de la estación de Campillos, el cual implica un aumento de recorrido, pero sin que esto suponga un aumento de tiempo de viaje en vehículo privado motorizado.

El tipo de electrificación es común a todas las alternativas anteriormente indicadas, esto es, la instalación de un sistema de línea aérea de contacto tipo CA-200 (25KV) definida por ADIF con catenaria compensada apta para los requerimientos de la instalación.

Por todo lo anterior y a tenor de los resultados del análisis multicriterio realizado en el estudio informativo, considerando los criterios funcionales, ambientales, territoriales y económicos, se considera que la Alternativa 1 es la que mejor cumple los objetivos perseguidos.

EL REPRESENTANTE DE LA ADMINISTRACIÓN



IGNACIO JOSÉ RIVAS HURTADO DE MENDOZA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

EL AUTOR DEL ESTUDIO



FERNANDO GARCÍA VALERO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.