

**ANEJO Nº 13. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS. ANÁLISIS MULTICRITERIO**



**ANEJO Nº 13. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS. ANÁLISIS MULTICRITERIO****ÍNDICE**

1	INTRODUCCION Y OBJETO .....	1
2	ALTERNATIVAS ESTUDIADAS .....	1
	2.1 ALTERNATIVA 0. E.I. APROBADO 2004 CASTEJÓN – PAMPLONA.....	1
	2.2 ALTERNATIVA 1. NUEVO E.I. CONEXIÓN EN EL ENTORNO DE CASTEJÓN .....	2
3	METODOLOGÍA .....	3
	3.1 SELECCIÓN DE LOS OBJETIVOS .....	3
	3.2 DEFINICIÓN DEL CONJUNTO DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	3
	3.3 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS EFECTOS DE CADA ALTERNATIVA SOBRE CADA CRITERIO DE EVALUACIÓN. DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES .....	4
	3.4 DEFINICIÓN DE LA REGLA DE DECISIÓN A UTILIZAR .....	4
	3.5 COMPROBACIÓN DE LA ROBUSTEZ Y SENSIBILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS.....	4
4	CRITERIOS DE EVALUACION EN LAS ALTERNATIVAS. INDICADORES.....	5
	4.1 CRITERIO FUNCIONAL.....	5
	4.1.1 Longitud.....	5
	4.1.2 Parámetros de Trazado en Planta. Velocidad de recorrido.....	5
	4.1.3 Afeción al servicio ferroviario de la línea Casetas-Bilbao .....	5
	4.2 CRITERIO TERRITORIAL .....	6
	4.2.1 Afeción a Servicios Existentes en el territorio.....	6
	4.2.2 Criterios geotécnicos .....	7
	4.3 CRITERIO ECONÓMICO .....	10
	4.4 CRITERIO AMBIENTAL .....	11
	4.4.1 Metodología e indicadores considerados .....	11
	4.4.2 Resultados y comparación de alternativas .....	13
5	PONDERACIÓN: PESOS .....	16
6	COMPARACION DE ALTERNATIVAS APLICANDO EL ANÁLISIS MULTICRITERIO .....	16
7	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	17
8	CONCLUSIONES .....	18

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1.-	Criterio Funcional. Indicador de longitud .....	5
Tabla 2.-	Criterio Funcional. Indicador de Trazado en Planta y Velocidad de recorrido .....	5
Tabla 3.-	Criterio Funcional. Indicador de Afeción ferroviaria a la línea en servicio .....	5
Tabla 4.-	Criterio Territorial. Indicador de Afeción a Servicios Existentes en el territorio .....	6
Tabla 5.-	Criterio Territorial. Indicador de Riesgos Geológicos.....	10
Tabla 6.-	Criterio económico: Indicador Presupuesto base de licitación. ....	10
Tabla 7.-	Criterio Ambiental: Indicador Global.....	15
Tabla 8.-	Ponderación de índices por Criterios. ....	16
Tabla 9.-	Comparación de Alternativas. Hipótesis Base. ....	16
Tabla 10.-	Análisis de Sensibilidad y Robustez. Variación de Pesos .....	17
Tabla 11.-	Análisis de Sensibilidad y Robustez. Potenciación Criterio Funcional .....	17
Tabla 12.-	Análisis de Sensibilidad y Robustez. Potenciación Criterio Territorial .....	17
Tabla 13.-	Análisis de Sensibilidad y Robustez. Potenciación Criterio Económico.....	18
Tabla 14.-	Análisis de Sensibilidad y Robustez. Potenciación Criterio Ambiental .....	18
Tabla 15.-	Análisis de Sensibilidad y Robustez. Tabla Resumen .....	18



## 1 INTRODUCCION Y OBJETO

Para la definición de la solución óptima de conexión objeto del presente Estudio Informativo se parte del antecedente inmediato constituido por la solución dada a esta conexión en el E.I. Castejón – Comarca de Pamplona tramitado ambientalmente y aprobado en 2004 (denominada *Alternativa 0* en el presente documento), analizándose los nuevos condicionantes que han permitido definir la *Alternativa 1 Propuesta*.

En efecto, la *Alternativa 1 Propuesta* conjuga los nuevos condicionantes ambientales surgidos tras la Declaración de Impacto Ambiental previa (en concreto ampliación de espacios de la Red Natura 2000), al tiempo que compatibiliza dicha circunstancia con la definición de una infraestructura más eficiente, limitando su envergadura a lo estrictamente necesario. El presente Estudio por tanto tiene por objeto realizar el análisis justificativo y de definición de una optimización de la solución antecedente que cuenta con aprobación.

En consecuencia, el objeto del presente anejo es el análisis comparativo de la **Alternativa 1 Propuesta** en este Estudio, respecto de la precedente Alternativa 0 (El Aprobado 2004).

Se especificará en primer lugar la metodología empleada para llevar a cabo la comparación y, a continuación, se describirá cómo se ha aplicado al caso particular del Estudio que nos ocupa, realizando las consideraciones necesarias para adaptarla a las circunstancias que lo definen. El análisis ha considerado indicadores de selección dentro de los cuatro grandes bloques de Criterios siguientes:

- Criterio Funcional.
- Criterio Territorial.
- Criterio Económico.
- Criterio Ambiental.

## 2 ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

La actuación corresponde con un trazado ferroviario de vía única, previsto para ancho de vía convencional, 1.668 mm, electrificada que conecte la Línea de Alta Velocidad Castejón-Comarca de Pamplona (obras de plataforma, de vía doble, parcialmente construidas), con la línea convencional en servicio Casetas-Bilbao.

Se estudian dos alternativas:

- Alternativa 0: la denominada Alternativa 0 considerada de partida se corresponde con la solución prevista en el El aprobado en 2004.

Como se ha indicado, han surgido nuevos condicionantes con posterioridad a la aprobación de la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental (en particular la ampliación de espacios de la Red Natura 2000 que resultarían afectados con dicha solución).

Supone el mantenimiento sin modificaciones de la línea actual en servicio Casetas-Bilbao, por lo que se agregaría en el territorio un nuevo corredor ferroviario correspondiente a la citada Alternativa 0.

- Alternativa 1: constituye una reconsideración de los condicionantes actuales que permite evitar la afección a los espacios de ampliación de la Red Natura surgidos tras la aprobación de la D.I.A. y que al mismo tiempo define una infraestructura más eficiente, limitando su envergadura a lo estrictamente necesario.

En este escenario se elimina parte de la vía actual en servicio Casetas-Bilbao, de modo que el nuevo eje ferroviario de conexión objeto del Estudio se hace acompañar de una rectificación de la vía actual en servicio. Bajo esta Alternativa, el territorio se vería surcado por un solo eje ferroviario en el que se agrupase la línea actual (levemente rectificadas) y el nuevo eje de conexión objeto del presente Estudio.

El final de la actuación objeto de estudio, aspecto común a las dos Alternativas estudiadas, se corresponde con el estribo de inicio del Viaducto de cruce sobre el Río Ebro que se encuentra redactado a nivel de Proyecto de Construcción y que ha sido tramitado con la Confederación Hidrográfica del Ebro.

### 2.1 ALTERNATIVA 0. E.I. APROBADO 2004 CASTEJÓN – PAMPLONA

En el caso de la Alternativa 0, como se ha indicado, esta queda identificada como la situación que correspondería a adoptar la solución aprobada en el E.I. Castejón – Comarca de Pamplona (2004) para esta conexión.

El origen de la actuación se encuentra sobre la vía en servicio Casetas-Bilbao en el término municipal de Tudela, en la alineación previa a la de llegada a la estación de Castejón. A partir de dicho punto, el nuevo trazado para el eje de vía única se segrega hacia el sur (margen izquierda de la vía actual en sentido Tudela-Castejón), de modo que cruza sobre

el barranco de Valdelafuente. Dicho barranco y su entorno ha sido clasificado como perteneciente a la Zona de Especial Conservación, ZEC, del Río Ebro y afluentes, con posterioridad a la etapa de tramitación ambiental del citado EI aprobado.

A continuación, tras este cruce el trazado se orienta hacia el norte para retomar la alineación de la LAV Castejón-Comarca de Pamplona, concretamente alcanzando el estribo sur del viaducto de cruce sobre el río Ebro que constituye el final de la actuación.

Cabe señalar que en el territorio se localizan algunas vías pecuarias coincidentes en su recorrido con caminos agrícolas. En la definición de esta solución se ha tenido en cuenta la continuidad de los caminos agrícolas interceptados y, en particular, la de las vías pecuarias. La reposición de las mismas, representada en Planos de manera diferenciada, se ha hecho coincidir en la medida de lo posible aprovechando el itinerario de caminos agrícolas existentes, al objeto de no mermar la disponibilidad del suelo agrícola que flanquea la actuación.

El ramal de conexión así definido tiene una longitud de unos 5 kilómetros y contemplaría la previsión de las siguientes estructuras para permeabilidad territorial:

- PS 1 Paso Superior de Camino (PK 1+000)
- PS 2 Paso Superior de Camino (PK 2+200)
- Viaducto sobre el Barranco de Valdelafuente L=30 m. Estructura no prevista en el EI 2004 y que se contempla ahora como resultado de los cálculos hidráulicos realizados conforme a la normativa vigente en la actualidad.
- Viaducto de cruce sobre el Ferrocarril Casetas-Bilbao y caminos de servicio (PK 4+400) L=82 m

En esta Alternativa, se mantiene sin modificaciones la línea ferroviaria actual Casetas-Bilbao, de modo que el territorio quedaría atravesado por dos corredores ferroviarios.

NOTA: El trazado considerado ha sido levemente adaptado respecto del EI 2004 con objeto de hacer viable su conexión con el Proyecto de Construcción del Viaducto sobre el Río Ebro (objeto de PC independiente).

## 2.2 ALTERNATIVA 1. NUEVO E.I. CONEXIÓN EN EL ENTORNO DE CASTEJÓN

La Alternativa 1, como se ha indicado, constituye una reconsideración de los condicionantes actuales que permite evitar la afección a los espacios de ampliación de la Red Natura surgidos tras la aprobación de la DIA y que al mismo tiempo define una infraestructura más eficiente, limitando su envergadura a lo estrictamente necesario.

El origen de la actuación se encuentra sobre la vía en servicio Casetas-Bilbao en el término municipal de Tudela, en la alineación de llegada a la estación de Castejón. A partir de dicho punto, el nuevo trazado para el eje de vía única se segrega hacia el sur (margen izquierda de la vía actual en sentido Tudela-Castejón). Este origen de la actuación hace que no se cruce el barranco de Valdelafuente, a diferencia de la situación prevista en el Alternativa 0, por lo que no se afecta la zona clasificada como Zona de Especial Conservación, ZEC, del Río Ebro y afluentes con posterioridad a la etapa de tramitación ambiental del citado EI aprobado.

A continuación, el trazado se orienta hacia el norte para retomar la alineación de la LAV Castejón-Comarca de Pamplona, concretamente alcanzando el estribo sur del viaducto de cruce sobre el río Ebro que constituye el final de la actuación.

Cabe señalar que en el territorio se localizan algunas vías pecuarias coincidentes en su recorrido con caminos agrícolas. En la definición de esta solución se ha tenido en cuenta la continuidad de los caminos agrícolas interceptados y, en particular, la de las vías pecuarias. La reposición de las mismas, representada en Planos de manera diferenciada, se ha hecho coincidir en la medida de lo posible aprovechando el itinerario de caminos agrícolas existentes, al objeto de no mermar la disponibilidad del suelo agrícola que flanquea la actuación.

El ramal de conexión así definido tiene una longitud de unos 3 kilómetros y contemplaría la previsión de la siguiente estructura para permeabilidad territorial:

- PS 1 Paso Superior de Camino y Vía Pecuaria Ramal de la Malacena (PK 1+400)

En este escenario se elimina parte de la vía actual en servicio Casetas-Bilbao (desmantelándose parte del mismo), de modo que el nuevo eje ferroviario de conexión objeto del Estudio se hace acompañar de una rectificación de la vía actual en servicio. Bajo esta Alternativa, el territorio se vería surcado por un solo eje ferroviario en el que se agrupase la línea actual (levemente rectificadas) y el nuevo eje de conexión objeto del presente Estudio. Como consecuencia de la remodelación funcional ferroviaria descrita, se evita el cruce del ramal de conexión de nuevo trazado sobre la vía convencional actual, lo que evita la necesidad de una nueva estructura y reduce el movimiento de tierras global de la actuación.

Este trazado cuenta con menor recorrido, evitando el cruce con el Barranco de Valdelafuente que forma parte de la ZEC, puesto que conecta con la vía existentes antes de alcanzar esta zona. Además, conlleva el poder liberar una parte del recorrido del ferrocarril actual y proceder a su desmantelamiento y restauración o reversión al uso que se estipule.

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 SELECCIÓN DE LOS OBJETIVOS.

Se identifica en primer lugar el conjunto de objetivos perseguidos. En el caso del Estudio como el que nos ocupa los objetivos marcados son cuatro:

- **OBJETIVO FUNCIONAL:** Se valora positivamente dentro de este criterio aquella alternativa con mejores parámetros de trazado por su repercusión en el confort del usuario y la menor necesidad de mantenimiento. También se considerará positivamente la menor interferencia con el servicio ferroviario ya existente.
- **OBJETIVO TERRITORIAL:** Se considerará más beneficiosa desde el punto de vista del criterio territorial aquella alternativa que origine menores afecciones a elementos preexistentes en el territorio como son los servicios susceptibles de afección. También se valorará la compatibilidad con el medio físico atravesado, en particular, los potenciales riesgos geológicos.
- **OBJETIVO ECONÓMICO:** Se valorará como más ventajosa aquella alternativa que requiera menor inversión para la ejecución de las obras.
- **OBJETIVO AMBIENTAL:** Se valorará como más ventajosa aquella alternativa que menos impactos (o de menor magnitud agregada) origine sobre el medio ambiente.

#### 3.2 DEFINICIÓN DEL CONJUNTO DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

Dentro de cada criterio será preciso identificar (y evaluar) un conjunto de variables (a través de indicadores), que permitan calibrar el grado de compatibilidad de cada alternativa con cada uno de los objetivos.

Dado que el propósito es la comparación entre la Alternativa 0 (situación inicial) y la Alternativa 1 (Propuesta), la identificación de variables a evaluar dentro de cada criterio se centra en los aspectos diferenciadores entre ambas:

- Funcional
  - Longitud de alternativas
  - Parámetros del Trazado en Planta. Velocidad media del tramo
  - Afección al servicio ferroviario de la línea Casetas-Bilbao.
- Territorial
  - Riesgos Geológico-Geotécnicos
  - Afección a Servicios Afectados
- Económico
  - Presupuesto de Inversión (PEM)
- Ambiental
  - Efecto barrera y fragmentación
  - Ruidos y vibraciones
  - Variaciones morfológicas y paisajísticas
  - Nuevo corredor (permeabilidad, paisaje)
  - Ocupación de suelos, usos productivos y regadíos
  - Riesgo de contaminación
  - Mayores necesidades de recursos en obra
  - Efecto barrera y fragmentación
  - Ruidos y vibraciones
  - Riesgo de contaminación por accidente

- Magnitud de la obra
- Consumo de recursos materiales
- Intrusión paisajística
- Afección al relieve y paisaje
- Afección a las aguas: drenaje y calidad por vertidos
- Afección a la vegetación
- Afección a la fauna
- Afección a la ZEC del río Ebro (Barranco de Valdelafuente) y sus valores

### 3.3 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS EFECTOS DE CADA ALTERNATIVA SOBRE CADA CRITERIO DE EVALUACIÓN. DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES

Se trata de trasladar el comportamiento de cada una de las variables con respecto a cada uno de los criterios de valoración a una escala numérica, de tal forma que cada uno de los criterios definidos tenga un valor para cada una de las alternativas estudiadas (indicadores).

Este proceso tiene básicamente dos etapas, la primera de ellas consiste en la definición de una variable denominada indicador que refleje de forma cuantitativa el comportamiento, mientras que la segunda impone la definición de una regla de transformación que ponga todos los indicadores definidos en la misma escala de trabajo.

Este escalado (con resultado final entre cero y uno) se efectúa en cada caso en función del propio indicador, de sus características y variaciones, teniendo en cuenta en cada caso qué valor se considera como cero (más desfavorable) y qué valor merece un uno (más favorable) y realizando una estimación para los valores intermedios, siendo estas estimaciones, generalmente, lineales.

Se emplea una escala homogénea de valores (0-1), siendo 1 la más favorable y 0 la más desfavorable. Así, la comparación de las distintas alternativas se realiza obteniendo los índices de comparación según la expresión siguiente:

$$P_{ij} = 1 - \frac{p_j - p_i}{p_{ji}}$$

Siendo:

$P_{ij}$  Puntuación del indicador de la alternativa i ó j.

$p_i$ : medición del índice de alternativa más favorable.

$p_i$ : medición del índice de alternativa más desfavorable.

$p_{ji}$ : medición del índice de alternativa más favorable.

### 3.4 DEFINICIÓN DE LA REGLA DE DECISIÓN A UTILIZAR.

Una vez cuantificados los comportamientos de cada una de las alternativas con respecto a cada uno de los objetivos de valoración, se elige la regla de decisión a utilizar. Gracias a esta regla de decisión se combinarán de forma adecuada los distintos objetivos para, en función de su importancia relativa, obtener la alternativa que se acerque más al objetivo perseguido.

La comparación de las alternativas se realiza obteniendo los índices de pertinencia según la expresión siguiente:

$$I_i = \sum c_{ij} P_j$$

Siendo:

$I_i$ : EL INDICE DE PERTINENCIA de la opción i.

$C_{ij}$ : FACTOR DE COMPARACIÓN de la opción i para el criterio j.

$P_j$ : EL PESO asignado al criterio.

### 3.5 COMPROBACIÓN DE LA ROBUSTEZ Y SENSIBILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS.

Se trata de generar distintas variaciones de los pesos y de calcular en esos casos la decisión mediante el método mencionado en el apartado anterior. Gracias a este hecho se podrá obtener el conjunto de soluciones más adecuado para cada conjunto de pesos aplicado y permitir el establecimiento de un orden dentro del conjunto de alternativas que sirvió como hipótesis al problema.



#### 4 CRITERIOS DE EVALUACION EN LAS ALTERNATIVAS. INDICADORES

A continuación, se describe, para cada criterio (funcional, territorial, económico y ambiental), las variables e indicadores asociados diferenciadores entre las dos alternativas estudiadas. Únicamente se han considerado aspectos que marcan diferencia entre las alternativas omitiéndose otros aspectos caracterizadores de las obras que no aportarían contenido a nivel comparativo para la toma de decisiones.

##### 4.1 CRITERIO FUNCIONAL

###### 4.1.1 Longitud

Se contabilizan la longitud de la vía de alta velocidad proyectada. (En el caso de la reposición prevista en la Alternativa 1 Propuesta para la vía de ancho convencional en servicio Casetas-Bilbao no se tiene en cuenta la longitud involucrada, dado que económicamente ya se toma en cuenta su efecto en el criterio económico y, desde el punto de vista de su existencia, no es propiamente una novedad territorial).

Se considera como alternativa más favorable (indicador 1) la alternativa con longitud menor, esto es, la Alternativa 1 Propuesta.

Criterio Funcional: LONGITUD		
NOMBRE	LONGITUD (m)	INDICADOR
ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)	4.954	0,349
ALTERNATIVA 1(PROPUESTA)	3.000	1,000

Tabla 1.- Criterio Funcional. Indicador de longitud

En este caso la Alternativa más ventajosa es la Alternativa 1 (Propuesta).

###### 4.1.2 Parámetros de Trazado en Planta. Velocidad de recorrido

Se ha considerado como alternativa más favorable la alternativa con mayor velocidad de recorrido, a tenor de su radio mínimo en planta.

Criterio Funcional: TRAZADO/VELOCIDAD			
NOMBRE	R mínimo (m)	Vmáx (km/h)	INDICADOR
ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)	1.780	200	1,000
ALTERNATIVA 1(PROPUESTA)	1.160	170	0,850

Tabla 2.- Criterio Funcional. Indicador de Trazado en Planta y Velocidad de recorrido

En este caso la Alternativa más ventajosa sería la Alternativa 0 (El Aprobado 2004).

###### 4.1.3 Afección al servicio ferroviario de la línea Casetas-Bilbao

Este criterio considera la afección al tráfico existente en la línea en servicio Casetas-Bilbao.

En el caso de la Alternativa 0 (El Aprobado 2004) la afección se reduciría a la ejecución de la estructura sobre dicho ferrocarril en servicio que, al haberse considerado como tipología de la estructura un tablero de vigas prefabricado, no supondrá un condicionante relevante para la explotación, pudiéndose regular la ejecución de los elementos más próximos a las vías en servicio mediante un Plan Marco (ejecución de cimentaciones adyacentes a las vías y lanzamiento de las vigas del tablero).

En el caso de la Alternativa 1 (Propuesta), la propia reposición de la vía actual supone una afección al tráfico en servicio si bien, dado que se plantea la ejecución en una primera fase del desvío considerado, la afección se limitaría a las conexiones en el origen y final de la actuación. Dichas conexiones supondrán una afección puntual a gestionar mediante cortes puntuales regulados igualmente en un Plan Marco.

Cuantitativamente, se considera que la afección a la línea en servicio Casetas-Bilbao sería mayor en la Alternativa 1 (Propuesta) que en la Alternativa 0 (El Aprobado 2004), pero en todo caso de carácter moderado y temporal limitada a la fase puntual de obras correspondiente. Se asignan los siguientes indicadores:

Criterio Funcional: AFECCIÓN FERROVIARIA LÍNEA EN SERVICIO		
NOMBRE	ALCANCE	INDICADOR
ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)	MÍNIMO	1,000
ALTERNATIVA 1(PROPUESTA)	MODERADO	0,700

Tabla 3.- Criterio Funcional. Indicador de Afección ferroviaria a la línea en servicio

4.2 CRITERIO TERRITORIAL

4.2.1 Afección a Servicios Existentes en el territorio

Conforme se definen en el Anejo 9 de Reposición de Servidumbres y Servicios Afectados, las alternativas 0 y 1 serían susceptibles de afectar a distintos servicios preexistentes (si bien cabe señalar que en todos los casos las afecciones se considerarían de carácter ordinario, susceptibles de reposición convencional):

	ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)	ALTERNATIVA 1 (Propuesta)
<b>LÍNEAS ELÉCTRICAS</b>		
Línea eléctrica de media tensión. Alternativa 1, Eje 3 PK 2+510	- €	24.375,00 €
Línea eléctrica de alta tensión. Alternativa 0 PK 4+290 Y Alternativa 1, Eje 3 PK 2+380 y PK 2+470,Eje 1	32.240,00 €	32.240,00 €
Línea eléctrica aérea de alta tensión. Alternativa 0 PK 4+110 y Alternativa 1 PK 2+250 (cruce sin afección)	33.150,00 €	- €
<b>GASODUCTOS</b>	- €	11.830,00 €
<b>PROYECTO DEL CANAL DE NAVARRA FASE II</b>	103.675,00 €	- €
<b>INFRAESTRUCTURAS DE REGADÍO</b>	118.248,00 €	106.392,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>287.313,00 €</b>	<b>174.837,00 €</b>

	ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)	ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)
<b>LÍNEAS ELÉCTRICAS</b>		
Línea eléctrica de media tensión. Alternativa 1, Eje 3 PK 2+510	-	1
Línea eléctrica de alta tensión. Alternativa 0 PK 4+290 Y Alternativa 1, Eje 3 PK 2+380 y PK 2+470,Eje 1	1	1
Línea eléctrica aérea de alta tensión. Alternativa 0 PK 4+110 y Alternativa 1 PK 2+250 (cruce sin afección)	1	-
<b>GASODUCTOS</b>	-	1
<b>PROYECTO DEL CANAL DE NAVARRA FASE II</b>	2	-
<b>INFRAESTRUCTURAS DE REGADÍO</b>	2	2
<b>TOTAL AFECCIONES UNITARIAS</b>	<b>6</b>	<b>5</b>

Criterio Territorial: AFECCIÓN SERVICIOS EXISTENTES		
NOMBRE	Uds afección	INDICADOR
ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)	6	0,800
ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)	5	1,000

Tabla 4.- Criterio Territorial. Indicador de Afección a Servicios Existentes en el territorio.

Dado que a nivel económico la cuantía de dichas reposiciones será tenida en cuenta dentro del Criterio Económico, en esta variable se valora la complejidad para las obras, así como la posible afección por demoras en coordinaciones: tanto más probable a mayor número de servicios afectados de mayor relevancia.

Como indicador se ha considerado el número de afecciones unitarias de relevancia por tipo de servicio. En el caso de la potencial afección al Proyecto del Canal de Navarra Fase II se ha considerado esta afección unitaria como doble en el caso de la Alternativa 0. También se han considerado como afecciones dobles las relativas a reposición de infraestructuras de riego, fundamentalmente por el potencial consumo de plazo ante la necesidad de coordinación con asociaciones de regantes y propietarios:

En este caso la Alternativa más ventajosa es la Alternativa 1 (Propuesta).

#### 4.2.2 Criterios geotécnicos

Las formaciones geológico-geotécnicas diferenciadas en el área de estudio se han valorado a partir de 8 índices geotécnicos, según se desarrolla en el Anejo 4 de Geología, Geotecnia e Hidrogeología. Este análisis constituye un punto de partida para la comparación global considerada el presente Análisis Multicriterio.

En cada índice se ha definido hasta cuatro grados, de 1 a 4, con un peso en la valoración final en función de la mayor o menor importancia para cada uno de ellos. Los índices utilizados han sido los siguientes:

- Índice de aprovechamiento de tierras.
- Índice de capacidad portante.
- Índice de excavabilidad.
- Índice de agresividad al hormigón.
- Índice de expansividad.
- Índice de estabilidad desmontes.
- Índice de estabilidad de rellenos.
- Índice de acuíferos.

La valoración para cada uno de ellos es la siguiente:

##### 4.2.2.1 Índice de aprovechamiento de tierras

1. Aprovechamiento para núcleo de rellenos y otros usos.
2. Aprovechamiento únicamente para núcleo de terraplenes.
3. Aprovechable no previsible.
4. No aprovechable. Vertedero.

##### 4.2.2.2 Índice de capacidad portante

1. Buena capacidad portante. Suelos duros o densos-densos.
2. Capacidad portante media. Suelos muy firmes.
3. Capacidad portante baja. Suelos moderadamente firmes a firmes.
4. Suelos de malas características geotécnicas y muy deformables.

##### 4.2.2.3 Índice de excavabilidad

1. Excavable por medios mecánicos normales.
2. Excavable y puntualmente ripable.
3. Ripable con prevoladura.
4. Voladura.

##### 4.2.2.4 Índice de agresividad al hormigón

1. Sin presencia de yesos.
2. Contenidos bajos de sulfatos o sales disueltas.
3. Niveles medios-altos de sulfatos o sales disueltas.
4. Formaciones eminentemente yesíferas o salinas.

##### 4.2.2.5 Índice de expansividad

1. Sin problemas de expansividad.
2. Marginal.
3. Crítico.
4. Muy crítico.

##### 4.2.2.6 Índice de estabilidad de desmontes

1. Taludes estables con pendientes iguales o superiores al 1H:1V para alturas moderadas.
2. Taludes con ciertos problemas de estabilidad. Inclinationes del tipo 3H:2V.
3. Taludes con problemas de estabilidad. Inclinationes del tipo 2H:1V.
4. Problemas de estabilidad asociados a movimientos del terreno. Importantes medidas de contención.

##### 4.2.2.7 Índice de estabilidad de rellenos

1. Rellenos donde no se esperan deformaciones importantes del terreno de apoyo.
2. Apoyo sobre suelos que experimentarán una cierta deformación.

3. Apoyo de rellenos sobre materiales que, por su altura y características de los suelos de cimentación, requerirán ciertos saneos.
4. Necesidad de tratamientos específicos de mejora y tratamiento de los suelos de apoyo.

4. Suelos de terraza alta
5. Rellenos antrópicos y suelos de vaguada del Barranco de Valdelafuente

#### 4.2.2.8 Índice de acuíferos

1. Impermeable, buen drenaje superficial. No hay acuíferos afectados.
2. Nivel freático profundo. Drenaje aceptable.
3. Posibilidad de niveles acuíferos próximos a la superficie aunque sean locales. Torrentes estacionales.
4. Nivel freático próximo a la superficie. Zonas inundables.

#### 4.2.2.9 Valoración de las formaciones geológicas

El peso que a cada índice se le ha adjudicado en esta zona de estudio, según su mayor o menor importancia, es el siguiente:

- Índice de aprovechamiento de tierras 0.15
- Índice de capacidad portante 0.15
- Índice de excavabilidad 0.15
- Índice de agresividad al hormigón 0.10
- Índice de expansividad 0.10
- Índice de estabilidad desmontes 0.10
- Índice de estabilidad de rellenos 0.15
- Índice de acuíferos 0.10

A efectos de valoración, las formaciones geológicas diferenciadas y que serán afectadas por las distintas Alternativas, se han agrupado, teniendo en cuenta características y propiedades geotécnicas semejantes, en las siguientes unidades:

1. Terciario
2. Terrazas pleistocenas
3. Depósitos de glaciares

La valoración global del riesgo geológico-geotécnico, obtenido para cada formación y atendiendo a su afección con base a los factores anteriormente mencionados, se resume en los cuadros adjuntos para cada Alternativa.

ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)										
Unidad Geotécnica	ÍNDICES Y PARÁMETROS CONTINUOS				ÍNDICES Y PARÁMETROS DISCRETOS				Valoración global	Tanto por uno
	Aprov. material	Capacidad portante	Excavabilidad	Agresividad Hormigón	Expansividad Hinchamiento	Estabilidad desmontes	Estabilidad rellenos	Acuíferos		
	Ponderación de cada factor en la valoración global de la formación									
	0,15	0,15	0,15	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10		
1	3	1	2	3	2	1	1	1	1,750	0,169
2	1	1	2	2	1	2	1	2	1,450	0,140
3	3	2	1	3	1	2	3	2	2,150	0,208
4	1	3	1	3	2	3	3	3	2,300	0,222
5	1	4	1	3	2	4	4	3	2,700	0,261

Alternativa 0. Valoración global riesgo geológico-geotécnico

ALTERNATIVA 1 (Propuesta)										
Unidad Geotécnica	ÍNDICES Y PARÁMETROS CONTINUOS				ÍNDICES Y PARÁMETROS DISCRETOS				Valoración global	Tanto por uno
	Aprov. material	Capacidad portante	Excavabilidad	Agresividad Hormigón	Expansividad Hinchamiento	Estabilidad desmontes	Estabilidad rellenos	Acuíferos		
	Ponderación de cada factor en la valoración global de la formación									
	0,15	0,15	0,15	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10		
3	3	2	1	3	1	1	1	2	1,750	0,125
4	1	3	1	3	2	1	1	3	1,800	0,129
5	1	4	1	3	2	1	4	3	2,400	0,172

Alternativa 1 Propuesta. Valoración global riesgo geológico-geotécnico

**4.2.2.10 Valoración geológico-geotécnica de las Alternativas**

En el apartado anterior se ha obtenido una valoración de cada grupo de unidades geológico-geotécnicas diferenciadas. Para determinar la valoración geológico-geotécnica de cada una de las Alternativas se obtendrá, en primer lugar, la longitud parcial que cada Alternativa afecta a los diferentes grupos de formaciones para, a continuación, obtener una ponderación según la longitud total de cada Alternativa.

En las tablas adjuntas se muestra la valoración del indicador por unidad geotécnica y la valoración global por Alternativa en función de las longitudes parciales de trazado y condicionantes geológico-geotécnicos:

Longitud total (m)	Alternativa 0. Valoración del indicador por unidades geotécnicas					Valoración global
	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4	Unidad 5	
	0,169	0,140	0,208	0,222	0,261	
	Longitudes parciales por formaciones geotécnicas (m)					
4.955	200	2.000	750	1.300	705	<b>0,190</b>
Longitud total (m)	Alternativa 1. Valoración del indicador por unidades geotécnicas					Valoración global
	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4	Unidad 5	
	-	-	0,125	0,129	0,172	
	Longitudes parciales por formaciones geotécnicas (m)					
2.987	-	-	550	2.100	337	<b>0,133</b>

Criterio Territorial: RIESGOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS		
NOMBRE	Índice global	INDICADOR
ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)	0,190	0,571
ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)	0,133	1,000

*Tabla 5.- Criterio Territorial. Indicador de Riesgos Geológicos*

De acuerdo al análisis realizado, la Alternativa 1 resulta más favorable. Ello es debido, básicamente, a que las alturas de relleno previstas sobre los suelos de terraza alta son mucho más bajas (2-4 m), lo que redundará en una mayor estabilidad y menores deformaciones o asentamientos totales. En el caso de la Alternativa 0 se proyectan sobre estos suelos alturas de terraplén de hasta 13 m de altura, a lo que hay que añadir el cruce de los suelos de fondo de vaguada del Barranco de Valdelafuente, de baja capacidad portante y alturas de terraplén en este punto de hasta 8 m de altura.

**4.3 CRITERIO ECONÓMICO**

Para valorar este criterio la variable elegida ha sido el presupuesto base de licitación asociado a cada una de las alternativas estudiadas.

La Alternativa 1 (Propuesta) es la que presenta un presupuesto de inversión de las obras menor, por tanto, es la más ventajosa claramente respecto al Criterio Económico.

Criterio Económico: PRESUPUESTO BASE LICITACIÓN		
NOMBRE	PBL (€)	INDICADOR
ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)	30.401.726,21 €	0,580
ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)	21.411.809,50 €	1,000

*Tabla 6.- Criterio económico: Indicador Presupuesto base de licitación.*

#### 4.4 CRITERIO AMBIENTAL

##### 4.4.1 Metodología e indicadores considerados

A partir de la identificación, caracterización y comparación a nivel cualitativo, se avanza en esta fase en una caracterización a nivel cuantitativo que permita incorporar las facetas ambientales en el análisis multicriterio.

Para ello se han tomado en cuenta los factores diferenciadores estudiados en detalle en el Anejo 12 Análisis Ambiental, asignándoles una cuantificación. En concreto, en cada uno de los impactos descritos se toman en cuenta los siguientes índices o factores de medición:

FACTORES AMBIENTALES		IMPACTOS	FACTOR	VALORACIÓN
		MEDIO FÍSICO Y BIÓTICO		VALORACIÓN
ATMÓSFERA	Calidad del aire	Alteración de la calidad del aire	No marca diferencias entre alternativas	NA
	Nivel de ruido y vibraciones	Incremento niveles acústicos y vibratorios	Longitud afectada por el ruido y vibraciones de obra y del tráfico en explotación. En explotación, mantenimiento del tráfico y por lo tanto del ruido y vibraciones en la vía actual	Longitud total de trazado Longitud de vía actual con tráfico
RELIEVE Y SUELO	Suelos	Ocupación y eliminación de suelos	Longitud y ocupación por trazado	Longitud total
			Posibilidad de restauración de parte del trazado de la vía actual para usos diversos.	NA específicamente; valorado por ser inversamente proporcional a la longitud de vía actual con tráfico
	Geomorfología	Modificación perfil del terreno	Longitud del trazado (riesgo en obra y explotación)	Longitud total de trazado
			Tráfico de trenes en la vía actual	Longitud de vía actual con tráfico
			Longitud del trazado, en especial de nuevo trazado	Longitud de vía actual con tráfico
		Entidad de movimiento de tierras y estructuras	Volúmenes de taludes (desmontes + terraplenes)	
		Volúmenes de suministro de material (yacimientos y canteras) y excedentes	Volúmenes de préstamo + vertedero	
		Restauración de la vía existente	NA específicamente; valorado por ser inversamente proporcional a la longitud de vía actual con tráfico	
HIDROLOGÍA	Aguas superficiales	Alteración a la calidad de los cauces	Cruce del Barranco de Valdelafuente	Longitud de cruce del Bco. Valdelafuente (vía existente y futura)
	Aguas superficiales	Afección al drenaje natural	Cruce del Barranco de Valdelafuente	Longitud de cruce del Bco. Valdelafuente (vía existente y futura)
	Subterránea	Alteración a la calidad del acuífero	No marca diferencias entre alternativas	NA
VEGETACIÓN	Veg. Forestal	Eliminación o alteración de vegetación natural	Vegetación de pastizales húmedos de interés en el Barranco de Valdelafuente	Longitud de cruce del Bco. Valdelafuente (vía existente y futura)
FAUNA	Biotopos	Alteración de hábitats	Zona de interés faunístico en el Barranco de Valdelafuente (ZEC) con posible presencia de especies sensibles	Longitud de cruce del Bco. Valdelafuente (vía futura de nuevo trazado)
	Especies faunísticas	Ahuyentamiento durante la obra	Proximidad a las riberas del Ebro, debiéndose tomar en cuenta paradas biológicas.	Longitud a <1km de la zona de influencia y vegetación asociada al río
PAISAJE	Unidades paisajísticas	Alteración y ocupación de unidades paisajísticas	Longitud total e introducción de nuevo corredor	Longitud total de trazado
			Posibilidad de restauración de la vía actual	NA específicamente; valorado por ser inversamente proporcional a la longitud de vía actual con tráfico
	Percepción paisajista	Afección e intrusión visual	Longitud total e introducción de nuevo corredor	Longitud total de trazado
			Posibilidad de restauración de la vía actual	NA específicamente; valorado por ser inversamente proporcional a la longitud de vía actual con tráfico
		La percepción desde zonas habitadas no marca diferencias, es un impacto prácticamente nulo.	NA	
ESPACIOS NATURALES	Red Natura y ENP	Afección a integridad y valores del espacio	Afección a la ZEC Río Ebro, en el entorno del Bco. de Valdelafuente y sus proximidades	Longitud coincidente con la ZEC x 1 + Longitud a <1 km ZEC x 0,5
MEDIO SOCIAL Y CULTURAL				VALORACIÓN
TERRITORIO	Servicios e infraestructuras	Interrupción o afección	No marca diferencias entre alternativas	NA
	Planeamiento	Afección a suelos urbanos, industriales, etc	No marca diferencias entre alternativas	NA
PATRIMONIO CULTURAL	Yacimientos arqueológicos	Alteración de restos	No se afectan los restos catalogados en superficie: El impacto se daría por posible afección a restos en profundidad lo que no puede marcar diferencias entre alternativas.	NA
	Vías pecuarias	Ocupación superficial e intercepción	Cruces con vías pecuarias. No se consideran por ser un factor solventable con el diseño de las soluciones de restitución.	NA dado que se proyectan las soluciones de continuidad
SOCIO-ECONOMÍA	Actividad económica	Dinamización de la actividad económica	No marca diferencias entre alternativas	NA
	Actividad agraria	Ocupación de suelos productivos y regadíos	Longitud total y de nuevo trazado	Longitud total de trazado
	Actividad energética	Afección a instalaciones solares	Afección durante las obras (por polvo)	Longitud a <100 m de huerto solar
	Recursos naturales	Consumo de recursos naturales	Las necesidades en obra serán proporcionales a la magnitud del nuevo trazado: longitud y número de estructuras y pasos superiores, así como necesidades de material de préstamo.	Longitud total de trazado
	Residuos	Generación de residuos	La generación de residuos en obra (en explotación no se marcan diferencias) dependerá no solo de las labores de construcción sino especialmente de desmontaje y demolición de la vía actual	Longitud de vía actual a recuperar

Tabla de factores ambientales, impactos y criterio de valoración



Finalmente, los factores que se toman en cuenta en la valoración, siendo en general indicadores de varios impactos, son los siguientes:

FACTOR DE VALORACIÓN	IMPACTOS VALORADOS
Longitud total de trazado (km)	- Efecto barrera y fragmentación - Ruidos y vibraciones - Variaciones morfológicas y paisajísticas - Nuevo corredor (permeabilidad, paisaje) - Ocupación de suelos, usos productivos y regadíos - Riesgo de contaminación - Mayores necesidades de recursos en obra
Longitud de vía actual que se mantendrá con tráfico (km), siendo el resto para recuperar	- Efecto barrera y fragmentación - Ruidos y vibraciones - Riesgo de contaminación por accidente
Nº estructuras + Nº de Pasos Superiores	- Magnitud de la obra - Consumo de recursos materiales - Intrusión paisajística
Volúmenes de taludes: desmontes + terraplenes (m3)	- Afección al relieve y paisaje
Volúmenes de préstamo + vertedero (m3)	- Afección al relieve y paisaje
Longitud de nuevo punto de cruce del Bco. Valdelafuente por la vía futura (no se considera la vía existente) (m)	- Afección a las aguas: drenaje y calidad por vertidos - Afección a la vegetación - Afección a la fauna
Longitud coincidente con la ZEC x 1 + Longitud a <1 km ZEC x 0,5 (km)	- Afección a la ZEC y sus valores

Tabla de factores de valoración e impactos valorados en cada uno

La metodología aplicada se fundamenta en los siguientes pasos:

- Medición del valor absoluto conforme al indicador considerado.
- Asignación de pesos a cada factor (la suma total de pesos ha de ser 100). Los pesos se otorgan en función de varios factores: importancia del impacto valorado, rango de diferencia entre alternativas, cierta coincidencia conceptual en el factor valorado con otros también considerados, etc.
- Cálculo del valor ponderado tomando en cuenta la medición multiplicada por el peso.
- Cálculo del índice ponderado y relativo, posicionando los valores anteriores en una escala del 1-10, atribuyendo el 10, mayor impacto, a la alternativa más desfavorable y asignando a la segunda alternativa el valor relativo.
- Este índice ponderado para cada parámetro se puede sumar obteniéndose el valor global para cada alternativa.

#### 4.4.2 Resultados y comparación de alternativas

De la aplicación del análisis cuantitativo se alcanza la misma conclusión derivada del análisis cualitativo que llevó a la preselección de la Alternativa 1 como la más recomendable, de modo que en todos los factores valorados la Alternativa 0 obtiene valores más altos del índice de impactos. La valoración realizada arroja los siguientes resultados que concluyen con un valor final para el índice de 70 para la Alternativa 0, siendo la de mayor impacto en todos los factores valorados, frente a algo más de 22 para la Alternativa 1, siendo por lo tanto claramente la más recomendable.

Como resumen del análisis realizado se podría concluir con lo expuesto a continuación, evidenciándose claras diferencias entre las dos alternativas analizadas en este E.I., centradas en los siguientes aspectos, que conllevan una diferente afección en muchos de los elementos que caracterizan el entorno:

- La Alternativa 0 cuenta con una mayor **longitud de nuevo trazado** y menor **aprovechamiento de la vía actual** y no permitirá el **desmantelamiento y recuperación de la vía actual** en ningún tramo, mientras que la Alternativa 1 tiene menor longitud de nuevo trazado, conllevando un mayor aprovechamiento de la vía actual y la restauración de parte del recorrido de la misma que quedará libre de su uso ferroviario actual. Este hecho va asociado, en el caso de la Alternativa 0, a que **coexistirían ambas infraestructuras**: el trazado actual en todo su recorrido, así como el nuevo trazado, mientras que la Alternativa 1 únicamente conlleva un trazado en la mayoría de su recorrido, eliminando el ferrocarril existente. Estas diferencias suponen para la Alternativa 1 menores impactos relativos a ruidos y vibraciones, suelos (ocupación y contaminación) y cultivos, geomorfología y paisaje, menor intrusión en el territorio y menor efecto barrera.
- Por otro lado, la Alternativa 1 aprobada requiere una menor entidad de **movimiento de tierras (taludes, préstamo y vertedero) y estructuras – pasos superiores** frente a la Alternativa 0, lo que lleva implícito menor ocupación, riesgo de erosión de taludes, e impacto visual.  
  
En definitiva, conforme a los elementos descritos se puede concluir que la Alternativa 1 supone una obra de menor entidad (en trazado, estructuras y pasos, taludes, etc.) y que evita la co-existencia con el ferrocarril actual en parte del recorrido.
- La Alternativa 0 cruza sobre el **Barranco Valdelafuente**, que está dentro de los límites del espacio **Red Natura ZEC Río Ebro**, contando con valores florísticos y faunísticos. Esta es una diferencia sustancial en la comparativa referente a flora y fauna, espacios protegidos y afección a la calidad de las aguas.

Estos factores dejan claramente la comparativa a favor de la Alternativa 1, aunque hay otros impactos que también se han de considerar para los que es ligeramente más favorable la Alternativa 0 frente a la Alternativa 1:

- Mayor proximidad de la Alternativa 1 a las riberas del Ebro con posible afección por ahuyentamiento de la fauna en especial en las obras. Este efecto se paliará con precauciones durante las obras, paradas biológicas, protección de la vegetación, etc.
- La Alternativa 1 supone un mayor número de cruces con vías pecuarias siendo, no obstante, un aspecto que se subsana con el diseño de las reposiciones a las mismas.
- Es esperable un mayor volumen de residuos de obra en la Alternativa 1 asociados al desmantelamiento de parte de la vía existente.

**Con todo lo anterior, y en especial por la afección sobre la ZEC Río Ebro y los valores de flora y fauna del mismo en el Barranco de Valdelafuente, se valora que la alternativa más recomendable medioambientalmente es la Alternativa 1.**

FACTOR DE VALORACIÓN	VALOR ABSOLUTO		PESO	VALOR PONDERADO		VALOR RELATIVO PONDERADO	
	ALT. 0	ALT. 1		ALT. 0	ALT. 1	ALT. 0	ALT. 1
Longitud total (km)	5,95	3,45	20,00	119,00	69,00	10,00	5,80
Longitud de vía actual que se mantendrá con tráfico (km), siendo el resto a recuperar	5,00	2,50	15,00	75,00	37,50	10,00	5,00
Nº estructuras + Nº de Pasos Superiores	4,00	1,00	5,00	20,00	5,00	10,00	2,50
Volúmenes de taludes: desmontes+terraplenes (m3)	741.978,90	205.604,10	15,00	11.129.683,50	3.084.061,50	10,00	2,77
Volúmenes de préstamo+vertedero (m3)	666.437,36	173.270,55	10,00	6.664.373,55	1.732.705,50	10,00	2,60
Longitud de nuevo punto de cruce del Bco. Valdelafuente por la vía futura (no se considera la vía existente) (m)	350,00	-	10,00	3.500,00	-	10,00	-
Longitud coincidente con la ZEC x 1 + Longitud a <1 km ZEC x 0,5 (km)	0,98	0,35	25,00	24,38	8,75	10,00	3,59
			SUMA 100			VALOR RELATIVO PONDERADO TOTAL (0-70)	
			100,00			70,00	22,26

Criterio Ambiental: ÍNDICE GLOBAL		
NOMBRE	VALOR RELATIVO PONDERADO TOTAL (0-70)	INDICADOR
ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)	70,00	0,318
ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)	22,26	1,000

Tabla 7.- Criterio Ambiental: Indicador Global.

Se valora que la alternativa más recomendable medioambientalmente es la Alternativa 1 Propuesta.

5 **PONDERACIÓN: PESOS**

Los PESOS que se aplican a los distintos criterios de selección se muestran a continuación:

CRITERIOS DE SELECCIÓN TRAMOS 1 A 3	PESO HIPÓTESIS BASE
<b>CRITERIO FUNCIONAL</b>	
Longitud	70
Trazado/Velocidad de recorrido	90
Afección al servicio ferroviario de la línea Casetas-Bilbao	90
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>
<b>CRITERIO TERRITORIAL</b>	
Afección Servicios Existentes	125
Riesgos Geológico-geotécnicos	125
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>
<b>CRITERIO ECONÓMICO</b>	
Presupuesto Base Licitación	250
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>
<b>CRITERIO AMBIENTAL (indicadores incluidos en Anejo 12 Análisis Ambiental)</b>	
Factores ambientales	250
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>

Tabla 8.- Ponderación de Índices por Criterios.

6 **COMPARACION DE ALTERNATIVAS APLICANDO EL ANÁLISIS MULTICRITERIO**

ALTERNATIVA		ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)		ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)	
CRITERIO DE SELECCIÓN	PESO	índice de comparación	índice de pertinencia	índice de comparación	índice de pertinencia
<b>CRITERIO FUNCIONAL</b>					
Longitud	70	0,349	24,407	1,000	70,000
Trazado/Velocidad de recorrido	90	1,000	90,000	0,850	76,500
Afección al servicio ferroviario de la línea Casetas-Bilbao	90	1,000	90,000	0,700	63,000
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>		<b>204,407</b>		<b>209,500</b>
<b>CRITERIO TERRITORIAL</b>					
Afección Servicios Existentes	125	0,800	100,000	1,000	125,000
Riesgos Geológico-geotécnicos	125	0,571	71,429	1,000	125,000
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>		<b>171,429</b>		<b>250,000</b>
<b>CRITERIO ECONÓMICO</b>					
Presupuesto Base Licitación	250	0,580	145,036	1,000	250,000
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>		<b>145,036</b>		<b>250,000</b>
<b>CRITERIO AMBIENTAL (indicadores incluidos en Anejo 12 Análisis Ambiental)</b>					
Factores ambientales	250	0,318	79,500	1,000	250,000
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>		<b>79,500</b>		<b>250,000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>		<b>600,371</b>		<b>959,500</b>

Tabla 9.- Comparación de Alternativas. Hipótesis Base.

Como se observa, la Alternativa 1 Propuesta resulta más ventajosa respecto de todos los criterios considerados que la Alternativa 0 (El Aprobado 2004), excepto en el caso del Criterio Funcional para el que se puede considerar que ambas alternativas son equivalentes.

**7 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

Como se ha indicado, la Alternativa 1 Propuesta resulta más ventajosa respecto de todos los criterios considerados que la Alternativa 0 (El Aprobado 2004), excepto en el caso del Criterio Funcional para el que se puede considerar que ambas alternativas son equivalentes.

Si bien resulta habitual en este tipo de Estudios realizar un Análisis de Sensibilidad y Robustez de las ponderaciones consideradas a los efectos de calibrar la solvencia de la selección realizada, en el presente caso este análisis es trivial pues sea cual fuere la preminencia de los criterios en cada posible combinación de ponderaciones, se obtendría la misma selección: Alternativa 1 (Propuesta).

No obstante, a continuación se realiza el análisis indicado estableciendo diferentes hipótesis de cálculo en las que se ha ponderado con mayor peso cada uno de los criterios por encima de los demás (incrementándolos un 60 % y reduciendo los restantes un 20% para no modificar la suma total de los pesos).

A continuación, se muestran los pesos considerados y posteriormente los resultados obtenidos para cada alternativa con las distintas hipótesis.

**PESOS**

Los PESOS que se van a aplicar a los distintos CRITERIOS DE SELECCIÓN y para cada una de las CUATRO HIPÓTESIS a considerar, son los siguientes

CRITERIOS DE SELECCIÓN TRAMOS 1 A 3	PESO HIPÓTESIS BASE	HIPÓTESIS 1: MAYOR PESO A LOS CRITERIOS FUNCIONALES	HIPÓTESIS 2: MAYOR PESO A LOS CRITERIOS TERRITORIALES	HIPÓTESIS 3: MAYOR PESO A LOS CRITERIOS ECONÓMICOS	HIPÓTESIS 4: MAYOR PESO A LOS CRITERIOS AMBIENTALES
<b>CRITERIO FUNCIONAL</b>					
Longitud	70	112	56	56	56
Trazado/Velocidad de recorrido	90	144	72	72	72
Afección al servicio ferroviario de la línea Casetas-Bilbao	90	144	72	72	72
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>400</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
<b>CRITERIO TERRITORIAL</b>					
Afección Servicios Existentes	125	100	200	100	100
Riesgos Geológico-geotécnicos	125	100	200	100	100
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
<b>CRITERIO ECONÓMICO</b>					
Presupuesto Base Licitación	250	200	200	400	200
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>200</b>
<b>CRITERIO AMBIENTAL (Indicadores incluidos en Anejo 12 Análisis Ambiental)</b>					
Factores ambientales	250	200	200	200	400
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>400</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>

Tabla 10.- Análisis de Sensibilidad y Robustez. Variación de Pesos

ALTERNATIVA		ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)		ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)	
CRITERIO DE SELECCIÓN	PESO	índice de comparación	índice de pertinencia	índice de comparación	índice de pertinencia
<b>CRITERIO FUNCIONAL</b>					
Longitud	112	0,349	39,051	1,000	112,000
Trazado/Velocidad de recorrido	144	1,000	144,000	0,850	122,400
Afección al servicio ferroviario de la línea Casetas-Bilbao	144	1,000	144,000	0,700	100,800
<b>TOTAL</b>	<b>400</b>		<b>327,051</b>		<b>335,200</b>
<b>CRITERIO TERRITORIAL</b>					
Afección Servicios Existentes	100	0,800	80,000	1,000	100,000
Riesgos Geológico-geotécnicos	100	0,571	57,143	1,000	100,000
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>137,143</b>		<b>200,000</b>
<b>CRITERIO ECONÓMICO</b>					
Presupuesto Base Licitación	200	0,580	116,028	1,000	200,000
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>116,028</b>		<b>200,000</b>
<b>CRITERIOS AMBIENTALES (Incluidos en el Estudio de Impacto Ambiental)</b>					
Factores ambientales	200	0,318	63,600	1,000	200,000
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>63,600</b>		<b>200,000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>		<b>643,822</b>		<b>935,200</b>

Tabla 11.- Análisis de Sensibilidad y Robustez. Potenciación Criterio Funcional

ALTERNATIVA		ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)		ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)	
CRITERIO DE SELECCIÓN	PESO	índice de comparación	índice de pertinencia	índice de comparación	índice de pertinencia
<b>CRITERIO FUNCIONAL</b>					
Longitud	56	0,349	19,525	1,000	56,000
Trazado/Velocidad de recorrido	72	1,000	72,000	0,850	61,200
Afección al servicio ferroviario de la línea Casetas-Bilbao	72	1,000	72,000	0,700	50,400
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>163,525</b>		<b>167,600</b>
<b>CRITERIO TERRITORIAL</b>					
Afección Servicios Existentes	200	0,800	160,000	1,000	200,000
Riesgos Geológico-geotécnicos	200	0,571	114,286	1,000	200,000
<b>TOTAL</b>	<b>400</b>		<b>274,286</b>		<b>400,000</b>
<b>CRITERIO ECONÓMICO</b>					
Presupuesto Base Licitación	200	0,580	116,028	1,000	200,000
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>116,028</b>		<b>200,000</b>
<b>CRITERIOS AMBIENTALES (Incluidos en el Estudio de Impacto Ambiental)</b>					
Factores ambientales	200	0,318	63,600	1,000	200,000
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>63,600</b>		<b>200,000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>		<b>617,439</b>		<b>967,600</b>

Tabla 12.- Análisis de Sensibilidad y Robustez. Potenciación Criterio Territorial

ALTERNATIVA		ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)		ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)	
CRITERIO DE SELECCIÓN	PESO	índice de comparación	índice de pertinencia	índice de comparación	índice de pertinencia
<b>CRITERIO FUNCIONAL</b>					
Longitud	56	0,349	19,525	1,000	56,000
Trazado/Velocidad de recorrido	72	1,000	72,000	0,850	61,200
Afección al servicio ferroviario de la línea Casetas-Bilbao	72	1,000	72,000	0,700	50,400
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>163,525</b>		<b>167,600</b>
<b>CRITERIO TERRITORIAL</b>					
Afección Servicios Existentes	100	0,800	80,000	1,000	100,000
Riesgos Geológico-geotécnicos	100	0,571	57,143	1,000	100,000
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>137,143</b>		<b>200,000</b>
<b>CRITERIO ECONÓMICO</b>					
Presupuesto Base Licitación	400	0,580	232,057	1,000	400,000
<b>TOTAL</b>	<b>400</b>		<b>232,057</b>		<b>400,000</b>
<b>CRITERIOS AMBIENTALES (Incluidos en el Estudio de Impacto Ambiental)</b>					
Factores ambientales	200	0,318	63,600	1,000	200,000
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>63,600</b>		<b>200,000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>		<b>596,325</b>		<b>967,600</b>

Tabla 13.- Análisis de Sensibilidad y Robustez. Potenciación Criterio Económico

ALTERNATIVA		ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)		ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)	
CRITERIO DE SELECCIÓN	PESO	índice de comparación	índice de pertinencia	índice de comparación	índice de pertinencia
<b>CRITERIO FUNCIONAL</b>					
Longitud	56	0,349	19,525	1,000	56,000
Trazado/Velocidad de recorrido	72	1,000	72,000	0,850	61,200
Afección al servicio ferroviario de la línea Casetas-Bilbao	72	1,000	72,000	0,700	50,400
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>163,525</b>		<b>167,600</b>
<b>CRITERIO TERRITORIAL</b>					
Afección Servicios Existentes	100	0,800	80,000	1,000	100,000
Riesgos Geológico-geotécnicos	100	0,571	57,143	1,000	100,000
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>137,143</b>		<b>200,000</b>
<b>CRITERIO ECONÓMICO</b>					
Presupuesto Base Licitación	200	0,580	116,028	1,000	200,000
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>		<b>116,028</b>		<b>200,000</b>
<b>CRITERIOS AMBIENTALES (Incluidos en el Estudio de Impacto Ambiental)</b>					
Factores ambientales	400	0,318	127,200	1,000	400,000
<b>TOTAL</b>	<b>400</b>		<b>127,200</b>		<b>400,000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>		<b>543,897</b>		<b>967,600</b>

Tabla 14.- Análisis de Sensibilidad y Robustez. Potenciación Criterio Ambiental

**CONCLUSIONES ESTUDIO DE SENSIBILIDAD:**

En el siguiente cuadro están marcadas en verde las alternativas más favorables (con mayor puntuación) según las distintas hipótesis consideradas. Como se anticipaba, para cualquier combinación de ponderaciones la sección de la alternativa recomendable es siempre la misma: Alternativa 1 Propuesta.

	PESO HIPÓTESIS BASE	HIPÓTESIS 1: MAYOR PESO AL CRITERIO FUNCIONAL	HIPÓTESIS 2: MAYOR PESO AL CRITERIO TERRITORIAL	HIPÓTESIS 3: MAYOR PESO AL CRITERIO ECONÓMICO	HIPÓTESIS 4: MAYOR PESO AL CRITERIO AMBIENTAL
ALTERNATIVA 0 (El Aprobado 2004)	600,371	643,822	617,439	596,325	543,897
ALTERNATIVA 1 (PROPUESTA)	959,500	935,200	967,600	967,600	967,600

Tabla 15.- Análisis de Sensibilidad y Robustez. Tabla Resumen

**8 CONCLUSIONES**

Como resumen del análisis realizado se podría concluir con lo expuesto a continuación, evidenciándose claras diferencias entre las dos alternativas analizadas en este El que originan una situación más ventajosa para la Alternativa 1 Propuesta vs la Alternativa 0 (El Aprobado 2004):

- La Alternativa 0 cuenta con una mayor longitud de nuevo trazado y menor aprovechamiento de la vía actual y no permitirá el **desmantelamiento y recuperación de la vía actual** en ningún tramo, mientras que la Alternativa 1 tiene menor longitud de nuevo trazado, conllevando un mayor aprovechamiento de la vía actual y la restauración de parte del recorrido de la misma que quedará libre de su uso ferroviario actual. Este hecho va asociado, en el caso la Alternativa 0, a que **coexistirían ambas infraestructuras**: el trazado actual en todo su recorrido así como el nuevo trazado, mientras que la Alternativa 1 únicamente conlleva un trazado en la mayoría de su recorrido, eliminando el ferrocarril existente. Estas diferencias suponen para la Alternativa 1 menores impactos relativos a ruidos y vibraciones, suelos (ocupación y contaminación) y cultivos, geomorfología y paisaje, menor intrusión en el territorio y menor efecto barrera.
- Por otro lado, la Alternativa 1 aprobada requiere una menor entidad de **movimiento de tierras (taludes, préstamo y vertedero) y estructuras – pasos superiores** frente a la Alternativa 0, lo que lleva implícito menor ocupación, riesgo de erosión de taludes, e impacto visual.

En definitiva, conforme a los elementos descritos se puede concluir que la Alternativa 1 supone una obra de menor entidad (en trazado, estructuras y pasos superiores, taludes, etc.) y que evita la coexistencia con el ferrocarril actual en parte del recorrido.

- La Alternativa 0 cruza sobre el **Barranco Valdelafuente**, que está dentro de los límites del espacio **Red Natura ZEC Río Ebro**, contando con valores florísticos y faunísticos. Esta es una diferencia sustancial en la comparativa referente a flora y fauna, espacios protegidos y afección a la calidad de las aguas.

Estos factores dejan claramente la comparativa a favor de la Alternativa 1 Propuesta, superando ampliamente aspectos puntuales en los que pueda ser menos ventajosa (mayor volumen de residuos por desmantelamiento de parte de la vía actual o peores radios de trazado geométrico):

Por todo lo anterior, se valora que la alternativa más recomendable es la Alternativa 1 Propuesta, siendo una alternativa más eficiente que la Alternativa 0 (El Aprobado 2004), ya que limita su envergadura a lo estrictamente necesario para la funcionalidad que ha de resolver, minimizando las afecciones al entorno.