

ANÁLISIS MULTICRITERIO

ANEJO 19

ÍNDICE

1. Introducción y Objeto.....	1
2. Metodología de análisis.....	2
2.1. Descripción general de la metodología de análisis	2
2.2. Determinación de los criterios de valoración	3
2.3. Determinación de los Indicadores	3
2.4. Calificación de Indicadores.....	3
2.5. Ponderación	4
2.6. Matriz de Valoración de Alternativas	4
2.7. Análisis Comparativo de Alternativas	5
3. Valoración de alternativas	5
3.1. Indicadores del Criterio Funcional	5
3.1.1. Calidad del Trazado.....	5
3.1.2. Mejora en Estaciones	6
3.2. Indicadores del Criterio Ambiental.....	7
3.2.1. Matriz de asignación de pesos	9
3.2.2. Matriz de caracterización.....	9
3.2.3. Matriz de Cuantificación de Impactos.....	9
3.2.4. Análisis medioambiental de las alternativas de estudio. Jerarquización de impactos	12
3.2.5. Análisis comparativo de alternativas.....	12
3.3. Indicadores del Criterio Integración Territorial.....	13
3.3.1. Aumento de la demanda.....	13
3.3.2. Pasos a nivel	14
3.4. Indicadores del Criterio de Inversión y Plazo de ejecución.	15

3.4.1.	Presupuesto de inversión.....	15
3.4.2.	Plazo de ejecución	15
3.4.3.	Valoración final para criterio de inversión y plazo de ejecución	15
4.	Comparación de alternativas	16
4.1.	Análisis de Robustez	16
4.2.	Análisis de Sensibilidad	17
5.	Conclusiones.....	18

APÉNDICE 1. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y ROBUSTEZ

1. Introducción y Objeto

El presente anejo tiene como objeto realizar el análisis comparativo de las distintas alternativas estudiadas en el ESTUDIO INFORMATIVO DE LA “ELECTRIFICACIÓN DE LA LÍNEA BOBADILLA – ALGECIRAS, TRAMO BOBADILLA – RONDA”, con el fin de seleccionar aquella que presenta un mayor nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y que, en consecuencia, se propondrá para su desarrollo en fases posteriores.

Para llevar a cabo este análisis, se ha recurrido a técnicas de análisis multicriterio, aplicando los métodos descritos a continuación en el presente anejo.

El presente Estudio Informativo tiene por objeto principal la definición de las actuaciones necesarias para la electrificación de la línea Bobadilla-Algeciras en su tramo de Bobadilla a Ronda. 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.

La primera alternativa mantiene el corredor ferroviario actualmente existente, mientras que las alternativas 2 y 3 incorporan sendas variantes de trazado debido a los condicionantes ambientales presentes en Lagunas de Campillos. Estas dos variantes de trazado evitan 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” delimitadas en el territorio.

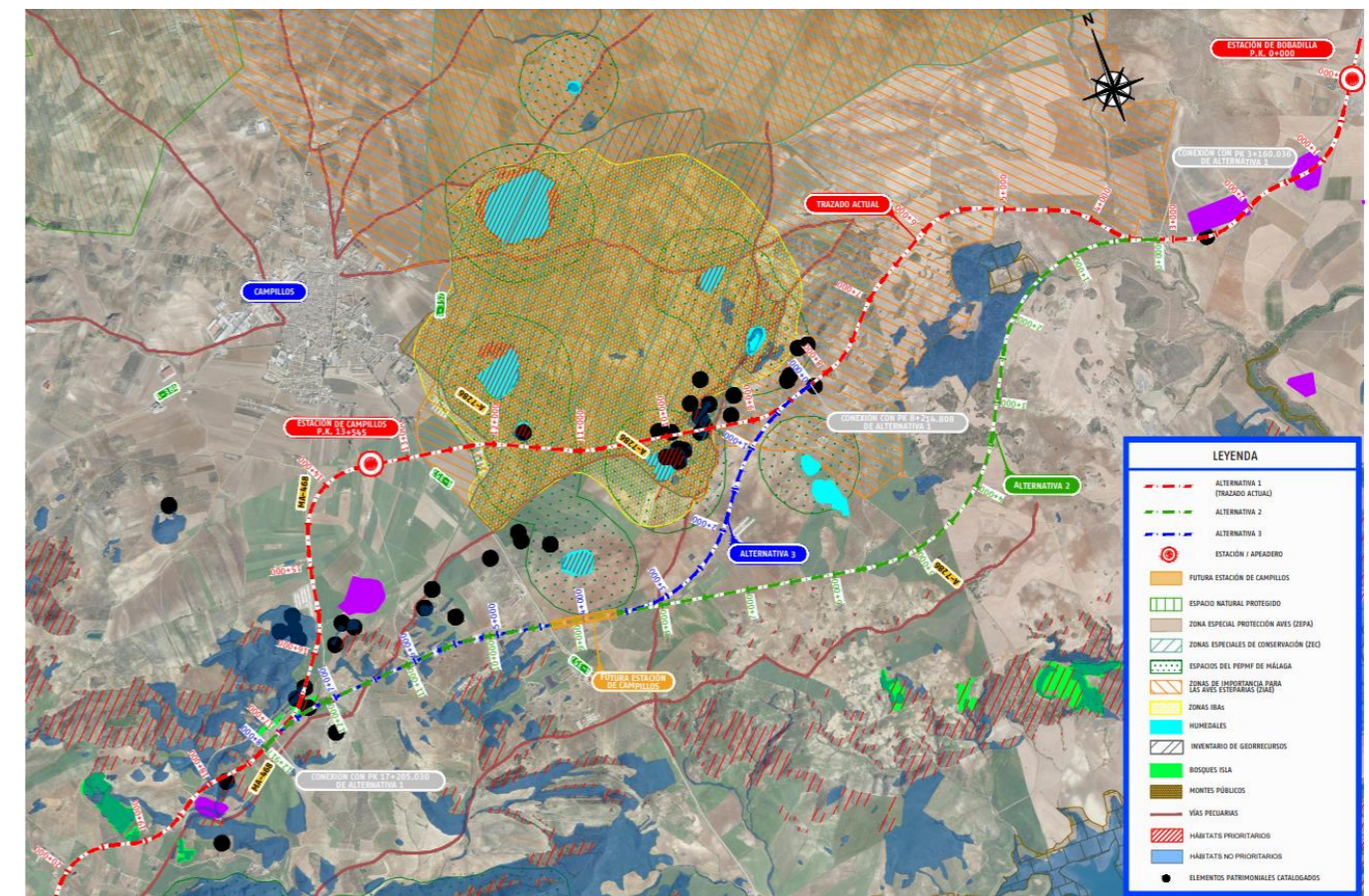


Imagen 1. Alternativas de trazado al actual en la zona afectada.

Como punto de partida para la generación de las variantes de trazado de las alternativas 2 y 3 se ha tomado el trazado de la alternativa 1.

Alternativa 1

La alternativa 1 se corresponde a la solución de electrificación considerando el trazado ferroviario correspondiente a la plataforma existente, incluyendo únicamente rectificaciones puntuales por motivos de gálibos en el cruce con los pasos superiores PS-03 y PS-05 (situados en el tramo entre la estación de Bobadilla y el P.K. 20+000).

Alternativa 2

La alternativa 2 presenta una variante de trazado con una longitud de 12.916 m y se observa identificada con color verde en la figura anterior. Esta variante de trazado comienza en el arroyo de las Tinajas, donde se desviaría del trazado actual tomando una dirección suroeste hacia el

Arroyo de la Cañada de la Vega. Con este desvío, se mantendría el trazado tanto fuera de las Zonas PEPMF de Málaga, como de la Zona de importancia para las aves Esteparias (ZIAE).

En este primer tramo se encuentran dos viaductos para salvar los consecuentes arroyos encontrados por el camino. La vía continuará con dirección suroeste hasta el P.K. 5+000, donde empieza a subir levemente dirección noroeste.

Seguidamente en el P.K. 8+500 coincidirá con la variante de trazado de la alternativa 3. Aquí avanzará hasta el P.K. 12+917 donde coincidirá de nuevo con el trazado de vía existente, manteniéndose fuera de la zona protegida de la Laguna de la Marcela.

Alternativa 3

La alternativa 3 presenta una variante de trazado (identificada con color azul en la figura anterior) que se inicia 4.911 m más adelante sobre el trazado actual que la variante de trazado correspondiente a la alternativa 2. Mediante esta alternativa de trazado, el mismo se mantendría dentro de la Zona de importancia para las aves Esteparias (ZIAE), pero se evitarían los espacios PEPMF de Málaga. Su longitud sería 8.005 m y su trazado sería coincidente con la variante de la alternativa 2 a partir del PK 3+611.

Desde su inicio toma una dirección suroeste, salvando las Zonas PEPMF de la Laguna de Camuñas, Laguna de Toro y Laguna de Capacete. Finalizará en el P.K. 8+005, donde coincidirá con el P.K. 12+917 de trazado de la Alternativa 1, manteniéndose fuera de la zona protegida de la Laguna de la Marcela.

2. Metodología de análisis

2.1. Descripción general de la metodología de análisis

En el presente Estudio Informativo, la metodología de análisis que conduce a la selección de la alternativa más favorable según los condicionantes de partida se ha basado en el desarrollo del siguiente proceso:

- Determinación de los criterios, factores y conceptos simples más adecuados para valorar el nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y del grado de integración en el medio de cada alternativa.
- Obtención de los indicadores que permitan la valoración cuantitativa de las alternativas con respecto a estos criterios.
- Obtención del modelo numérico que permite sintetizar las valoraciones parciales en un solo índice aplicando coeficientes de ponderación o pesos que permitan graduar la importancia de cada criterio.
- Aplicación de procedimientos de análisis basados en el modelo numérico obtenido y que, empleando diversos criterios de aplicación de pesos, permitan la evaluación y comparación de alternativas



Imagen 2. Metodología de análisis.

Tras la obtención del modelo numérico se deben evaluar las alternativas de forma global, empleando procedimientos que permitan aplicar los coeficientes de ponderación necesarios sin distorsionar los resultados. El procedimiento empleado es el análisis de preferencia y consiste

en aplicar pesos a cada criterio de tal forma que respondan a un orden de preferencias relativas que se propone como más adecuado para evaluar la actuación.

2.2. Determinación de los criterios de valoración

Atendiendo a los objetivos fijados para la actuación y a las características del medio social y ambiental en el que ésta se desarrolla, se ha estimado conveniente valorar las alternativas considerando los siguientes criterios:

- **Criterio Funcional:** La sociedad espera que la actuación que se realice sea la que ofrezca el mejor servicio al usuario del modo de transporte analizado.
- **Criterio Ambiental:** La sociedad espera que la actuación que se realice provoque el mínimo impacto ambiental sobre el entorno por el que discurre.
- **Criterio de Integración Territorial:** La sociedad espera que la actuación que se realice genere la máxima integración territorial sobre el entorno por el que discurre y se corresponda con una infraestructura lo más segura posible.
- **Criterio de inversión y plazo de ejecución:** La sociedad espera que la actuación que se realice posea la mayor rentabilidad económica y en el menor plazo posible.

2.3. Determinación de los Indicadores

Como puede apreciarse, dada la generalidad de los criterios perseguidos, se hace necesaria la selección de unos indicadores que permitan evaluar el grado de cumplimiento de los mismos.

Estos indicadores deben ser representativos del objetivo perseguido, pero a la vez lo más concretos posible. Además, deben ser independientes y evitar la redundancia. Es deseable además que sean fácilmente aplicables (que se puedan hacer operaciones con ellos).

La selección de los indicadores de evaluación constituye el punto más importante de todo este proceso, ya que caracterizarán a las distintas alternativas, y conseguirán destacar las diferencias reales entre ellas en orden al cumplimiento de los objetivos establecidos.

A continuación, se enumeran todos ellos, indicando a qué objetivo corresponden:

- Criterio Funcional
 - Calidad de trazado
 - Mejora en Estaciones
- Criterio Ambiental
 - Impactos Ambientales
- Criterio de Integración Territorial
 - Aumento de demanda
 - Supresión de Pasos a nivel
- Criterio de Inversión y plazo de ejecución
 - Coste económico de inversión
 - Plazo de ejecución de la obra

2.4. Calificación de Indicadores

Una vez seleccionados los indicadores se trata de establecer una metodología para evaluar el grado de cumplimiento de cada alternativa con respecto a cada indicador. Dicha evaluación debe ser homogénea, y según se ha dicho, en nuestro caso se ha realizado sobre una escala de 0 (valor más desfavorable) a 10 (valor más favorable).

Las distintas variables contempladas en los indicadores podrán ser cuantificables o no cuantificables. En cualquier caso, los indicadores expresarán el grado de satisfacción en la escala antes dicha mediante funciones numéricas de transformación.

2.5. Ponderación

En el análisis comparativo de alternativas existe una doble ponderación. En primer lugar, es necesario ponderar el grado de participación de cada indicador en la consecución del objetivo definido. Mediante la aplicación de esta ponderación a las escalas homogéneas (de 0 a 10) obtenidas para cada indicador, se deduce la puntuación total para cada uno de los objetivos.

En segundo lugar, debe ponderarse el mayor o menor interés o expectativa social respecto a los distintos objetivos perseguidos.

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

ANÁLISIS COMPARATIVO	RANGO (Min-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 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 2. Tabla resumen de indicadores para cada uno de los criterios de evaluación (objetivos).

2.6. Matriz de Valoración de Alternativas

Con los indicadores descritos, y por aplicación para cada una de las alternativas, se obtendrá la matriz de valoración de alternativas, y con los pesos establecidos anteriormente se tendrá:

Indicadores	Peso	Valoración Alt. 1		....	Valoración Alt. n	
		Sin peso	Con peso		Sin peso	Con peso
1 Funcionales	P_1	a_{11}	$P_1 \cdot a_{11}$	....	a_{1n}	$P_1 \cdot a_{1n}$
2 Ambientales	P_2	a_{21}	$P_2 \cdot a_{21}$	....	a_{2n}	$P_2 \cdot a_{2n}$
3 Integración Territorial	P_3	a_{31}	$P_3 \cdot a_{31}$	....	a_{3n}	$P_3 \cdot a_{3n}$
4 Inversión y plazo de ejecución	P_4	a_{41}	$P_4 \cdot a_{41}$	....	a_{4n}	$P_4 \cdot a_{4n}$
TOTAL		a_{i1}	$P_i \cdot a_{i1}$	....	a_{in}	$P_i \cdot a_{in}$

Tabla 3. Matriz valoración alternativas.

Donde:

- P_i = pesos asignados a cada objetivo.

- a_{ij} = valor del indicador del aspecto i para la alternativa j.

2.7. Análisis Comparativo de Alternativas

Como ya se ha mencionado, se emplea un método cuantitativo de agregación total, en el que se obtiene la valoración global de las tres alternativas a partir de la matriz de valoración, asignando un peso a cada objetivo, y obteniendo un único indicador global que caracteriza a cada alternativa como la suma ponderada de los criterios por sus pesos, siendo la suma de dichos pesos la unidad.

La alternativa finalmente propuesta será aquella que consiga la mayor puntuación global.

3. Valoración de alternativas

3.1. Indicadores del Criterio Funcional

Bajo esta denominación se recogen todos aquellos aspectos relacionados con la funcionalidad y la prestación del servicio con su nueva configuración. 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

3.1.1. Calidad del Trazado

Resulta necesario valorar qué beneficios aporta cada una de las alternativas de trazado al tráfico de viajeros. En el presente apartado se va a valorar la calidad del trazado de cada una de las alternativas estudiadas.

Para ello, se ha optado por realizar una valoración global de los respectivos trazados que tenga en cuenta la calidad tanto en planta como en alzado.

Para la **valoración de la calidad en planta** se establecen rangos de radios de las alineaciones circulares por la importancia de estos y su influencia directa en la velocidad de circulación del material móvil. Se evitará incluir en la valoración las alineaciones rectas, ya que se considera que puede desvirtuar la valoración de la alternativa. Se podría dar el caso que, en un tramo con una recta muy larga, se incluya un radio reducido. Estas situaciones, para la explotación, son mucho peor que un trazado con un radio mucho más generoso, pero más largo, aunque la recta se reduzca. Se trata de valorar que no se produzcan diferencias de velocidades máximas en el trazado en planta. En este caso se considera que radios mayores de 10.000 se asimilarán a rectas, por lo que no se considerarán en la valoración.

Así, resultan los siguientes escalones con sus correspondientes coeficientes de ponderación.

Radio R (m)	Coeficiente de ponderación
R < 750	1
750 R < 1.200	2
1.200 R < 1.800	3
1.800 R < 2.500	4
2.500 < R < 10.000	5

Tabla 4. Criterio de valoración de la calidad en planta.

Para cada una de las tres alternativas se obtiene la longitud parcial correspondiente a cada rango de radios, que posteriormente se multiplica por el coeficiente de ponderación correspondiente y, tras sumar las cantidades resultantes de los 5 rangos, se divide entre la longitud total para obtener un valor representativo de la alternativa entre 1 y 5. A mayor valor resultante, mejor será su trazado en planta.

Por lo que respecta a la **valoración del trazado en alzado**, se ha considerado la pendiente longitudinal, pues representa el parámetro esencial mediante el cual se pueden comparar las alternativas, estableciendo, al igual que se hizo con el trazado en planta, unos rangos de valores con sus correspondientes coeficientes de ponderación. Dichos rangos y coeficientes se recogen en la siguiente tabla.

Pendiente Longitudinal	Coeficiente de ponderación
P > 15	1
10 < P ≤ 15	2
5 < P ≤ 10	3
1 < P ≤ 5	4
P ≤ 1	5

Tabla 5. Criterio de valoración de la calidad en planta.

Al igual que en el análisis de trazado en planta, se han obtenido las longitudes parciales de cada una de las alternativas para cada rango de pendientes, las cuales se multiplican por los correspondientes factores de ponderación, posteriormente se han sumado y dividido por la

longitud total de la misma, calculándose la valoración entre 1 y 5 relativa a cada uno de ellos. Los valores mayores corresponderán a los mejores trazados.

Con el objetivo de lograr una valoración global de la calidad del trazado, se ponderan las valoraciones de planta y alzado y longitud.

Criterio	Peso
Planta	0,5
Alzado	0,5

Tabla 6. Ponderación de la valoración de las variables de calidad.

A partir de estas consideraciones se obtiene una puntuación del indicador de calidad del trazado para cada una de las alternativas como se indica en la tabla siguiente, con los datos obtenidos del Anejo Nº9 Trazado y Anejo Nº10 Superestructura de Vía.

ALTERNATIVA	PLANTA	ALZADO	PONDERACIÓN MEDIA
ALT 1	1,90	3,22	5,12
ALT 2	3,00	2,75	5,75
ALT 3	3,61	2,96	6,57

Tabla 7. Valoración de alternativas para indicador de calidad de trazado.

3.1.2. Mejora en Estaciones

Mediante este indicador se pretende tener en consideración la mejora en la estación que supone la ejecución de una nueva estación en Campillos en las diferentes alternativas de trazado.

Para ello, se ha optado por realizar una valoración global de la ejecución de una nueva estación de viajeros o el mantenimiento de la estación existente.

Tipología de Estación	Coeficiente de ponderación
Estación existente	5
Nueva Estación	10

Tabla 8. Criterio de valoración de la tipología de mejora en estaciones.

A partir de estas consideraciones se obtiene una puntuación del indicador de Estaciones para cada una de las alternativas como se indica en la tabla siguiente:

ALTERNATIVA	PONDERACIÓN MEDIA
ALT 1	5
ALT 2	10
ALT 3	10

Tabla 9. Valoración de alternativas para indicador de mejora en estaciones.

3.2. 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.

La importancia viene definida por las características del efecto; la importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante la suma de los valores asignados (subjetivamente) a cada uno de los atributos como se define a continuación:

Signo	Será negativo (-) cuando se traduzca en una pérdida del recurso o su valor y positivo (+) cuando suponga una mejora respecto a la situación preoperacional.
Complejidad	Será simple (1) cuando se manifiesta sobre un solo componente del medio; acumulativo (3) cuando incrementa progresivamente su gravedad; y sinérgico (5) cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Persistencia	Será permanente (3) cuando suponga una alteración indefinida en el tiempo; y temporal (1) cuando la alteración no es indefinida.
Efecto	Se refiere a la relación causa-efecto. Por tanto, el efecto será directo (2) cuando la repercusión de la acción sea consecuencia directa de ésta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto directo, actuando éste como una acción de segundo orden (1).
Momento	Se refiere al momento de aparición del impacto. A los impactos originados a corto plazo (dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual) se les asigna un valor (3), a medio plazo (antes de cinco años) el valor (2) y a largo plazo (periodo superior a 5 años) el valor (1).

Para determinar la magnitud se han buscado aquellos indicadores fácilmente cuantificables. En otros casos, ante la falta de estos baremos, se proponen algunos de uso posible. No quiere esto decir, sin embargo, que sean los únicos aplicables. Dado su generalizado uso y fácil comprensión, tanto los baremos comúnmente usados, como los propuestos se transforman a una escala de 0 a 10. La escala señala directamente la magnitud del impacto, siendo 0 el mínimo y 10 el máximo.

El cálculo de los indicadores de magnitud se basa en ponderar respecto a una referencia, que según el caso puede ser la superficie o la longitud. Mediante esta referencia, se pondera para calcular el valor medio de la unidad de superficie o longitud, que es el denominado indicador de impacto.

Las magnitudes o indicadores de impacto de cada tramo no son directamente comparables entre sí, ya que cada uno tiene una superficie o longitud diferente. Así, puede tener mayor magnitud un tramo muy pequeño. Para permitir la comparación, se calculan los indicadores de cada alternativa, que se obtienen ponderando de nuevo la superficie o longitud de los tramos que lo componen por sus correspondientes valores, y usando siempre como referencia la superficie

(vegetación, montes y vías pecuarias, orografía) o longitud (fauna, paisaje) de la alternativa que mayor ocupación tenga. Estos datos finales por alternativas se recogen en el presente capítulo.

Tras la valoración de impacto se concluirá la viabilidad de las alternativas en relación a sus efectos sobre cada uno de los factores del medio analizados. El impacto global para cada alternativa se calcula como suma de los productos de los impactos sobre los diferentes factores del medio por los coeficientes de ponderación de estos factores.

En función de estos criterios y de la calidad del elemento del medio afectado, los impactos se han calificado de acuerdo con la nomenclatura y definición que especifica el Anexo VI de la Ley 21/2013:

- *Impacto ambiental compatible:* Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras.
- *Impacto ambiental moderado:* Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- *Impacto ambiental severo:* Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.
- *Impacto ambiental crítico:* Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

La asignación de los valores de los pesos se ha llevado a cabo teniendo en cuenta el peso de cada uno de los factores en el conjunto del Estudio sometido a Estudio de Impacto Ambiental.

Para el cálculo de la ponderación media final del criterio ambiental para cada una de las alternativas, que permita su comparación con las restantes, se han empleado matrices que consideran los siguientes parámetros básicos:

Importancia	<p>Los valores y justificación de estos para cada aspecto (complejidad, intensidad, extensión, persistencia, efecto, periodicidad, reversibilidad y recuperabilidad), se recogen para cada impacto en el capítulo anterior.</p> <p><i>Importancia = Signo (Complejidad+Persistencia+Efecto+Momento)</i></p> <p>Para poder comparar la importancia con la magnitud del impacto, es preciso normalizarla. Para ello se le asigna un valor mínimo de 0,7 puntos (resultado mínimo obtenido en el cálculo de la importancia normalizada de la matriz de caracterización) y un máximo de 1 (resultado máximo obtenido en el cálculo de la importancia normalizada de la matriz de caracterización).</p> <p>La normalización se realiza mediante la expresión:</p> $\text{Imp.normalizada} = \frac{0,3 \times (\text{Imp. efecto} - \text{Imp. mínima})}{\text{Imp. máxima} - \text{Imp. mínima}} + 0,7$											
Magnitud	<p>Las magnitudes de los distintos impactos se calcularán en el apartado 3.2.3 del presente capítulo, recogiendo los valores por alternativas en el apartado 3.2.4 del presente capítulo. La única consideración al respecto es que, por homogeneidad, se equiparan a una escala de 0 a 1, en vez de 0 a 10 como se calcularon. Por ello, para su empleo en las matrices se dividen entre 10. Este cambio de escala de referencia se debe a que la escala entre 0 y 10 es de más fácil comprensión, siendo preferible para la explicación del cálculo de los indicadores, y para evitar excesivos decimales.</p> <p>Sin embargo, para los cálculos de la matriz, se prefiere la escala de 0 a 1 (equiparable a la de la importancia normalizada), para evitar que los resultados numéricos sean excesivamente altos e incómodos de manejar.</p>											
Importancia x Magnitud	<p>Del producto de la importancia normalizada por la magnitud, también normalizada, resulta un valor corregido, donde se tiene en cuenta el impacto en sí y sus características intrínsecas. Este valor variará entre 0 y 1, de tal forma que es posible caracterizar los impactos según su valor:</p> <table border="1" data-bbox="1754 1541 2745 1766"> <thead> <tr> <th>Carácter</th> <th>Rango</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Compatible</td> <td>0-0,25</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>0,25-0,50</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>0,50-0,75</td> </tr> <tr> <td>Crítico</td> <td>0,75 – 1,00</td> </tr> </tbody> </table>		Carácter	Rango	Compatible	0-0,25	Moderado	0,25-0,50	Severo	0,50-0,75	Crítico	0,75 – 1,00
Carácter	Rango											
Compatible	0-0,25											
Moderado	0,25-0,50											
Severo	0,50-0,75											
Crítico	0,75 – 1,00											
Peso del factor	<p>La asignación del peso se realiza distribuyendo 1.000 puntos entre los distintos factores del medio, según su singularidad, interés o valor en la zona o comarca.</p>											

Valor final del impacto	El valor final del impacto se obtiene multiplicando el resultado del producto de la importancia por la magnitud por el peso del factor. Con ello, se tienen en cuenta los parámetros que definen el impacto en sí, y la importancia que tendrá afectar al recurso concreto en la zona de estudio.
Valor global de la alternativa	El valor global de una alternativa concreta, que permitirá su comparación con las restantes, será el resultado de sumar los valores finales de todos los impactos cuantificados.

3.2.3. Matriz de Cuantificación de Impactos.

Estas matrices recogen la valoración de impactos de cada una de las alternativas del proyecto. La obtención de los distintos valores ha seguido los pasos reseñados en los apartados anteriores. Como se ha comentado anteriormente, el ámbito de referencia de cada alternativa es la superficie (en m2) para vegetación, montes y vías pecuarias y orografía, y la longitud (en metros) para fauna y paisaje.

Las matrices resultantes se recogen a continuación.

3.2.1. Matriz de asignación de pesos

La siguiente matriz recoge la asignación de pesos en el ámbito de las alternativas

	RECURSO	Peso
Medio biológico	Vegetación/Hábitats	250
Espacios Naturales	Fauna	400
Paisaje	Paisaje	100
Patrimonio Medio Natural	Vías Pecuarias y Montes Públicos	50
Medio físico	Orografía	200
VALOR GLOBAL PONDERADO		1000

3.2.2. Matriz de caracterización.

Se trata de cuantificar la importancia del impacto sobre cada uno de los factores en función de los siguientes aspectos cualitativos: signo, complejidad (C), efecto (EF), persistencia (P) y momento (M), cuyos valores y justificación se recogen para cada impacto en los apartados anteriores.

FACTOR	SIGNO	C	P	EF	M	IMP	IMPORTANCIA NORMALIZADA
Vegetación	-	1	3	2	3	9	0,70
Fauna	-	5	3	2	3	13	1,00
Paisaje	-	1	3	2	3	9	0,70
Montes Públicos y Vías Pecuarias	-	1	3	2	3	9	0,70
Orografía	-	1	3	2	3	9	0,70

La importancia del impacto toma, pues, valores entre 0,7 y 1.

VALORACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA VEGETACIÓN

La importancia normalizada del presente factor es de

0,70

El peso del presente factor es de

250

		Sin hábitat	Hábitats no prioritarios	Hábitats prioritarios	AMBITO DE REFERENCIA	INDICADOR	MAGNITUD	IMP.NORM. X MAG	VALOR DE IMPACTO	VALOR FINAL
		0	II	III						
		0	7	10						
HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO	Alternativa 2	281.560,00	0,00	0,00	281.560,00	0,00	0,00	0,00	Compatible	0,00
	Alternativa 3	342.237,90	17.576,47	11.168,42	370.982,79	0,63	0,06	0,04	Compatible	11,07
	Alternativa 1	300.100,49	436,20	10.782,44	311.319,13	0,36	0,03	0,02	Compatible	5,23

VALORACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA FAUNA

La importancia normalizada del presente factor es de

1,00

El peso del presente factor es de

400

		Hábitats de olivar/dehesa/encinar	Hábitats esteparios de interés faunístico	Espacios de la Red Natura	AMBITO DE REFERENCIA	INDICADOR	MAGNITUD	IMP.NORM. X MAG	VALOR DE IMPACTO	VALOR FINAL
		I	II	III						
		4	7	10						
FAUNA	Alternativa 1	0,00	0,00	2.570,00	14.078,00	1,83	0,18	0,18	Compatible	73,02
	Alternativa 2	9.226,25	3.020,24	0,00	12.917,00	4,49	0,41	0,41	Moderado	164,93
	Alternativa 3	7.226,79	289,59	0,00	13.052,00	2,37	0,22	0,22	Compatible	87,89

VALORACIÓN DE IMPACTOS SOBRE EL PAISAJE

La importancia normalizada del presente factor es de

0,70

El peso del presente factor es de

100

		Baja	Media-Baja	Media	Media-Alta	Alta	AMBITO DE REFERENCIA	INDICADOR	MAGNITUD	IMP.NORM. X MAG	VALOR DE IMPACTO	VALOR FINAL
		I	II	III	IV	V						
		1	2,5	5	7,5	10						
SENSIBILIDAD PAISAJÍSTICA	Alternativa 1	11.181	0	0	2.836	0	14.017,36	2,31	0,23	0,16	Compatible	16,20
	Alternativa 2	602	10.931	1.326	59	0	12.917,62	2,71	0,25	0,17	Compatible	17,48
	Alternativa 3	4.260	8.881	459	53	0	13.653,42	2,14	0,21	0,15	Compatible	14,56

VALORACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS MONTES Y LAS VÍAS PECUARIAS

La importancia normalizada del presente factor es de

0,70

El peso del presente factor es de

50

		Sin montes ni vías pecuarias	Vías pecuarias sin deslindar	Vías pecuarias deslindadas	AMBITO DE REFERENCIA	INDICADOR	MAGNITUD	IMP.NORM. X MAG	VALOR DE IMPACTO	VALOR FINAL
		0	II	III						
		0	7	10						
MONTES Y VÍAS PECUARIAS	Alternativa 1	278.310,00	3.000,00	250,00	281.560,00	0,08	0,01	0,00	Compatible	0,22
	Alternativa 2	367.267,79	3.375,00	340,00	370.982,79	0,07	0,01	0,01	Compatible	0,25
	Alternativa 3	307.372,13	3.375,00	572,00	311.319,13	0,09	0,01	0,01	Compatible	0,28

VALORACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA OROGRAFÍA

La importancia normalizada del presente factor es

0,70

El peso del presente factor es de

200

		Sin afección	Pendiente 0-2%	Pendiente 2-10%	Pendiente 10-25%	Pendiente 25-50%	AMBITO DE REFERENCIA	INDICADOR	MAGNITUD	IMP.NORM. X MAG	VALOR DE IMPACTO	VALOR FINAL
		I	II	III	IV	V						
		0	2	5	8	10						
PENDIENTES	Alternativa 1	281.560,00	0,00	0,00	0,00	0,00	281.560,00	0,00	0,00	0,00	Compatible	0,00
	Alternativa 2	0,00	71.161,86	207.506,69	80.662,45	11.651,79	370.982,79	5,23	0,52	0,37	Moderado	73,27
	Alternativa 3	100.920,00	33.650,73	133.193,09	38.979,78	4.575,52	311.319,13	3,50	0,29	0,21	Compatible	41,17

3.2.4. Análisis medioambiental de las alternativas de estudio. Jerarquización de impactos

Los resultados de la valoración se sintetizan en las siguientes matrices:

• Alternativa 1 (vía actual)

Factor	Ámbito de estudio	Indicador	Magnitud	Importancia Normalizada	Imp x mag	Pesos	Valor Final
Vegetación	281.560,00	0,00	0,00	0,70	0,00	250,00	0,00
Fauna	14.078,00	1,83	0,18	1,00	0,18	400,00	73,02
Paisaje	14.017,36	2,31	0,23	0,70	0,16	100,00	16,20
Montes Públicos – Vías Públicas	281.560,00	0,08	0,01	0,70	0,00	50,00	0,22
Orografía	281.560,00	0,00	0,00	0,70	0,00	200,00	0,00
							89,44

• Alternativa 2

Factor	Ámbito de estudio	Indicador	Magnitud	Importancia Normalizada	Imp x mag	Pesos	Valor Final
Vegetación	370.982,79	0,63	0,06	0,70	0,04	250,00	11,07
Fauna	12.917,00	4,49	0,41	1,00	0,41	400,00	164,93
Paisaje	12.917,62	2,71	0,25	0,70	0,17	100,00	17,48
Montes Públicos – Vías Públicas	370.982,79	0,07	0,01	0,70	0,01	50,00	0,25
Orografía	370.982,79	5,23	0,52	0,70	0,37	200,00	73,27
							267,00

• Alternativa 3

Factor	Ámbito de estudio	Indicador	Magnitud	Importancia Normalizada	Imp x mag	Pesos	Valor Final
Vegetación	311.319,13	0,36	0,03	0,70	0,02	250,00	5,23
Fauna	13.052,00	2,37	0,22	1,00	0,22	400,00	87,89
Paisaje	13.653,42	2,14	0,21	0,70	0,15	100,00	14,56
Montes Públicos – Vías Públicas	311.319,13	0,09	0,01	0,70	0,01	50,00	0,28
Orografía	311.319,13	3,50	0,29	0,70	0,21	200,00	41,17
							149,13

3.2.5. Análisis comparativo de alternativas

	Vegetación	Fauna	Paisaje	Montes Públicos y Vías Pecuarias	Orografía	VALOR FINAL
Alternativa 1	0,00	73,02	16,20	0,22	0,00	89,44
Alternativa 2	11,07	164,93	17,48	0,25	73,27	267,00
Alternativa 3	5,23	87,89	14,56	0,28	41,17	149,13

A partir de estos resultados se normaliza la valoración a una ponderación media entre 0-10, dando un valor de 10 al valor final más bajo y se han ajustado el resto de los valores.

ALTERNATIVA	PONDERACIÓN MEDIA
ALT 1	10,00
ALT 2	3,35
ALT 3	6,00

Tabla 10. Valoración de alternativas para Criterio Medioambiental.

3.3. Indicadores del Criterio Integración Territorial

Bajo esta denominación se recogen todos aquellos aspectos relacionados con la integración territorial que la futura infraestructura ferroviaria y la situación actual realiza sobre el entorno en 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

3.3.1. Aumento de la demanda

Un criterio de gran relevancia a la hora de caracterizar la integración de una solución ferroviaria con el entorno en donde se localiza consiste en el aumento de la demanda que pudiera presentar.

En este sentido las diferentes variantes respecto al trazado existente (incluidas en alternativas 2 y 3) suponen un desplazamiento de la estación de Campillos. Este desplazamiento de la estación conlleva un aumento del recorrido de los usuarios de la estación. No obstante, a partir de un análisis de los accesos actuales y futuros se considera que, aunque la nueva estación se desplace 3.000 metros en dirección sur, el tiempo de recorrido (desde el centro urbano de Campillos) será similar.

Este cambio de ubicación de la estación de Campillos implica un aumento de recorrido, sin que esto implique un aumento de tiempo de viaje en vehículo privado motorizado.

La carretera actual que conecta Campillos con la estación es una carretera de un carril por sentido (Carretera de la estación), con un ancho total de 6 metros, y un arcén a

ambos lados de 1,5 metros cada uno, siendo el ancho de cada carril de 2 metros. Según el Real Decreto 970/2020 esta tipología de carreteras tendrá un límite de velocidad de 30 km/h, aunque la Autoridad Municipal podría haber aumentado la velocidad máxima hasta 50 km/h si así estuviera señalizado. En este caso no se aprecian señales indicativas, por lo que se supone un límite de 30 km/h.

Tomando este recorrido desde el centro de la localidad de Campillos hay una distancia de 2,1 kilómetros, el tiempo de viaje hasta la estación es de unos 7 minutos en vehículo motorizado, pudiendo hacer este recorrido a pie con un tiempo de recorrido de 25 minutos, o en bicicleta con un tiempo de 8 minutos.

La carretera que conectaría Campillos con la estación propuesta es una carretera de un carril por sentido, A-357, cuenta con un ancho total de 10 metros, de los cuales 1,5 metros corresponden a un arcén por ambos lados, siendo el ancho de cada carril de 3,5 metros. Se trata de una vía de la red autonómica andaluza básica que una la localidad de Campillos con la ciudad de Málaga. Según el Mapa de Velocidades Medias de Recorrido de la Red Autonómica de Carreteras de Andalucía, en el tramo objeto de esta redacción en la A-357, existen diferentes velocidades medias en función del tramo. Se dispondría de un primer tramo con velocidades que oscilan entre los 61-70 km/hora, uno posterior con velocidades medias de 71-80 km/h y, por último, una zona de velocidades entre 81-90 km/h.

Tomando este recorrido desde el centro de la localidad de Campillos hay una distancia de 5 kilómetros, el tiempo de viaje hasta la estación es de unos 7 minutos en vehículo privado motorizado, sin posibilidad de hacer este recorrido a pie por la inexistencia de vía peatonal. En bicicleta se aumentaría el tiempo de viaje a 16 minutos.

A continuación, se presenta un cuadro comparativo resumen con lo comentado anteriormente.

ALTERNATIVA	ESTACIÓN de CAMPILLOS	DISTANCIA al MUNICIPIO DE CAMPILLOS (km)	Tviaje coche (min)	Tviaje bici (min)	Tviaje peatón (min)
ALT 1	Ubicación actual	2,1	7	8	25
ALT 2	Nueva ubicación	5	7	16	-
ALT 3	Nueva ubicación	5	7	16	-

Tabla 11. Cuadro resumen de tiempos de viaje hasta estación Campillos.

A la vista de los tiempos de viaje, se puede concluir que la ubicación de la nueva estación prevista en las alternativas 2 y 3 no penaliza significativamente la demanda, ya que ya que el tiempo de viaje realizado en vehículo privado es el mismo. Únicamente el porcentaje de usuarios que realizan el desplazamiento a pie (que se estima en un 2%) dejará de utilizar el transporte público y se desplazará en vehículo privado.

Así, en función de la demanda, se consideran los siguientes coeficientes de ponderación.

Aumento de demanda	Coficiente de ponderación
Duplicación de la demanda actual	10
Mantenimiento de la demanda actual	5
Pérdida total de la demanda actual	0

Tabla 12. Criterio de valoración del aumento de la demanda.

A partir de estos coeficientes, se estima como el aumento de demanda en cada alternativa como sigue:

ALTERNATIVA	PONDERACIÓN MEDIA
ALT 1	5
ALT 2	4,9
ALT 3	4,9

Tabla 13. Valoración de alternativas para la característica de aumento de la demanda.

3.3.2. Pasos a nivel

Un criterio de gran relevancia a la hora de caracterizar la integración de una solución ferroviaria con el entorno donde se localiza consiste en el número de pasos a nivel que pudiera presentar.

En este sentido, se pretende tener en cuenta la eliminación de pasos a nivel que suponen las Alternativas 2 y 3 en el tramo de variantes en Lagunas de Campillos, lo cual conlleva adicionalmente un aumento en la seguridad de los tráficos ferroviarios y viarios en el ámbito de la actuación

Los pasos a nivel existentes en la actualidad que quedan afectados, en caso de proponer una variante de trazado u otra, se corresponden con los siguientes:

PK	RD_TITULAR	RD_USO	RD_CLASE	MUNICIPIO	DENOMINACIÓN
7/484	PÚBLICO	VEHÍCULOS	A2	Campillos	CAMINO DE LA DEGOLLADA
12/130	PÚBLICO	VEHÍCULOS	P	Campillos	CAMINO A PEÑARRUBIA
13/702	PÚBLICO	VEHÍCULOS	A3	Campillos	CAMINO VECINAL
14/618	PARTICULAR	VEHÍCULOS	P	Campillos	CAMINO PARTICULAR

Tabla 14. Tabla resumen de pasos a nivel afectados.

La ejecución de nuevos corredores en su versión de variante de trazado implica que, una vez ejecutadas las obras definidas en la solución incluida en la presente actuación, todos los pasos a nivel existentes en la actualidad serán suprimidos.

Dada la gran importancia de esta actuación de supresión de pasos a nivel se puntuará con un 10 a la variante que suprime los 4 pasos a nivel afectados en el Estudio Informativo y con 0 a la situación actual donde se mantendrían los 4 pasos a nivel.

ALTERNATIVA	PONDERACIÓN MEDIA
ALT 1	0
ALT 2	10
ALT 3	7,5

Tabla 15. Valoración de alternativas para la característica de supresión de pasos a nivel.

3.4. 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.

3.4.1. Presupuesto de inversión

Es importante conocer el coste de la inversión inicial. El coste de inversión incluye el correspondiente a la obra civil de cada una de las alternativas. Se ha obtenido a partir de la valoración económica desglosada en el Documento nº3 Valoración Económica. En este caso, se ha optado por adoptar el Presupuesto para Conocimiento de la Administración (P.C.A.), que incorporará también los costes asociados a expropiaciones.

En este caso, los valores extremos de la ley lineal de transformación que permiten transformar los valores representativos a una puntuación entre 0 y 10 son:

ALTERNATIVA	PRESUPUESTO CONOCIMIENTO ADMINSTRACIÓN (€)	PONDERACIÓN MEDIA
ALT. 1	83.343.792,96	10,00
ALT. 2	132.025.294,75	6,31
ALT. 3	114.794.578,33	7,26

Tabla 16. Valoración de alternativas para la característica de presupuesto de inversión.

3.4.2. Plazo de ejecución

Se considera para la evaluación la duración total de las obras previstas para la implantación de la electrificación en cada una de las alternativas. La duración de las actividades se ha extraído de la información mostrada en el Anejo 18 – Programa de obras.

En este caso, los valores extremos de la ley lineal de transformación que permiten transformar los valores representativos a una puntuación entre 0 y 10 son:

ALTERNATIVA	PLAZO EJECUCIÓN OBRAS (meses)	PONDERACIÓN MEDIA
ALT. 1	18	10,00
ALT. 2	30	6,00
ALT. 3	24	7,50

Tabla 17. Valoración de alternativas para la característica de plazo de ejecución de las obras.

3.4.3. Valoración final para criterio de inversión y plazo de ejecución

A partir de estas consideraciones se obtiene una puntuación del indicador de inversión y plazo de ejecución para cada una de las alternativas como se indica en la tabla siguiente. Se ha considerado un peso relativo 0.75 para el presupuesto de inversión (P.C.A.) y 0.25 para el plazo de ejecución, tal y como se ha indicado anteriormente de

ALTERNATIVA	P.C.A.	PLAZO	PONDERACIÓN MEDIA
ALT.1	10,00	10,00	10,00
ALT.2	6,31	6,00	6,23
ALT.3	7,26	7,50	7,32

Tabla 18. Valoración de alternativas para Criterio de Inversión y Plazo de ejecución.

4. Comparación de alternativas

Una vez valorados todos los indicadores de los cuatro objetivos utilizados se está en disposición de obtener la matriz de valoración y el indicador global de cada una de las alternativas analizadas, a partir del establecimiento de una ponderación de cada objetivo.

A continuación, se adjunta la matriz de valoración que se obtiene.

La ordenación de los diversos indicadores valorados dentro de la matriz presentada responde a la clasificación de estos en los cuatro objetivos definidos inicialmente (funcional, ambiental, integración territorial y seguridad, y económico).

Para cada uno de los indicadores, aparece el peso específico que se le ha otorgado para poder determinar un valor ponderado correspondiente al objetivo al que pertenece, así como la puntuación obtenida por para ese indicador en concreto.

También aparece la valoración ponderada (“puntuación final”) de los objetivos definidos en este análisis comparativo de 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 19. Tabla resumen de resultados análisis multicriterio.

4.1. Análisis de Robustez

Consiste el análisis de robustez en obtener para cada una de las tres alternativas las combinaciones de ponderación de los cuatro criterios básicos en las que dichas alternativas son la más favorable.

Para realizarlo, es necesario estudiar las combinaciones posibles de ponderación de los cuatro factores, que pueden tomar, en principio, valores de 0 a 1. El salto elegido para el desarrollo del estudio es de 0,05 en 0,05. La suma de los cuatro pesos, en cada caso, debe sumar la unidad.

No obstante, se considera que no son adecuadas combinaciones de los pesos en los que alguno de los componentes tome el valor cero, ya que este hecho significaría

eliminar del análisis a alguno de los objetivos principales. Por ello, se eliminan los valores 1,00, 0,95, 0,90 y 0,00 de todos los posibles

Realizada dicha consideración, los pesos pueden tomar los siguientes valores: 0,05, 0,10, 0,15, 0,20, 0,25, 0,30, 0,35, 0,40, 0,45, 0,50, 0,55, 0,60, 0,65, 0,70, 0,75, 0,80 y 0,85. Del número de combinaciones posibles de dichos valores únicamente es necesario analizar aquellas cuyos valores sumen uno, de acuerdo con la estructura esquematizada en la siguiente tabla.

FUNCIONAL	AMBIENTAL	INTEGRACIÓN TERRITORIAL	INVERSIÓN
0,85	0,05	0,05	0,05
0,80	0,10	0,05	0,05
0,80	0,05	0,10	0,05
0,80	0,05	0,05	0,10
0,75	0,10	0,10	0,05
0,75	0,10	0,05	0,10
0,75	0,05	0,10	0,10
...
0,10	0,10	0,05	0,75
0,10	0,05	0,10	0,75
0,05	0,10	0,10	0,75

Según el esquema, las combinaciones posibles son 969. El total de combinaciones indicado se mecanizará en una hoja de cálculo para obtener por cada alternativa el porcentaje del total de combinaciones en que es la alternativa más favorable. Todas estas combinaciones de resultados que se obtendrían del Análisis Multicriterio se incluyen como tablas en el Apéndice 1.

4.2. Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad consiste en limitar las combinaciones anteriores a aquellas que se encuentren dentro de un intervalo determinado que se considera como más lógico. Por tanto, el resultado obtenido será un porcentaje en que cada alternativa resulta la más favorable del total de posibles combinaciones, aunque en este caso, las posibles combinaciones son más restringidas.

En este sentido se limitan los pesos de los diferentes objetivos entre los siguientes valores:

- Criterio Funcional 0,10 a 0,30
- Criterio Ambiental 0,20 a 0,40

- Criterio de Integración Territorial 0,10 a 0,30
- Criterio de Inversión y plazo de ejecución 0,20 a 0,40

El siguiente paso es seleccionar de las 969 combinaciones ponderales definidas en el apartado anterior aquellas cuyos pesos están comprendidos en las horquillas definidas.

Con esta reducción, las posibilidades quedan reducidas a 54. Todas estas combinaciones con los resultados que se obtendrían del Análisis Multicriterio se incluyen como tablas de resultados en el Apéndice 1.

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.

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

Tabla 20. Resultados análisis de sensibilidad y robustez para cada una de las alternativas.

5. Conclusiones

Se ha realizado un análisis multicriterio de las diferentes alternativas consideradas en el Estudio. El análisis se ha realizado considerando indicadores de tipo funcional, medio ambiental, territorial y de inversión.

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 1 → Valoración final = 7,67
- Alternativa 2 → Valoración final = 5,62
- Alternativa 3 → Valoración final = 6,68

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. 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.

APÉNDICE 1. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y ROBUSTEZ

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

							969		
							595	44	330
							61,40%	4,54%	34,06%
FUNCIONAL	AMBIENTAL	TERRITORIAL	INVERSIÓN	VALOR ALT 1	VALOR ALT 2	VALOR ALT 3	GANA ALT 1	GANA ALT 2	GANA ALT 3
0,10	0,20	0,30	0,40	7,48	5,87	6,63	1	0	0
0,10	0,25	0,25	0,40	7,82	5,70	6,64	1	0	0
0,10	0,25	0,30	0,35	7,48	5,73	6,56	1	0	0
0,10	0,30	0,20	0,40	8,16	5,54	6,65	1	0	0
0,10	0,30	0,25	0,35	7,82	5,56	6,57	1	0	0
0,10	0,30	0,30	0,30	7,48	5,58	6,50	1	0	0
0,10	0,30	0,35	0,25	7,15	5,61	6,42	1	0	0
0,10	0,30	0,40	0,20	6,81	5,63	6,35	1	0	0
0,10	0,35	0,15	0,40	8,50	5,37	6,66	1	0	0
0,10	0,35	0,20	0,35	8,16	5,39	6,58	1	0	0
0,10	0,35	0,25	0,30	7,82	5,42	6,51	1	0	0
0,10	0,35	0,30	0,25	7,48	5,44	6,43	1	0	0
0,10	0,40	0,10	0,40	8,83	5,20	6,67	1	0	0
0,10	0,40	0,15	0,35	8,50	5,23	6,59	1	0	0
0,10	0,40	0,20	0,30	8,16	5,25	6,52	1	0	0
0,10	0,40	0,25	0,25	7,82	5,27	6,44	1	0	0
0,10	0,40	0,30	0,20	7,48	5,29	6,37	1	0	0
0,15	0,20	0,25	0,40	7,58	5,89	6,72	1	0	0
0,15	0,20	0,30	0,35	7,24	5,91	6,64	1	0	0
0,15	0,25	0,20	0,40	7,91	5,72	6,73	1	0	0
0,15	0,25	0,25	0,35	7,58	5,74	6,65	1	0	0
0,15	0,25	0,30	0,30	7,24	5,77	6,58	1	0	0
0,15	0,30	0,15	0,40	8,25	5,55	6,74	1	0	0
0,15	0,30	0,20	0,35	7,91	5,58	6,66	1	0	0
0,15	0,30	0,25	0,30	7,58	5,60	6,59	1	0	0
0,15	0,30	0,30	0,25	7,24	5,62	6,51	1	0	0
0,15	0,35	0,10	0,40	8,59	5,39	6,75	1	0	0
0,15	0,35	0,15	0,35	8,25	5,41	6,67	1	0	0
0,15	0,35	0,20	0,30	7,91	5,43	6,60	1	0	0
0,15	0,35	0,25	0,25	7,58	5,46	6,52	1	0	0
0,15	0,35	0,30	0,20	7,24	5,48	6,45	1	0	0
0,15	0,40	0,10	0,35	8,59	5,24	6,68	1	0	0
0,15	0,40	0,15	0,30	8,25	5,27	6,61	1	0	0
0,15	0,40	0,20	0,25	7,91	5,29	6,53	1	0	0
0,15	0,40	0,25	0,20	7,58	5,31	6,46	1	0	0
0,20	0,20	0,20	0,40	7,67	5,91	6,81	1	0	0
0,20	0,20	0,25	0,35	7,33	5,93	6,73	1	0	0
0,20	0,20	0,30	0,30	6,99	5,95	6,66	1	0	0
0,20	0,25	0,15	0,40	8,00	5,74	6,82	1	0	0
0,20	0,25	0,20	0,35	7,67	5,76	6,74	1	0	0
0,20	0,25	0,25	0,30	7,33	5,78	6,67	1	0	0
0,20	0,25	0,30	0,25	6,99	5,81	6,59	1	0	0
0,20	0,30	0,10	0,40	8,34	5,57	6,83	1	0	0
0,20	0,30	0,15	0,35	8,00	5,59	6,75	1	0	0
0,20	0,30	0,20	0,30	7,67	5,62	6,68	1	0	0
0,20	0,30	0,25	0,25	7,33	5,64	6,60	1	0	0
0,20	0,30	0,30	0,20	6,99	5,66	6,53	1	0	0
0,20	0,35	0,10	0,35	8,34	5,43	6,76	1	0	0
0,20	0,35	0,15	0,30	8,00	5,45	6,69	1	0	0
0,20	0,35	0,20	0,25	7,67	5,47	6,61	1	0	0
0,20	0,35	0,25	0,20	7,33	5,50	6,54	1	0	0
0,20	0,40	0,10	0,30	8,34	5,28	6,70	1	0	0
0,20	0,40	0,15	0,25	8,00	5,31	6,62	1	0	0
0,20	0,40	0,20	0,20	7,67	5,33	6,55	1	0	0

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ROBUSTEZ

